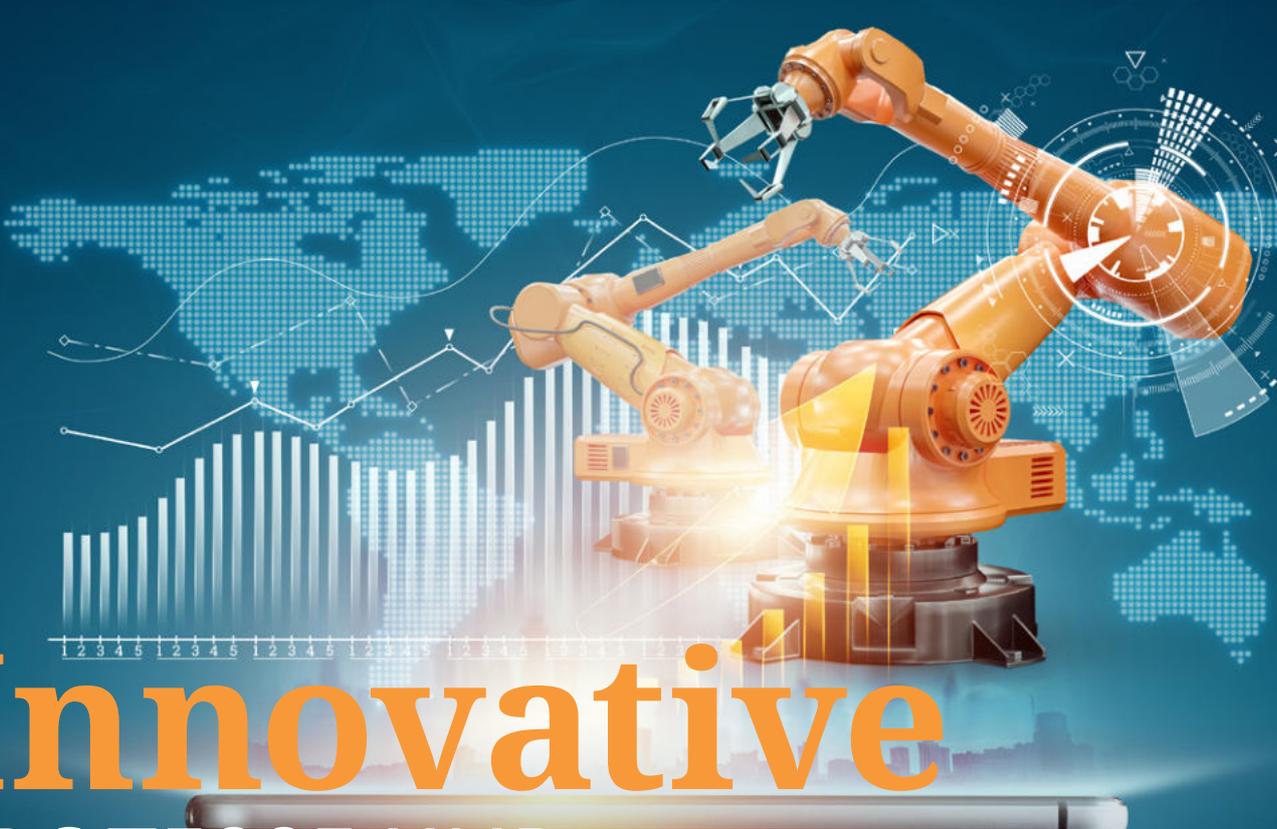


AVK COMPOSITES REPORT 03



Innovative PROZESSE UND VERFAHRENSTECHNOLOGIEN

INHALT

10 DITF

Innovative Methode zur Untersuchung der Wirkung interner Trennmittel für Pultrusionsprozess

12 FRAUNHOFER ICT

VliesSMC- Verarbeitung von Recycling-Kohlenstoffaservlies im Sheet Moulding Compound

24 IVW

Neues Tapelege-Portalsystem F² Compositor

REPORT 03

- 3 IPF DRESDEN**
Beanspruchungsgerecht verstärkte Vliesstoffe aus recycelten Carbonfasern
- 4 TU DRESDEN**
Mit (UV-)Licht endlosfaserverstärkt 3D-Drucken
- 6 AZL DER RWTH AACHEN**
Automatisierte Kopplung von Produktions- und Testdaten mit Prozess- und Struktursimulationen
- 8 CONBILITY GMBH**
Maschinensysteme für die Produktion von Tailored Composite Blanks und Bauteilen aus Thermoplasten
- 10 DITF**
Innovative Methode zur Untersuchung der Wirkung interner Trennmittel für Pultrusionsprozess
- 12 FRAUNHOFER-ICT**
VliesSMC – Verarbeitung von Recycling-Kohlenstofffaservlies im Sheet Moulding Compound
- 14 DLR**
„Omega-Stringer von der Rolle“
- 16 FRAUNHOFER-ICT**
Composites aus reaktiv verarbeitetem Polyamid 6 auf dem Weg zur Serienreife
- 18 FRAUNHOFER-IGCV**
Innovative Composite Prozesstechnik zur Herstellung von Flugzeugspanten: One Shot Fully Integrated Thermoplastic Frame
- 20 FRAUNHOFER-IPT**
Recyclingverfahren für Produktionsabfälle
- 22 IVW**
Kern-Kompetenz Tragfähigkeit – Strukturelle FKV-Kerne für den Einsatz in der Luftfahrt
- 24 IVW**
Neues Tapelege-Portalsystem F² Compositor



Liebe Leserinnen und Leser,

innovative Prozesse und Verfahren sind das Leitthema unseres aktuellen Composites-Reports. Und es gibt viele Innovationen im Bereich der faserverstärkten Kunststoffe. Besonders im Fokus stehen seit einigen Jahren die verschiedenen thermoplastischen Verfahren. Sie sind vielfältig einsetzbar und eine Ende der Entwicklung ist noch nicht Sicht. Der Marktanteil in diesem Segment erhöht sich kontinuierlich.

Aber auch bewährte Verfahren, wie z. B. die SMC-Technologie zeigen nicht nur durch viele Innovationen, wie attraktiv diese Verfahren und auf welchem hohem Stand der Technik sie sind. Die Bandbreite der Forschungsprojekte in diesem Heft ist aber noch viel breiter. Freuen Sie sich auf viele weitere Neuheiten im Heft. Auch ein AVK-Innovationspreisträger (Omega-Stringer von der Rolle, DLR) ist mit dabei.

Ihr

Dr. Elmar Witten
AVK-Geschäftsführer

Impressum

AVK – Industrievereinigung Verstärkte Kunststoffe e. V.
Am Hauptbahnhof 10, 60329 Frankfurt am Main,
Tel.: +49 69 271077-0, Mail: info@avk-tv.de
Homepage: www.avk-tv.de
Geschäftsführer: Dr. Elmar Witten

Beanspruchungsgerecht verstärkte Vliesstoffe aus recycelten Carbonfasern

Autoren: Dr. Kai Uhlig, Katharina Heilos, Marcel Hofmann, Dr. Axel Spickenheuer

Zur Herstellung von hochbelastbaren carbonfaserverstärkten Kunststoffverbunden mit einem signifikanten Recyclingfaseranteil befassten sich die Projektpartner „Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden e. V. (IPF)“ und „Sächsisches Textilforschungsinstitut e. V. (STFI)“ im Rahmen des SAB-Vorhabens „Carbonstickgrund“ (InfraPro-Projekt, 100319942).

Durch die Kombination mittels Tailored Fiber Placement (TFP)-Verfahren abgelegten Primär-Carbonfasern (pCF) mit einer anisotropen oder quasiisotropen Vliesstoffstruktur aus recycelten Carbonfasern (rCF), können beanspruchungsgerecht verstärkte Halbzeuge mit einem Recyclingfaseranteil von $\geq 50\%$ hergestellt werden. Durch Einsatz der Auslegungssoftware EDOstructure konnten hierfür lastfallangepasste variabelaxiale Faserlayouts entwickelt werden, welche die reduzierten mechanischen Materialeigenschaften von rCF-Vliesstoffen ggü. pCF basierten Halbzeugen, wie Multiaxialgelegten oder Geweben, kompensieren.

Die Forschungspartner entwickelten sowohl 100 % rCF-Vliesstoffe für Faser-Kunststoff-Verbunde (FKV) mit dromeren Matrices als auch Hybridvliesstoffe, bestehend aus rCF und PA6.6 Stapelfasern für thermoplastische FKV. In den Hybridvliesstoffen dienen die PA6.6 Stapelfasern gemeinsam mit dem zur Fixierung der pCF-Rovings am IPF entwickelten PA6.6 Nähfäden der Bereitstellung des notwendigen Matrixmaterials.

Im Projekt wurden unterschiedliche Vliesbilderverfahren (Airlay- & Krempelprozess) untersucht sowie Flächenmassen als auch rCF-PA6.6-Mischungsverhältnisse der Vliesstoffe variiert und umfangreich charakterisiert. Anhand eines mit Hilfe der Software EDOpath entwickelten Benchmark-Stickmusters wurde die Eignung der Vliesstoffe im TFP-Prozess bewertet. Die vom STFI



Abb. 1 Fahrradsattel - Preform und finales Bauteil

entwickelten rCF- bzw. rCF-PA6.6-Vliesstoffe zeichnen sich durch eine sehr hohe TFP-Prozesssicherheit, eine außerordentlich gute Drapier- und Infiltrationsfähigkeit sowie im konsolidierten Zustand durch ein höheres Energieaufnahmevermögen bis zum Totalversagen aus. Die entwickelten Halbzeuge wurden im RTM-Prozess, im Handlaminierverfahren sowie durch Heißpressen zu FKV weiterverarbeitet. Im RTM-Prozess konnte ein Faservolumengehalt von ca. 35 Vol.% erreicht werden. Der etwa 100 g leichte Demonstrator „Fahrradsattel“ (Abb. 1), erbrachte zudem den Nachweis, dass durch den im Projekt entwickelten Ansatz insbesondere komplexe, doppelt gekrümmte Geometrien auf Basis einer einteiligen Preform realisiert werden können, welche sich zu einem konkurrenzfähigen Hochleistungsleichtbauteil mit einem rCF Anteil von mehr als 50 % verarbeiten lassen.



Diese Maßnahme wird mitfinanziert durch Steuermittel auf Grundlage des von den Abgeordneten des Sächsischen Landtags beschlossenen Haushaltes.



Europa fördert Sachsen.
EFRE
Europäischer Fonds für regionale Entwicklung

Das SAB-Vorhaben Carbonstickgrund (InfraPro-Projekt, 100319942) wurde mit Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) und mit Mitteln des Freistaates Sachsen gefördert.

MIT (UV-)LICHT ENDLOSFASER- VERSTÄRKT 3D-DRUCKEN

Entwicklung eines additiven Fertigungsprozesses für endlosfaserverstärkte Kunststoffe auf Basis von lichtaushärtenden Reaktionsharzsystemen.

Autor: Sirko Geller

Das 3D-Drucken gilt als eine der Zukunftstechnologien zur wirtschaftlichen, ressourcenschonenden und individualisierten Bauteilherstellung. Den Vorteilen der etablierten Verfahren auf Basis von Thermoplasten hinsichtlich einfacher Prozessführung aufgrund des Heißschmelzverhaltens sowie der Verfügbarkeit von faserverstärkten 3D-Druckfilamenten stehen jedoch oft eine geringe Wärmeformbeständigkeit und sehr hohe Verarbeitungstemperaturen gegenüber. Duroplaste besitzen hohe Glasübergangstemperaturen, gute Adhäsionseigenschaften und niedrige Viskositäten, weisen jedoch oft lange Aushärtezeiten auf. Vor diesem Hintergrund haben Wissenschaftler am Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK) der TU Dresden im Rahmen des von der Sächsischen Aufbaubank (SAB) geförderten Forschungsvorhabens 3D³ einen neuartigen Fertigungsprozess auf Basis hoch reaktiver, UV-lichthärtender duroplastischer Kunststoffe für endlosfaserverstärkte Strukturbauteile entwickelt.

UV-Licht-härtende Harze weisen ausgezeichnete thermo-mechanische Eigenschaften und eine extrem schnelle Aushärtung auf. Der neue Verarbeitungsprozess beruht auf den Schritten Imprägnierung eines endlosen Faserfilaments (Roving) mit dem Reaktionsharz, Belichtung des Harzes zur Aktivierung eines Photoinitiators und nachfolgende Faserablage. Während der Belichtung wird die Aushärtereaktion des EP-basierten Harzsystems initiiert, die aufgrund des „dark cure“ Effekts auch nach der Belichtung fortläuft. Durch rheologische Materialcharakterisierung mit einer UV-Belichtungseinheit sowie Prozessstudien konnte ein umfassendes Verständnis für die Fertigungstechnologie entwickelt werden. Die relevanten Prozessparameter für das 3-komponentige Harzsystem - Belichtungszeit und -intensität sowie Druckgeschwindigkeit - müssen exakt aufeinander ab-

gestimmt werden, damit das Gelieren unmittelbar nach der Faserablage stattfindet. Eine Nachhärtung kann bei Raumtemperatur oder in einem nachgelagerten Tempervorgang stattfinden.



Abb. 1: Automatisierte Fertigungszelle für den 3D-Druck von endlosfaserverstärkten Verbundbauteilen

TARTLER



TARTLER GmbH

Relystr. 48
64720 Michelstadt
+49 (0) 6061 96 72-0
info@tartler.com
www.tartler.com

Kundenspezifische

DOSIER- UND MISCHANLAGEN

für die Verarbeitung von
flüssigen und pastösen ein- oder
mehrkomponentigen Polyurethan-,
Silikon- und Epoxidharzen

MDM

Einstiegsmodell zur Verarbeitung
flüssiger Komponenten
▶ Ausstoß von 0,05 bis 3,5 l/min



NODOPUR

Verarbeitung flüssiger
Kunstharze
▶ Ausstoß von 0,1 bis
100 l/min



VORSTELLUNG DER BAUREIHEN FÜR DIE VERARBEITUNG FLÜSSIGER KOMPONENTEN



Abb. 2: Robotergeführtes Druckbett

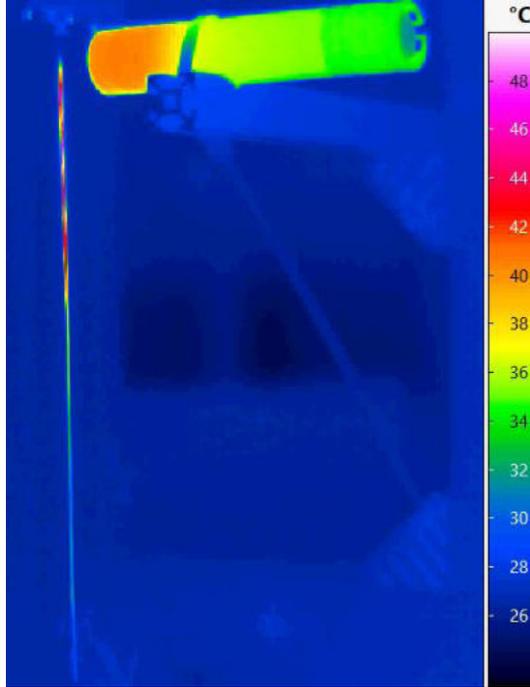


Abb. 2: Prozessuntersuchung mittels Thermographiekamera zur Beurteilung der Vernetzung eines imprägnierten Rovings während der Belichtung mit UV-Licht (UV-Lichtquelle oben)

Zur Umsetzung des neuen 3D-Druckprozesses wurde eine automatisierte Fertigungszelle mit robotergeführtem Druckbett und stationärem Druckkopf entwickelt. Kernelement der Fertigungszelle ist der am ILK entwickelte hochintegrierte Misch-

kopf. Dieser besteht aus einer Dosierpumpe mit Statikmischer, dem Imprägnierwerkzeug mit fasergerechter Faserzuführung über eine Spule sowie der individuell steuerbaren UV-LED Belichtungseinheit, die für die Initiierung der Vernetzungsreaktion verantwortlich ist. Eine Keramikdüse sorgt für die Umlenkung und Ablage des getränkten und teilvernetzten Rovings. Das Ziel einer umfassenden Parameterstudie ist die Bestimmung eines optimierten Prozessfensters, bei dem eine möglichst hohe Ablegegeschwindigkeit im Sinne einer hohen Prozesseffizienz erreicht werden kann. Mit der roboterassistierten Faserablage erfolgen in weiteren Forschungsarbeiten der Druck von Probekörpern zur Bestimmung der Materialeigenschaften und die Umsetzung von Bauteilen mit hoher geometrischer Komplexität.

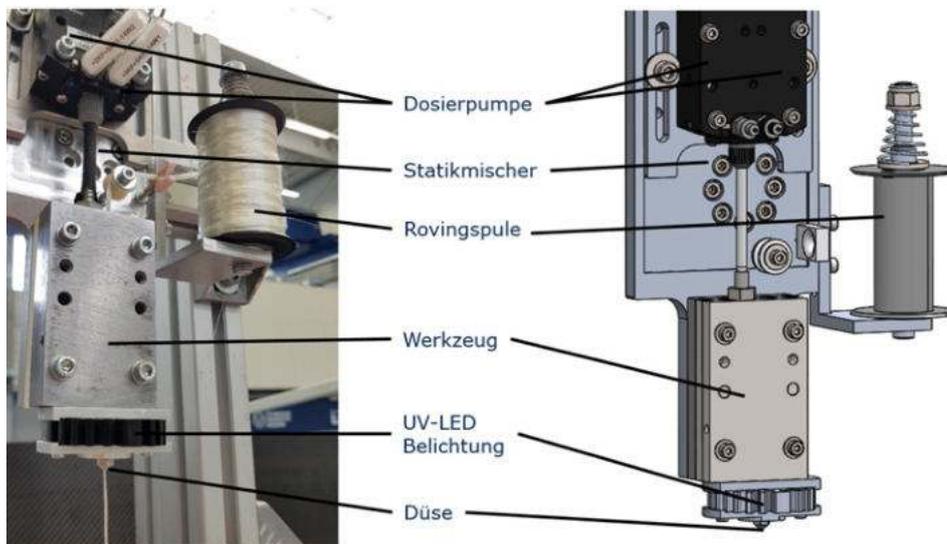


Abb. 3: Druckkopf zur Herstellung endlosfaserverstärkter Verbundbauteile mit den wesentlichen Komponenten (links) sowie Detail-Ansicht der Werkzeugeinheit im CAD (rechts)

GFK-Behälter für den Fahrzeugbau



für sicheres Lagern



- leicht, stabil und formschön
- auch für korrosive Medien geeignet
- 50 Jahre Erfahrung
- Farben nach RAL lieferbar

CEMO GmbH · 71384 Weinstadt · www.cemo.de

ERHÖHUNG DES PROZESSVERSTÄNDNISSES FÜR LOKAL ENDLOSFASERVERSTÄRKTE SMC

mittels automatisierter Kopplung von Produktions- und Testdaten mit Prozess- und Struktursimulationen

In Kooperation zwischen dem Aachener Zentrum für integrativen Leichtbau (AZL) und dem Institut für Kunststoffverarbeitung (IKV) wird eine Methode entwickelt, die mittels mechanischer end-of-line Prüfungen Rückschlüsse auf die innere Morphologie von lokal verstärkten SMC Bauteilen ermöglicht und in Kombination mit Prozesssimulationen Hinweise auf die Ursachen von Eigenschaftsabweichungen gibt.

Autoren: Dr. Kai Fischer, Dr. Michael Emonts, Hao Wang, Jonas Neuhaus

Die Materialklasse der SMC stellt mit geringen Werkstoffkosten und Verschnittverlusten sowie dem Potenzial zur Erzeugung geometrisch komplexer sowie funktionsintegrierter Bauteile einen attraktiven Werkstoff für den kosteneffizienten Leichtbau dar. Die Leichtbaupotenziale lassen sich dabei unter anderem durch eine prozessintegrierte sowie lastpfadgerechte Einbringung von auf Endlos-Kohlenstoffasern basierende Towpregs zykluszeitneutral steigern, wodurch insbesondere in gewichts- sowie kostensensiblen Anwendungsbereichen attraktive Lösungskonzepte ermöglicht werden. Bei der Verarbeitung von SMC im Fließpressverfahren beeinflussen Abweichungen in den material- und Prozessparametern bekanntlich stark die Bauteileigenschaften. Die Einflussfaktoren werden durch die Endlosfaser-Einleger zusätzlich erhöht.

Im Rahmen des mit vier weiteren Partnern Projekts „HybridSMC“ wird daher neben der Prozesstechnik eine Methode erarbeitet, mit der die Material-/Prozess-/Eigenschaftsinteraktionen dieser Werkstoffkombination

untersucht werden kann. Durch Einsatz eines modularen SMC-Presswerkzeuges werden Untersuchungen von Prozessparametern und resultierenden Bauteileigenschaften ermöglicht. Die Bauteilfertigung erfolgt auf der Groß-Presse des AZL (Schließkraft bis 18.000 kN, 2x3 m² Tischgröße), wodurch eine unmittelbare wirtschaftliche sowie großskalige Umsetzbarkeit dieser Technologie aufgezeigt werden kann.

Mittels einer am AZL umgesetzten schädigungsfreien inline-Charakterisierung können aus unterschiedlichen elastischen Deformations-Moden (bspw. Biegung) resultierende Bauteilverformungen und Oberflächendehnungen aufgezeichnet werden (Abb. 1). Die Messzelle wurde speziell für den Anwendungsfall entwickelt und implementiert. Sie besteht aus einem flexibel konfigurierbaren Prüfrahm, die Lasteinleitung erfolgt über einen hochpräzisen Servomotor. Neben der Messung der Prüfkraft am Servomotor werden die Verschiebungen und die Oberflächendehnungen mit einem fein auflösenden Hochgeschwindigkeits-3D-Messgerät (ATOS 5, GOM GmbH,

Teccore®

Textile foam cores for unique microsandwiches

a new brand by

- Light weight increase of panel stiffness
- Print blocking and preventive to fiber washing
- Applicable in complex geometries

Usable in various FRP processes:

- Autoclave
- Thermopressing
- Vacuum infusion
- RTM

Nonwoven with pressure resistant microspheres

www.lantor.com

Based on PET from recycled bottles !

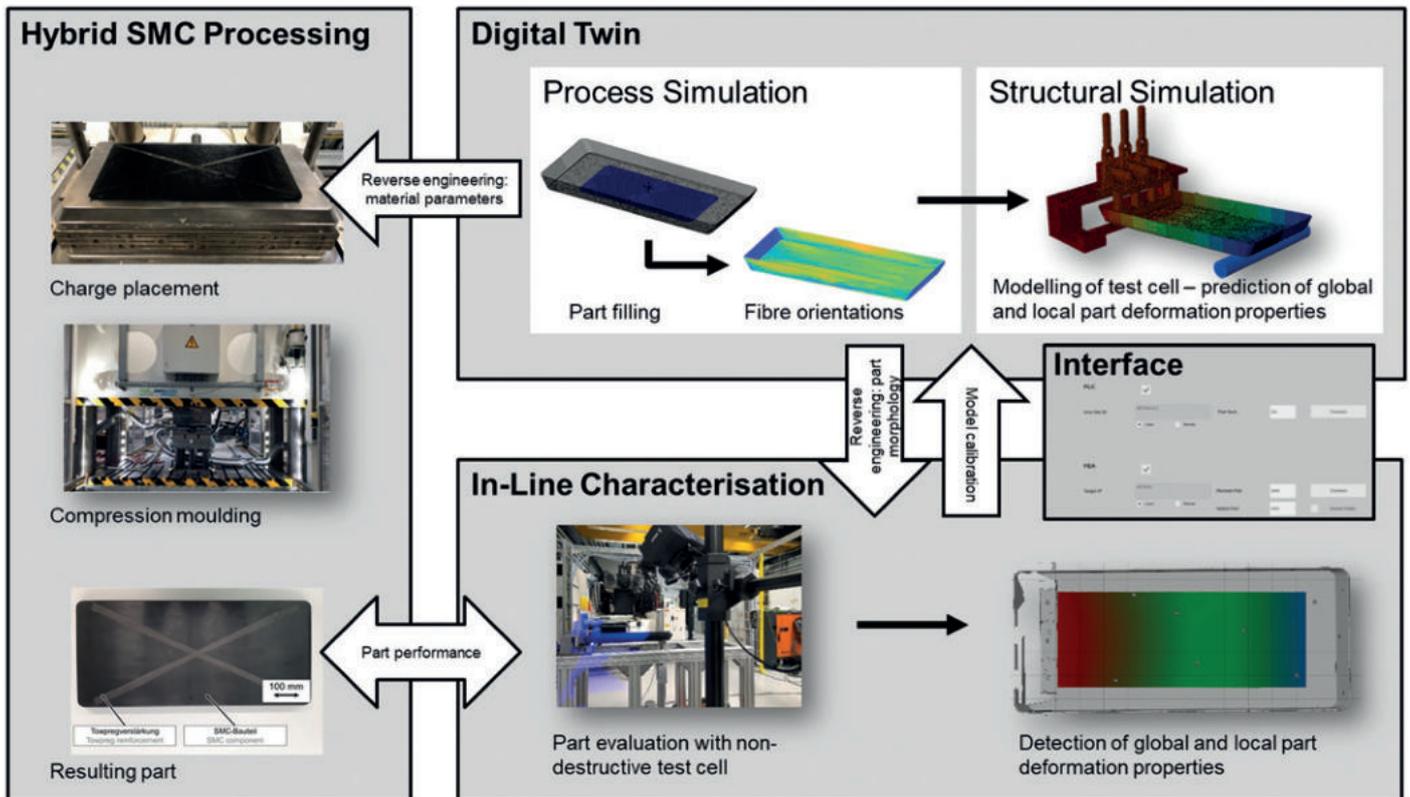


Abb. 1: Konzept zur Kopplung der in-line Prüfung mit verschiedenen Simulations-Tools

Braunschweig) sukzessive während der Aufbringung der Deformationsschritte erfasst. Die Ergebnisse werden über eine am AZL entwickelte Schnittstelle automatisch vom Prüfplatz in eine Finite Elemente Simulation übertragen. Dort erfolgt eine individuelle Berechnung mit den realen Eingangsdaten der Prüfung und anschließend werden die Ergebnisse wieder zurück übertragen und an der Maschine zu Vergleichszwecken zugänglich gemacht. Die

Daten- und Schnittstellen dienen im weiteren Projektverlauf auch als Basis zur Kopplung der Messdaten mit den am IKV vorhandenen Modellierungsansätze für gekoppelte Prozess- sowie Struktursimulationen, wodurch in einem Re-Engineering-Ansatz zum einen Rückschlüsse auf die lokalen Faserorientierungen sowie auf während der Verarbeitung wirkenden Prozesseinflüsse ermöglicht werden soll.



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung

Das Forschungsvorhaben „HybridSMC“ (Förderkennzeichen EFRE-0801121) wird aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) gefördert. Allen Institutionen gilt unser Dank.



TECHNISCHE UNIVERSITÄT
CHEMNITZ

**PROFESSUR STRUKTURLEICHTBAU
UND KUNSTSTOFFVERARBEITUNG**

DIE ZUKUNFT IM LEICHTBAU

Im Mittelpunkt der branchenübergreifenden Forschung der Professur Strukturleichtbau und Kunststoffverarbeitung (SLK) stehen integrative Kunststofftechnologien zur Fertigung von Leichtbaustrukturen und -systemen. Als zuverlässiger Partner der Industrie forscht die Professur SLK unter anderem zur Dimensionierung neuer Faserverbundstrukturen, zu innovativen Verfahren für die Herstellung unidirektionaler und bionischer Thermoplast-Prepregs sowie, in Zusammenarbeit mit dem Forschungscluster MERGE, zur Technologiefusion für komplexe Hybridbauteile und Fertigungsprozesse. Nachwachsende Rohstoffe sowie der Einsatz „grüner“ Technologien dienen dabei als Fundament nachhaltiger Forschung.

Die erstklassigen F&E-Kompetenzen der Professur kommen derzeit etwa in der Entwicklung eines toroidalen Composite Druckbehälters (im Bild) zur Speicherung von Wasserstoff zum Einsatz. Die Professur leistet damit einen Beitrag zur Etablierung von Wasserstoffanwendungen in Sachsen allgemein und zur umweltfreundlichen mobilen Energieversorgung im Besonderen.

www.leichtbau.tu-chemnitz.de / E-Mail: slk@mb.tu-chemnitz.de / Telefon: +49 (0)371 531-231



CONBILITY GMBH

SCHLÜSSELFERTIGE MASCHINENSYSTEME

für die Produktion von Tailored Composite Blanks und Bauteilen aus faserverstärkten Thermoplasten

Autoren: Dr. Michael Emonts, Dr. Kai Fischer

Tailored Composite Blanks aus unidirektional faserverstärkten thermoplastischen Tapes sind eine Schlüsseltechnologie zur Senkung der Produktionskosten für endlosfaserverstärkte Thermoplaste - entweder zum Thermoformen und anschließenden Umspritzen oder als versteifende Einleger zur Reduzierung von Wandstärken beim Spritzgießen oder zur Substitution von Versteifungsrippen. Um ein reproduzierbares anschließendes Thermoformen und eine schnelle, homogene Erwärmung dieser Rohlinge zu erreichen, ist eine Konsolidierung der Tape-Lagen im Laminat von Vorteil.

Wie die 3D Tape Placement- und Wickel-Köpfe von CONBILITY nutzt auch die neue 2D Tape Placement Maschine Laserstrahlung, um die Tapes direkt während der Tape-Ablage laserunterstützt miteinander zu verschweißen (in-situ-Konsolidierung) - mit minimalem Energieaufwand im Vergleich zu energie-, zeit- und kostenintensiven Nachkonsolidierungsprozessen auf teuren Pressen. Dadurch können die Platinen direkt im klassischen Thermoformen oder in One-Shot-Forming- und Overmoulding-Verfahren weiterverarbeitet werden.

CONBILITY's neue tischbasierte 2D Tape Placement Maschine ist lasersicher (Laserschutzklasse 1) und mit

einem 3-Spulen-Tape-Placement-Applikator, einem rotierenden Heitztisch (1,5 m Durchmesser) und einem 4 kW-Lasersystem ausgestattet. Jedes Tape kann individuell durch „add-and-cut on the fly“ verarbeitet werden und verfügt über eine Tape-Spannungsregelung. Die Maschine kann nach Kundenwunsch konfiguriert werden (Tischdurchmesser, Laserleistung, Anzahl der Spulen auf dem Applikator, Tape-Breiten). Durch den präzisen und schnellen closed-loop geregelten lasergestützten Wärmeeintrag kann jedes Bandmaterial reproduzierbar bei hohen Geschwindigkeiten ohne Überhitzung verarbeitet werden: von PP- bis PEEK-Tapes.

Ein erster „Proof of Principle“-Prototyp wurde im Rahmen eines bilateralen Forschungsprojekts in Zusammenarbeit zwischen Conbility und dem Fraunhofer IPT, Aachen, entwickelt und von den Ingenieuren der Conbility GmbH zu einem industrietauglichen Maschinenprodukt weiterentwickelt, das auf dem Markt verfügbar ist und derzeit erfolgreich in mehrere industrielle Anwendungen verschiedener Kunden eingeführt wird. Aufgrund der geringen Maschinenaufstellfläche (ca. 5 x 2,5 x 2,6 m³) kann sie flexibel in der Werkshalle aufgestellt und in vollautomatische Fertigungslinien integriert werden. Neben der in-situ Konsolidierung ermöglicht dieses Maschinensystem die

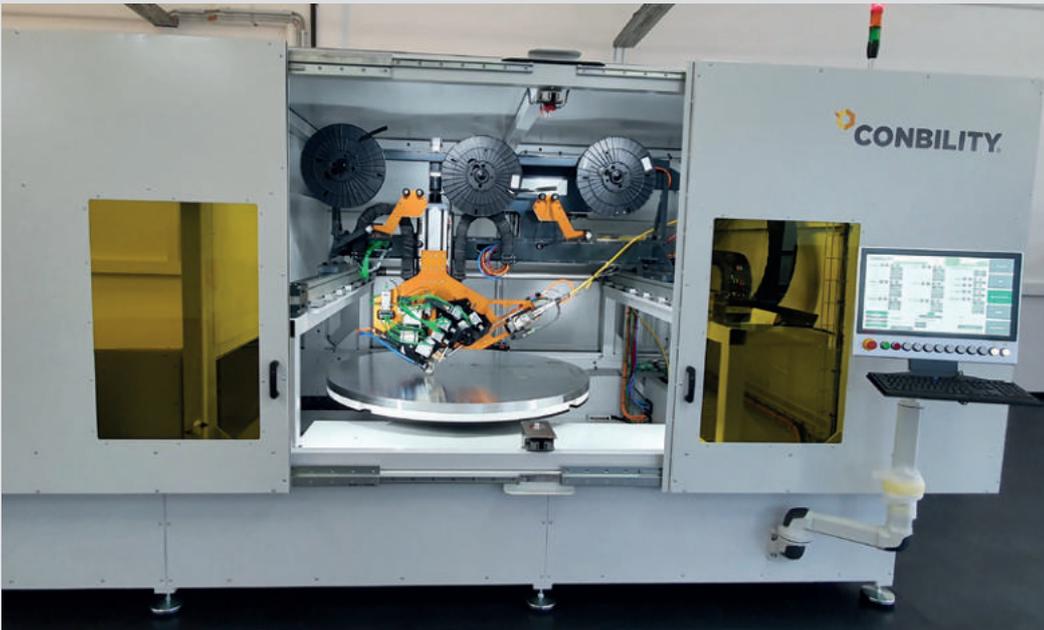


Herstellung von Tailored Blanks mit unterschiedlichen Wandstärken innerhalb eines Laminats.

Dieses 2D-Maschinensystem ist im CONBILITY-Technikum in Herzogenrath bei Aachen installiert und steht für Versuche, Evaluierungen und Lohnfertigungen von Teilen und Laminaten zur Verfügung.

Zusätzlich umfasst das Maschinenproduktportfolio von CONBILITY einen 3D Tape Placement- und Wickel-Kopf, der modular als „Plug-In“ in bestehende Roboter- oder Maschinensysteme integriert werden kann. Darüber hinaus bietet CONBILITY komplette schlüsselfertige und lasersichere Fertigungszellen mit Robotersystem (mit optionaler Linearachse), 3D Applikator, Wickelachse, Heitztisch sowohl für das lasergestützte Tape-Wickeln von Ringen, Rohren und Behältern als auch für das 2D und 3D Tape Placement von Tailored Composite Blanks oder zur lokalen Tape-Verstärkung von Spritzgussteilen an.

Der USP des CONBILITY 3D Tape Placement- und Wickel-Kopfes ist seine Multifunktionalität: Er kann für das Dry Fiber Placement eingesetzt und mit einer Backing-Paper-Abwickleinheit und einem gekühlten Führungssystem für die Verarbeitung von duroplastischen Prepregs aufge-



CONBILITY 2D Tape Placement Maschine mit integriertem 4 kW Laser (rechts) und 3D Tape Placement- und Wickel-Kopf (links)
Maschinen-Prozessvideo:
https://youtu.be/Q_pKDH006xo



rüstet werden: Eine einzelne Investition für 3 verschiedene Technologien. Der 3D-Applikator von CONBILITY ist bereits bei internationalen Kunden aus verschiedenen Ländern im

Einsatz: Deutschland, Spanien und Irland. Derzeit baut CONBILITY im Technikum in Herzogenrath eine Fertigungszelle für das laserunterstützte Wickeln und Placement von

thermoplastischen Tapes auf, die ab Frühjahr 2021 für Versuche, Evaluierungen und die Lohnfertigung von Teilen und Laminaten zur Verfügung stehen wird.

PULLCOB®

Next Generation Accelerators

- Available as 1% and 5% Solution
- Low Viscosity
 - Alternative for Co-Octoate
 - Low Hazard Potential
 - Easy Dosing

Innovative Methode zur Untersuchung der Wirkung interner Trennmittel für Pultrusionsprozess

Autoren: Sathis Kumar Selvarayan, Prof. Markus Milwich, Götz T. Gresser

Die Herstellung kontinuierlicher faserverstärkter Profile mit konstantem Querschnitt mittels Pultrusionsverfahren bietet enorme wirtschaftliche Vorteile gegenüber anderen diskontinuierlichen Verbundwerkstoff-Fertigungsverfahren. Der Prozess erfordert jedoch eine aufwändige Ermittlung und präzise Steuerung der Prozessparameter, vor allem für die Herstellung von hochwertigen Verbundprofilen z.B. mit Epoxid-Matrix. Abb. 1 zeigt ein Schema der im Pultrusionswerkzeug herrschenden Prozessdynamik. Diese wird u.a. beeinflusst durch die Kombination von Fasern (incl. Schlichte), Matrices und Additiven. Wichtige Additive sind interne Trennmittel (IMR), welche die Reibung zwischen der Faser-Matrix-Masse zur Werkzeugwand verringern und das Anhaften von Matrix an der Werkzeugwand verhindern soll. Ist das IMR zu gering dosiert oder nicht passend zum Gesamtsystem gewählt, kann der Reibungswiderstand so hoch werden, dass das Profil nach dem Werkzeug abreißt. Bisher fehlen jedoch einfach anzuwendende Methoden,

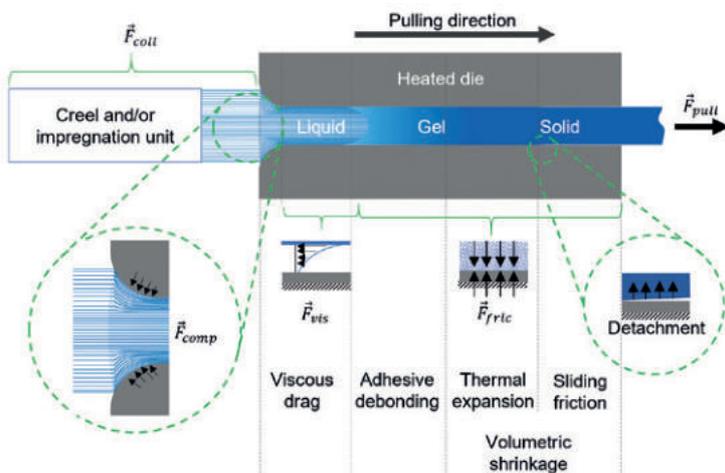


Abb. 1: Werkzeugdynamik eines Duroplast-Pultrusionsprozesses

um die Wirkung von IMR für eine gegebene Faser-Matrix-Kombination in der Pultrusion zu quantifizieren, so dass aufwändige Vorversuche gefahren werden müssen.

SIMULATION DER WERKZEUGDYNAMIK

Im Rahmen eines Forschungsprojektes an den DITF wurde die neuartige, schnelle und ressourceneffiziente „Rotating Core“-Methode und eine entsprechende Apparatur, der sogenannte „Die Dynamics Simulator (DDS)“ entwickelt. Damit kann die Wirksamkeit verschiedener IMR und deren Konzentrationen im Vorfeld der Pultrusion quantifiziert und die Pultrusionsprozessparameter für eine ausgewählte Faser-Matrix-Kombination festgelegt werden. Abb. 2 zeigt den neu entwickelten Ansatz. Im Wesentlichen wird die lineare Pultrusion auf ein rotierendes System übertragen.

Abb. 3 zeigt den „Die Dynamics Simulator (DDS)“. Vorimprägnierte Rovings werden mit definiertem Faservolumenanteil auf einen zylinderförmigen Kern gewickelt. Der bewickelte Kern wird in ein hohlzylindrisches beheiztes Werkzeug eingeführt und in Rotationsbewegung gesetzt. Die Rotationsgeschwindigkeit des rotierenden Kerns wird so eingestellt, dass sie identisch mit der Liniengeschwindigkeit des Pultrusionsprozesses ist. Die Faser-Matrix-Masse polymerisiert während der Rotation zum festen Verbundwerkstoff. Dies imitiert die Phänomene, die in einem Pultrusionswerkzeug auftreten.

Der DDS misst kontinuierlich das Drehmoment, welches von der rotierenden Fasermatrix auf das DDS-Werkzeug während des Konsolidierungsprozesses ausgeübt wird. Das gemessene Drehmoment repräsentiert die Widerstandskräfte, die innerhalb des Pultrusionswerkzeugs während der Konsolidierung der Faser-Matrix-Kombination entstehen. Mit dem DDS ist es zum ersten Mal möglich, die Dynamik eines Pultrusionsprozesses empirisch zu quantifizieren.

DDS Experimente mit unterschiedlichen Konzentrationen von IMR bestätigten die Aussagefähigkeit der Methode und zeigten klar die Unterschiede im auf die sich entwickelnden Widerstandskräfte innerhalb des Werkzeugs zu bewerten (Abb. 4). Die Ergebnisse geben außerdem

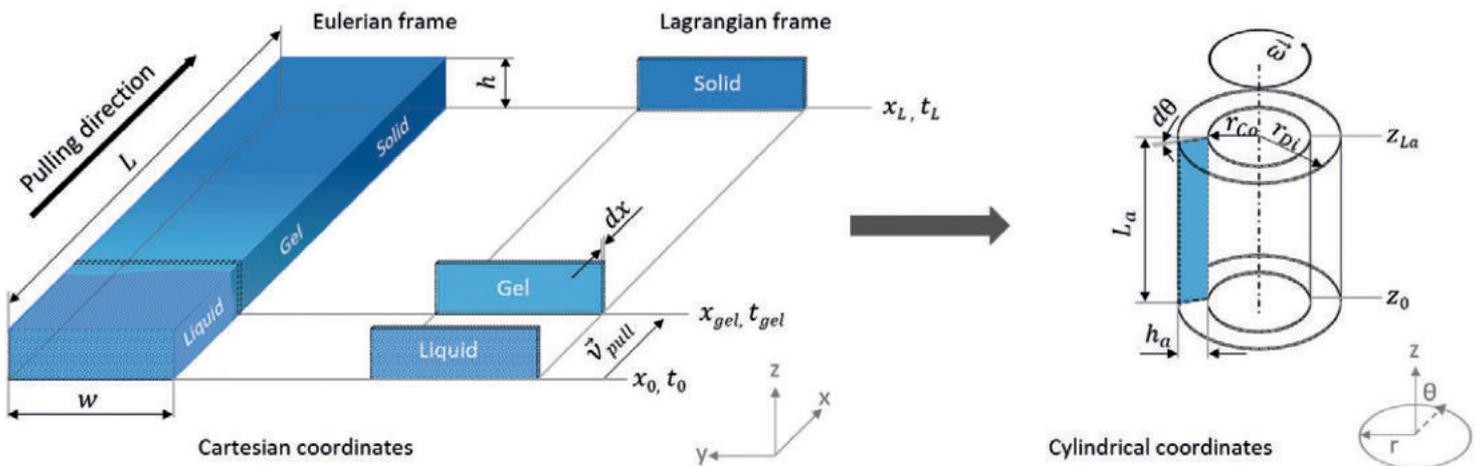


Abb. 2: Rotating core method – Übertragung des linearen Pultrusionsprozesses (links) auf den Rotationsprozess (rechts)

Aufschluss darüber, in welcher Polymerisations-Phase der Matrix die IMR am effektivsten sind. Anschließend wird die entwickelte Methodik anhand eines Pultrusionsexperiments validiert.

Der Vergleich der gemessenen Kräfte auf dem DDS mit denen auf der Pultrusionsanlage zeigt eine gute Übereinstimmung. Der neue Ansatz wird weiterhin verwendet, um den Einfluss der folgenden Parameter auf die Werkzeugdynamik zu untersuchen: (1) Werkzeugtemperatur, (2) Geschwindigkeit der Faser-Matrix, (3) Kontaktfläche des Werkzeugs und der Faser-Matrix, (4) Bauteildicke, und (5) Faservolumengehalt.

Daher kann die Anwendung der patentierten Rotationskernmethode DDS auf die Bestimmung und Optimierung der Prozessparameter, der Harzrezeptur, der Additive sowie des Werkzeugaufbaus vor der Verarbeitung der Materialkombination auf einer Pultrusionslinie erweitert werden. Für die DDS werden nur wenige Gramm Material zur Analyse der Prozessdynamik benötigt. Im Vergleich zu früheren Optimierungs-Versuchen auf der Produktionsanlage benötigen DDS-Versuchen nur sehr wenig Zeit. Beide Vorteile ergeben daher einen enormen wirtschaftlichen Vorteil.

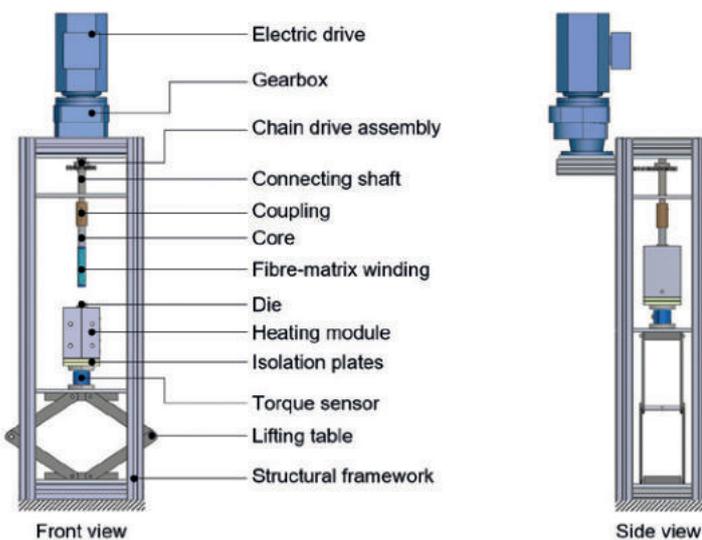


Abb. 3: Die Dynamics Simulator - DDS

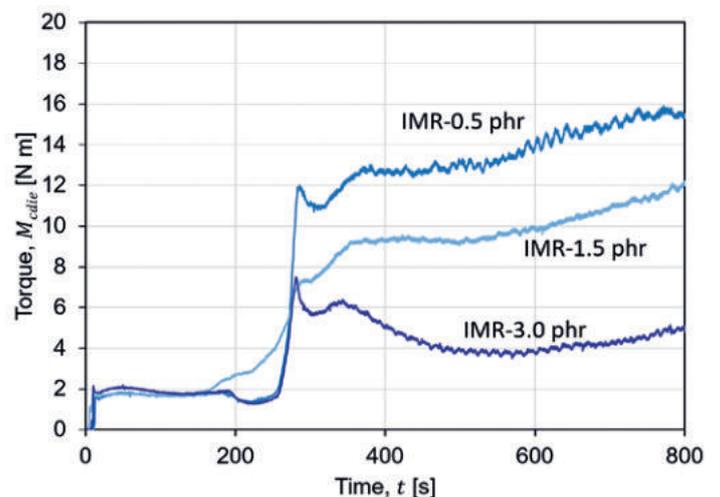


Abb. 4: Drehmoment-Zeit-Kurven darstellen die gemessene Drehmomente mit Faser-Matrix-Formulierungen mit unterschiedlicher Konzentration von IMR : 0,5 phr, 1,5 phr und 3,0 phr

VliesSMC

Verarbeitung von Recycling-Kohlenstoff-faservlies im Sheet Moulding Compound

In der Serienfertigung von Faserverbundkunststoffbauteilen fallen jährlich mehrere hundert Tonnen kohlenstofffaserhaltiger Gewebe und Gewirke als Produktionsabfälle an. Dies entspricht bis zu 40 % der im Prozess eingesetzten Materialmenge. Das Kosteneinsparungspotential durch Rückführung der neuwertigen Materialien in hochwertige Anwendungen ist signifikant.

Autoren: Florian Wafzig, Patrick Griesbaum, Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT; Marcel Hofmann, STFI Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V.

Im Forschungsprojekt VliesSMC wird die Eignung verschiedenartiger Vliesstoffe auf Basis rezyklierter Kohlenstofffasern (rCF) zur Verarbeitung in der SMC-Prozesskette untersucht. Insbesondere offene Fragestellungen hinsichtlich der unterschiedlichen textilen Herstellungsprozesse, Herstellung und Handhabung der SMC-Halbzeuge, wie auch die Fließfähigkeit im Pressverfahren werden adressiert.

Im Projekt werden nachstehend aufgeführte Forschungsthemen verfolgt:

- Entwicklung von angepassten Vliesstoffen aus rezyklierten Kohlenstofffasern
- Einfluss unterschiedlicher Vliesbildungsmethoden auf die Imprägnierqualität und die Fließfähigkeit des SMC-Halbzeuges
- Anlagen- und Prozessentwicklung mit dem Ziel einer automatisierten Verarbeitung von Recyclingvliesstoffen in der SMC-Prozesskette
- Grenzen der Formgebung im Fließpressverfahren von rCF-SMC in Abhängigkeit der erzielbaren Faservolumengehalte
- Kostenanalyse und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung des VliesSMC-Recyclingverfahrens

In einer ersten Versuchskampagne konnte bereits eine prinzipielle Eignung der rCF-Vliesstoffe zur Verarbeitung in der SMC-Prozesskette gezeigt werden. Aktuell wird die Anlagentechnik am Fraunhofer ICT aufgebaut und zur Verarbeitung von Vliesstoffen angepasst.

Die mechanische Verhakung der Einzelfasern durch die Verfestigung des Vliesstoffs stellt einen grundsätzlichen Unterschied zu konventionellen SMC-Materialien auf Schnittfaserbasis dar. Ein ungehinderter Fasertransport während des Fließpressens ist somit nicht möglich. Zur Minimierung des Einflusses der Verfestigung finden Untersuchungen entlang der gesamten Prozesskette statt. Die Vliesstoffe werden hinsichtlich ihrer Reißdehnung und Reißkraft charakterisiert. Ebenso ist die Homogenität der Vliesstoffe in Bezug auf Flächengewicht und Isotropie von Interesse.

Im Prozessschritt SMC-Halbzeugherstellung stehen das Handling und die Imprägnierung der Vliesstoffe im Fokus. Mittels einer automatischen, drehzahlgeregelten Abrollung wird eine zugkraftfreie Zuführung des Vlieses in die Anlage sichergestellt. Dies ermöglicht die Verwendung von sehr niedrig verfestigten Vliesstoffen mit geringer mechanischer Verhakung der Einzelfasern. Rheologische Charakterisierungen unterstützen die Halbzeugentwicklung.

Gefördert durch:



Das IGF-Vorhaben „VliesSMC“ (Nr. 21124 BG) der Forschungsvereinigungen DECHEMA Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V. und Forschungskuratorium Textil e.V. wird 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.

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Abb. 1: Vliesstofffertigung am STFI
(Quelle: STFI/D. Hanus)



Abb. 2: SMC-Bandanlage am Fraunhofer ICT
(Quelle: Fraunhofer ICT)

Die Imprägniergüte wird durch eine vollständige Überwachung der Anlagenparameter sowie mikroskopische Untersuchungen der Halbzeuge und ausgehärteten Materialien sichergestellt.

Zur Bewertung des Fasertransports während des Pressens werden Fließversuche zur Ermittlung des maximalen Fließwegs durchgeführt. Mittels werkzeugseitiger Sensorik wird dabei Druck und Materialfortschritt in der Form überwacht.

Die VliesSMC-Materialien werden umfangreich mechanisch charakterisiert und mit konventionellem SMC verglichen. Des Weiteren finden Untersuchungen der erzielbaren Oberflächengüte statt.

Durch einen projektbegleitenden Ausschuss, dem neben Material- und Anlagenherstellern auch verarbeitende Betriebe angehören, wird die Industrierelevanz der Entwicklungen und eine direkte Implementierung in die Praxis sichergestellt.

Projektpartner:



In Kooperation mit:



BÜFA
Composites

Schlüsselprodukte für innovative Verfahrenstechnologien!
BÜFA Composite Systems liefert die passenden Produkte und die kompetente Beratung

Ausgezeichnete Reaktionsharzspezialitäten:
 BÜFA®-Resin VE RTM 6520 Class A: Das Low Profile-Harz für perfekte Oberflächen
 BÜFA®-Firestop Foaming Resin: Überzeugend schnell, leicht, stabil und sicher

Unser Experte Jens Wolters:
 Telefon +49 (0) 170 – 92 50 869
 jens.wolters@buefa.de
 www.buefa.de/composites

„OMEGA-STRINGER VON DER ROLLE“

Autor: Dr. Erik Kappel

Große Flugzeugstrukturen aus Prepreg, wie Flügelober- und Rumpfschalen, werden heute mittels automated fiber placement (AFP) und automated tape laying (ATL) weitgehend automatisiert gefertigt. Im Gegensatz dazu erfolgt die Herstellung der vielseitig eingesetzten profilförmigen CFK-Strukturelemente, wie beispielsweise der Omega-förmigen Stringer, in Prozessen mit hohen manuellen Anteilen. Die Hauptursache dafür sind die vergleichsweise kleinen Querschnittsdimensionen der winklig geformten Profilkörper im Zentimeterbereich, die mit heutigen voluminösen AFP- und ATL-Ablageköpfen nicht oder nur mit ineffizient niedrigen Ablageraten abzubilden sind. Wird berücksichtigt, dass für bereits einen A350 mehrere Kilometer Längsversteifungselemente benötigt werden, wird der Bedarf für innovative Prozesse mit hohen Produktionsraten unmittelbar deutlich.

„Omega-stringer von der Rolle“ beschreibt ein Verfahren, das dieses Szenario unmittelbar aufgreift und die Teilaspekte Ablage, Umformen und Aushärten abdeckt.

Den innovativen Kern des Verfahrens bildet eine rezipientdruckge-regelte Umformung ebener Prepreg Laminare mittels des kostengünstigen, einseitigen Membranverfahrens, das gern auch als Hotforming bezeichnet wird. Das Membranverfahren findet heute bereits Anwendung, wird aber bisher nur für das Formen positiver Radien als geeignet eingestuft. Durch den Einsatz des patentierten Keileinlegers während der Umformung, in Kombination mit der Rezipientdruckregelung, gelingt es nun positive und negative Krümmungen im Querschnitt in einem Schritt zu realisieren, wo-



durch Omega-förmige Stringer effizient geformt werden können. Da die vollständigen Stringerlaminare aus Prepreg eben abgelegt werden, wird die etablierte AFP Technologie zielführend eingesetzt, wobei durch Zusammenführung mehrerer Strin-

gerlaminare in einem Ablageprozess von der hohen AFP Ablagerate (kg/h) profitiert wird.

Die Verwendung ebener Laminare generiert darüber hinaus attraktive Nebeneffekte im Zusammenhang mit Investmentkosten und der Fertigungswerkzeugbelegung. Untersuchungen belegen, dass sich die ebenen, unausgehärteten Prepreglagenpakete nach der Ablage vollständig aufrollen und wieder einfrieren lassen, ohne dass sich nach dem Auftauen und Abrollen negative Einflüsse auf die innere Laminarchitektur ergeben.

Damit wird die zeitliche und örtliche Trennung von Prepregablage, Umformung und Autoklavaushärtung möglich, die einerseits Belegung der kostenintensiven Formwerkzeuge minimiert, weil der lagenweise Laminataufbau nicht auf dem Fertigungswerkzeug erfolgt. Andererseits können die Materialablage und die Aushärtung bei unterschiedlichen Akteuren erfolgen, wodurch die Verfügbarkeit einer AFP Anlage beim fertigenden Unternehmen nicht mehr zwingend erforderlich ist.

Die Untersuchungen am DLR Institut für Faserverbundleichtbau und Adaptronik (FA) belegen, dass sich mit dem Verfahren Prepreglaminare vollständig an das Formwerkzeug formen lassen. Schliffbildanalysen für Materialproben ausgehärteter Omega-Stringer belegen weiterhin die fehlerfreie innere Laminarchitektur und unterstreichen damit die Eignung des Verfahrens für zukünftige CFK Strukturkomponenten im und außerhalb des Luftfahrtsektors.

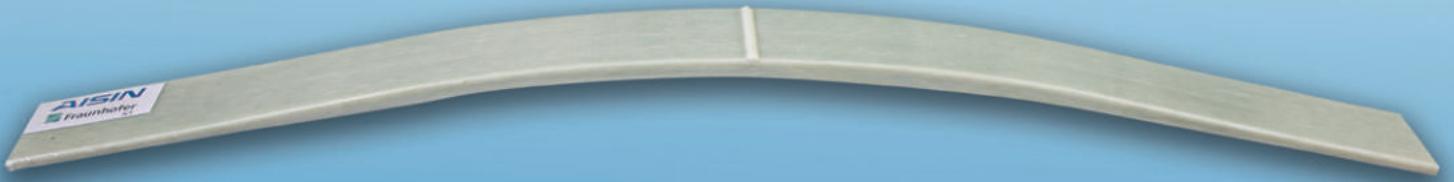


MAN KANN WIRTSCHAFT NICHT ZU EINER RUNDEN SACHE MACHEN. **WARUM NICHT?**

Gemeinsam mit anderen Unternehmen und Organisationen arbeiten wir daran, die Produkte von heute in die Polymere von morgen umzuwandeln. Warum? Weil wir glauben, dass Kreislaufwirtschaft die Zukunft der chemischen Industrie ist.

#PushingBoundaries covestro.com/circular-economy





FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR CHEMISCHE TECHNOLOGIE – ICT

COMPOSITES

AUS REAKTIV VERARBEITETEM POLYAMID 6 AUF DEM WEG ZUR SERIENREIFE

Um umweltschädigende Emissionen zu reduzieren, werden in Bauteilen immer häufiger neue Werkstoffe und Verfahren eingesetzt, die einerseits Gewicht einsparen und andererseits einfacher zu recyceln sind. Einen möglichen Weg hierfür bieten faserverstärkte Kunststoffe mit thermoplastischer Matrix aus Polyamid 6.

Autor: Michael Wilhelm

ROBUSTE VERARBEITUNG SICHERGESTELLT

Die reaktive Verarbeitung von ϵ -Caprolactam zu Polyamid 6 wurde in den letzten 15 Jahren intensiv untersucht. Die größte Herausforderung dabei war die hohe Sensibilität der Matrix gegenüber Umgebungseinflüssen, allen voran Feuchtigkeit, was meist zu Problemen bei der Polymerisation und dadurch einem instabilen Prozess führte. Durch die Arbeiten am Fraunhofer ICT ist es den Forschern nun gelungen, die durch die Feuchtig-

keit induzierten problematischen Nebenreaktionen zu bestimmen, zu quantifizieren und damit umfänglich zu verstehen. Somit ist eine gezielte Kompensation und Optimierung der Verarbeitung möglich.

Dies ermöglicht eine weitere Verkürzung der Zykluszeit und dadurch eine Steigerung der Produktionseffizienz bei gleichzeitig hoher Qualität und weniger Ausschuss. Für diese Innovation wurden die Forscher mit dem AVK Innovationspreis 2020 in der Kategorie »Forschung und Wissenschaft« ausgezeichnet.

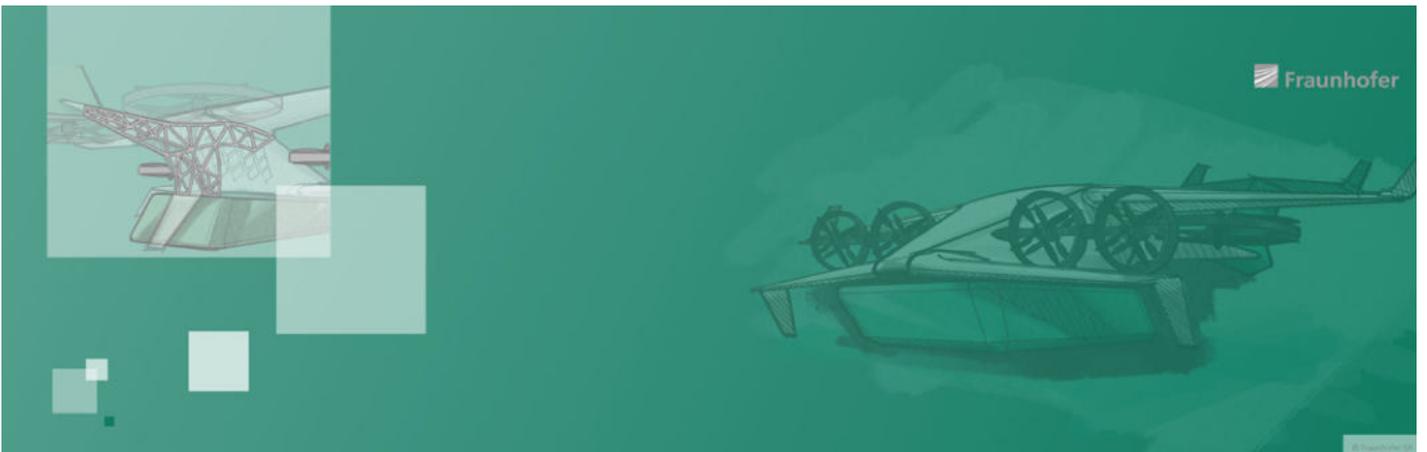


Abb. 1: ALBACOPTER – Fraunhofer internes Forschungsprojekt mit dem Schwerpunkt „Urban Air Mobility“ © Fraunhofer IVI

Abb 2: T-RTM Blattfeder - trägt zur nachhaltigen Mobilität bei
© Fraunhofer ICT

UNTERSCHIEDLICHE VERARBEITUNGSVERFAHREN

Die thermoplastische Matrix, basierend auf ϵ -Caprolactam, kann in unterschiedlichen Verfahren verarbeitet werden, sowohl diskontinuierlich im thermoplastischen Resin Transfer Molding (T-RTM) Verfahren, wie auch kontinuierlich in der thermoplastischen in-situ-Pultrusion. In einem südafrikanischen Konsortium unter der Leitung von Aerosud Aviation setzt das Fraunhofer ICT beispielsweise das T-RTM Verfahren ein, um Bauteile für eine Luftfahrtanwendung von derzeit manueller Verarbeitung von duromerem Prepreg, in eine automatisierte Serienfertigung zu überführen.

Ein Beispiel für die Pultrusion mit reaktiver Caprolactamschmelze wird u. a. in dem Fraunhofer internen Verbundprojekt „ALBACOPTER“ entwickelt. Das im Januar 2021 gestartete Leitprojekt mit dem Schwerpunkt „Urban Air Mobility“ hat eine Laufzeit von 4 Jahren und verfolgt das Ziel, einen Experimental Vertical Take-Off and Landing Glider zu entwickeln. Dabei wird die lasttragende Drohnenstruktur durch thermoplastische Hohlprofile, die mit lastpfadverstärkten Knotenelementen verbunden sind, erzeugt. Die im Projekt anvisierte Profilbauweise bietet neben der Modularität und Skalierbarkeit auch das Potenzial einer preiswerten Umsetzung, da das Pultrusionsverfahren zur Herstellung der Profile als besonders wirtschaftlich gilt.

EINE NACHHALTIGE UND KOSTENGÜNSTIGE ALTERNATIVE

Die reaktive Verarbeitung von Thermoplasten zeigt einige wesentliche Vorteile. Bereits bei den Materialkosten bietet das Monomer ϵ -Caprolactam als Matrixwerkstoff einen erheblichen Kostenvorteil im Vergleich zu duromeren Harzen, die derzeit hauptsächlich für faserverstärkte Kunststoffe verwendet werden. Ebenso punktet das Herstellungsverfahren bei der Wiederverwertung: Nach dem Lebenszyklus der Bauteile mit thermoplastischer Matrix lassen sie sich im Vergleich zu solchen mit duromerer Matrix wesentlich leichter recyceln. Einerseits können diese mechanisch recycelt werden, indem sie zerkleinert, neu compoundingiert und als glasfaserverstärktes Spritzgussmaterial wiederverwendet werden. Andererseits ist auch das chemische Recycling möglich, bei dem die Polymerketten wieder in ihre Monomerbausteine aufgespalten werden. Beide Recyclingansätze werden derzeit am Fraunhofer ICT untersucht.



JM engineered glass fibers bringing value to demanding technical applications.

- Lightweight
- Low odor emissions
- Low CO₂ emissions
- Sustainable production
- Innovations



ThermoFlow® chopped strands expand the capabilities of thermoplastics in amorphous & semi-crystalline resin structures



AP Nylon composites In situ polymerized PA6 organosheet products



StarRov® and MultiStar® rovings reinforce structural thermosets

fibers@jm.com
www.jm.com/en/fibers/

FRAUNHOFER-INSTITUT

FÜR GIESSEREI-, COMPOSITE- UND VERARBEITUNGSTECHNIK – IGCV

INNOVATIVE COMPOSITE PROZESSTECHNIK

ZUR HERSTELLUNG VON FLUGZEUGSPANTEN:
ONE SHOT FULLY INTEGRATED THERMOPLASTIC FRAME

Autoren: Kevin Scheiterlein, Kilian Seefried



Abb. 1: Detailansicht in den »Nippoint« während des TAFP-Prozesses mit Laseraktivierung
© Fraunhofer IGCV

Moderne Flugzeug-Spantstrukturen werden mit duroplastischen Harzsystemen gebaut, die zeit- und kostenintensive Aushärtungszyklen im Autoklaven erfordern. Die Substitution dieser Materialien durch unidirektionale Tapes mit thermoplastischer Matrix bietet das Potenzial, hochautomatisierte, autoklavfreie Prozesse und damit kostengünstige Fertigungstechnologie einzusetzen. Durch die Prozessintegration der Fügeschritte ist eine integrale Bauweise möglich, weitere Montageschritte werden hierdurch obsolet. Die vorliegende Studie stellt die Kernaspekte der einzelnen Schritte entlang der Prozesskette dar.

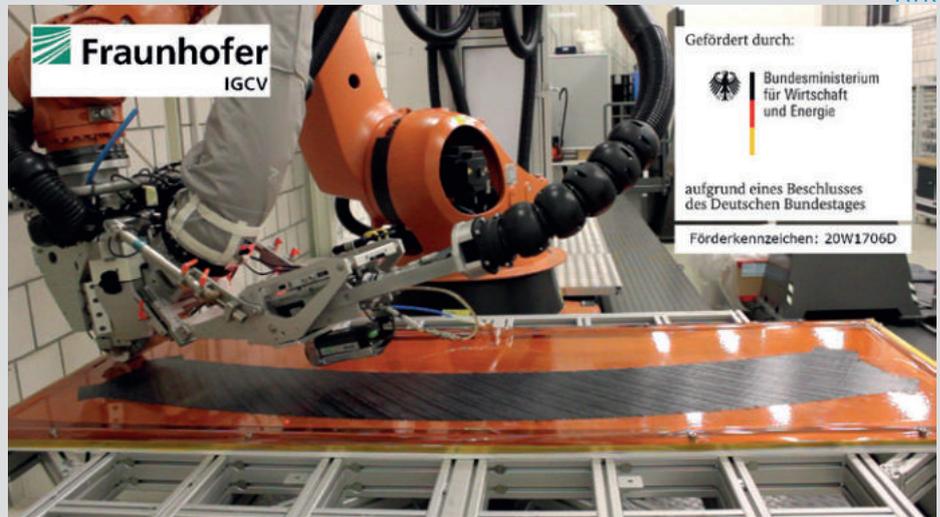


Abb. 2: Zweidimensionaler Thermoplastischer Automated Fiber Placement (TAFP) Prozess am Fraunhofer IGCV © Fraunhofer IGCV

Herstellung von hochintegrierten Spant-Strukturen mittels thermoplastischem Automated-Fiber-Placement (TAFP), in Kombination mit Pressumformung und Co-Konsolidierung, um eine kosten- und zeiteffiziente Prozesskette zu generieren: Das ist das Thema des „One Shot Fully Integrated Thermoplastic Frame“-Projektes. Durchgeführt wird es innerhalb des Luftfahrtforschungsprogramms der Bundesregierung für Wirtschaft und Energie (Förderkennzeichen 20W1706C). Die Partner des Konsortiums sind das Automotive Center Südwestfalen GmbH, das Fraunhofer IFAM, das Fraunhofer IGCV, das Leibniz-Institut für Verbundwerkstoffe GmbH und die Premium-Aerotec GmbH als Konsortialführer.

CF-PEEK ist das innovative thermoplastische Tape-Material, das in diesem Projekt eingesetzt wird. Die Tapes werden im TAFP-Verfahren mit einem Laser als Heizquelle abgelegt. Für einen zuverlässigen Prozess, ist die Definition eines geeigneten Prozessfensters notwendig. Ziel ist der optimale Kompromiss zwischen Legegeschwindigkeit und innerer Qualität der Preform, deshalb wurden

verschiedene Fertigungsparameter geprüft sowie die innere Qualität der Preform mit verschiedenen Untersuchungen validiert. Ein weiterer Aspekt war die Architektur der Lege-Pfade, die den Faserorientierungen entsprechen. Fertigungstechnische Untersuchungen in Bezug auf die Konstruktion der Führungskurven für jeden einzelnen Legepfad erhöhten die Belegungsrate mit Rücksicht auf die tolerierte Winkelabweichung. Geradlinige Führungslinien mit diskreten Faserwinkeln wurden durch eine stetig gekrümmte Kurvenarchitektur ersetzt, hierdurch konnten vorteilhafte spaltförmige Imperfektionen anstatt den bekannten dreieckigen generiert werden.

Nach dem 2D-Layup der Preforms wurden diese mittels Pressumformung mit integriertem One-Shot-Konzept in die gewünschte Form weiterverarbeitet. Für die Entwicklung des One-Shot-Konzepts wurden zwei Möglichkeiten zur Integration der Versteifungs- und Verbindungselemente definiert und untersucht: Pressumformung in Kombination mit der Co-Konsolidierung sowie Pressumformung plus Hinterspritzen. Bei

der Montage der finalen Bauteile wird ein Inline-Toleranzmanagement auf Basis der additiven Fertigungstechnologie eingesetzt.

Durch die kontinuierliche Weiterentwicklung der beteiligten Technologien wurde im Rahmen des Forschungsverbundes der Technologie-Reifegrad der gesamten Prozesskette erhöht. Die erfolgreiche Fertigung der entsprechenden Demonstrator-Bauteile spiegelt diese Entwicklung wieder. Wichtige Erkenntnisse können auch für andere Hochleistungsanwendungen in der Luft- und Raumfahrtindustrie und darüber hinaus von Nutzen sein.

Über das Fraunhofer IGCV

Das Fraunhofer IGCV steht für anwendungsbezogene Forschung mit Schwerpunkt auf effizientem Engineering, vernetzter Produktion und intelligenten Multimateriallösungen. Die 120 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler generieren interdisziplinäre Lösungen für Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik, welche die Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands und Europas nachhaltig sichern können.

 Behälter

 Auskleidungen

 Rohrleitungen

Lagerung und Transport von aggressiven Medien • Korrosionsbeständig • Fullservice-Dienstleister 

Ideas Formed in Plastics





www.tuv.com
ID 300029191

+49 (0)2064 499 0
info@plasticon.de
plasticoncomposites.com

RECYCLINGVERFAHREN

FÜR PRODUKTIONSABFÄLLE AUS FASERVERSTÄRKTEN KUNSTSTOFFMATERIALIEN FÜR EINE EFFIZIENTE KREISLAUFWIRTSCHAFT

Faserverstärkte Kunststoff-Tapes (FVK-Tapes) sind hochwertige Ausgangsmaterialien für unterschiedlichste Anwendungen. Dementgegen steht jedoch eine niedrige Recyclingrate. Bisherige FVK-Recyclingstrategien zeigen Schwächen in der Energie- und Ressourceneffizienz. Daher wird im »TapeZyklus« Projekt ein neuartiges Verfahren entwickelt, das eine wirtschaftliche Weiterverwendung dieser Materialien ermöglicht.

Autor: Martin Schwane



Abb. 1: Ziel des Projekts »TapeZyklus« ist das Entwickeln eines Recyclingverfahrens für die wirtschaftliche Weiterverwendung von Produktionsabfällen aus FVK-Tapes für einen energie- und ressourceneffizienten Einsatz im Sinne der Kreislaufwirtschaft.

Durch den Einsatz von faserverstärkten Kunststoff-Tapes können hochbelastbare Bauteile hergestellt werden, die sich durch ihr besonders geringes Gewicht auszeichnen. Werden solche Leichtbaustrukturen in Automobil- oder Luftfahrtanwendungen eingesetzt, können Ressourcen und Energie während der Nutzungsphase eingespart werden. Der Herstellungsprozess von FVK-Tapes ist jedoch sehr energieintensiv, vor allem wenn Kohlenstofffasern eingesetzt werden. Ein ressourceneffizienter Einsatz dieser Materialien ist somit Voraussetzung zur Verbesserung der Nachhaltigkeit. Jedoch

fallen bereits während der Produktion von Bauteilen aus FVK-Tapes bedeutende Verschnittmengen an, für die nachhaltige Recyclingverfahren benötigt werden. Bestehende Verfahren nutzen die Fasereigenschaften, die für die guten mechanischen Eigenschaften verantwortlich sind, allerdings nur in geringem Maße aus, sind sehr energieintensiv oder sogar umweltschädlich.

Um diese Defizite hinsichtlich eines nachhaltigen Einsatzes von FVK-Tapes zu verringern, entwickelt das Fraunhofer IPT in »TapeZyklus« einen Recyclingprozess, mit dem

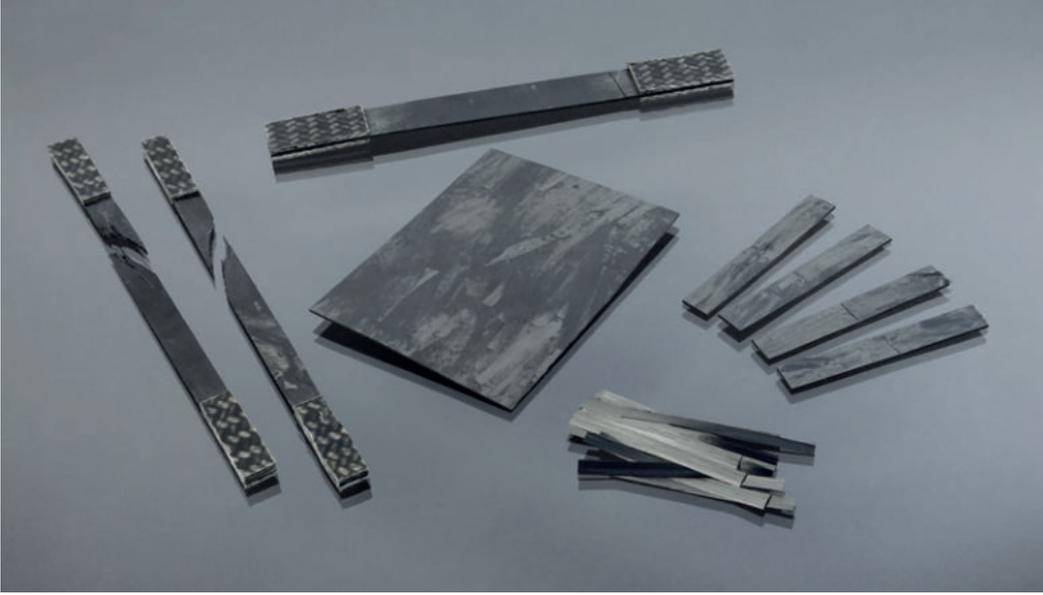


Abb. 2: Thermoplastische Tapeabfälle werden zu neuen Halbzeugen und Bauteilen verarbeitet.

Tapeabfälle einer wirtschaftlichen Weiterverwendung zugeführt werden können. Dies geschieht durch die Verarbeitung von Produktionsresten aus FVK-Tapes zu neuartigen Halbzeugen. Diese Halbzeuge können anschließend in herkömmlichen Fertigungsverfahren wie dem Tapelegen oder dem Thermoformen zu neuen Bauteilen weiterverarbeitet werden. Das Fraunhofer IPT arbeitet in »TapeZyklus« mit den Projektpartnern Lösing GmbH Schneideservice und M.TEC Ingenieurgesellschaft für kunststofftechnische Produktentwicklung mbH zusammen. Während Lösing sich auf das Zuschneiden von FVK-Material spezialisiert hat, ermöglicht M.TEC mit Hilfe von Simulationen einen belastungs- und fertigungsgerechten Einsatz des neuartigen Materials. Die Entwicklung des Recyclingprozesses erfolgt anhand einer Prototypenanlage am Fraunhofer IPT. Ein Vorteil des Verfahrens ist, dass Fasern und Kunststoff der Tapes nicht getrennt werden. Stattdessen werden diese direkt zu einem neuen

Tapehalbzeug (rTape) gefügt, was die Energiebilanz im Vergleich zu anderen Recyclingverfahren verbessert. Zudem wird durch gezieltes Einstellen der Faserlänge eine verbesserte Umformbarkeit in Thermoformingprozessen im Vergleich zu herkömmlichen Tape erreicht. Durch umfangreiche Untersuchungen am Fraunhofer IPT und den Simulationen des Projektpartners M.TEC werden die gewünschten mechanischen Eigenschaften des neuartigen Halbzeugs sichergestellt. Die experimentelle Validierung geschieht durch die Herstellung von Demonstratorbauteilen.

Das Fraunhofer IPT bietet interessierten Firmen maßgeschneiderte Prozesse an, um Produktionsabfälle aus FVK-Materialien mittels des neu entwickelten Recyclingverfahrens einer nachhaltigen und ressourceneffizienten Weiterverwendung zuzuführen.



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung

Das Projekt »TapeZyklus« wird aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) gefördert. Förderkennzeichen: EFRE-0801150



A MEMBER OF MISTRAS



PUT PLASTICS & COMPOSITES TO THE TEST

GMA's Destructive testing lab has an extensive scope of plastics & composites testing capabilities, customizable to customer specifications and industry applications. With a variety of advanced measurement techniques and material characterization GMA provides comprehensive quality control and performance assessment.

- ▶ Lamination | Sample Manufacturing
- ▶ Materialography | Image Analysis
- ▶ Failure Analysis
- ▶ Mechanical Testing
- ▶ Physical-Chemical Analysis
- ▶ Fatigue Testing




www.gma-group.com | stade@gma-group.com

GMA-Werkstoffprüfung GmbH | P: +49 4141 7944-0

KERN-KOMPETENZ TRAGFÄHIGKEIT

STRUKTURELLE FKV-KERNE FÜR DEN EINSATZ IN DER LUFTFAHRT

Autoren: Thomas Rief, Nicole Motsch-Eichmann

Optimaler Leichtbau für Faser-Kunststoff-Verbund (FKV)-Bauweisen bedarf hoher Flexibilität. Bei der Fertigung komplexer hohlförmiger Strukturbauteile, z.B. einer Landeklappen, ergeben sich durch herkömmliche Verfahren mit metallischen Kernen Fertigungsrestriktionen. Durch die notwendige Entformung der Kerne sind Hinterschnitte, Krümmungen und Dickensprünge nur unter sehr hohem Aufwand oder gar nicht herstellbar. Hierdurch fehlen bei der Auslegung der Strukturen Freiheitsgrade, die einen optimierten Leicht-

bau ermöglichen. Eine Möglichkeit, diese Freiheitsgrade nutzen zu können, bieten strukturell tragende FKV-Kerne. Diese als Hohlkörper ausgeführten FKV-Strukturen verbleiben im Bauteil und übernehmen strukturelle Lasten. Dadurch entfällt die Entformung und es bieten sich vielfältige gestalterische Möglichkeiten. In einem ersten Schritt werden nach der Auslegung strukturelle Kerne gefertigt, die anschließend in das Bauteil integriert werden.

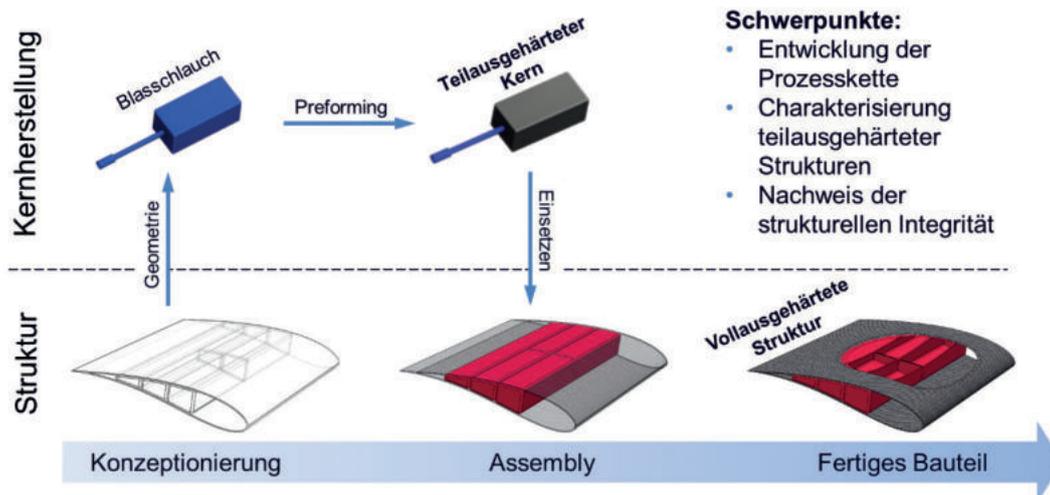


Abb. 1: Prozesskette mit strukturellen FKV-Kernen am Beispiel einer Landeklappen - vom Konzept zum fertigen Bauteil mit zusätzlichen Versteifungselementen

Der Fokus des LuFo-Projekts NextMove lag darauf, eine solche Bauweise umzusetzen und ihre Tragfähigkeit nachzuweisen. Für die Fertigung wird ein Konzept basierend auf Blasschläuchen gewählt. Mit einer gegebenen Geometrie können im ersten Prozessschritt Preforms der Kerne hergestellt und infiltriert werden. Bei der anschließenden Reaktion werden die Kerne teilausgehärtet. Dies bietet mechanische Stabilität bei gleichzeitig guter Anbindung an die umgebenden Komponenten der Integralstruktur.

Nach der Teilaushärtung können die Kerne entsprechend integriert und die Gesamtstruktur überinjiziert werden. Im Forschungsprojekt wurde dies für eine Multicell-Box umgesetzt, bei der strukturelle FKV-Kerne mit gleicher Geometrie eingesetzt werden können. Dabei wird ein vorhandenes Werkzeug für eine herkömmliche Bauweise für den Einsatz von drei benachbarten strukturellen Kernen modifiziert.

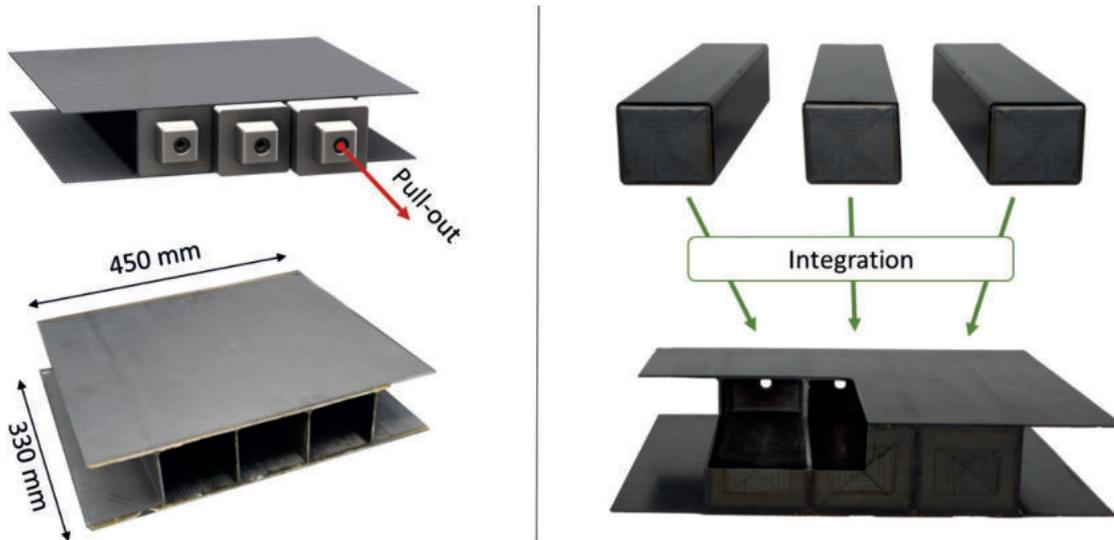


Abb. 2: Demonstratorbauteil Multicell-Box: Referenzbauweise mit Kernauszugsverfahren (links) und neue Bauweise mit integrierten strukturellen Kernen (rechts, Schnittansicht)

Ein Vergleich mit einer Referenzstruktur, gefertigt in herkömmlicher Bauweise, wird anhand von T-Profilen durchgeführt, die aus den Strukturen extrahiert werden. Durch Prüfungen unter Zug und Biegung kann die Anbindung an die Decklagen getestet werden. Diese Anbindung ist entscheidend für die Lastübertragung in die strukturell tragenden Kerne. Hierbei liefert die neue Bauweise mit integrierten strukturellen Kernen vergleichbare Kennwerte zur Referenz, wodurch die

strukturelle Integrität nachweisbar gegeben ist.

Eine Bauweise mit strukturell tragenden Kernen gibt dem Anwender somit neue Gestaltungsmöglichkeiten für einen optimierten Leichtbau. Das Projekt bildet damit den Einstieg in eine neue, effiziente Herstellungsmethodik, die weitgehende Freiheiten beim Design komplexer FKV-Bauteile eröffnet.

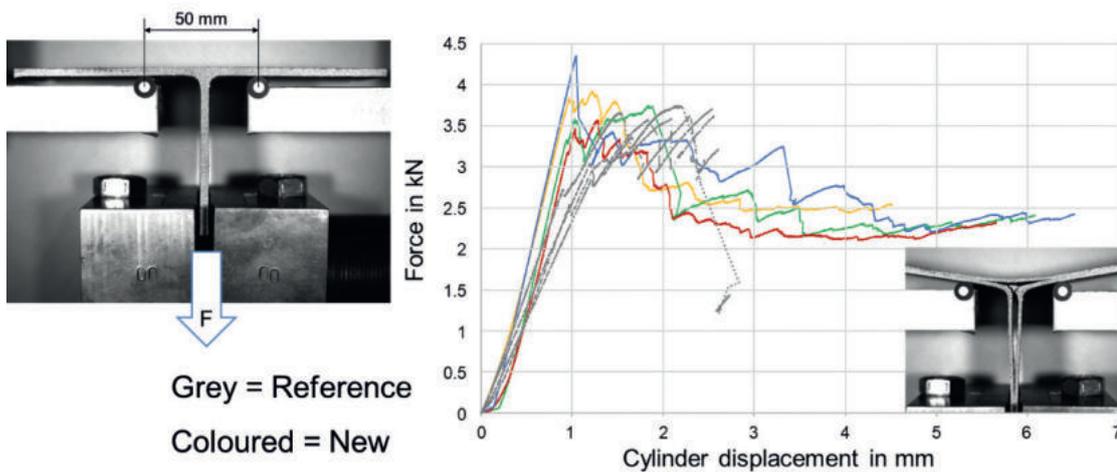


Abb. 3: Nachweis der strukturellen Integrität – Prüfung an T-Profilen unter Zug. Im Vergleich zur Referenz (in grau) kann die Tragfähigkeit nachgewiesen werden

Gefördert durch:



Das Verbundprojekt NextMove wurde im Rahmen des Luftfahrtforschungsprogramms vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie gefördert.

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

LEIBNIZ-INSTITUT FÜR VERBUNDWERKSTOFFE – IVW

Neues Tapelege-Portalsystem F² COMPOSITOR am IVW

Am Leibniz-Institut für Verbundwerkstoffe in Kaiserslautern wurde ein hochmodernes und -präzises Tapelegeportalsystem für (unidirektional) faserverstärkte Thermoplaste in Betrieb genommen, das welt-schnellste dieser Art.

Autoren: Dr. Jens Schlimbach, Sven Hennes

Das IVW ist einer der Pioniere im Bereich des robotergestützten Thermoplast-Tapelegens. Bereits 1999 wurde diese Technologie für industriennahe Anwendungen an einem damals hochmodernen Robotersystem entwickelt. Lange bevor die ersten kommerziell verfügbaren Thermoplast-Tapeleger auf dem europäischen Markt verfügbar waren (ca. 2006), wurde die am IVW entwickelte Hardware (Steuer- und Regeltechnik, mehrere Generationen und Konzepte vollautomatisierter Tapelegeköpfe, unterschiedliche Heizquellen etc.)

als erste funktionierende Einheit bei Industriepartnern eingesetzt. Das Thermoplast-Tapelegen erfährt gerade in den letzten Jahren ein gesteigertes Interesse, da das technische und wirtschaftliche Potenzial durch qualitativ hochwertigere Tapes mit geringeren Preisen sowie die Serientauglichkeit nachgelagerter Prozesse nunmehr ausgeschöpft werden kann. Nachdem 2016 die Hardware mit einem hochmodernen Tapelege-Roboter auf den neuesten Stand gebracht wurde, hat das IVW in einem weiteren Schritt die Tapelege-Kapazitäten durch ein ultra-

schnelles Portalsystem ergänzt, um die heutigen Grenzen der Technologie zukünftig erheblich auszudehnen. Einer der wesentlichen Faktoren zum wirtschaftlichen Einsatz der Technologie besteht dabei in der Ökoeffizienz, d.h. in der größtmöglichen Ausbringungsmenge bei möglichst geringem Material- und Energieverbrauch.

Dieses Tapelege-Portalsystem soll für die Herstellung von hochpräzisen endkonturnahen 2D-Legebildern und Preforms bereitstehen, um die Einflüsse verschiedener Heizmethoden

CORDENKA®
premium rayon reinforcement
... tough by nature



Cordenka® high strength man-made cellulose fibres combine constant quality and superior technical properties with biodegradability and 100% renewable origin.

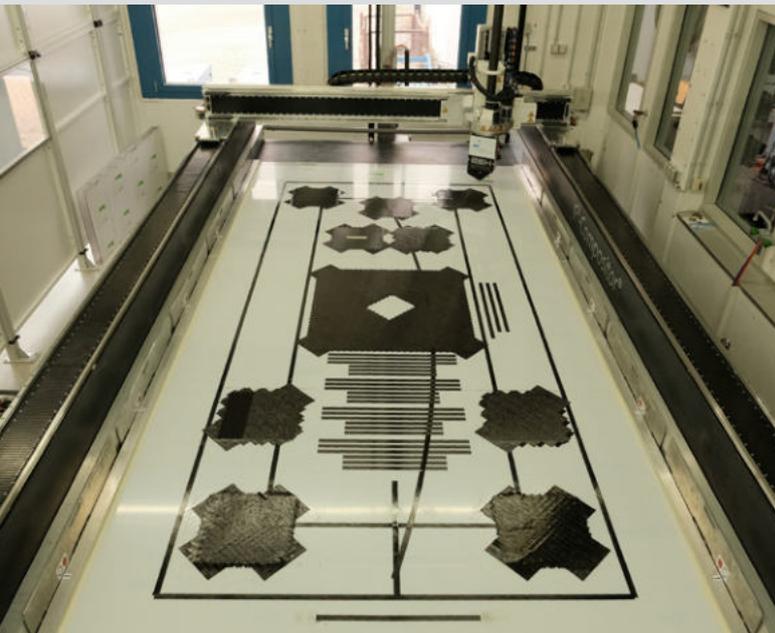
For your compounds our filament fibres, short cut fibres and fabrics offer

- strength and stiffness
- superior recycling properties
- significant improvement of impact resistance
- low abrasiveness

Cordenka GmbH & Co. KG 63784 Obernburg
Industrie Center Obernburg Tel. +49 (0)6022 813264



info@cordenka.com
www.cordenka.com



F² Compositor mit verschiedenen abgelegten Preforms

Kurzdarstellung der Features:	
Feature	Wert
Ablegefläche	3.500 mm x 1.500 mm
Geschwindigkeit	1 - 4 m/s
Ausbringungsmenge	Bis zu mehreren Tonnen/h
Breite der Tapes	½ „ bis 50 mm
Materialien	Thermoplastic tapes: GF-/CF-/Kevlar-/NF- reinforced • PP, PE, PA, ... • PPS, PEEK, PEAK, ... Binder tapes rCF tapes
Heizquelle	Heißgasdüse Laser (experimental)

unterschiedlicher Materialkombinationen für extrem hohe Output-Raten wissenschaftlich zu untersuchen und den Prozess technologisch mit neuen Ansätzen weiterzuentwickeln. Dieser sogenannte F²-Compositor der Mainzer Firma Automation Steeg & Hoffmeyer (ASH) zeichnet sich durch eine Legefläche von 3,5 x 1,5 m und einer maximalen Legegeschwindigkeit von bis zu 4 m/s, also 240 m/min aus, das entspricht Ausbringungsmengen von mehreren 100 kg abgelegtem Composite-Material pro Stunde. Zur Ablage können alle gängigen faserverstärk-

ten, thermoplastischen Tapematerialien und sogenannte Bindertapes in Breiten zwischen 12 und 50 mm eingesetzt werden. Aktuell sind Führungen für 12, 12,7 (1/2“), 20 und 50 mm verfügbar, weitere Breiten können nach Bedarf angefertigt werden.

Zur Funktionssteuerung der angehängten Endeffektoren kommt eine speicher-programmierbare Steuerung der Firma Beckhoff zum Einsatz. Die Kommunikation zwischen SPS und Anlage übernimmt ein EtherCat G-Bussystem.

Die Visualisierung der Funktionen und Parameter erfolgt mittels HMI-Lösung von TwinCat, eine Software-Umgebung von Beckhoff, die dazu dient, die Programmierung einer speicherprogrammierbaren Steuerung zu ermöglichen und die Visualisierung zu generieren. Mit diesem Tapelege-Portal sind neue Projekte geplant, die die Effizienz additiver Fertigung auf Basis des Tapelegeprozesses noch weiter steigern und für zukünftige Anwendungen, beispielsweise im Transportwesen, qualifizieren.

GÜTH & WOLF

BAND- UND GURTWEBEREIEN

Automobil | Sportindustrie | Luftfahrt
Boots- und Yachtbau | Anlagen- und Maschinenbau
Architektur | Motorsport | Militär | Windkraft



Im Bereich Composites produzieren wir Schmaltextilien aus Materialien wie Carbon, Keramik, Glasfaser, Basalt, Vectran®, Hybridgewebe und Draht.

FRIMO WCM

Nasspressen von Struktur- und Sandwichbauteilen SCHNELLER UND EFFIZIENTER

Für die Herstellung faserverstärkter Strukturbauteile im Automobil bietet FRIMO komplett automatisierte Anlagen zum Wet Compression Molding (WCM) von monolithischen und Sandwich Bauteilen an. Gegenüber dem RTM-Verfahren bietet das WCM sowohl Kosten- als auch Zykluszeitvorteile durch den Einsatz schnellerer Harzsysteme.

Beim Nasspressen werden zunächst trockene Faserzuschnitte aus Glas-, Kohlenstoff-, oder Aramidfasern mit einem reaktiven Polyurethan- oder Epoxidharz imprägniert und anschließend automatisiert in eine Presse eingelegt. Dort erfolgt unter Druck und Temperatur die Formgebung und die Matrixwerkstoffe härten aus.

Die im Vergleich zum RTM-Verfahren geringen Pressdrücke, erlauben die Integration von leichten Sandwichkernen, wie beispielsweise vorgefräste Papierwabekerne (Paper-Honeycomb), komplexe dreidimensionale PUR-Schaumkerne oder auch vorkonfektionierte PET-Schnittschäume. Neben maßgeschneiderter Werkzeug- und Pressentechnik entwickelt FRIMO für Sie auch individuelle Automationslösungen zur Vorfertigung Ihrer Sandwichkomponenten.

Das FRIMO WCM Angebot umfasst dabei:

- Formpressen & Werkzeugtechnik
- Roboterautomation & Greifertechnik
- Misch- und Dosieranlagen mit optionaler Glaszudosierung
- Sandwichvorbereitung
- Bauteilbeschnitt & Konfektionierung
- Qualitätssicherung, EOL-Testing Sandwichkernfertigung
- Werkzeug- & Anlagentechnik für PUR-Schaumkerne
- Schweiß- & Konfektionieranlagen für 3D-PET-Schnittschaum
- Sandwichvorbereitung für Papierwaben inkl. Fräsbeschnitt

www.frimo.com



Der gekühlte Transport sensibler und wertvoller Waren wie der der COVID-19-Impfstoffe kann den in den Transportmitteln eingesetzten Werkstoffen alles abverlangen. Stöße, extreme Kälte, Verunreinigungen: Non-Stop Einsatz und keine Zeit für Reinigungen oder Reparaturen.



Lesen Sie hier, welche Oberflächen sich am besten reinigen lassen.

- Extreme Robustheit auch bei Temperaturen von -80 °C
- Hygienische, leicht zu reinigende Oberfläche
- Antibakterielle Oberfläche nach DIN EN ISO 22196
- Geringste thermische Ausdehnung ($\alpha > 12 \cdot 10^{-6}/K$)
- Geringe thermische Leitfähigkeit
- Höchstes Leichtbaupotential
- Korrosionsfreiheit
- Maximale UV- & Witterungsbeständigkeit beim Außeneinsatz

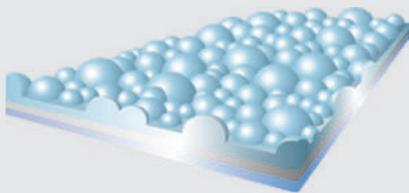


LAMILUX COMPOSITES GMBH

topocrom

TOPOCROM® Oberflächensysteme
für die faserschonende Verarbeitung
von Filamenten.

- Vermeidung von Fadenspliss
- wesentlich reduzierte Staubbildung
- weniger Anhaftung der Filamente



- Vermeidung von Umwicklungen
- Benetzbarkeit mit Flüssigkeiten (Avivagen)
- hohe Abrasionsfestigkeit



**Worauf es bei der
Faserverarbeitung
ankommt.**

Besonderheiten in der
Verarbeitung der
Kohlenstoff-Faser:

- filament-Bruch
- Spliss-Erscheinunge
- aggressives
Abrasionsverhalten

info@topocrom.com, www.topocrom.com

Topocrom GmbH, Hardtring 29, D-78333 Stockach



WORLD CLASS Composite Machinery



FILAMENT WINDING



PREPREG

Your Performance - Made by Roth

- Über 50 Jahre Erfahrung im Markt
- Höchster Automatisierungsgrad erfolgreich in Großserienbetrieben etabliert
- Mehr als 500 Maschinen weltweit installiert



Roth Composite Machinery GmbH

Werk Steffenberg · Bauhofstr. 2 · 35239 Steffenberg · Deutschland
Tel.: +49 (0)6464/9150-0 · Fax +49 (0)6464/9150-50

www.roth-composite-machinery.com · info@roth-composite-machinery.com



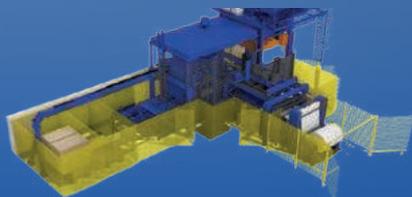


FRIMO. HIGH TECH AND HIGH PASSION.



INNOVATIVE LEICHTIGKEIT.

Seien Sie ruhig anspruchsvoll, wenn es um die wirtschaftliche Verarbeitung von Composites geht. Wir sind es auch! Deshalb umfasst unser Portfolio innovative Werkzeug- und Anlagentechnik für die Herstellung von Strukturbauteilen mit thermoplastischen oder duroplastischen Prozessen. Gemeinsam mit Ihnen finden wir leichte Lösungen für schwere Aufgaben.



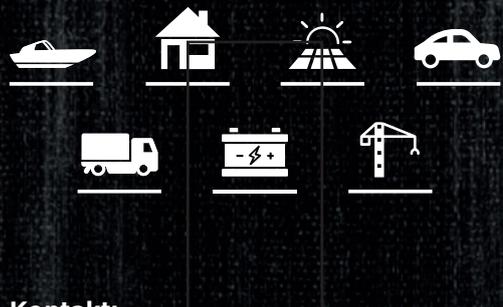
Die FRIMO Augmented Reality App –
Spannende 3D-Einblicke in unsere Technologien!

PRESSEN / FORMEN

www.frimo.com

progano®
Lightweight Composite

Machen Sie doch daraus was Sie wollen.



Kontakt:

Lars Wilkening | lwilkening@profol.de
Oliver Rüsseler | oruessler@profol.de

profol®
Performs

