

future**TEX**

Zukunft unternehmen!

TourAtlas

HPF  **Garnitur**



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

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 2022 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 HPF-Garnitur**

Verbesserte Qualität für Vliesstoffe aus Hochleistungsfasern bei längerer Standzeit durch optimierte Krempelgarnituren und angepasste Online-Überwachung

Laufzeit: 1. November 2019 – 30. April 2022

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

Inhalt

Management Summary	5
Partner	6
Problemstellung und Motivation	8
Beitrag zur Realisierung der futureTEX-Ziele	9
Lösungsansatz	9
Ergebnisse	12
Verwertung und wirtschaftliche Bedeutung	16
Ausblick	17

➤ Management Summary

Das Vorhaben HPF-Garnitur widmete sich der Entwicklung eines geeigneten Monitoringsystems zur Überprüfung des Verschleißgrades von Krempelgarnituren. Ebenfalls wurde die Optimierung der Krempelgarnituren hinsichtlich Materialoberfläche, Geometrie und Abständen der Zahnung für die Verarbeitung von Hochleistungsfasern untersucht.

Das Vorhabenkonsortium, bestehend aus zwei Forschungsinstituten und vier Industriepartnern, ermöglichte nicht nur die Entwicklung und Untersuchung im Labormaßstab, sondern auch die Prüfung der Anwendbarkeit im industriellen Bereich.

Der Vorhabenpartner, das Faserinstitut Bremen e.V. (FIBRE), Bremen, entwickelte eine Online-Verschleißmessung, während das Sächsische Textilforschungsinstitut e.V. (STFI), Chemnitz, sich der Prozessintegration der entwickelten Bildanalyse und der Offline- sowie Semi-Online-Analyse der Verschleißerscheinungen widmete.

Durch den Garniturhersteller Spindelfabrik Süssen, Graf & Cie AG (Graf), Süssen, wurde die Optimierung der Garnituren hinsichtlich einer Verschleißreduzierung und einer verbesserten Verarbeitung von Hochleistungsfasern

untersucht. Die Industriepartner ASGLAWO® technofibre GmbH, Bobritzsch-Hilbersdorf, sowie TENOWO GmbH, Hof, und Norafin Industries (Germany) GmbH, Mildenau, überprüften den Verschleiß bei der Verarbeitung von Hochleistungsfasern im industriellen Maßstab und gewährleisteten zudem eine Anpassung der Verschleißanalyse für die Industrie. *Abbildung 1* zeigt die einzelnen Arbeitspakete (AP).

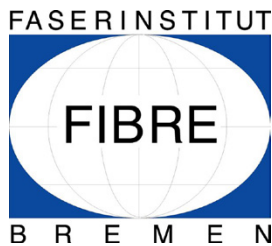
Arbeitsschwerpunkte des Vorhabens waren:

- Optimierung der Garnitur zur Verarbeitung von Hochleistungsfasern,
- Untersuchung des Verschleißverhaltens von unterschiedlichen Fasertypen mit Fokus auf Aramid-, Carbon- und Glasfasern,
- Entwicklung eines Monitoringsystems zur Überwachung und Klassifizierung des Verschleißgrades,
- Integration des entwickelten Bildanalyseverfahrens in den Prozess und
- Proof of Concept bei den Industriepartnern.



Abbildung 1: Übersicht über die Arbeitspakete des Projekts HPF-Garnitur, Quellen: Graf/STFI/FIBRE

➤ Partner



Faserinstitut Bremen e.V.
Am Biologischen Garten 2 / IW3 | 28359 Bremen
Ansprechpartner: Dr. Holger Fischer
T: +49 421 218 58661 | fischer@faserinstitut.de



Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V. (STFI)
Annaberger Straße 240 | 09125 Chemnitz
Ansprechpartnerin: Katharina Heilos
T: +49 371 5274-227 | katharina.heilos@stfi.de



Spindelfabrik Süssen GmbH (Graf & Cie AG)
Donzdorfer Straße 4 | 73079 Süssen
Ansprechpartnerin: Sonja Häge
T: +49 7162 15-0 | sonja.haegel@suessen.com

Faserinstitut Bremen e.V. (FIBRE), Bremen

Das Faserinstitut Bremen e.V. (FIBRE), Bremen, ist ein Forschungsinstitut mit Schwerpunkten im Bereich der Entwicklung von Hochleistungsverbundwerkstoffen, Fertigungstechnologien, Faserentwicklung, Qualitätssicherung sowie Materialentwicklung und -charakterisierung. Die Forschungstätigkeit wird durch eine enge Verbindung zu der Universität Bremen unterstützt.

Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V. (STFI), Chemnitz

Das 1992 gegründete Sächsische Textilforschungsinstitut e.V. (STFI), Chemnitz, ist eine gemeinnützige Forschungseinrichtung, die sich den langjährigen Traditionen sächsischer Textilforschung verpflichtet fühlt. Untersuchungen zur Aufbereitung und Verwertung von Textilabfällen unterschiedlichster Art sowie die Verarbeitung von Fasern zu Vliesen und deren anschließende Verfestigung zu Vliesstoffen sind zentrale Bestandteile der Forschungsaktivitäten des STFI. Umfangreiche technische Voraussetzungen und das erforderliche Know-how sind dazu im Zentrum für Textilien Leichtbau des STFI gebündelt.

Spindelfabrik Süssen GmbH (Graf), Süssen

Seit 1917 stellt der Partner Spindelfabrik Süssen GmbH (Graf & Cie AG), Süssen, innovative Ganzstahlgarnituren, flexible Deckel- und Festdeckelgarnituren her. Optimal ergänzt wird das Sortiment durch eine große Bandbreite an hochwertigen Ganzstahlgarnituren für Walzenkarden. Auch durch die Kämme, Service-Maschinen und Zubehörteile wurden Maßstäbe gesetzt. Als globaler Partner bietet Graf kompetente technische Beratung und Wartungsleistungen. Mit seinem weltweiten Vertriebs- und Vertreternetz gewährleistet Graf einen effizienten Kundendienst.



ASGLAWO® technofibre GmbH
Gewerbegebiet – Lindenstraße 2 | 09627 Bobritzsch-Hilbersdorf
Ansprechpartner: Dr. Thomas Liedke
T: +49 3731 3506-33 | t.liedke@asglawo.de

ASGLAWO® technofibre GmbH (ASGLAWO®), Bobritzsch-Hilbersdorf

Die ASGLAWO® technofibre GmbH, Bobritzsch-Hilbersdorf, ist ein international tätiger Produzent und Dienstleister auf dem Gebiet innovativer Isolations- und Verstärkungsstoffe. Ihre Kompetenz für kundenspezifische Problem- und Systemlösungen gründet sich auf dem Know-how von mehr als 65 Jahren Firmengeschichte. Die Produktpalette umfasst Technische Textilien für akustische und thermische Isolationen sowie Verstärkungsstoffe für Hochtemperatur- und Leichtbauanwendungen.



TENOWO GmbH
Fabrikzeile 21 | 95028 Hof
Ansprechpartner: Dr. Hagen Hohmuth
T: +49 9281 49-438 | hagen.hohmuth@tenowo.com

TENOWO GmbH (TENOWO), Hof

Die TENOWO GmbH, Hof, entwickelt und produziert mit ihren Töchtern und Partnern Vliesstoffe für technische Anwendungen. Sie verfügt über Erfahrung und Kompetenz bei der Entwicklung und Herstellung von Vliesstoffen nach unterschiedlichen Technologien an Standorten in Deutschland, den USA und China.



Norafin Industries (Germany) GmbH
Gewerbegebiet Nord 3 | 09456 Mildenau
Ansprechpartnerin: Manja Heß
T: +49 3733 5507233 | manja.hess@norafin.com

Norafin Industries (Germany) GmbH (Norafin), Mildenau

Die Norafin Industries (Germany) GmbH, Mildenau, bedient mit einem modernen Werk in Mildenau technische und industrielle Märkte mit hochwertigen, innovativen, wasserstrahlverfestigten und vernadelten Vliesstoffen und Composites. Das Unternehmen ist für seine kundenorientierten Produktlösungen im Bereich der prozessorientierten Luft- und Flüssigkeitsfiltration sowie für seine innovativen Vliesstoffe für die Schutzbekleidungs-, Medizin- und Bauindustrie bekannt.

➤ Problemstellung und Motivation

Die Motivation des Vorhabens bestand aus der im industriellen Maßstab noch unbefriedigenden Verarbeitung von Hochleistungsfasern zu Vliesstoffen als Halbzeuge für Leichtbauverbundwerkstoffe. Gerade in einer Zeit, in der im Bereich der Verarbeitung, u. a. rezyklierter Carbonfasern, Aufbruchsstimmung herrscht und darüber hinaus im Projektzeitraum ein großes Marktwachstum von neuen Anwendungsgebieten wie dem Leichtbau, insbesondere der Elektromobilität, prognostiziert wird, musste gezielt an der wirtschaftlichen und technischen Entwicklung der im industriellen Maßstab genutzten Prozesse gearbeitet werden.

Bereits seit Beginn der Herstellung von Vliesstoffen aus Glas- und Aramidfasern ist bekannt, dass durch die Materialeigenschaften eine erhöhte Abrasion an den Arbeitselementen der Prozessstrecken auftritt. Dies gilt auch für den sich rasant entwickelnden Bereich der Verarbeitung rezyklierter Carbonfasern (rCF). In der Folge verteuert dies die Produkte aus ohnehin hochpreisigen Rohstoffen zusätzlich, so dass der Marktanteil trotz hervorragender mechanischer Eigenschaften klein bleibt.

Es ist eine übliche Praxis, dass die Walzen der Krempel mit Garnituren unterschiedlicher Geometrie bestückt werden, um so eine optimale Verarbeitung zu ermöglichen. Idealerweise ist die Geometrie der zu verarbeitenden Faserart angepasst. Parallel hierzu wurden in den letzten Jahren bereits Ansätze entwickelt, um durch eine gehärtete Oberfläche und angepasste Geometrie die Abrasion der Krempelgarnituren zu reduzieren. Eine technische

Bedeutung haben diese Arbeiten nicht erlangt, da der sichere Nachweis und die Quantifizierung des Verschleißes im Vergleich zu Standardgarnituren aktuell schwierig bis unmöglich sind. Eine Entnahme von Stücken des Garniturdrahtes und eine mikroskopische Untersuchung könnten zwar die Abrasion nachweisen (siehe *Abbildung 2*), das ist jedoch technisch nicht umsetzbar, weil dann die Garnituren komplett ersetzt werden müssten.

Eine Ermittlung der Abrasion konnte vor Projektbeginn nur quantitativ über die Standzeit und über Wartungsintervalle sowie qualitativ (beruhend auf Erfahrungswerten) durch Fachpersonal beurteilt werden.

Um die Verarbeitung technisch und wirtschaftlich zu optimieren, wurde im Projekt erstmalig ein verlässliches Monitoringsystem zur Erfassung des Verschleißfortschritts der Garnituren entwickelt. Diese Entwicklung ermöglicht im Sinne von Industrie 4.0 eine wartungsoptimierte Prozessführung. Die Notwendigkeit des bevorstehenden Garniturwechsels kann zunächst online überprüft und bei Bedarf eingeplant oder verschoben werden.

Das Projektkonsortium, welches aus zwei Instituten, einem Garniturhersteller sowie drei Vliesstoffherstellern bestand, untersuchte die Verschleißwirkung unterschiedlicher Fasertypen. Im Fokus stand neben der Optimierung der Garnituren hinsichtlich Oberflächenbeschaffenheit und Profil auch die Beurteilung des auftretenden Verschleißes bei der Verarbeitung von Glas-, Carbon- und Aramidfasern.

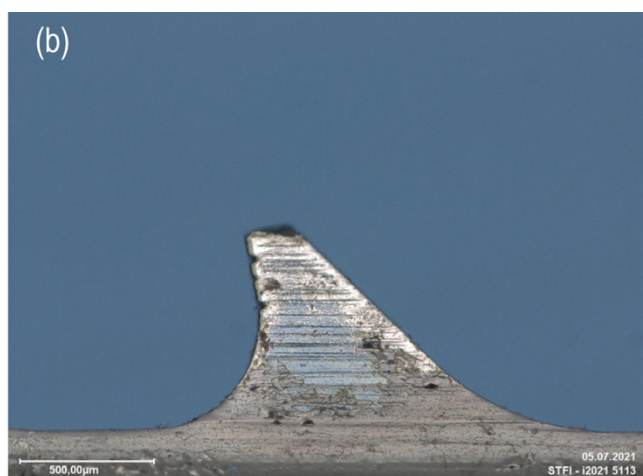
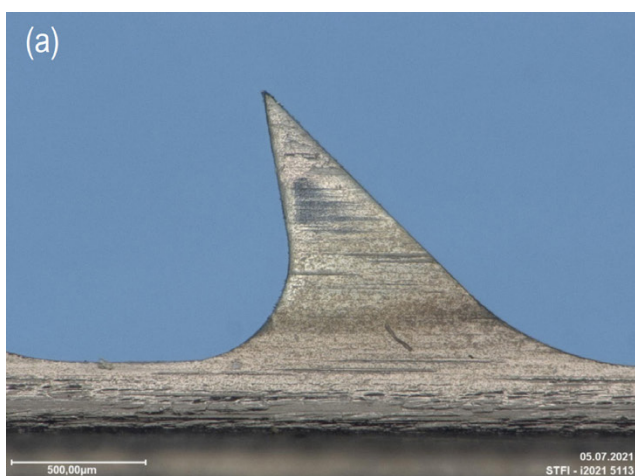


Abbildung 2: Neugarnitur (a) und Altgarnitur (b) eines Tambours, Quelle: STFI

➤ Beitrag zur Realisierung der futureTEX-Ziele

Das Vorhaben gliedert sich in mehrere Unterziele der futureTEX-Strategie ein und berücksichtigt vor allem den aktuellen Trend der Digitalisierung im Bereich des Textilmaschinenbaus (Optimierung und Funktionalisierung der Garnituren) und der Technischen Textilien (Betrachtung der Wirkung von Hochleistungsfasern auf Garnituren).

Das Ziel des Vorhabens war, zunächst eine Grundlage für den vliesstoffspezifischen Textilmaschinenbau zu schaffen und anschließend die Erkenntnisse auf weitere Textilmaschinen bzw. Nähwirkmaschinen (Betrachtung des Verschleißes von Nadeln) zu übertragen. Dies ermöglicht nicht nur die Stärkung der heimischen Wertschöpfung, sondern auch eine überregionale und branchenübergreifende Verwertung der Projektergebnisse.

Im Sinne der „Ressourceneffizienten Textilfabrik“ konnte im Rahmen des Vorhabens die Materialeffizienz gesteigert werden und durch die Verwendung von rCF aus der Pyrolyse von End-of-life-Bauteilen der „Nachhaltige Textilkreislauf“ berücksichtigt werden. Zudem stellt die geplante optimierte Wartung durch Online-Erfassung des Verschleißgrades eine Revolutionierung des Vliesstoffproduktionsprozesses dar und eröffnet neue Möglichkeiten der Wartungsvorhersage und Produktionsplanung im Sinne von „Industrie 4.0“.

Die systematische Stärkung qualitativer Wettbewerbsfaktoren stellt im Projekt futureTEX eine Schlüsselrolle dar, somit entspricht das Vorhaben in hervorragender Art und Weise den strategischen Zielen von futureTEX. Durch die Zusammensetzung des Konsortiums werden die mit dem Förderprogramm „Zwanzig20 – Partnerschaft für Innovation“ angestrebten Ziele – überregionale und interdisziplinäre Zusammenarbeit von Partnern – verwirklicht. Die Kooperation der beteiligten Institute gewährleistete eine Kompetenzbündelung und einen gezielten Wissenstransfer in die Wirtschaft. So steht u. a. dem Konsortium und der Industrie auch nach Ablauf des Projekts eine Versuchsanlage auf neuestem technischem Stand mit den Erkenntnissen aus dem abgeschlossenen Projekt als Forschungs- und Versuchsfeld zur Verfügung.

Weiterhin werden bestehende Partnerschaften von Unternehmen verstärkt und ausgebaut. Dies zeigte bereits die erfolgreiche Kooperation der Partner im Rahmen des Vorhabens RecyCarb. Die Idee zum geplanten Vorhaben entstand u. a. im Sinne des „Wirkungsvollen Innovations- und Wissensmanagements“ aus dem Vorhabenkonsortium RecyCarb heraus. Die Wahl der Vorhabenspartner gewährleistete eine branchenübergreifende, interdisziplinäre Projektbetrachtung mit dem Ziel, eine möglichst breite Anwendergruppe anzusprechen.

➤ Lösungsansatz

Um die Verarbeitung von Hochleistungsfasern (Carbon-, Glas- und Aramidfasern) zu Vliesstoffen technisch und wirtschaftlich zu optimieren, wurden Weiterentwicklungen in zentralen Bereichen der Prozesskette durchgeführt, verbunden mit der erstmaligen Entwicklung eines verlässlichen Monitoringsystems zur Erfassung des Verschleißfortschritts der Garnituren. Dies wird die darauf aufbauende Anlagensteuerung sowie die Wartungs- und

Produktionsplanung massiv erleichtern. Besonders im Fokus standen hierbei:

- Erstmalige Entwicklung eines verlässlichen Monitoringsystems zur Erfassung des Verschleißfortschritts an den Garnituren als Grundlage für die Wartungs- und Produktionsplanung,

- Entwicklung angepasster Garnituren zur Reduzierung der Abrasion auf ein Niveau nahe zur normalen Abnutzung, womit gleichzeitig eine Verlängerung der Maschinenlaufzeiten und Erhöhung der Produktivität erreicht wird,
- Steigerung der Qualität der Vliesstoffe im Prozess durch weniger Faserbrüche und schonendere Verarbeitung der Fasern und
- Reduzierung des Prozessverlustes für Carbon-, Glas- und Aramidfasern.

Die Ergebnisse können direkt nach Vorhabenende nicht nur bei den beteiligten Partnern, sondern in der gesamten Branche umgesetzt werden.

Aus den genannten Zielen resultierten folgende Arbeitspakete:

1. Festlegung von grundlegenden Rahmenbedingungen für die Garniturentwicklung und das Verschleißmonitoring sowie Definition der wichtigsten Rahmenparameter und Validierung im Prozess
2. Definition der notwendigen Maßnahmen für die Entwicklung der Garnituren für verschiedene Hochleistungsfasern, Anpassung an die verschiedenen Fasertypen und Durchführung orientierender Verarbeitungstests im Technikumsmaßstab
3. Konstruktion einer geeigneten Hardwareanordnung und Neuentwicklung von adaptierten Algorithmen zur bildanalytischen Auswertung des Garniturverschleißes sowie erste Validierung der Online-Analyse im Technikumsmaßstab
4. Integration des in AP3 entwickelten Prüfverfahrens in die Prozesskette und erste Feldtests zur Verarbeitung der verschiedenen Fasertypen im Technikumsmaßstab unter industrienahen Bedingungen
5. Nachweis der industriell umsetzbaren Verschleißmessung durch vergleichende Untersuchungen im Technikumsmaßstab sowie Verifizierung für die einzelnen Fasertypen im Industriemaßstab bei den jeweiligen Industriepartnern

6. Entwicklung der qualifizierten, industriell umsetzbaren optimierten Verarbeitung von Hochleistungsfasern mit integrierter Verschleißüberwachung als Grundlage einer Konzepterstellung und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Zur Erreichung der Ziele wurde ein Verbundkonsortium zusammengestellt, welches die zur Erreichung der genannten Ziele notwendigen Kenntnisse einbringt. Das FIBRE als Koordinator des Vorhabens war federführend bei der Entwicklung der Online-Verschleißmessung sowie beim Nachweis der industriell umsetzbaren Verschleißmessung. Das STFI leitete die Definition der Rahmenbedingungen für Garniturentwicklung und Verschleißmonitoring und war federführend bei der Durchführung von Offline- sowie Semi-Online-Analysen zur Identifizierung von Garniturschäden, der Integration der Prüfverfahren in die Prozesskette sowie den Feldtests. Der Partner Graf leitete die Untersuchungen zur Entwicklung der Garnituren für verschiedene Hochleistungsfasern und leistete wesentliche Beiträge zur Identifizierung und Bewertung der Schadensbilder in der Online-Verschleißmessung. Die Partner TENOWO, ASGLAWO® und Norafin als industrielle Anwender der Krempeltechnologie ermöglichten den Nachweis der industriell umsetzbaren Verschleißmessung an eigenen Produktionsanlagen, die überwiegend im Dauereinsatz zur Produktion von Vliesstoffen aus Carbon-, Glas- und Aramidfasern sind. Dies ermöglichte nicht nur den Vergleich zwischen den verschiedenen Fasertypen, sondern auch die Identifikation charakteristischer und materialspezifischer Verschleißmechanismen.

Zu Beginn der Versuchsreihen wurden orientierende Messungen an der Laborkrempel des FIBRE durchgeführt. In *Abbildung 3* ist die Verarbeitung von Aramidfasern an der Laborkrempel dargestellt, in *Abbildung 4* der Messaufbau zur Verschleißmessung an der Laborkrempel. Im nächsten Schritt konnten die Verschleißmessungen an der Krempel im Technikum des STFI aufgenommen werden (*Abbildung 5*). Auf Basis dieser Ergebnisse konnten final auch Verschleißmessungen an den Produktionsanlagen der Industriepartner erfolgen. Das Zusammenführen der Beiträge aller Partner ermöglichte schließlich die finale Bewertung der industriell umsetzbaren, optimierten Verarbeitung von Hochleistungsfasern auch im Rahmen einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.

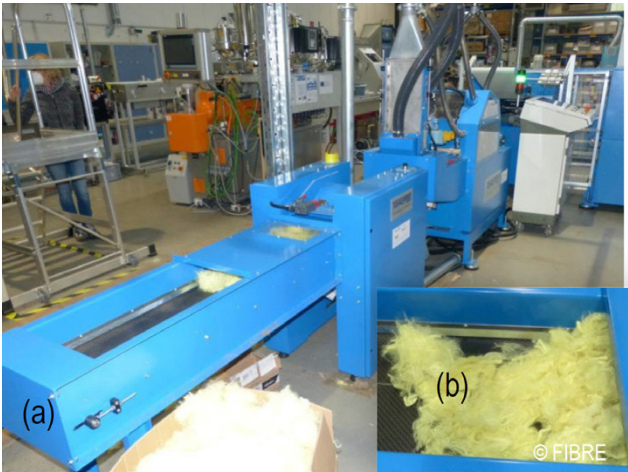


Abbildung 3: Laborkrempel im FIBRE – Gesamte Anlage, vorne Öffner (a), Aramidfasern beim Einzug in den Öffner (b) und Aramidflor nach Krempel (c), Quelle: FIBRE



Abbildung 4: Messaufbau an der Laborkrempel (a), Tambour (b) und Arbeiter 1 (c), Quelle: FIBRE



Abbildung 5: Messaufbau an Arbeiter 2 der Technikumskrempel – Übersicht (a) und Detail (b), Quelle: STFI

➤ Ergebnisse

Ermittlung von Garniturschäden und Verschleißarten

Neben dem Verschleiß führen Verschmutzungen zu einer Behinderung der Funktionsweise. Das unerwünschte Zusetzen von Walzen bedingt durch Avivage- oder Schlichterückstände kann durch ein Monitoring vorzeitig erkannt

und Säuberungen der Walzen in die Wartungsarbeiten frühzeitig eingeplant werden. Zur Beurteilung der unterschiedlichen Garniturauffälligkeiten und Verschleißerscheinungen wurden zunächst Garniturstücke der Vorhabenpartner im Lichtmikroskop näher untersucht. Typische Verschleiß- und Schadensbilder sind in *Tabelle 1* gelistet.

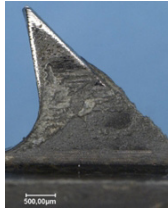
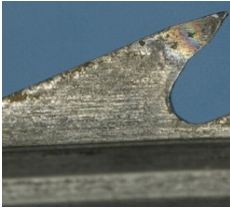
Beschädigung/ Verschleiß- erscheinung					
Beschreibung	Verschmutzung durch Avivage- oder Schlichterückstände und (Faser-)Staub	Verfärbung der Zahnspitze durch Überhitzung oder im Nachschleifprozess	Aufgespaltene Zahnspitze durch (Metall-) Fremdkörper im Prozess	Verformter Zahn durch Fremdkörper im Prozess	Fehlender Zahn durch Fremdkörper im Prozess

Tabelle 1: Unterschiedliche Beschädigungen und Verschleißerscheinungen, Quelle: STFI

Bei den ermittelten Garniturauffälligkeiten handelt es sich neben rein optischen Auffälligkeiten, wie bspw. farbliche Veränderungen und Verschmutzungen, auch um durch Fremdkörper verursachte Beschädigungen. Hierzu zählen aufgespaltene Zahnspitzen, Verformungen der Zähne sowie Zahnverluste. Neben der Betrachtung der Zähne mittels Lichtmikroskop erfolgte eine Untersu-

chung der Garnituren unter Verwendung eines Raster-elektronenmikroskops (REM). Hierdurch konnte nachgewiesen werden, dass überwiegend Brustwinkel und Zahnspitze von Verschleiß betroffen sind. Die Zahnspitzen zeigten im Vergleich zur Neugarnitur sichtbare Ab-rundungen, die Brustwinkel wiesen deutliche Riefen auf (*Abbildung 6*).

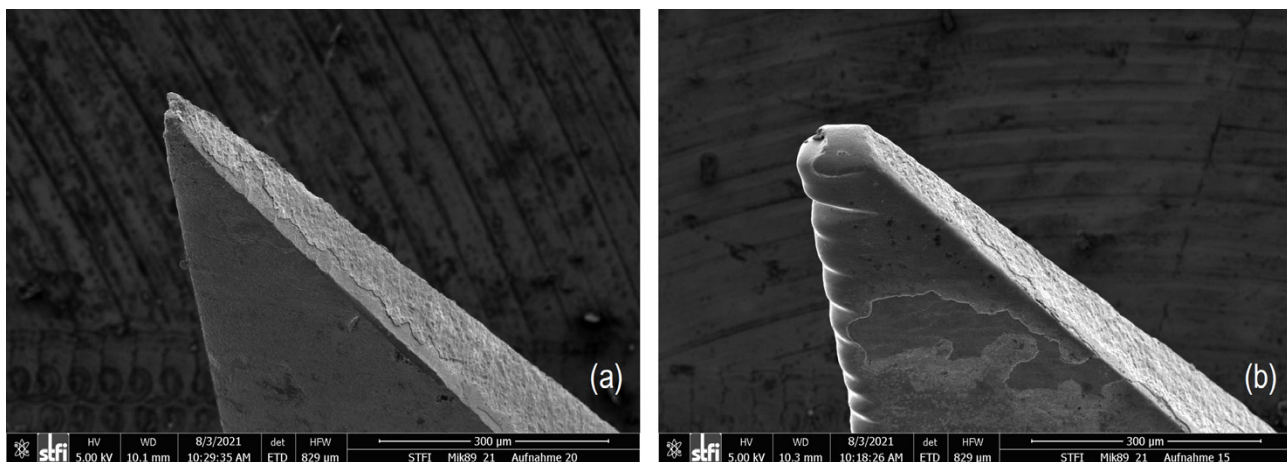


Abbildung 6: REM-Aufnahmen (a) einer Neugarnitur und (b) einer Altgarnitur mit sichtbarem Verschleiß, Quelle: STFI

Garniturentwicklung

Durch den Partner Graf wurden Garnituren für die Verarbeitung von Hochleistungsfasern entwickelt und zur Verfügung gestellt. Diese konnten im Projekt u. a. an der Technikumsanlage des STFI eingesetzt werden, um die

Verschleißeffekte bewerten zu können. In *Abbildung 7* sind die Anlage während des Garniturwechsels (Position der ausgebauten Walzen mit rotem Oval markiert), das Aufziehen der Neugarnitur sowie die Neugarnitur im Detail (c), das Aufziehen der Neugarnitur sowie die Neugarnitur im Detail dargestellt.

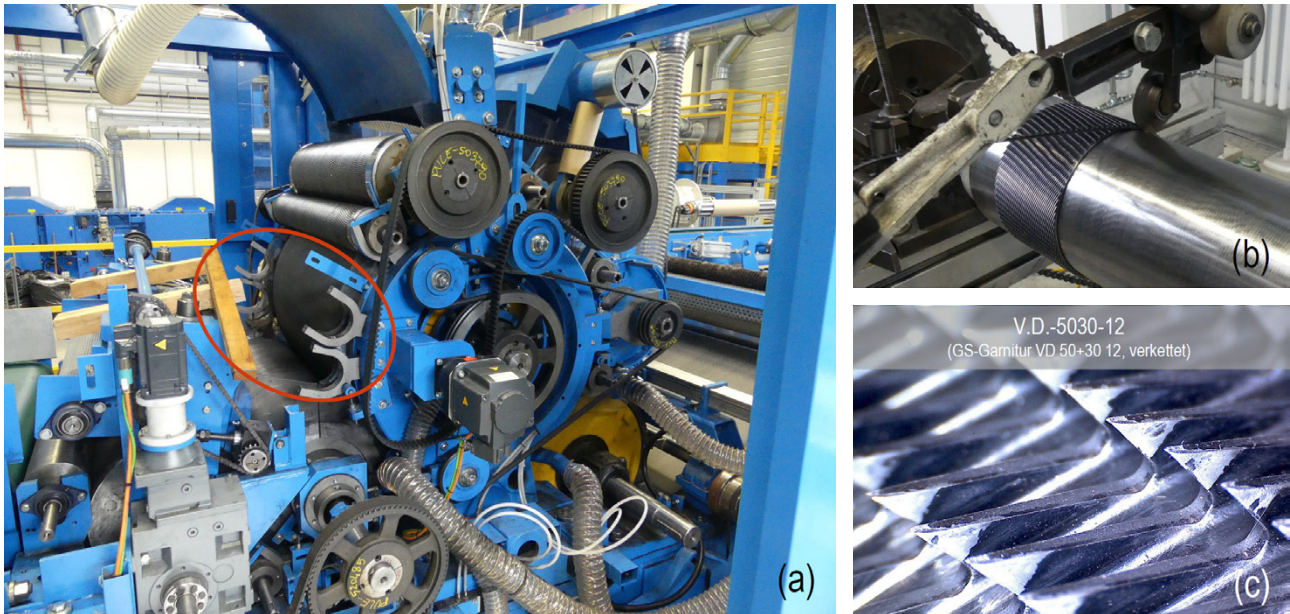


Abbildung 7: Technikumskrempel im STFI mit ausgebautem Arbeiter-/Wenderpaar (a), Aufziehen der Neugarnitur (b) und Neugarnitur im Detail (c), Quelle: STFI

Integration der Prüfmethode in den Technikumsprozess am STFI

In *Abbildung 8* ist das Verfahren der Online-Verschleißmessung dargestellt. Unter Verwendung einer digitalen Industriekamera mit geeignetem Objektiv und einer dazu konzipierten Beleuchtungsanordnung (a) werden zunächst Aufnahmen der Walzenbeläge erstellt. Zur Reproduzierbarkeit wird der Kameraaufbau an der Anlage montiert,

was das wiederholte Anfahren von Messpositionen ermöglicht. Die Auswertung erfolgt mittels einer im FIBRE entwickelten Analysesoftware – im stehenden System. Aus dem Originalbild (b) werden mittels einer Kantenerkennung die Zähne im Fokusbereich markiert (c). Gleichzeitig ist für eine reproduzierbare Auswertung eine Perspektivenkorrektur erforderlich. Diese ist beispielhaft in *Abbildung 9* dargestellt.

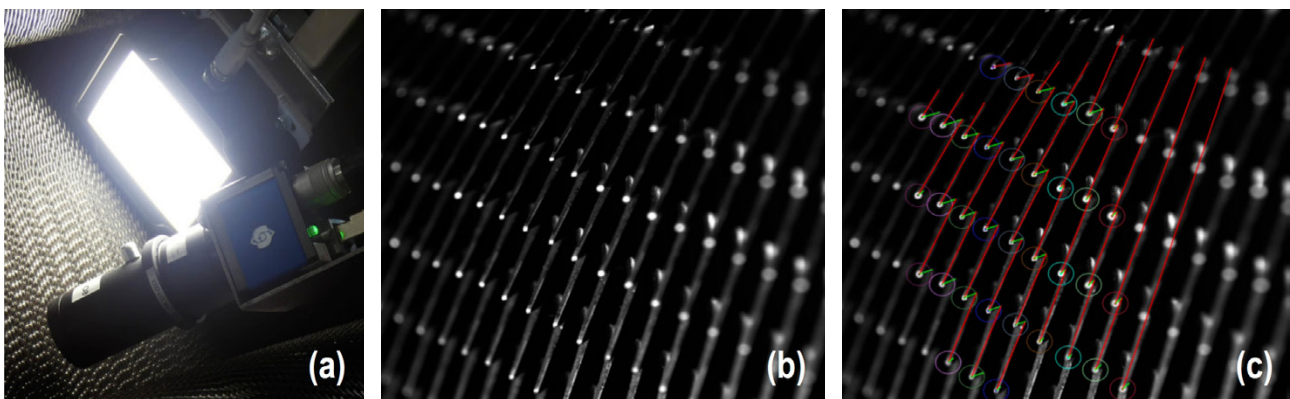


Abbildung 8: Online-Analyse, Versuchsaufbau Kamera-/Beleuchtungseinheit (a), Garnitur 3. Arbeiter, Originalbild (b), zu analysierende Zähne im Fokusbereich nach Kantenerkennung (c), Quellen: STFI (a)/FIBRE (b, c)

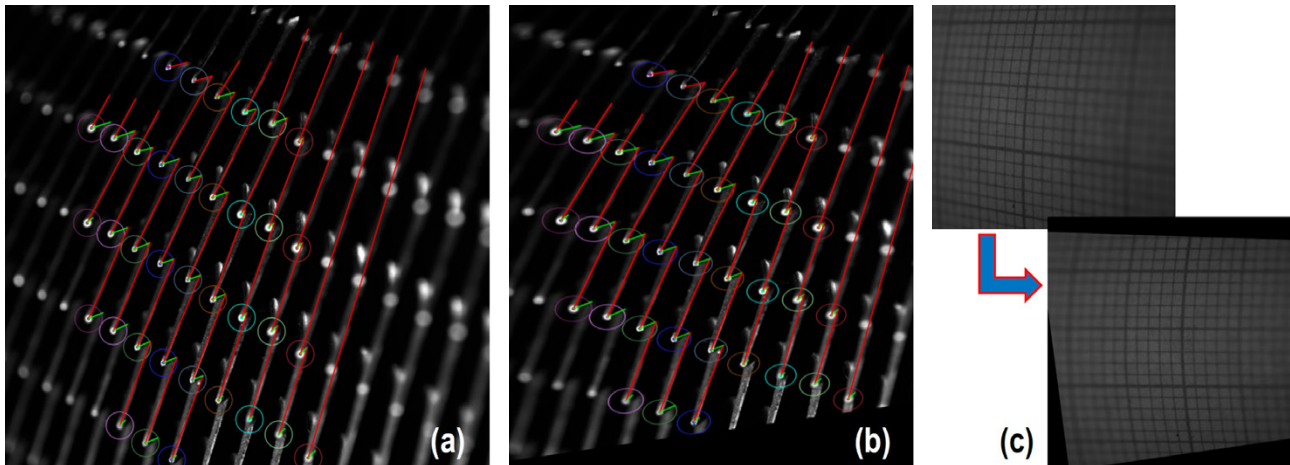


Abbildung 9: Aufnahme mit verbesserter Kantenerkennung Original (a), mit Perspektivkorrektur (b) und Hilfsgitter für die Perspektivkorrektur (c), Quelle: FIBRE

Zur Sicherung einer korrekten Auswertung muss sich der Fokusbereich mindestens über drei Zahnreihen mit jeweils drei Zähnen erstrecken. Wenn Walzendurchmesser, Zahnabstand und -höhe bekannt sind, können aus dem Bild Brust- und Arbeitswinkel berechnet sowie Kanten- ausbrüche bzw. beschädigte Spitzen detektiert werden. Die optimale Aufnahmeposition hängt von Walzendurchmessern und Zahnwinkeln ab und muss daher walzen- spezifisch ermittelt werden.

Online-Verschleißmessung bei den Indus- triepartnern

Zur Verifizierung der Methode im Industriebereich er- folgten Versuche bei den Vorhabenpartnern. Auch hier konnten die erwarteten Verschleißerscheinungen sowie

Schäden durch Fremdkörper im Prozess detektiert wer- den. Diese sind anhand einiger Beispiele im Folgenden dargestellt.

Die Aufnahmen in *Abbildung 10* zeigen exemplarisch Arbeiter 2 und Wender 2 einer Krempel in einem guten Zustand. Es sind zum Zeitpunkt der Messung wenig bis keine Verschleißerscheinungen zu erkennen. Lediglich Wender 2 weist eine Schadstelle durch Fremdkörper auf, die jedoch wegen ihrer geringen Ausdehnung keinen signifikanten Einfluss auf die Produktqualität hatte. Damit wird es auch möglich, im Rahmen der Messung derartige Schadstellen zu quantifizieren. Eine Bewertung, ob diese Schadstelle die Produktqualität beeinflusst, wird so prin- zipiell möglich. Allerdings muss dazu noch eine entspre- chende Datenbasis erarbeitet werden.

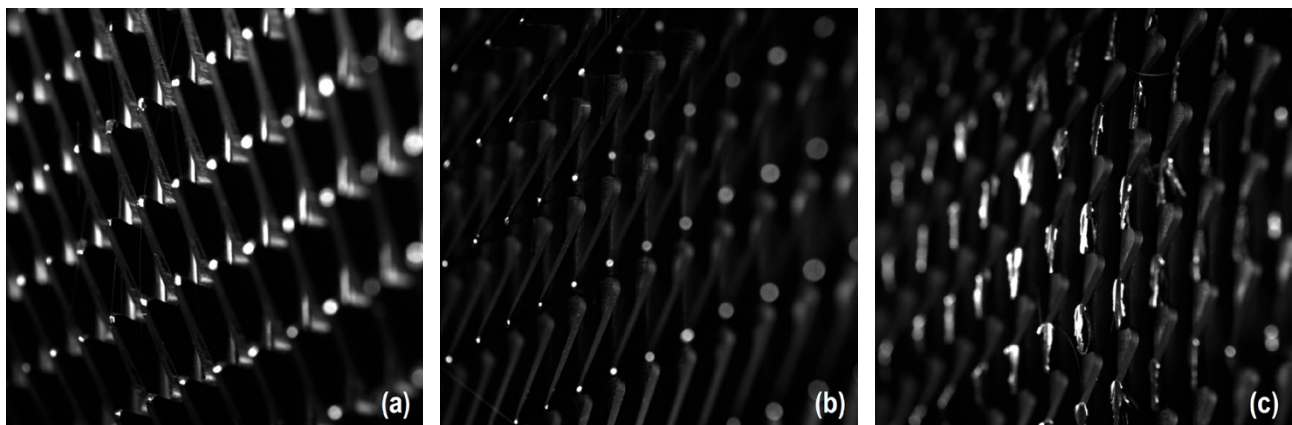


Abbildung 10: Garnituren von Arbeiter 2 (a), Wender 2 „normal“ (b) und Schadstelle durch Fremdkörper auf Wender 2 (c), Quelle: FIBRE

In *Abbildung 11* sind Arbeiter 1 sowie die Dichtwalze einer Krempel dargestellt. Auch hier sind zum Zeitpunkt der Messung wenig bis keine Verschleißerscheinungen zu er-

kennen. Allerdings weist die Dichtwalze leichte Verunrei- nigungen und Faserreste auf. Diese könnten in größerer Menge auch die Bildanalyse stören.

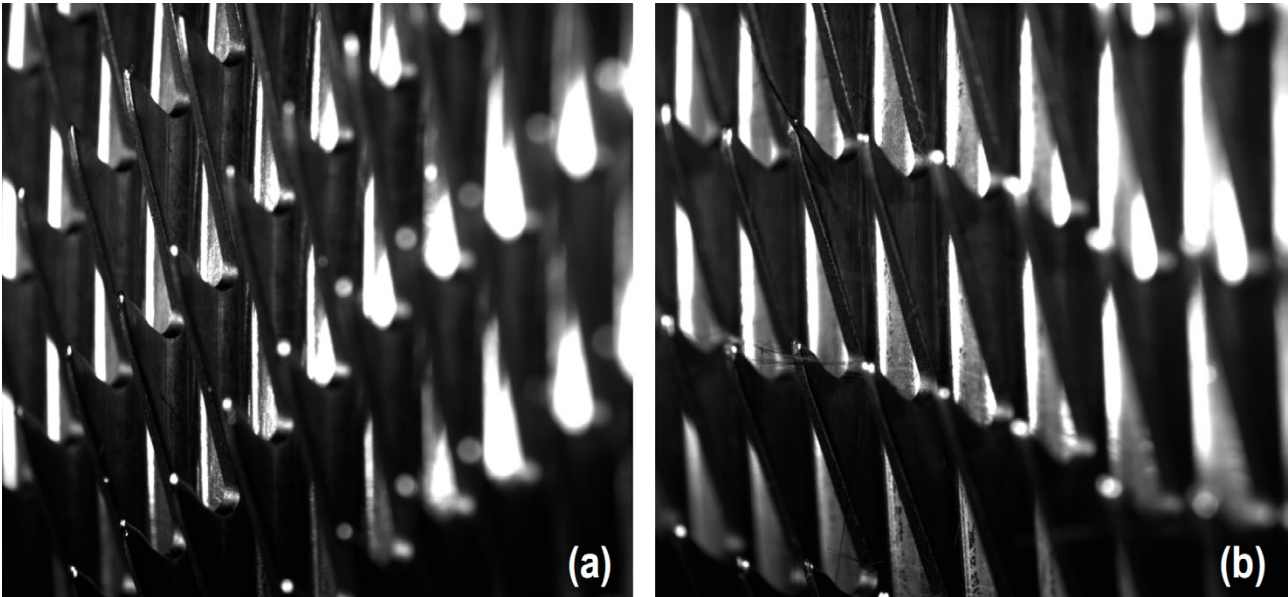


Abbildung 11: Garnituren von (a) Arbeiter 1 und (b) Dichtwalze mit Restfasern, Quelle: FIBRE

In *Abbildung 12* ist anhand des Vergleichs einer Alt- und Neugarnitur des Tambours einer Krempel (aufgenommen direkt vor bzw. nach dem Garniturwechsel) die maximal detektierbare Verschleißdifferenz dargestellt. Rechts im Bild ist die Neugarnitur (b) mit voll erhaltener scharf ausgebildeter Spitze und Seitenkanten zu erkennen. Im Vergleich dazu zeigt die verschlissene Spitze (a) die typischen Verschleißerscheinungen einer gerade noch be-

nutzbaren Garnitur mit bereits rund geschliffener, aber noch vorhandener Spitze und durch die Fasern ausgeschliffener Riefen in der Seitenkante der Brustflanke. Die Stärke der Riefen nimmt zur Spitze hin zu. Bei weiter fortschreitendem Verschleiß würde die Spitze dann komplett abgetrennt, so dass dann auch die Zahnhöhe abnehmen und die Produktqualität merklich beeinflusst würde.

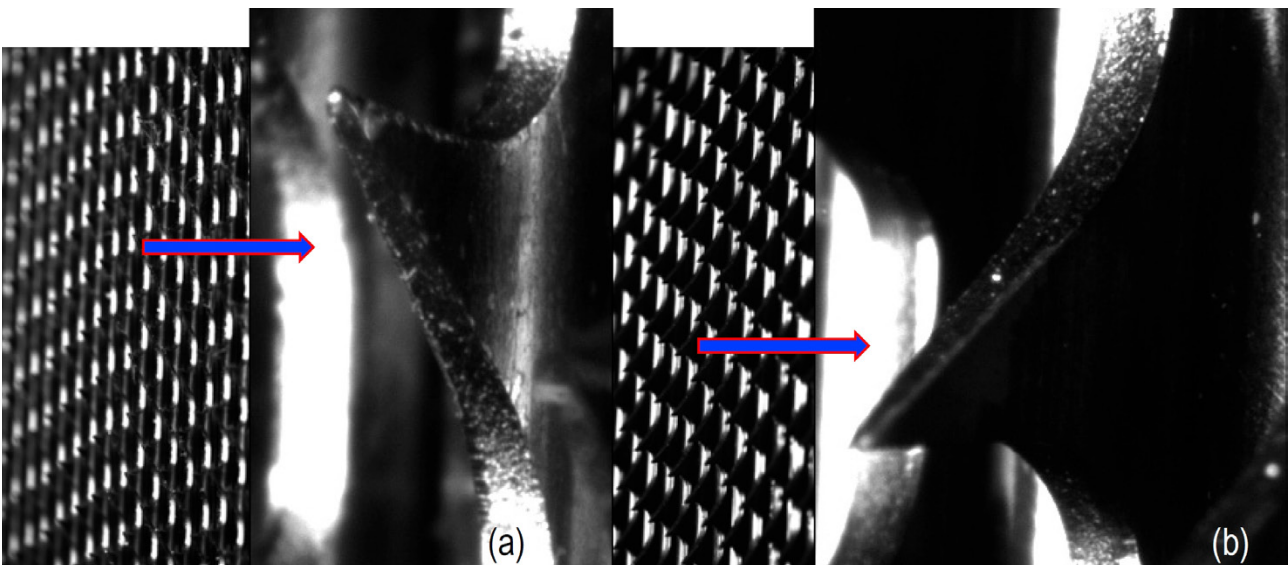


Abbildung 12: Tambourgarnitur verschlissen (a) und neu/unbenutzt (b), Quelle: FIBRE

Dieses Ergebnis deckt sich mit der bereits in *Abbildung 6* gezeigten Verschleißanalyse im REM. Das hier detektierte Verschleißbild ist identisch und zeigt damit, dass die

Auflösung der Bildanalyse mittels Industriekamera ausreichend hoch ist, um die auftretenden Verschleißmuster an industriell genutzten Krempeln zu bewerten.

➤ Verwertung und wirtschaftliche Bedeutung

Besonders die interdisziplinäre Zusammensetzung des Verbundkonsortiums entlang der Wertschöpfungskette ist ein Garant für die direkte Umsetzung der Ergebnisse in allen Bereichen der Textilbranche und wird darüber hinaus eine Ausweitung des Kenntnistransfers auf andere Industriezweige ermöglichen. Aufbauend auf den Ergebnissen des Vorhabens lassen sich zukünftig Technologie-Synergien ableiten, welche Weiterentwicklungen in andere Zielmärkte, z. B. neue Leichtbauanwendungen, positiv beeinflussen werden. Auch im Bereich des Produktionsmanagements und Verschleißmonitorings ergeben sich Synergien, welche durch die Übertragung der Prüf- und Bewertungsmaßnahmen auf andere Bereiche der Verarbeitung einen Fortschritt in der Textilbranche erzeugen werden.

Spätere Anwender profitieren von den Projektergebnissen in mehrfacher Hinsicht: längere Maschinenlaufzeiten durch vergrößerte Wartungsintervalle, bessere Produktionsplanung durch Planbarkeit der Wartungspausen und verbesserte Produktqualität.

Als direkte Umsetzung haben die beteiligten Partner bereits im Vorhaben Know-how über die Verschleißmechanismen gewonnen, das es ihnen ermöglicht, mit einfachen Mitteln (USB-Mikroskop) den Verschleiß nach wie vor manuell, aber genauer als bislang, zu beobachten. Dies kann punktuell bereits zu Erleichterungen führen. Eine wirkungsvolle Umsetzung der Vorhabenergebnisse kann jedoch nur durch eine Kommerzialisierung des Messverfahrens in Zusammenarbeit mit einem Messgerätehersteller er-

folgen. Erst so kann im Anschluss auch eine Marktverfügbarkeit garantiert werden. Die Basis dafür ist im Rahmen des Vorhabens gut vorbereitet worden: Die verwendete Technik basiert auf in Serie erhältlichen robusten Industriekomponenten (Kamera, Objektive, Beleuchtung etc.). Die Software ist auf marktüblicher Hardware unter Standard-Betriebssystemen lauffähig, so dass in der Umsetzung keine grundsätzlichen Transferhindernisse zu erwarten sind.

Als Basis für spätere Weiterentwicklungen wird Grundlagenwissen über abrasiv belastete Elemente in der Textilindustrie geschaffen. Eine Übertragbarkeit der Ergebnisse auf weitere textile Prozesse wie beispielsweise die Vliesstoffverfestigung durch Vernadelung (Abrasion der Nadeln) oder die Verfestigung durch das Nähwirkverfahren (Typ Maliwatt) sind möglich.

Ein weiterer wichtiger Faktor für die kurzfristige und erfolgreiche Verwertung ist die aktive Mitwirkung der Verbundpartner in verschiedenen Gremien und Arbeitsgruppen, welche sich mit den Themengebieten Vliesstoffherstellung und Nutzung faserverstärkter Kunststoffe beschäftigen. Beispielhaft zu nennen sind Composites United e.V., Berlin, AVK – Industrievereinigung Verstärkte Kunststoffe, Frankfurt/Main, sowie der Forschungscampus Open Hybrid LabFactory (OHLF), Wolfsburg. Über diese Medien können Teil- und Endergebnisse auf nationaler und internationaler Ebene einem breiten, interessierten Publikum zugänglich gemacht werden.

➤ Ausblick

Ein Proof of Concept wurde bei den Industriepartnern erbracht. Im Ergebnis konnte gezeigt werden, dass die wesentlichen Verschleißmechanismen bildanalytisch gut erfasst werden können.

Um eine weitere Übertragbarkeit in die Industrie zu ermöglichen, sollten zusätzliche Untersuchungen und Verifizierungen erfolgen. Hierbei müssten u. a. eine solide Kamerakonstruktion, die Messung des gesamten Walzenumfangs und eine Optimierung der Bildanalyse hinsichtlich Verschleißklassifizierung und entsprechender Handlungsempfehlung erfolgen. Auch muss die Datenbasis hinsichtlich der Auswirkung einzelner Verschleißmechanismen auf die Produktqualität noch erweitert und digital nutzbar gemacht werden.

Die erarbeiteten Ergebnisse können als Grundlage für eine Weiterentwicklung des Monitoringsystems in einem möglichen Folgevorhaben dienen. Eine Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere textile Prozesse wird ebenfalls in Betracht gezogen.

➤ Impressum

Konsortialführer Projekt futureTEX:

Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V. (STFI)
An-Institut der Technischen Universität Chemnitz
Vorstandsvorsitzender: Dipl.-Ing.Ök. Andreas Berthel
Geschäftsführender Direktor: Dr. Heike Illing-Günther

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 HPF-Garnitur:

Faserinstitut Bremen e.V.
Am Biologischen Garten 2 / IW3
28359 Bremen
Ansprechpartner: Dr. Holger Fischer
Tel.: +49 421 218 58661
E-Mail: fischer@faserinstitut.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



07/2022