

# TourAtlas

## digi**TEX**-PRO

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



# 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 digiTEX-PRO

### Digitale, textile Prozesskette zur nasschemischen Funktionalisierung von textilen Flächengebilden

Laufzeit: 1. September 2018 – 30. November 2021

digiTEX-PRO 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 .....                           | 6  |
| Partner .....                                      | 7  |
| Problemstellung und Motivation .....               | 9  |
| Beitrag zur Realisierung der futureTEX-Ziele ..... | 10 |
| Lösungsansatz .....                                | 11 |
| Ergebnisse .....                                   | 12 |
| Verwertung und wirtschaftliche Bedeutung .....     | 16 |
| Ausblick .....                                     | 17 |

## ➤ Management Summary

Der Nachhaltigkeitsdiskussion folgend, haben sich in den letzten Jahren mehr und mehr Technologien etabliert, welche auf Sprüh- und Minimalauftrag setzen, um den Chemie-, Wasser- und Energiehaushalt der Funktionalisierungsprozesse von Textilien nicht zuletzt im Sinne des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks und der Nachhaltigkeit zu verbessern. Das Ziel des Forschungsvorhabens war es, eine digital ansteuerbare flexible Ausrüstungstechnologie auf Basis digitaler Verfahren aus der Druck- und Beschichtungsindustrie für die effiziente vollflächige und geometriegesteuerte Ausrüstung von textilen Flächen zu entwickeln.

Stand der Technik ist es, wässrige Appreturen als Flotte mittels konventioneller Fertigungstechniken der Oberflächenfunktionalisierung, wie beispielsweise dem Foulard, auf die textile Fläche aufzubringen. Der Auftrag mit konventionellen Fertigungstechniken erfolgt in Form eines analogen Prozesses mit geringen prozessbedingten Einstellmöglichkeiten. In den meisten Fällen wird die textile Fläche vollständig imprägniert. Zusätzlich ist der Umrüstaufwand von Auftrag zu Auftrag hoch, der sich in Stillstandszeiten der Ausrüstungsanlage, Restflotten-

entsorgung und Reinigungsaufwand niederschlägt. Digitaldruckverfahren können genutzt werden, um Textilien lokal zu funktionalisieren. Neben den zur Verfügung stehenden Verfahren spielt auch die Materialkomponente eine wichtige Rolle für die Produktentwicklung. Alternative Technologien, die eine Applikation beispielsweise nur einseitig ermöglichen, wie Spray-, Minimal- und, im Speziellen, digitaler Auftrag stellen an die verwendete Chemie (Hilfsmittel) ganz unterschiedliche Anforderungen. Um am Ende aber eine vergleichbare Funktion zu erzielen, müssen sowohl die Anforderungen an das Hilfsmittel als auch der Applikationstechnologie in Balance gebracht werden. Dies reicht von der Materialkompatibilität bis hin zu physikalisch-chemischen Eigenschaften.

Die im Mittelpunkt des Forschungsvorhabens digiTEX-PRO stehenden digitalen Auftragstechnologien zeigen demnach ein hohes Potenzial an Ressourceneinsparungen, jedoch einhergehend mit Komplexitätssteigerungen einerseits im Fertigungsprozess (hier als Aufwand zu sehen) und andererseits in der Möglichkeit komplexere Produkte herzustellen (*Abbildung 1*).

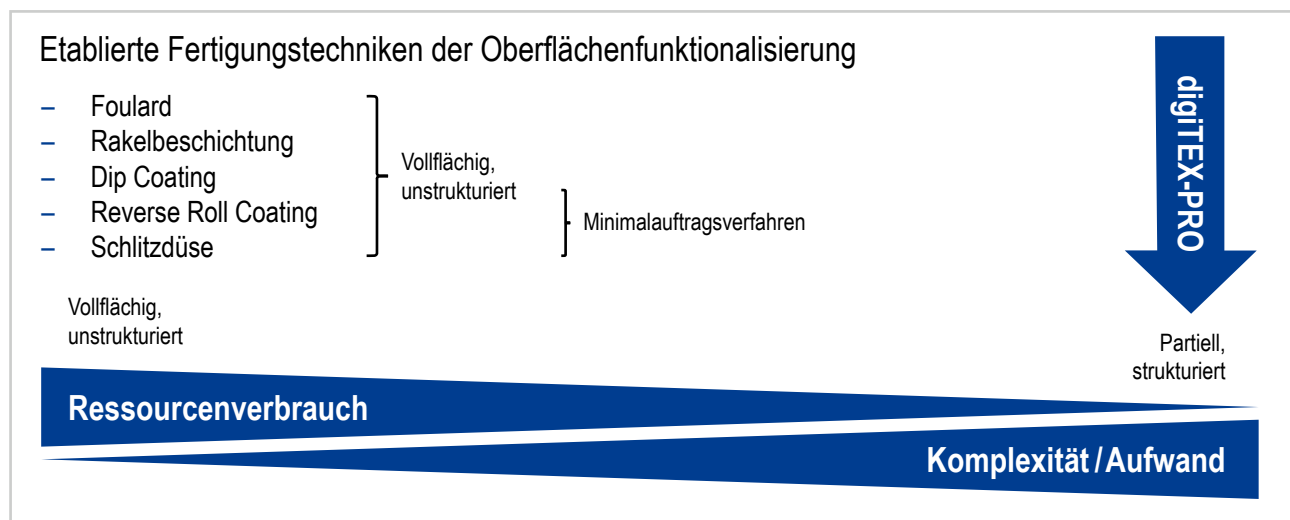


Abbildung 1: Einordnung digiTEX-PRO im Vergleich zu etablierten Fertigungstechnologien der Oberflächenfunktionalisierung, Quelle: STFI

## ➤ Partner



Zschimmer & Schwarz Mohsdorf GmbH & Co.KG  
Chemnitztalstraße 1 | 09217 Burgstädt  
Ansprechpartnerin: Dr. Nora Wetzold  
T: +49 3724 67-249 | [dr.n.wetzold@zschimmer-schwarz.com](mailto:dr.n.wetzold@zschimmer-schwarz.com)

### Zschimmer & Schwarz Mohsdorf GmbH & Co. KG

Mit 30 Unternehmen in 16 Ländern auf fünf Kontinenten ist die 1894 gegründete Zschimmer & Schwarz-Gruppe heute ein führender Hersteller von chemischen Spezialprodukten. Namhafte Hersteller aus zahlreichen Ländern und den unterschiedlichsten Branchen vertrauen auf die maßgeschneiderten Lösungen. Die Keramik-, Textil-, Chemiefaser- und Lederindustrie, Hersteller von Kosmetik- und Reinigungsprodukten sowie andere chemische Bereiche verlassen sich weltweit auf die Innovationen von Zschimmer & Schwarz. Mit Forscherdrang und Erfindungsgeist arbeitet das Unternehmen konsequent daran, den Alltag mit Hilfe innovativer Produkte für alle Menschen zu verbessern.

Am Standort der Zschimmer & Schwarz Mohsdorf GmbH & Co. KG werden in den Geschäftsbereichen „Phosphonate“ und „Textilhilfsmittel“ maßgeschneiderte chemische Hilfsmittel für vielfältige industrielle Anwendungsgebiete produziert und vertrieben. Als erstes Geschäftsfeld des im Jahre 1894 in Chemnitz gegründeten Unternehmens ist der Geschäftsbereich Textilhilfsmittel die Wiege des Unternehmens stets flexibel in der Ausrichtung auf die Zukunft geblieben.

Während der Schwerpunkt noch vor wenigen Jahren auf der klassischen Textilveredelung wie Vorbehandlung, Färberei und Ausrüstung lag, wurde seit Beginn des Jahrtausends erfolgreich in die Entwicklung von Produkten für neue Trendmärkte investiert, unter anderem Tinten und Grundierungen für den digitalen Textildruck über Technische Textilien und die Funktionalisierung von Textil.



Suchy Textilmaschinenbau GmbH  
Heidelbergstraße 13 | 07554 Korbußen  
Ansprechpartner: Gunnar Suchy  
T: +49 36602 134-212 | g.suchy@suchy-textil.de



Druckprozess GmbH & Co. KG  
Am Goldberg 2 | 99817 Eisenach  
Ansprechpartner: Jan Baden  
T: +49 3691 621400 | j.baden@druckprozess.com



Textilausrüstung Pfand GmbH  
Walkmühlenweg 12 | 08485 Lengenfeld  
Ansprechpartner: Prof. Dr. Holger Erth  
T: +49 37606 2621 | h.erth@pfand-textil.de

## Suchy Textilmaschinenbau GmbH

Das Unternehmen fertigt Sondermaschinen für die Textilveredlung. Zum Produktprogramm gehören Foulards für Appretur und Entwässerung zur nasschemischen Ausrüstung von Textilien im Vollbadverfahren. Kunden für diese Maschinen sind Textilveredler als auch Hersteller von Spann-Trocken-Fixiermaschinen.

Durch den Sondermaschinenbau verfügt das Unternehmen mit der vorhandenen Fertigungstiefe über eine hohe Innovationskraft und Flexibilität und ist somit in der Lage, schnell und individuell auf Kundenwünsche reagieren zu können.

## Druckprozess GmbH & Co. KG

Das seit 2014 in Eisenach ansässige Unternehmen baut Digitaldruckmaschinen nach dem Baukastenprinzip für industrielle Applikationen und berät Industriekunden bei der Implementierung der Digitaldrucktechnologie in deren Fertigungsprozesse. Das Unternehmen ist Integrations-Partner von verschiedenen Druckkopfherstellern und verfügt über eine langjährige Expertise über die Anbindung und die Prozesse der Digitaldrucktechnologie.

Die Vorteile der modularen Bauweise der Druckmaschinen und die vielseitigen Erfahrungen zur Technologie schätzen zahlreiche nationale und europäische Kunden aus unterschiedlichen Industriebereichen.

## Textilausrüstung Pfand GmbH

Das Unternehmen Textilausrüstung Pfand GmbH rüstet als Lohnveredlungsunternehmen hochwertige Heim-, Haus- und Objekttextilien, funktionelle Bekleidungsstoffe sowie verschiedenste Technische Textilien aus. Dabei bilden Qualität, Innovation, Flexibilität und Umweltbewusstsein die Basis für alle Aktivitäten. Mit Kompetenz, Erfahrung, Zuverlässigkeit und Vertrauen hat das Unternehmen in den vergangenen Jahren die partnerschaftliche Zusammenarbeit mit zahlreichen Kunden aus der regionalen, deutschlandweiten und europäischen Textilindustrie aufgebaut und weiterentwickelt. Neue und innovative Ausrüstungen für Technische Textilien, funktionelle Bekleidungsstoffe und hochqualitative Heimtextilien, basierend



Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V. (STFI)  
Annaberger Straße 240 | 09125 Chemnitz  
Ansprechpartner: Tobias Petzold  
T: +49 371 5274-285 | tobias.petzold@stfi.de

auf eigenen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten der vergangenen Jahre, bilden mittlerweile die Grundlage für das stets erweiterte umfangreiche Leistungsspektrum des Unternehmens.

## **Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V. (STFI)**

Das STFI betrachtet vielfältige Anwendungsfelder von Textilien und ist seit fast 30 Jahren Innovationspartner und Dienstleister für seine Kunden. Themenschwerpunkte der Arbeiten am STFI liegen in den Bereichen Technische Textilien, Vliesstoffe, Textiler Leichtbau, Funktionalisierung, Recycling, Digitalisierung und Industrie 4.0. Mit langjähriger Erfahrung und Kompetenz wartet das STFI in Prüfung und Zertifizierung Persönlicher Schutzausrüstung (PSA) und der Zertifizierung von Geokunststoffen auf. Inhalt und Zielrichtungen der Aktivitäten des STFI werden vordergründig durch Kundenanfragen und -bedürfnisse definiert. Die Forschungstätigkeit des Institutes ist industrienah und anwendungsorientiert ausgerichtet.

## **➤ Problemstellung und Motivation**

Nach aktuellem Stand der Technik werden wässrige Appreturen als Flotte mittels Foulard in die textile Fläche eingebracht. Die Flotte wird über eine Mischapparatur mit Hilfe einer Rezeptur angesetzt und in ein Tauchbad mit anschließendem Foulard gegeben. Nach der erfolgten Ausrüstung wird die verwendete Flotte abgepumpt und entweder entsorgt oder wiederaufbereitet. Ein anschließender Reinigungsvorgang ist notwendig, um eine Kontamination nachfolgender Aufträge zu vermeiden. Die Herstellung der Flottenmischung verläuft in der Regel

bereits computergestützt. Der Auftrag mittels Foulard ist hingegen ein analoger Prozess mit geringen prozessbedingten Einstellmöglichkeiten und imprägniert die textile Fläche vollständig. Durch den technisch bedingten Verlust der Restflotte bzw. deren aufwendige Aufbereitung sind ebenfalls Verluste in der Wertschöpfung zu verzeichnen. Des Weiteren ist der Umrüstaufwand von Auftrag zu Auftrag hoch. Dies schlägt sich in langen Stillstandszeiten der Ausrüstungsanlage nieder.

Auf Basis eines digital ansteuerbaren Materialauftrags-systems ist es hingegen möglich, flexibel und effizient sowohl nasschemische Vorbehandlungen als auch Ausrüstungen vorzunehmen. Dabei stehen sowohl ökonomische als auch ökologische Zielstellungen im Mittelpunkt. Dazu zählt zum einen die Etablierung schneller Auftragswechsel, sodass Stillstandszeiten reduziert werden konnten. Dies kann beispielsweise durch eine computergestützte Job-generierung sowie einer on demand Rezepturmischung und just-in-time Bereitstellung der Flotte realisiert werden. Außerdem sollte ein automatisierter Reinigungszyklus in der digitalen Ausrüstungstechnologie etabliert werden. Zum anderen ermöglicht die Entwicklung einer digital ansteuerbaren Fertigungstechnologie eine hohe Fertigungs-flexibilität und somit die Möglichkeit zur Individualisierung, da effizient geringere Mengen/Laufmeter an textiler Ware ausgerüstet werden können. Diese neue Flexibilität der

digitalen Fertigungstechnologie ermöglicht eine Geome-trieunabhängigkeit bis hin zur konturnahen Ausrüstung, wodurch späterer Abfall durch Verschnitt/Konfektionie-rung eingespart werden kann bzw. die Möglichkeiten zum Recycling vereinfacht wurden, da der spätere Verschnitt keiner Nachbehandlung (Entfernung von ausgerüsteten Chemikalien entfällt) unterzogen werden musste.

Damit einhergehend folgte eine hohe ökologische Re-levanz, weil nur geringe Materialmengen aufgetragen, Restflotten minimiert und dadurch Trocknungszeiten ge-senkt werden. Außerdem trägt das futureTEX Vorhaben digiTEX-PRO dazu bei, bereits etablierte digitale Inkjet-Druckprozesse, wie den Reaktivdruck auf Textil, über den gesamten Herstellungsprozess zu digitalisieren: von der Vorbehandlung über den Farbdruck bis hin zur Ausrüs-tung des Textils.

## ➤ Beitrag zur Realisierung der futureTEX-Ziele

Das F&E-Vorhaben digiTEX-PRO ist thematisch eng verknüpft mit der Digitalisierung der Produktion und notwen-digerweise daraus abgeleitet mit der Entwicklung neuer Geschäftsmodelle. Die Digitalisierung der Produktion er-öffnet für europäische bzw. deutsche Lohnveredler und -beschichter die Möglichkeit, weiterhin am internationalen Markt für spezielle Textilien signifikante Anteile zu beset-zen bzw. diese sogar auszubauen. Durch diesen Ansatz wird es ökonomisch erstmals sinnvoll, kleinste Losgrößen überhaupt herzustellen und selbst bei geringen Laufme-tern nicht nur Umsätze, sondern auch Gewinne zu erzielen.

Ziel ist es, ökonomisch sinnvoll Metragen kleiner fünf Lauf-meter zu produzieren. Dies kann nur gelingen, wenn der

Aufwand für einen Auftragswechsel weiter minimiert wird und idealerweise weniger als fünf Minuten dauert. Des Weiteren untermauert die Entwicklung des Maschinenkon-zeptes für eine digital ansteuerbare flexible Ausrüstungs-technologie das strategische Ziel der futureTEX Strategie, Weltmarktführer im Textilmaschinenbau zu sein.

Zudem ermöglicht es diese Technologie in weiteren Ent-wicklungsschritten, neue, bisher unbekannte Produkte zu entwickeln, die mit konventioneller Technologie des Fou-lardierens nicht herstellbar sind. Neue Use Cases sind die Folge. Ein weiterer, sowohl ökonomischer als auch öko-logischer Aspekt ist, dass diese Technologie ein Baustein ist, um den lokalen CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu minimieren.

## ➤ Lösungsansatz

Für einen ganzheitlichen Lösungsansatz erforderte dieses Vorhaben ein Konsortium bestehend aus Mitgliedern aus der chemischen Zulieferindustrie, dem Bereich Druck- und Anlagentechnik (Maschinenbau) und Anwendern (wie der Lohnveredelung) dieser Technologie. Erst im Zusammenspiel dieser Partner konnte eine digitale Prozesskette für die Vorbehandlung und Ausrüstung entwickelt und ihr Potenzial entlang der Wertschöpfungskette dargestellt werden.

Um die Digitalisierung der nasschemischen Prozesse zu entwickeln, mussten drei grundlegende Herausforderungen gelöst werden:

1. Die Funktionschemikalien an die neuen Prozesse und geringen Auftragsmengen anpassen bzw. neu entwi-

ckeln. Die Entwicklung der Funktionschemikalien fokussierte in erster Instanz textile Flächen bestehend aus Polyester oder Baumwolle.

2. Die Nutzbarmachung digitaler Drucktechnik zum Beschichten bzw. zur Applikation von wässrigen Funktionsmaterialien auf Textilien. Zwei Konzepte für den digitalen Materialauftrag sind anwendbar: die Mischung eines Compounds und der Auftrag mit einem Druckkopf (siehe *Abbildung 2, A*) oder der Auftrag der Einzelchemikalien (Layer 1 bis Layer n) nass in nass mittels mehrerer Druckkopfbalken zu einer gemischten Funktionsschicht (siehe *Abbildung 2, B*). Hierbei lag der Fokus auf einer Singlepass Lösung, um Zielgeschwindigkeiten von bis zu 60 m/min erreichen zu können.

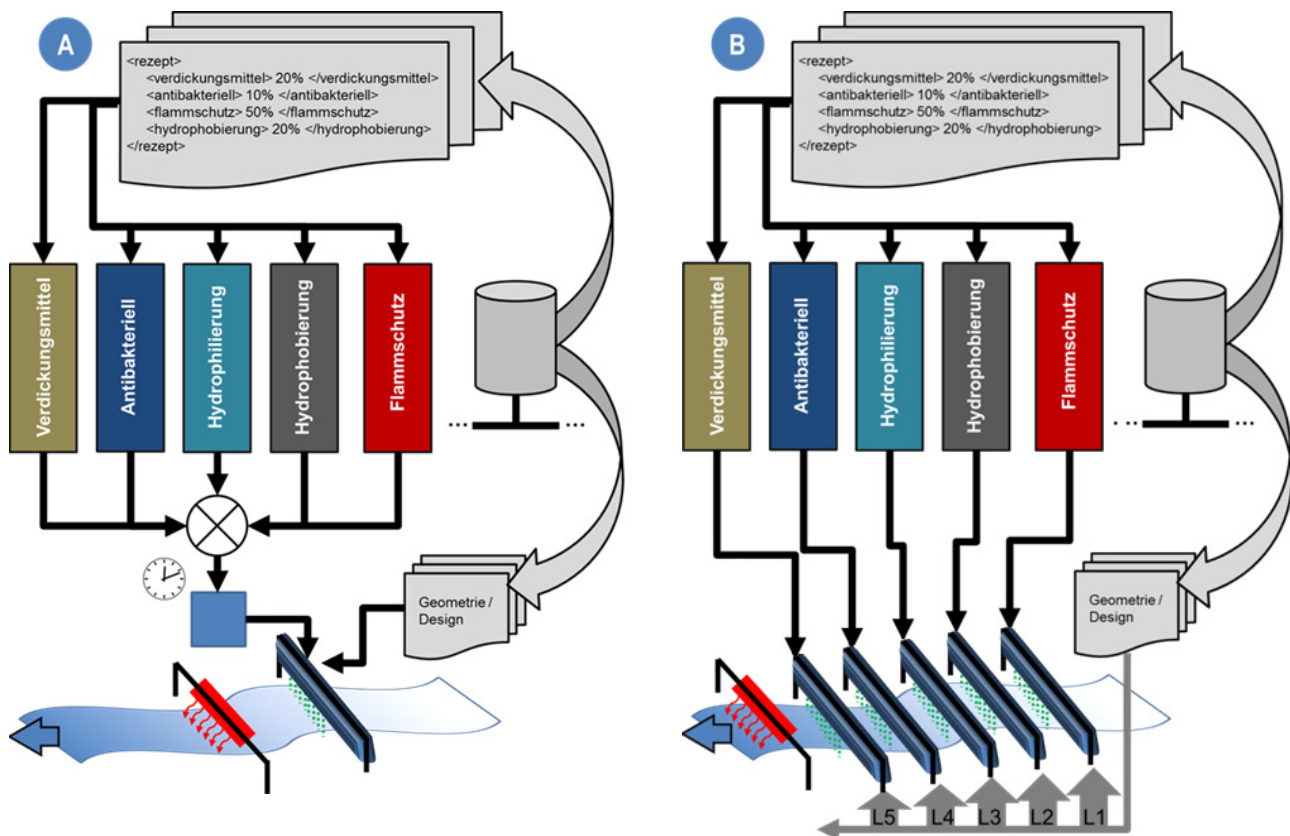


Abbildung 2: Mögliche Technologiekonzepte für die digitale Ausrüstung (A: Rezepturbasierte Anfertigung eines Compounds mit anschließendem digitalem Auftrag, B: Rezepturbasierter Auftrag der Einzelchemikalien mittels mehrerer Druckbalken), Quelle: STFI

3. Den Aufbau eines Maschinenkonzeptes mit dem Hintergrund einer eigenständigen Maschine und einer Maschinenerweiterung für bestehende Hardware sowie die Entwicklung eines digitalen Funktionalisierungssystems (Drucksystems) auf Basis der Erkenntnisse im Projekt unter Berücksichtigung von Regularien wie **REACH** (Regulation concerning the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of **C**hemicals).

Außerdem war die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle für Maschinenhersteller und Anwender, wie Lohnausrüster und Beschichter, respektive Drucker Bestandteil des Lösungsweges. Es wurden Möglichkeiten zum Prototyping neuer Funktionen und deren großtechnische Umsetzung in einem Skalierungsschritt aufgezeigt. Digitale Drucktechnologien werden im Bereich der Textilveredelung vor allem mit dem Inkjet-Druck gleichgesetzt. Aufgrund des begrenzten Arbeitsbereiches wurden jedoch auch alternative Druckkopftechnologien in Betracht gezogen. Dabei spielte sich besonders die Mikroventiltechnologie in den Vordergrund.

Die digitalen Druckkopftechnologien ermöglichen es, definierte kleinste Flüssigkeitsmengen vom Mikroliterbereich (Mikroventildruckköpfe) bis in den Pikoliterbereich (typischer Inkjet-Druckkopf) in sehr hohen Geschwindigkeiten auf Substratoberflächen abzulegen. Insbesondere industrielle Inkjet-Prozesse erreichen mittlerweile Durch-

sätze von mehreren hundert Quadratmetern pro Stunde im Multipass-Prinzip. Im Singlepass-Textildruck werden Bahngeschwindigkeiten um die 70 m/min respektive mehrere tausend Quadratmeter pro Stunde erreicht.

Die bisher etablierten Druckkopftechnologien arbeiten alle in einem engen Rheologiebereich mit dynamischen Viskositäten zwischen 5 mPas und ca. 50 mPas sowie Oberflächenspannungen im Bereich von 20–50 mN/m und Partikelgrößen  $< 1 \mu\text{m}$ . Dies ist der Grund, warum besonders die Inkjet-Technologie bisher nur einen breiten Einsatz in der graphischen Veredelung findet. Die Mikroventiltechnologie ist nicht so stark begrenzt. Hier sind Viskositäten bis zu 150 mPas und Partikelgrößen  $< 50 \mu\text{m}$  möglich. Trotz dieser Beschränkungen wird den digitalen Auftragstechnologien bereits jetzt eine zentrale Rolle für die digitale Fertigung von folienbasierten technischen Systemen oder Funktionsbeschichtungen zugespielt. Zur Funktionalisierung von Textilien stellte sich besonders die Mikroventiltechnologie als vorteilhaft heraus, um größere Materialmengen mit höheren Viskositäten und, falls notwendig, mit größeren Partikeldurchmessern verarbeiten zu können. Hierbei stand die Ermittlung der Tauglichkeit dieser Systeme bzgl. Geschwindigkeit, Chemikalienresistenz, industrieller Einsetzbarkeit (Technology Readiness Level, Robustheit) und steuerungstechnischer Offenheit im Mittelpunkt. Mit diesen Technologien konnten unterschiedliche Funktionsschichten im Rahmen des Projektes erzeugt werden.

## ➤ Ergebnisse

Im Forschungsvorhaben digiTEX-PRO ist es gelungen, ein digital ansteuerbares Materialauftragssystem für die flexible und effiziente nasschemische Vorbehandlung und Ausrüstung von textilen Flächengebilden zu entwickeln. Es wurden erfolgreich angepasste Funktionschemikalien mit dem neu entwickelten Maschinensystem für den digitalen Materialauftrag zur Funktionalisierung von Textilien verdrukt. Dadurch wurde der Grundstein zur Erschließung neuer Geschäftsmodelle gelegt. Ein Teil der Arbeiten, die

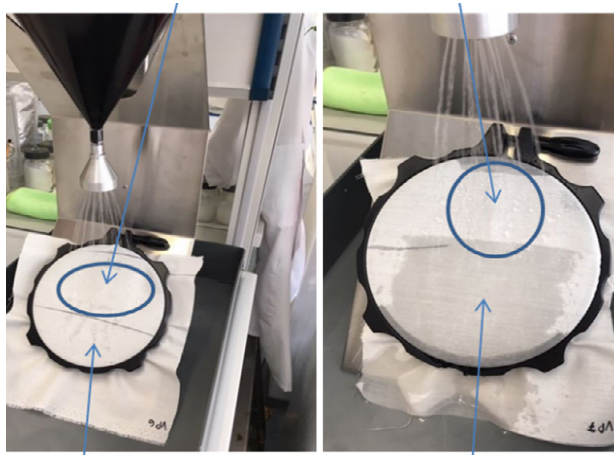
bei der Zschimmer & Schwarz Mohsdorf GmbH durchgeführt wurden, beinhaltete die Untersuchung des Transfers konventioneller Textilhilfsmittel hin zum Funktionsfluid. Dabei stand im Vordergrund, die bisher klassisch über Foulard applizierten Hilfsmitteln bei gleichen, wenn nicht verbesserten Eigenschaften über ein alternatives Auftragssystem, im Falle digiTex-PRO, wie vorab beschrieben, digital zu ermöglichen. Dabei musste auf die speziellen Anforderungen, wie Viskosität, Oberflächen-/Grenz-

flächenspannung, Partikelgrößenverteilung, pH-Wert und Temperaturstabilität Rücksicht genommen werden. Ziel der Arbeiten war es, mit dem Know-how der Inkjet-Tintenformulierung eine Übertragung der Eigenschaften auf ein Funktionsfluid/Funktionstinte zu bewältigen. Im weitesten Sinne kann das Funktionsmaterial mit einem Pigment/Farbstoff verglichen werden. Um das Funktionsmaterial prozessierbar zu machen, muss es chemisch und physikalisch in einem Medium/Lösungsmittel, wie Wasser, stabilisiert werden. Zusätzlich sind Binder und Rheologieadditive notwendig, um eine Prozessierbarkeit und eine Textilanbindung zu erreichen. Des Weiteren werden Oberflächen-/Benetzungsadditive, wie Tenside, zur Ausbildung einer Schicht auf dem textilen Träger benötigt. Wird dem zu Beginn des Projektes gestellten Nachhaltigkeitsgedanken gefolgt, kommen nur bestimmte umweltfreundliche Rohstoffe/Funktionschemikalien in Frage, wie z. B. einer fluorfreien Hydrophobierung zur Erreichung einer wasserabweisenden Eigenschaft.

Neben einer fluorfreien Hydrophobierung (Abbildung 3) ist es innerhalb des Projektes gelungen, weitere Eigenschaften wie:

- die Hydrophilierung in Kombination mit einem optischen Aufheller (Abbildung 4),
- die Geruchverbesserung und den Flammschutz zu untersuchen und
- Lösungen dafür zu entwickeln.

Hydrophobierte OF mit digiTEX-Technologie

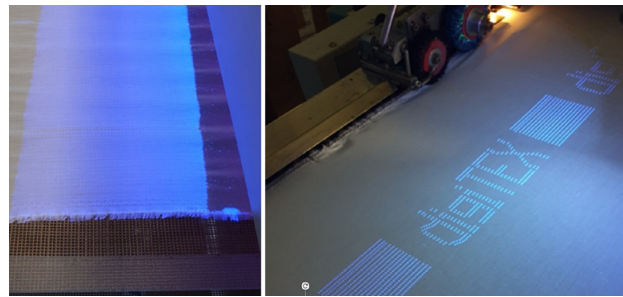


unbehandelte OF

unbehandelte OF

### Fluorfrei Hydrophobierung DIAMONTEX HY

Abbildung 3: Wirkungsnachweis einer digital applizierten Hydrophobierung mittels Spray-Test, Quelle: Zschimmer & Schwarz Mohsdorf GmbH & Co. KG



### Moisture Management mit optischer Aufhellung DIAMONTEX MM

Abbildung 4: Digital applizierte Hydrophilierung mit optischer Aufhellung (links: vollflächig, rechts: strukturiert), Quelle: STFI

Die Suchy Textilmaschinenbau GmbH befasste sich mit der Entwicklung des Maschinenprototyps. Hierbei bestand die Hauptaufgabe zu Beginn des Projektes in der Auswahl einer geeigneten und vor allem verfügbaren Druckkopftechnologie zum digitalen Auftrag der Funktionschemikalien. Es standen ein Piezonadelsystem, ein Mikroventildüsensystem sowie ein Piezo-DoD (Drop-on-Demand) Inkjet-Druckkopf zur Auswahl. Um ein breites Anwendungsspektrum abbilden zu können sowie um in einem ersten Schritt große Materialmengen applizieren zu können, fiel die Entscheidung zu Gunsten des Mikroventilsystems, da dieses den größten Bereich hinsichtlich Rheologie, Oberflächenspannung und Partikelgröße abdeckte. Anschließend wurden verschiedene Anordnungen der Mikroventildruckköpfe zu einem Druckbalken untersucht (Abbildung 5). Hierbei wurden verschiedene Schrägstellungen der Druckköpfe zur Erzielung der gewünschten Auftragsmengen erprobt, ebenso der Vergleich einer Anordnung in einer Reihe und in zwei Reihen. Am Ende verständigten sich die beteiligten Akteure auf eine zweireihige Anordnung im 45° Winkel.

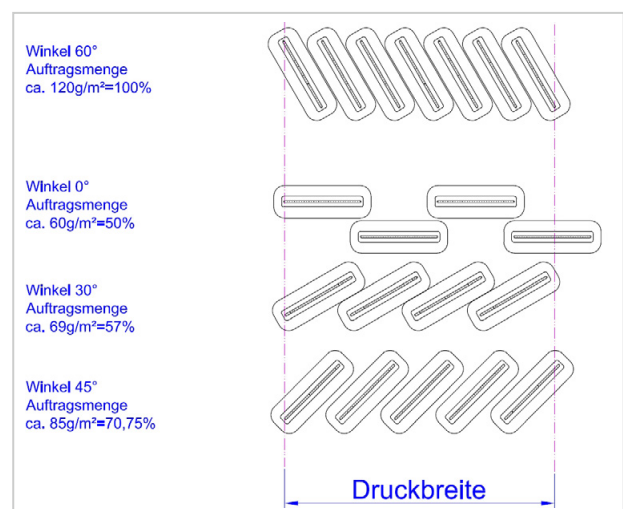


Abbildung 5: Anordnungsmöglichkeiten der Mikroventildruckköpfe, Quelle: Suchy Textilmaschinenbau GmbH

Neben der Entwicklung des Druckbalkens stand die Entwicklung des gesamten Maschinenprototyps in modularer Bauweise im Vordergrund. Ziel dieser modularen Bauweise ist, das Maschinensystem zur digitalen Ausrüstung von textilen Flächegebilden auf verschiedene Kundenbedürfnisse anpassen und skalieren zu können. Neben

dem Druckbalken sind die Hauptbestandteile des modularen Systems eine Abwicklung des textilen Substrates, ein Quetschwerk, ein Trocknungs- und anschließendes Kühlsystem sowie eine abschließende Aufwicklung des ausgerüsteten Substrates (*Abbildung 6*).

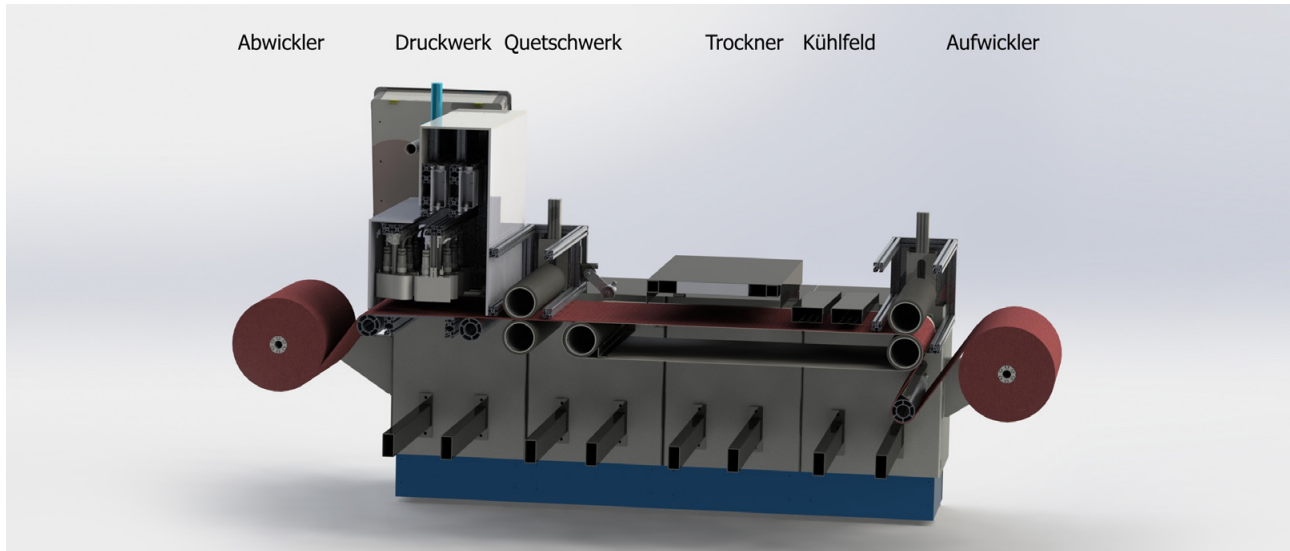


Abbildung 6: Modulare Bauweise des Maschinenprototyps, Quelle: Suchy Textilmaschinenbau GmbH

Der erste Maschinenprototyp wurde auf der Internationalen Ausstellung für Textilmaschinen (ITMA) 2019 in Barcelona erstmals der breiten Öffentlichkeit vorgestellt (*Abbildung 7*). Anschließend wurde die entwickelte Maschine für weitere Versuche und eine Weiterentwicklung im STFI platziert. Hierbei wurden die vom Projektpartner Zschimmer & Schwarz Mohsdorf GmbH & Co. KG entwickelten Funktionschemikalien verdruckt und verschiedene textile Substrate damit ausgerüstet. Im Mittelpunkt stand hierbei zunächst ein Baumwollgewebe. Die

Druckversuche am STFI fanden insbesondere in enger Abstimmung mit dem Projektpartner Textilausrüstung Pfand GmbH statt, da dieser als Textilveredler ein potenzieller Endanwender der entwickelten Technologie ist. Neben den zur Verfügung gestellten textilen Substraten wurden auch zukünftigen Anwendungen genannt. Dazu zählte beispielsweise die Ausrüstung von Schutzmasken, die in Pandemiezeiten eine große Rolle eingenommen haben, mit einer hydrophoben oder geruchsabsorbierenden Formulierung.



Abbildung 7: Präsentation des Maschinenprototyps 2019 auf der ITMA in Barcelona, Quelle: Suchy Textilmaschinenbau GmbH

Eine weitere Problemstellung bestand in der Vorbereitung des Drucksystems an die aktuellen und künftigen Anforderungen für eine Integration in Veredlungsanlagen nach den Vorgaben und Standards für Industrie 4.0. Im Hinblick auf die weitere Einführung von Industrie 4.0 musste eine Kommunikation des Drucksystems mit den vorherigen und nachfolgenden Veredelungsprozessen über eine einheitliche standardisierte Schnittstelle ermöglicht werden. Dies fand in enger Zusammenarbeit der beiden Vorhabenpartner Suchy Textilmaschinebau GmbH und druckprozess GmbH & Co. KG statt.

Es wurden Schnittstellen zum digitalen Datenaustausch zwischen der Steuerung der Hauptanlage und der Steuerung des Drucksystems eruiert. Anschließend wurde die Steuerung zur Implementierung der notwendigen Schnittstellen vorbereitet. Ein weiterer Bestandteil der Arbeiten war die Ermittlung der notwendigen Anlagenparameter und deren Variationsmöglichkeiten in bestehenden Veredlungsanlagen. Die Partner legten sich auf den Einsatz einer offenen Steuerung zur schnellen Anpassung von anlagenspezifischen Parametern, möglichst auch ohne Programmiergerät, fest. Die Nutzung der Mensch-

Maschine-Kommunikation über PC-Technik zur Erhöhung der Anwenderfreundlichkeit stand ebenso im Mittelpunkt.

Auf Grundlage dieser Arbeiten wurde ein Konzept zum digitalen Workflow der Maschine in Form eines Flussdiagrammes zur Veranschaulichung erstellt (Abbildung 8). Es zeigt, dass auf Grundlage der Auftragsinformationen Bilddateien (Bitmap) erstellt werden, die anschließend an die Ansteuerungshardware der digiTEX-Maschine gesendet werden. Entsprechend dieser Informationen werden die Maschineninformationen eingestellt und ebenfalls an die Ansteuerungshardware übertragen. Diese Hardware verarbeitet anschließend die Informationen und sendet diese an die Druckköpfe, die daraufhin entsprechend der Informationen das Textil ausrüsten. Nach einer abschließenden Qualitätskontrolle kann das funktionalisierte Textil dem Kunden übergeben werden. Im Rahmen dieser Qualitätssicherung können bei Bedarf Optimierungen vorgenommen und in den Auftrags- bzw. Maschineninformationen gespeichert werden. Diese Informationen werden außerdem in einer Datenbank gespeichert und können bei Bedarf erneut abgerufen werden, sodass die Rüstzeit der Maschine verkürzt werden kann.

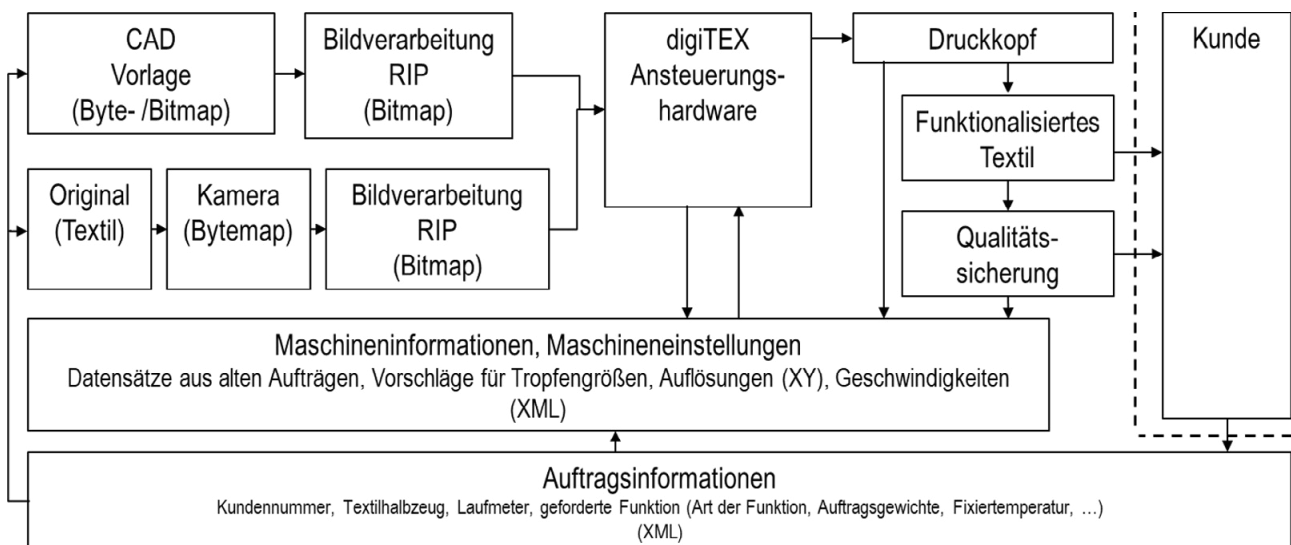


Abbildung 8: Schematischer digitaler Workflow der digiTEX-Maschine, Quelle: STFI

Im Rahmen der Vorhabenlaufzeit konnte ein Maschinenprototyp entwickelt werden, welcher in der Lage ist, erfolgreich verschiedene Funktionschemikalien mittels digitaler Mikroventildrucktechnologie auf unterschiedlichsten textilen Substraten zu applizieren. Es wurden sowohl vollflächige als auch partielle Muster mit unterschiedlichen

Funktionalitäten erzeugt. Der Textilindustrie wurde eine digital ansteuerbare flexible Ausrüstungstechnologie für die effiziente vollflächige und geometriegesteuerte Ausrüstung von textilen Flächen als Zukunftstechnologie aufgezeigt.

## ➤ Verwertung und wirtschaftliche Bedeutung

An dem Verbundvorhaben sind Partner aus der kompletten Wertschöpfungskette beteiligt, daher können die erarbeiteten Ergebnisse auch entlang der Wertschöpfungskette verwertet werden. Auf Basis der Ergebnisse können neue Produkte in Form von Funktionalisierungsschemikalien für die Textilindustrie entwickelt werden, sodass ein sich in Entwicklung befindlicher Markt für digital verdruckbare Ausrüstungs-/Veredelungschemikalien bedient wird. Dazu ist es notwendig, die Forschungsergebnisse in eine neue Produktreihe zu überführen. Dies trägt kurzfristig zu einer Entwicklung und Umsetzung weiterer Erkenntnisse zur Effektivierung der Textilausrüstung und Beschleunigung der Entwicklung neuer Produkte im Netzwerk bei. Mittelfristig erfolgt der Aufbau und die Erprobung eines Baukastens für chemische Ausrüstungen und daraus abgeleitet eine Wissensdatenbank mit Parametersätzen. Daraus lassen sich Konfigurationstools ableiten, die bei geeigneten Großkunden mit stark vernetzten Prozessen wirksam werden. Langfristig trägt dies zu einer Sicherung der Beschäftigung in der Ausrüstungs-/Veredelungschemikalien-Branche bei.

Außerdem helfen die Vorhabenergebnisse, das Produktportfolio im Maschinen- und Anlagenbau sowie Druckprozess zu erweitern. Auf Grundlage der gewonnenen Erkenntnisse können Beschichtungsprozesse digitalisiert werden, was zu einer erhöhten Reproduzierbarkeit und Produktionsqualität beiträgt. Hierbei bieten sich auch Prozessentwicklungen und Beratungen als neue Dienstleistungsangebote an. Kurzfristig soll das digitale Drucksystem als Nachrüstung in bestehende Textilveredelungsanlagen bei Kunden in Deutschland eingesetzt werden. Das ermöglicht, die Einsatzszenarien sowie die Probleme und Schwächen der Anlage besser kennenzulernen. Mittelfristig ist der Aufbau eines internationalen Vertriebsnetzes geplant, um die Maschinen europaweit vertreiben zu

können. Dazu ist der Besuch auf internationalen Messen als Aussteller sowie der Aufbau eines Vertreternetzes geplant. Hierzu zählen zum Beispiel die aller vier Jahre stattfindende Internationale Textilmaschinenausstellung (ITMA) mit wechselnden Standorten sowie die aller zwei Jahre stattfindende Techtextil in Frankfurt und weitere regionale Messen. Langfristig soll das Vertriebsnetz auf einen weltweiten Vertrieb der Maschinen ausgeweitet werden.

Zukünftige Anwender (Lohnveredler) profitieren von einer Reduzierung von Verbrauchsmaterialien, Entsorgungskosten und Energiekosten durch anforderungsgerechten Minimalauftrag. Ebenso können auch CO<sub>2</sub>-Emissionen bei der Funktionalisierung reduziert werden. Des Weiteren erschließen sich neue Kundenkreise im Bereich funktioneller und Technischer Textilien durch eine erhöhte Produktionsflexibilität und der Möglichkeit, Kleinstmengen auszurüsten. Dies führt zu einer Umsatzerhöhung im Bereich Technische Textilien und zur Etablierung neuer Dienstleistungsangebote zur passgerechten Funktionalisierung. Kurzfristig lernt der Textilveredler neue Möglichkeiten in der Produkt- und Technologieentwicklung. Mittelfristig können die neuen digitalen Auftragsverfahren bei geeigneten Großkunden eingesetzt werden, sodass die Textilbranche langfristig auf neue emissionsarme und klimaneutrale Fertigungsprozesse umgestellt werden kann.

Das Konsortium ermöglichte es, eng verzahnt während der Vorhabenlaufzeit die Ergebnisse zu erarbeiten. Darüber hinaus bilden die Projektpartner ein Kompetenznetzwerk, welches sowohl der Chemie, dem Maschinenbau als auch dem Anwender für nachfolgende Entwicklungsthemen nützlich ist, sodass sich bei allen Beteiligten positive Effekte seitens Innovationskraft und zukünftiger Wertschöpfung ergeben.

## ➤ Ausblick

Es kann davon ausgegangen werden, dass ein Fortbestehen der deutschen Textilindustrie (sowohl seitens des Maschinenbaus, der Textilhilfsmittelhersteller als auch in der Fertigung von Textilien) nur durch ständige Innovationen und Neuentwicklungen möglich sein wird. Das Vorhaben digiTEX-PRO leistete hierfür einen wesentlichen Beitrag.

Die gegenwärtige Entwicklung im Bereich der Funktionalisierung Technischer Textilien wird vor allem getrieben von gesetzlichen Rahmenbedingungen und Anforderungen aus dem Markt. Kernpunkte sind hierbei der geringere Einsatz von Chemikalien, Ersatz von gesundheitsgefährdenden Chemikalien sowie die Senkung der eingesetzten Primärenergie für die Wertschöpfungsprozesse. Um diesen Anforderungen in Zukunft begegnen zu können, müssen Herstellungsprozesse überdacht und Technologien zum Minimalauftrag sowie geometriegesteuerten Auftrag weiterhin untersucht werden.

Der Ansatz, digitale Drucksysteme zur Funktionalisierung zu nutzen, soll dem Endanwender ermöglichen, Chemikalien nur an dem Ort und in der Menge aufzutragen, wie es für die spätere Weiterverarbeitung der Textilien notwendig ist. Dies führt per se zu erheblichen Einsparungen an Chemikalien, ermöglicht eine höhere Produktionsgeschwindigkeit, da deutlich weniger Feuchtigkeit getrocknet werden muss und vermeidet die aufwendige Entsorgung von Restchemikalien, die bei den heutigen Auftragsverfahren unvermeidlich sind.

Die im beschriebenen Verbundvorhaben erzielten Ergebnisse stellen Grundlagen für weitere Forschungsvorhaben dar. Weitere Forschungsthemen können sein:

- Produktentwicklung auf Basis des entwickelten Maschinenprototyps,
- Skalierung des nachgewiesenen Prozesses hinsichtlich Bahnbreiten und Bahngeschwindigkeiten,
- Entwicklung einer Prozesssimulation auf Basis der Ergebnisse aus dem Projekt, um die Vorhersagbarkeit von Funktionen zu verbessern,
- Einsatz weiterer alternativer Druckköpfe, gemeinsame Entwicklungen mit Anbietern von Druckköpfen,
- Erweiterung des Portfolios an Chemikalien sowie Beschichtungen,
- Erforschung hybrider Herstellungstechnologien zur effektiven Produktion,
- Erforschung neuer komplexerer Anwendungen, hergestellt durch digitale Technologien.

## ➤ 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](mailto:dirk.zschenderlein@stfi.de)  
Tel.: +49 371 5274-283  
Fax: +49 371 5274-153  
[www.futuretex2020.de](http://www.futuretex2020.de)

### **Verbundkoordinator Umsetzungsvorhaben digiTEX-PRO:**

Textilausrüstung Pfand GmbH  
Walkmühlenweg 12  
08485 Lengenfeld  
Ansprechpartner: Prof. Dr. Holger Erth  
Tel.: +49 37606 2621  
E-Mail: [h.irth@pfand-textil.de](mailto:h.irth@pfand-textil.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](mailto:info@p3n-marketing.de)



**03/2022**