

TourAtlas

smart
factory

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

➤ Abschlussdokumentation Basisvorhaben Smart Factory

Entwicklung von Prozessen und Strukturen für den Aufbau von Smart Factories in der Textilindustrie und Ableitung von typischen Industrie 4.0 Anwendungen

Laufzeit: 1. Oktober 2015 – 31. März 2017

Das Basisvorhaben Smart Factory ist eines von insgesamt vier Basisvorhaben des Projekts futureTEX im Rahmen des Programms „Zwanzig20 – Partnerschaft für Innovationen“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung.

Inhalt

Management Summary	4
Partner	4
Problemstellung und Motivation	9
Beitrag zur Realisierung der futureTEX-Ziele	10
Lösungsansatz	11
Ergebnisse.....	14
Verwertung und wirtschaftliche Bedeutung	17
Ausblick	18

➤ Management Summary

Die Textilindustrie besitzt eine weit zurückreichende Geschichte und gehört dennoch zu den globalen Wachstumsindustrien. Das Basisvorhaben Smart Factory verfolgt das Ziel, die spezifischen Anforderungen der ausgewählten Industrie 4.0-Use Cases

- vernetzte Produktion,
- resiliente Fabrik,
- intelligentes Instandhaltungsmanagement sowie
- selbstorganisierende adaptive Logistik

➤ Partner



Technische Universität Chemnitz – Professur Fabrikplanung und Fabrikbetrieb

Erfenschlager Straße 73 | 09125 Chemnitz

Ansprechpartner: Prof. Dr. Ralph Riedel

T: +49 371 531 23210 | fpl@mb.tu-chemnitz.de

an die Textilindustrie herauszuarbeiten. Die Besonderheiten des Industriebereichs Textil werden anhand von drei Fallbeispielen analysiert und beschrieben. Ermittelt werden branchenspezifische Bedarfe, existierende Probleme und Barrieren, um konkrete Handlungsansätze und Potentiale aufzuzeigen. Als Ergebnis des Vorhabens werden typische, branchenspezifische Prozesse und Strukturen für eine Smarte Textilfabrik abgeleitet, die als Basis für Folgevorhaben dienen.

TU Chemnitz, Professur Fabrikplanung und Fabrikbetrieb (Koordinator)

Die Professur Fabrikplanung und Fabrikbetrieb an der Technischen Universität Chemnitz unter Leitung von Univ. Prof. Dr.-Ing. Egon Müller versteht sich mit ihren Mitarbeitern als kompetenter Partner für die Planung und den Betrieb ganzheitlicher Produktions- und Fabrikssysteme in Lehre und Forschung.

Die Forschungsschwerpunkte liegen vorwiegend in der Untersuchung sowie Entwicklung zukünftiger Produktionsstrukturen und neuartiger Fabrikkonzepte für die Maschinen- und Anlagenbaubranche, die Automobilindustrie und Zulieferer sowie die Elektronik- und Textilindustrie unter Berücksichtigung aktueller Entwicklungen wie die fortschreitende Leistungsfähigkeit der Informationstechnologie, die zunehmende Vernetzung, Ressourcenknappheit sowie steigende Anforderungen an die Lern- und Anpassungsfähigkeit von Produktions- und Fabrikssystemen.



Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V.
Annaberger Straße 240 | 09125 Chemnitz
Ansprechpartner: Sten Döhler
T: +49 371 5274 0 | stfi@stfi.de

Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V. (STFI)

Das Sächsische Textilforschungsinstitut e.V. (STFI), An-Institut der Technischen Universität Chemnitz, ist mit der fachlichen Kompetenz qualifizierter Mitarbeiter und einer modernen technischen Ausstattung der Ansprechpartner für stetig komplexer werdende Aufgaben im expandierenden Markt der Technischen Textilien. Durch das anwendungsorientierte, industrienahе Forschungs- und Entwicklungsumfeld sowie die enge Zusammenarbeit mit anderen Forschungspartnern können zahlreiche interdisziplinär ausgerichtete Kompetenzfelder abgedeckt werden.

Seitens des Produktionsmanagements beschäftigt sich das STFI mit Themen der Produktionsorganisation und der Digitalisierung der Produktion. Die Forschungsschwerpunkte liegen dabei auf der Effizienzsteigerung in der Textilproduktion, der damit verbundenen Arbeitsorganisation sowie dem Einsatz von Innovationsmanagementmethoden.



Cetex Institut für Textil- und Verarbeitungsmaschinen
gemeinnützige GmbH
Altchemnitzer Straße 11 | 09120 Chemnitz
Ansprechpartner: Hans-Jürgen Heinrich
T: +49 371 5277 0 | fue@cetex.de

CETEX Institut für Textil- und Verarbeitungsmaschinen gGmbH

Cetex ist das anwendungsorientierte Forschungsinstitut in Deutschland für neue Technologien und Maschinen zur Herstellung Technischer Textilien, textilbasierter Halbzeuge, Funktionskomponenten und Hochleistungsstrukturen. Der Forschungsschwerpunkt liegt in der Entwicklung von großserientauglichen Technologien und Maschinen für Technische Textilien, insbesondere auch für den Faserverbundbereich.

Im Mittelpunkt stehen Verfahrens- und Materialentwicklungen von endlosfaserverstärkten Halbzeugen und komplexen Preformen für den Leichtbau aus Hochleistungsfasern, wie Carbon, Glas, Basalt und Aramid, sowie die Maschinen zu deren Herstellung. Die Vorteile der neuen Technologien und Materialien liegen in einer erhöhten Funktionsintegration bei gleichzeitiger Reduktion der Prozesszeiten. Damit werden sowohl Rohstoffe und Energie als auch Kosten gespart. Die Forschungsaufgaben werden dabei komplett von der Idee über das Konzept bis zum Prototyp bei Cetex realisiert.

Fraunhofer-Institut für Optronik, System- technik und Bildauswertung IOSB / Geschäftsfeld Automatisierung

Das Fraunhofer IOSB gehört innerhalb des IuK-Verbunds der Fraunhofer-Gesellschaft zu den größten Instituten. Mit seinen vier Standorten in Deutschland und der Außenstelle in Peking ist es solide in vier bedeutenden Wirtschaftsregionen aufgestellt und nah bei seinen Kunden.

Das IOSB fasst alle seine automatisierungstechnischen Kompetenzen im Geschäftsfeld Automatisierung zusammen, sodass industrielle Kunden und öffentliche Auftraggeber aus einer Hand bedient werden können. Mit seinem gebündelten Leistungsspektrum für die komplette Automatisierungspyramide bietet das Fraunhofer IOSB zukunftsweisende Lösungen für produzierende Unternehmen aus Fertigungs- und Prozessindustrie, für Systemintegratoren und Automatisierungsanbieter. Das Thema Industrie 4.0 spielt am Fraunhofer IOSB eine große Rolle. Das Geschäftsfeld Automatisierung steht für funktionierende Systemlösungen auf allen Ebenen der industriellen Automatisierung mit der Vision eines durchgängigen Managements von Daten und Informationen. Schwerpunkt der Arbeiten des Geschäftsfeldes ist: Echtzeit-IT für komplexe Produktionsprozesse.

RWTH Aachen, Institut für Textiltechnik

Das Institut für Textiltechnik (ITA) gehört als eines der größten Institute dem Fachbereich Maschinenbau der RWTH Aachen University an. Verbunden mit dem Institut ist der Lehrstuhl für Textiltechnik im Maschinenbau. Das Institut wird von Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. Thomas Gries geleitet. Im Rahmen einer Brückenprofessur „Tissue Engineering und Textile Implants“ leitet Prof. Dr. med. Stefan Jockenhövel den Bereich Life Sciences und Medizintextilien.

Schwerpunkte des Institutes liegen in den Bereichen Maschinenbau und textile Verfahrenstechnik, Polymer-technik und Hochleistungsfaserwerkstoffe, Textiles Preforming und Faserverbunde, Medizintechnik, Smart Textiles und Fügetechnologie sowie in der Simulations- und Messtechnik. Das ITA entwickelt textile Halbzeuge und Produkte für Applikationsfelder in den Branchen Life Sciences und Healthcare, Bauen und Wohnen, Leichtbau und Mobilität und für den Energiesektor.

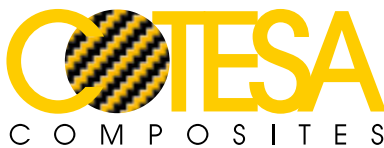


Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU
Reichenhainer Straße 88 | 09126 Chemnitz
Ansprechpartner: Dr. Tino Langer
Heiner Reinhardt
T: +49 371 5397 0 | info@iwu.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU

Das Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU ist Motor für Neuerungen im Umfeld der produktionstechnischen Forschung und Entwicklung. Das IWU erschließt Potentiale, entwickelt Lösungen, verbessert Technik und treibt Innovationen in Wissenschaft und Auftragsforschung voran. Im Fokus stehen Bauteile und Verfahren, Technologien und Prozesse sowie komplexe Maschinensysteme – die ganze Fabrik.

Als Leitinstitut für ressourceneffiziente Produktion innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft liegt das Hauptaugenmerk auf der Entwicklung von Effizienztechnologien und intelligenten Produktionsanlagen zur Herstellung von Karosserie- und Powertrainkomponenten sowie der Optimierung der damit verbundenen umformenden und spanenden Fertigungsprozesse, wobei Wert auf die Betrachtung der gesamten Prozesskette gelegt wird. Die Entwicklung von Leichtbaustrukturen und Technologien zur Verarbeitung neuer Werkstoffe, aber auch die Funktionsübertragung in Baugruppen sind dabei wesentliche Erfolgsfaktoren.



COTESA GmbH
Bahnhofstraße 67 | 09648 Mittweida
Ansprechpartner: Dr. Udo Berhold
T: +49 3727 9985 0 | info@cotesa.de

COTESA GmbH

Als langjähriger Partner und Lieferant für die Luftfahrtindustrie ist COTESA eine feste Größe im Faserverbundbereich. Das Unternehmen vereinigt Innovation mit absoluter Kundenorientierung sowie höchsten industriellen Standards in Engineering, Fertigung und Qualitätssicherung.

Das nach DIN EN 9100:2010 sowie NADCAP Composites und NADCAP NDT/UT zertifizierte Unternehmen bildet die gesamte Wertschöpfungskette ab: Von der Konstruktion und Technologieentwicklung über die Prozesskonzeption bis hin zur Prototypen und Serienfertigung einzelner Bauteile sowie der Komplettierung gesamter Baugruppen.



Terrot GmbH
Paul-Gruner-Straße 72b | 09120 Chemnitz
Ansprechpartner: Michael Lau
T: +49 371 5201 0 | info@terrot.de



CBS Information Technologies AG
Curiestraße 3a | 09117 Chemnitz
Ansprechpartner: Ullrich Trommler
T: +49 371 810 0340 | info@cbs.ag



Curt Bauer GmbH
Bahnhofstraße 16 | 08280 Aue
Ansprechpartner: Gert Bauer
T: +49 3771 500 0 | info@curt-bauer.de

Terrot GmbH

Mehr als 150 Jahre Erfahrung prägen den Qualitätsanspruch von mehr als 310 Beschäftigten in Chemnitz und am Standort des Tochterunternehmens Pilotelli in Italien. Zum Portfolio gehören die Marken Terrot, Pilotelli Macchine Tessili und Corizon. Mit einer Exportquote von nahezu 100 Prozent produzieren die Maschinen weltweit Textilien für Ober- und Unterbekleidung, Sport- und Funktionstextilien, Heimtextilien, Technische Textilien wie beispielsweise für den Medtech- oder Automotivebereich.

CBS Information Technologies AG

Die CBS Information Technologies AG ist ein industrienaher Dienstleister auf dem Gebiet der Informationsverarbeitung. Die Kernkompetenz des Unternehmens besteht in der Einführungsunterstützung von ERP-Systemen – vorwiegend im produzierenden Mittelstand. Dabei kommen die beiden Systeme von Microsoft – Dynamics AX und Dynamics NAV zum Einsatz. Als Ergänzung dieser integrierten Produkte zur Abbildung aller betrieblichen Abläufe bietet CBS außerdem Lösungen für den Bereich CRM, ECM und Personalabrechnung an.

Curt Bauer GmbH

Das mittelständische Familienunternehmen produziert in 4. Generation seit 135 Jahren am Standort in Aue im Erzgebirge in Deutschland. Auf modernsten Jacquard-Webmaschinen und elektronisch gesteuerten Veredlungsanlagen werden verschiedenste Sortimente im textilen Bereich produziert. Die Sortimentslinien sind breit aufgestellt – es werden Haustextilien (Bett- und Tischwäsche), Bekleidungsdamaste für Afrika, Objekttextilien für Wäschereien, Hotels und Restaurants, Airlinertextilien und Technische Textilien produziert und vertrieben.

➤ Problemstellung und Motivation

Neben der Ressourceneffizienz und der Nachhaltigkeit wird sich der Wertschöpfungsprozess der Zukunft mit den Möglichkeiten von Industrie 4.0 völlig neu definieren. Wichtige Fragen und Eckpunkte sind dabei:

- die Individualisierung der Produkte und Leistungen sowie die zunehmende Integration der Kunden,
- die Integration von „Intelligenz“ in das Produkt mit dem Ziel der Identifikation, Selbstorganisation und Rückverfolgbarkeit,
- eine hohe Wandlungsfähigkeit der Produktionssysteme und der beteiligten IT-Systeme,
- die digitale Integration der Prozesse und die Entstehung von Smart Factories,
- ein wachsender Anteil an Dienstleistungen und der Wandel vom reinen Produktionsunternehmen zum Anbieter ganzheitlicher Lösungen sowie
- die steigende Bedeutung von branchenübergreifenden Wertschöpfungsnetzwerken.

Dieser mit der vierten industriellen Revolution verbundene Paradigmenwechsel ist eine außerordentliche Herausforderung für alle Wertschöpfungspartner.

Die Textilindustrie besitzt eine weit zurückreichende Geschichte. Getrieben vom anhaltenden Bevölkerungswachstum und steigenden Wohlstand gehört sie global zu den Wachstumsindustrien, auch mit Blick auf die nächsten Jahrzehnte. Das Entstehen großer, neuer Verbrauchermärkte vor allem in Asien und die enormen regionalen Lohnkostenunterschiede haben jedoch in den letzten Jahrzehnten zu einer globalen Neuausrichtung der Textilindustrie geführt. Traditionell und im Status quo ist die Textilindustrie in der Breite eher auf Massenproduktion ausgerichtet. Gleiches gilt für den Textilmaschinenbau, der die technische Entwicklung mit

dem Schwerpunkt höchster Produktivität und Qualität, weniger mit Flexibilität vorangetrieben hat. Absehbare Veränderungen im Verbraucherverhalten, vor allem in Richtung Individualisierung, und die notwendige Integration der Kunden bei Technischen Textilien, in Richtung kundenspezifischer Lösungen, eröffnen mit Blick auf die in Deutschland aktive Textilindustrie völlig neue Möglichkeiten.

In einer Vorstudie wurde bestätigt, dass die in den neuen Bundesländern agierende Textilindustrie überwiegend durch klein- und mittelständischen Strukturen geprägt ist und in erster Linie die Produktinnovation und die Optimierung der vorhandenen Produktion priorisiert. Themen wie Wandelbarkeit der Produktion (Einführung dezentraler Steuerungskonzepte), intelligente Daten und Dienste („Smart Data“ als Basis neuer Geschäftsfelder) und das Management flexibler Wertschöpfungsnetzwerke (Produktion in der Cloud) sind nur untergeordnet in der Diskussion. Es gibt zwar Einzellösungen in Richtung von Industrie 4.0 Anwendungen, aber kein Konzept, wie Industrie 4.0 für neue Geschäftsmodelle genutzt werden kann und welche Voraussetzungen erforderlich sind. Hier besteht noch großer Klärungsbedarf, sowohl in Richtung der Textilindustrie (Herstellung textiler Produkte) als auch für den Textilmaschinenbau.

Spezifisch für den Industriebereich ist auch das „Werkstück Textil“. Die Eigenschaften (biegeschlaff), die geringe Verfügbarkeit von Berechnungs- und Simulationstools und die relativ große Streuung von Kennwerten ermöglichen nur in wenigen Fällen die Übernahme von Lösungen aus anderen Branchen zur Identifikation und Produkt- und Prozessbeschreibung. Hier gibt es teilweise noch grundlegenden Forschungsbedarf als Basis für eine folgende Technologieentwicklung.

➤ Beitrag zur Realisierung der futureTEX-Ziele

Wie im Strategiekonzept und der Roadmap von futureTEX aufgezeigt, wird sich neben der Ressourceneffizienz und der Nachhaltigkeit der Wertschöpfungsprozess der Zukunft mit den Möglichkeiten von Industrie 4.0 völlig neu definieren. Das Basisvorhaben Smart Factory befasste sich mit grundlegenden Fragestellungen, welche für die futureTEX Strategie und deren Fortschreibung von Bedeutung sind. Es wurde analysiert, welche bereits bzw. in der Zukunft nutzbaren Systeme, Methoden oder Prozessabläufe im Sinne Industrie 4.0 für die Textilindustrie anwendbar und welche Effekte erreichbar sind. Aus den Erkenntnissen wurden in einzelnen Arbeitsgruppen gezielt die bestehenden Handlungsfelder, Empfehlungen für Folgevorhaben sowie Impulse für die Anpassung der Strategie und des Forschungs- und Versuchsfeldes erarbeitet.

Darüber hinaus bildet das Basisvorhaben eine wichtige Grundlage für den Aufbau des Forschungs- und Versuchsfeldes, welches die Potentiale von Industrie 4.0-Anwendungen in ihrer branchenspezifischen und auch schrittweisen Umsetzung aufzeigt. Industrienah werden die Forschungsergebnisse zur Vision „Textilfabrik der Zukunft“ getestet und umgesetzt. Das Basisvorhaben Smart Factory liefert die theoretischen, branchenspezifischen Grundlagen für die Vernetzung (Maschine/Maschine, Maschine/Material bzw. Produkt), notwendige Prozessmodelle, neue Instandhaltungsstrategien etc.

Klein- und mittelständische Unternehmen, die die Textilindustrie in Sachsen und Thüringen repräsentieren, können und müssen nicht in einem Schritt komplexe und kostenintensive Industrie 4.0 Lösungen umsetzen, um von den Vorteilen der Digitalisierung und flexiblen Vernetzung zu profitieren. Eine individuelle Kennzeichnung aller Materialien, Input-Ressourcen und Produkte z. B. durch Barcodes oder RFID, sowie der Einsatz von Scannern in allen Stufen der Wertschöpfungskette können ein Schritt sein, um Daten über den Fertigungsablauf für erste Kosten- und Qualitätsverbesserungen zu verwenden. In einem weiteren Schritt können dann komplexere Fertigungsschritte digital erfasst werden, um Effizienzsteigerungen zu ermöglichen.

Weiterhin wurden durch das Vorhaben wichtige Aspekte für die Forschungsfelder Textile Zukunftsprodukte (u. a. Identifikation, Verfügbarkeit von Daten und deren Nutzung im Produktlebenszyklus sowie für Produktions- und Logistikprozesse) und Ressourceneffizienz (energieeffiziente Steuerung von Produktionsprozessen, Reduzierung von Verschnitt, u. a.) beleuchtet.



➤ Lösungsansatz

Das Basisvorhaben verfolgte das Ziel, ausgehend vom aktuellen Stand im Industriebereich Textil, welcher anhand von drei repräsentativen Fallbeispielen analysiert und beschrieben wurde, die spezifischen Anforderungen ausgewählter Anwendungen von Industrie 4.0 in der Textilindustrie herauszuarbeiten. Ermittelt werden sollten die branchenspezifischen Bedarfe, existierenden Probleme und Barrieren, aber auch Ängste und Befürchtungen, um daraus konkrete Handlungsansätze und mögliche Potentiale abzuleiten.

Die Fallbeispiele wurden so ausgewählt, dass sie möglichst breit die Branche und aktuelle sowie zukünftige Problemstellungen repräsentieren und die Ergebnisse gleichzeitig auch auf andere Industriebereiche übertragbar sind.

Fallbeispiel 1

Die Herstellung von Faserverbund-Halbzeugen mit der Option einer endkonturnahen Fertigung auf der Basis Prepreg und einer prozessbegleitenden Qualitätskontrolle (Praxispartner: COTESA GmbH)

- Mit diesem Beispiel wurde der Wachstumsbereich der Technischen Textilien erfasst, der zunehmend durch kundenspezifische Lösungen und eine starke Kundenintegration in den Wertschöpfungsprozess charakterisiert ist. Die spezifische Anforderung einer prozessbegleitenden Qualitätskontrolle von Carbonfaserstrukturen trifft ein Kernthema von Industrie 4.0-Anwendungen.

Fallbeispiel 2

Die Herstellung eines Single Jersey Gestricks unter Nutzung des neuen Corizon-Verfahrens (Praxispartner: Terrot GmbH)

- Mit diesem Beispiel wurde der Bereich der textilen Flächenherstellung erfasst, der zukünftig speziell in Hochlohnregionen wie Deutschland, in Richtung einer wesentlich stärkeren Produktindividualisierung

gefordert sein wird. Hierzu müssen vor allem neue Maschinenbaukonzepte zum Einsatz kommen, die Industrie 4.0 Technologien berücksichtigen, da damit Flexibilität und Individualisierung, abgesehen von der reinen Herstelltechnologie, erst ermöglicht werden.

Fallbeispiel 3

Die Herstellung individueller Heimtextilien mit Nutzung im Mietwäschebereich als Kerngeschäft und Diversifikation in den Bereich der Technischen Textilien (Praxispartner: Curt Bauer GmbH)

- Mit diesem Beispiel wurde der absehbare Wandel klassischer Textilhersteller in Richtung Diversifikation, Änderungen vorhandener Wertschöpfungsstrukturen und Aufbau neuer Geschäftsmodelle erfasst. Eine Portfolioerweiterung in den Bereich der Technischen Textilien ermöglicht auch klassischen Textilproduzenten eine Stärkung der eigenen Marktposition.

Zu Beginn des Basisvorhabens wurden die gemeinsamen Ziele durch Workshops detailliert und spezifiziert. Im Fokus standen dabei die Potentialabschätzung und Formulierung des Nutzens für die Industriepartner. Im nächsten Schritt wurde ein Analyse- und Beschreibungsraster erarbeitet. Dieses diente als Grundlage für die Beschreibung, Analyse, Bewertung und Gestaltung der verschiedenen Fallbeispiele und Anwendungsfälle und sorgte gleichzeitig für eine gemeinsame Sprache zwischen allen Beteiligten. Bei der interdisziplinär geprägten Partnerstruktur des Vorhabens war dies von großer Bedeutung.

Nach der Erarbeitung wichtiger Grundlagen, konnten die drei Fallbeispiele detailliert analysiert werden. Untersuchungsgegenstand waren jeweils die einzelnen Stufen des Produktentstehungsprozesses sowie die einzelnen damit in Verbindung stehenden Prozessstufen und dort eingesetzten Technologien, um relevante und im Sinne der Ergebnisse kritische Produkt-, Prozess- und Ressourcenparameter zu identifizieren. Weiterhin wurden die Zusammenhänge der einzelnen Parameter, deren Beeinflussungsmöglichkeiten sowie die Daten zur Beschreibung der Parameter ermittelt. Insbesondere die entstandenen Datenmodelle stellten die Grundlage für die technische Umsetzung der Prinzipien der Smart Factory dar.

Auf Basis der Analyse erfolgte die Bewertung der relevanten Fallbeispiele im Hinblick auf die Potentiale bei einer Umsetzung von Industrie 4.0 Use Cases im Textilbereich. Dabei flossen sowohl die ermittelten Besonderheiten der Fallbeispiele als auch Normen/Standards, verfügbare Technologien von Industrie 4.0 sowie bereits vorhandene Best Practice Lösungen ein.

Als Referenz für den Bereich Industrie 4.0 und den damit verbundenen Anwendungen wurden die acatech Use Cases herangezogen. Diese Use Cases (Anwendungsbeispiele) wurden im Rahmen der Umsetzungsempfehlung für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 definiert und zeigen auf, wie das Ziel einer hochflexiblen und robusten Smart Factory ganzheitlich abgedeckt werden kann. Gleichzeitig sollen die Vorteile aber auch die Herausforderungen aufgezeigt werden. Im Rahmen des Basisvorhabens wurden vier ausgewählte Use Cases fokussiert, deren Auswahl auf Basis der bereits bekannten Branchenspezifika aus den Gesprächen mit den Industriepartnern und einer Vorstudie der TU Chemnitz erfolgte.

Die Umsetzungsempfehlung für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 beschreibt die vier ausgewählten Use Cases wie folgt:

Vernetzte Produktion

Megatrends wie die Individualisierung von Produkten führen gemeinsam mit einem turbulenten Marktgeschehen zu komplexen Produktionsabläufen. Angesichts dieser Randbedingungen müssen organisatorische Verluste durch adäquate Planung und Steuerung der Produktion vermieden werden, um die Wettbewerbsfähigkeit produzierender Unternehmen in Deutschland weiter auszubauen.

Resiliente Fabrik

Resilienz bedeutet Widerstandsfähigkeit, aber auch Agilität, Adaptivität, Redundanz, Dezentralität und Lernfähigkeit. In einer resilienten Fabrik muss ein breites Produktspektrum mit kundenspezifischen Merkmalen bei hochgradig saisonaler Nachfrage produziert werden. Durch die situative Anpassung der Produktionslinien wird

eine Just-in-time Produktion bei optimaler Auslastung erreicht.

Selbstorganisierende adaptive Logistik

In der vernetzten Produktion sind zuverlässige Produktionslogistikprozesse ausschlaggebend für den reibungsarmen, fehlerfreien Wertschöpfungsprozess. In Zukunft werden die Anforderungen an Stückzahl und Variantenflexibilität weiter steigen, Engpässe und Belieferungsfehler werden wahrscheinlicher. Durch CPS können Material- und Teilebewegungen transparent gemacht werden. Sie bilden damit die technische Grundlage für eine dynamische Intralogistiksteuerung in einer flexiblen Fabrik.

Intelligentes Instandhaltungsmanagement

Die indirekten Kosten ungeplanter Maschinenstillstände können die direkten Kosten einer Wartung oder Reparatur beträchtlich übersteigen. Mit antizipierenden Instandhaltungskonzepten lassen sich für die Betreiber die Folgekosten ungeplanter Stillstände deutlich reduzieren.

Neben den Use Cases wurden auch vorhandene Best Practice in die Analysen mit einbezogen. Die branchenübergreifenden Lösungsansätze wurden abgeglichen mit den Möglichkeiten und Rahmenbedingungen der untersuchten Fallbeispiele. Die Potentiale der einzelnen Anwendungen sowie ggf. daraus resultierende neue Geschäftsmodelle wurden validiert. Eine Bewertung der Übertragbarkeit der Erkenntnisse auf die Branche sowie eine spätere Verallgemeinerung wurden damit ermöglicht. Abschließend wurden für die Anwendungen entsprechendes Verallgemeinerungspotential und notwendige Rahmenbedingungen für die Anwendungsfälle der Smart Factory in der Textilindustrie abgeleitet.

Neben den allgemeinen Analysen zum Produktentstehungsprozess wurden auch maschinenbauseitig Konzepte erarbeitet und ein Demonstrator zur endkontinuierlichen Fertigung von Faserverbund-Halbzeugen auf Basis von Prepreg umgesetzt. Dabei wurden neben der Ressourceneffizienz auch Konnektivitätsaspekte im Rahmen von Industrie 4.0 berücksichtigt.

Auf Basis der durchgeführten Analysen und Workshops und unter Berücksichtigung aktueller Entwicklungen bzgl. Technologie, Standardisierung und Normung wurden u. a. folgende Aspekte erarbeitet:

- Konzepte zur Nutzung von Auto-ID und Wissensdatenbanken
- Aufbau einer Rezepturdatenbank und einer Kommunikationsplattform für den Corizon-Prozess
- Modellierung von branchentypischen Prozessketten
- Leitfaden zur Implementierung von Smart Factory Konzepten in Weberei

- Domänenspezifische Begriffswelt in Form einer Ontologie
- Bewertungsmodell für die Potentiale der Industrie 4.0 Use Cases
- Aufzeigen der Potentiale einer standardisierten Daten-Kommunikation und -Modellierung mit Evaluation durch prototypische Beispiele

Weiterhin wurden mögliche Umsetzungsstrategien, notwendige Rahmenbedingungen sowie damit verbundene Chancen und Hemmnisse herausgearbeitet.

futureTEX

Unternehmensspezifische Basisinformationen

Datum:

Erfassungsart: ☐ Selbstauskunft ☐ Mitschrift

1 Kontaktdaten

1.1 Anschrift des Unternehmens (Standorts)

Bezeichnung, Rechtsform:

Straße, Nr.:

Zustige:

PLZ, Ort:

1.2 Kontaktdaten der Ansprechpartner

Ansprechpartner 1:

Position / Aufgabenbereich:

Telefonnummer:

E-Mail Adresse:

Ansprechpartner 2:

Position / Aufgabenbereich:

Telefonnummer:

E-Mail Adresse:

2 Struktur des Unternehmens

2.1 (Haupt-)Sitz der Gesellschaft

Straße, Nr.:

Zustige:

PLZ, Ort:

2.2 Weitere(r) Standort(e)

Anzahl an weiteren Standorten:

Ort(e):

(ggf. nur Auszug):

futureTEX

Use Case 1: Resiliente Fabrik

Datum:

Erfassungsart: ☐ Selbstauskunft ☐ Mitschrift

Resilienz bedeutet Widerstandsfähigkeit, aber auch Agilität, Adaptivität, Redundanz, Dezentralität und Lernfähigkeit. In einer resilienten Fabrik muss ein breites Produktspektrum mit kundenspezifischen Merkmalen bei hochgradig saisonaler Nachfrage produziert werden. Durch eine situative Anpassung der Produktionslinien wird eine Just-in-time-Produktion bei optimaler Kapazitätsauslastung erreicht.
(Quelle: Ansohn: Umsetzungsrichtungen für das Zukunftsspekt Industri 4.0, S. 108)

10 Widerstandsfähigkeit der Teilbereiche und Prozesse gegenüber Störungen

Elemente / Prozesse	Widerstandsfähigkeit gegenüber Störungen / Ausfällen			
	Gering	Mittel	Hoch	Unbekannt
Gebäude / Verkehrswege	☐	☐	☐	☐
Gebäudetechnik	☐	☐	☐	☐
IT-System(e)	☐	☐	☐	☐
Produktionsanlage(n)	☐	☐	☐	☐
Personalkapazität	☐	☐	☐	☐
Werkzeuge	☐	☐	☐	☐
Fördermittel	☐	☐	☐	☐
Maschinen	☐	☐	☐	☐
Fuhrpark	☐	☐	☐	☐
Beschaffungsprozess	☐	☐	☐	☐
Produktionsprozess	☐	☐	☐	☐
Logistikprozess	☐	☐	☐	☐
Planungsprozess	☐	☐	☐	☐
	☐	☐	☐	☐

11 Wandlungsfähigkeit der Teilbereiche und Prozesse

Elemente / Prozesse	Anpassungsfähigkeit an neue, ggf. noch unbekannte Anforderungen				
	Keine	Gering	Mittel	Hoch	Unbekannt
Gebäude / Verkehrswege	☐	☐	☐	☐	☐
Gebäudetechnik	☐	☐	☐	☐	☐
IT-System(e)	☐	☐	☐	☐	☐
Produktionsanlage(n)	☐	☐	☐	☐	☐
Personalkapazität	☐	☐	☐	☐	☐
Werkzeuge	☐	☐	☐	☐	☐
Fördermittel	☐	☐	☐	☐	☐
Maschinen	☐	☐	☐	☐	☐

Abbildung 1: Auszug aus dem Analyse- und Beschreibungsraster zur Beschreibung des Ist-Standes eines Textilunternehmens

➤ Ergebnisse

Über die Laufzeit des Basisvorhabens Smart Factory hinweg wurde eine Vielzahl an unterschiedlichen Ergebnissen für die verschiedenen Aspekte einer smarten Textilfabrik erarbeitet. So galt es zu Beginn des Basisvorhabens zunächst den in der Textilbranche bestehenden Status quo zu erheben und hierfür eine entsprechende Systematik zu entwerfen. Um zur Beurteilung des Reifegrads eines Textilunternehmens ein möglichst umfassendes Bild hinsichtlich der bestehenden Systeme und Strukturen zu erhalten, wurde für diesen Zweck ein Analyse- und Beschreibungsraster erarbeitet, welches sowohl die für die Smart Factory relevanten Industrie 4.0 Use Cases als auch die in anderen Branchen, bspw. in der Automobilindustrie, bestehenden Industrie 4.0-Ansätze abdeckt (siehe Abbildung 1). Das schrittweise, gemeinschaftlich mit den Fachexperten eines Unternehmens, auszufüllende

Analyse- und Beschreibungsraster bietet einen Überblick der aktuellen Situation eines Unternehmens und dient als Ausgangsbasis für eine systematische Ableitung von bestehenden Handlungsbedarfen und Industrie 4.0-Potentialen. Um die mit dem Analyseraster gewonnenen Eingangsinformationen anschließend auch in konkrete Handlungsempfehlungen überführen zu können, wurde im Vorhaben ein Bewertungsmodell entwickelt, welches die Industrie 4.0 Use Cases sowie die Technologien mit dem größten Potential unter den gegebenen Voraussetzungen aufzeigt. Dies erlaubt anschließend die Beseitigung von erkannten Defiziten im Unternehmen sowie das Aufzeigen der benötigten Veränderungen hin zu einer Textilfabrik der Zukunft.

Zur Beschreibung der bereits bestehenden Industrie 4.0-Anwendungen und derer Potentiale, wurden Lösungen und Konzepte, welche in anderen Branchen bereits umgesetzt sind oder sich in der Umsetzung befinden, untersucht und hinsichtlich ihrer Übertragbarkeit auf die

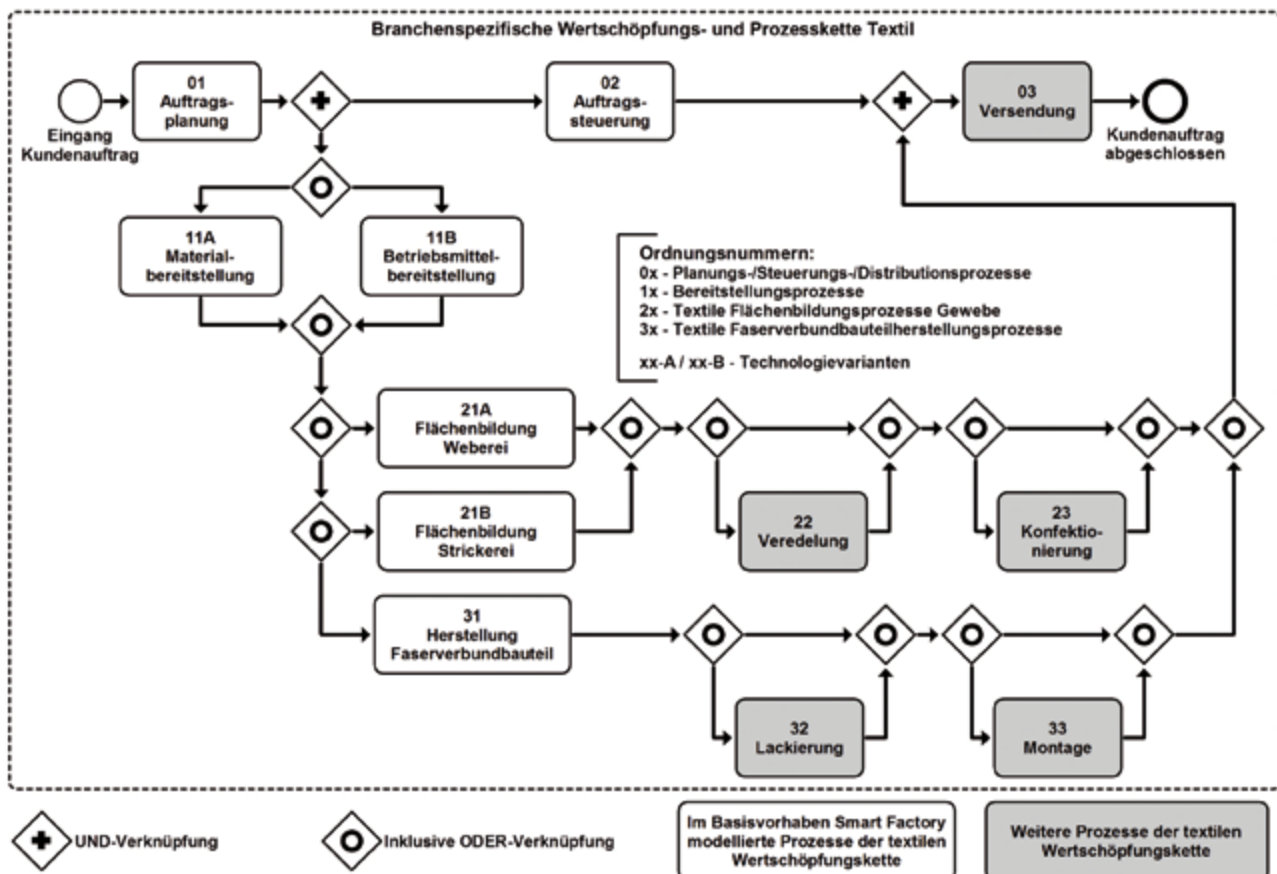


Abbildung 2: Darstellung der im Basisvorhaben Smart Factory modellierten branchentypischen Wertschöpfungs- und Prozesskette Textil

Textilbranche bewertet. Diese Übertragbarkeit ist jedoch nicht immer ohne weiteres gegeben, denn das „Werkstück Textil“ stellt sehr spezifische Anforderungen. Die bereits erwähnten spezifischen Eigenschaften der Materialien (biegeschlaff), die zum Teil noch geringe Verfügbarkeit von Berechnungs- und Simulationstools sowie die relativ große Streuung von Kennwerten ermöglichen nur in wenigen Fällen die direkte Übernahme von Lösungen aus anderen Branchen. Hier wurden im Basisvorhaben noch grundlegende Forschungsbedarfe als Basis für nachfolgende Technologieentwicklungen aufgezeigt.

Um diese noch benötigten Entwicklungen zu unterstützen, wurden im Rahmen des Basisvorhabens Smart Factory bereits die für die drei gewählten Fallbeispiele relevanten (Teil-)Prozesse zur Auftragsabwicklung und Produktentstehung dokumentiert, analysiert und anschließend für die Textilbranche verallgemeinert. Die mit Hilfe einer standardisierten Modellierungssprache abgebildeten Prozesse (siehe Abbildung 2) ermöglichten ebenfalls die weiterführende Untersuchung der Prozesse hinsichtlich der relevanten Parameter, benötigten Ressourcen sowie die Beschreibung einer branchenspezifischen, unternehmensneutralen Wertschöpfungs- und Prozesskette.

Die im Rahmen des Basisvorhabens durchgeführten Analysen und Workshops haben gezeigt, dass in der mittelständisch geprägten Textilbranche zur Umsetzung von Industrie 4.0 vor allem noch Bedarf hinsichtlich der Handlungsfelder Standardisierung, Flexibilisierung, Digitalisierung, Transparenz und Handlungsfähigkeit sowie Assistenzsysteme besteht. So stellen bspw. die bestehende Anlagentechnik bzw. die verwendeten Systeme oftmals noch nicht die benötigten Schnittstellen für den Datenaustausch innerhalb der Fabrik oder zwischen den Unternehmen entlang der Wertschöpfungskette bereit.

Um diesen Bedarf sowie die hiermit realisierbaren Potentiale für die Textilbranche aufzeigen zu können, wurde zusammen mit dem Textilmaschinenhersteller Terrot GmbH das neue Corizon-Verfahren sowie die hierzu genutzte Anlagentechnik untersucht und die Anlage beispielhaft als moderne Industrie 4.0-Komponenten modelliert. Eine fähigkeits- und funktionsorientierte Beschreibung von Produktionsprozessen und -anlagen erlaubt es eine Machine-to-machine-Kommunikation innerhalb der Produktionsumgebung zu realisieren und darüber hinaus die anfallenden Daten zur Unterstützung für die Bediener bspw. durch die Anbindung an beliebige MES-Komponenten, wie einen Leitstand, bereitzustellen.

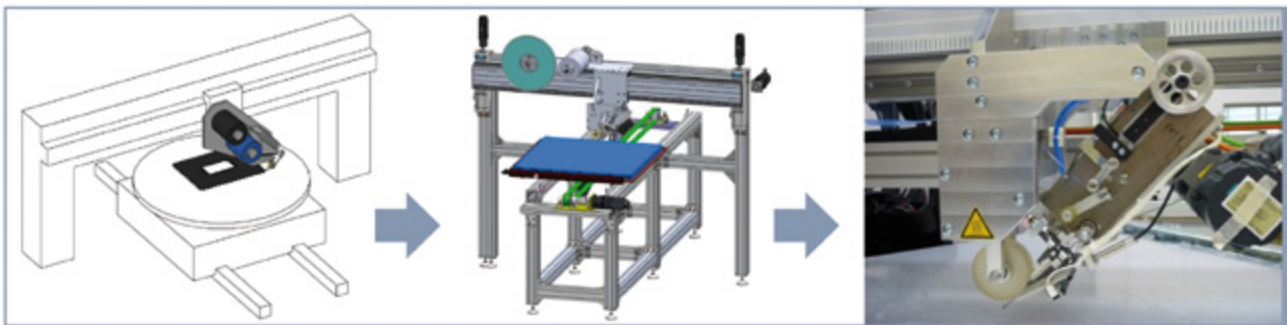


Abbildung 3: Vom Konzept bis zum fertigen Prototypen: Verfahren zur endkonturnahen Herstellung von Faserverbund-Halbzeugen (Quelle: Cetex gGmbH)

Neben der konzeptionellen Arbeit zur Übertragung und Implementierung der relevanten Industrie 4.0-Konzepte in der Textilbranche erfolgte parallel ebenfalls die Entwicklung eines Verfahrens zur endkonturnahen Halbzeug-Herstellung für Faserverbundbauteile. Insbesondere im Bereich der Technischen Textilien stellen die hohen Materialkosten sowie der Anteil an manuellen Tätigkeiten die Unternehmen am Standort Deutschland vor entsprechende Herausforderungen. Um die manuellen Prozessanteile bei gleichzeitig verbesserter Materialausnutzung reduzieren zu können, wurde ein Verfahren, welches bei der Halbzeug-Herstellung für Faserverbundbauteile eingesetzt werden kann, entwickelt, prototypisch umgesetzt und getestet (Abbildung 3). Neben der Entwicklung des Verfahrens wurden die im Vorhaben untersuchten Industrie 4.0-Ansätze ebenfalls bei der Gestaltung des Versuchsstands aufgegriffen und dieser so bereits teilweise als Industrie 4.0-Komponente gestaltet.

Neben der Beschreibung der Konzepte sowie der Modellierung der beiden Anlagen wurden im Basisvorhaben Smart Factory darüber hinaus weitere Demonstratoren zur Darstellung von Industrie 4.0-Konzepten für den Einsatz in der Textilbranche entwickelt und aufgebaut. Diese Demonstratoren ermöglichen es einerseits die im Vorhaben erarbeiteten Konzepte praxisnah darzustellen sowie die Vorteile dieser in der Anwendung aufzuzeigen (siehe Abbildung 4).

Als Ergebnisse des Basisvorhabens Smart Factory sind somit zusammenfassend zu benennen:

- Ermittlung des Status quo in der Textilindustrie zur Nutzung von Standards von Industrie 4.0 anhand von repräsentativen Typvertretern
- Übertragungsmöglichkeiten und Potentialabschätzung ausgewählter Anwendungen von Industrie 4.0 auf Basis der gewählten Fallbeispiele
- Abschätzung der technischen Risiken von notwendigen und angedachten Änderungen im Wertschöpfungsprozess der Fallbeispiele
- Umsetzungsvorschläge für die Weiterentwicklung der strategischen Investition des futureTEX Forschungs- und Versuchsfeldes
- Gestaltungsvorschläge für eine Textilfabrik der Zukunft, wie durchgängige Prozessverfolgung, Gestaltung übergreifender Wertschöpfungsketten, Unterstützung der Mensch-Maschine-Interaktion.
- Ableitung von Verallgemeinerungen für die verarbeitende Industrie
- Dokumentation von domänenspezifischem Wissen über semantische Interoperabilität sowie der damit einhergehenden Nutzung und evtl. möglichen Kombination vorhandener Standards zur Interaktion und Kollaboration zwischen Mensch und Technik in der Smart Factory der Textilindustrie
- Umsetzung einer Steuerungsarchitektur hin zur Vorgabe „Produkt steuert Maschine“ für den Corizon-Prozess
- Nachweis der abfallarmen Herstellung von Preforms durch bauteilgerechte Verlegung
- Automatisierung und standardisierte Kommunikation im Corizon-Prozess, damit dieser Teil eines Prozesses der Smart Factory wird
- Demonstratoren zur Darstellung verschiedener, für den Einsatz in der Textilbranche geeigneter Industrie 4.0-Ansätze und -Lösungen



Abbildung 4: Demonstratoren zur Darstellung einer Smart Factory bzw. zum Einsatz von Assistenzsystem in der Textilbranche (Quelle: TU Chemnitz/STFI)

➤ Verwertung und wirtschaftliche Bedeutung

Das Basisvorhaben hat eine hohe Verzahnung zur industriellen Anwendung. Durch die Auswahl von Fallbeispielen aus der Branche, die verschiedene Szenarien der aktuellen Wertschöpfung repräsentieren, wurde die Voraussetzung geschaffen, die notwendigen Veränderungen und Anpassungen in Richtung Industrie 4.0 zu beschreiben. Damit wird die Positionierung der Textilindustrie in den neuen Bundesländern sowohl für den Standort Deutschland, als auch im globalen Wettbewerb gestärkt. Die Unternehmen erhalten Vorschläge, wie sie in speziellen Industrie 4.0 geprägten Anwendungen ihr Veränderungsmanagement profilieren können.

Für die Forschungspartner stand u. a. die Kompetenzerweiterung im Bereich Industrie 4.0 im Fokus. Dabei konnten nicht nur die direkt am Vorhaben beteiligten Mitarbeiter profitieren, sondern durch Schulung dieser Know-how-Gewinn auf andere Mitarbeiter der Institution übertragen werden. Weiterhin konnten die Partner die Palette der vorhandenen Instrumente und Kompetenzen in der Planung, Modellierung, Datenerfassung und Steuerung erweitern und für zukünftige Forschungsarbeiten nutzen. Im Nachgang des Basisvorhabens können die in den Fallbeispielen erarbeiteten Konzepte auch in anderen Vorhaben bzw. Folgeprojekten angewendet und weiterentwickelt werden. Die am STFI entstandenen Demonstratoren fließen in das Forschungs- und Versuchsfeld ein und stehen so dauerhaft interessierten Unternehmen zur Verfügung. Durch die Integration in eigene Forschungsanlagen werden die Vorhabenergebnisse „greifbar“ und können so Prototypentests und weiterführende Forschungsarbeiten direkt stimulieren.

Auf Seiten der Praxispartner wurde kurzfristig eine Vertiefung des Basiswissens im Thema Digitalisierung und den damit verbundenen Anforderungen erreicht. Um langfristig einen Nutzen davon zu haben, gilt es für die Unternehmen die Ansätze konsequent weiterzuverfolgen. Die Potentiale der Konzepte können zu Wettbewerbsvorteilen führen und so langfristig zu einer Umsatzsteigerung sowie einer Steigerung der Marktpresenz beitragen. Die Unternehmen konnten durch die Prozessmodellierung das Wissen über die eigenen Prozesse steigern und können diese weiter

optimieren. Dies gilt u. a. für die Auftragsplanung, den Materialfluss aber auch für die Qualität. Speziell für die Corizon-Anlage konnte eine Weiterentwicklung der Technik unter Berücksichtigung der Anforderungen durch Industrie 4.0 erreicht werden. Damit kann noch besser auf Kundenwünsche, besonders im Bereich kleiner Losgrößen und hoher Flexibilität, eingegangen werden. Langfristig wird dadurch die Steigerung der Verkaufszahlen angestrebt.

Die breite Einbeziehung von Industriepartnern, sowohl auf der Anwender- als auch Ausrüsterseite, stellt eine breite Nutzung sicher. Die Ergebnisse des Vorhabens bilden die Grundlage für weitergehende Forschungsarbeiten. Ein vielversprechender Ansatz betrifft beispielsweise Produktionsanlagen in einem hierarchiefreien Netzwerk, die dort ansteuerbar sind. Dies macht neue Anwendungsfälle und neue Mechanismen zur Steuerung und Organisation möglich. Zudem kann die Kommunikation von Produktionsanlagen nach „außen“, also zwischen verschiedenen Standorten und zwischen beteiligten Interessensgruppen wie Kunden oder Zulieferern offener gestaltet werden.

Die im Vorhaben erarbeiteten Ergebnisse können aus heutiger Sicht auch übergreifend verwendet und damit für andere Branchen verallgemeinert werden. Dies betrifft:

- Analyse- und Beschreibungsraster
- erarbeitetes und validiertes Bewertungsmodell
- erstellte Ontologie sowie Methoden zu deren Erstellung
- Ansätze zur Herstellung von Interoperabilität

Bei der Bearbeitung des Vorhabens wurde großen Wert auf die Vernetzung mit anderen Basisvorhaben gelegt, sodass gewonnene Erkenntnisse wechselseitig genutzt und in die aktuelle Forschung einbezogen werden konnten. Besonders mit dem Basisvorhaben Arbeitswelt 4.0 wurde ein regelmäßiger Erfahrungsaustausch durch gemeinsame Veranstaltungen realisiert. Perspektivisch wird auch die Übertragung der Erkenntnisse auf andere Branchen im Strukturwandel angestrebt, z. B. im Bereich methodischer Aspekte sowie um Hindernisse, Voraussetzungen, Strategien etc.

➤ Ausblick

Das Basisvorhaben Smart Factory hat gezeigt, dass der Weg hin zur Textilfabrik der Zukunft sehr unterschiedlich ausgestaltet werden kann bzw. muss. Je nach Ausgangssituation und Branchenfeld gilt es für die Unternehmen Lösungen zu finden, die einen Mehrwert für die spezifische Problemstellung bieten. Um Unternehmen auf diesem Weg zu unterstützen, ist es wichtig, Demonstratoren zu entwickeln, die als Orientierung und Ideengeber genutzt werden können. Die im Basisvorhaben erarbeiteten Demonstratoren werden auch nach Abschluss dazu genutzt, um Unternehmen Lösungsansätze aufzuzeigen. Perspektivisch werden diese Umsetzungen weiterentwickelt und erweitert, um sie im Rahmen des Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrums an der TU Chemnitz oder im Forschungs- und Versuchsfeld des STFI zu präsentieren. Es werden auch weitere Demonstratoren entstehen, um einzelne Themen, wie bspw. die Nutzung von OPC UA oder AutomationML weiter zu detaillieren. Dabei werden Erkenntnisse aus anderen Vorhaben einfließen. Das Basisvorhaben Arbeitswelt 4.0 liefert u. a. wichtigen Input zur Thematik Mensch-Maschine-Interaktion im Rahmen der Digitalisierung.

Um auf dem Weg zur Textilfabrik der Zukunft zielführend voranzukommen, ist die Kooperation zwischen Industrie und Forschung erforderlich. Diese wird auch zukünftig weiter fokussiert, um auf den Erkenntnissen der Basisvorhaben aufzubauen und so die Branche nachhaltig zu stärken.

➤ Impressum

Konsortialführer Projekt futureTEX:

Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V. (STFI)
An-Institut der Technischen Universität Chemnitz
Geschäftsführender 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 Basisvorhaben Smart Factory:

Technische Universität Chemnitz – Professur Fabrikplanung und
Fabrikbetrieb
Erfenschlager Straße 73 | 09125 Chemnitz
Ansprechpartner: Prof. Dr. Ralph Riedel
Tel.: +49 371 531 35314
E-Mail: ralph.riedel@mb.tu-chemnitz.de

Verantwortliche Autoren:

Prof. Dr.-Ing. habil. Ralph Riedel, TU Chemnitz, Professur
Fabrikplanung und Fabrikbetrieb

M. Sc. Michael Bojko, TU Chemnitz, Professur Fabrikplanung und
Fabrikbetrieb

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Nadine Göhlert, TU Chemnitz, Professur
Fabrikplanung und Fabrikbetrieb

Dipl.-Ing. (FH) Sten Döhler, Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V.

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Andreas Merkel, futureTEX Management GmbH

Lektorat und Gestaltung:

P3N MARKETING GMBH
Bernhardstraße 68
09126 Chemnitz
Tel.: +49 371 5265 380
Fax: +49 371 5265 388
E-Mail: info@p3n-marketing.de

