

AVK COMPOSITES REPORT 07



Thermoplastische Composites ANWENDUNGEN UND Prozesse

INHALT

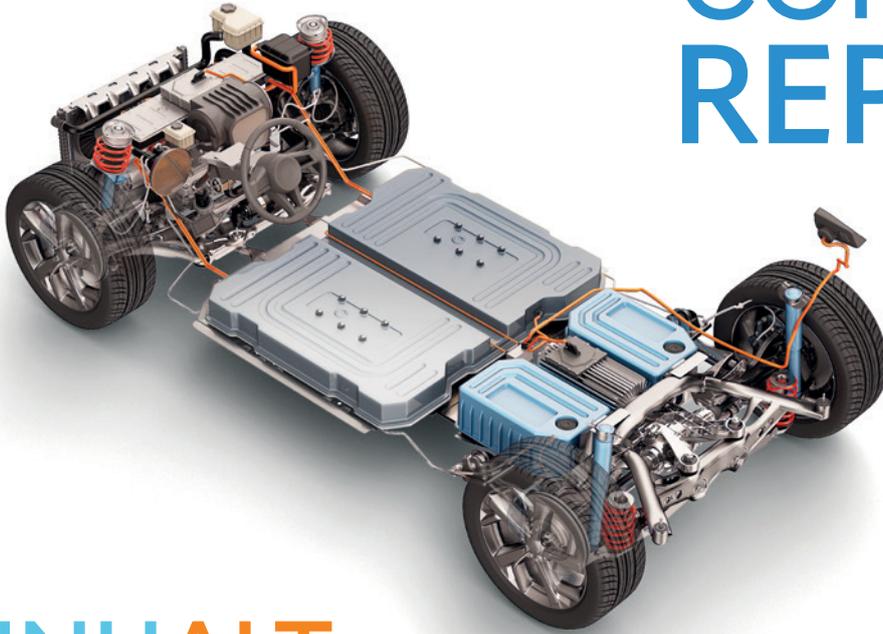
4 ITA AACHEN
Mikrowellentrocknung
in der Faserverbund-
herstellung

12 FRAUNHOFER ICT
Auf dem Weg zur
Kreislaufführung

20 IVW KAISERSLAUTERN
Entwicklung einer Prozesskette
zur Herstellung von NFPP-Tapes

31 IKV AACHEN
Thermoplastische
Composites – Beitrag
zur Mobilitätswende

COMPOSITES REPORT 07



INHALT

ITA AACHEN

Mikrowellentrocknung in der Faserverbundherstellung

4

FASERINSTITUT BREMEN E. V.

Simulation für Overmoulding-Flugzeugstrukturen

6

ITA AACHEN

Thermoplastische Sandwichstrukturen im Zuginterieur

10

FRAUNHOFER ICT

Auf dem Weg zur Kreislaufführung

12

FASERINSTITUT BREMEN E. V.

Recyclingmaterialien für Overmoulding-Anwendungen in der Luftfahrt

14

IKV AACHEN

Digitalisierte Fertigungsstrategie für Produktion von FVK-Bauteilen in Kleinstserien

16

AVK

Composites-Recycling-Studie

18

IVW KAISERSLAUTERN

Entwicklung einer Prozesskette zur Herstellung von NFPP-Tapes

20

ITA AACHEN

Entwicklung biobasierter thermoplastischer Naturfaser-Prepregs

22

ITA AACHEN

Pultrusion von faserverstärkten, thermoplastischen Profilen

25

IVW KAISERSLAUTERN

HyBe in der Welt der FKV

26

FASERINSTITUT BREMEN E. V.

Thermoplastische Composites – HyFrame

28

IKV AACHEN

Thermoplastische Composites – Beitrag zur Mobilitätswende

31

TU CHEMNITZ

Türstruktur in thermoplastischer Composit-Bauweise für automobiler Anwendungen

34

Liebe Leserinnen und Leser,

trotz schwieriger und herausfordernder Zeiten gibt es auch Lichtblicke, denn Composites befinden sich auf einem guten Weg in die Zukunft.



Zwar musste die Composites-Industrie wie die Industrie generell in den vergangenen Jahren zentrale Herausforderungen meistern wie beispielsweise die Corona-Pandemie, den Halbleitermangel, Probleme in den Logistikketten und den starken Anstieg der Rohstoffpreise. All diese Faktoren haben das europäische – und auch das deutsche – Produktionsvolumen in den Jahren 2019/2020 um 20 % einbrechen lassen. Doch konnte durch eine sehr starke Marktentwicklung 2021 das vorherige Niveau bereits fast wieder erreicht werden. Für das vergangene Jahr 2022 weisen die aktuellen Marktdaten eine starke Entwicklung auf, vor allem in den ersten drei Quartalen.

Als Wachstumstreiber für die Composites-Industrie zeigt sich derzeit vor allem der Windenergiebereich sowie thermoplastische Anwendungen im Transportsektor. Die strukturellen Änderungen im Mobilitätsbereich eröffnen Composites vielfach die Möglichkeit, auch in neuen Anwendungen Fuß zu fassen. Große Aussichten bieten ebenfalls der Bau- und Infrastrukturbereich sowie der Sektor Elektronik/Elektrik. Vor allem hier zeigen sich deutliche Mehrwerte beim Einsatz von Composites über den Leichtbau hinaus, beispielsweise vor dem Hintergrund der Nachhaltigkeitsdebatte, Industrie 4.0 und Smart Cities. Composites befinden sich seit vielen Jahrzehnten im industriellen (Serien-)Einsatz, und dennoch eröffnet sich auch für die Zukunft ein enormes Potenzial, sich weitere Anwendungsfelder zu erschließen. In der aktuellen Ausgabe unseres Composites-Reports zeigen unsere Mitgliedsinstitute diesmal, was mit Thermoplasten möglich ist, ob Pultrusion oder SMC, ob Kreislaufwirtschaft, Mobilität oder Digitalisierung. Lassen Sie sich einmal mehr von der Vielfalt der Composites inspirieren.

Ihr
Dr. Elmar Witten
AVK-Geschäftsführer

MIKROWELLENTROCKNUNG IN DER FASERVERBUNDHERSTELLUNG

Die Verringerung des Primärenergieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen ist eine große Herausforderung, die sowohl aus ökologischer als auch aus wirtschaftlicher Sicht wichtig ist. Die hohen Produktionskosten von Faserverbundwerkstoffen in der Herstellung und Verarbeitung schränken jedoch ihre breite Verwendung in bestimmten Anwendungen ein. In der Prozesskette verbraucht die Imprägnierung und Trocknung den höchsten Anteil der Energie und ist außerdem maßgeblich für die Qualität der Endprodukte entscheidend.

Autor: Andreas Bündgens, M.Sc.

Es gibt verschiedene Technologien zur Imprägnierung von Textilstrukturen, die sich in der Art und Weise unterscheiden, wie das Matrixpolymer in die Verstärkungsstruktur eingebracht wird. Bei der Herstellung von thermoplastischen Faserverbundwerkstoffen sind neben der Schmelz Imprägnierung und dem Hybrid-Garn-Verfahren ohne Trocknungsschritt, die Lösungsmittel Imprägnierung und die Dispersions Imprägnierung die wichtig-

Der Vergleich der Energieeffizienz von herkömmlichen Konvektionsöfen und Mikrowellentrocknungssystemen zeigt, dass Mikrowellentrocknungssysteme wesentlich energieeffizienter sind. Sie koppeln die Wärme dazu gleichmäßig über den Querschnitt ein. Die Leistungszufuhr wird dabei automatisch auf der Grundlage des Reflexionssignals der Mikrowellen und der Verschiebung der Resonanzfrequenzen angepasst, und der Prozess wird beendet, sobald

kontinuierlichen Trocknen und Verfestigen von Faserverbundmaterialien eingesetzt werden, was das Projekt „MicroCoat“ zeigt. Das entwickelte Modul nutzt Mikrowellenstrahlung, um die Wassermoleküle im wässrig imprägnierten Material kontinuierlich zu erhitzen und sie zum Verdampfen zu bringen. Außerdem wird Druck eingesetzt, um das Material zu verfestigen und eine Reaktion mit Sauerstoff während der Mikrowellenerwärmung

Imprägnierungsarten	 Vorteile	 Nachteile
• Schmelze-Imprägnierung	 direktes Verfahren keine Trocknung	 Viskositäts senkung
• Hybrid-Garn	 homogenes Mischen	 lange Prozessdauer
• Lösungsmittel- Imprägnierung	 geringe Viskosität	 schädlich für die Umwelt
• Dispersions-Imprägnierung	 nur Wasser wird verwendet	 teuer und energieintensiv

Abb. 1: Imprägnierungsarten und deren Vor- und Nachteile

ten Verfahren, bei denen überhaupt eine Trocknungstechnologie eingesetzt wird. Hierbei wird üblicherweise in der Industrie zurzeit auf Konvektionsöfen als Trocknungstechnologie zurückgegriffen.

das gesamte freie Wasser verdunstet ist. Ein Vorheizen oder Nachlaufen bei Verarbeitungsschritten entfällt damit gesamtheitlich.

Mikrowellen können sowohl zum kontinuierlichen als auch dis-

zu verhindern. Die Technologie wird als modulares System für die Trocknung von faserverstärkten Materialien zur Verfügung stehen und soll demnächst auch auf die Trocknung anderer Nassbeschichtungen in der Textilindustrie ausgeweitet werden.

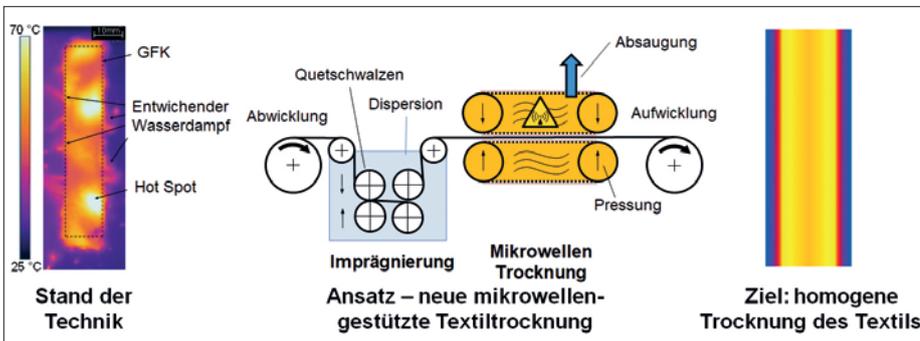


Abb. 2: Ansatz der neuen mikrowellengestützten Textiltrocknung

Aktuell wird außerdem im „ISOWAVE“-Forschungsprojekt ein stationärer Pressprozess zur Herstellung anorganischer Dämmstoffe für die Wärme- und Schalldämmung in Autos, Flugzeugen und Maschinen mittels Mikrowellentrocknung entwickelt. Bei dieser Technologie werden anorganische Vliesstoffe wie Siliziumdioxidfasern oder Glasfasern verwendet, die mit einem anorganischen Bindemittel besprüht

und unter Druck und Hitze in ihre endgültige Form gebracht werden. Die neue Technologie reduziert dabei die Zykluszeit und den Energieverbrauch deutlich da der Wärmewiderstand nicht zuerst überwunden werden muss. Die Mikrowellen vorwiegend auf das im Binder enthaltene Wasser, erhöhen die Temperatur und lösen die Gelbildung aus, während überschüssiges Wasser verdampft. So wird überschüssige

ANSPRECHPARTNER

Andreas Bündgens, M.Sc.
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Hybrid Materials and Impregnation
Technologies (Faserverbundwerkstoffe)

ITA – Institut für Textiltechnik
der RWTH Aachen University
Otto-Blumenthal-Str. 1
52074 Aachen | Deutschland

Tel.: +49 241 8023260
Mobil: +49 175 1121819
Fax: +49 241 8022422

andreas.buendgens@ita.rwth-aachen.de
www.ita.rwth-aachen.de

Leistungszufuhr vermieden und nur die Energie verbraucht die tatsächlich auch nötig ist den Prozess zu realisieren.

KRAIBURG LEP
Leading Edge Protection

www.kraiburg-lep.com

KRAIBURG
GUMMIWERK KRAIBURG

KRAIBON®
Rubber improves composites

Elastomer products
designed for your
composites.

www.kraibon.com



OVERMOULDING- VERFAHREN IN DER LUFTFAHRT

Simulation reduziert Entwicklungsrisiken für OVERMOULDING-FLUGZEUGSTRUKTUREN

Im Overmoulding-Verfahren können endlosfaserverstärkte Laminat warm umgeformt und durch Spritzgießen mit kurzfaserverstärktem Material funktionalisiert werden. Der Automotive-Sektor wendet es seit einigen Jahren erfolgreich in der Serienfertigung an. Der Flugzeugbau arbeitet derzeit an der Erhöhung der technischen Reife und sucht nach möglichen Anwendungen.

Autor: Robert R. Enderle

Das Faserinstitut Bremen e. V. (FIBRE) entwickelte im kürzlich abgeschlossenen LuFo V-3 Verbundprojekt "ELTHEPLA" (FKZ 20W1726D) Simulationen für die Entwicklung von Overmoulding-Flugzeugstrukturen. Gemeinsam mit den Projektpartnern Airbus Operations, Airbus Helicopters, Fraunhofer IWU und Neue Materialien Bayreuth (NMB) wurde zudem die Außenhaut einer Notausstiegstür für Passagierflugzeuge in Overmoulding-Bauweise als Demonstrator entwickelt und realisiert.

Für Strukturbauteile gelten im Flugzeugbau hohe Anforderungen, die den Einsatz von Hochleistungspolymeren mit C-Faserverstärkung erfordern. Neben Potenzialen zur Gewichtsreduktion und Kostensenkung birgt die Overmoulding-Bauweise jedoch auch Risiken bei der Bauteilentwicklung und -fertigung.

Die Verbindung zwischen Laminat und Spritzgussmasse ist bisher noch zu wenig verstanden und damit eine Herausforderung bei der Auslegung. Im FIBRE wurden daher Coupons für Rippenabzugs- und Zugscherversuche aus kurzkohlenstofffaserverstärktem PEEK (VICTREX® PEEK 90HMF40) und UD-Tape mit niedriger schmelzender LMPAEK-Matrix (VICTREX®

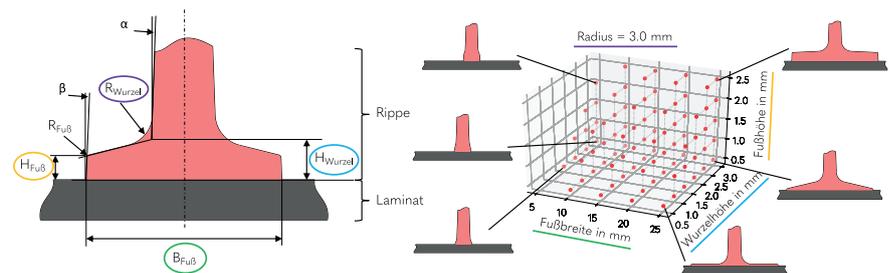


Abb. 1: Parametrierter stufenförmiger Overmoulding-Rippenfuß (links) und Darstellung des Parameterraumes für die Rippenfußoptimierung (rechts). Jeder Punkt im Diagramm repräsentiert eine konkrete Rippenfußgeometrie, die einem virtuellen Rippenabzugsversuch unterzogen wurde.

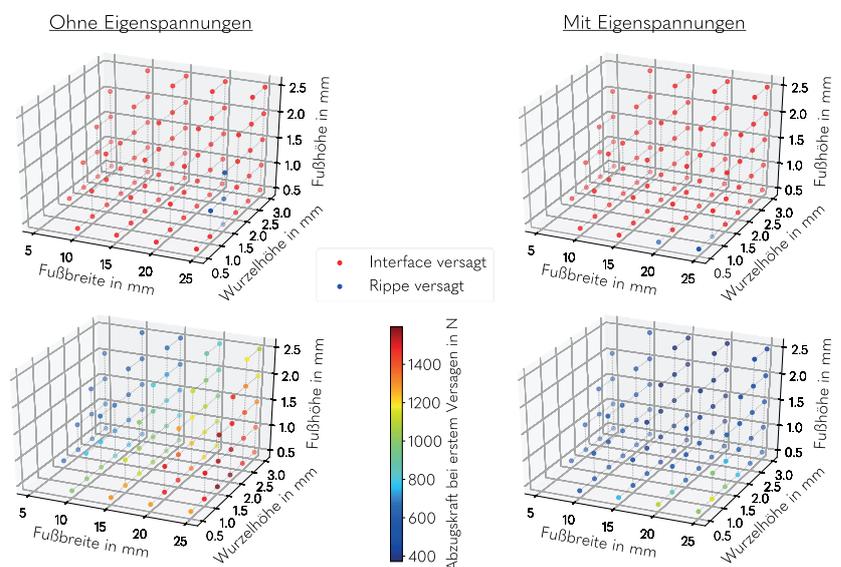


Abb. 2: Ergebnisse der simulationsgestützten Parameterstudie zur optimalen Rippenfußgestalt. Dargestellt sind oben die Versagensorte (in der Rippe oder der Grenzfläche) und unten die in einem virtuellen Rippenabzugsversuch erreichten Maximalkräfte. Der tragfähigkeitsmindernde Effekt von materialbedingten Eigenspannungen ist deutlich zu erkennen (links ohne und rechts mit Eigenspannungen)



AE™250) hergestellt und getestet. An den gemessenen Kraft-Weg-Daten wurde ein bruchmechanisches Versagenskriterium kalibriert. Dieses wurde mithilfe der Finite-Elemente-Methode angewendet, um die Gestalt der angespritzten Rippen der Overmoulding-Außenhaut des Notausstiegstür-Demonstrators zu optimieren, siehe Abb. 1. Rippenabzugsversuche bei NMB mit einer optimierten Rippenfußgestalt lieferten Maximalkräfte, die um 2 % von den simulierten abwichen. Die erfolg-

reiche Validierung des Simulationsmodells trägt zu einer Reduzierung des Entwicklungsrisikos für aktuelle und zukünftige kommerzielle Entwicklungen bei. Bauteilverzug ist ein weiteres Risiko bei der Entwicklung einer Overmoulding-Anwendung. Die simulationsgestützte Vorhersage kann den Erfolg der Bauteilentwicklung absichern, indem das Formwerkzeug entsprechend kompensiert und die Toleranzen ohne kostspielige Werkzeuganpassungen eingehalten werden. Dazu wurde im

Abb. 3: Außenhaut des Flugzeug-Notausstiegstür-Demonstrators, hergestellt von NMB im Overmoulding-Verfahren aus kohlenstofffaserverstärktem PAEK

FIBRE ein Ansatz für die schnelle Verzugsabschätzung entwickelt, basierend auf angepassten Wärmeausdehnungskoeffizienten. Die Methode bildet zwar keine Prozesseinflüsse, jedoch die Größenordnung der Krümmungsänderung der Außenhaut gut ab. Gegenüber komplexeren Ansätzen ist ein Ergebnis in Minuten bis Stunden zu erhalten. So ist die Methode früh in der Entwurfsphase für eine große Anzahl von Geometrien nutzbar.

PULTRUSION Versatile Application Range enabled by UI Peroxides.

Advantages –

Our portfolio allows specific peroxide combinations for:

Reduced Stress Cracking

Improved Flexural Strength

Low Residuals (e.g. Styrene etc.)

What we offer:

Complete Product Portfolio:

- **BCHPC** (Percarbonate as Kicker)
- **TBPEH/TBPP** (Peresters as Finisher)
- **TMCH/CH** (Perketals as Finisher)

Futuring:

- High Quality and Purity
- Fast Curing
- Color Neutral



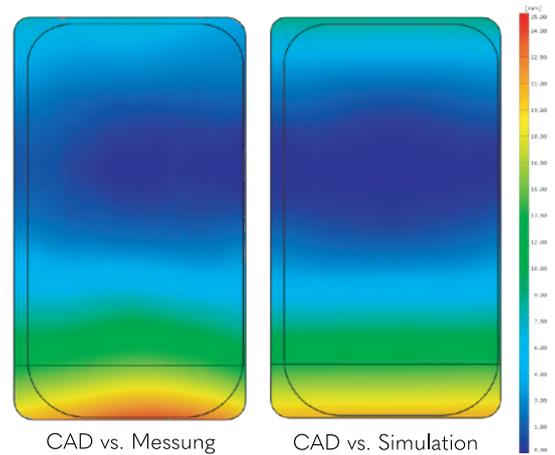
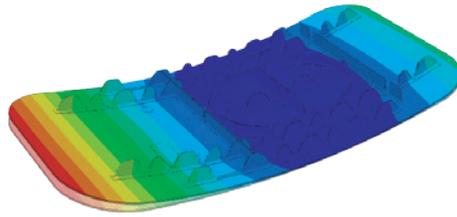
UNITED INITIATORS

driving your success

United Initiators GmbH
Dr.-Gustav-Adolph-Str. 3
82049 Pullach • Germany
T: +49 89 74422 237
cs-initiators.eu@united-in.com
www.united-initiators.com



Abb. 4: Vergleich des gemessenen und simulierten Verzuges der Außenhaut des Flugzeug-Notausstiegstür-Demonstrators. Die Simulation bildet die Größenordnung der Änderung der Krümmung der Außenhaut gut ab.



CAD vs. Messung

CAD vs. Simulation

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

ANSPRECHPARTNER

Robert R. Enderle, M.Eng., M.Sc.
Modellbildung & Simulation

Telefon: +49 421 218-59651
enderle@faserinstitut.de
www.faserinstitut.de

Faserinstitut Bremen e. V.
Cornelius-Edzard-Str. 15
EcoMaT-Gebäude, 3. Stock
28199 Bremen | Deutschland

Ihre Forschungs- und Entwicklungspartner für Leichtbautechnologien

- » Engineering über die gesamte thermoplastische Wertschöpfungskette
- » Innovative Kunststofftechnologien für die Großserie
- » Berechnung und Auslegung von Faserverbundstrukturen mit hoher Leistungs- und Funktionsdichte
- » Recyclingtechnologien

www.leichtbau.tu-chemnitz.de



Einsatz thermoplastischer SANDWICHSTRUKTUREN im Zuginterieur

Autor: Boris Manin

Züge nehmen eine zentrale Rolle für eine nachhaltige Mobilität der Zukunft ein. Mit den steigenden Energiekosten und Auflagen für fossil betriebene Fahrzeuge wird Personenbeförderung im Schienenfahrzeugbereich zunehmend attraktiver. Speziell für Waggon-Innenausstattungen müssen die eingesetzten Bauteile stricte Anforderungen bezüglich Feuer- und Kratzfestigkeit sowie Hygiene erfüllen. Ein oft eingesetztes Material im Bereich Zuginterieur sind faserverstärkte Phenol-Formaldehyd-Harze. Da bei Herstellung von Phenol-Harzen gesundheitsschädliche Dämpfe entstehen, wird angestrebt, den Einsatz solcher Harzsysteme zu verringern.

Daher werden im Rahmen des öffentlich geförderten IraSME-Projekts InnoSandwich neuartige Materialien für Zuginterieur entwickelt. Um die aktuellen Materialien erfolgreich ersetzen zu können, muss das neue Material Anforderungen an die Steifigkeit, geringe Dichte, Isolierung und Nachhaltigkeit bei gleichzeitig geringen Kosten erfüllen. Ein hohes Potenzial bieten thermoplastische faserverstärkte Sandwichstrukturen. Hierbei wird gleichartiges, thermoplastisches Material für die Kernstruktur und als Matrixwerkstoff in den Deckschichten eingesetzt. Um die Anforderungen der Feuerbeständigkeit zu erfüllen, werden zusätzliche Funktionsschichten auf die Sandwichstruktur aufgebracht.

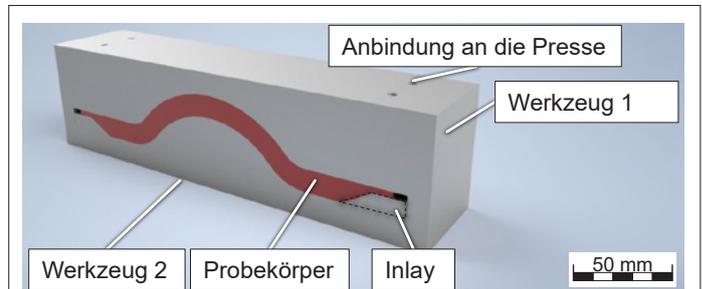
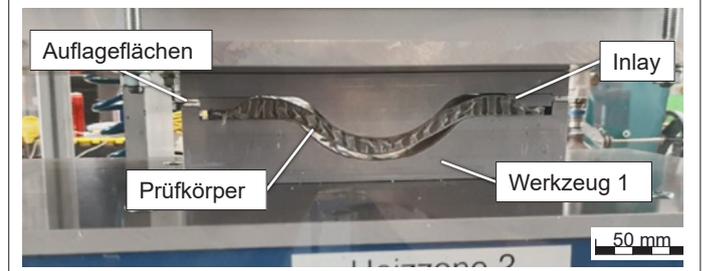


Abb. 1: Konzept des Umformwerkzeugs (oben), umgeformter Sandwichprüfkörper (unten)



Die Verarbeitung solcher Sandwichplatten unterscheidet sich gegenüber aktuell eingesetzten auf Phenolharz basierten Prozessketten. Daher wird am Institut für Textiltechnik ein Verfahren für die Formgebung des Plattenmaterials in Bauteilgeometrie entwickelt. Ziele der

International IVW-Colloquium 14 – 15 September 2023

Eco-Efficiency with Composites

www.leibniz-ivw.de

SAVE THE DATE!



Leibniz-Institut für
Verbundwerkstoffe



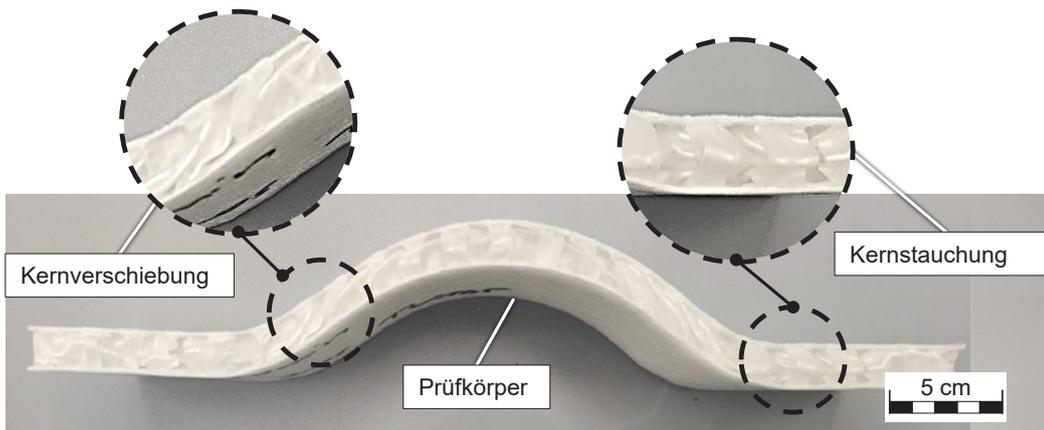


Abb. 2:
Im Umformprozess
auftretende Materialeffekte

Untersuchung sind die Parameterfindung zur Umformung des Sandwichmaterials mittels Stempelumformverfahren, Ermittlung entstehender Defekte im Material sowie eine mit den Projektpartnern gemeinsame Skalierung der Prozesskette für industrielle Anwendung. Hierfür wird ein Omega-förmiges Werkzeug für eine Stempelumformpresse entwickelt (siehe Abb. 1). Das Werkzeug wird in eine Presse integriert. Die Materialaufwärmung findet in einem vorgelagerten Umluftofen statt.

In den Untersuchungen konnte festgestellt werden, dass die bei Formgebung entstehenden Umformeffekte auf zwei Kategorien zurückgeführt werden können. In Bereichen hoher Materialkompaktierung kommt es zu Materialstauchung und damit verbundenem Kernbruch. Dieser ist mit drastischer Reduktion der mechanischen Eigenschaften verbunden und ist nach Möglichkeit zu vermeiden. Neben der Kernkompaktierung wird eine Kernverschiebung beobachtet (siehe Abb. 2). Die Kernverschiebung tritt besonders häufig auf, wenn der Kunststoff nahe des Schmelzpunktes erwärmt wird. Daher kann die Verschiebung mit der Erweichung des Kernmaterials begründet werden. Die bei der Umformung entstehenden Scherkräfte werden somit durch Deformation innerhalb des Kerns abgebaut.

Optimale Umformtemperaturen konnten bei 0,9 Ts erreicht werden. Dabei wurde die Materialprobe etwa 15 Minuten aufgewärmt und nach der Entnahme innerhalb von 10 Sekunden in die Geometrie umgeformt. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Formgebung von Sandwichprüfkörpern in gekrümmte Geometrien möglich ist. Die untersuchten Formradien sind mit dem Ziel der späteren Anwendung ausreichend. In den nächsten Schritten findet eine Hochskalierung des Prozesses und Herstellung des Demonstrator-Bauteils statt.

ANSPRECHPARTNER

Boris Manin | Wissenschaftlicher Mitarbeiter

ITA – Institut für Textiltechnik
der RWTH Aachen University
Otto-Blumenthal-Str. 1 | 52074 Aachen | Deutschland

Telefon: +49 241 80-22089 | Fax: +49 241 80-22422
boris.manin@ita.rwth-aachen.de

ReichTank

High Performance Composites

Kunststoffverarbeitung Reich GmbH

Am Kornfeld 2
86932 Pürgen
+49(0)8196 9303 -10
info@reich-tank.de



WISSEN WAS MAN TUT
Unsere Erfahrung für Ihren Erfolg

AUF DEM WEG ZUR KREISLAUFFÜHRUNG

Autoren: Anna Krüger, M.Sc., Sascha Kilian, M.Sc.

MOTIVATION

In der Mobilitätsbranche sind FVK aufgrund ihres Leichtbaucharakters die erste Wahl zur Reduzierung der CO₂-Emissionen. Angesichts der in der Öffentlichkeit kontrovers diskutierten und kritisierten Kunststoffe sieht sich die Composites-Branche mit steigenden Ansprüchen an die Recyclingfähigkeit ihrer Werkstoffe konfrontiert. Zahlreiche Lösungsansätze zur Kreislaufführung scheitern allzu oft am gravierendsten Effekt – der zwangsläufigen Einkürzung der Fasern.

ANSATZ

Im Spannungsfeld aus Leichtbau und Recyclingfähigkeit stellen thermoplastische eigenverstärkte Kunststoffe (EVK) eine vielversprechende Alternative zu konventionell verstärkten Materialien dar. Hierbei wird durch die Verwendung des gleichen Grundpolymers als Faser- und Matrixmaterial ein stoffliches Recycling ermöglicht. Die Verstärkungswirkung wird durch eine Verstreckung und einen daraus resultierenden hohen Orientierungsgrad der Polymermoleküle erzielt (siehe Abb. 1). Verwebt mit nicht verstreckten Matrixfilamenten entstehen textile Halbzeuge, welche zu Organoblechen konsolidiert werden.

MECHANISCHE EIGENSCHAFTEN

Im Vergleich der mechanischen Eigenschaften von GFK und EVK ist zu sehen, dass erstere durch ihre höheren Steifigkeiten und Festigkeiten zunächst überlegen sind. Wird jedoch die geringere Dichte der EVK berücksichtigt, verringern sich bei gewichtsspezifischer Betrachtung die Differenzen.

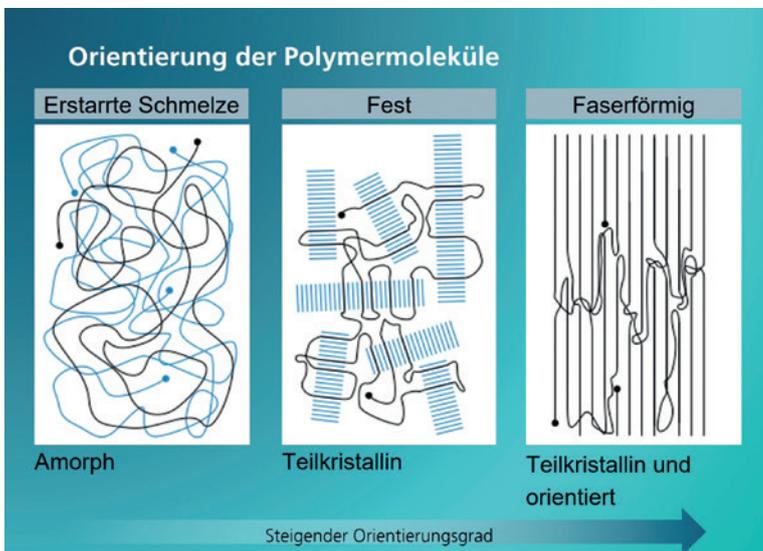


Abb. 1: Darstellung der morphologischen Struktur

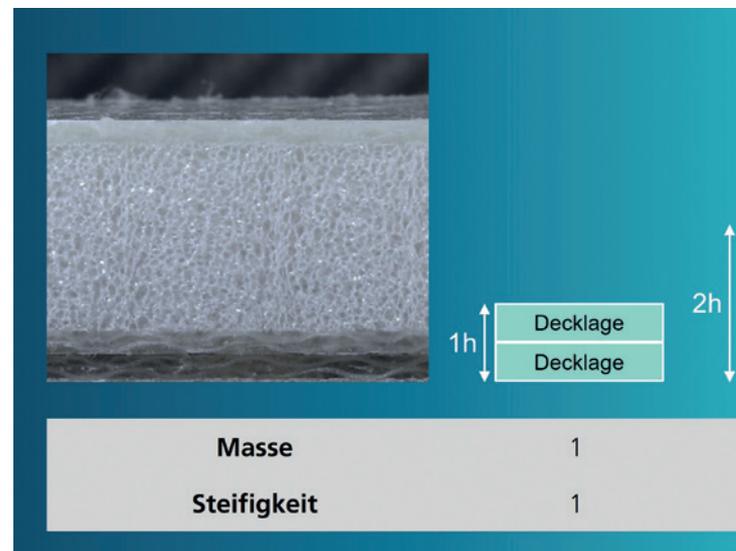


Abb. 2: Auswirkung des Sandwichaufbaus auf die Masse und Steifigkeit

Eigenschaft	Einheit	PA6-GF47 Lanxess Tepex®	PP-GF47 Lanxess Tepex®	srPP DIT Weaving Pure@sheet	srPET Comfil srPET 50302	srPET Comfil srPET 57 wt-%
Dichte	g/cm ³	1,8	1,68	0,78	1,38	1,38
Zugmodul	GPa	19,9	18	6,4	3,5	4,6
Gewichtsspezifischer Zugmodul	GPa*cm ³ /g	11,06	10,71	8,21	2,54	3,33
Zugfestigkeit	MPa	343	383	215	143	195
Gewichtsspezifische Zugfestigkeit	MPa*cm ³ /g	190,56	201,19	275,64	103,62	141,30
Bruchdehnung	%	1,9	2,1	7,7	22,8	24,7

Tabelle 1: Zugeigenschaften nach DIN EN ISO 527-1

SANDWICHANSATZ

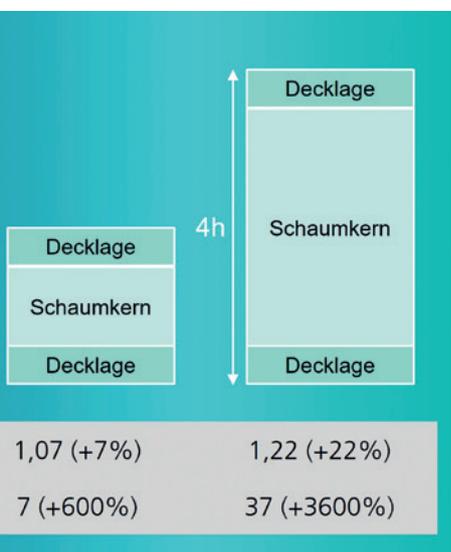
Als Ausgleich der dennoch bestehenden Defizite im Hinblick auf Steifigkeit werden eigenverstärkte Decklagen mit einem scherfesten Kern aus dem gleichen Polymer zu einem Sandwich verbunden. Hierdurch wird bei relativ geringer Massenzunahme eine signifikante Steigerung der Steifigkeit erzielt (siehe: Abb. 2). Als Kerne eignen sich thermoplastische Partikel- und Extrusionsschäume sowie Waben- und Faltstrukturen. Der Sandwichverbund wird hierbei durch einen Schmelzfügeprozess erzeugt. Die prozesstechnische Herausforderung ist die Erzielung einer guten Anhaftung bei gleichzeitiger Verhinderung eines Kollabierens des temperatursensiblen Kerns.

ANWENDUNG

Durch Weiterverarbeitung im Thermoformen oder Hinterspritzen lassen sich vielfältige Anwendungen aus der Luft-, Automobil-, Sport- und Freizeitbranche mit Monomaterialsandwiches erschließen. Zudem ermöglichen variabel einstellbare Schaumdichten und Bauteilwandstärken durch graduelles Kompaktieren eine Optimierung der Lastübertragung (siehe: Abb. 3).

AUSBLICK

Zukünftig wird ein tiefgehendes Verständnis der wirkenden Mechanismen über eine weitere Charakterisierung der Werkstoffe verfolgt. So werden unter anderem das Kriech- und Ermüdungsverhalten wie auch die Wärmeformbeständigkeit untersucht. Das übergeordnete Ziel ist die Ressourcenschonung durch eine vollständige Kreislaufführung der Materialien. Neben den rezyklatbasierten PET-Strukturen werden in aktuellen Projekten auch biobasierte PLA-Systeme entwickelt.



ANSPRECHPARTNER

Anna Krüger, M.Sc.
 Polymer Engineering I Spritzgießen und Fließpressen
 Telefon: +49 721 4640-521
 anna.krueger@ict.fraunhofer.de
 www.ict.fraunhofer.de

Sascha Kilian, M.Sc.
 Polymer Engineering I Strukturleichtbau
 Telefon: +49 721 4640-448
 sascha.kilian@ict.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT
 Joseph-von-Fraunhofer-Str. 7
 76327 Pfinztal I Deutschland



Abb. 3: Funktionalisierte Sandwichstrukturen: thermogeformtes Bauteil (links), variable Wandstärke (Mitte), hinterspritzte Struktur (rechts)

FASERINSTITUT BREMEN E. V.

Recyclingmaterialien für
**OVERMOULDING-
ANWENDUNGEN**
in der Luftfahrt

Autor: Michael Petrich, M.Sc.



Im Overmoulding-Prozess werden endlosfaserverstärkte Strukturkomponenten durch das Anspritzen mit einem kurzfaserverstärkten Spritzgusscompound versteift oder funktionalisiert. Bei der Produktion der Strukturkomponenten, bspw. im Thermoforming-Verfahren, fallen oft Verschnittreste an, die hervorragend geeignet sind, um daraus hochwertige Recyclingcompounds für das Overmoulding herzustellen. Im Rahmen einer Industriebeauftragung durch die Airbus Aerostructures GmbH (vormals Premium Aerotec GmbH) wurde am Faserinstitut Bremen e. V. eine Prozesskette für die Herstellung eines Recyclingcompounds untersucht und die Anbindungseigenschaften mit einem neuwertigen Compound verglichen.

Die Verschnittreste aus der Einlegerproduktion eignen sich besonders gut für die Herstellung des Recycling-Spritzgussgranulats, da zum einen die Fasern bereits perfekt imprägniert sind und zum anderen das Matrixmaterial identisch mit dem der Einlegerkomponente ist. Verwendet wurden Verschnittreste aus der Serienproduktion von thermoplastischen Flugzeugbauteilen. Diese bestehen aus PPS-Matrix mit kontinuierlicher C-Faser-Verstärkung. Bei der Compoundierung des Recyclinggranulats wurde unverstärktes PPS-Granulat beigemischt, um einen Fasergewichtsanteil von 25 % einzustellen.

Zum Vergleich der Anbindungseigenschaften wurden Zuschnitte aus kohlenstofffaserverstärkten PPS-Laminaten mit dem Recyclingcompound und einem neuwertigen Vergleichsmaterial (30 Gew.-% C-Faser) überspritzt. Aus der erzeugten Rippe-auf-Platte-Geometrie wurden dann entlang der Rippe je 5 Probekörper entnommen und die Anbindungsfestigkeit zwischen Einleger und Overmoulding-Komponente im Zugversuch getestet. Das verwendete Spritzgusswerkzeug ist mit Infrarotsensoren ausgestattet, mit denen die Materialtemperatur der Spritzgussmasse

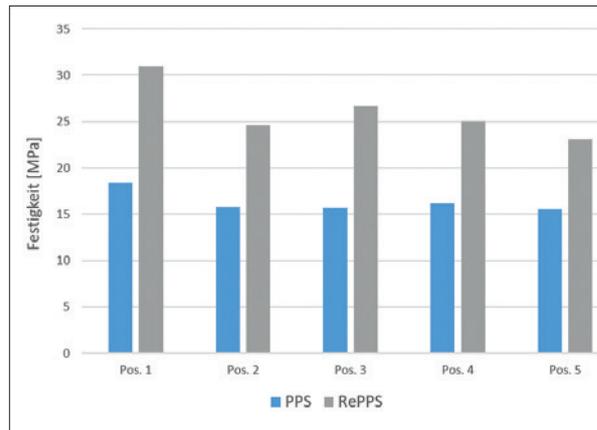


Abb. 1: Vergleich der Anbindungsfestigkeiten im Overmoulding zwischen Recycling- und Vergleichsmaterial

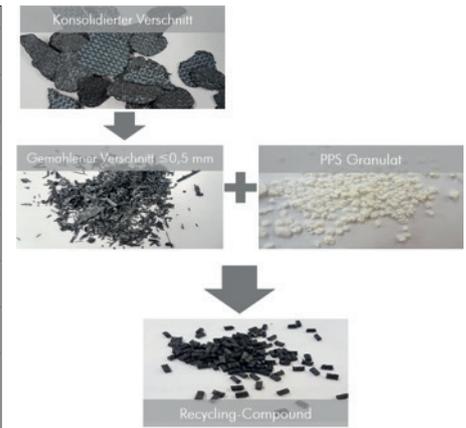


Abb. 2: Prozesskette zur Herstellung von Recycling-Spritzgussgranulat aus Verschnittresten

und ihre Fließgeschwindigkeit in der Kavität gemessen werden können.

Die Versuchsergebnisse zeigen, dass mit dem Recyclingcompound signifikant höhere Festigkeiten erreicht werden, diese aber auch stärker variieren. Bei den in der Mitte der Rippe entnommenen Probekörpern liegt die Festigkeit der Recycling-Proben bei $26,66 (\pm 6,26)$ MPa und die des Vergleichsmaterials bei $15,69 (\pm 3,36)$ MPa. Die Ergebnisse lassen sich vermutlich auf die größere Inhomogenität und daraus resultierende höhere Viskosität des Recyclingmaterials zurückführen. Die gemessenen Materialtemperaturen sind für das Recyclinggranulat durchgehend höher, während die Fließgeschwindigkeit geringer ist. Die Temperatur in der Fügezone ist ein entscheidender Faktor für die im Overmoulding ausgebildete Anbindungsfestigkeit. Insgesamt zeigen die Versuche das große Potenzial für Recycling-Materialien im Overmoulding, auch für strukturelle Anwendungen, auf.

ANSPRECHPARTNER

Michael Petrich, M.Sc. | Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Faserinstitut Bremen e. V. | EcoMaT-Gebäude | Raum 3144
Cornelius-Edzard-Str. 15 | 28199 Bremen | Deutschland

Telefon: +49 421 218-59666 | petrich@faserinstitut.de
www.faserinstitut.de

WIR VERBINDEN DIE WELT.

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.

GÜTH & WOLF

BAND- UND GURTWEBEREIEN



33330 Gütersloh · Herzebrocker Str. 1-3 · Tel. +49 5241 879-0
central@gueth-wolf.de · www.gueth-wolf.de

ENTWICKLUNG EINER NEUARTIGEN, DIGITALISIERTEN FERTIGUNGSSTRATEGIE

für die automatisierte Auslegung und Produktion von FVK-Bauteilen in Kleinstserien

Autoren: Timo Witte, M.Sc.; Dominik Foerges, M.Sc.; Prof. Christian Hopmann

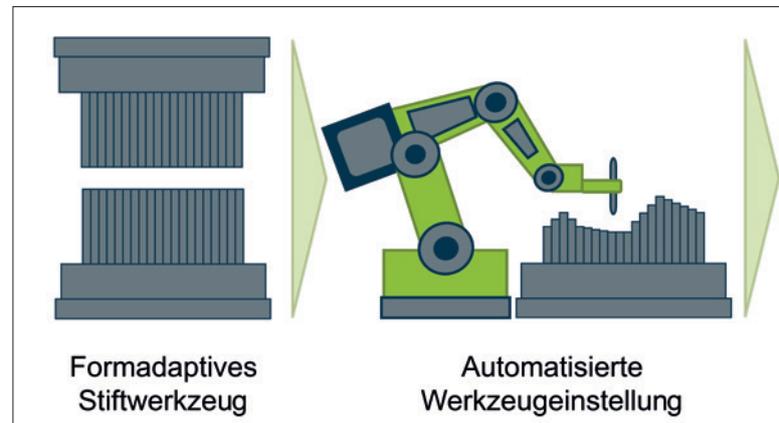
Individualisierte Bauteile aus faserverstärkten Kunststoffen (FVK) sind eine attraktive Bauteilkategorie für Anwendungen aus unterschiedlichen Branchen. Die Verwendung von unidirektionalen (UD) Halbzeugen bietet hierbei die Möglichkeit, die Faserorientierung und -menge im Bauteil sehr individuell an den spezifischen Lastfall anzupassen, Halbzeuge unterschiedlicher Form und Materialzusammensetzung zu kombinieren und die Gestaltungsfreiheit zu erhöhen.

Laminata aus vorimprägnierten UD-Halbzeugen können im Stempelumformverfahren zur Bauteilgeometrie umgeformt werden. Das Verfahren ist jedoch stark werkzeuggebunden, wobei die Prozess- und Werkzeugauslegung einen aufwändigen Prozess darstellt und nachträgliche Änderungen am physischen Werkzeug mit hohen Kosten einhergehen.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens „Individualisierte FVK“ wird ein modulares Technologiebündel zur ressourcenoptimierten Entwicklung und Fertigung UD-basierter FVK-Bauteile in Klein- und Kleinstserie entwickelt. Die entwickelte Prozesskette wird in einem Demonstrationsszenario umgesetzt.

Mithilfe einer bidirektional gekoppelten Struktur- und Drapiersimulation werden optimale Laminataufbauten und wesentliche Umformparameter identifiziert. Dies geschieht in Hinblick darauf, dass spezifizierte Lastfälle und Anforderungen an das Bauteil erfüllt werden und gleichzeitig eine faltenfreie Umformung gewährleistet werden kann. Um variantenreiche Kleinserien umzusetzen, wird ein formadaptives Stiftwerkzeug eingesetzt. Zusätzlich zur flexiblen Werkzeugoberfläche können lokale Formeinsätze verwendet werden. Die Kavitätsoberfläche des formadaptiven Werkzeugs soll mithilfe eines Industrieroboters vollautomatisch angepasst werden (siehe Abb. 1).

Weiterhin wird ein Expertensystem erarbeitet, welche eine Entscheidungsgrundlage zur Kavitätsgestaltung (direkte Oberflächenabformung gegenüber lokalem Einleger) und zur Prozessführung bietet. Das Expertensystem berücksichtigt bei der Ausgabe zusätzlich auswählbare Optimierungskriterien wie beispielsweise Kosten oder Oberflächengüte. Die gewählte Laminatarchitektur, die



Kavitätsgestaltung und die Prozessparameter bilden einen Fertigungsplan.

Übergreifend über alle Schritte wird ein digitaler Zwilling des Umformprozesses aufgebaut, der alle Daten für das zu fertigende Bauteil von der ersten Spezifikation über den auf dieser Grundlage gewählten Fertigungsplan bis zur Fertigung des realen Bauteils zusammenführt. Zudem ermöglicht der digitale Zwilling einen ganzheitlichen Einblick in das Produkt und den Produktionsprozess. Bei neuen Produktentwicklungen können Analogien zu bereits abgeschlossenen Produktionsszenarien geknüpft und Iterationen reduziert werden.

Das Projekt wird am IKV gemeinsam mit dem Institut für Mensch-Maschine-Interaktion (MMI) der RWTH Aachen und der Forschungsvereinigung Programmiersprachen für Fertigungseinrichtungen e. V. (FVP), Aachen durchgeführt. Das IKV übernimmt dabei die praktische Abbildung der Prozesskette sowie die simulative



Abbildung des Prozesses für die Optimierungsmethodik. Das MMI befasst sich mit der Implementierung des digitalen Zwillinges und des Expertensystems. Die FVP übernimmt die Bahnplanung und die Robotersteuerung zur automatisierten Werkzeugeinstellung.

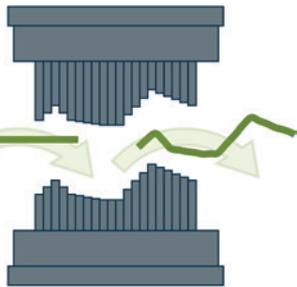


Abb. 1: Automatisierte Einstellung der formadaptiven Werkzeuggeometrie

Umformung des Laminataufbaus

DANKSAGUNG

Das IGF-Vorhaben 22149 N „Individualisierte FVK“ wird über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz gefördert. Für die Förderung sei an dieser Stelle gedankt. Zusätzlich wird den Projektpartnern gedankt.

ANSPRECHPARTNER

Timo Witte, M.Sc.

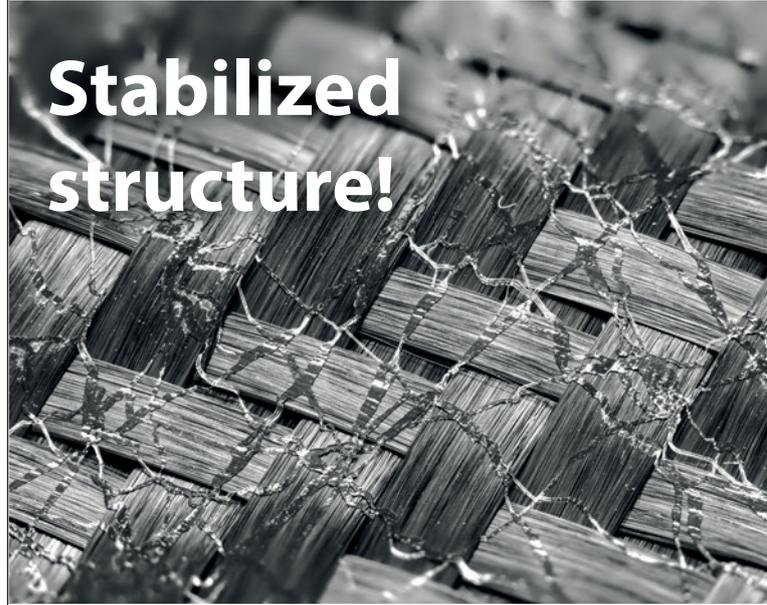
Institut für Kunststoffverarbeitung (IKV)
in Industrie und Handwerk an der RWTH Aachen
Seffenter Weg 201 | 52074 Aachen | Deutschland

Telefon: +49 241 80 23617 | timo.witte@ikv.rwth-aachen.de
www.ikv-aachen.de

JEC WORLD
2023 The Leading International
Composites Show
April 25-27, 2023 | PARIS-NORD
Hall 5 Booth C55 | VILLEPINTE

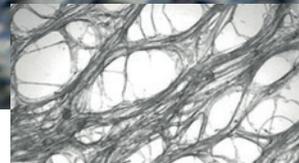
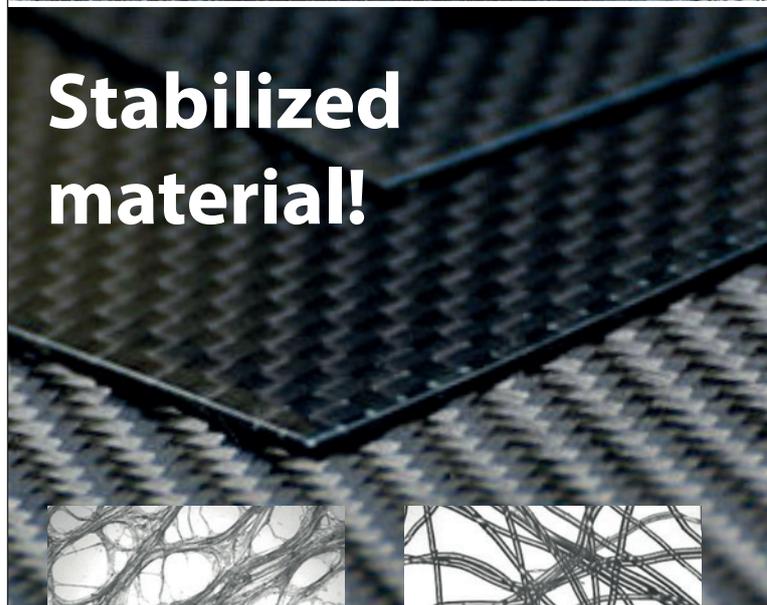
AB-Tec
Experts in adhesives
Spunfab
ADHESIVE FABRICS

Stabilized structure!



Manufacturer of thermoplastic adhesive webs for the bonding process of lamination

Stabilized material!



Tecweb® under the microscope



Spunfab® under the microscope

AB-Tec
Experts in adhesives

AB-Tec GmbH & Co. KG
Baarstr. 110
58636 Iserlohn
Germany
Tel.: +49 2371 21955-25
E-Mail: info@ab-tec.com

For use in North and South America please contact:

Spunfab Ltd., Ohio, USA
Tel.: +1 330 945-9455
www.spunfab.com

Spunfab
ADHESIVE FABRICS

www.ab-tec.com



Composites- Recycling-Studie

Die Studie ist ab sofort für 799,- Euro (zzgl. MwSt.) bei der AVK im PDF-Format erhältlich (für AVK-Mitglieder für einen ermäßigten Preis von 399,- Euro zzgl. MwSt.).

Mehr dazu unter:
www.avk-tv.de



Für die Bestellung senden
Sie bitte eine Mail an:
info@avk-tv.de
Kennwort: Recycling-Studie

Das Thema Nachhaltigkeit und Recycling ist in der Industrie und auch in der Kunststoffindustrie seit einigen Jahren immer wichtiger geworden. Gerade im Bereich Leichtbau haben Composites enorme Vorteile. Darüber hinaus können die Materialien aber auch in Bezug auf Nachhaltigkeit einen hohen Mehrwert liefern. Warum Composites vorteilhaft sind, wurde bislang wenig systematisch oder eher punktuell untersucht. Mit der jetzt veröffentlichten Composites-Recycling-Studie, die vom IKK-Institutsleiter Professor Hans-Josef Endres und Dr. Madina Shamsuyeva mit Unterstützung von Industrievertretern aus dem AVK-Expertenarbeitskreis erarbeitet wurde, liegt die erste große Untersuchung zum Thema Recycling von Composites vor.

Die Studie bietet erstmalig eine systematische und umfassende Übersicht über die anfallenden Abfallmengen und die aktuellen sowie zukünftig verfügbaren und umsetzbaren Lösungen zum hochwertigen Recycling. Dabei werden auch die Vor- und Nachteile zu den verschiedenen Verfahren bewertet sowie relevante gesetzliche Vorgaben und Normen betrachtet.

„Für Composites gibt es ein hohes Potenzial, auch wenn viele glauben, Faserverbundkunststoffe lassen sich schwer recyceln. Trotzdem darf man nicht vergessen, dass nicht alles, was beim Recycling möglich ist, auch wirtschaftlich oder nachhaltig ist. Hier gilt es, genau hinzusehen. Diese Studie ist deshalb so wichtig, um heraus-

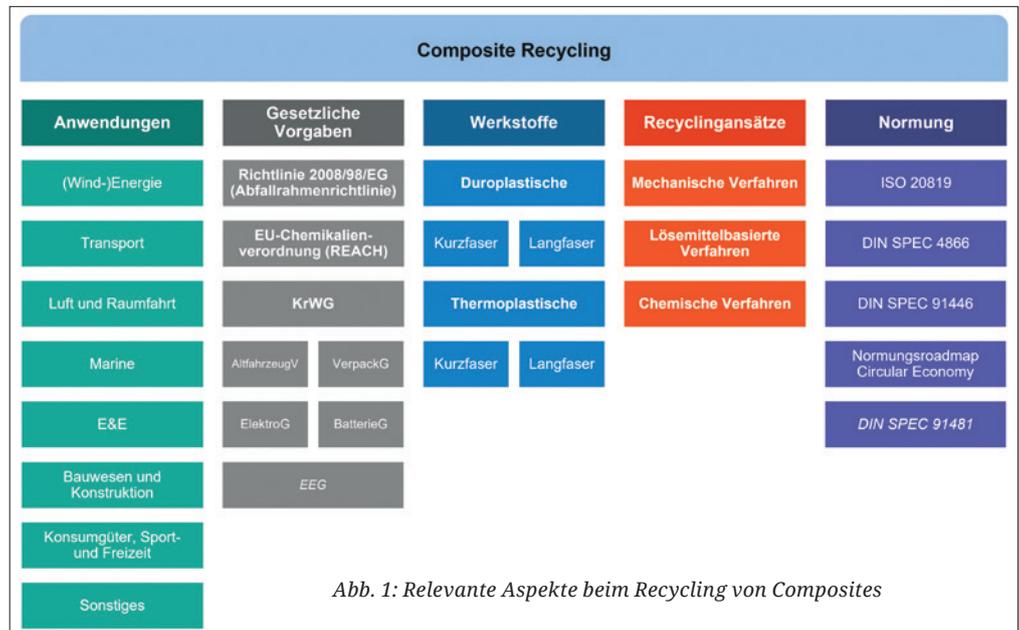


Abb. 1: Relevante Aspekte beim Recycling von Composites

zufinden, wie der aktuelle Stand ist, wohin sich der Markt entwickeln kann und wo noch Potenzial schlummert“, stellt AVK-Geschäftsführer Dr. Elmar Witten fest. Prof. Hans-Josef Endres ergänzt: „Die Studie zeigt, dass in einigen Bereichen mehr recycelt wird, z. B. bei den Thermoplasten, in anderen Bereichen jedoch noch nicht. Gerade beim chemischen Recycling ist der Reifegrad der Technologien noch nicht sehr fortgeschritten, und manchmal sind auch Anlagekapazitäten noch nicht ausgelastet. Hier muss noch Pionierarbeit geleistet werden, um z. B. interdisziplinäre Geschäftsmodelle auszuarbeiten. Gleichzeitig gibt es Anwendungen für Composites, die schon heute aus technischer Sicht einfach zu recyceln wären und es ‚nur‘ an der Logistik und dem Willen fehlt. Aber auch eine Harmonisierung von Gesetzen und Normen sowie der Rechtsprechung wäre wünschenswert, um das Composites-Recycling weiter voranzubringen.“

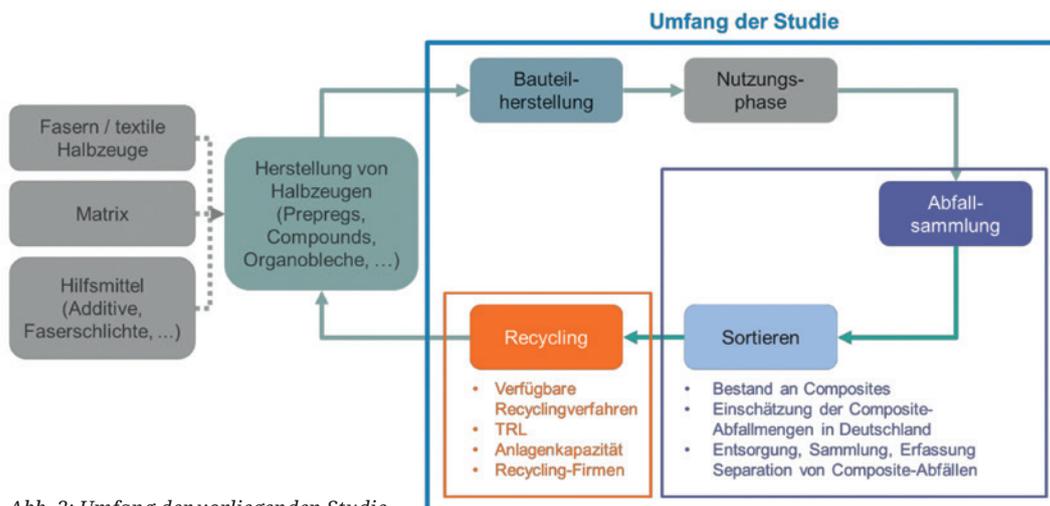


Abb. 2: Umfang der vorliegenden Studie

Entwicklung einer neuartigen Prozesskette ZUR DIREKTHERSTELLUNG VON NFPP-TAPES

Naturfaserverstärkte Kunststoffe (NFK) finden seit Jahrzehnten Anwendung in der europäischen Automobilindustrie und werden hauptsächlich zu semi-strukturellen Bauteilen wie Türverkleidungen (siehe Abbildung 1), Dachversteifungen und Rückenlehnen verarbeitet.

Autoren: Dr. Florian Gortner (IVW), Prof. Luisa Medina (HS), Martin Detzel (IVW)

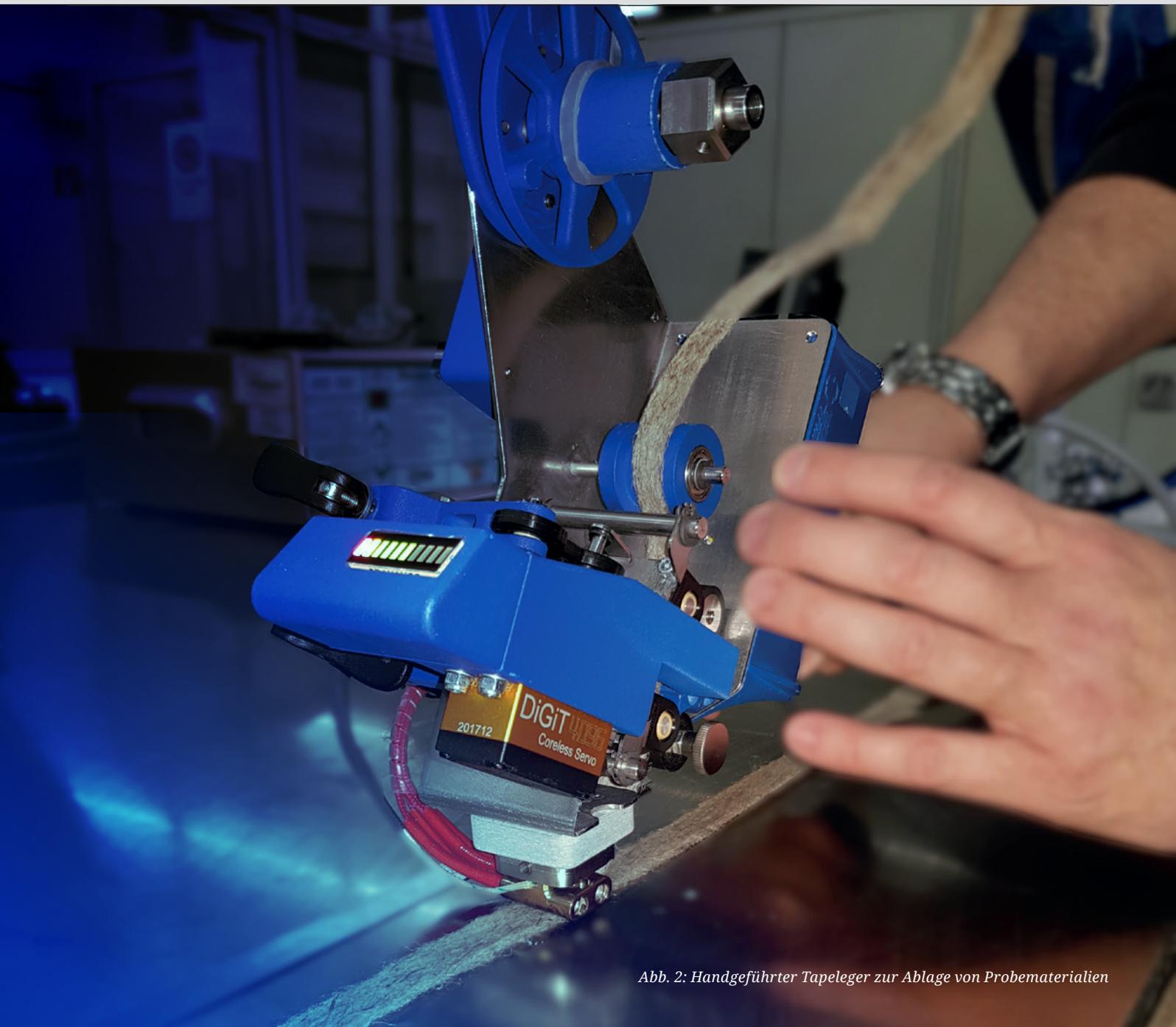


Abb. 2: Handgeführter Tapeleger zur Ablage von Probematerialien

Hierbei liegen die Fasern meist als vernadelte Vliese vor und werden mit thermoplastischen, teilweise aber auch duroplastischen Matrixsystemen kombiniert. Die spezifischen mechanischen Eigenschaften von NFK reichen teilweise bis an die von glasfaserverstärkten Kunststoffen (GFK) heran, erreichen ihr Niveau jedoch nicht immer vollständig. Dennoch besitzen sie ein großes Substitutionspotenzial und können bereits heute konventionelle, teure Kunststoffe sowie GFK-Strukturen teilweise ersetzen. Zur Herstellung von NFK-Halbzeugen werden meist Flachs, Hanf und Kenaf genutzt. Gegenüber konventionellen Verstärkungsfasern wie E-Glas haben Naturfasern den Vorteil, dass sie eine deutlich geringere Dichte ($\rho_{NF} \approx 1,5 \text{ g/cm}^3$; $\rho_{GF} \approx 2,5 \text{ g/cm}^3$) und somit herausragende Leichtbaueigenschaften besitzen. Darüber hinaus werden NFK aufgrund guter mechanischer Eigenschaften, Umweltverträglichkeit, CO_2 -neutraler Energiebilanz, gutem Crash- und Dämpfungsverhalten und hoher Formstabilität eingesetzt.

Als thermoplastische Matrix wird meist Polypropylen (PP) eingesetzt. Neben seinen monetären Vorteilen besitzt PP eine sehr geringe Dichte ($\sim 0,9 \text{ g/cm}^3$), exzellente Ver-

arbeitungseigenschaften, eine gute mechanische Performance sowie hohe Schlagzähigkeit.

In einem gemeinsamen Projekt erforschen das Leibniz-Institut für Verbundwerkstoffe (IVW) und die Hochschule Kaiserslautern, Standort Pirmasens (HS), die Direkt Herstellung von Naturfasertapes in Kombination mit thermoplastischer Matrix. Ziel der Forschungsarbeiten ist die Entwicklung eines alternativen direkten, kostengünstigen und effizienten Prozesses zur Herstellung von unidirektional gerichteten NFK-Halbzeugen, um teure und aufwändige Prozessschritte einzusparen. Zu Beginn des Prozesses werden Naturfasern und PP-Spinnfasern geöffnet, gemischt, mittels Krempel homogenisiert und zu einem Faserflor verarbeitet. Dieser wird anschließend zu einem schmalen Band zusammengeführt und mittels Prüfstand zu einem Tape verarbeitet. In diesem Tape sind die Fasern in Tapelängsrichtung ausgerichtet und können anschließend mittels Hand-Tapeleger (siehe Abb. 2) zu Probekörperplatten abgelegt werden. Im weiteren Projektverlauf werden der Imprägnier- und Ablegeprozess optimiert, mechanische Kennwerte ermittelt und Tapes zur lokalen Bauteilverstärkung eingesetzt.

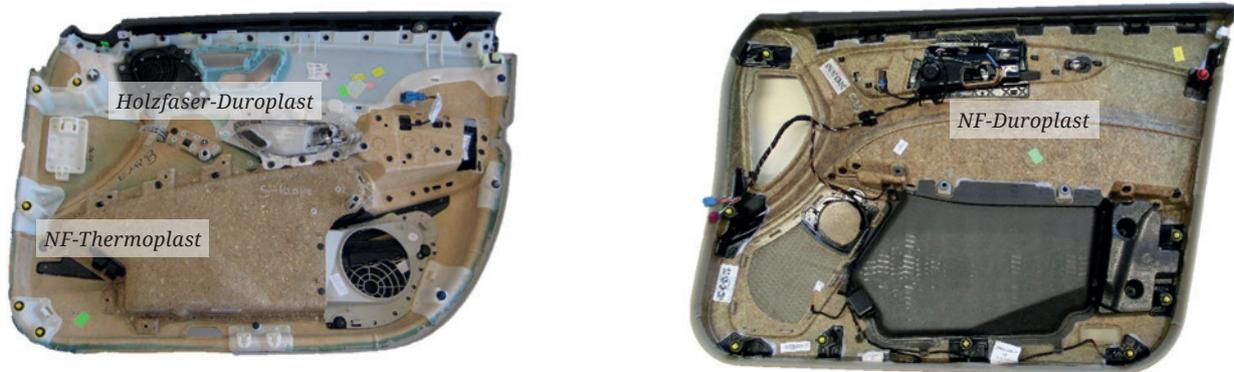


Abb. 1: Beispiel NFK-Türverkleidung aus vernadelten Vliesen

ANSPRECHPARTNER

IVW

Dr. Ing. Florian Gortner
Postdoc Press- & Fügetechnologien
Tel.: +49 631 2017 439
florian.gortner@ivw.uni-kl.de

Leibniz-Institut für
Verbundwerkstoffe GmbH
Erwin-Schrödinger-Straße 58
67663 Kaiserslautern | Deutschland

Martin Detzel, M.Sc.
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Press- & Fügetechnologien
Tel.: +49 631 2017 164
martin.detzel@ivw.uni-kl.de

Leibniz-Institut für
Verbundwerkstoffe GmbH
Erwin-Schrödinger-Straße 58
67663 Kaiserslautern | Deutschland

HS

Prof. Dr.-Ing. Luisa A. Medina
Leiterin des Studiengangs
Leder- und Textiltechnik
Fachbereich Angewandte Logistik-
und Polymerwissenschaften

Tel.: +49 631 3724-7018
luisa.medina@hs-kl.de

Hochschule Kaiserslautern
University of Applied Sciences
Carl-Schurz-Str. 10 – 16
66953 Pirmasens | Deutschland

Entwicklung biobasierter thermoplastischer Naturfaser-Prepregs – BIO-YARN-COAT

Naturfasern besitzen vergleichbare gewichtsspezifische mechanische Eigenschaften wie Glasfasern, sind in Europa lokal verfügbar und weisen eine neutrale CO₂-Bilanz im Anbau auf. Aufgrund von Restriktionen in den Prozessen des Faseraufschlusses können aktuell jedoch nur ca. 7 % des geernteten Materials zu Langfasern für die Produktion textiler Hochleistungshalbzeuge für faserverstärkte Kunststoffe (FVK) verarbeitet werden.

Autoren: Dr. Till Quadflieg, Lars Wollert, Carsten Uthemann, Prof. Thomas Gries



Die Kosten für diese Fasern liegen bei ca. 6 €/kg und fallen somit deutlich höher als die von Glasfasern (2-3 €/kg) aus. Durch die Substitution von 5 % der aktuellen jährlichen Produktionsmenge an glasfaserverstärkten Kunststoffen (GFK) durch naturfaserverstärkte Kunststoffe (NFK) könnten bis zu 2,66 Mio. Tonnen CO₂ pro Jahr eingespart und durch deutsche KMU ein jährlicher Umsatz von bis zu 81,5 Mio. € generiert werden.

Ziel des Projektes Bio-Yarn-Coat ist es, die notwendigen Voraussetzungen für den Einsatz von NFK mit biobasierten thermoplastischen Matrixsystemen im Faserverbundeleichtbau zu schaffen. Hierfür erfolgt die Entwicklung eines innovativen Schmelzimprägnierverfahrens zur

Beschichtung von Garnen am Beispiel von Flachsfasergarnen und Polyamid 11 (PA 11).

Steigende ökologische Anforderungen führen dazu, dass neben dem Fasermaterial auch biobasierte Matrixsysteme zunehmend eingesetzt werden. Hierbei bieten vor allem biobasierte Thermoplaste die Möglichkeit, auf Ressourcen pflanzlicher Basis zurückzugreifen. Der Einsatz von Thermoplasten in NFK ist limitiert durch die geringe Zersetzungstemperatur der Naturfasern und dem damit einhergehenden Abbau der mechanischen Eigenschaften. Zusätzlich stellt die hohe Viskosität der Thermoplaste eine zentrale Hürde bei der Imprägnierung dar. Im Imprägnier- und Konsolidierungsprozess sollten daher minimale

Fließwege sowie möglichst niedrige Temperaturen und Einwirkzeiten angestrebt werden. Um den Einsatz von Naturfasern in nachhaltigen und vollständig biobasierten FVK mit hohen mechanischen Eigenschaften zu gewährleisten, bedarf es daher insbesondere der Weiterentwicklung von Imprägnier- und Konsolidierungsprozessen.

Innerhalb des Projektes wird das grundlegende Wirkprinzip der Imprägnierung erforscht. Das Ziel ist es, durch Garnaufweitung mittels Drehung während der Beschichtung die Imprägnierung mit hochviskosen Matrices zu verbessern. Dies wird anhand eines Flachsfasergarns in Kombination mit PA11 sowie der anschließenden Gewebeerstellung untersucht. Der Beschichtungs-

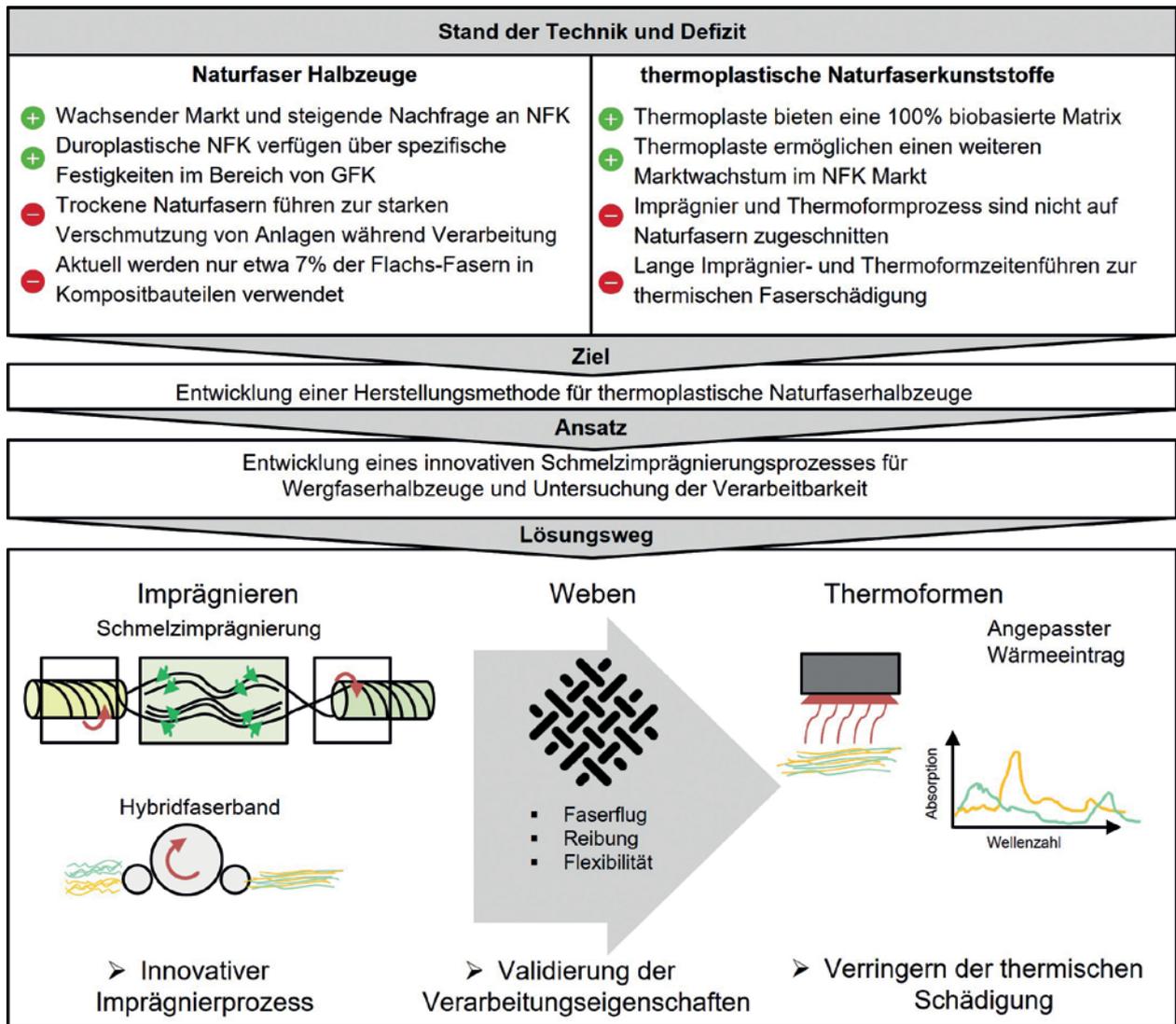


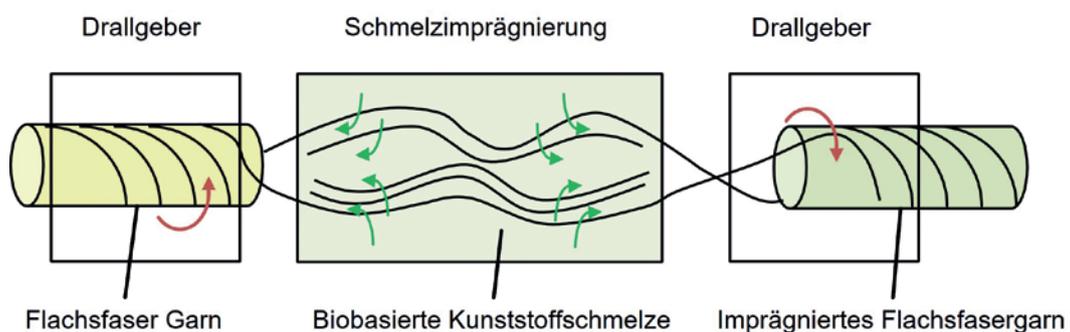
Abb. 1: Missionsbild des Projektes

prozess ist explizit auf die Reduzierung der thermischen Schädigung der Naturfasern ausgelegt. Dies gelingt durch Minimierung der Kontaktzeit der Fasern mit der heißen Polymer-schmelze. Durch temporäre Reduzierung der Garndrehung während des Beschichtungsprozesses wird das Eindringen des Polymers in die Garnstruktur ermöglicht. Erneutes Auf-

bringen der Garndrehung bewirkt eine Verdichtung des Garns bis hin zu einem vordefinierten Faservolumengehalt.

Aufgrund der sehr dünnen Beschichtung sind die Garne weiterhin flexibel und können unter Einsatz gängiger textiler Prozesse (z. B. Weben) zu textilen Halbzeugen verarbeitet

werden. Im vorliegenden Projekt sollen Naturfasergarne aus Wergfasern Einsatz finden, wodurch Materialkosten deutlich gesenkt werden können. Dabei trägt die thermoplastische Beschichtung zu einer Reduzierung der Faserreibung und -schädigung im Webprozess und somit zu einem geringeren Aufkommen an Faserflug bei. Reinigungs- und Wartungsinter-



valle können somit deutlich reduziert werden. Im Gegensatz zu vollständig durchkonsolidierten thermoplastischen FVK-Platten (Organobleche) weisen die hergestellten Halbzeuge einen textilen Charakter auf, welcher vergleichbare Umformeigenschaften wie bei der Verarbeitung duroplastisch vorimprägnierter Halbzeuge (Prepregs) ermöglicht. Die Halbzeuge lassen sich daher durch Heißumformen zu komplexen NFK-Bauteilen weiterverarbeiten. Durch die vollständige Imprägnierung wird das Leistungspotenzial der Naturfasern bestmöglich in den Verbundwerkstoff übertragen. Ziel ist es, Fasern inklusive Matrix unter dem gängigen Preis derzeitiger trockener Flachfasern zu produzieren und im Bauteil eine vergleichbare mechanische Performance zu bieten.

Das neue Verfahren zeichnet sich durch die Möglichkeit zum gezielten Energieeintrag und kurze Fließwege aus, wodurch die thermische Degradation der Naturfaser deutlich reduziert wird. Die gewonnenen Erkenntnisse können anwendungsspezifisch bezüglich anderer Materialkombinationen (Hanf, Jute, PP, PA6) oder alternativer Weiterverarbeitungsrouten (Gelege, Tailored Fiber Placement) in bilateralen Projekten (z. B. ZIM) mit den beteiligten KMU übernommen werden.

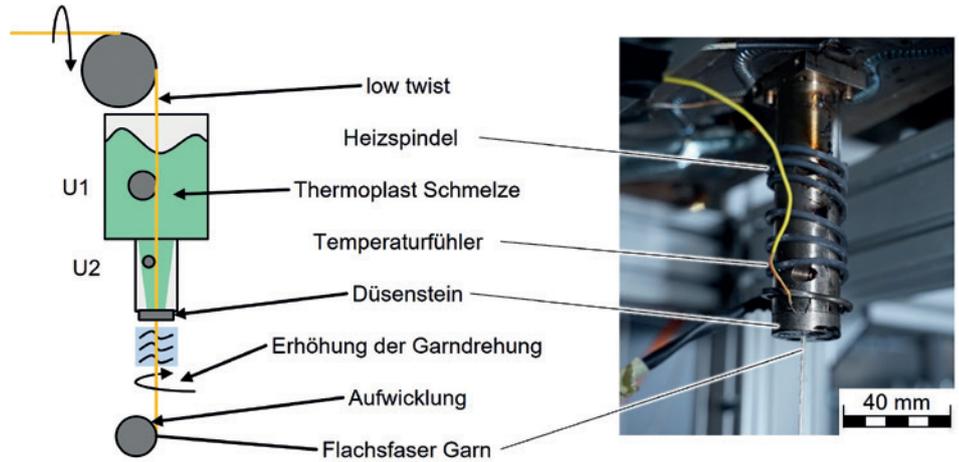


Abb. 2: Bio-Yarn-Coat Prinzipskizze

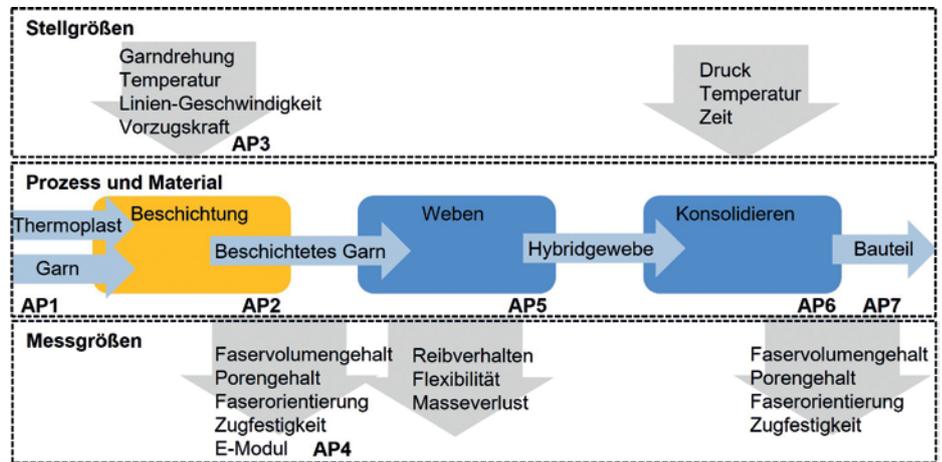


Abb. 3: Prozesskette für thermoplastische NFK

ANSPRECHPARTNER

Lars Wollert, M.Sc. | Wissenschaftlicher Mitarbeiter

ITA – Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen University
Otto-Blumenthal-Straße 1 | 52074 Aachen | Deutschland

Telefon: +49 241 80-49125 | Fax: +49 241 80-22422
lars.wollert@ita.rwth-aachen.de | www.ita.rwth-aachen.de

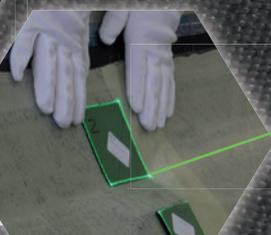


SL-LASER GmbH
Dieselstraße 2
83301 Traunreut
Germany

+49 8669 8638-11

info@sl-laser.com

Optimieren Sie Ihre Arbeitsprozesse mit unseren Lasersystemen
Optimize your work processes with our laser systems


MADE IN GERMANY

www.sl-laser.com

WORLD 2023
Hall 6 - Stand A 72

Pultrusion von faserverstärkten, thermoplastischen Profilen – FORSCHUNGSBEREICHE, PROJEKTE UND VISIONEN

Autoren: Patrick Pasberg, Dominik Granich

Die Pultrusion zählt zu den kontinuierlichen Verfahren der Kunststoffverarbeitung und wird zur Herstellung endlosfaserverstärkter Halbzeuge verwendet. Als Matrixwerkstoff kommen hier meist Duromere zum Einsatz. Thermoplastische Verbundwerkstoffe hingegen werden nur selten verwendet, trotz ihrer vielen Vorteile. Ersetzt man den Duromeren durch einen Thermoplasten, wird das Halbzeug beispielsweise recycelbar. Besonders die Möglichkeit der Nachbearbeitung wie Fügen und Umformen durch z. B. Biegen des Halbzeuges sind von enormem Potenzial für verschiedenste Anwendungen. Ein breites Portfolio der Anwendung bieten die pultrudierten Profile bereits

und Agglomerationen werden verhindert. Nach Abkühlen des Pultrudates wird es zuletzt abgezogen und kann auf definierte Längen zugeschnitten werden. Zusätzlich zur Kontakterwärmung für Materialien wie Glas, Aramid und Naturfasern besteht am ITA die Möglichkeit, CFK-Profile mittels Induktion zu fertigen. Hier wird das Halbzeug von innen erwärmt und damit gewährleistet, dass sich die Schmelze gleichmäßig im Halbzeug bildet. Neben Voll- und Hohlprofilen mit UD-Faserorientierung können am ITA auch geflochtene und gewickelte Rohre aus Hybridgarn konsolidiert werden. Durch Einstellen des Faserwinkels sowie der Wahl der Materialien können hier Halbzeuge entsprechend ihrer Anwendung produziert werden.



Abb. 1: Pultrusionsanlage

im Automobil-, Bau-, Energie-, Schiffs- und Architektur-sektor. Thermoplastische Profile mit ihrem geringen Gewicht gepaart mit hoher Festigkeit und Schlagzähigkeit würden mit diesen Vorteilen hier ideal das Anwendungsprofil erweitern.

Am Institut für Textiltechnik (ITA) der RWTH Aachen University wurde eine Pultrusionsanlage entwickelt, die mithilfe von Hybridgarnen kontinuierlich faserverstärkte, thermoplastische Halbzeuge herstellen kann. Über ein Gatter werden die Hybridgarne abgewickelt und in ein Aufheizwerkzeug gezogen. Hier wird das Matrixmaterial über den Schmelzpunkt erwärmt, um es mit den Verstärkungsfasern zu konsolidieren. Die Fließwege des Thermoplasten werden durch diese Technik möglichst gering gehalten,

In aktuellen und zukünftigen Projekten ist geplant, die Aufheizrichtungen zu erweitern, sodass auch unter anderem ein Hybrid aus PEEK und Verstärkungsfasern konsolidiert werden kann. Offen für neue Anwendungsfälle und Einsatzmöglichkeiten erfolgt aktuell der Übergang vom Labormaßstab zur Serienfertigung.

Umformversuche und das Fügen von pultrudierten Halbzeugen mit anschließender mechanischer Testung sollen die Breite der Anwendungsmöglichkeiten widerspiegeln und eine Aussage über die Belastbarkeit während der Anwendung liefern.

ANSPRECHPARTNER

Patrick Pasberg, M.Sc. | Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Hybride Werkstoffe und Imprägniertechnologien (HIT)

ITA – Institut für Textiltechnik RWTH Aachen University
Otto-Blumenthal-Str. 11 | 52074 Aachen | Deutschland

Telefon: +49 241 80-49127 | Fax: +49 241 80 22422
patrick.pasberg@ita.rwth-aachen.de

HyBe in der Welt der FKV

Faserverstärkte Thermoplaste (TP-FKV) zeichnen sich neben der schnellen Verarbeitbarkeit und ihrem geringeren Gewicht auch durch eine gute Rezyklierbarkeit aus und sind somit eine wichtige Alternative zu duroplastischen FKV.

Autoren: Stefan Weidmann, Prof. Peter Mitschang

Diese Eigenschaften qualifizieren sie für eine große Anzahl von Leichtbauanwendungen, unter anderem in der Automobilindustrie. Eine Möglichkeit, die Eigenschaften von TP-FKV-Bauteilen anwendungstechnisch zu optimieren, ist die Kombination mit Metallen. So können metallische Krafteinleitungselemente durch den Einsatz von geeigneten Hybridfügeverfahren beispielsweise bei TP-FKV-Bauteilen Anwendung finden (Abb. 1). Insbesondere Hybridverbindungen, die eine homogene Krafteinleitung erlauben, führen übergeordnet zu einer höheren Gesamtstfestigkeit des Bauteils, wodurch infolge von Synergieeffekten wiederum das Gesamtgewicht reduziert werden kann.

HyBe ist ein aktuelles Forschungsprojekt, das sich der Entwicklung eines vollautomatischen Fügeverfahrens zur schnellen und qualitätsgesicherten Verbindung von metallischen Befestigungselementen an TP-FKV-Bauteilen widmet. Ziel des Projektes ist eine „Enabling“-Technologie, die ein automatisiertes, digitalisiertes und energieeffizientes induktives Hybridfügen ermöglicht. Durch eine drastische Verkürzung der Taktzeit, Verwendung von Finite-Elemente-Methoden zur Optimierung des Energie-

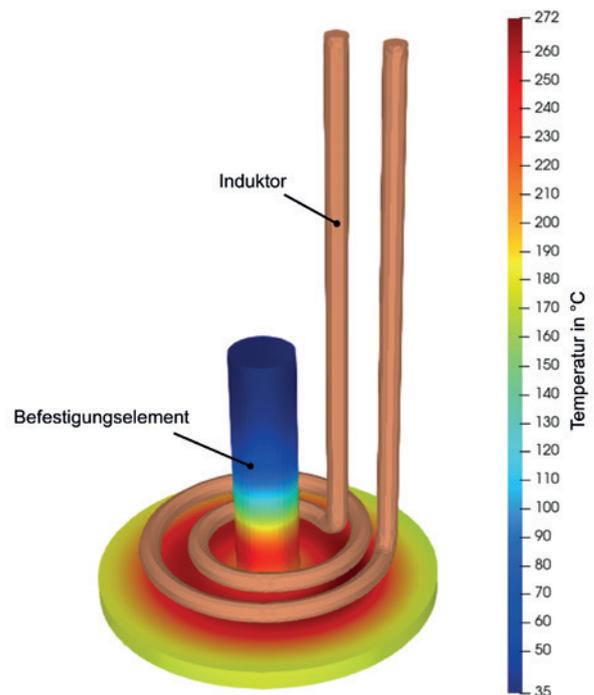


Abb. 2: Simulation des Aufheizverhaltens der Befestigungselemente durch das elektromagnetische Wechselfeld

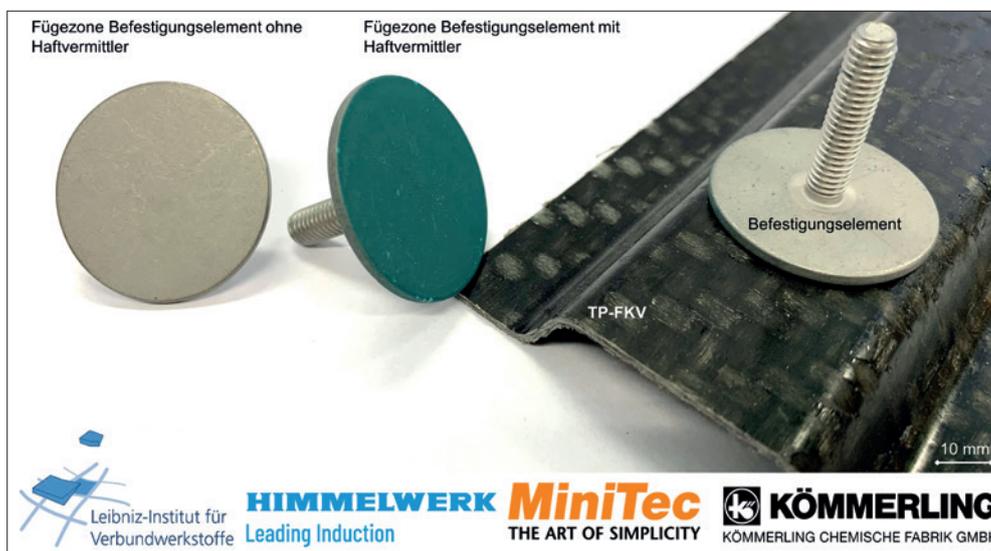


Abb. 1: Befestigungselement mit flächiger Fügezone zum homogenen Einleiten von Kräften in den TP-FKV

eintrags (Abb. 2), In-Line-Qualitätssicherung, redundante Prozessregelung und digitale Prozesskettenabbildung soll das Verfahren als Prototyp bis zur Industriereife geführt werden. Als Krafteinleitungselemente kommen Schraubverbinder mit einer runden Anbindungsfläche zum Einsatz. Die rotationssymmetrische Geometrie eignet sich insbesondere für die induktive Erwärmung, wodurch Aufheizzeiten von weniger als 5 Sekunden erreicht werden. Nach dem Aufnehmen der Befestigungs-



Abb. 3: End-Effektor im Labormaßstab als Grundlage für die Weiterentwicklung zum Industriemaßstab und Prozessoptimierungen

elemente durch den End-Effektor (Abb. 3), der auch an einen Roboter montiert werden kann, werden diese zielgerichtet zur Fügestelle am TP-FKV-Bauteil transportiert und gefügt. Durch die Verwendung von eigens für das Projekt entwickelten Haftvermittlern auf der Fügefläche der Befestigungselemente können auch bei schwierig zu klebenden Matrixpolymeren wie Polypropylen hohe Verbindungsfestigkeiten erzielt werden. Diese liegen bei einer Hybridverbindung aus glasfaserverstärktem Polypropylen mit Stahl bei ca. 14 MPa (DIN1465) und übertreffen damit die Festigkeiten gängiger TP-FKV/Metall-Verbindungen. Darüber hinaus zeichnen sich die mit Haftvermittler beschichteten Befestigungselemente durch ihre unkomplizierte Verarbeitung und Lagerung, z. B. in Form von Schüttgut, aus. Im Projekt werden aufgrund der industriellen Relevanz auch Hybridverbindungen mit faserverstärktem ABS untersucht und optimiert.

Neben der Prozessentwicklung spielt im HyBe-Projekt die Charakterisierung der Hybridverbindungen anhand von Werkstoffbeispielen und Studien zur Langzeitbeständigkeit eine wichtige Rolle.

Im weiteren Projektverlauf werden die Prozesszeit, der Energieeintrag und die Haftvermittler der Befestigungselemente optimiert. Dank der engen Zusammenarbeit der drei Industriepartner mit dem Leibniz-Institut für Verbundwerkstoffe (IVW) entsteht ein neuartiges Hybridfügeverfahren, welches branchenübergreifend Anwendung finden kann.

ANSPRECHPARTNER

Dipl.-Ing. Stefan Weidmann
Wiss. Mitarbeiter Press- & Fügetechnologien

Leibniz-Institut für Verbundwerkstoffe GmbH
Erwin-Schrödinger-Straße 58
67663 Kaiserslautern | Deutschland

Tel.: +49 631 2017383 | stefan.weidmann@ivw.uni-kl.de



profol[®]
Performs

Lightweight composites GF - PP

- High volume production in **Germany**
- Total capacity of **16000 t** or **50 Mio m²** per year



UD tape



Organo sheet



Sandwich board



Fiber impregnation film



- UD tape: width up to 1250 mm on roll
proUD 0° / 90° / X

- Organo sheet: **proorgano** made of multilayer UD tapes



www.profol.de/composites

THERMOPLASTISCHE COMPOSITES

Innovative Anwendungen und Prozesse – HyFrame

Autoren: P. Schwanemann, P. Schiebel, Faserinstitut Bremen e. V., Bremen, C. Sigolotto, ACE Advanced Composite Engineering GmbH, Salem M. Mechelhoff, MERKUTEC GmbH & Co. KG, Dinklage, Germany, D. Feltn, Hightex Verstärkungsstrukturen GmbH, Klipphausen, B. Staaks, SAERTEX GmbH & Co. KG, Saerbeck, Germany, R. Held, Megatherm Elektromaschinenbau GmbH, Hemer

Durch die textile Verarbeitung von Hybridgarnen mittels Tailored Fiber Placement (TFP) können lastgerechte Preforms hergestellt und zu komplexen Bauteilstrukturen weiterverarbeitet werden. Die thermoplastische Matrix der Strukturen ermöglicht anschließend die Funktionalisierung mittels Spritzguss (Overmoulding) sowie die schweißtechnische Anbindung. Dieser technologische Ansatz ermöglicht eine signifikante Reduktion der Fertigungszeit sowie eine Reduktion der Bauteilmasse und damit eine Verringerung der Emissionen in der Nutzungsphase jeweils gegenüber einer RTM-Bauweise des gleichen Bauteils.

Um das Potenzial der beschriebenen Bauweise nutzbar zu machen, wurde am Faserinstitut Bremen e. V. in Zusammenarbeit mit industriellen Partnern eine entsprechende Prozesskette im LuFo-Projekt HyFrame aufgebaut und ein Flugzeugfensterrahmen als Demonstratorstruktur gefertigt.

Die Basis für diese Demonstratorstruktur bildet ein spezifisch für diese Anwendung entwickeltes Hybridgarn der Coats Group, bestehend aus T700 Carbonfasern der Toray Industries, Inc. sowie LM-PAEK-Fasern der Victrex Europa GmbH. Im Anschluss an die Hybridgarn-

Herstellung erfolgte die Verarbeitung zur Struktureinleger-Preform. Dabei wurden Multiaxial-Gelege (MAG) als Strickgrund für die lokale Bestückung mit UD-Lagen im TFP verarbeitet.

Die anschließende Konsolidierung der Preforms fand am Faserinstitut in einem zweistufigen isothermen Presswerkzeug statt, das mit einem Formwerkzeug bestückt wurde, welches den Konsolidierungsprozess variotherm durchläuft. Bei dem Projektpartner ACE Advanced Composite Engineering GmbH wurde die Bauteilfertigung in einen einstufigen Prozess mit variothermen Werkzeugen umgesetzt. Nach der Konsolidierung können die Struktureinleger gelagert oder direkt umspritzt werden. Das Overmoulding mit kurzfaserverstärktem PEEK ermöglicht integrale Versteifungen oder Funktionselemente, welche durch eine Endlosfaserverstärkung deutlich aufwändiger zu integrieren wären. Die Wirtschaftlichkeit des Prozesses steigt hier maßgeblich.

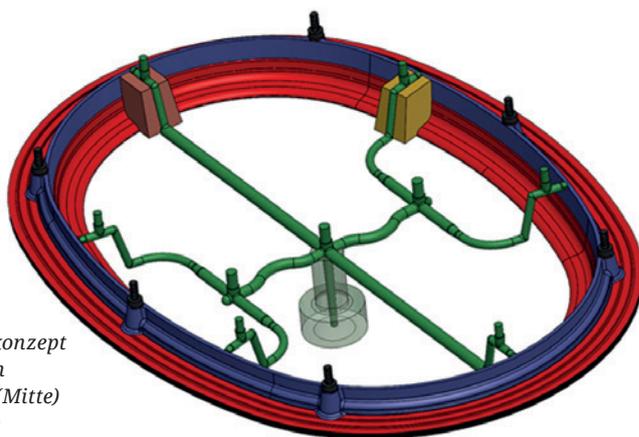
Der so hergestellte Fensterrahmen kann abschließend induktiv in die Rumpfhaut eingeschweißt werden.

Mit dem Projekt wurde gezeigt, dass durch die Verwendung hochfester thermoplastischer Materialien geo-

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Bauteilkonstruktion mit Angusskonzept (links) und Gesamtfensterrahmen (außen) und gerader Testaufbau (Mitte) mit gleichem Querschnitt (rechts)



PROZESSKETTE

	Prozess	Demonstrator
Preforming	Zunächst wurde ein Hybridgarn hergestellt, das aus Kohlenstoff- (TORAY T700) und Polymerfasern (Victrex A250 PAEK) besteht. Diese Hybridgarne wurden zu einem multiaxialen Gewebe verarbeitet (Saertex), das mittels Tailored Fibre Placement lokal mit UD-Lagen bestickt wurde (Hightex). 	
Konsolidierung	Um die Zykluszeit des Konsolidierungsprozesses so kurz wie möglich zu halten, wurde ein Temperierwerkzeug entwickelt, das die Heiz- und Kühlfunktionen aus dem Formwerkzeug auslagert, was zu einer Konsolidierungszeit von weniger als 20 Minuten führt (Faserinstitut). 	
Overmoulding	Die Funktionalisierung von endlosfaserverstärkten Strukturen wurde im Spritzgussverfahren realisiert. Dabei wurde die AE250-Matrix des Strukturbauteils mit einem 90HMF40-Spritzgießgranulat kombiniert (Merkutec). 	
Schweißen	Für das Induktionsschweißen wurde ein stationärer Induktor entwickelt und ein Suszeptor aus perforierter Kupferfolie zur gezielten Erwärmung in die Fügezone eingebracht (MegaTherm). 	

In HyFrame und ThermoTwin untersuchte Prozesskette

metrisch komplexe Primärstrukturen für die Luftfahrt in hohen Stückzahlen leichtbaugerecht und wirtschaftlich gefertigt werden können.

Die betrachtete Prozesskette wird in dem LuFo-Forschungsvorhaben ThermoTwin hinsichtlich der Qualitätssicherung und adaptiver Prozessregelung untersucht. Dazu werden die einzelnen Prozessschritte sensoriert und die Messgrößen in einem digitalen Zwilling erfasst. Zudem wird die Prozesskette vergleichend ökologisch bilanziert, um die Emissionsreduktion sowohl in der Produktions- als auch in der Nutzungs- und End-of-life-Phase zu erfassen.

ANSPRECHPARTNER

Philipp Schwanemann

Faserinstitut Bremen e. V. | EcoMaT-Gebäude | Raum 3144
Cornelius-Edzard-Str. 15 | 28199 Bremen | Deutschland

schwanemann@faserinstitut.de
www.faserinstitut.de

Individuelle GFK-Behälter

für moderne Transport- und Lagerbehältertechnik





Top-Innovator 2023



für sicheres Lagern

Innovation made in Germany

Wir finden die passende Lösung – auch bei individuellen Wünschen und Ansprüchen.

Mehr Informationen finden Sie hier 



CEMO GmbH | www.cemo.de



THERMOPLASTISCHE
BATTERIEGEHÄUSE
FÜR DIE
ELEKTROMOBILITÄT

Thermoplastische Composites – EIN BEITRAG ZUR MOBILITÄTSWENDE

Autoren: Frederik Block, M.Sc.; Dominik Foerges, M.Sc.; Prof. Dr.-Ing. Christian Hopmann

Ein großen Anteil der Entwicklungen in der Mobilitätswende nimmt die Elektromobilität des Individualverkehrs ein. Besonders im Fokus steht hierbei die Integration hochkapazitiver Batteriesysteme in den Fahrzeugunterboden. Die auftretenden hohen mechanischen Anforderungen an diese Komponente resultieren in

wurde in Zusammenarbeit mit den Projektpartnern im Rahmen des Forschungsprojektes LightMat Battery Housing (EFRE-0801509) entwickelt. Zur Hybridisierung von thermoplastischen langfaserverstärkten Kunststoffen (LFT) im Fließpressprozess mit endlosfaserverstärkten Halbzeugen (Organoblechen und unidirektional faserver-

stärkten (UD-) Tapes) wurde am IKV die in Abb. 1 dargestellte Prozesskette genutzt. Zur Fertigung von hybriden Plattenbauteilen wurde das LFT-Plastifikat mit vorgewärmten thermoplastischen, artgleichen Endlosfaserverstärkungen verpresst. Die Charakterisierung des Materials sowie die Prozesseinstellung wurden an flächigen Bauteilen durchgeführt.

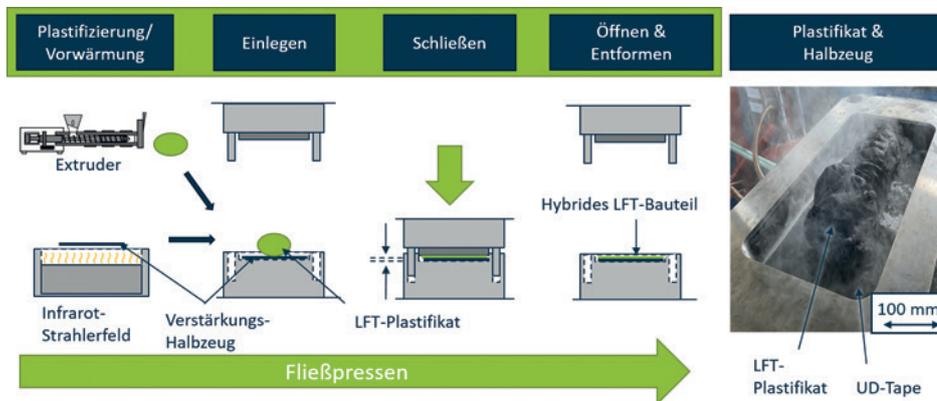


Abb. 1: Schematische Darstellung der Prozesskette zur Herstellung hybrider LFT-Plattenbauteile im Fließpressprozess am IKV zur Charakterisierung der Prozesseinflüsse sowie der Materialkombinationen

einem hohen Gesamtgewicht des Batteriesystems. Faserverstärkte Kunststoffe haben das Potenzial, hohe mechanische Eigenschaften bei gleichzeitig geringem Gewicht aufzubieten. Ziel ist die Entwicklung eines Kunststoffbatteriegehäuses, das die auftretenden klein- sowie großflächigen Lasten bei gleichzeitig geringem Eigengewicht aufnehmen kann. Weitere Anforderungen hinsichtlich des Thermomanagements sowie der Abschirmung gegenüber elektromagnetischer Strahlung sind zu adressieren.

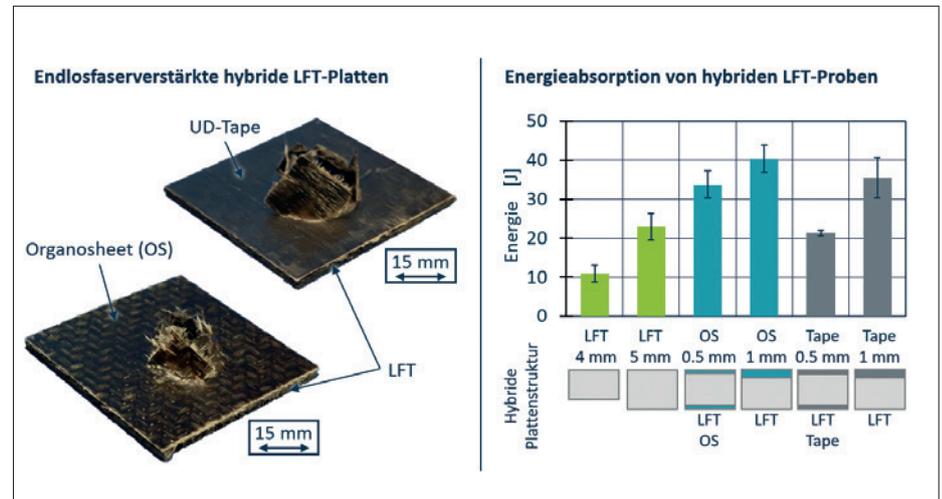
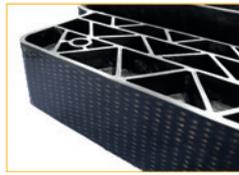


Abb. 2: Einsatz thermoplastischer Endlosfaserverstärkungen zur Steigerung der Energieabsorptionseigenschaft (LFT: Polyamid 6 & GF45)

Ein Lösungsansatz zur Herstellung großvolumiger Batteriesysteme

Das Potenzial gezielt eingesetzter Verstärkung mit UD-Tape-Laminaten oder Organoblechen werden bspw. in Abb. 2 deutlich. Durch den Einsatz von Organoblechen konnte verglichen mit reinem LFT-Material eine Steigerung der Energieabsorption von ca. 45 % erreicht werden. Die Erkenntnisse der Untersuchungen wurden zur Auslegung und Konstruktion sowie zur Validierung der Struktursimulation eines seriennahen Demonstrators durch den Projektpartner PART Engineering GmbH genutzt. Die gewonnenen Erkenntnisse wurden beim Projektpartner Kautex Textron GmbH & Co. KG in einen seriennahen Demonstrator überführt, der eine skalierte Version eines Batteriegehäuses, mit vollumfänglicher Funktionsintegration für die Anwendung als Energiespeicher im Unterboden

- One-shot-Integration von Organoblech-Verstärkungen
- Verstärkung der Crashstrukturen



- Metalleinsätze für die Fixierung der Batteriemodule
- Integration von UD-Tapes in die Verstärkungsstruktur für den Unterbodenschutz

Abb. 3: Demonstrationsbauteil „Batteriegehäuse“, bestehend aus glasfaserverstärktem Polyamid 6 (LFT) mit thermoplastischer Endlosglasfaserverstärkung (UD-Tape-Strukturen und Organoblech) und metallischen Funktionselementen, hergestellt im D-LFT Fließpressverfahren

eines Elektrofahrzeugs darstellt. Der seriennahe Demonstrator als Hybridbauteil mit metallischen Inserts sowie die Verstärkung mit Organoblechen und UD-Tape-Strukturen ist in Abb. 3 dargestellt. Der gezielte Einsatz von UD-Tape-Strukturen erlaubt die Versteifung des Unterbodens als Schutz der Batteriezellen vor einem Aufprall. Organo-

bleche in Verstärkungsstrukturen zeigten das Potenzial, beim Seitenaufprall die Lastverteilung und somit den Schutz der Batteriezellen zu verbessern. In weiteren Prüfungen auf Bauteilebene wurde der seriennahe Demonstrator beim Projektpartner Kautex Textron GmbH & Co. KG im Crash-Fall geprüft.

Your Performance - Made by Roth

Roth
Composite Machinery

**Your partner for
high quality machinery**

- > High level automation
- > More process and material efficiency
- > Low maintenance, longevity and durability
- > Tailormade solutions e.g. for aerospace industry, automotive industry and future mobility industry

Roth Composite Machinery GmbH

Filament Winding & Prepreg Machinery • Bauhofstr. 2 • 35239 Steffenberg • Germany • Phone +49 (0)6464/9150-0

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

DANKSAGUNG

Das Vorhaben „Entwicklung funktionalisierter, unidirektional faserverstärkter Halbzeuge zur großserientauglichen Herstellung neuartiger, hochbelasteter Kunststoffbatteriegehäuse für Elektrofahrzeuge“ mit dem Förderkennzeichen EFRE-0801509 wurde aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) gefördert. Für die Förderung und Unterstützung sei an dieser Stelle gedankt. Zusätzlich sei den beteiligten Projektpartnern Kautex Textron GmbH & Co. KG, Part Engineering GmbH, Frimo Lotte GmbH sowie dem Fraunhofer Institut für Produktionstechnologie (IPT) an der RWTH Aachen für die Zusammenarbeit gedankt.

ANSPRECHPARTNER

Frederik Block, M.Sc.

Institut für Kunststoffverarbeitung (IKV) in Industrie und Handwerk an der RWTH Aachen
Seffenter Weg 201 | 52074 Aachen
Deutschland

Tel.: +49 241 80-23811
frederik.block@ikv.rwth-aachen.de
www.ikv-aachen.de

ÜBER DAS IKV

Das IKV ist ein Forschungsinstitut, dessen Anliegen es ist, die Ergebnisse aus der Forschung der Kunststofftechnik in die Praxis der Industriepartner umzusetzen. Bei Problemstellungen und Entwicklungsaufgaben rund um den Themenbereich „Leichtbau“ steht Ihnen das IKV gerne zur Verfügung.

Glasfasern.

Markenqualität mit Liefergarantie.



Schnittglas, assemblierte und direkte Rovings, Compofil-Hybridgarn, Matten, Gelege und Gewebe – Glasfasern für alle Anwendungen vom Marktführer.



Seit 2004 sind wir exklusiver Vertriebspartner des weltweit größten Glasfaserherstellers Jushi in der Region D-A-CH.

HELM AG
Nordkanalstr. 28
20097 Hamburg/Germany
Tel.: +49 40 23750
info@helmag.com
www.helmag.com



Entwicklung einer Türstruktur in thermoplastischer Composit-Bauweise für **AUTOMOBILE ANWENDUNGEN**

Autoren: Dr. Jens Emmrich, Markus Layer, Prof. Wolfgang Nendel

Im Wachstumskern thermoPre® plus wurde eine Türstruktur von der TU Chemnitz, der ElringKlinger AG, dem Formen- und Werkzeugbauer Gebrüder Ficker GmbH, der Mitsubishi Chemical Advanced Materials Composites GmbH und dem Fraunhofer IWU-STEX unter Anwendung von endlosfaserverstärkten thermoplastischen Werkstoffen entwickelt.

Die Basis bilden die ebenso im thermoPre® plus vom Cetex Institut gGmbH u. a. neu entwickelte, patentierte Anlagen zur Herstellung von endkonturierten Textilhalbzeugen mit belastungsgerechter Faserausrichtung, die sog. „effiLOAD-Technologie“. Die effiLOAD-Preform wird zukünftig in einem vollautomatisierten, kontinuierlichen „Rolle-zu-Rolle“-Prozess erzeugt. Sie setzt sich symmetrisch aus einem mehrlagigen Stack glasfaserverstärkter ThermoPre®-PA6-Tapes und lokal lastpfadgerechten PA6-CF-Tapes zusammen (Abb. 1 & 2).

Die spiegelsymmetrische Anordnung der Hälften zur vollständigen effiLOAD-Preform führt zu einem Zweizonenaufbau mit endkonturnaher, belastungsgerechter Faserausrichtung und ressourceneffizientem Einsatz der mittig platzierten Kohlenstofffasern. Dieser Aufbau führt zum effektiven Einsatz der glasfaserverstärkten Tapes im hochbelasteten Scharnierbereich und ihrer Reduzierung in geringer belasteten Bereichen. Als Ergebnis wurde der Volumenanteil der Tapes verglichen mit Standard-Preforms wie z. B. Organoblechen um 46 % reduziert.

Die Verarbeitung der effiLOAD-Preform erfolgt sowohl mittels Hybrid Injection Molding als auch mittels Formfließpressen zur Erzeugung der lasttragenden Innenschale der Türstruktur (Abb. 3). Im Scharnierbereich sind Inserts aus Stahlblech implementiert. Die lackierfähige Schnittstelle zur äußeren Fahrzeugumgebung wird durch eine aufgeklebte, nichttragende Kunststoffplatte hochwertig ermöglicht (Abb. 4).

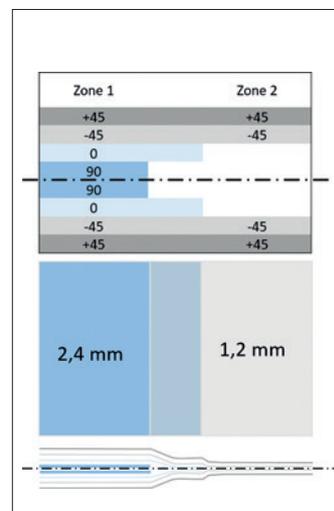
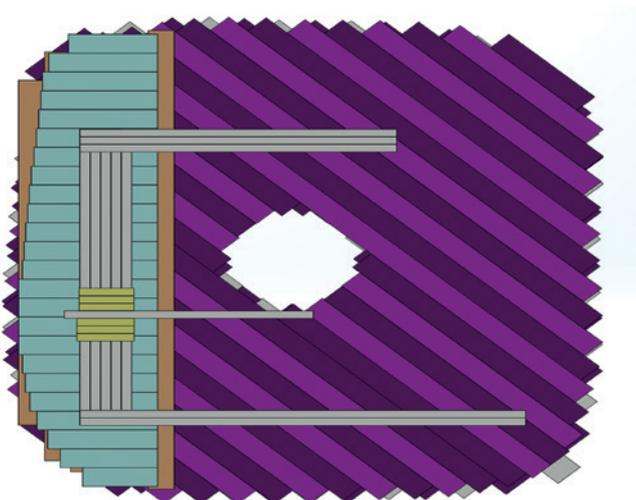


Abb. 2: Spiegelsymmetrischer Aufbau der effiLOAD-Preform

Abb. 1: Hälfte der effiLOAD-Preform für das Demonstratorbauteil

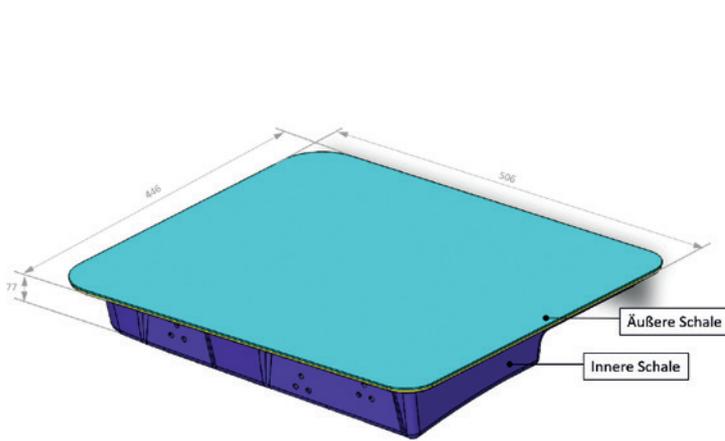


Abb. 3: Komplette Türstruktur aus thermoplastischem Composite



Abb. 4: Lackierte Außenschale der Composite-Türstruktur

Die Montageschnittstellen für Schloss, Heckscheibenwischer und Weiteres sind in der Innenschale vorgesehen (Abb. 5). Der in Abb. 6 dargestellte PA6-GF35 Spritzgusskörper setzt sich aus Verrippung, Besäumung und Schraubdom zusammen.

Die Dimensionierung erfolgte mittels FEM anhand definierter Lastfälle (Spritzgusskörper: „Van Mises“-Kriterium, effiLOAD-Preform: Zwischenfaserbruchkriterium nach Puck). Alle Simulationen konnten am Prüfstand in den maßgeblichen Lastfällen bestätigt werden.

Danksagung: Das Forschungsvorhaben ThermoPre® plus wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen für „Innovative regionale Wachstumskerne“ gefördert. Dafür wird an dieser Stelle ausdrücklich gedankt.



Abb. 5: Innenschale (Außenansicht)



Abb. 6: Innenschale (Innenansicht)

ANSPRECHPARTNER

Robert Witzgall | Elring Klinger AG
robert.witzgall@elringklinger.com

Martin Dietze | Formen- und Werkzeugbau Gebrüder Ficker GmbH
martin.dietze@formenbau-gf.de

Holger Frei | Mitsubishi Chemical Advanced Materials Composites GmbH
holger.frei@mcgc.com

Michael Schreiter | Fraunhofer IWU, STEX
michael.schreiter@iwu.fraunhofer.de

Sebastian Nendel | Cetex Institut gGmbH
nendel@cetex.de

Prof. Holger Cebulla | Technische Universität Chemnitz
holger.cebulla@mb.tu-chemnitz.de

Prof. Wolfgang Nendel | Technische Universität Chemnitz
wolfgang.nendel@mb.tu-chemnitz.de

GREMOLITH
Resins & Composites

Sie stellen großartige Produkte her.
Wir Lösungen mit Mehrwert.

+ gremolith.ch

FROM PLASTICS. TO THE FUTURE.

THE COMFORT ZONE FOR YOUR VISION.



PUBLIC TRANSPORTATION & UTILITY SOLUTIONS

Leicht, robust, komfortabel – je vielfältiger die Ansprüche, desto wichtiger ist ein Systempartner, der seit 50 Jahren die Ideen der Branche voranbringt. Wir sind weltgrößter Lightweight Experte für Composites sowie Pultrusion und ermöglichen für Sie alle Verfahren mit ressourcenschonenden individuellen Komplettlösungen in höchsten Durchsätzen und allen Dimensionen.

DISCOVER MORE ABOUT OUR INDUSTRIES
www.kraussmaffe.com



BESUCHEN SIE UNS
AUF DER JEC WORLD:
25.-27. APRIL 2023
Halle 6 / B32

KraussMaffei
Pioneering Plastics

