

TourAtlas

MTFZ

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



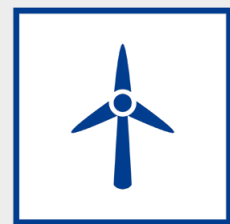
MedTech



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 2021 arbeiten wissenschaftliche Einrichtungen, Unternehmen und Verbände an der Entwicklung wesentlicher Bausteine eines Zukunftsmodells für Traditionsbranchen. Das Projektkonsortium futureTEX verfolgt das Ziel, die führende Position bei der Umsetzung der vierten industriellen Revolution im Textilmaschinenbau und in der Textilindustrie zu erringen und damit beispielhaft bis 2030 das modernste textilindustrielle Wertschöpfungs-

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

➤ **Abschlussdokumentation Umsetzungsvorhaben Modellierung Textilfabrik der Zukunft (MTFZ)**

**Entwicklung und Demonstration einer Modellierungsmethode und eines -schemas für
stufenübergreifendes Prozesswissen zum kundenintegrierten, flexiblen Konfigurieren
von Produkten der Textilfabrik der Zukunft**

Laufzeit: 1. März 2016 – 28. Februar 2019

MTFZ war eines von insgesamt 26 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	10
Ergebnisse	12
Verwertung und wirtschaftliche Bedeutung	16
Ausblick	17
Intelligente Herstellungsprozesse für Technische Textilien	18

➤ Management Summary

Die stufenübergreifende Produktentwicklung und Produktion setzt umfassende Kenntnisse zu Anforderung und Konfiguration der Vorprodukte und Fertigungsprozesse voraus. Die Analyse der Produkte und Prozesse erfordert einerseits ein systematisches Vorgehen und andererseits eine geeignete Möglichkeit, die Kenntnisse zu dokumentieren. Für letzteres hat sich Modellierung als probates Mittel herausgestellt. Bisher gibt es aber keine Modellierungssprache, welche für KMU geeignet ist und gleichzeitig eine einheitliche, maschinenlesbare Abbildung ermöglicht.

Im Rahmen des Umsetzungsvorhabens „Modellierung Textilfabrik der Zukunft“ wurde daher ein systematisches Vorgehen sowie eine Modellierungssprache entwickelt, welche stufenübergreifend Produkt- und Prozesswissen abbilden können.

Das Vorgehen besteht dabei aus den nachfolgenden vier Schritten:

1. Der erste Schritt ist die Erfassung des IST-Zustands im Unternehmen bzw. im Unternehmensnetzwerk. Das bedeutet die Identifikation aller möglichen Datenquellen im Unternehmen bzw. im Produktionsnetzwerk sowie des verfügbaren Produkt- und Prozesswissens und die Identifikation des Informationsbedarfs einzelner Prozessschritte. Der IST-Zustand wird mit Hilfe der Modellierungssprache abgebildet und für Industrie 4.0 verfügbar gemacht.
2. Im zweiten Schritt erfolgt die Analyse des IST-Zustands (IST-Modell) sowie die Gestaltung der zukünftigen Organisations- und Informationsstrukturen (SOLL-Modell). Durch den Abgleich des IST- mit dem SOLL-Modell kann der zusätzliche Informations- und Forschungsbedarf identifiziert werden.
3. Die dabei erkannten Lücken werden durch verschiedene Maßnahmen (z. B. durch den sogenannten „Retrofit“-Ansatz) beseitigt.
4. Im letzten Schritt werden alle verfügbaren Informationen zu einem durchgehenden digitalen Engineering verknüpft. Dazu werden die Informationen für die verschiedenen Prozessschritte aufbereitet.

Die entwickelte Vorgehensweise und die Modellierungssprache wurden exemplarisch an drei Produktszenarien (Spinn-Strick-Prozess corizon®, Vliesstoffproduktion mit recycelten Carbonfasern in der futureTEX-Demo-Linie und Prozesse einer Rundstrickerei) erprobt. Dazu wurde für diese Anwendungsszenarien gezeigt, wie eine systematische Erfassung und Analyse mit Hilfe der entwickelten Modellierungssprache funktioniert und wie man mit den dabei erkannten Lücken umgehen kann. Exemplarisch wurden daher einige der identifizierten Lücken (z. B. Flächengewicht des Endprodukts aus Maschineneinstellungen bestimmen, Einbindung neuer Sensorik, um die Nadelbrüche zu lokalisieren) im Rahmen des Umsetzungsvorhabens detektiert, analysiert und geschlossen.

Für alle betrachteten Anwendungsszenarien wurden die verfügbaren Modelle und Informationen in einer Anwendung zusammengeführt. Der unternehmensübergreifende Datenaustausch wurde dabei über ein ERP-System gewährleistet. So können die Mitarbeiter vom durchgängigen digitalen Engineering profitieren, da sie nun jederzeit über alle notwendigen Informationen und Vorhersagen verfügen können. Das ermöglicht ein effizientes und effektives Handeln in flexiblen Produktionsstrukturen. Ebenfalls können diese Informationen nun genutzt werden, um mit neuen Ansätzen einen Mehrwert aus den verknüpften Informationen für das Unternehmen zu generieren. Dazu wurden exemplarisch zwei Methoden des maschinellen Lernens mit den Modellinformationen sowie Instanzinformationen aus der Produktion verknüpft. Damit war eine Vorhersage von Produkteigenschaften, aber auch von Prozesseinstellungen möglich.



DEUTSCHE INSTITUTE FÜR
TEXTIL+FASERFORSCHUNG

Deutsche Institute für Textil- und Faserforschung Denkendorf (DITF)
Körschtalstraße 26 | 73770 Denkendorf
Ansprechpartner: Michael Weiß
T: +49 711 9340-417 | michael.weiss@ditf.de

Deutsche Institute für Textil- und Faserforschung Denkendorf (DITF)

Die DITF sind das größte Textilforschungszentrum in Europa mit mehr als 300 wissenschaftlichen und technischen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern. Als einzige Textilforschungseinrichtung weltweit betreiben sie anwendungsbezogene Forschung über die gesamte textile Produktionskette hinweg. Mit produkt- und technologieorientierten Innovationen sowie modernen Managementkonzepten tragen sie zur Wettbewerbsfähigkeit und zur Standortsicherung der deutschen und europäischen Wirtschaft bei. Wichtig dabei ist die schnelle Übertragung zukunftsfähiger Forschungsergebnisse in die wirtschaftliche Verwertung und Anwendung und damit die Umsetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse in marktreife Verfahren, Produkte und Dienstleistungen. Ebenfalls sind die DITF ein wichtiger F&E-Partner für Industrie- und Dienstleistungsunternehmen, von der Ideenfindung über die Materialforschung, die Entwicklung von Prototypen und Produktionsverfahren, die Pilotfertigung bis hin zur Prüfung. Insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen ohne eigene F&E-Abteilung sind die DITF wichtiger Lieferant für innovatives Know-how.



Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V. (STFI)
Annaberger Straße 240 | 09125 Chemnitz
Ansprechpartner: Prof. Dr. Rainer Gebhardt
T: +49 371 5274-185 | rainer.gebhardt@stfi.de

Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V. (STFI)

Neben den seit der Gründung 1993 bestehenden Kernkompetenzen bei klassischen Textiltechnologien, Vliesstoffen, Technischen Textilien sowie Textilprüfung/-zertifizierung erwarb das STFI u. a. in aktuellen Forschungsprojekten Know-how im Bereich des Prozess- und Softwaremanagements, der textiltechnologischen Kopplung mit verschiedenen nicht-textilen Bauelementen, wie z. B. mit Identifikationssystemen per RFID, oder beim Einsatz von Informationstechnologien bei Entwicklung, Design und Herstellung von kundenindividuellen Textilprodukten. Da sich der Bereich der Technischen Textilien zu einem hochinnovativen Wachstumssegment entwickelt hat, setzt das STFI den Fokus zunehmend auf die Entwicklung branchenübergreifender, unternehmenszugeschnittener Textiltechnologien mit unterstützender Prozessmodellierung und Simulation.



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



Chemnitzer
Werkstoffmechanik GmbH

Chemnitzer Werkstoffmechanik GmbH
Technologie-Campus 1 | 09126 Chemnitz
Ansprechpartner: Michael Dost
T: +49 371 5347-960 | info@cwm-chemnitz.de



Terrot GmbH
Paul-Gruner-Straße 72b | 09120 Chemnitz
Ansprechpartner: Michael Lau
T: +49 371 5201-102 | m.lau@terrot.de

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.

Chemnitzer Werkstoffmechanik GmbH

Die Chemnitzer Werkstoffmechanik GmbH ist ein Technologieunternehmen mit Fokus auf videobasierter Messtechnik. Sie ist Hersteller von bildgewinnenden Messeinrichtungen und Software für die Deformationsanalyse mittels digitaler Bildkorrelation (DIC). Ein Schwerpunkt ist die Anwendung für Analysen zur Zuverlässigkeit und Robustheit in den Mikrotechnologien. In Dienstleistungen für industrielle Auftraggeber werden diese Methoden u. a. zur Charakterisierung von Materialien, zur Analyse von Konstruktionen und Verbunden eingesetzt.

Terrot GmbH

Mehr als 150 Jahre Erfahrung prägen den Qualitätsanspruch von mehr als 190 Beschäftigten in Chemnitz und am Standort des Tochterunternehmens Pilotelli in Italien. Zum Portfolio gehören die Marken Terrot, Pilotelli und corizon®. Mit einer Exportquote von nahezu 100 Prozent produzieren die Maschinen weltweit Textilien für Ober- und Unterbekleidung, Sport- und Funktionstextilien, Heimtextilien und Technische Textilien, wie beispielsweise für den Medtech- oder Automotivebereich.

➤ Problemstellung und Motivation

Der digitale Wandel bietet den KMU der Textilwirtschaft eine Reihe von Chancen. Durchgehendes digitales Engineering, flexible Entwicklungs- und Produktionsstrukturen oder die enge Einbindung des Kunden in die eigenen Prozesse („Open Innovation“) sind nur einige Beispiele für Möglichkeiten, die sich durch den digitalen Wandel ergeben. Die dafür notwendigen strukturellen, organisatorischen und personellen Anforderungen stellen die KMU der Textil- und Bekleidungsindustrie vor eine Vielzahl von Herausforderungen. Beispielsweise sind die Unternehmen oft in komplexe Wertschöpfungsnetzwerke eingebunden. Das heißt, Änderungen an Prozessabläufen können sich negativ auf die Wertschöpfungskette auswirken und müssen daher mit allen Partnern abgestimmt werden. Damit verbunden sind ein stark variierender Grad der Digitalisierung sowie große Unterschiede bei der Interpretation der durch die Anlagen bereitgestellten Informationen. Die Komplexität von flexiblen Produktionsumgebungen ist ebenfalls wesentlich höher als bei traditionellen Produktionsszenarien. Entsprechend müssen Abläufe, Verantwortlichkeiten und Qualifikationen der Beschäftigten an diese neuen Strukturen angepasst werden.

Der digitale Wandel stellt daher viele KMU der Textil- und Bekleidungsindustrie vor grundlegende Probleme in der Organisation, des Aufbaus einer geeigneten Infrastruktur und der Qualifizierung ihres Personals. Untersuchungen haben gezeigt, dass der Bedarf an Konzepten und Methoden für ein generelles Vorgehen, welche KMU bei der (sukzessiven) Transformation hin zu einem durchgehenden digitalen Engineering unterstützt (z. B. Bestandsaufnahmen und Analysen), sehr groß ist. Die Modellierung von Prozessen, Infrastruktur und Produkten ist dabei ein geeignetes und etabliertes Instrument zur Unterstützung der Unternehmen bei dieser Umgestaltung. Sie gehört in vielen Industrien, wie z. B. in der Metallverarbeitung oder der Automobilindustrie, bereits zum Standard. In der Textil- und Bekleidungsindustrie wird Modellierung dagegen bisher nur sporadisch eingesetzt.

Die durchgehende Digitalisierung hängt besonders von der Identifikation bzw. Entwicklung sogenannter digitaler Zwillinge und der Digitalisierung der Prozesse ab. Die Gestaltung digitaler Zwillinge wird in der Textil- und Bekleidungsindustrie dadurch erschwert, dass es sich bei Textilien um formflexible Materialien handelt, deren Verarbeitung schwer zu standardisieren ist und deren Beschreibung eine höhere Komplexität aufweist.

Auch die dringend notwendige Digitalisierung der Produktionsprozesse und -stufen in der von KMU geprägten Textil- und Bekleidungsindustrie ist alles andere als trivial. Typische Unternehmen haben eine sehr inhomogene Produktionslandschaft mit Maschinentypen unterschiedlichster Generationen und Hersteller. Eine Vereinheitlichung der Infrastruktur ist aufgrund des hohen Investitionsbedarfs sowie ungleichmäßiger Produktionsfähigkeiten nur sehr selten realisierbar. Daher kommt bei der Digitalisierung häufig der „Retrofit“-Ansatz zum Tragen. Das heißt, Produktionsanlagen werden nachträglich mit zusätzlicher Sensorik und Aktorik ausgerüstet. Für die Unternehmen besteht aus diesem Grund der Bedarf an einem Vorgehensmodell, welches die sukzessive Transformation von Unternehmen hin zu einem durchgehenden digitalen Engineering ermöglicht.

Neben einem Vorgehensmodell werden Konzepte für die Erstellung digitaler Zwillinge (z. B. Regressionsanalyse), die Integration neuester Sensortechnologie für entsprechende Informationsverfügbarkeit (z. B. thermische Verschiebungen und akustische Identifikation von Ereignissen), die Verknüpfung der verschiedenen Informationsquellen im Unternehmen (z. B. im ERP-System) sowie Mensch-Maschine-Interaktionen (z. B. Assistenzsystem basierend auf CBR („Case-based Reasoning“) für Maschineneinstellungen) benötigt. All diese Aspekte sind essentiell für ein durchgehendes digitales Engineering und die damit verbundenen flexiblen, effizienten und nachhaltigen Produktionsstrukturen.

➤ Beitrag zur Realisierung der futureTEX-Ziele

Die Ergebnisse des Umsetzungsvorhabens „Modellierung Textilfabrik der Zukunft“ leisten einen signifikanten Beitrag zu den Zielen von „futureTEX – Zukunft unternehmen!“. Das entwickelte Vorgehensmodell für die Ausgestaltung der Digitalisierung in Unternehmen greift dabei die zentrale Anforderung Digitalisierung der vier futureTEX-Basisvorhaben, insbesondere der Vorhaben „SmartFactory“ und „MassCustomization“, auf und stellt Methoden sowie Konzepte für die Umsetzung zur Verfügung. Diese Methoden und Konzepte leisten ebenfalls einen Beitrag für die Unterstützung verschiedener, aktueller Trends, wie die Individualisierung durch Gestaltung flexibler Fertigungsstrukturen und die Nachhaltigkeit durch die Nutzung digitaler Informationen für effizientere und stabilere Produktionsprozesse.

Im Rahmen der Entwicklung dieser Methoden und Konzepte wurden unter anderem ein digitaler Zwilling für den Spinn-Strick-Prozess corizon® sowie neue Sensorik, basierend auf akustischen bzw. thermischen Analysen, entwickelt. Dieser digitale Zwilling und die Sensorik können

zu entsprechenden Produkten weiterentwickelt werden und damit den Unternehmen in der Textil- und Bekleidungsindustrie einen weiteren wichtigen Baustein für die erfolgreiche Meisterung des digitalen Wandels zur Verfügung stellen.

Das Vorgehensmodell wurde für ausgewählte Testszenarien erprobt. Es ist, ebenso wie die zugehörigen Konzepte und Methoden, ohne Weiteres auf andere Bereiche der Textil- und Bekleidungsindustrie übertragbar. Auch eine Übertragung auf andere Wirtschaftszweige ist mit Anpassungen der Konzepte und Methoden an die Besonderheiten dieser Branchen möglich. Damit entspricht das Umsetzungsvorhaben dem Ziel der futureTEX-Strategie einer „Übertragbarkeit auf andere Branchen“. Neben der Anknüpfung an die Basisvorhaben erfolgte auch eine Vernetzung mit anderen futureTEX- Umsetzungsprojekten wie beispielsweise PROFUND und SelVliesPro. Damit wird dem Ziel des Aufbaus von tragfähigen Innovationsstrukturen, wie vom Programm „Zwanzig20 – Partnerschaft für Innovation“ gefordert, Rechnung getragen.

➤ Lösungsansatz

Der digitale Wandel erfordert die Verknüpfung und Aufbereitung sowohl sehr unterschiedlicher Informationen als auch großer Datenmengen entlang der gesamten Wertschöpfungskette mit dem Ziel eines durchgehenden digitalen Engineerings. Damit verknüpft sind die Möglichkeiten flexiblerer Wertschöpfungsstrukturen, kundenindividueller Fertigung und nachhaltiger Produktion. Für die Unternehmen der Textil- und Bekleidungsindustrie besteht Bedarf an einem Vorgehensmodell, welches die sukzessive Transformation von Unternehmen hin zu

einem durchgehenden digitalen Engineering ermöglicht. Im Rahmen des Umsetzungsvorhabens „Modellierung Textilfabrik der Zukunft“ wurde ein systematisches Vorgehen für die Analyse der gesamten Prozesskette, der einzusetzenden Sensorik und Messtechnik sowie deren Abbildung in ERP-Systemen erarbeitet. Dabei wurden neben Methoden der Versuchsplanung, der Modellierung und der Simulation auch die Möglichkeiten der messtechnischen Überwachung und des fallbasierten Schließens (CBR) untersucht.

Das entwickelte Vorgehen umfasst dabei die nachfolgenden vier Schritte:

1. Erfassung des IST-Zustands im Unternehmen bzw. im Unternehmensnetzwerk, das heißt die Identifikation aller möglichen Datenquellen im Unternehmen sowie beim Kunden bzw. Lieferanten und die Identifikation des Informationsbedarfs einzelner Prozessschritte.
2. Analyse des IST-Zustands (IST-Modell) sowie die Gestaltung der zukünftigen Organisations- und Informationsstrukturen (SOLL-Modell). Durch den Abgleich des IST- mit dem SOLL-Modell wird der zusätzliche Informations- und Forschungsbedarf identifiziert.
3. Beseitigung der Lücken durch verschiedene Maßnahmen (z. B. durch den sogenannten „Retrofit“-Ansatz)
4. Verknüpfung aller verfügbaren Informationen und Aufbereitung für die verschiedenen Prozessschritte

Im ersten Schritt werden alle im Unternehmen verfügbaren Informationen systematisch erfasst und in vorstrukturierten Excel-Tabellen dokumentiert. In diesen Tabellen können ebenfalls Abhängigkeitsbeziehungen zwischen Informationen hinterlegt werden. Zusätzlich werden bekannte Modelle (z. B. Formeln zur Berechnung von Parametern aber auch Simulationsmodelle) aus der täglichen Arbeitspraxis sowie der Literatur erfasst.

Im zweiten Schritt erfolgt die Analyse der verfügbaren Informationen und Modelle. Dazu werden (mit der im Rahmen des Umsetzungsvorhabens entwickelten graphischen Modellierungssprache) zuerst die IST-Prozesse mit ihren Informationsstrukturen abgebildet. Die graphischen Modelle der Prozesse, realisiert in Microsoft Visio®, reduzieren einerseits die Komplexität der Prozesse und helfen damit bei der Vermeidung von Fehlern und Lücken in den Modellen. Andererseits erleichtern graphische Modelle die Diskussion der für den digitalen Wandel notwendigen Anpassungen mit den unterschiedlichen Akteuren des Unternehmens und der verbundenen Wertschöpfungsnetzwerke. Im Rahmen dieser Diskussionen werden die SOLL-Prozesse mit der zugehörigen Informationsstruktur entwickelt. Durch den Abgleich der Modelle mit den verfügbaren Informationen kann der zusätzliche Informations- und Forschungsbedarf identifiziert werden.

Im nächsten Schritt werden dann systematisch die Lücken im Informationspool geschlossen. Dazu gibt es mehrere Möglichkeiten:

- Die notwendigen Informationen für einen Prozessschritt lassen sich aus bekannten Informationen ableiten, indem Modelle aus der Literatur genutzt werden. Dabei müssen die Unterstützungssysteme in der Produktion um eine Implementierung dieser Modelle erweitert werden.
- Die für einen Prozessschritt notwendigen Informationen sind in der Wertschöpfungskette verfügbar, wurden aber noch nicht kommuniziert. Die Lösung ist in diesem Fall sehr einfach, da nur sichergestellt werden muss, dass diese Informationen erfasst und in der Wertschöpfungskette kommuniziert werden.
- Die Informationen sind nicht verfügbar, können aber durch einen Sensor erfasst werden. Hier kommt häufig der „Retrofit“-Ansatz zum Einsatz. Das heißt, die notwendige Sensorik wird nachträglich in die Produktionsanlagen integriert.
- Falls die Informationen mit den oben genannten Maßnahmen nicht bestimmt werden können, besteht entsprechender Forschungsbedarf. Dabei gibt es zwei mögliche Zielrichtungen. Einerseits können neue Sensorik (z. B. kameragestützte Verschiebungsanalyse bei Strickeinheiten bei unterschiedlichen Betriebstemperaturen) und andererseits neue Modelle entwickelt werden (z. B. mit Hilfe von Regressionsanalysen), um die notwendigen Informationen zu erhalten.

Im letzten Schritt werden alle nun verfügbaren Informationen datentechnisch (z. B. in einem ERP-System) zusammengeführt, um die Möglichkeiten der digitalen Welt zu nutzen (z. B. virtuelle Produktentwicklung, bessere Kundenintegration über Internet, Analysen und Auswertungen für Prozessverbesserungen, Predictive Maintenance). Dabei können sowohl Methoden des maschinellen Lernens (z. B. fallbasiertes Schließen) genutzt werden, um neue Aussagen aus den vorhandenen Informationen zu generieren, als auch Assistenzsysteme, welche den Maschinenbedienenden Unterstützung bei ihren Tätigkeiten bieten.

➤ Ergebnisse

Das Vorgehensmodell mit seinen vier Schritten ist das zentrale Ergebnis des Umsetzungsvorhabens „Modellierung Textilfabrik der Zukunft“. Diese vier Schritte sind:

- die Erfassung des IST-Zustands,
- die Analyse des IST-Zustands, Modellierung und Festlegung zukünftiger Strukturen,
- die Beseitigung der Lücken durch verschiedene Maßnahmen sowie
- die Verknüpfung aller verfügbaren Informationen und Aufbereitung für die verschiedenen Prozessschritte.

Für diese Schritte mussten eine ganze Reihe an Lösungen entwickelt werden, die nachfolgend kurz präsentiert werden. Für den ersten Schritt – die Erfassung des IST-Zustands – wurden Vorlagen entwickelt und in Excel umgesetzt. Damit wurden systematisch für drei unterschiedliche Produktszenarien (Vliesstoffproduktion mit recycelten Carbonfasern, Spinn-Strick-Prozess corizon® und Prozesse einer Rundstrickerei) die Informationen und Informationsquellen sowie Beziehungen zwischen diesen Infor-

mationen erfasst. Den Informationen konnten so mathematische Modelle aus den Prozessen und der Literatur zugeordnet werden. Diese Zustandserfassung ist durch Prozessmodellierung ergänzt worden. Dafür wurde eine Modellierungssprache entwickelt und in Microsoft Visio® realisiert. Diese Modellierungssprache unterstützt die Idee von autonomen Einheiten im Sinne von Industrie 4.0 und damit auch unterschiedliche Abstraktionsgrade (siehe „MTFZ Modellierungssprache“). Mit Hilfe der Modellierungssprache und unter Berücksichtigung von Voruntersuchungen des Basisvorhabens „SmartFactory“ wurde die IST-Situation in den drei Produktszenarien beschrieben.

Im zweiten Schritt erfolgten die Analyse des IST-Zustands, die Festlegung der zukünftigen Strukturen sowie die Identifikation, sowohl von Informations- als auch von Modelllücken. Für jedes der drei Produktszenarien wurden die verfügbaren Informationen mit dem notwendigen Informationsbedarf der einzelnen Aktivitäten für ein durchgängiges digitales Engineering abgeglichen. Anschließend wurden optionale Informationen bestimmt, die den Nutzern einen zusätzlichen Mehrwert liefern (siehe „corizon® Prozess“). Die dabei identifizierten Lücken müssen im nachfolgenden Schritt geschlossen werden.

MTFZ Modellierungssprache

Das zentrale Element der von den DITF entwickelten Modellierungssprache ist die „Smart Entity“. Mit dieser ist es möglich Maschinen, Dienstleistungen sowie ganze Produktionsnetzwerke abzubilden. Die „Smart Entity“ besteht aus fünf Modulen. Jedes dieser Module kümmert sich um einen der nachfolgenden Aspekte:

- Prozesse/Aktivitäten
- Ressourcen
- Regeln
- Schnittstellen
- Managementaktivitäten

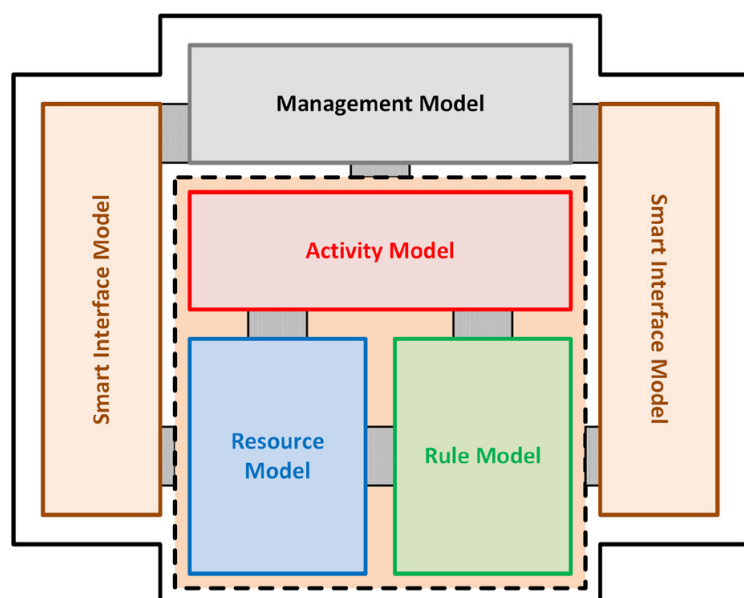


Abbildung 1: Framework der Modellierungssprache. Quelle: DITF

Der nächste Schritt des Vorgehensmodells beschreibt Möglichkeiten, die identifizierten Lücken zu beseitigen. Dabei können die folgenden vier Situationen unterschieden werden:

1. Die Information ist im Produktionsnetzwerk vorhanden, aber nicht an der benötigten Stelle.
2. Die Information ist nicht vorhanden, kann aber durch bekannte Informationen und Modelle abgeleitet werden.
3. Die Information ist nicht vorhanden, kann aber durch zusätzliche Sensorik ermittelt werden.
4. Die Information ist nicht vorhanden, kann aber durch ein neu zu entwickelndes Modell aus bekannten Informationen abgeleitet werden.

Die ersten beiden Situationen wurden im Rahmen dieses Umsetzungsvorhabens nicht behandelt, da in diesen Fällen kein weitergehender Forschungsbedarf besteht. Für die Bereitstellung von weiteren benötigten Informationen durch zusätzliche Sensorik gibt es Ansätze wie „Retrofit“. Bei diesem Ansatz werden Maschinen mit zusätzlicher Sensorik und Aktorik ausgestattet, um die da-

mit ermittelten Informationen im durchgehenden digitalen Engineering nutzen zu können. Zusätzliche Sensorik kann ebenfalls verwendet werden, um bisher unbekannte Zusammenhänge zu identifizieren und anschließend in Produktionsprozessen zu nutzen. So konnten in den beiden Produktszenarien Spinn-Strick-Prozess corizon® und Vliesstoffproduktion mit recycelten Carbonfasern neue Zusammenhänge identifiziert werden. Dazu wurden einerseits mit digitaler Bildkorrelation thermische Verschiebungen an Strickmaschinen und Nadelmachines analysiert (siehe „Optische Verschiebungsanalyse“) und andererseits mit Hilfe von akustischen Messungen Nadelbrüche an der Nadelmachine detektiert.

Im Rahmen der Analyse des corizon®-Prozesses wurden darüber hinaus verschiedene Fragestellungen identifiziert, welche für ein durchgängiges Engineering relevant sind:

- Schnelle Ermittlung von Maschineneinstellungen für einen effizienten Ramp-Up-Prozess
- Identifikation von thermischen Aspekten in der Anlaufphase, die Auswirkungen auf den Strickprozess haben
- Vorhersage von Produkteigenschaften aufgrund der Maschineneinstellungen für den Kunden

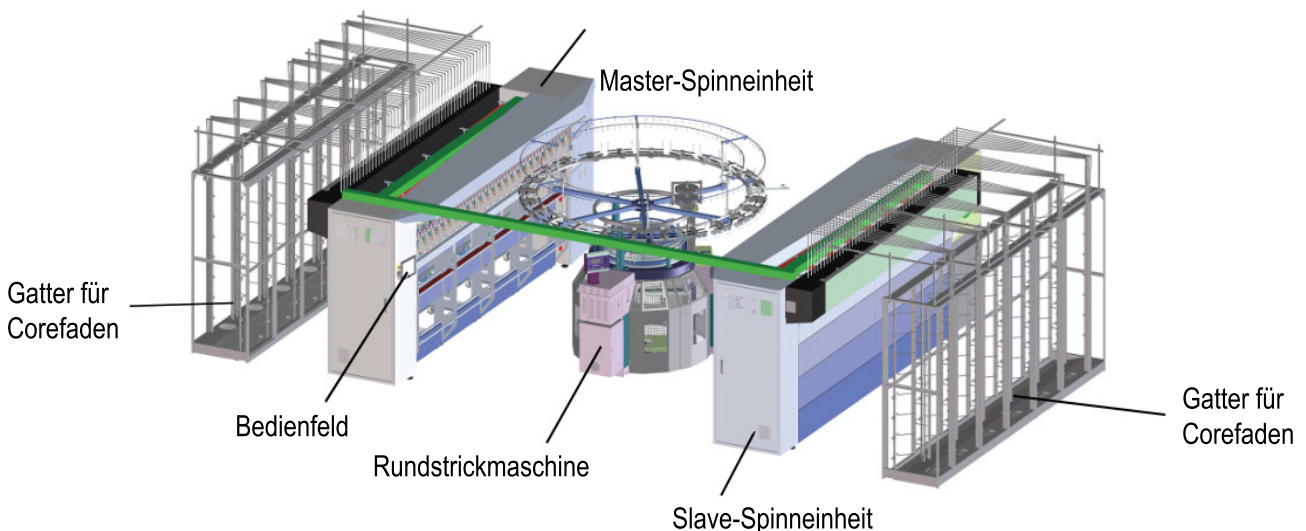


Abbildung 2: Schematische Darstellung des corizon®-Prozesses. Quelle: Terrot GmbH

Optische Verschiebungsanalyse

Die Chemnitzer Werkstoffmechanik GmbH führte eine videobasierte Deformationsanalyse mittels digitaler Bildkorrelation durch (Abbildung 3). Dabei wurden thermische Verformungsvorgänge an Textilmaschinen der Projektpartner quantifiziert. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse können beispielsweise bei der Steuerung der Maschinen genutzt werden, um thermische Verformungen zu kompensieren und somit mögliche Fehler in der Produktion zu reduzieren. Damit sind stabilere Produktionsprozesse in der Fabrik der Zukunft realisierbar.

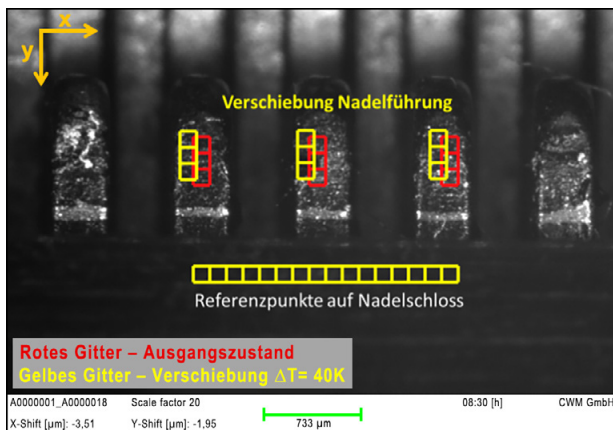


Abbildung 3: Beispiel einer videobasierten Deformationsanalyse. Quelle: Chemnitzer Werkstoffmechanik GmbH

Zusätzliche Informationen über den digitalen Produktionsprozess in der Fabrik der Zukunft können auch mit neuen Modellen für textile Produkte bzw. Prozesse bereitgestellt werden. Im Rahmen des Umsetzungsvorhabens wurde

diese Vorgehensweise exemplarisch anhand zweier Methoden des maschinellen Lernens demonstriert. Mit Hilfe einer Korrelations- und Regressionsanalyse wurde für den corizon® Prozess das Flächengewicht abhängig von verschiedenen Maschineneinstellungen ermittelt (Abbildung 4; siehe „Korrelations- und Regressionsanalyse“). Diese Vorhersage kann beispielsweise dem Kunden vorab zur Verfügung gestellt werden.

Korrelations- und Regressionsanalyse

Das Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V. (STFI) untersuchte zusammen mit Terrot die mit Hilfe der Excel-Tabellen identifizierten Parameter mittels Korrelations- und Regressionsanalyse auf mögliche Zusammenhänge. Im Ergebnis dieser Auswertungen wurden wesentliche Einflussgrößen festgelegt und durch Terrot gezielte Versuche auf Basis vom STFI entwickelter Versuchspläne durchgeführt. Das Ergebnis der Regressionsanalyse wurde als Modellierungstool realisiert, mit dem durch Festlegungen von wesentlichen Prozessparametern die Flächenmasse vorhergesagt und Zusammenhänge visualisiert werden können. Die zweite Methode des maschinellen Lernens (siehe „Case-based Reasoning“) wurde in allen Produktszenarien umgesetzt und erprobt. Für diese Methode musste zunächst der vierte Schritt des Vorgehens ausgeführt werden. Das heißt, alle im Produktionsnetzwerk verfügbaren Informationen wurden in einer Unternehmensanwendung zusammengeführt. Sowohl Prozess- als auch Strukturinformationen lassen sich im Ergebnis über eine einzige Unternehmensanwendung abfragen (siehe „Einheitliche Informationsbasis“).

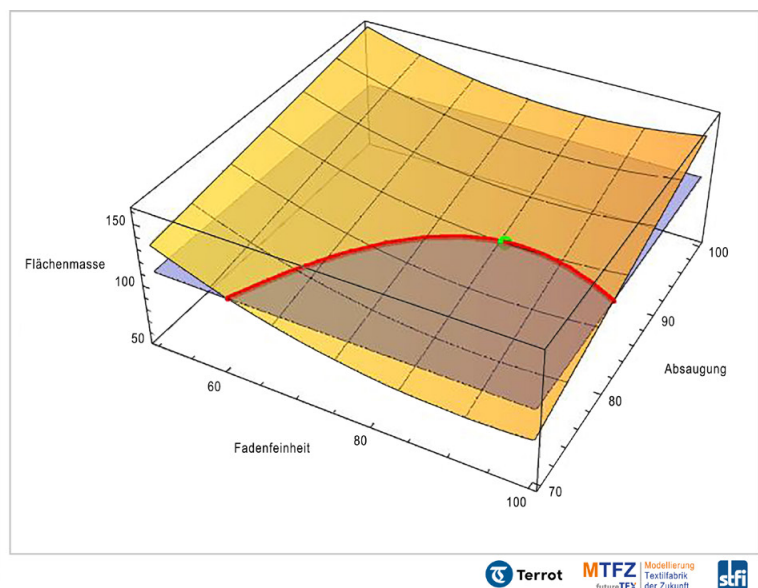
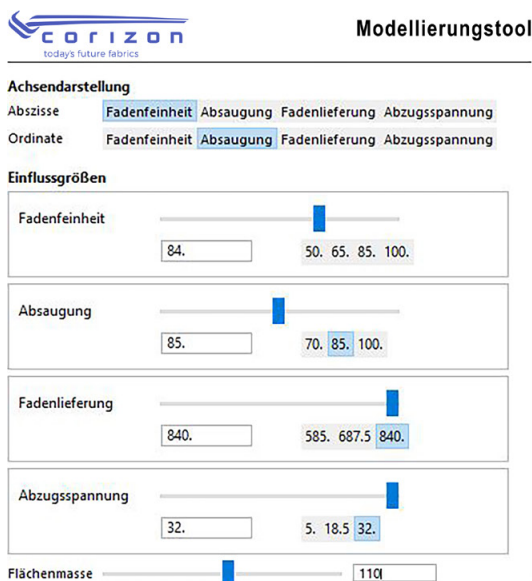


Abbildung 4: Tool zur Bestimmung des Flächengewichts basierend auf einer Regressionsanalyse. Quelle: STFI

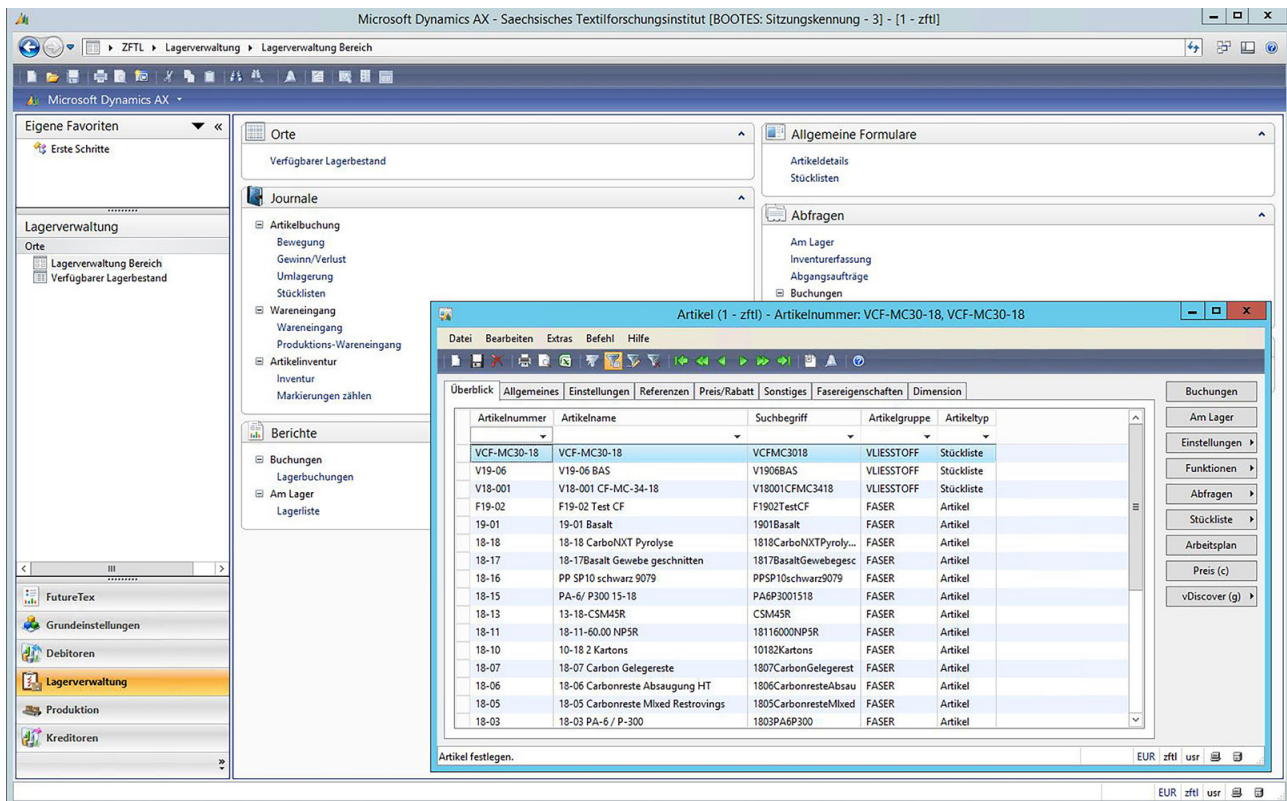


Abbildung 5: Ausschnitt aus den neuen Strukturen für Prozess-, Produkt- und Maschinendaten im ERP-System. Quelle: STFI

Einheitliche Informationsbasis

Die Firma CBS Information Technologies AG erweiterte ihr ERP-System im Rahmen des Umsetzungsvorhabens um die Möglichkeit, Instanzinformationen aus verschiedenen Quellen in die Anwendung zu integrieren. Dazu wurden infrastrukturelle und digitale Strukturen geschaffen. In dieser Anwendung sind exemplarisch die Prozess-, Produkt- und Maschinendaten für die Vliesstoffproduktion aus recycelten Carbonfasern zusammengeführt worden (Abbildung 5). Prüfergebnisse können an das System übergeben werden. Ebenfalls wurden Schnittstellen bereitgestellt, um diese Informationen an ein CBR-System zu übergeben und dort abzufragen.

Für alle betrachteten Anwendungsszenarien wurde eine einheitliche Informationsbasis, beispielsweise mit Hilfe des ERP-Systems von CBS, bereitgestellt. Für die zweite Methode des maschinellen Lernens, Case-based Reasoning (CBR), ist diese einheitliche Informationsbasis essentiell (siehe „Case-based Reasoning“). Beim CBR wird mit Hilfe von Ähnlichkeiten von einem Anwendungsfall auf einen anderen geschlossen. In den betrachteten Produktionsszenarien wurden dabei von durchgeführten Produktionsaufträgen aus der Vergangenheit auf Maschinenein-

stellungen für den aktuellen Produktionsauftrag geschlossen. Die Qualität der Vorhersage hängt dabei stark von der Anzahl an Datensätzen sowie der festgelegten Ähnlichkeitsdefinitionen ab. Dieser Ablauf ist dem manuellen Vorgehen der Mitarbeiter sehr ähnlich; entsprechend hoch sind die Akzeptanz und damit die Mitarbeit. Die Mitarbeiter profitieren von dem durchgängigen digitalen Engineering, da sie nun jederzeit über alle notwendigen Informationen und Vorhersagen verfügen, um ein effizientes und effektives Handeln in flexiblen Produktionsstrukturen umzusetzen.

Case-based Reasoning

Die DITF haben in enger Zusammenarbeit mit dem Umsetzungsvorhaben PROFUND eine CBR-Lösung für einen Strickprozess entwickelt. Dazu wurden zuerst Ähnlichkeiten für alle Produkt- und Prozessparameter festgelegt. Anschließend sind parametrisierbare Ähnlichkeitssuchen implementiert worden (Abbildung 6). Durch die Eingabe von diversen Produktparametern ist ein Mitarbeiter mit Hilfe dieses Werkzeugs in der Lage, ähnliche Aufträge und die dafür verwendeten Prozessparameter zu finden. Somit sind alle notwendigen Informationen für einen neuen Auftrag in Echtzeit zugänglich.

Neue CBR Suche

Ergebnis der CBR Suche

Artikelnummer	Bindungsart	Material		Flächengewicht [g/m ²]	Breite [cm]	Maschenstäbchen [1/cm]	Maschenreihen [1/cm]	Ähnlichkeit
Parameter der CBR-Suche	RL	CO	100 %	200	160			
Gewichtung der CBR-Suche		35 %		30 %	25 %	5 %	5 %	
0815	RL	CO	100 %	200 (100 %)	160 (100 %)	0 (-)	0 (-)	100 %
			(100 %)					
0816	RL	CO	100 %	200 (100 %)	160 (100 %)	0 (-)	0 (-)	100 %
			(100 %)					

Abbildung 6: Ergebnis einer ähnlichkeitsbasierten Suche. Quelle: DITF

➤ Verwertung und wirtschaftliche Bedeutung

Die Schaffung der Grundlagen für die Modellierung von Produkten und die Vorhersage von Produkteigenschaften für den wachstumsstarken Markt der Technischen Textilien befähigt mittel- und langfristig Unternehmen im Konsortium und darüber hinaus, erfolgreich am Markt zu agieren. Vor diesem Hintergrund besitzt das Vorhaben eine sehr hohe Relevanz für alle beteiligten Partner des gesamten futureTEX-Konsortiums und damit auch für die gesamte ostdeutsche Textilindustrie. Durch die Demonstration der ausgewählten Anwendungsszenarien in der Industrie und der futureTEX-Demolinie wurden Voraussetzungen geschaffen, technologische, organisatorische und informa-

tionstechnische Veränderungen in den Prozessabläufen zu realisieren, um notwendige Anpassungen in Richtung Industrie 4.0 umzusetzen. Die wirtschaftliche Bedeutung des Vorhabens für die beteiligten Partner liegt kurzfristig in der Vertiefung des industrienahen Basiswissens über Modellierung und Simulation und deren Einsatzmöglichkeiten sowie über bisher unbekannte Prozesszusammenhänge.

Daraus ergeben sich mittelfristig die Möglichkeiten, Kunden aus dem produzierenden Gewerbe auf wesentlich höherem Niveau beraten zu können, die Generierung von Dienstleistungen zur Anwendung der Modelltools

zur kundenintegrierten, stufenübergreifenden Entwicklung ressourceneffizienterer Produkte und Prozesse und einer damit verbundenen Umsatzsteigerung sowie die Schaffung von Arbeitsplätzen und konkreten neuen Produkten. Beispielsweise werden Erkenntnisse aus der maschinenakustischen Analyse an Nadelmaschinen, welche im Rahmen eines Anwendungsszenarios durchgeführt wurde (Abbildung 7), genutzt, um einen Detektionsalgorithmus für ein „Condition Monitoring System“ zu entwickeln. Dieses gestattet eine kontinuierliche Zustandsanalyse des Nadelsystems und damit eine vorausschauende, zustandsabhängige Wartung. Langfristig wird ein Wettbewerbsvorteil erreicht, die Marktpräsenz steigt und neue Märkte können erschlossen werden. Durch die Ergebnisse können Kunden effektiver bei der Umgestaltung ihrer Unternehmen, bei der Modellierung und Digitalisierung hin zu smarten Unternehmen der vierten industriellen Revolution beraten und begleitet werden.

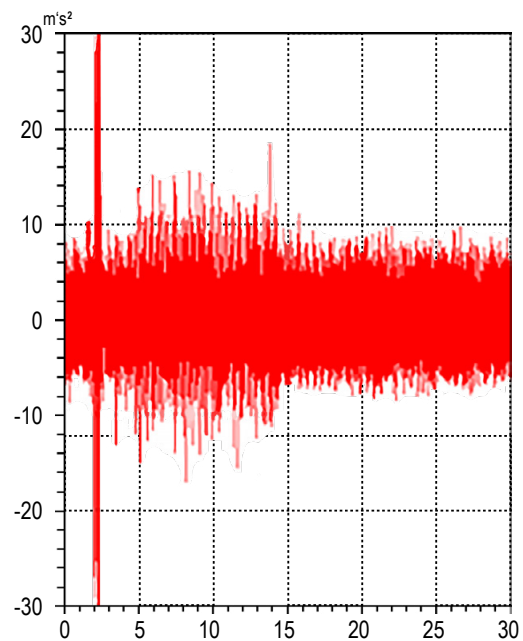


Abbildung 7: Akustischer Signalverlauf mit einem Bruchereignis. Quelle: STFI

➤ Ausblick

Im Ergebnis des Forschungsvorhabens „Modellierung der Textilfabrik der Zukunft“ (MTFZ) werden Modelle und Vorgehensweisen bereitgestellt, die sowohl eine wissenschaftliche als auch eine wirtschaftliche Verwertung sicherstellen. Im Fokus der wirtschaftlichen Transferaktivitäten liegt die weitere Anwendung der entwickelten Methoden in den beteiligten Unternehmen und darüber hinaus. Durch die Projektergebnisse sind unmittelbare Anknüpfungspunkte zur Weiterentwicklung geschaffen, die neben den direkten wirtschaftlichen Ergebnissen in anderen Folgeprojekten und in futureTEX-Verbundvorhaben wie PROFUND und SelVliesPro Niederschlag finden. Weitere Forschungsprojekte im Bereich der Strickerei und Modellierung wurden bereits gestartet und sind in Planung. Diese Projekte tragen zur weiteren Digitalisierung der KMU-geprägten ostdeutschen Textilindustrie bei und unterstützen den angestrebten Wandel in den Unterneh-

men im gesamten Wertschöpfungsprozess. Im Rahmen der wissenschaftlichen Verwertung wurden die Projektergebnisse und wissenschaftlichen Erkenntnisse in die entsprechenden fachlichen Gremien getragen und auf Konferenzen vorgestellt. Damit wurden schon während der Projektlaufzeit vielfältige Diskussionen und Rückkopplungen genutzt. Diese Aktivitäten werden nach Vorhabenende kontinuierlich fortgesetzt. Außerdem fließen die Ergebnisse des Vorhabens unmittelbar in die Lehre der Partner, innerhalb der durchgeführten Lehrveranstaltungen an Universitäten, Hoch- und Fachschulen sowie der Berufsausbildung ein.

Die Ergebnisse wurden und werden auch weiterhin im Rahmen der LabTouren des Mittelstand 4.0 Kompetenz-zentrums *Textil vernetzt* im Forschungs- und Versuchsfeld des STFI und der DITF vorgestellt.

Intelligente Herstellungsprozesse für Technische Textilien

Drei Fragen an Ullrich Trommler, Vorstand der CBS Information Technologies AG, Chemnitz



Abbildung 8: Ullrich und Frank Trommler präsentieren ihre Projekte. Quelle: Wolfgang Schmidt

Die CBS Information Technologies AG (CBS) ist IT-Partner für den Mittelstand und bietet auf Basis von Microsoft Dynamics AX und NAV Komplettlösungen zur Optimierung der kaufmännischen und technischen Prozesse in der Unternehmensorganisation an. Die von CBS angepassten IT-Lösungen eignen sich für Unternehmen aus unterschiedlichen Branchen, so auch für technische Textilunternehmen. CBS arbeitet in Forschungs- und Entwicklungsprojekten an praxisorientierten Themen der mittelständischen Kunden und investiert so auch in die eigene Unternehmensentwicklung. Als Ansprechpartner für Industrie 4.0 ist CBS mit Digitalisierungsthemen im Mittelstand präsent. Vorstand Ullrich Trommler ist Mitglied im futureTEX-Kuratorium und arbeitete mit seinem Team bereits im abgeschlossenen Basisvorhaben SmartFactory mit.

➤ Welche Ziele verfolgen Sie mit Ihrer Arbeit im Projekt futureTEX?

Für die Textilbranche sind wir schon viele Jahre tätig. Die Mitarbeit bei futureTEX bedeutet für uns nun, wichtiges Prozesswissen zu sammeln und zukunftsorientiert abzubilden. Auf Basis der Erkenntnisse werden wir Lösungen entwickeln, um die Herstellungsprozesse Technischer Textilien intelligenter zu machen und so die passenden Dienstleistungen für die kommenden Anforderungen der Textilunternehmen in unserer Region bieten zu können. Wie muss ein ERP-System in Zukunft funktionieren? Welche Herausforderungen muss es meistern? Wie sieht die Fabrik der Zukunft aus? Diese Fragen beschäftigen uns

und wir erhoffen uns durch die Arbeit im Projekt futureTEX der Beantwortung nahe zu kommen, denn wir sind ständig bestrebt, unsere Produkte fit für die Zukunft zu machen.

➤ In welchen Vorhaben arbeiten Sie aktiv mit? Was sind Ihre Aufgaben?

Aktuell sind wir am Umsetzungsvorhaben Modellierung Textilfabrik der Zukunft (MTFZ) beteiligt, das seit Februar 2016 läuft und im Februar 2019 abgeschlossen wird. Hier arbeiten wir gemeinsam mit dem Verbundkoordinator Deutsche Institute für Textil- und Faserforschung Denkendorf Zentrum für Management Research (DITF), dem Sächsischen Textilforschungsinstitut e.V. (STFI), der Terrot GmbH und der Chemnitzer Werkstoffmechanik GmbH.

Unser Auftrag im Vorhaben ist die Analyse und Modellierung der Aktivitäten, Abhängigkeiten, Systeme sowie Datenquellen und -strukturen für die Unternehmensebene. Diese umfasst den Bereich der Planung und Steuerung des Gesamtunternehmens der Textilfabrik der Zukunft. Wir werden die Produktion digital vernetzen, einen unternehmensübergreifenden Datenaustausch ermöglichen und hierfür die Prozesskette der futureTEX-Demolinie im ERP-System abbilden sowie die Maschinen mit einem intelligenten Auskunftssystem verknüpfen. Um die Maschinen in Echtzeit steuern zu können, erproben wir außerdem die Kopplung des ERP-Systems Microsoft Dynamics AX mit einem sogenannten Expertensystem, das die ERP-Daten auswerten, Schlussfolgerungen ableiten und veränderte Einstellungen an die Maschinen senden kann. Bis März 2017 waren wir zudem in das bereits abgeschlossene Basisvorhaben Smart Factory involviert, bei dem u. a. Gestaltungsvorschläge für die Textilfabrik der Zukunft sowie Demonstratoren von Industrie 4.0-Ansätzen erarbeitet wurden.

➤ Welche Erwartungen und Wünsche haben Sie an die Zusammenarbeit im Konsortium?

Das wertvollste an der Arbeit im futureTEX-Konsortium sind für uns der gegenseitige Wissenstransfer, eine vertrauensvolle Zusammenarbeit auch über die Projektlaufzeit hinaus und damit neue Impulse für unsere Arbeit. Wir erwarten, gemeinsam mit den Partnern einen technischen Vorsprung zu erarbeiten und die Zukunft aktiv mitgestalten zu können, denn wir wollen den Produzenten Technischer Textilien auch zukünftig Produkte und Dienstleistungen bieten, die genau zu ihren Anforderungen passen.

Interview: Dezember 2017

➤ Impressum

Konsortialführer Projekt futureTEX:

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

Postanschrift:

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

Besucheradresse:

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

Kontakt:

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

Verbundkoordinator Umsetzungsvorhaben MTFZ:

Deutsche Institute für Textil- und Faserforschung Denkendorf (DITF)
Körschtalstraße 26
73770 Denkendorf
Ansprechpartner: Michael Weiß
Tel.: +49 711 9340-417
E-Mail: michael.weiss@ditf.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

