

future**TEX**

Zukunft unternehmen!

TourAtlas

optiformTEX

Nachwuchssicherung
Maschinen
Umwelt
Zukunftsprodukt
Innovations-
management
Ressourceneffizienz
Industrie 4.0
Wertschöpfungsketten
Arbeitsorganisation
Landwirtschaft
Wissensmanagement
Chemie
Bau
Medizin
Holz

Zukunft unternehmen!

Unsere Anwendungsfelder



Automotive



BuildTech



InduTech



Luftfahrt



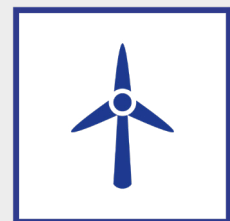
MedTech



MobilTech



SportTech



Windenergie

➤ Über das Forschungsprojekt futureTEX

Das Projekt futureTEX ist ein Gewinner im Programm „Zwanzig20 – Partnerschaft für Innovation“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung. Bis 2021 arbeiten wissenschaftliche Einrichtungen, Unternehmen und Verbände an der Entwicklung wesentlicher Bausteine eines Zukunftsmodells für Traditionsbranchen. Das Projektkonsortium futureTEX verfolgt das Ziel, die führende Position bei der Umsetzung der vierten industriellen Revolution im Textilmaschinenbau und in der Textilindustrie zu erringen und damit beispielhaft bis 2030 das modernste textilindustrielle Wertschöpfungs-

netzwerk Europas aufzubauen. Mit der Entwicklung eines Zukunftsmodells werden die Forschungsschwerpunkte Ressourceneffizienz und Kreislaufwirtschaft, kundenintegrierte flexible Wertschöpfungsketten, textile Zukunftsprodukte, Wissens- und Innovationsmanagement sowie Arbeitsorganisation und Nachwuchssicherung gemeinschaftlich mit Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft bearbeitet. Das Konsortium umfasst aktuell über 300 Partner, darunter 70 Prozent aus der Industrie. Das Projekt futureTEX ist Preisträger im Wettbewerb „Ausgezeichneter Ort“ im Land der Ideen 2016.

➤ **Abschlussdokumentation Umsetzungsvorhaben optiformTEX**

Entwicklung einer flexiblen Fertigungstechnologie für Naturfaserhalbzeuge mit topologischer Verteilungscharakteristik

Laufzeit: 1. April 2017 – 31. Oktober 2020

optiformTEX war eines von insgesamt 28 Umsetzungsvorhaben des Projekts futureTEX im Rahmen des Programms „Zwanzig20 – Partnerschaft für Innovation“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung.

Inhalt

Partner	6
Problemstellung und Motivation	8
Beitrag zur Realisierung der futureTEX-Ziele	9
Lösungsansatz	9
Ergebnisse	9
Verwertung und wirtschaftliche Bedeutung	14
Ausblick	15

➤ Partner



SachsenLeinen GmbH
August-Bebel-Straße 2d | 04416 Markkleeberg
Ansprechpartner: Lovis Kneisel
T: +49 341 3503758-0 | lovis.kneisel@sachsenleinen.de

SachsenLeinen GmbH

Die SachsenLeinen GmbH ist seit Mitte der 1990er Jahre als Naturfaserlieferant für Naturfaserhalbzeuge zur Anwendung im Automobilbau und Bauwesen im Markt etabliert und stellt mittlerweile ein weltweit agierendes Unternehmen kompakter Größe dar. Darüber hinaus wurden bei SachsenLeinen in Zusammenarbeit mit einschlägigen Partnern aus Forschung und Industrie fortlaufend neue Konzepte und Technologien zur Gewinnung und Bereitstellung von technischen Naturfaserrohstoffen entwickelt und erfolgreich erprobt. In mehreren anwendungsnahen Forschungsvorhaben übernahm das Unternehmen die Aufgabe der Projektkoordination, sodass hier entsprechende Erfahrungen vorhanden sind. Dank der intensiven FuE-Tätigkeit ist SachsenLeinen an mehreren Schutzrechtsanmeldungen beteiligt bzw. deren Initiator und Inhaber.



Oskar Dilo Maschinenfabrik KG
Im Hohenend 11 | 69412 Eberbach
Ansprechpartner: Jochen Lehr
T: +49 6271 940-0 | lehr@dilo.de

Oskar Dilo Maschinenfabrik KG

Die DiloGroup ist eine traditionsreiches Unternehmensgruppe im Bereich Textilmaschinenbau mit ausgewiesenen Kompetenzen bei der Entwicklung und Umsetzung von Öffnungs- und Mischungsanlagen für Chemie- und Naturfasern, Maschinen zur Naturfasergewinnung und -reinigung, von Universal- und Hochleistungskrempelmaschinen, Wirrvlieskrempeltechnologien, DeltaCard, Mehrfachabnehmern, Vliesstrecken, Airlay-Maschinen sowie von Vlieslegern Hyperlayer und DiloLayer, Universal- und Hochleistungs-Nadelmaschinen, Hyperpunch Nadelmaschinen, Strukturierungs- und Musterungsmaschinen.



Volkswagen AG/GF Kunststoff
Berliner Ring 2 | 38440 Wolfsburg
Ansprechpartner: Ulf Hillemann
+49 5361-9-0 | ulf.hillemann@volkswagen.de

Volkswagen AG/GF Kunststoff

Das VW-Geschäftsfeld Kunststoff (VWHT) ist hausinterner Systemlieferant der VW AG mit Sitz in Wolfsburg und fertigt zahlreiche Bauteile und komplette Module für Interieur- und Exterieur-Anwendungen. Im geschäftsfeld-internen Technikum sind diverse Verarbeitungsmaschinen und -anlagen vorhanden, die unterschiedliche kunststofftechnische Verarbeitungsweisen gestatten. Dabei deckt das Mitarbeiterteam des VWHT die Kompetenzfelder entlang der Wertschöpfungskette, angefangen bei der Bauteilentwicklung und Materialauswahl über die Produkt-



Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V. (STFI)
Postfach 1325 | 09072 Chemnitz
Ansprechpartnerin: Barbara Schimanz
T: +49 371 5274-0 | barbara.schimanz@stfi.de



TECHNISCHE UNIVERSITÄT CHEMNITZ

Technische Universität Chemnitz, Professur Strukturleichtbau
und Kunststoffverarbeitung (SLK)
Reichenhainer Straße 31/33 | 09126 Chemnitz
Ansprechpartner: Roman Rinberg, Florian Tautenhain
T: +49 371 531-32359 | roman.rinberg@mb.tu-chemnitz.de
T: +49 371 531-33933 | florian.tautenhain@mb.tu-chemnitz.de

und Prozesssimulation bis hin zu branchenspezifischen Tests von Fertigteilen, komplett ab. So besitzt das VWHT den bestmöglichen Marktzugang für die Etablierung neuer tragfähiger Produktkonzepte in Großserie.

Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V. (STFI)

Das STFI mit seinem Kompetenzzentrum Vliesstoffe nimmt die führende Rolle im europäischen Raum auf dem Gebiet der Vliesstoffentwicklung und -herstellung ein. Neben den Vliesbildungstechnologien Faservlies-, Spinnvlies-, Meltblown-, Airlay- und Airlaid umfassen diese auch die Verfestigungsverfahren Vernadeln, Nähwirken, Wasserstrahlen (spunlace) und Thermobondieren. Seit Gründung des STFI wird intensiv an dem Nadelverfahren und der Herstellung von Nadelvliesstoffen aus vielen unterschiedlichen Arten von Fasern geforscht. Die große Anzahl von Forschungsvorhaben und Kundenaufträgen im Bereich der Vernadelung zeigt die Kompetenz des STFI, durch Variation der Parameter stets die optimalen Eigenschaften für den jeweiligen Anwendungszweck zu generieren. So ist das STFI prädestiniert für die Durchführung der im Projekt geplanten Versuche zur Vernadelung von Naturfasern, Fasergemischen und Spezialfasern.

Technische Universität Chemnitz, Professur Strukturleichtbau und Kunststoffverarbeitung (SLK)

Die TU Chemnitz, Professur Strukturleichtbau und Kunststoffverarbeitung (SLK) kann als Antragssteller auf eine weitreichende Expertise im Bereich der Entwicklung von Technologien zur Verarbeitung naturfaserverstärkter Kunststoffe und deren Anwendung in der Praxis verweisen. So wurden innerhalb zahlreicher FuE-Projekte (z. B. FENAF-Netzwerkverbund, FKZ 22024208, gefördert durch BMEL) und wissenschaftlicher Arbeiten bereits umfangreiche Ergebnisse auf dem Gebiet der Naturfaserverbunde generiert^{1,2}. Auch die Entwicklung von großserientauglichen Fertigungstechnologien steht im Fokus der Arbeiten am Lehrstuhl SLK³ und wird derzeit im

¹ Odenwald, S.: Eigenschaften und Umformverhalten naturfaserverstärkter Thermoplaste. Dissertation, TU Chemnitz, 2003.

² Sedlacik, G.: Beitrag zum Einsatz von unidirektional naturfaserverstärkten thermoplastischen Kunststoffen als Werkstoff für großflächige Strukturbauteile. Dissertation, TU Chemnitz, 2004.

³ Schierl, S.; Rinberg, R.; Todorov, A.; Kroll, L.; Broberg, F.: Schneller zum Ziel. Verfahrenskombination ebnet Weg zur Herstellung faserverstärkter Leichtbauteile mit hochwertigen Oberflächen. In: Kunststoffe 10/2014, S. 150–153, ISSN 0023-5563.

Bundesexzellenzcluster MERGE ganzheitlich betrachtet⁴. Darüber hinaus entwickeln die Wissenschaftler an der Professur SLK bionische Optimierungsverfahren zu einer besonders effizienten Lösung von Auslegungsaufgaben bei Leichtbaustrukturen. Hierfür werden „Verhaltenswei-

sen“ aus der Natur (z. B. Verhalten von Vögelschwärmen oder Ameisenkolonien) analysiert und in Form mathematischer Modelle in Simulationen überführt, um ihre Präzision zu erhöhen und ihre Geschwindigkeit zu steigern⁵.

⁴ Ouali, A.-A.; Nendel, W.; Rinberg, R.; Siegel, C.; Buchelt, B.; Wagenführ, A.; Spange, S.; Richter, A.: Flexible textile/plastics processes with renewable raw materials. Colloquium A: Functional Materials and Devices A08 - BRAZIL-GERMAN-Symp: Polymeric and Composite Materials from Renewable Resources. Materials Science Engineering (MSE) Darmstadt, 23.-24.09.2014.

⁵ Ulke-Winter, L.; Kroll, L.: Natüranaloge Optimierungsverfahren zur Auslegung von Faserverbundstrukturen. TECHNOMER 2013 23. Fachtagung über Verarbeitung und Anwendung von Polymeren, Chemnitz, 14.-15. Nov. 2013.

➤ Problemstellung und Motivation

Naturfasern kommen für die Herstellung von Formbauteilen oftmals als Wirrfasermatten – auch Vliesstoffe genannt – aus Flachs-, Hanf-, Kenaf- oder Sisalfasern bzw. aus Mischungen diverser Naturfasern mit Thermoplastfasern (vor allem Polypropylenfasern) zum Einsatz⁶. Derartige Vliesstoffe bestehen aus einer gleichmäßigen Faserschicht (Airlay-Technologie) oder mehreren übereinander gelegten gleichmäßigen Faserschichten (Kreuzleger-Technologie), die unter Einsatz mechanischer, thermischer oder chemischer Nachbehandlungsmethoden zu zusammenhängenden Mattenhalbzeugen verfestigt werden. Derartige Wirrfasermatten werden in Kombination mit thermo- oder duroplastischer Matrix vornehmlich mit Hilfe der Presstechnologie zu großflächigen Verkleidungsbauteilen des automobilen Interieurs verarbeitet⁷.

Technische Lösungen zur lastgerechten Bauteilverstärkung und der daraus resultierende, optimierte Materialeinsatz sind speziell bei bewegten Massen (Automobil) von

großer Bedeutung. Derzeit sind technologische Lösungen lediglich durch Tailored Fiber Placement⁸ im Halbzeug oder automatisierte Verlegung von thermoplastischen Faser-Tapes direkt im Formwerkzeug⁹ bekannt, welche die Verwendung von Endlofasern und -fäden bzw. die vorgeschaltete Herstellung gelege- oder gewebebasierter Faser-Tapes voraussetzen. Diese sind im Vergleich zu Stapelfasern um das Mehrfache preisintensiver. Zudem erfordern diese Technologien zusätzliche aufwendige Arbeitsschritte nach der eigentlichen Herstellung eines flächigen Halbzeugs, was die Produktkosten in die Höhe treibt.

Der Einsatz von Stapelfasern zur Umsetzung der lastgerechten Bauteilverstärkung direkt im Halbzeugfertigungsprozess durch eine gezielte Anpassung der lokalen Flächenmasseverteilung (Topologisierung) bietet hier eine wirtschaftliche Alternative mit einem enormen Zukunftspotenzial und einer Übertragbarkeit der Ergebnisse auf benachbarte Bereiche textiler Technologien.

⁶ Chevallier, F., Günther, P., Gassan, J., Schnack, E., Pickett, A. K.: Lignoprop und Lignoflex: zwei „berechenbare“ Werkstoffe. In: Technische Textilien 45 (2002) 3, S. 145–146, 148–150.

⁷ Jacobs, W.: Entscheidungskriterien zur Materialauswahl für Innenraumteile. 9. Int. AVK-Tagung, Essen, 19.–20. September 2006.

⁸ <http://www.tailoredfiberplacement.com>: letzter Zugriff am 14.10.15 um 14.50 Uhr.

⁹ <http://www.automobil-produktion.de/2014/07/cfk-leichtbau-fraunhofer-ipt-bringt-tape-legekopf-fuer-die-serienfertigung>: letzter Zugriff am 14.10.15 um 14.55 Uhr.

➤ Beitrag zur Realisierung der futureTEX-Ziele

Die Strategie des Vorhabens lässt sich in die Strategie „futureTEX“ über die Schwerpunkte „Nachwachsende Rohstoffe“, „Textile Zukunftsprodukte“ und „Ressourceneffiziente Prozesse und Kreislaufwirtschaft“ zielkonform einbinden. Besonders hervorzuheben ist zudem der

Pilotcharakter der neuen Technologie, die auf die Konsumgüterindustrie übertragen werden kann. Durch diese Quervernetzung der Projektergebnisse wird die Breitenwirkung erzielt, welche die zukünftige Textilindustrie nachhaltig prägt.

➤ Lösungsansatz

Die Grundidee für das Vorhaben im Rahmen futureTEX ist die Entwicklung eines flexiblen textiltechnologischen Verfahrens und der zugehörigen Anlagenkomponenten für die Herstellung von belastungsgerechten Naturfaserhalbzeugen durch gezielte Beeinflussung der Flächenmasseverteilung im Flor vor der Halbzeugverfestigung. Das Umformen gleichmäßiger Vlies-Halbzeuge zum komplexen Bauteil zieht oft eine erhebliche lokale Halbzeugausdünnung und die Entstehung von Fehlstellen in der Bauteilstruktur nach sich¹⁰. Die Kompensation dieser Fehlstellenbildung erfolgt in der Praxis durch die Verwendung

von schwereren Halbzeugen (z. B. mit einem Flächengewicht von 1800 g/m² anstatt 1600 g/m²) und resultiert so in einem höheren Bauteilgewicht. Die Verwendung eines flexiblen textiltechnologischen Verfahrens zur gezielten Anpassung der lokalen Materialmengen im Vliesstoff erlaubt bauteilbelastungsgerecht eine Anhäufung von mehr Material in lastkritischen und eine Verminderung in weniger belasteten Bauteilbereichen. Dadurch können sowohl Leichtbaupotenziale gehoben als auch Umformungseigenschaften der eingesetzten Wierfasermatten verbessert werden.

¹⁰ Graupner, N., Cescutti, G., Schulte, M., Müssig, J.: Wanddicken im Fokus – Umformverhalten beurteilen. In: Kunststoffe 98 (2008) 1, S. 91–93

➤ Ergebnisse

Zielgemäß konnte im Rahmen des Vorhabens optiformTEX ein Verfahren zur Herstellung von topologisch optimierten Vliesstoffen mit lokal gezielt anpassbaren Flächengewichten entwickelt werden. Auf Basis der daraus

resultierenden Vliesstoffe wurden Verfahrensweisen zur Herstellung von Faserverbundbauteilen optimiert, welche die Ausnutzung eines erheblichen Leichtbaupotenzials erlauben. So konnten unter Verwendung der optiformTEX-

Halbzeuge gegenüber Halbzeugen mit konstanter Materialverteilung Gewichts Vorteile zwischen 30 bis 50 Prozent erreicht werden. Darüber hinaus wurden Modelle zur Auslegung und Berechnung von Verbundbauteilen auf Basis der optiformTEX-Technologie weiterentwickelt.

Das Verbundvorhaben optiformTEX strukturiert sich in 5 Teilvorhaben, die nachfolgend mit ihren Schlüsselergebnissen dargestellt werden.

Teilvorhaben 1 – Halbzeuglinie: Materialentwicklung

Das Teilvorhaben 1 widmete sich der Entwicklung und Herstellung verfahrensoptimierter Materialien, insbesondere Fasermischungen aus Natur- und Polymerfasern für die Zuführung in den optiformTEX-Vliesbildungsprozess.

Zu diesem Zweck erfolgte zunächst die Identifizierung spezifischer Anforderungen an einzusetzende Fasermaterialien: Der Fokus liegt entsprechend der Anwendung im automobilen Interieurbereich klar auf der Nutzung von Naturfasern; Recyclingfasermaterialien wurden auf Grund nicht verfügbarer, qualitätsgesicherter stabiler Lieferketten im Verlauf des Projektes aus der Untersuchung ausgeschlossen. Als qualitätsbestimmendes Merkmal wurde insbesondere die Faserlängen verfügbarer Materialien identifiziert. Diese wurden mit einer Stapellänge von 30 bis 50 mm festgesetzt. Dem liegt eine Analyse der optimalen Zuführform (Halbzeuge) von Fasern bzw. Fasermischungen in das entwickelte Streumodul bzw. den Ablageprozess zu Grunde, aus der die Zuführung eines verstreuten und ergo homogenen Stapelfaserbandes als Halbzeugform der Wahl identifiziert wurde. Bei den genannten Faserlängen kann von einem optimalen Kompromiss zwischen Bandfestigkeit und Ablagepräzision ausgegangen werden.

Zum Zweck der gezielten Anpassung der Faserlänge wurden diverse Verfahren (Einsatz von Cottonisierereinheiten, Hammermühlen und Reißwolven) theoretisch validiert. Es muss an dieser Stelle jedoch festgestellt werden, dass die präzise Einstellung unterschiedlicher Stapellängen unter Verwendung industrieller Anlagentechnik schwer möglich und für den Vorhabenzweck der Bereitstellung von Fasermengen im Technikumsmaßstab auch unter ökonomischen Gesichtspunkten nicht zielführend erscheint. Die präzise Einstellung unterschiedlicher Faserlängen erfolgte demzufolge unter Verwendung von parallelen Langfasern

definierter Qualität, die entsprechend der Anforderungen auf unterschiedliche Längen eingekürzt wurden. Die Auswertung der Faserlängenverteilung zeigte, dass die mittlere Faserlänge bei derartig eingekürzten Langfasern etwa 30 Prozent unterhalb der eingestellten absoluten Schnittlänge lag. Unter Berücksichtigung möglicherweise auftretender Schwierigkeiten in der Bandbildung durch einen geringen Anteil zu langer Einzelfasern, wurde die Faserlängenabweichung wissentlich in Kauf genommen. Nach Bereitstellung geeigneter Ausgangsmaterialien wurden diverse Materialien zur Mischung von Natur- und Polymerfasern untersucht. Als Vorzugsvariante mit ausreichender Verteilung der Mischungskomponenten wurde die Faser-Faser-Mischung über zwei Horizontalöffner identifiziert.

Teilvorhaben 2 – Halbzeuglinie: Anlagenentwicklung

Im Teilvorhaben 2 widmete sich die Oskar Dilo Maschinenfabrik KG der Entwicklung von Anlagentechnik zur Herstellung topologieoptimierter Vliesstoffe. Das Teilvorhaben gliedert sich in die nachfolgend mit Schlüsselergebnissen unterlegten Arbeitsschritte.

Im Hinblick auf die Prozesstechnik wurden der verfügbare Bauraum ermittelt, ausschlaggebende Prozess-Stellschrauben identifiziert, Verfahren und Toleranzbereiche für die Faserdosierung bestimmt. Für die Einstellungen der dosierungsgerechten Stapellängenverteilungen wurden geeignete verfahrenstechnische Methoden erprobt und deren Produktivität bewertet. Bei der Ermittlung des verfügbaren Bauraums zeigte sich schnell die Abhängigkeit zur Umgebung. Daraufhin wurde zwischen „Netto-Bauraum“ und „Brutto-Bauraum“ unterschieden. Um die Zielgrößen und Restriktionen zu erarbeiten, wurden zahlreiche Versuche im DILLO-Technikum durchgeführt. Hierzu wurden die vorhandene Airlay-Maschine genutzt bzw. ein bereits vorhandener Prüfstand angepasst und verwendet. Bei den durchgeführten Versuchen zeigte sich die Stapellänge von 50 mm als geeignet.

Es wurde ein grundlegendes Lösungskonzept für eine gezielte Einstellung einer Materialverteilung im Flor und maschinentechnische Integration in den Vlieslegeprozess, unter der Berücksichtigung des verfügbaren Bauraumes, erarbeitet. Es gelang, eine vorgelegte Topologie durch die Einzugswalze auf die Öffnerwalze zu transportieren und gezielt abzustreuen. Die konstruktive Entwicklung und bautechnische Umsetzung des programmierbaren



Abbildung 1: optiformTEX-Modul – optiformTEX-Schriftzug. Quelle: Oskar Dilo Maschinenfabrik KG FotoWeb-Datenbank

optiformTEX-Moduls für topologische Vlieslegung gemäß Bauteilvorgaben und seine Integration in eine Pilot-Vliesanlage wurde umgesetzt. Das optiformTEX-Modul-DILO wurde zunächst auf der Airlay-Maschine im DILO-Technikum aufgebaut und in Betrieb genommen. Nach der Inbetriebnahme wurde das optiformTEX-Modul-DILO in die Messeanlage, für die ITMA (Internationale Messe für Textilmaschinen) 2019 in Barcelona, integriert. Im Anschluss an die ITMA wurde das optiformTEX-Modul-DILO wieder auf der Airlay-Maschine im DILO-Technikum aufgebaut. Das weitere optiformTEX-Modul-STFI wurde an die Umgebung bzw. Gegebenheiten der DILO-Anlage mit 600 mm Arbeitsbreite, aus dem Jahr 1993, am STFI angepasst.

Die Arbeitsschritte von DILO wurden auf dem optiformTEX-Modul-DILO durchgeführt. Hierzu wurde das Modul auf der Airlay-Maschine im DILO-Technikum aufgebaut. Die Validierung der entwickelten Technologie und des optiformTEX-Moduls war erfolgreich und es konnten erste Muster hergestellt werden. Sowohl mit optiformTEX-Modul-DILO als auch mit dem optiformTEX-Modul-STFI ist es möglich, Halbzeuge zu erzeugen. Der in *Abbildung 1* zu sehende optiformTEX-Schriftzug wurde bei der Inbetriebnahme am STFI abgestreut.

Die Optimierung der Maschinenteknik und Prozessführung wurde durchgeführt, es gelang eine Erhöhung der Produktqualität und Durchsatzleistung zu erreichen. Die Bauteilvorgaben von VWHT konnten umgesetzt werden. Hierzu wurden Muster nach der Berechnung der TU Chemnitz produziert. Diese konnten erfolgreich bei VWHT im Tiefziehprozess verwendet werden.

Es erfolgte die Fertigstellung der neuen Technologie auf allen Entwicklungsebenen und die Erweiterung des Einsatzbereichs. Es wurden verschiedene Muster auf dem optiformTEX-Modul-DILO produziert. Neben dem Bauteil von VWHT konnte auch eine Topologie für einen Gitarrenkoffer hergestellt werden. Es zeigte sich, dass es durchaus möglich ist, Schriftzüge mit dem optiformTEX-Modul zu schreiben.

Teilvorhaben 3 – Technologieentwicklung zur Herstellung von Leichtbaukomponenten aus naturfaserhalbzeugen mit topologischer Verteilungscharakteristik

Das Verbundvorhaben optiformTEX bettet sich über die Schwerpunkte – nachwachsende Rohstoffe, ressourcen-

effiziente Prozesse und textile Zukunftsprodukte – in die Strategie „futureTEX – Ein Zukunftsmodell für Traditionsbranchen in der 4. industriellen Revolution“ ein. Im Rahmen des Vorhabens sollte eine Technologie zur effizienten Herstellung von flächigen Naturfaser-Halbzeugen aus Stapelfasern mit belastungsgerechter Materialverteilung entwickelt werden. Die Verwendung solcher Halbzeuge ermöglicht gegenüber Halbzeugen mit konstanter Materialverteilung einen Gewichtsvorteil von 30 bis 50 Prozent. Durch den effizienten Materialeinsatz wird sowohl ein signifikanter Beitrag zum automobilen Leichtbau – insbesondere im Fahrzeug Interieur – als auch zu ökologischer Nachhaltigkeit geleistet. Um weiterhin eine wirtschaftliche Fertigung des Endproduktes zu gewährleisten, sollte der zu erwartende technologische Mehraufwand bei der Halbzeugherstellung durch Maßnahmen zur Prozessintegration bei der Fertigteilherstellung kompensiert werden. Daher wurden auch Maßnahmen zur Prozessoptimierung betrachtet und umgesetzt. Letztlich resultiert aus der Beherrschung komplexer Prozesse ein Wettbewerbsvorteil für den Industriestandort Deutschland.

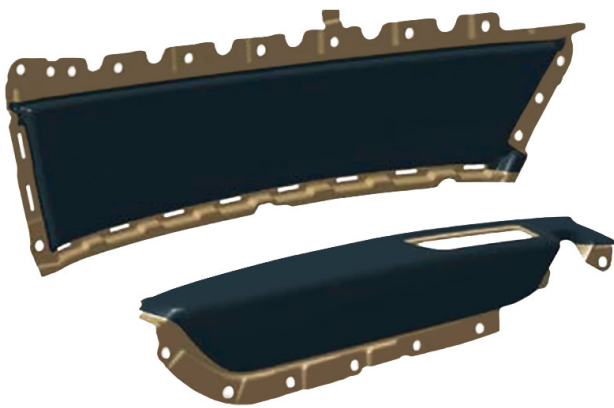


Abbildung 2: Einsatzteil und Armauflage VW Golf SportsVan. Quelle: Abschlussbericht optiformTEX (VW)

Die Untersuchungen wurden in Abstimmung mit den Vorhabenspartnern an Einsatzteil und Armauflage der Türverkleidung VW Golf SportsVan durchgeführt. Diese Bauteile werden zurzeit aus Naturfaserhalbzeugen mit konstanter Materialverteilung hergestellt.

Die Kunststofftechnik übernahm im Wesentlichen die Aufgabe der Technologieentwicklung zur Herstellung sowohl der Verbundbauteile Armauflage und Einsatzteil auf Basis von Halbzeugen mit variabler Materialverteilung als auch für das Fertigteil Türverkleidung. Dazu gehört auch die Auslegung und Prüfung der Bauteile. Im Einzelnen wurden dazu die zuvor aufgelisteten Arbeitspakete (APs) bearbeitet.

Teilvorhaben 4 – Verfahrensentwicklung zur Halbzeugentwicklung und Konfektion

Im Mittelpunkt des Vorhabens optiformTEX stand die Entwicklung einer textilen Technologie für neue flächige Naturfaser-Halbzeuge (NF-Halbzeuge) aus Stapelfasern mit belastungsgerechter topologischen Materialverteilung. Die Technologie ermöglicht zudem eine partielle Funktionalisierung derartiger Halbzeuge durch unterschiedliche Hochleistungsstapelfasern, wie Aramidfasern oder recycelte Produktionsreststoffe. Diese Konstruktion lässt eine signifikante Massereduzierung bei Leichtbauteilen zu, wobei durch die prozessintegrierte Fertigung und Konfektionierung die Wirtschaftlichkeit derartiger Produkte erhalten bzw. verbessert wird.

Zunächst wurden für neuartige NF-Halbzeuge angestrebte Zielgrößen wie Ober- und Untergrenzen für Flächenmasse, Feinheit und Stapellänge von sowohl Naturfasergemischen als auch Hochleistungsfasern getestet und



Abbildung 3: topologisch optimierte Naturfaser-Halbzeugvariante. Quelle: optiformTEX

festgelegt. Des Weiteren konnten im Hinblick auf die Prozesstechnik der verfügbare Bauraum zur Implementierung der Faserdosierung ermittelt, ausschlaggebende Prozessparameter identifiziert und Verfahren sowie Toleranzbereiche bestimmt werden. Für die Einstellung dosierungsgerechter Stapellängenverteilungen wurden geeignete verfahrenstechnische Methoden erprobt und bewertet.

Nach Validierung der entwickelten Technologie sowie erfolgreicher Inbetriebnahme des optiformTEX-Moduls, integriert in eine Nadelvliesstoffanlage, stand die Herstellung erster Musterchargen im Vordergrund. Im Verlauf der Projektbearbeitung konnten so die Vliesbildung und Topologisierung gemäß vorgegebener Bauteilanforderungen erfolgreich realisiert werden.

Im Ergebnis entstand eine Technologielösung zur Vliesvernadelung und Inline-Konfektion von topologisch optimierten Halbzeugen. Als erfolgreiche Beispiele können die Herstellung einer Naturfaser-Halbzeugvariante für Kfz-Bauteile in 500 mm Bauteilbreite (siehe *Abbildung 3*) sowie eines mehrstufig gestalteten Gitarrenkoffers in 800 mm Halbzeugbreite (siehe *Abbildung 4*) genannt werden.

Die Erkenntnisse aus der erfolgreichen Projektbearbeitung sollen in der Entwicklung von neuartigen Industrie-

anlagen und Fertigungstechnologien genutzt werden, um großtechnisch topologisch optimierte Halbzeuge mit deutlich verringerten Flächenmassen herzustellen.

Teilvorhaben 5 – Bauteillinie: Strukturmechanische Grundlagen

Strukturbauteile sind während ihrer Nutzung unterschiedlichen mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt, welche lokal variieren. Beispielsweise ist die Beanspruchung in Kräfteinleitungspunkten vergleichsweise hoch. In diesem Teilvorhaben wurde eine technisch sinnvolle Anpassung mechanischer Bauteileigenschaften an lokale Anforderungen realisiert. Hierfür wurden grundlegende Materialkennwerte (Materialkarte) unterschiedlicher Naturfaservliesstoffe (Flächengewicht, Verstärkung mit Kohlenstoff- sowie Aramidfasern) ermittelt. Außerdem wurden die Verarbeitungsparameter (Pressdruck, -temperatur und -zeit) für Naturfaservliesstoffe mit PP Matrix und einem Flächengewicht zwischen 800 g/m² und 2000 g/m² für eine effektive Serienanwendung optimiert.

Mit den konkreten Materialkennwerten sowie den verfahrenstechnischen Randbedingungen des optiformTEX Vlieslegeprozesses (wie z. B. der minimalen und maximalen Streubreite des optiformTEX Moduls) wurde ein Algorithmus zur diskreten Bauteiloptimierung hinsichtlich

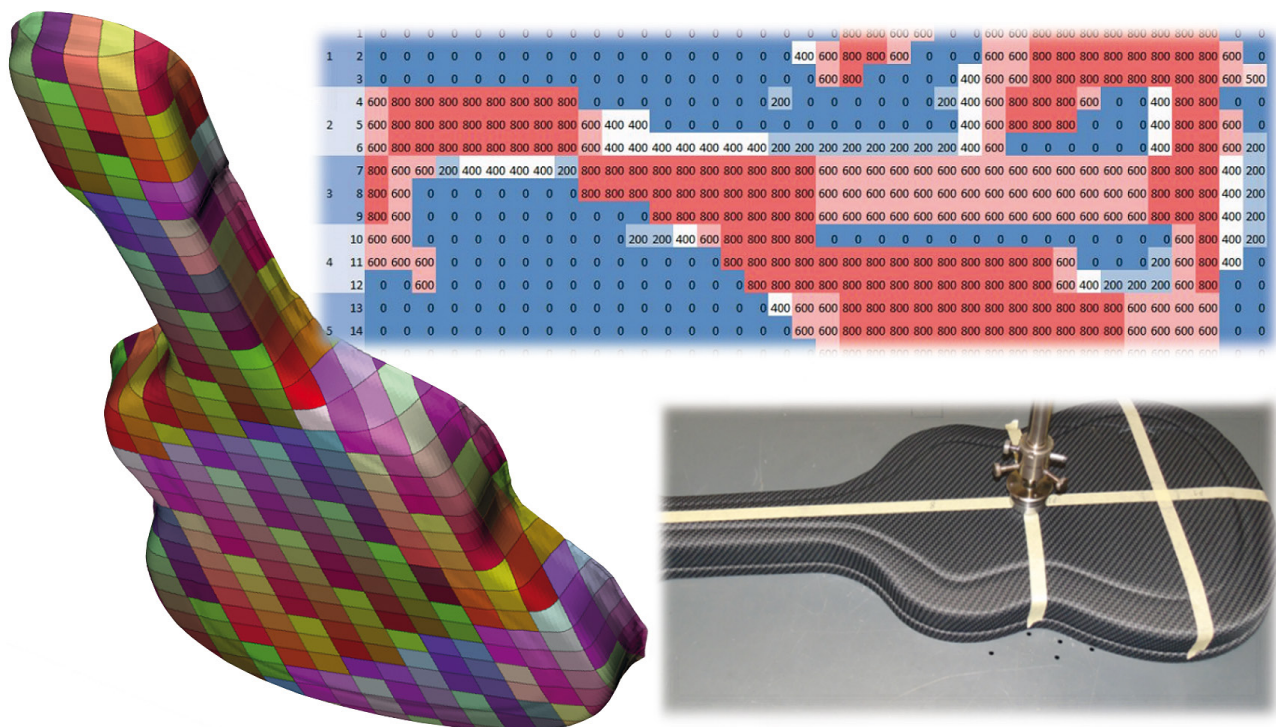


Abbildung 4: diskrete Bauteiloptimierung (links), Ergebnis Optimierung Topologie variable Faserdicke (oben), Strukturprüfung Bauteil mit variabler Topografie (unten). Quelle: optiformTEX

eines minimalen Bauteilgewichts entwickelt. Mit diesem Algorithmus und bekannten Randbedingungen (z. B. Einspannsituation bzw. Einbauzustand des Bauteils) sind Naturfaserformteile realisierbar, welche ein definiertes Anforderungsprofil erfüllen und gleichzeitig ein minimiertes Bauteilgewicht (bzw. minimalen Rohstoffeinsatz) aufweisen. Ebenfalls berücksichtigt die Bauteiloptimierung den Verformungszustand des späteren Bauteils sowie den lastspezifischen Verzug des Halbzeugs. Hierfür wurden umfangreiche Verformungsanalysen der Mattenhalbzeuge sowie der Strukturbauteile erarbeitet. Weiterführend konnte anhand zweier konkreter Bauteile (Instrumentenkoffer,

Türinnenverkleidung) die Qualität der Bauteiloptimierung sowie die Genauigkeit des Herstellungsprozesses validiert werden, indem diese umfangreichen Strukturprüfungen unterzogen wurden.

Zusammenfassend wurden in Teilvorhaben 5 die materialseitigen und simulativen Grundlagen gelegt, um belastungsangepasste Naturfaserstrukturbauteile herzustellen. Das enorme Potenzial der Technologie wurde an Beispielbauteilen nachgewiesen, welche bis zu 30 Prozent leichter waren als konventionell hergestellte Bauteile mit vergleichbaren mechanischen Struktureigenschaften.

➤ Verwertung und wirtschaftliche Bedeutung

Im Rahmen des Vorhabens optiformTEX konnte eine Technologie zur Fertigung von vliesstoffbasierten Halbzeugen mit topologischer Verteilungscharakteristik entwickelt und das Vorhabenziel somit erreicht werden. Aufgrund der partiellen Mehrmaterialanhäufung konnten nachweislich erhebliche Gewichtseinsparungen in der Herstellung von naturfaserverstärkten Verbundbauteilen (anhand eines Prototypenbauteils in der Türinnenverkleidung) erreicht werden. Das entwickelte Verfahren ist jedoch nicht allein auf die Anwendung im Automotivbereich beschränkt und kann auch selbst über den Anwendungsfall für Faserverbundbauteile hinaus genutzt werden. Auf dieser Ergebnisgrundlage ergeben sich für die wirtschaftlich aktiven Vorhabenpartner die nachfolgenden Verwertungspläne.

SachsenLeinen plant auf Grundlage der im Vorhaben erzielten Ergebnisse über die originär angedachte Aktivität zur Vermarktung verfahrensangepasster Fasermischungen hinaus den Aufbau eines Businessmodells zur Technologievermarktung. In Kooperation mit dem STFI und der DiloGroup ist die Akquisition neuer Anwendungsfelder und Betreuung von Produktentwicklungsaktivitäten geplant. Die grundlegend entwickelte optiformTEX-Technologie

dient dabei als Ausgangspunkt zur technologischen Anpassung an diverse Anwendungsbereiche und spezifische vliesstoffbasierte Produkte.

Die Oskar Dilo Maschinenfabrik KG plant die Überführung der Arbeitsergebnisse auf Industrieniveau. Im Verlauf des Vorhabens konnte eine Kalkulationsbasis erarbeitet werden, auf deren Grundlage bereits die Kalkulation von pilothafter Anlagentechnik in einer Arbeitsbreite von 2,5 m realisiert werden konnte. Kurzfristig nach Vorhabenende sind die Präsentation und Vorführung eines zu optimierenden optiformTEX-Nachrüstmoduls auf dem europäischen und außereuropäischen Textilmaschinenmarkt und eine erste Auftragsakquise geplant. Die angestrebte Kooperation mit dem STFI und SachsenLeinen zur produktorientierten Technologievermarktung kann hier potenziell die Grundlage bilden.

Das Ziel des Verbundprojektes, eine Technologie zur Fertigung von Naturfaserhalbzeugen mit topologischer Verteilungscharakteristik zu entwickeln, wurde aus Sicht der Volkswagen AG erreicht. Die erzielbare Gewichtseinsparung konnte anhand von Prototypenbauteilen in der

Türverkleidung nachgewiesen werden. Da das konkrete Innenraumdesign eines Fahrzeugs Bauteilaufteilung, verwendbare Materialien und Fertigungsverfahren sowie die Montagereihenfolge stark beeinflussen, muss vor einem Up-Scaling auf eine Serienanwendung im Automotive Bereich die Eignung des entwickelten Verfahrens erneut geprüft werden. Hierbei spielen neben den technischen Aspekten des Verfahrens auch wirtschaftliche Belange, die sich meist aus Fahrzeugklasse, angestrebter Stückzahl und weiteren Faktoren ergeben, eine entscheidende

Rolle. Grundsätzlich ist das Verfahren weder auf die Anwendung im Modul Türverkleidung noch auf den Automotive Bereich generell beschränkt. Um eine möglichst große Palette potenzieller Anwendungen im Hause Volkswagen zu erreichen, werden die von der Kunststofftechnik erarbeiteten Ergebnisse an die Vorentwicklung übergeben.

Eine Prüfung auf Anwendungen außerhalb des Automotive Bereichs erfolgt durch die Verbundpartner (Quelle: Abschlussbericht optiformTEX (VW)).

➤ Ausblick

Das im Vorhaben optiformTEX entwickelte Verfahren zur Herstellung topologisch optimierter Vliesstoffe weist im adressierten Anwendungsfeld Automotive auf Grund der Möglichkeiten zur Masseinsparung erhebliche Nutzungspotenziale auf. Darüber hinaus bestehen Möglichkeiten zu weiterführenden F&E- und Vermarktungsaktivitäten auch über den originären Anwendungsbereich Automobil hinaus.

Hierdurch sollen weitere Anwendungsfelder erschlossen und die Technologie beispielsweise hinsichtlich ihrer Abfragegenauigkeit weiter optimiert werden. Weiterführende Anwendungen werden unter anderem im Bereich Sport-, Heim- und Textextil sowie auch in der Polsterindustrie gesehen.

➤ Impressum

Konsortialführer Projekt futureTEX:

Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V. (STFI)
An-Institut der Technischen Universität Chemnitz
Geschäftsführender Kaufmännischer Direktor:
Dipl.-Ing.-Ök. Andreas Berthel

Postanschrift:

Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V. (STFI)
Postfach 13 25
09072 Chemnitz

Besucheradresse:

Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V. (STFI)
Annaberger Straße 240
09125 Chemnitz

Kontakt:

Projektleitung: Dirk Zschenderlein
E-Mail: dirk.zschenderlein@stfi.de
Tel.: +49 371 5274-283
Fax: +49 371 5274-153
www.futuretex2020.de

Verbundkoordinator Umsetzungsvorhaben optiformTEX:

SachsenLeinen GmbH
August-Bebel-Straße 2d
04416 Markkleeberg
Ansprechpartner: Lovis Kneisel
Tel.: +49 341 3503758-0
E-Mail: lovis.kneisel@sachsenleinen.de

Lektorat und Gestaltung:

P3N MARKETING GMBH
Deubners Weg 10
09112 Chemnitz
Tel.: +49 371 243509-00
Fax: +49 371 243509-19
E-Mail: info@p3n-marketing.de

03/2021

