

# **Textiles Retrofit – Leitfaden für die Digitalisierung textiler KMU**

Felix Franke, Franziska Baumgärtel, Martin Folz, Ralph Riedel, Steffen Seeger, Gert Zeidler, Andreas Böhm

Technische Universität Chemnitz, Professur Fabrikplanung und Fabrikbetrieb  
{felix.franke, franziska.baumgaertel, martin.folz, ralph.riedel}@mb.tu-chemnitz.de

Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V.  
{steffen.seeger, gert.zeidler, andreas.boehm}@stfi.de

## **1 Einführung**

Die Textilindustrie blickt auf eine weit zurückreichende Historie. Im Zuge des technologischen Fortschritts hat dieser Industriezweig zahlreiche Umbrüche [1] durchlebt und sich stets an die neuen Herausforderungen angepasst. Die vierte Industrielle Revolution (Industrie 4.0), maßgeblich geprägt durch die Digitalisierung, flexible vernetzte Systeme und intelligente Fabriken [2], stellt einen weiteren solchen Umbruch dar und fordert die Textilunternehmen erneut heraus. Gleichzeitig hat sich mit der voranschreitenden Globalisierung der internationale Wettbewerbsdruck in der Textilindustrie zunehmend verstärkt und resultiert in einem Handlungsbedarf zur Transformation [3]. In diesem Zusammenhang stellt die Digitalisierung einen Schlüsselfaktor zum Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit und somit zur Sicherung des langfristigen Bestehens der Textilunternehmen dar. Dabei existieren jedoch zahlreiche branchenspezifische Hürden, die den Wandlungsprozess erschweren: Die sächsische Textilindustrie besteht hauptsächlich aus kleinen und mittleren Unternehmen (KMU), die durch heterogene Produktionssysteme, oftmals fehlende digitale Datenerfassung und -verarbeitung sowie unzureichende Anlagenvernetzung geprägt sind [4].

An diesem Punkt setzt das Forschungsprojekt „Retrofit für die digitale Prozesskette in der sächsischen Textilindustrie“ der Professur Fabrikplanung und Fabrikbetrieb der Technischen Universität Chemnitz gemeinsam mit dem Sächsischen Textilforschungsinstitut e.V. an. Im Rahmen des Forschungsvorhabens wird ein Handlungsleitfaden zum Retrofit, d. h. zur nachträglichen Ausrüstung von Produktionssystemen zur Erfüllung neuer Anforderungen, entwickelt. Dabei wird die textile Wertschöpfungskette von der Fadenherstellung bis zur Veredelung adressiert, um ein breites Spektrum textiler Prozesse zu berücksichtigen. Der zu erarbeitende Leitfaden befähigt die Textilunternehmen von der Identifikation der für Sie wichtigen Handlungsfelder und zur Einschätzung des aktuell vorhandenen Digitalisierungsgrades bis zur Bewertung und Auswahl problemspezifischer Technologielösungen.

Dieser Beitrag zeigt in Kapitel 2.1 zunächst einen Überblick zu Struktur und Inhalt des Handlungsleitfadens. In Kapitel 2.2 wird exemplarisch das zugrundeliegende Reifegradmodell beschrieben und in seinen Bestandteilen erläutert. In Kapitel 3 folgen eine kurze Zusammenfassung und ein Ausblick auf weitere mögliche Forschungsschwerpunkte.

## 2 Vorstellung des Handlungsleitfadens

### 2.1 Allgemeiner Aufbau

Der Handlungsleitfaden ist als Unterstützung für Führungs- und Fachkräfte in Textilunternehmen konzipiert und soll diesen Anwendern branchenspezifisches Wissen zur Erhöhung der Entscheidungsqualität bei Digitalisierungsvorhaben zur Verfügung stellen. Hierbei sind sowohl die verschiedenen Sichtweisen als auch die stark variierenden Vorkenntnisse der Anwender zu berücksichtigen. Aus diesem Grund folgt der Leitfaden einem modularen Ansatz. Dem jeweiligen Anwender wird eine individuelle Umsetzung seines Digitalisierungsvorhabens ermöglicht, indem der Fokus auf bisher noch nicht durchgeführte Maßnahmen gelegt werden kann. Gleichzeitig ist dem vollumfänglichen Anspruch des Forschungsvorhabens gerecht zu werden: Es sind Methoden zu erarbeiten, die den Anwender von der Analyse der Problemstellung bis zur textilspezifischen technologischen Lösung unterstützen.

Aufgrund der Kombination der beiden Anforderungen Modularität und Vollumfänglichkeit wurde ein mehrstufiger Aufbau des Handlungsleitfadens gewählt, wobei die theoretischen Wissensbausteine innerhalb der Stufen einen modularen Charakter aufweisen und somit eine Anpassung an die Vorkenntnisse des Anwenders erlauben. Die sich hieraus ableitende Struktur führt zu einem mehrstufigen Aufbau des Handlungsleitfadens. In Abbildung 1 sind die Stufen des Leitfadens und deren Inhalte dargestellt.

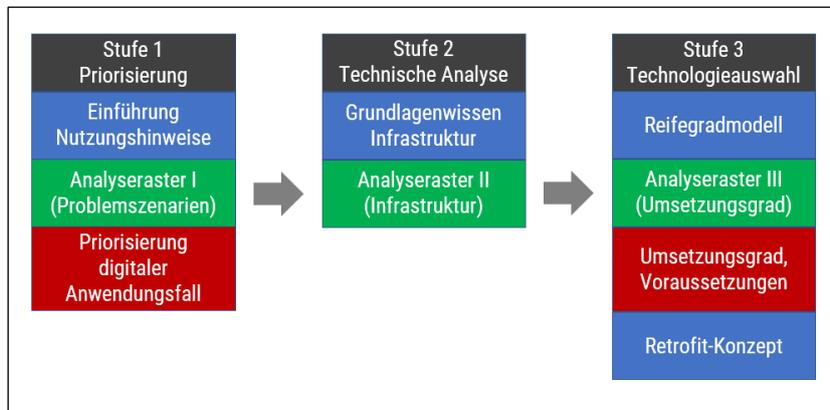


Abbildung 1: Übersicht der Leitfadenstruktur und -inhalte

In Stufe 1 erfolgt die Priorisierung spezifischer Anwendungsfälle zur Digitalisierung, welche den Ausgangspunkt für die nachfolgenden Stufen bilden. Der Anwender erhält zunächst einen theoretischen Überblick zur allgemeinen Struktur und Methodik des Handlungsleitfadens. Hierbei liegt der Fokus auf der Befähigung des Anwenders zur selbstständigen Bearbeitung und der Vermittlung von Hinweisen zur Leitfadenhandhabung. Nach diesem Theoriemodul ermittelt der Anwender mithilfe eines *textilspezifischen Analyserasters* (AR1) eine priorisierte Reihenfolge von Anwendungsfällen. Die

Priorisierung spiegelt dabei die Passfähigkeit und erwartete Lösungsgüte zwischen Anwendungsfall und den zugrundeliegenden Problemszenarien im Unternehmen wider. Als Ergebnis der Stufe 1 kann der Anwender anhand der erarbeiteten Liste den am höchsten priorisierten Anwendungsfall für die weitere Arbeit mit dem Leitfaden auswählen.

In Stufe 2 wird die vorhandene technische Infrastruktur des Unternehmens bezüglich dieses Anwendungsfalls als Ausgangspunkt für die spätere Auswahl geeigneter Technologien identifiziert. Zunächst wird dem Anwender ein Überblick zur typischerweise eingesetzten technischen Infrastruktur vermittelt um ein einheitliches Begriffsverständnis zu schaffen. Hieran schließt sich das Analyseraster *Infrastruktur* (AR2) an, in welchem der Anwender nach Funktionen (Datenerfassung, -übertragung, -speicherung und -verwendung) und Anforderungen an Datensicherheit eine auswahlgestützte Kategorisierung des aktuellen Ist-Standes vornimmt. Zusätzlich bewertet der Anwender unter Zuhilfenahme einer Auswahlmatrix den aktuellen Stand hinsichtlich des in Stufe 1 priorisierten Anwendungsfalls. Als Ergebnis der Stufe 2 liegt eine vollständige Einschätzung des Ist-Standes bezüglich der Technik und des Anwendungsfalls vor.

In Stufe 3 entwickelt der Anwender eine detaillierte Beschreibung des Zielzustandes und wird zur Auswahl passfähiger Technologielösungen befähigt. Zunächst erfolgt im Zuge des Grundlagenmoduls die Definition und Leistungsbeschreibung des spezifischen Anwendungsfalls. Hieran schließt sich das Analyseraster *Umsetzungsgrad* (AR3) an. Anhand der Informationen aus AR2 wird der aktuelle Ist-Reifegrad abgebildet. Ausgehend von diesem Ist-Zustand und basierend auf einer detaillierten Beschreibung der Reifegrade sowie auf zugeordneten Best-Practice-Beispielen legt der Anwender den für sein Unternehmen zu erreichenden Ziel-Reifegrad fest. Für diesen Zielzustand bietet der Leitfaden eine Checkliste der notwendigen Voraussetzungen. Die bereits in AR2 erfasste technische Infrastruktur fließt in diese Auswertung ein und zeigt dem Anwender bestehende Lücken auf. Ausgehend von den identifizierten Defiziten und basierend auf dem angestrebten Ziel-Reifegrad durchläuft der Anwender einen mehrstufigen Auswahlprozess, der von der Datenerfassung bis zur Datenspeicherung in einem modularen und skalierbaren [5] Retrofit-Konzept verschiedene technologische Lösungen aufzeigt. Die Technologien sind in ihren Eigenschaften spezifiziert und in Best-Practice-Beispielen dargestellt um dem Anwender praktikable Einsatzgebiete und Anwendungen aufzuzeigen. Das Ergebnis dieses Auswahlprozesses stellt verschiedene Lösungsvarianten zur Verfügung, die die Erreichung des gewünschten Ziel-Reifegrades ermöglichen. In die abschließende Wahl einer Variante fließen zusätzlich wirtschaftliche Faktoren und die langfristige Ausrichtung der Digitalisierungsvorhaben im Unternehmen ein. Hierfür werden dem Anwender die Potenziale des aktuellen Reifegrades aufgezeigt und mit den Voraussetzungen und Zielstellungen höherer Reifegrade abgeglichen. Als Ergebnis der Stufe 3 erhält der Anwender Anregungen, geeignete technologische Lösungsvarianten zur Einführung des Anwendungsfalls im ermittelten Ziel-Reifegrad zu identifizieren. Der erarbeitete Leitfaden begleitet die Führungs- und Fachkräfte von der Problembeschreibung bis zur Lösungserstellung. Mithilfe des aufgezeigten Vorgehens werden die Anwender zur selbstständigen Konzipierung von Digitalisierungsvorhaben befähigt und in ihrer Entscheidungsfindung unterstützt.

## 2.2 Reifegradmodell der Anwendungsfälle

Im folgenden Abschnitt wird das in Stufe 3 verwendete Reifegradmodell am Beispiel der digitalen Auftragsüberwachung näher betrachtet. Eine vollumfassende Betrachtung des Leitfadens ist im Kontext dieses Konferenzbeitrages nicht möglich. Eine detaillierte Untersuchung und Vorstellung eines Retrofit-Konzeptes für Textilmaschinen sowie der zugehörigen Anwendungsmethodik ist bspw. in [6] zu finden.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens soll ein breites Spektrum an verschiedenen Ausgangs- und Zielzuständen der Digitalisierung integriert werden. Hierfür wurde der Ansatz des Reifegradmodells gewählt, da zum einen ein solches Modell eine Vielzahl an Zuständen zusammenführen kann und zum anderen eine übersichtliche und leicht verständliche Struktur für den Anwender entsteht.

Das Reifegradmodell ist für Anwendungsfälle der Digitalisierung konzipiert. Im Zuge der Entwicklung des AR1 wurden zahlreiche Interviews mit textilen Anwendungspartnern durchgeführt. Hierbei konnte gezeigt werden, dass die drängendsten Digitalisierungsbedarfe der verschiedenen Textilunternehmen in drei typische Anwendungsfälle kategorisiert werden können: Condition Monitoring, Auftragsüberwachung und Performance Benchmark. Das Condition Monitoring beschreibt die Überwachung der Maschinen- und Anlagenzustände. Die digitale Auftragsüberwachung gibt Auskunft über Herstellmenge, aufgewandte Zeit und Qualität der bearbeiteten Aufträge. Der Performance Benchmark stellt wirtschaftliche und produktionsbezogene Kennzahlen zur Verfügung. Für die weiteren Darstellungen wird das Reifegradmodell der digitalen Auftragsüberwachung beispielhaft vorgestellt.

In Anlehnung an die von der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften veröffentlichten acatech Studie „Industrie 4.0 Maturity Index“ [7] aufgezeigten Stufen des Industrie 4.0 Entwicklungspfades wurden die in Abbildung 2 dargestellten Reifegrade formuliert.

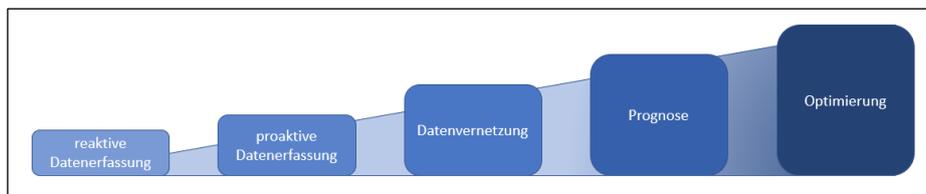


Abbildung 2: Reifegrade der Auftragsüberwachung

In diesen Reifegraden spiegelt sich die identifizierte Anforderung der Abdeckung eines breiten Szenario-Spektrums wider:

- Die *reaktive Datenerfassung* ist durch das Fehlen einer durchgängigen digitalen Verarbeitung von Informationen gekennzeichnet. In diesem Grad besteht keine automatisierte Datenerfassung, -übertragung und -speicherung. Die jeweiligen Informationen werden papierbasiert oder mit grundlegenden Softwarelösungen (z. B. Tabellenkalkulation) nach Fertigstellung des Auftrages ermittelt. Eine Auskunft zu den Aufträgen während der Bearbeitung ist nur

durch ein „manuelles“ Nachfragen und Zusammentragen der Informationen möglich.

- Die *proaktive Datenerfassung* stellt mithilfe einer durchgängigen automatisierten Datenerfassung und -verarbeitung eine echtzeitfähige Informationsbasis über die aktuell bearbeiteten Aufträge zur Verfügung. Hierbei erfolgt eine einseitige Kommunikation von der Feldebene in Richtung Leitebene [8], die eine kontinuierliche Datenspeicherung, einschließlich einer Historienaufzeichnung, ermöglicht. Eine Auskunft zu den Aufträgen ist während der gesamten Bearbeitung des Auftrages in Echtzeit möglich.
- Die *Datenvernetzung* stellt echtzeitfähige Steuerungsmöglichkeiten in den Fokus. Auf dieser Stufe erfolgt eine bidirektionale Kommunikation zwischen Feld- und Leitebene sowie innerhalb der Ebenen. Folglich kann eine Verknüpfung zwischen Aufträgen und gespeicherten Informationen hergestellt und zielführend eingesetzt werden (z. B. automatisiertes Laden der auftragspezifischen Programme für Fertigungsanlagen). Neben einer erweiterten Informationsbasis (Maschinendaten) sind nun auch auf der Leitebene echtzeitfähige Steuerungseingriffe in den Herstellungsprozess zu den Aufträgen möglich.
- Die *Prognose* ist durch die Möglichkeit der Simulation und Bewertung von verschiedenen Szenarien charakterisiert. Im Zuge dieser Fähigkeit können die Herstellungsprozesse durch das Erkennen möglicher Störfaktoren robuster gestaltet werden. Im Kontext der Auftragsverfolgung sind Prognosen über die zu erwartende Qualität der Textilwaren vor sowie während der Herstellung realisierbar und erlauben einen Rückschluss auf die herzustellende Menge.
- Die *Optimierung* als höchste Stufe automatisiert die Simulations-, Bewertungs- und Auswahlprozesse und ermöglicht so eine sich selbst verbessernde Produktion. Die Aufträge werden unter Nutzung der kontinuierlich erfassten und verarbeiteten Daten automatisch optimiert: Die Herstellung abweichender Qualitäten und damit einhergehend zu hoher Produktionsmengen wird z. B. durch eine adaptive Maschinenparametrierung minimiert.

Die vorgestellten Reifegrade sind im Leitfaden mit zusätzlichen Informationen gekoppelt. Zum einen werden die notwendigen technischen Voraussetzungen detailliert aufgezeigt und über das Retrofit-Konzept mit Technologien zur Erreichung dieser Vorbedingungen verknüpft. Zum anderen sind für jeden Reifegrad Best-Practice-Beispiele hinterlegt, die als praxisnahe Veranschaulichung den Entscheidungsprozess im Unternehmen unterstützen.

Während der Recherche der Best-Practice-Beispiele erfolgte gleichzeitig eine Überprüfung der Passfähigkeit der entwickelten Reifegrade mit bereits in der Praxis erfolgreich angewendeten Lösungen. Hierbei zeigte sich, dass die entwickelten Reifegrade einerseits gut das Spektrum der Lösungen widerspiegeln und andererseits eine ausreichende Abgrenzung der Reifegrade untereinander ermöglichen.

### 3 Zusammenfassung und Ausblick

Die sächsische Textilindustrie steht sowohl der Herausforderung der Digitalisierung als auch einem stetig wachsenden globalen Wettbewerbsdruck gegenüber. Die Technische Universität Chemnitz und das Sächsische Textilforschungsinstitut e.V. möchten mit dem Forschungsprojekt retroTex die Unternehmen in diesen Herausforderungen durch die Entwicklung eines Handlungsleitfadens zum Retrofit der textilen Prozesskette unterstützen. Der vorliegende Beitrag zeigt die Struktur des erarbeiteten Handlungsleitfadens auf und beschreibt die entwickelte Vorgehensweise aus Anwendersicht. In einem mehrstufigen Verfahren leitet der Anwender zunächst aus bestehenden Problemsituationen im Unternehmen eine Priorisierung von Anwendungsfällen ab. Anschließend erfolgen die Analyse der technischen Infrastruktur und die Einordnung des Ist-Standes in das zugehörige Reifegradmodell des Anwendungsfalls. Basierend auf dem Reifegradmodell legt der Anwender einen Ziel-Reifegrad fest und wird mithilfe eines Retrofit-Konzeptes zur Auswahl technologischer Lösungsvarianten befähigt.

Beispielhaft ist das Reifegradmodell für den Anwendungsfall Auftragsüberwachung erläutert worden. In der inhaltlichen Beschreibung wurden die einzelnen Reifegrade abgegrenzt und beispielhafte Potenziale für den Praxiseinsatz aufgezeigt. Im Ergebnis der Anwendung des Handlungsleitfadens wird der Nutzer zur erfolgreichen Konzipierung von Digitalisierungsvorhaben befähigt und in seiner Entscheidungsqualität verbessert.

Ausgehend vom im Forschungsprojekt entwickelten Handlungsleitfaden haben sich weitere Forschungsschwerpunkte herauskristallisiert: Die Konfektion wurde in der bisherigen Wertschöpfungskette nicht berücksichtigt und kann als Ansatz für weitere Untersuchungen bezüglich der möglichen Übertragbarkeit des Handlungsleitfadens dienen. In diesem Kontext stellt auch der Transfer des Leitfadens in textilfremde Branchen ein hohes Potenzial für weitere Forschungsarbeiten dar.

#### Danksagung

Die Autoren bedanken sich bei der Sächsischen Aufbaubank – Förderbank für die Unterstützung dieses Beitrages, der Teil des Forschungsprojektes retroTEX ist. Diese Maßnahme wird mitfinanziert mit Steuermitteln auf Grundlage des von den Abgeordneten des Sächsischen Landtags beschlossenen Haushaltes. 

## Literaturverzeichnis

- [1] Wächtler E., Wagenbreth O. (1989) Technische Denkmale des Textilgewerbes und der Textilindustrie. In: Wagenbreth O., Wächtler E. (eds) Technische Denkmale in der Deutschen Demokratischen Republik. Springer Spektrum, Berlin, Heidelberg, S. 130 ff. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-44717-8\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-662-44717-8_9).
- [2] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Industrie 4.0, Digitale Transformation in der Industrie, <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/industrie-40.html>, letzter Zugriff [2020/09/14].
- [3] Peters, R., Goluchowicz, K., Perspektiven 2035, Ein Leitfaden für die textile Zukunft, Institut für Innovation und Technik (iit), 2020, [https://textil-mode.de/de/documents/1202/Perspektiven2035\\_Langfassung.pdf](https://textil-mode.de/de/documents/1202/Perspektiven2035_Langfassung.pdf), S. 10-11, letzter Zugriff [2020/09/15].
- [4] Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr, Freistaat Sachsen, Innovationsreport 2018, Technische Textilien, 2018, <https://www.industrie.sachsen.de/download/industrie/innovationsreport-technische-textilien-2018.pdf>, S. 25, letzter Zugriff [2020/09/15].
- [5] Bondi, A.B.: Characteristics of Scalability and Their Impact on Performance, In: Proceedings of the 2nd international workshop on Software and performance, Ottawa, Ontario (2000), pp. 195-203.
- [6] Franke F., Franke S., Riedel R. (2020) Retrofit Concept for Textile Production. In: Lalic B., Majstorovic V., Marjanovic U., von Cieminski G., Romero D. (eds) Advances in Production Management Systems. Towards Smart and Digital Manufacturing. APMS 2020. IFIP Advances in Information and Communication Technology, vol 592. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-57997-5\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-030-57997-5_9).
- [7] Schuh, G., Anderl, R., Gausemeier, J., ten Homepl, M., Wahlster, W., Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, Industrie 4.0 Maturity Index, <https://www.acatech.de/publikation/industrie-4-0-maturity-index-die-digitale-transformation-von-unternehmen-gestalten/>, letzter Zugriff [2020/09/17].
- [8] Vogel-Heuser, B. Herausforderungen und Anforderungen aus Sicht der IT und der Automatisierungstechnik, In: Bauernhansl, T., ten Hompel, M., Vogel-Heuser, B. (Hrsg.), Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik, SpringerVieweg, Wiesbaden, 2014, S. 36 f., DOI 10.1007/978-3-658-04682-8.