

Studie Strick 4.0

/ Textil digital

Die Zukunft der textilen Produktion am Beispiel
des Strick-Clusters Baden-Württemberg

DITF
DEUTSCHE INSTITUTE FÜR
TEXTIL+FASERFORSCHUNG



Die Studie Strick 4.0 wurde vom Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg sowie dem Wirtschafts- und Arbeitgeberverband Südwesttextil gefördert.



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU

Realisation:

DITF – Deutsche Institute für Textil- und Faserforschung Denkendorf

Autoren:

Alexander Artschwager, Meike Tilebein, Oswald Rieder, Patrick Armbruster,
Götz T. Gresser

Vorwort

An den Deutschen Instituten für Textil- und Faserforschung verstehen wir uns seit fast 100 Jahren als Wegbereiter und -begleiter unserer mittelstandsgeprägten Industrie in den textilen Zukunftsfeldern. Als eines der Zukunftsfelder mit der höchsten Entwicklungsdynamik und mit branchenübergreifender Bedeutung hat die digitale Transformation hin zu Industrie 4.0 weitreichende Implikationen für die Textil- und Bekleidungsindustrie.

Auch das einzigartige Kompetenzcluster Strickerei, das in Baden-Württemberg beheimatet ist, muss sich dem anstehenden Paradigmenwechsel stellen. Bei näherer Betrachtung zeigt sich auch hier, dass die digitale Transformation nur in branchen- und unternehmensspezifischer Umsetzung gelingen kann. Um für die Strickereiindustrie diese spezifischen Herausforderungen und Potentiale von Industrie 4.0 fundiert darzustellen, haben wir an den DITF Kompetenzen aus dem Zentrum für Management Research und aus dem Bereich Maschentechnologie des Instituts für Textil- und Verfahrenstechnik gebündelt und die vorliegende Studie erstellt. Mit „Strick 4.0“ zeigen wir nun die strategischen Umfeldler, innovative Entwicklungswege und zehn wesentliche Handlungsfelder für das Kompetenzcluster Strickerei auf dem Weg zu Industrie 4.0 auf.

Finanzielle Unterstützung von Südwesttextil und des Ministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau haben die Arbeit an dieser Studie möglich gemacht, dafür danken wir. Ganz besonderer Dank gilt allen Beteiligten und Befragten, die mit ihrer Expertise maßgeblich zu den Ergebnissen beigetragen haben. Mit „Strick 4.0“ liegt daher nun ein umfassendes und detailreiches Bild des Kompetenzclusters Strickerei vor, das konkrete Beispiele aufzeigen und Impulse, auch über die Strickereiindustrie hinaus, setzen möchte. Wir wünschen daher der vorliegenden Studie breite Resonanz in Forschung, Politik und Industrie, freuen uns auf reges Interesse und konstruktive Diskussionen und sind gerne weiterhin Ihre Partner für die maßgeschneiderte Umsetzung von Industrie 4.0.



Prof. Dr.-Ing. Götz T. Gresser
Vorstands, Leiter des Instituts für Textil- und Verfahrenstechnik, DITF



Prof. Dr. rer. pol. Dipl.-Ing. Meike Tilebein
Leiterin des Zentrums für Management Research, DITF

Digitalisierung in Baden-Württemberg

Baden-Württemberg ist ein international führender Standort für die Strickereiindustrie. Innovative, erfolgreiche Ausrüster, Zulieferer und Anwender decken die gesamte Wertschöpfungskette von der Herstellung anspruchsvoller Textilmaschinen bis zur Produktion von High-Fashion-Endprodukten ab. Zusammen mit den Deutschen Instituten für Textil- und Faserforschung (DITF) als exzellente Forschungseinrichtungen bilden die Unternehmen ein beispielloses Kompetenzcluster in Baden-Württemberg.

Aktuell stehen die Strickereibetriebe vor einer Reihe von Herausforderungen. Globale Trends wie die fortschreitende Individualisierung der Kundenwünsche und die Zunahme von Produktvarianten erfordern hochflexible Wertschöpfungsketten. Gleichzeitig verändert die Digitalisierung zunehmend unsere Wirtschaft sowie die Lebens- und Arbeitswelt. Hier bietet Industrie 4.0, also die digitale Vernetzung über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg mit intelligenten Maschinen, ein großes Innovationspotential. Durch die Etablierung hochflexibler Produktionssysteme kann die heimische Strickereiindustrie neue Erfolgskonzepte gestalten, wie etwa die Einbindung des Kunden in die individuelle Gestaltung der Produkte.

Für den zukünftigen Erfolg des Standorts Baden-Württemberg ist es wichtig, diesen Prozess aktiv anzugehen und bei den Entwicklungen ganz vorne mit dabei zu sein. Die Studie „Strick 4.0“ hat das Potential der Industrie ausgelotet, den Entwicklungsbedarf hinsichtlich des Wandels zur Industrie 4.0 analysiert und daraus konkrete Handlungsempfehlungen abgeleitet.



Ein besonderes Augenmerk der Studie liegt dabei auf Best-Practice-Beispielen und der Beschreibung neuer Geschäftsmodelle für die Strickereiindustrie. So entstehen neue Impulse für einen intensiveren Austausch zwischen den Unternehmen selbst sowie deren verstärkte Zusammenarbeit mit den Forschungseinrichtungen und anderen Branchen, die ebenfalls vom digitalen Wandel betroffen sind. Damit sind wir in Baden-Württemberg auf dem besten Weg, die aktuellen Herausforderungen zu meistern und die führende Position unserer Strickereiindustrie weiter zu stärken.

Katrin Schütz

*Katrin Schütz
Staatssekretärin im Ministerium für Wirtschaft, Arbeit
und Wohnungsbau des Landes Baden-Württemberg*

Strick 4.0

„Morgen ist heute gestern“ – nie galt diese simple Formel so sehr wie in unserer hochdynamischen Zeit massiver Veränderungen in Wirtschaft und Gesellschaft. Kein Unternehmen kann sich mehr lange auf seinem Status-quo ausruhen, egal wie hart erarbeitet er ist. Kunden sind flüchtiger denn je, Technologieinnovationen überholen sich selbst. Das Tempo, mit dem sich seit einiger Zeit vor allem die Konsumentenmärkte verändern, getrieben von digitaler Zielgruppenfokussierung, digitalem Marketing, digitalem Shopping und immer öfter auch digitaler Produktion, ist schwindelerregend und nimmt zu.

Wenn es eine Industrie gibt, die trainiert ist im Umgang mit Veränderungen, dann die Textil- und Bekleidungsindustrie. Seit zwei Jahrhunderten erfindet sie sich immer wieder neu. Die Digitalisierung ist eine besondere Herausforderung, weil sie Wettbewerber genauso wie neue Partner aus völlig anderen Bereichen offenbart.

Der Auftrag lautet: Am Ball bleiben, Wissen sammeln und Impulse setzen – was passiert, was ist zu tun? Gerade die mittelständisch geprägten Textilunternehmen sind dabei auf Unterstützung von außen angewiesen. Südwesttextil und das Wirtschaftsministerium haben daher im Herbst 2015 die Deutschen Instituten für Textil- und Faserforschung in Denkendorf um eine Studie zur textilen Produktion von morgen gebeten. Da Baden-Württemberg über ein einmaliges Kompetenzcluster Strickerei verfügt, zu dem nicht nur Weltmarktführer im Bereich Strickmaschinen, sondern auch innovative, erfolgreiche Zulieferer und Anwender der Technologie im Bereich der modischen sowie der technischen Textilien gehören, schien diese Branche als Beispiel besonders geeignet für einen Statusbericht „4.0“.



Nun liegt die Studie „Strick 4.0“ vor. Unser Wirtschafts- und Arbeitgeberverband hat 30.000 Euro zu der mehrmonatigen Recherche- und Analysearbeit beigetragen. Den Denkendorfer Forschern ist es gelungen, ein praxisnahes Bild gegenwärtiger Produktion und ihrer Potenziale aufgrund neuer Technologien, moderner Prozesse und veränderter Märkte zu zeichnen. Welchen Innovationsbedarf gibt es? Wo sind mögliche Handlungsfelder? Die Studie lotet an konkreten Beispielen in der Strickerei die Chancen der digitalen Revolution für die gesamte Textilindustrie aus, zeigt aber auch die Hemmnisse in der Umsetzung digitaler Konzepte.

Die Aufgabe bleibt auch nach dem Abschluss dieser Studie eine große: Nämlich jene Branche, die mit der Erfindung des mechanischen Webstuhls zur Industrie 1.0 wurde, auch in den Zeiten von Industrie 4.0 wettbewerbsfähig zu halten und – bei allem Hype und aller Hektik – die richtigen Entscheidungen zu treffen. Südwesttextil wird seine Mitglieder auf diesem Weg weiter kompetent begleiten – damit unser Motto gültig bleibt: „Textil aus Baden-Württemberg – der Stoff, aus dem die Zukunft ist.“

*Bodo Th. Bölzle
Präsident von Südwesttextil e. V. und Vorsitzender der
Geschäftsführung Amann & Söhne GmbH & Co. KG*

Inhalt

1.	Motivation, Ausgangspunkt und Zielsetzung der Studie	7
2.	Industrie 4.0	8
2.1	Horizontale Integration über Wertschöpfungsnetzwerke	9
2.2	Vertikale Integration und vernetzte Produktionssysteme	10
2.3	Digitale Durchgängigkeit des Engineerings	10
2.4	Neue Arbeitsbedingungen und verändertes Arbeitsleben	10
2.5	Neue Kooperations- und Geschäftsmodelle	11
3.	Stand der Technik und Entwicklungen mit dem Fokus auf die Strickereiindustrie	11
3.1	Technik und Entwicklungen im Strickmaschinenbau	11
3.2	Technik und Entwicklungen bei der Komponentenherstellung	13
3.3	Auftragsmanagement – Lösungen des Maschinenbaus und der Komponentenhersteller	14
3.4	Neue Geschäftsmodelle – Individualisierte Fertigung in der Maschenindustrie	15
4.	Expertenbefragung Strick 4.0 Baden Württemberg	16
4.1	Durchführung und Ergebnis der Befragung	18
4.2	Allgemeine Aussagen zu Industrie 4.0 / Strick 4.0	19
4.3	Horizontale Integration über Wertschöpfungsnetzwerke	20
4.3	Horizontale Integration über Wertschöpfungsnetzwerke	20
4.4	Vertikale Integration und vernetzte Produktionssysteme	21
4.5	Digitale Durchgängigkeit	21
4.6	Neue Arbeitsbedingungen und verändertes Arbeitsleben	22
4.7	Neue Geschäftsmodelle	22
5.	Unternehmen Strickerei-Cluster – Testimonial	24
5.1	Bereich Strickmaschinen	24
5.2	Bereich Komponenten	27
5.3	Bereich Strickereien	30
6.	Handlungsfelder	35
7.	Danksagung	41
	Abkürzungsverzeichnis	42
	Abbildungsverzeichnis	43

1. Motivation, Ausgangspunkt und Zielsetzung der Studie

Baden-Württemberg verfügt über ein einmaliges Kompetenzcluster Strickerei. Nicht nur Weltmarktführer im Bereich Strickmaschinen, sondern auch innovative, erfolgreiche Zulieferer und Maschenwarenhersteller als Anwender der Stricktechnologie im Bereich der modischen sowie der technischen Textilien sind direkt vor Ort in einer weltweit einmaligen Konstellation vereint (Abbildung 1).



Abbildung 1: Landkarte des Spitzenclusters Strick in BW

Allgemein haben sich die Maschenwarenhersteller in Deutschland auf Produkte für margenträchtige Bereiche wie technische Textilien, individualisierte Medizinprodukte und exklusive Mode konzentriert. Es sind hochspezialisierte Unternehmen, die mit intelligenten Lösungen am Standort Trends setzen in Produkt und Prozess und diese erfolgreich auf globalem Terrain positionieren und vermarkten.

Themen im Kontext von Industrie 4.0 wie die Produktion von Losgröße 1, Individualisierung, Vernetzung der Wertschöpfungspartner, Nachhaltigkeit und Selbstorganisation in der Produktion stehen aktuell im Mittelpunkt verschiedener Diskussionen über Machbarkeit und wirtschaftlichen Nutzen. Dabei sind die Industrie 4.0-Meilensteine wie beispielsweise Losgröße 1 und kundenspezifische Produktion der Strickereindustrie speziell im medizintechnischen Bereich vertrauter als vielen anderen Branchen, deren Überlegungen zu diesem Schwerpunkt von Industrie 4.0 erst in den Anfängen stecken. Neben diesen auf die Vernetzung der Produktion fokussierten Themen spielen digitale Dienstleistungen, Virtualisierungsansätze und neue Geschäftsmodelle eine zentrale Rolle in den Diskussionen zu Industrie 4.0.

Die Strickproduktion von morgen wird durch reale und virtuelle Elemente bestimmt. Kundendaten werden direkt über Smartphones oder Scanner in die Produktion übertragen, passformrelevante Punkte definiert, Körperhaltung und körperliche Einschränkungen bei der individualisierten Produktkonfiguration berücksichtigt. Vor der Produktion wird ein virtuelles Abbild des Produktes auf einem kundenspezifischen Avatar dargestellt, Funktionszonen werden modelliert und modifiziert, Design und Farben auf die jeweiligen Bedürfnisse des Kunden angepasst. Intelligente Produktionssysteme erkennen den Rüstzustand der Maschinen, das automatisierte Garnlager stellt intralogistischen Systemen auftragsbezogen Garnspulen zur Verfügung, intelligente Garngatter ermöglichen automatische Spulenwechsel an der Maschine. Sensoren erfassen die Systemzustände, Algorithmen sorgen für eine vorbeugende Instandhaltung und sagen mögliche Qualitätsprobleme voraus.

Dies ist ein wahrscheinliches Zukunftsszenario, einzelne Bausteine dieses Bildes sind bereits verfügbar. Zentrale Aufgabe für die Zukunft ist es, diese Elemente zu einem Ganzen zusammenzusetzen, neue Geschäftsmodelle zu entwickeln und wirtschaftliche Vorteile zu generieren.

Stricken hat das Potential ein integraler Baustein für neue Ansätze in Fertigungsverbänden zu werden.

Stricken ist ein wichtiges textiles additives Fertigungsverfahren mit einer Vielzahl von Möglichkeiten – vorausgesetzt es gelingt, die Lücke zwischen den technischen Möglichkeiten, den Integrationsanforderungen und den dazu benötigten Kompetenzen zu schließen.

Um die Wettbewerbsfähigkeit des Clusters Strick in Baden-Württemberg weiter zu festigen, ist eine gemeinsame Perspektive, basierend auf Entwicklungen im Bereich Industrie 4.0, unerlässlich.

Das grundlegende Ziel der vorliegenden „Studie Strick 4.0“ ist es daher, die Ausgangssituation von Digitalisierung und Industrie 4.0 für das Strickereiclustern in Baden-Württemberg zu analysieren, die Potenziale des Clusters vor dem Hintergrund der Herausforderungen von Industrie 4.0 zu erarbeiten und Handlungsfelder aufzuzeigen. Hierbei sind die Spezifika des mittelständisch geprägten Strickereiclustern zu berücksichtigen, das in einem weltweiten Wettbewerb steht.

Die DITF als zentrale Forschungsstelle für die Textilindustrie wurden wegen der Nähe zur Branche und ihrer Kompetenz aus zahlreichen nationalen und internationalen Forschungsprojekten mit den Schwerpunkten Digitalisierung, Technologie und Prozessintegration beauftragt, diese Studie zu erstellen. Hierbei sollen der aktuelle Stand der Branche und zukunftsweisende Entwicklungsrichtungen aufgezeigt werden.

Für die Erarbeitung der Studie wurden literaturbasiert die zentralen Konzepte von Industrie 4.0 aufgenommen sowie der Stand der Technik und aktuelle Entwicklungen von Technologien mit dem Fokus auf die Strickereiindustrie und deren Technologiepartner analysiert. Basierend auf diesen Vorarbeiten und eigener Expertise wurde dann ein teilstrukturierter Fragebogen erstellt. Dieser bildete die Basis für die Befragung wichtiger Akteure des Strickmaschinenbaus, der Komponenten- und Sensorhersteller, der Strickereiindustrie und von Forschungsstellen der Textilindustrie. Aus den Ergebnissen der Befragung wurden Thesen verdichtet und daraus Handlungsfelder abgeleitet. Die Befragung wurde von Anfang März 2016 bis Ende August 2016 durchgeführt.

2. Industrie 4.0

Die rasante Entwicklung der Informations- und Kommunikationstechnik ermöglicht neue Ansätze, um die aktuellen Herausforderungen der Industrie anzugehen und Lösungswege aufzuzeigen. Unter dem Begriff Industrie 4.0 werden dabei sowohl konkrete Lösungsansätze für einzelne Problemstellungen als auch langfristige Visionen für die Produktion als Ganzes verstanden. Die Automatisierungstechnik ist dabei nur ein Baustein. Weitere Bausteine sind unter anderem die soziale Gestaltung der Arbeitsplätze, die Virtualisierung von Produkten und Prozessen und an die Möglichkeiten von Industrie 4.0 angepasste Geschäftsmodelle.

Die Automatisierungstechnik mit ihrer Vernetzung von Maschinen, Systemen und Unternehmen spielt aber eine wichtige Rolle. In diesem Kontext wird immer wieder der Begriff Cyber-physisches System verwendet. Hinter diesem verbirgt sich die Kombination von einem physischen Element (z. B. Maschine, Produkt) mit einem virtuellen Element, welches mit der Umwelt kommunizieren kann und Informationen über das physische Element bereitstellt bzw. auch das physische Element beeinflusst. Eine Smart Watch (Produkt) kann genauso ein Cyber-physisches System sein wie eine hochmoderne Produktionsanlage mit digitaler Ansteuerung (Maschine).

Durch den Einsatz moderner Vernetzungsmethoden und dieser Cyber-physischen Systeme können neue Arten von Produktionsstätten, sogenannte Smart Factories, entstehen. Diese Produktionsstätten zeichnen sich durch integrierte Produktions- und Logistikprozesse mit durchgehender digitaler Kommunikation aus. Die Produktion ist zudem flexibel und passt sich zu jeder Zeit selbständig den sich wandelnden Umgebungsbedingungen an. Die Produkte sind dabei in der Lage, sich autonom durch die Produktion zu bewegen und sie sind dabei eindeutig identifizier- und zu jeder Zeit lokalisierbar. Dies ist die langfristige Vision von Industrie 4.0.

Um die Möglichkeiten neuer Automatisierungstechniken und moderner Vernetzungsmethoden voll zu nutzen, müssen die Organisations- und Prozessstrukturen der Unternehmen sowie die Geschäftsmodelle modifiziert werden um das sich daraus ergebende Potential voll auszunutzen. Die Aus- und Weiterbildung der Beschäftigten spielt dabei auch eine zentrale Rolle, da deren Wissen und deren Fähigkeiten ein zentraler Wettbewerbsaspekt für die Unternehmen ist. Daher soll die Automatisierung nicht dazu dienen Beschäftigte abzubauen, sondern ihnen die Freiheit gewähren sich mehr intellektuell in das Unternehmen einzubringen.

Industrie 4.0 bietet aber auch Lösungsansätze für aktuelle Problemstellungen in der Industrie (z.B. kundenindividuelle Fertigung, flexible Produktion, Produkt-Service-Bundle, demographische Entwicklung bei den Angestellten). Die Ansätze von Industrie 4.0 helfen bei der Flexibilisierung und langfristigen Gestaltung der Produktion. Einzelfertigung und Kleinserien können genauso damit umgesetzt werden wie schnelle Produktentwicklungen möglich werden oder an die Demographie angepasste Arbeitsplätze entstehen können. In der Forschung wurden dazu fünf zentrale Konzepte definiert, die all diesen Ansätzen zugrunde liegen¹:

- Horizontale Integration über Wertschöpfungsnetzwerke
- Vertikale Integration und vernetzte Produktionssysteme
- Digitale Durchgängigkeit des Engineerings
- Neue Arbeitsbedingungen und verändertes Arbeitsleben
- Neue Kooperations- und Geschäftsmodelle

Im Folgenden werden diese fünf zentralen Konzepte näher vorgestellt und ihr Beitrag zur Flexibilisierung und langfristigen Gestaltung der Produktion aufgezeigt. Diese Konzepte bilden in der vorliegenden Studie die Basis der Interviews und der daran anknüpfenden Handlungsfelder.

2.1 Horizontale Integration über Wertschöpfungsnetzwerke

Horizontale Integration über Wertschöpfungsnetzwerke bezeichnet die datentechnische und organisatorische Verknüpfung aller für die Herstellung eines Produktes notwendigen Partnerunternehmen. Dies beinhaltet nicht nur Zulieferer von Vorprodukten und Rohstoffen, sondern auch Dienstleister im Umfeld der Produktion (z. B. Experten für Entwicklungsaufgaben, Maschinenbauer und Komponentenhersteller für die Adaption der Produktion).

Datentechnische Verknüpfung bedeutet dabei, dass der Austausch von Informationen zwischen den Partnern rein elektronisch erfolgt. Man hat sich also auf die Informationen, die Systeme und die Formate geeinigt, die zwischen den Partnern elektronisch ausgetauscht werden sollen. Dieser Zustand ist aber nicht nur für das Kernnetzwerk, mit dem man täglich zusammenarbeitet, angestrebt, sondern auch für das erweiterte Wertschöpfungsnetzwerk, das bei Bedarf eingebunden wird. Um auch diese adhoc Verknüpfungen zu realisieren, ist es notwendig Standards für den Informationsaustausch zu entwickeln.

Die Idee der horizontalen Integration ist es, den Informationsaustausch zwischen den Unternehmen zu beschleunigen sowie Medienbrüche und damit eine mögliche Fehlerquelle bei der Kommunikation zu vermeiden. Durch die Unterstützung von Standards wird es möglich sein, die Wertschöpfungsnetzwerke dynamisch nach Bedarf auszugestalten und damit Flexibilität mit sicherem und schnellem Informationsaustausch zu verbinden.

¹ Siehe auch Seite 6 des Abschlussberichts des Arbeitskreises Industrie 4.0. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 (2013), https://www.bmbf.de/files/Umsetzungsempfehlungen_Industrie4_0.pdf, Zugriff 25.04.2017

2.2 Vertikale Integration und vernetzte Produktionssysteme

Im Gegensatz zur horizontalen Integration beschreibt die vertikale Integration die datentechnische Verknüpfung der Softwaresysteme im Unternehmen. Die zukünftigen Produktionsstrukturen in den Unternehmen sollen nicht mehr starr, sondern in der Lage sein, sich zu einem gewissen Grad selbständig zu steuern und zu koordinieren. Dieses Maß an Flexibilität und Adaptionsvermögen wird durch die konsequente Vernetzung von IT-Systemen in der Automatisierungspyramide, beginnend bei der Sensorebene über die Steuerungsebene bis hin zur Unternehmensplanungsebene, möglich. Dadurch sind verschiedene Bearbeitungsbereiche und Produktionsmittel untereinander vernetzt, wobei diese Vernetzung beispielsweise mittels Cloud-Technologien oder unternehmensinternem Server realisierbar ist.

Selbst wenn man diese Vision nicht in aller Konsequenz umsetzt, bietet die vertikale Integration eine ganze Reihe von Vorteilen für ein Unternehmen. Wie auch bei der horizontalen Integration dient sie dazu den Informationsaustausch zwischen den verschiedenen Unternehmensbereichen zu beschleunigen, sowie Medienbrüche und damit eine mögliche Fehlerquelle bei der Kommunikation zu vermeiden. Auch wird so sichergestellt, dass alle vorhandenen Informationen auch zur richtigen Zeit am richtigen Ort zur Verfügung stehen. Durch die Nutzung von Standards ist es bereits heute zum Teil schon möglich, Unternehmenssysteme flexibel miteinander zu vernetzen. Das Verbinden des Produktionssystems mit einem sicheren und schnellen Informationsaustausch zu Partnern, ermöglicht eine zunehmende unternehmensinterne Flexibilisierung. Die Mitarbeit in Standardisierungsgremien, die textilspezifische Belange berücksichtigen, ist eine weitere Herausforderung für die Branche.

2.3 Digitale Durchgängigkeit des Engineerings

Die zentrale Voraussetzung für eine konsequente horizontale und vertikale Vernetzung der IT-Systeme ist eine durchgängig digitale Verfügbarkeit von Informationen. Dies betrifft auch Arbeitsschritte, die bisher durch rein physische Aktivitäten geprägt waren. Der Nutzen einer Vernetzung ist beispielsweise nur sehr gering wenn zwar eine CAD-Version eines Produktes existiert, für die Entscheidungsprozesse aber immer noch reale Produkte herzustellen sind. Man spart durch die Vernetzung ein paar Minuten, verliert aber durch die physische Produktion mehrere Tage.

Der Grundgedanke hinter der digitalen Durchgängigkeit des Engineerings besteht somit darin, für alle Aktivitäten im und zwischen Unternehmen eine digitale Repräsentation – ein digitales Modell – zu finden. Für alle physischen Aktivitäten müssen daher, soweit möglich, solche digitalen Repräsentationen entwickelt werden. Beispielsweise kann die Kollektionsauswahl anhand von virtuellen 3D-Modellen erfolgen und nicht anhand realer Muster. Damit hat die digitale Durchgängigkeit des Engineerings den gravierendsten Einfluss aller Industrie 4.0 Konzepte auf die Arbeitsabläufe und Tätigkeiten der einzelnen Beschäftigten, bietet dabei aber auch die größten Potentiale bezüglich Flexibilisierung und Zeitersparnis. Der Forschungsbedarf ist insbesondere in diesem Bereich enorm, da für viele physische Arbeitsschritte noch keine adäquaten digitalen Modelle verfügbar sind.

2.4 Neue Arbeitsbedingungen und verändertes Arbeitsleben

Nicht nur neue Technologien sorgen für eine Änderung des Arbeitslebens und der Arbeitsgestaltung, sondern auch der demografische Wandel. Industrie 4.0 beschränkt sich daher nicht nur auf die technische Weiterentwicklung der Produktion. Neue Ansätze zur bedarfsgerechten Nutzung von Technologien bei der Ausgestaltung von Arbeitsplätzen, aber auch des Arbeitslebens der Beschäftigten werden erarbeitet. Drei zentrale Themen sind dabei die altersgerechte Gestaltung von Arbeitsplätzen, die Aus- und Weiterbildung der Beschäftigten sowie die Flexibilisierung der Arbeit.

Die neuen Technologien haben teilweise massive Auswirkungen auf die Gestaltung von Arbeitsplätzen. Neue Arbeitsweisen wie die virtuelle Entwicklung, aber auch neue Maschinentypen mit neuen Bedienkonzepten stellen die Beschäftigten vor neue Herausforderungen. Assistenzsysteme können dabei unterstützen. Auch können sie älteren Beschäftigten helfen, ihre Arbeit noch lange produktiv auszuführen, indem sie diese bei körperlich anstrengenden Arbeiten entlasten. Das Wissen und die Erfahrung der Beschäftigten können so noch lange dem Unternehmen erhalten bleiben.

Die Bedeutung der Aus- und Weiterbildung der Beschäftigten im Rahmen von Industrie 4.0 wächst deutlich an. Einerseits erfordern neue Technologien (z. B. Augmented Reality) und Arbeitsweisen (z. B. virtuelle Entwicklung) eine entsprechende Schulung der Beschäftigten. Andererseits ermöglichen sie auch neue Formen der Aus- und Weiterbildung. Insbesondere kleinere und mittlere Unternehmen können von Ansätzen wie Distance-Learning und Training-on-the-Job profitieren, da die Beschäftigten an ihrem Arbeitsplatz aus- und weitergebildet werden können. Lange Abwesenheiten aufgrund von Reisezeiten können so minimiert werden und das Lernen kann in einem Zeitraum stattfinden, der für die Produktion weniger belastend ist.

Die neuen Technologien sowie die Gestaltung der Arbeitsplätze ermöglichen so nicht nur eine Flexibilisierung der Arbeit in der Produktion. Unternehmen sind damit auch besser in der Lage auf die Bedürfnisse der Beschäftigten einzugehen (z.B. Vereinbarkeit von Arbeit und Familie) ohne die Flexibilität der Produktion zu beschränken. Technologien und Ansätze wie Virtual Reality, virtuelle Entwicklung oder Distance-Learning können Abhängigkeiten von Raum und Zeit für die Produktion teilweise aufheben, da Beschäftigte bspw. ihre Arbeitsplätze nicht mehr für eine Schulung verlassen müssen, die Produktion aus der Ferne überwachen können oder bei Nutzung von virtuellen Mustern keine Lieferzeiten mehr abwarten müssen. Beschäftigte können so ohne physisch anwesend bzw. zu einer bestimmten Uhrzeit verfügbar zu sein für das Unternehmen produktiv arbeiten.

2.5 Neue Kooperations- und Geschäftsmodelle

Im Zuge der Entwicklung und Einführung neuer Technologien entstehen neue Geschäftsmodelle und neue Formen der Kooperation zwischen Unternehmen. Insbesondere die Möglichkeiten neuer Geschäftsmodelle sind vielfältig und erstrecken sich von neuen Dienstleistungen rund um die Produkte bis hin zu individuellen kundenspezifischen Produkten. Möglich macht dies die Digitalisierung der Produktentwicklung und der Produktion. Kundenwünsche können so schnell und effizient in der Produktion umgesetzt werden und die bei der Produktion und beim Kunden entstehenden Informationen können zur Bereitstellung zusätzlicher Dienste genutzt werden.

Heute gibt es schon eine Vielzahl neuer Geschäftsmodelle. Beispielsweise hat sich die Firma Amazon vom Online-Versandhändler zu einem „Full Service“-Logistiker im B2B und B2C-Segment weiterentwickelt. Auch in der Textilindustrie gibt es schon ähnliche Beispiele (z. B. der Made to Measure Produzent Bivolino, der verschiedene B2B-Services neben seinen Produkten anbietet). Die neuen Technologien erlauben also nun Geschäftsmodelle für Unternehmen, die bisher undenkbar oder nicht rentabel waren.

3. Stand der Technik und Entwicklungen mit dem Fokus auf die Strickereiindustrie

In der Maschenwarenherstellung spielen die Digitalisierung und Ansätze von Industrie 4.0 bereits heute eine wichtige Rolle. Unternehmen dieser Branche bringen neue Impulse in der Produktionstechnik, bei Produktlösungen oder Dienstleistungen. Diese Innovationen sind nur möglich durch die enge Zusammenarbeit zwischen Firmen des Strickmaschinenbaus, erfolgreicher Komponentenhersteller für den Maschinenbau und Strickereiunternehmen, die diese Technologien im Bereich der modischen und technischen Textilien im Cluster Strick Baden-Württemberg anwenden.

Im Folgenden wird aufgezeigt, welche innovativen Konzepte in diesen Sektoren des Strickclusters bereits heute verfügbar sind und welche Trends jeweils prägend sind.

3.1 Technik und Entwicklungen im Strickmaschinenbau

Aufgrund unterschiedlichster Anforderungen der Märkte sind Strickmaschinen modular aufgebaut, funktionell sehr vielseitig und können in Kombination mit einer leistungsstarken Peripherie ein breites Fertigungsspektrum abdecken.

Neben dem Trend zur Individualisierung und zu kleineren Losgrößen ist bei Lösungen für die Maschenindustrie auch bspw. die Massenproduktion zu berücksichtigen. Hier wird durch hohe Maschinengestelle an Rundstrickmaschinen die Fertigung großer Warenballendurchmesser ermöglicht, die Produktion rationalisiert und der Warenfluss in Veredlung und Ausrüstung beschleunigt. High-Tech-Maschinen der neuesten Generationen ermöglichen es, die Gestrickfertigung hochproduktiv auszurichten. Realisiert werden können Geschwindigkeitserhöhungen beispielsweise durch die Entwicklung neuer, gewichtsreduzierter Bauteile, aber auch durch die Integration von Komponenten, die eine gleichmäßige Produktion ermöglichen.

Flexibilität ist bei zunehmend gefragter Ressourceneffizienz wichtig und verlangt Stricktechnologien mit einer großen Breite an technischer Vielseitigkeit².

Neben der datentechnischen Integration gibt es Innovationen durch die Integration von Fertigungsprozessen in eine Linie. Bei der Prozessintegration über Fertigungsstufen hinweg geht das Unternehmen Mayer & Cie einen revolutionären Schritt. Als einer der weltweit führenden Maschinenbauer im Bereich der Großrundstrickmaschinen entwickelte die Firma die Spinit®-Technologie (Abbildung 2 und 3). Revolutionär bei diesem Verfahren ist, dass der eigentliche Spinnprozess eliminiert und ein unverdrehtes Faserband direkt verstrickt wird. Diese Technologie benötigt, verglichen mit dem konventionellen Strickprozess, rund ein Drittel weniger Energie. Kombiniert mit einem geringeren Platzbedarf und weniger Abfall können die Produktionskosten je nach angestrebter Gestrickqualität um bis zu 20 % reduziert werden.



Abbildung 2: Mayer & Cie Spinit® (Relanit 3.2 HS)³



Abbildung 3: Streckwerk an Spinit®-Maschine Mayer & Cie⁴

In Sachen Flexibilität und Kreativität bieten moderne Flachstrickmaschinen, wie die ADF-Modellreihe der Fa. Stoll aus Reutlingen, innovative Möglichkeiten. Viele 3D-gestrickte und zum Teil individualisierte Produkte werden mit dieser Technologie hergestellt. Ein Beispiel aus dem technischen Bereich ist der gestrickte Rotordeckel (Abbildung 4).



Abbildung 4: 3D-gestrickter Rotordeckel⁵

Der 3D-Strickansatz ist eine generative Fertigungstechnologie, die das Prototyping und die Produktion in der Industrie verändert und gleichzeitig nachhaltig ist. Es wird nur das Material an Garnen verbraucht, das tatsächlich benötigt wird. Reste durch überschüssiges Garnmaterial oder Textilverschnitt in der Konfektion werden vermieden.

Diese dreidimensionale Stricktechnik ist im Grunde nicht neu, vielmehr wurde sie im Laufe der vergangenen Jahrzehnte stetig

2 Rieder, O.: "Was sind die aktuellen Strömungen in der Maschentechnik?"; *Melliand Textilberichte*, 5, 136-137, 2008

3 Rieder, O.: "Rückblick: ITMA 2015", *technischer Ausschuss Gesamtmaschine 2015*, 30.11.2015, Powerpoint intern

4 Rieder, O.: "Rückblick: ITMA 2015", *technischer Ausschuss Gesamtmaschine 2015*, 30.11.2015, Powerpoint intern

5 Brenzei, C.: "3D-Stricken – dreidimensionale technische Textilien"; *Vordiplom 2004, Nebenthema, Fachhochschule Köln*, 2004

weiterentwickelt. Die Technologie ist nun so weit ausgereift, dass auf einer Flachstrickmaschine (Abbildung 5) 3D-formgestrickte Teile mit komplizierten, ganz oder teilweise geschlossenen, hohlkörperartigen Strukturen unterschiedlichster Art, die Öffnungen und Ansatzteile enthalten können, ressourcensparend und effizient hergestellt werden können.



Abbildung 5: Stoll CMS ADF 32 3D-Flachstrickmaschine⁶

Basierend auf dieser Technologie wird die Produktindividualisierung mit Fertigung kleiner Losgrößen oder Musterreihen ermöglicht, da beispielsweise ein Teil der Konfektionsarbeitsgänge eliminiert werden kann. Die stricktechnische Umsetzung kann jedoch einen erheblichen Aufwand in der Vorentwicklung mit sich bringen.

3.2 Technik und Entwicklungen bei der Komponentenherstellung

Lösungen im Bereich der Maschinenperipherie bietet der Komponentenhersteller Memminger-IRO. Spannungsgesteuerte bzw. spannungsregelnde Fournisseure (Abbildung 6) zielen auf eine höchstmögliche Ressourceneffizienz in Form von geringsten Fehlerquoten, maximaler Materialausbeute und höchster Produktivität ab. Dieser Fournisseur ermöglicht eine schonende Fadenzuführung und ein schnelles Einfädeln und liefert damit einen wichtigen Beitrag zur Flexibilisierung der Fertigung. Aktuelle Entwicklungen werden es zukünftig ermöglichen, eine gesteuerte Garnzuführung über moderne CAN-Bus-Systeme direkt in die Musterprogrammierung einzubinden. Die Integration solcher Peripheriegeräte in die Netzwerke moderner Strickmaschinen ist ein Beispiel für Industrie 4.0.

Eine Interaktion aller am Strickprozess beteiligter Komponenten soll durch den sukzessiven Aufbau standardisierter Schnittstellen künftig noch weiter vorangetrieben werden.



Abbildung 6: Elemente gesteuerter Garnzuführungen⁷

Auch der motorische Riemenantrieb zur Fadenzuführung an Rundstrickmaschinen ist ein bedeutender Beitrag zur Produktion hochwertiger Produkte und zur Flexibilisierung der Fertigung von Maschenartikeln. Diese Technologie ermöglicht eine effiziente Umstellung auf neue Strickqualitäten.

Zur Verbesserung der Ressourceneffizienz von Rundstrickmaschinen hat das Unternehmen Groz-Beckert die sogenannte Lite-

⁶ Rieder, O.: "Rückblick: ITMA 2015", technischer Ausschuss Gesamtmaschine 2015, 30.11.2015, Powerpoint intern

⁷ Weisbach, B.: "Memminger-IRO - Advanced Knitting Technology", Vortrag Fachkolloquium Textil 2016, Denkendorf, pdf-Datei, 2016

speed®-Nadel entwickelt (Abbildung 7). Für diese Innovation wurde dem Unternehmen im Jahr 2010 der KYOCERA-Umweltpreis verliehen.

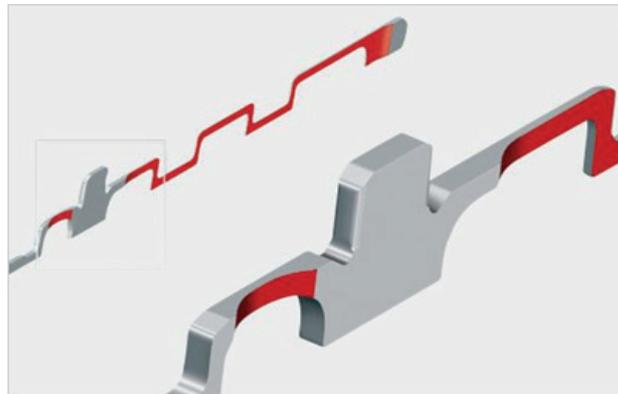


Abbildung 7: Groz-Beckert Litespeed®-Nadel⁸

Das Hauptmerkmal der Litespeed®-Nadel ist die partielle Reduzierung der Nadelschaftdicke, wodurch der Nadelschaft weniger Kontaktfläche im Nadelkanal hat. Dies führt zu einer geringeren Reibung und somit zu einem geringeren Energieaufwand für den Maschinenantrieb. Hieraus resultieren eine geringere Maschinenerwärmung und ein niedrigerer Schmierölverbrauch. Die Reduzierung im Energieverbrauch liegt bei bis zu 20%.

3.3 Auftragsmanagement, Lösungen des Maschinenbaus und der Komponentenhersteller

Im Laufe der vergangenen Jahre konnte im Bereich des Produktions- und Auftragsmanagements in den Strickereien viel erreicht werden. Parallel zur Entwicklung von ERP-Systemen werden in zunehmendem Maße Strickmaschinen in Netzwerklösungen integriert. Die Zeit, in denen Stricker ihre Maschinen weitgehend manuell betreuten und alle artikelspezifischen Daten im Kopf hatten, ist vorbei. Führende Maschinenbauer, wie auch Hersteller der Maschinenperipherie, bieten hier Lösungen an, die es erlauben, beliebige mobile Endgeräte als Assistenzsysteme zu integrieren (Abbildung 8).

Bei Artikelwechseln können hierdurch beispielsweise alle produktionsrelevanten Maschinendaten und Parameter abgerufen werden, ein Schritt auf dem Weg zu einer selbstorganisierten Fertigung.

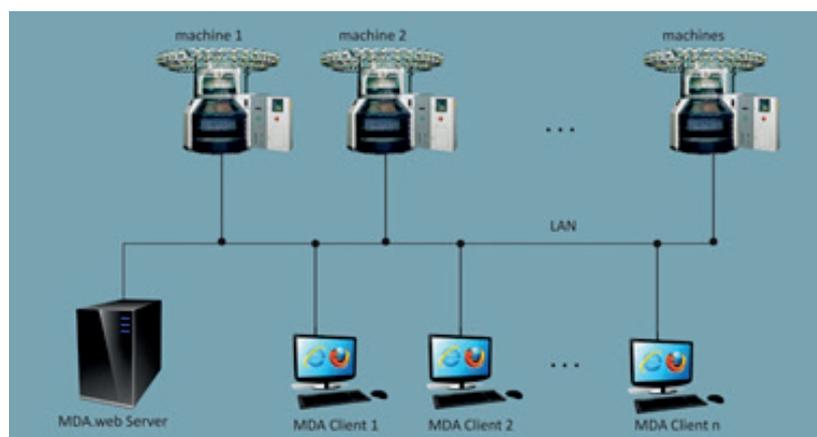


Abbildung 8: Mayer & Cie Maschinendatenerfassungssystem Web Server⁹

8 www.groz-beckert.com/de/produkte/knitting, Zugriff: 25.04.2017

9 Rieder, O.: "Rückblick: ITMA 2015", technischer Ausschuss Gesamtmaschine 2015, 30.11.2015, Powerpoint intern

Memminger-IRO bietet als Hersteller von Peripheriegeräten für Strickmaschinen das sogenannte Networker Monitoring System (NMS) an. Diese drahtlose Lösung zur Visualisierung und Überwachung der Produktion sammelt die Daten der an jeder Strickmaschine befindlichen Auswertegeräte, zeigt diese in Echtzeit an, speichert sie in einer Datenbank und ermöglicht somit umfangreiche statistische Auswertungen. Zudem beinhaltet das NMS ein Artikel- und Auftragsmanagement und unterstützt die Produktionssteuerung im Stricksaal. Über PC, Laptop, Tablets oder Smartphones sind die Daten jederzeit mittels Standard-Web-Browser zugänglich (Abbildung 9).

Ähnliche Systeme werden von den Firmen Stoll, Mayer oder Merz angeboten. Aufgabe für die Zukunft wird es sein, diese Systeme situationsbezogen in Automatisierungslösungen einzubinden.

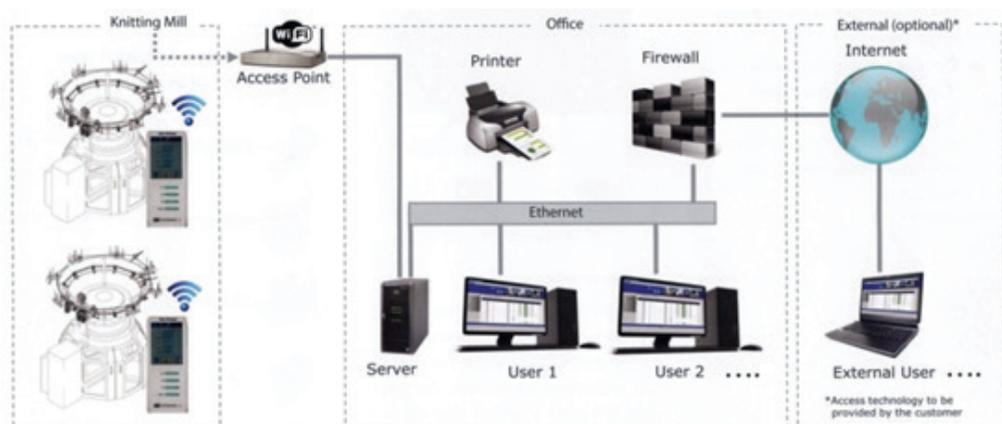


Abbildung 9: Memminger-IRO Networker System¹⁰

3.4 Neue Geschäftsmodelle – Individualisierte Fertigung in der Maschenindustrie

Bereits heute ist es möglich, mit 3D-Scannern den menschlichen Körper zu scannen und automatisch Körpermaße zu ermitteln. Für komplexe und individuell variierende Teile des menschlichen Körpers, wie das menschliche Bein, können auf diese Weise Körpermaße erfasst und ausgegeben werden. Diese Daten bilden dann die Grundlage, um beispielsweise einen individuellen medizinischen Kompressionsstrumpf zu stricken. Auch dieser Ansatz ist in der Entwicklung; momentan werden die relevanten Patientendaten von Sanitätshäusern häufig über Fax an die Strickbetriebe versendet. Dort werden die noch nicht standardisierten Daten in Strickprogramme transferiert und der Strickprozess der Bandagen als Komplettartikel eingeleitet. Auftragsmanagement und Automatisierung ist abhängig vom Produkt sowohl auf Rundstrickmaschinen mit Lösungen der Firma Merz oder auf Flachstrickmaschinen der Firma Stoll möglich.

Dieser Prozess ist weitestgehend durchgehend digital möglich – von der Aufnahme der Patientendaten bis zur Strickmaschine. Aktuelle Forschungsvorhaben fokussieren eine weitergehende Produkt-Individualisierung und Daten-Standardisierung in diesen Ansätzen. In dem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Projekt Smart-Scar-Care arbeiten die DITF zusammen mit Industriepartnern an einem Konzept zum durchgängigen Engineering, beginnend beim 3D-Scan des Körperteils eines Patienten bis hin zum automatisierten Stricken des Kompressionstextils. Ziel ist es, Schwerstverbrunnungsopfern eine schnelle, spezifische und komfortable Lösung für die Kompressionstherapie in der Narbenbehandlung zu bieten.

Die digitalisierte und vollautomatisierte Produktion in der Strickerei der Zukunft ist aktuell noch eine große technische Herausforderung. Leuchtturmprojekte in diesem Bereich sind bspw. Konzepte und Realsierungen von Adidas für die individualisierte Fertigung von Produkten. Übergeordnetes Ziel ist es, neue und funktionale Sportartikel schneller und direkt nach Kundenwunsch zu produzieren – direkt in Verkaufsstätten (STOREFACTORY) oder in regionalen Produktionszentren (Speedfactory). In der Speedfactory werden Sportschuhe individualisiert nach Kundenwunsch gefertigt. Es werden sowohl der Design- und Individualisierungsprozess als auch die eigentliche Herstellung der Sportartikel in einem automatisierten und hochflexiblen Produktionsprozess kombiniert. Die Automatisierung und die hohe Flexibilität bewirken, dass künftig direkt vor Ort und in unmittelbarer Nähe zu den Konsumenten in den jeweiligen Absatzmärkten gefertigt werden kann. Um solche Konzepte zu realisieren wird neben dem

¹⁰ Memminger-IRO GmbH: "Advanced Knitting Technologies – Networker Monitoring System"; Produktbeschreibung, Dornstetten, pdf-Datei, 2015

Beherrschen des Strickprozesses selbst – häufig ein Engpassfaktor – ein erheblicher Aufwand in der Vorentwicklung für das angebotene individualisierte Produkt benötigt.



Abbildung 10: Adidas Sneaker¹¹

Die erste STOREFACTORY von Adidas öffnete in Berlin vom 5. Dezember 2016 bis zum 11. März 2017 als Pop-up-Store, die erste Speedfactory wurde im fränkischen Ansbach aufgebaut. Modernste Maschinen arbeiten in der Halle auf dem Gelände des fränkischen Industrieunternehmens Oechsler zusammen, um Sportschuhe zu fertigen. Eine moderne 3D-Flachstrickmaschine stellt den Oberstoff für die Sportschuhe her. Ein Lasercutter schneidet die gestrickten Stoffe dann passgenau zu. Ein Teil der Sohlen wird direkt aus geschmolzenem Kunststoff gespritzt und zusammengesetzt. Teile der Sohle werden bereits mittels 3D-Druck hergestellt (Abbildung 10). Künftig soll die komplette Sohle durch den 3D-Druck entstehen.

Mit diesen Ansätzen soll die Personalisierung der Produkte rationeller erfolgen. Wochen- oder gar monatelange Lieferzeiten für Einzelanfertigungen sowie die Lagerhaltung von Komponenten entfallen¹².

Diese Pilotprojekte bilden die Grundlage zur Analyse der Ansätze für eine mögliche Skalierung der Konzepte und eine Erweiterung des Geschäftsmodells von Adidas.

Ähnliche Ansätze der individualisierten Fertigung und der neuen Geschäftsmodelle sind auch für andere Produkte denkbar.

4. Expertenbefragung Strick 4.0 Baden Württemberg

Um den aktuellen Entwicklungsstand des Clusters, die vorherrschenden Chancen und Risiken und mögliche Barrieren einzuschätzen und zentrale Handlungsfelder für die erfolgreiche Transformation von bestehenden Industriestrukturen hin zu integrierten Industrie 4.0 Konzepten zu identifizieren, wurde eine qualitative Erhebung im Strickcluster durchgeführt. Basis ist ein teilstrukturiertes Interview mit Interviewleitfaden. Beim Erarbeiten des Leitfadens wurden zunächst grundsätzliche Festlegungen hinsichtlich Methodik, Art der Fragen und Auswertungsmöglichkeiten getroffen. Die offene Formulierung der Fragen ermöglichte es, die Partner ausgiebig zu Wort kommen zu lassen und weitere Aspekte sowie inhaltliche Dimensionen des Forschungsfeldes aufzunehmen. Dadurch, dass die Geschäftsführung selbst oder leitende Angestellte für die Interviews zur Verfügung standen und die Interviews von den gleichen Personen ohne zeitliche Restriktionen durchgeführt wurden, wird von einer guten Vergleichbarkeit der Antworten und einer hohen Übereinstimmung der Einschätzungsergebnisse (Interraterreliabilität) ausgegangen. Die Ergebnisse sowie Inhalte wurden protokollarisch festgehalten und zeitnah durch die Interviewer gelesen. Die Interviews wurden meist durch die Unternehmensführungen ergänzt, um Aspekte aus den Interviews noch zu vertiefen.

Schwerpunkte der Befragung waren Themen, die im Deskresearch und durch die Expertise der DITF fixiert wurden.

11 <http://footwearnews.com/2015/focus/athletic-outdoor/addidas-shoes-speedfactory-germany-manz-technology-163918/>; Zugriff 25.04.2017

12 <https://www.welt.de/wirtschaft/article155658067/Die-Speedfactory-ist-fuer-Adidas-eine-Revolution.html>; Zugriff 25.04.2017

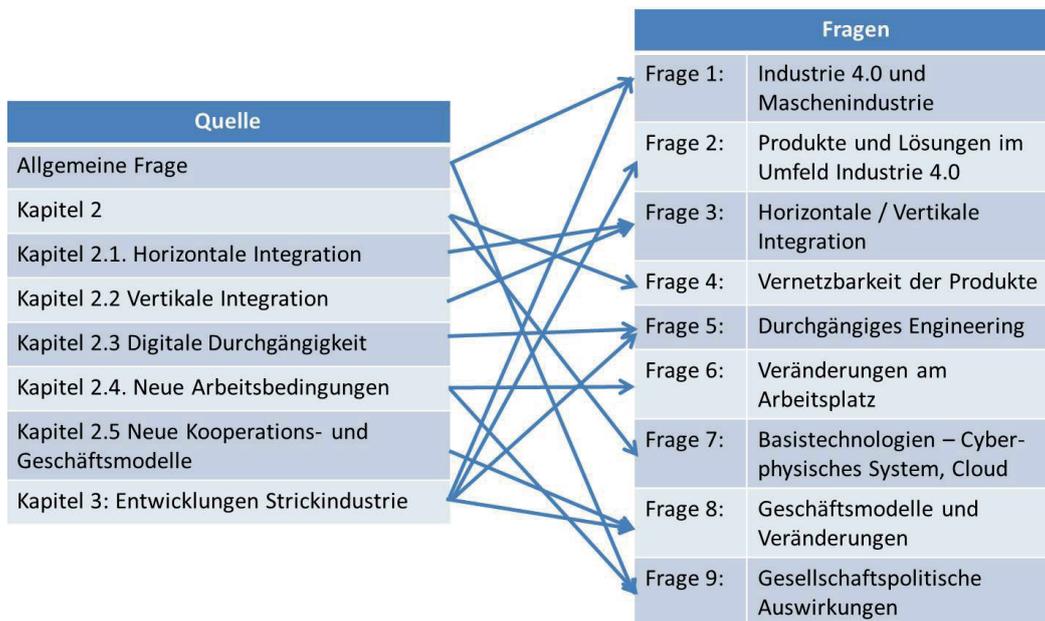


Abbildung 11: Quelle der Fragen des Interviewleitfadens

Im Folgenden werden die Fragebereiche von 1 bis 9 in kurzer Form vorgestellt.

1. Die Einstiegsfrage "Was verstehen Sie unter Industrie 4.0 mit spezifischem Fokus auf die Maschenindustrie? Wie wird sich die Branche verändern?" wurde mit dem Ziel gewählt, die branchenspezifische Ausprägung von Industrie 4.0 in der Maschenindustrie zu erfassen.
2. Die Frage "Welche Produkte und zukünftigen Lösungen werden von Ihnen im Zusammenhang mit Industrie 4.0 angeboten?" zielt auf die Produktpalette und Konzepte der befragten Komponentenhersteller und Maschinenbauer ab.
3. Der Bereich Horizontale / Vertikale Integration
"Welche Informationen werden in der Produktion bereits genutzt oder zur Verfügung gestellt?" befasst sich mit dem Grad der Vernetzung innerhalb des Unternehmens bzw. des Unternehmens als Teil einer Wertschöpfungskette.
4. Die Frage "Sind die Produkte in der Lage, sich zu vernetzen?" baut auf der dritten Frage auf und erweitert diese um den Vernetzungsaspekt, die Selbstorganisation und die Nachverfolgbarkeit von Produkten in der Produktion.
5. Der Bereich des durchgängigen Engineerings befasst sich mit einer weiteren wichtigen Säule der Industrie 4.0. Diese Frage zielt auf die aktuellen und zukünftigen Möglichkeiten, Produkte der Maschenindustrie durchgängig digital zu entwickeln.
6. Das Umfeld der Arbeitsplatzgestaltung befasst sich mit Veränderungen am Arbeitsplatz, im Zuge von Industrie 4.0. Die Frage soll aufzeigen, inwieweit die Unternehmen bereits mit einer Veränderung rechnen und wie sie diese im eigenen Unternehmen angehen wollen.
7. Im Fragebereich der Basistechnologien im Kontext Industrie 4.0 (CPS) soll geklärt werden, inwieweit sich die Unternehmen bereits mit diesen Technologien auseinander gesetzt haben und in welcher Form sie bereits eingesetzt werden.
8. Die Frage "Welche Geschäftsmodelle sehen Sie im Zusammenhang mit Industrie 4.0 in der Maschenindustrie?" bezieht sich auf neu entstehende Geschäftsmodelle und eine sich verändernde Geschäftswelt.
9. Die Frage nach der gesellschaftspolitischen Dimension von Industrie 4.0 für die Arbeitsplätze in der Maschenindustrie beleuchtet die Aspekte Sicherheit, Veränderung bzw. Transformation der Arbeitsplätze in diesem Industriezweig.

Die Fragen des Interviewleitfadens wurden für die unterschiedlichen Akteure (Strickereien, Strickmaschinenhersteller, Komponentenhersteller, IT-Unternehmen, Forschungspartner) entsprechend angepasst.

4.1 Durchführung und Ergebnis der Befragung

Die mit Hilfe des Leitfadens interviewten Partner sind in folgender Tabelle aufgeführt:

Partner	Schwerpunkt	Produkt(e)
Strickmaschinen		
Mayer & Cie. GmbH	Maschinenbau	Rundstrick- und Großrundstrickmaschinen, Spinit-Maschinen
Merz Maschinenfabrik GmbH	Maschinenbau	Einzylinder-Rundstrickmaschinen, Seamless-Maschinen
Stoll GmbH & Co. KG	Maschinenbau	Flachstrickmaschinen
Komponenten/IT		
Groz-Beckert KG	Strickereizubehör, Fügetechnologien	Maschinennadeln, Präzisionsteile und Feinwerkzeuge sowie Systeme und Dienstleistungen für die Herstellung und Fügung textiler Flächen
Memminger-IRO GmbH	Zusatzkomponenten für Flach-/ Rundstrick- und Seamlessmaschinen, Strumpf-/Sockenautomaten und Kettenwirkmaschinen	Fadenführung, Kontrollsysteme und Schmiersysteme
Sick AG	Steuerungs- und Regelungstechnik	Sensoren, Aktoren
Human Solutions GmbH	IT	Körperscanner, Software für die Bekleidungsindustrie
Strickereien		
Marc Cain GmbH	Mode	Hochwertige Designer-Bekleidung, Schuhe und Accessoires
Mattes & Ammann GmbH & Co. KG	Rundstrickerei	Rundgestrickte Meterware für technische Anwendungen
MEY GmbH & Co. KG	Tages- und Nachtwäsche	Hochwertige Nachtwäsche, Lingerie, Basic-Shirts, Herren- und Damenunterwäsche
Peter Müller GmbH	Auftragsstickerei	Hochwertige Bandagen, Kompressionsartikel und Lifestyle-Produkte
Strähle + Hess GmbH	Automotive-Textilien	Textile Sonderlösungen für Automobilanwendungen
Triumph AG	Tages- und Nachtwäsche	Hochwertige Designer-Wäsche, Lingerie, Herren- und Damenunterwäsche
Forschung		
DITF - DITF-MR	Textilforschung	Managementforschung Textil
DITF - ITV	Textilforschung	Bereich Maschenbildung / Strickerei
ITA - RWTH Aachen	Textilforschung	Textiltechnik
Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V.	Textilforschung	futureTEX

Zusammenfassend ist festzustellen, dass mit dem Thema Industrie 4.0 bei den interviewten Akteuren im Cluster Strick 4.0 unterschiedliche Assoziationen und Sichtweisen verbunden sind. Es fällt auf, dass die Antworten der Interviewpartner sich oft nicht eindeutig in einzelne Kategorien einordnen lassen, eine Aussage beschreibt dies treffend¹³:

„Digitalisierung, Industrie 3.0 oder Industrie 4.0, wo wir uns befinden, weiß ich nicht. Digitalisierung ist eine strategische Aufgabe in allen Bereichen unseres Unternehmens.“

Die Unterscheidung zwischen Digitalisierung und Industrie 4.0 oder horizontaler und vertikaler Integration treten in den Hintergrund. Um dennoch die Aussagen zu den Kernthemen von Industrie 4.0 zuzuordnen, wurden in einem ersten Schritt Inhalte der Interviews qualitativ geclustert und wichtige Kernaussagen herausgearbeitet.

Im Folgenden werden die Interviewergebnisse entsprechend folgenden Kernfeldern wiedergegeben:

- Allgemeine Aussagen zu Industrie 4.0 / Strick 4.0
- Horizontale Integration über Wertschöpfungsnetzwerke
- Vertikale Integration und vernetzte Produktionssysteme
- Digitale Durchgängigkeit
- Neue Arbeitsbedingungen und verändertes Arbeitsleben
- Neue Geschäftsmodelle

4.2 Allgemeine Aussagen zu Industrie 4.0 / Strick 4.0

„Industrie 4.0“ wird generell als erfolgsversprechender Ansatz gesehen, um sich auf dem globalen Markt behaupten zu können. Der Anspruch der Endverbraucher steigt, die Forderung nach hochwertigen Produkten und individualisierten Bekleidungsstücken sowie Accessoires wird immer größer. Dies erfordert strukturelle Änderungen, um eine effiziente Fertigung geringer Metragen und kleiner Losgrößen bis hin zur Einzelstückfertigung zu gewährleisten. Industrie 4.0 ist momentan in der Strickindustrie ein Thema, das aber von vielen Unternehmen als noch nicht greifbar und nicht akut betrachtet wird. Generelle Entwicklungen bei Herstellern von Maschinen und Komponenten zeigen jedoch, dass die weitere Digitalisierung bei Strickmaschinen- und Komponentenherstellern und die Integration in die Automatisierungspyramide strategische Entwicklungsaufgaben sind.

Für die Strickereien selbst ist es notwendig, das Thema Industrie 4.0 offener und vor allem für die Kunden klar verständlich an realen strickspezifischen Beispielen zu kommunizieren und einen profitablen Kundennutzen zu demonstrieren. Diese These stützt sich vor allem auf die Erkenntnis, dass bei vielen Strickern die Angst mitschwingt, Erträge des Unternehmens an ein unzureichend nachvollziehbares Entwicklungsthema wie Industrie 4.0 zu verlieren.

Umsetzungen sind lohnenswert in hochmodischen oder technisch anspruchsvollen Segmenten, z.B. in der Flachstrickerei. Dort sind Investitionen in Digitalisierung auf der Prozessebene, bedingt durch unterschiedliche Qualitätsanforderungen, teilweise Voraussetzung, um überhaupt das geforderte Qualitätsniveau zu erreichen. Dies wird bei Standardartikeln kritisch gesehen.

„Industrie 4.0 ist für Standardartikel zu unwirtschaftlich!“

Großrundstrickmaschinen um Standardartikel zu produzieren eignen sich weniger für umfassende Digitalisierungen. Sie benötigen aufgrund der hohen Zahl an Stricksystemen eine entsprechend große Menge an Sensoren und Aktoren. Dies treibt neben den Kosten auch die Systemkomplexität in die Höhe.

Bereits in der Vergangenheit gab es im Strickmaschinenbau Ansätze zur Digitalisierung und Automatisierung. Dabei entstanden Innovationen, die aus technischer Sicht richtungsweisend waren, sich aber letztendlich nicht durchgesetzt haben. Beispiele hierfür sind der Kulierroboter oder der automatische Anknoter. Der Kulierroboter kann an der Rundstrickmaschine automatisch die einzelnen, für die Musterung und Maschenbildung im Gestrick verantwortlichen Stricksysteme ansteuern und diese individuell für jede Maschenreihe einstellen. Ein automatischer Knoter, der während des Maschinenlaufs im Bereich zwischen Spulengatter und Fadenspannungsregelndem Fournisseur selbstständig gerissene Strickfäden wieder anknötet um Maschinenstillstände zu verhindern, ist ein weiteres Beispiel. Auch Sensorik ist ein immer wiederkehrendes Thema in der Rund- sowie Flachstrickerei.

¹³ Generell werden im Folgenden Statements einzelner Interviewpartner nicht der Person oder Firma zugeordnet, sondern anonymisiert dargestellt

Solche Neuerungen werden eingesetzt, wenn sie die Produktion neuer Produkte ermöglichen oder ein wirtschaftlicher Vorteil darstellbar ist. Auch eine Umrüstung älterer Maschinen auf einen integrierbaren Stand der Technik macht aus Sicht der befragten Unternehmen nur wenig Sinn. Ansätze zur Integration solcher Maschinen sind durch bestehende Lösungen möglich, eine weitergehende Integration ist durch eine nicht vorhandene Infrastruktur und kaum vorhandene Aktorik und Sensorik nur schwer umsetzbar. Die Option, Nachrüstätze anzubieten, ist vor allem durch die Varianz der unterschiedlichen Systeme im weltweiten Markt kein erfolgsversprechendes Geschäftsmodell. Versuche, die in diese Richtung gestartet wurden, mussten wieder eingestellt werden.

Von Seiten der Forschungsinstitute wurde betont, dass der textile Maschinenbau bereits seit einiger Zeit an Lösungen arbeitet, die den Industrie 4.0-spezifischen Anforderungen gerecht werden. Neben den bereits in Kapitel 3 angesprochenen Neuerungen stellen moderne, nutzerfreundliche Steuerungen der Textilmaschinen, sowie der Einsatz von Sensorik große Potentiale dar.

Immer wieder wurde auch die sogenannte Zuliefererproblematik angesprochen. So sind beispielsweise bei Garnlieferanten aus dem Ausland die geforderten Qualitätsmerkmale in vielen Fällen stark schwankend. Dies zwingt Strickereien dazu, von vornherein mit geringeren Geschwindigkeiten zu produzieren. Hier sind technische Lösungen erwünscht, die die Maschineneinstellungen aktiv regeln.

Auch eine teilweise Rückverlagerung der Produktion nach Europa aufgrund von Effizienzsteigerung durch Industrie 4.0 oder aufgrund individualisierter, marktnaher Produktion ist aus Sicht der befragten Unternehmen denkbar.

Die zunehmende Digitalisierung und Automatisierung technischer Verfahren birgt aber auch Risiken. Einige der Befragten haben momentan Bedenken bei cloudbasierten Lösungen. Besonders kleine und mittlere Unternehmen, wie sie im Bereich der Strickindustrie häufig existieren, sind im Allgemeinen durch mögliche Hackerangriffe oder Betriebsspionage verunsichert. Zudem wird die mit integrierten Lösungen verbundene Komplexität der Computertechnologie teilweise kritisch gesehen. Ein befragter Unternehmer beschreibt diese Problematik mit folgender Aussage:

„Die Komplexität der digitalisierten Organisation und der Technik ist schwer zu beherrschen und erschlägt den Menschen finanziell und mental“.

Die Einsparung von Ressourcen bildet ein weiteres genanntes Kernziel für die Maschenindustrie. Stillstandzeiten und der Energieverbrauch sollen weiter reduziert werden. Wichtig ist den Interviewten die systemgestützte Vorhersage über das Verschleißverhalten der Strickmaschinenelemente wie Nadelfontouren oder Stricksysteme. Hiermit verbunden können Kosten für Verbrauchsmaterialien minimiert und Fehler in der Ware vermieden werden. Einige der Befragten sehen in den Feldern der vorbeugenden Instandhaltung und des Qualitätsmanagements deutliches Entwicklungspotential.

4.3 Horizontale Integration über Wertschöpfungsnetzwerke

Alle befragten Firmen sehen Potential durch die Integration aller Partner und Organisationseinheiten, die in einem Wertschöpfungsnetzwerk miteinander interagieren. Eine echtzeitfähige Kommunikation, wie sie im Kontext Industrie 4.0 postuliert wird, erscheint den meisten der Interviewten jedoch sehr ambitioniert.

Generell spielt bei der Vernetzung die bereits erwähnte allgemeine Unsicherheit und die Skepsis bezüglich Internettechnologien und speziell bei Cloud-Technologien eine große Rolle. Dennoch stehen zentralisierte Services und die Integration über die eigenen Unternehmensgrenzen hinweg im Fokus der Unternehmensstrategien befragter Unternehmen.

Problematisch ist heute jedoch immer noch, dass die digitale Kommunikation zwischen den kooperierenden Unternehmen im Netzwerk Strickerei nicht standardisiert erfolgt oder teilweise nicht vorhanden ist. Auch der Austausch von Qualitätsdaten der Produkte findet nicht kontinuierlich statt. Hierbei spielen unterschiedliche Faktoren eine Rolle. Bei großen Chemielieferanten beispielsweise für elastische Garne sind Toleranzbereiche in den technischen Briefen beschrieben. Daten, ob diese Werte im oberen oder unteren Toleranzbereich liegen, werden chargenbezogen nicht zur Verfügung gestellt. Dies führt bei kritischen Materialien dazu, dass eine Eingangsprüfung notwendig wird. Auch die Tatsache, dass Fehler gerne genutzt werden, um Reklamationen verbunden mit Gutschriften anzustreben, spielt eine Rolle. Hier ist eine Vernetzung nur möglich, wenn die notwendige Vertrauensbasis vorhanden ist.

Bei der Integration von Zulieferern in Wertschöpfungsnetzwerken werden in der Regel regional verteilte Standorte präferiert, da hierin eine erhöhte Flexibilität und Reaktionsfähigkeit speziell im modischen Bereich gesehen wird. Auch die direkte Kommunikation ohne sprachliche Barrieren wird als Vorteil gesehen, beispielsweise bei der Diskussion über mögliche Toleranzen bei Abmusterungsprozessen. Speziell die Abmusterung für unterschiedliche Materialien ist eine tägliche Herausforderung und wird durch digitalisierte Prozesse nur unzureichend unterstützt.

Bei der Identifikation von Produkten sind Barcode-Lösungen bei den befragten Unternehmen Stand der Technik. Die Radio Frequency Identification Device (RFID)-Technologie zur echtzeitfähigen Kommunikation wird seit langem im Prozess zwischen der letzten Stufe der Fertigung eines Bekleidungsstückes und dem Handel eingesetzt, hat sich aber nicht über die gesamte Fertigung durchgesetzt. Dies beschreibt auch den aktuell möglichen Stand des Einsatzes bei den befragten Unternehmen. Weiterführende Lösungen gibt es nicht, da die Barcode-Lösung aktuell als gute Lösung gesehen wird.

„Gerade im Bereich der Textil-Serviceunternehmen und der allgemeinen Logistik lassen sich große Potentiale für den Einsatz der RFID-Technologie erkennen.“

Dieses Zitat eines auf Textiltechnik spezialisierten Forschungsinstituts zeigt, dass es Anwendungsfelder gibt, in welchen die RFID-Technologie erfolgsversprechend eingesetzt werden kann.

4.4 Vertikale Integration und vernetzte Produktionssysteme

Vernetzte Produktionssysteme werden als Handlungsfeld für die Zukunft gesehen. Lösungen wurden als Insellösungen entwickelt, die aber laut einem großen Textilmaschinenbauer ein guter Anfang für weitere Entwicklungen sind. Aktuelle Entwicklungen in den befragten Unternehmen zielen auf Möglichkeiten der Integration von Komponenten anderer Hersteller.

Die in Kapitel 3. genannten Beispiele aus der Industrie zeigen, dass es heute schon möglich ist, Rund- und Flachstrickmaschinen und die dazugehörigen Leitsysteme so zu integrieren, dass diese in der Lage sind, selbstständig mit den ERP-Systemen Daten auszutauschen. Das Leitsystem versorgt im Beispiel der individualisierten Kompressionstherapie die Strickmaschinen nach Beendigung eines Auftrags automatisch und in chronologischer Reihenfolge mit weiteren offenen Aufträgen. Voraussetzung ist, dass die Aufträge mit den geforderten Materialparametern und bestückten Materialien kombinier- bzw. strickbar sind. Generell wurden diese Konzepte auf Projektebene realisiert, da standardisierte Schnittstellen fehlen.

Betrachtet man die Vernetzung innerhalb der Produktion, beschreibt folgendes Statement die Situation aus Sicht eines großen Strickmaschinenbauers.

„Industrie 4.0 ist nicht die grundlegende Veränderung der Strickmaschinen, sondern vielmehr eine intelligente Ansteuerung dieser und deren Kommunikation untereinander.“

4.5 Digitale Durchgängigkeit

Als ein Beispiel für die digitale Durchgängigkeit in Strickereien wurden individualisierte Produkte für die Kompressionstherapie von mehreren Interviewpartnern dargestellt. Hier werden basierend auf patientenbezogenen Daten individualisierte, medizinische Kompressionstextilien in Losgröße 1 produziert. Ohne grundlegende Entwicklungen der befragten Firmen aus dem Maschinenbau, der Komponentenhersteller zur Regelung prozessspezifischer Parameter, der Steuerungssysteme zur automatisierten Auftragseinplanung sowie die Vernetzung dieser Systeme in den Strickereiunternehmen, wäre eine solche Produktion nicht umsetzbar. Auch Entwicklungen um Patientendaten zwischen Sanitätshäusern und Herstellern direkt online anonymisiert auszutauschen und Bestellvorgänge zu automatisieren sind bereits auf Projektebene realisiert. Mehrfach wurde die gute Zusammenarbeit der Firmen aus dem Cluster Strick, die solche Lösungen bereits ermöglichen, hervorgehoben.

Ein weiterer Punkt der angesprochen wurde ist die Intralogistik innerhalb von Strickbetrieben, mit der die Selbstorganisation logistischer Prozesse innerhalb des Unternehmens steht oder fällt. Hier sehen die Befragten den höchsten Automatisierungsgrad im Fertigteillager, weitere Automatisierungen sind momentan nicht existent bzw. werden direkt durch Prozessintegration realisiert. Ein wichtiger Punkt in den Diskussionen war, dass die Gebäude der Unternehmen in den siebziger oder achtziger Jahren gebaut wurden. Eine weitergehende Automatisierung durch intralogistische Ansätze ist in diesen Gebäudestrukturen schwierig zu realisieren. Viele der Befragten äußerten zudem Bedenken hinsichtlich einer fehlenden Wirtschaftlichkeit. Die Intralogistik selbst steht bei den befragten Unternehmen trotzdem immer wieder im Fokus strategischer Überlegungen.

4.6 Neue Arbeitsbedingungen und verändertes Arbeitsleben

Über die Funktion des Menschen im Zeitalter von Industrie 4.0 in der Strickerei sind die Meinungen der Befragten geteilt. Die Befragten vermuten Auswirkungen auf die Umgebungsbedingungen, Arbeitsinhalte, Arbeitsaufgaben und Arbeitsprozesse. Ebenso werden Veränderungen bei den Anforderungen an die räumliche, zeitliche sowie fachliche Flexibilität der Beschäftigten erwartet. Die Mehrheit ist der Überzeugung, dass die Angst vor dem Verlust von Arbeitsplätzen durch Rationalisierung unbegründet ist:

„Es wird auch künftig keine menschenleeren Produktionshallen geben, die Mitarbeiter übernehmen lediglich andere Aufgaben.“

Dieses Zitat eines Befragten spiegelt sich im Allgemeinen in den Aussagen anderer Interviewpartner wieder. Händische Eingriffe in der Strickerei werden zeitnah nicht eliminiert werden. Beispiele sind das Anknöten neuer Spulen an leerlaufende Spulen oder das Vernähen herausragender Fadenenden beim 3D-Stricken. Auch werden komplexe Systeme aus Sicht der Befragten auch im Zuge fortschreitender Digitalisierung an ihre Grenzen stoßen. Letztendlich wird durch Digitalisierung mittelfristig die Wirtschaftlichkeit gestärkt. Dies kann zu einer Rückverlagerung der Produktion und von Arbeitsplätzen aus Asien führen.

Aus Sicht der Befragten werden sich Arbeitsinhalte und Arbeitsaufgaben der Angestellten hinsichtlich Können und Fähigkeiten vor allem im Bereich der Komplexitäts-, Abstraktions- und Problemlösungsanforderungen verändern. Daraus ergibt sich ein zunehmender Bedarf an entsprechend höher qualifizierten Mitarbeitern. Diese müssen fähig sein, neue Systeme in der Strickerei einzurichten, zu steuern und zu warten. Eine weitere wichtige Aussage lautet exemplarisch:

„Für Entwicklungen von der Idee bis zum fertigen Produkt in der Strickindustrie ist das Verstehen der Maschentechnologie Grundvoraussetzung – wir finden hier keine qualifizierten Strickspezialisten“

Dies führt bei Strickereien, vor allem auch beim Einsatz der 3D-Stricktechnologie in neuen Anwendungsfeldern zu einem erheblichen Engpass an qualifizierten Mitarbeitern.

Auch ist man sich einig, dass neue Entwicklungen in der Stricktechnologie und der Mensch-Maschine-Kommunikation der Zukunft stetige Schulungen und Fortbildungen der Beschäftigten bedingen.

Als Folgerung der dargestellten Sachverhalte schildern die interviewten Partner, dass der Fachkräftemangel kurzfristig nicht behoben werden kann, sondern versucht wird, Personal anzulernen.

Neben diesem Kompetenzverlust kommen neue Anforderungen durch eine weitere Digitalisierung und die fortschreitende Automatisierung auf die Mitarbeiter und Firmen zu.

Die Ausbildung von Fachkräften mit Strickerei-Know-How wird immer wieder von den Befragten als stark rückläufig beschrieben. Dies hat besonders gravierende Auswirkungen, da Entwicklungen stricktechnischer Produkte mit herausragenden technischen Eigenschaften, vor allem im Bereich der Weiterverarbeitung zu Faser-Kunststoff-Verbunden oder individualisierten Medizin- oder Sportprodukten das Potential haben, neue Märkte zu erschließen.

Konzepte zur Qualifizierung gibt es in der Praxis dadurch, dass Maschinenbauer und Strickmaschinen-Komponentenhersteller qualifizierte Schulungsangebote entwickeln und anbieten. Auch versucht jede Firma für sich Strategien zu entwickeln, um qualifizierte Mitarbeiter auszubilden.

4.7 Neue Geschäftsmodelle

Neuen Services und neuen Geschäftsmodellen wird zwar eine große Bedeutung beigemessen, dies wurde in den Interviews immer wieder betont, es werden aber eher evolutionäre Veränderungen gesehen. Individualisierung und kleine Losgrößen sind Herausforderungen, wobei neben den existierenden Lösungen das Marktpotential momentan noch eingeschränkt gesehen wird. Änderungen kann es geben, wenn sich die momentan vorhandenen Leuchtturmprojekte mit den dazugehörigen Geschäftsmodellen erfolgreich am Markt behaupten und so ein Trend geschaffen wird. Hier spielen die STOREFACTORY und die Speedfactory von Adidas eine wichtige Rolle. Hier muss sich zeigen, inwieweit diese sich analog den Geschäftsmodellen für individualisierte Medizinprodukte am Markt durchsetzen. Erfolgreich werden diese Modelle aus Sicht der Befragten nur sein, wenn der Kunde einen spezifischen Nutzen durch diese Ansätze wahrnimmt und letztendlich Produkte aus diesen Lösungen kauft – also sein Verhalten verändert.

Auf mittlere Sicht sind solche Modelle eng mit den Themen Smart Data und der kundenspezifischen bzw. individualisierten Fertigung verknüpft. Vor allem die Maschinenbauer entwickeln hierfür neue Servicemodelle, die über den bloßen Komponentenservice hinausgehen. Predictive Maintenance, Predictive Quality und Betreibermodelle, sowie die steigende Vernetzung und neue Serviceangebote werden aus ihrer Sicht an Bedeutung gewinnen. Entsprechende Geschäftsmodelle sind am Entstehen.

5. Unternehmen Strickerei-Cluster – Testimonials

5.1 Bereich Strickmaschinen

Mayer & Cie. GmbH, Albstadt



»Grundsätzlich geht es darum, Maschinen mit noch mehr Leistung und noch mehr Effizienz anzubieten. Geschwindigkeiten, Ausfallzeiten und Ausschuss heißen unsere wichtigsten Stellschrauben, an denen wir kontinuierlich drehen.«

Benjamin Mayer, Geschäftsführer

Geschäftsführer Benjamin Mayer möchte mit dieser Aussage auf die Wichtigkeit einer Null-Fehler-Produktion hinweisen. Entscheidend hierbei sind nicht nur High-Tech-Maschinen, sondern auch das Verständnis aller Mitarbeiter diese dahingehend kontinuierlich weiter zu entwickeln.

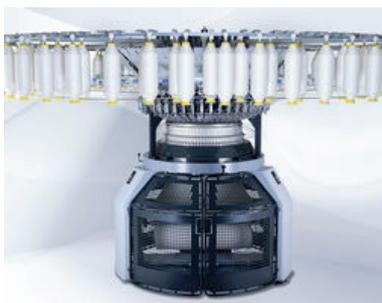
Mayer & Cie. ist weltweit Marktführer im Bereich Rundstrickmaschinen. Diese hervorragende Position begründet sich vor allem im hohen technischen Anspruch unserer Produkte, welche weltweit den Maßstab für Produktivität, Zuverlässigkeit und Qualität setzen. Das Unternehmen wurde 1905 gegründet. 1939 gingen die ersten Rundstrickmaschinen in Serie. Die Jahresproduktion lag 2016 bei ca. 1.500 Maschinen aus 3 verschiedenen Standorten. Mayer & Cie. unterhält neben dem Stammsitz in Albstadt weitere Produktionsstandorte in Tschechien und China. Im Jahr 2016 waren ca. 500 Mitarbeiter bei Mayer & Cie. beschäftigt.

Investition in Innovation

Rund sieben Prozent aller Mitarbeiter von Mayer & Cie. sind in Entwicklung und Konstruktion beschäftigt. Verkäufer und Vertretungen weltweit sind nicht nur unterwegs, um Maschinen zu verkaufen, sondern auch um zu verstehen, was den Kunden auch zukünftig einen Wettbewerbsvorteil verschaffen könnte. Innovative und kreative Ansätze sollen Rundstrickmaschinen stetig intelligenter und flexibler machen. Im Fokus steht der vernetzte Stricksaal mit kommunizierenden Maschinen, die ressourceneffizient und wirtschaftlich produzieren.

Energie

Politik und Unternehmen haben den Wirtschaftsfaktor Energie in den letzten Jahren zu einem fundamentalen Thema erhoben. Mayer & Cie. hat sich daher das Ziel gesetzt, seinen Beitrag zur Energiewende zu leisten und kontinuierlich seine energiebezogenen Leistungen zu senken. Auch Nachhaltigkeit und Einsparung von Energie ist Industrie 4.0.



Merz Maschinenfabrik GmbH, Hechingen



MERZ



»Industrie 4.0 in verschiedenen Formen wird die Zukunft des Strickmaschinenbaues in Deutschland bestimmen. Die Optimierung der Produktionsprozesse durch intelligente Vernetzung ist die Herausforderungen der nächsten Jahre. Eine der größten Herausforderung wird das Zusammenführen der erfassten Daten sein, um daraus wertvolle Information zur Optimierung der Prozesse zu erhalten.«

Hans-Ulrich Keck, Geschäftsführer

Hans-Ulrich Keck, Geschäftsführer der Merz Maschinenfabrik GmbH signalisiert mit dieser Aussage deutlich, dass auch der Bereich des Strickmaschinenbaus künftig mit den Thema Industrie 4.0 konfrontiert sein wird. Eine intelligente Prozessvernetzung mit der Generierung wertvoller Daten wird auf kurz oder lang die Prozesse verbessern.

Die Firma Merz Maschinenfabrik GmbH ist heute einer der weltweit führenden Maschinenbauer im Segment mit Spezialisierung auf Rundstrickmaschinen zur Herstellung medizinischer Strümpfe. Gegründet wurde Merz im Jahr 1900 in Hechingen als mechanische Werkstatt. Nach 1945 wurden Doppelzylinder Rundstickmaschinen gebaut, ab 1955 Rundstrickautomaten für hochwertige Feinstrümpfe. Die Spezialisierung auf Rundstrickmaschinen zur Herstellung medizinischer Strümpfe erfolgte in 1970.

Was heute unter dem Begriff Industrie 4.0 zusammengefasst wird, wird bei der Merz Maschinenfabrik seit vielen Jahren in enger Zusammenarbeit mit unseren Kunden praktiziert. Wir haben bereits vor mehr als 20 Jahren eine Vernetzung der Strickmaschinen zum Zwecke der Einzelfertigung von Kompressionsstrümpfen mit unseren Kunden realisiert.

Die wichtigsten Anforderungen der nächsten Zeit, werden die Bereiche Bereitstellung der Prozessdaten der Strickmaschinen und die Weiterverarbeitung in allen Prozessstufen der Produktion, sowie die Integration der Strickmaschinen in die Prozessplanung und Prozesssteuerung sein.

CC4II

Vollelektronische 4-systemige Rundstrickmaschine zur Herstellung von Kompressionsgestriicken

CC4II-8

Vollelektronische 4-systemige Rundstrickmaschine zur Herstellung von Kompressionsgestriicken mit elektronische Einzelnadelauswahl, 3 - Wege Technik

Automatisierungssoftware

Eine Software zur einfachen Programmerstellung, digitalen Auftragssteuerung und Organisation sowie zur Prozessdatenerfassung



Stoll GmbH & Co. KG, Reutlingen



»Strickmaschinen können sich die benötigten Auftragsdaten automatisch holen und sich selbstständig auf die Auftragsparameter einstellen – unser Weg zu einer selbstorganisierten Fertigung.«

Frank Simon, Leiter Entwicklung Maschinensoftware und Steuerung (EMS)

Für die Strickerei der Zukunft sind die Digitalisierung und die Integration der Strickmaschinen zu Komponenten und in automatisierte Prozesse wichtige Triebkräfte unserer Entwicklung. Durch Kooperationen und Entwicklungspartnerschaften gelangen uns Innovationen um den Anforderungen in einer zunehmend vernetzten Welt gerecht zu werden.

1873 wurde das Unternehmen Stoll gegründet und entwickelte sich über die Jahre hinweg zu einem Erfolgsunternehmen, das auf zahlreiche Errungenschaften zurückblicken kann. Zu den Erfolgsmeilensteinen des Unternehmens im Bereich der Stricktechnologie zählt die erste computergesteuerte Strickmaschine (CMS). Diese Maschine ist Basis unserer Digitalisierungsinitiative und von vielen innovativen Produkten unserer Partner.

Die Herausforderungen vor der heutigen Stricker stehen sind vielfältig, zum einen reduzieren sich die Zyklen neuer Kollektionen laufend, zum anderen müssen Totzeiten, wie die der Auftragsprogrammierung oder dem Neueinstellen der Maschinen reduziert werden. Eine Antwort für unsere Kunden ist unser Product Planning System (PPS).

Dieses Softwaretool bietet eine tiefgreifende Vernetzung des gesamten Maschinenparks. Es können alle Produktions-, Maschinen- und Prozessdaten in einem zentralen Leitstand zusammengeführt und jede Maschine einzeln angesteuert, überwacht und neu eingestellt werden.



5.2 Bereich Komponenten

Groz-Beckert KG, Albstadt

GROZ-BECKERT®



» Mit der Smart INH-Lösung steigen Qualität, Effizienz und Produktivität. Die Supply Chain wird verschlankt und automatisiert.«

Reiner Schmidt, Leiter Projekt INH

Mit dieser Aussage unterstreicht Reiner Schmidt, Leiter des Projekt INH bei Groz-Beckert, den Nutzen des patentierten Prozesses hinsichtlich Industrie 4.0-tauglicher „Predictive Maintenance“.

Groz-Beckert ist weltweit führender Anbieter von industriellen Maschinennadeln, Präzisionsteilen, Feinwerkzeugen sowie von Systemen und Dienstleistungen für die Herstellung und Fügung textiler Flächen. Das Unternehmen deckt mit rund 70.000 Produkttypen die gängigsten Textilfertigungs- und Fügeverfahren ab und bedient die Bereiche Stricken und Wirken, Weben, Filzen, Tuften, Kardieren und Nähen. Groz-Beckert begleitet seine Kunden und Partner darüber hinaus mit einer Rundumbetreuung innerhalb der textilen Wertschöpfungskette. Dazu gehört auch der Aufbau von Wissen und dessen Vermittlung und Weitergabe – über Generationen hinweg.

Qualitätsmanagement INH (Ideal Needle Handling)

Bei der Konfektion von textilen Flächen besteht eines der größten Risiken darin, dass Nadeln brechen und so Nadelteile im Produkt verbleiben können. Aufgrund der Verletzungsgefahr wird in den Betrieben aufwändig nach den Bruchstücken gesucht. Daher arbeitete Groz-Beckert zusammen mit Kunden und Partnern an einem Verfahren, mit dem die gesamte Nadeldokumentation digitalisiert werden kann. Mit dem patentierten INH Prozess bietet Groz-Beckert seinen Kunden heute ein komplettes Industrie 4.0 Qualitätsmanagement an. Hierzu wurde die App INH@site und das dazugehörige Back-End-Programm INH@office entwickelt, sowie die notwendige Hardware konfiguriert. Eine der wesentlichen Funktionen der INH@site ist es, gebrochene oder beschädigte Nadeln zu fotografieren und die Bilder in einer externen Cloud zur Dokumentation abzuspeichern. Dadurch wird jegliche manuelle Dokumentation hinfällig.

Die Smart INH-Version von Groz-Beckert bietet zudem eine Schnittstelle zwischen Groz-Beckert und dem Kunden, die beispielsweise das automatische Auslösen von Bestellungen und die Verwaltung von Lagerbeständen ermöglicht.

Stichwort „Predictive Maintenance“: Durch gezielte Datenauswertung macht INH präzise Voraussagen in Bezug auf geplante Nadelwechsel möglich. Der rege Austausch zwischen Kunde und Groz-Beckert steht daher im Vordergrund.



Memminger-IRO GmbH, Dornstetten



»Durch weltweit enge Kundenkontakte, kennen wir die Anforderungen der Märkte und entwickeln unsere Produkte und Dienstleistungen zum Nutzen unserer Kunden kontinuierlich weiter.«

Bennet Weisbach, Leiter Kundenservice und Anwendungstechnik

Für Bennet Weisbach steht eine klare Kundenorientierung im Vordergrund. Vor allem bezüglich zukünftiger Technologien mit Fokus auf Industrie 4.0 wird Firma Memminger-IRO spezielle kundenorientierte Lösungen für eine effiziente und ressourcenschonende Produktion entwickeln und anbieten.

Die Firma Memminger-IRO ist Marktführer wenn es um Spitzentechnologien in der Verfahrenstechnik für Fadenzuführung, Kontrolltechnik und Schmiersysteme für Strickmaschinen geht – ganz gleich, ob Rundstrickmaschinen, Seamlessmaschinen, Strumpfautomaten, Sockenautomaten, Kettenwirkmaschinen oder Flachstrickmaschinen.

Als mittelständisches Unternehmen mit Stammsitz in Dornstetten beschäftigt die Firma Memminger-IRO rund 400 Mitarbeiter weltweit. Memminger-IRO kann mit mehr als 80 Landesvertretungen weltweit seine Kunden stets schnell mit neuesten und innovativen Technologien versorgen.

Das NETWORKER Monitoring System bietet dem Unternehmen ein umfangreiches System zur Überwachung der Produktion und der eingestellten Strickparameter. Dadurch werden bestimmte Vernetzungsaspekte der Industrie 4.0 bereits heute realisiert.

Den Kern des Systems stellt die zugehörige Software dar. Sie sammelt Daten der Strickmaschine, stellt diese in Echtzeit dem Nutzer zur Verfügung und speichert diese in einer Datenbank ab. Außerdem ermöglicht sie eine umfassende statistische Auswertung der gesammelten Daten. Weiter unterstützt die Software die Produktionssteuerung der Strickerei. Die Daten sind über einen Web Standardbrowser jederzeit mittels unterschiedlicher Devices weltweit einsehbar.

Weitere Informationen finden sie im Downloadbereich der Memminger-IRO-Homepage unter www.memminger-iro.de



SICK AG, Waldkirch



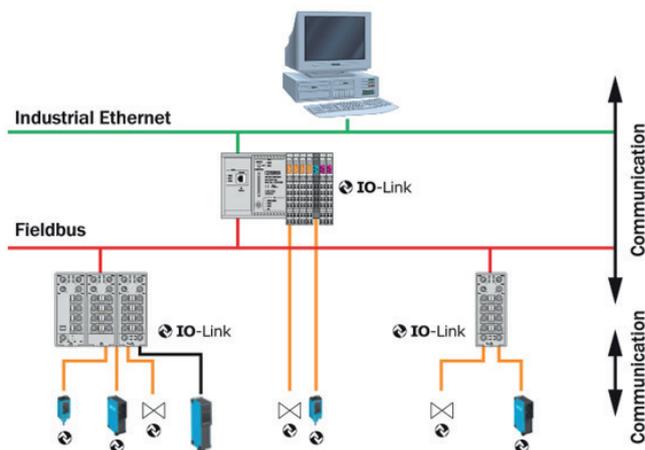
» Mit IO-Link an Bord werden nun alle Sensoren Industrie 4.0 fähig. Damit kann die gesamte Sensorintelligenz zur Optimierung von Produktionsprozessen genutzt werden.«

Frank Moritz, Technical Industry Manager

Mit diesem Statement positioniert sich Herr Frank Moritz von der Firma SICK AG und unterstreicht wie wichtig intelligente Sensorik und deren Integration in Leitsysteme im Kontext von Industrie 4.0 sind. Insbesondere Business Intelligence und Advanced Analytics Funktionen nehmen eine wichtige Rolle bei der Auswertung der anfallenden Datenmengen ein. Diese hieraus gewonnenen Erkenntnisse können für eine Steigerung des Unternehmenserfolgs, insbesondere durch die Ermöglichung von Descriptive sowie Prescriptive Analytics und Predictive Maintenance, genutzt werden.

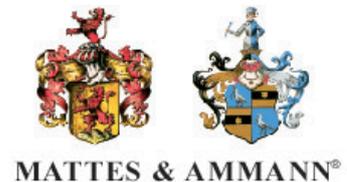
Die SICK AG mit Sitz in Waldkirch gehört zu den weltweit führenden Herstellern für Sensortechnik in der Fabrik-, Logistik- und Prozessautomation. Das 1946 gegründete Unternehmen ist mit über 50 Tochtergesellschaften und Beteiligungen sowie zahlreichen Vertretungen rund um den Globus präsent. Im Geschäftsjahr 2015 beschäftigte SICK mehr als 7.400 Mitarbeiter weltweit und erzielte einen Konzernumsatz von knapp 130 Mio. Euro.

Mit zunehmender Digitalisierung bis hinein in die kleinsten Sensoren werden deren Intelligenz und Daten zugänglich. Somit können z.B. Qualitätsdaten und statistische Werte zur Optimierung des eigentlichen Produktionsprozesses sowie der ganzen Wertschöpfungskette genutzt werden. SICK Sensoren liefern zunehmend applikationsspezifische Zusatzinformationen welche sich durch die konsequente Nutzung von IO-Link transparent und sich im Sinne Industrie 4.0 voll vernetzt nutzen lassen. SICK Sensoren werden somit Teil der global vernetzten digitalen Welt.



5.3 Bereich Strickereien

Mattes & Ammann GmbH & Co. KG, Meßstetten



»Ich als geschäftsführender Alleingesellschafter befürworte das Thema Digitalisierung 4.0, soweit umsetzbar und mit gesundem Menschenverstand einsetzbar.«

Christoph Larsen-Mattes, Geschäftsführer und Inhaber

Mit dieser Aussage weist Christoph Larsen-Mattes darauf hin, dass die Umsetzung von Industrie 4.0 im Unternehmen stets bedacht und vor allem mit wirtschaftlichen Zielen verbunden werden sollte. Jeder Unternehmer ist selbst mit bestem Wissen und Gewissen dafür verantwortlich, sein Unternehmen zu führen, vor allem aber auch im Sinne seiner Mitarbeiter. Jeder Unternehmer muss sich mit der Thematik Industrie 4.0 auseinandersetzen und den besten Ansatz in seinem individuellen Bereich finden.

Die Firma Mattes & Ammann GmbH & Co. KG ist Hersteller qualitativ hochwertiger rundgestrickter und gewirkter Maschenware für verschiedene technische Anwendungen. Das Verkaufsgut ist Stoff auf Rollen. Am Stammsitz in Meßstetten/Tieringen entwickelt und produziert Fa. Mattes & Ammann in verschiedenen Rundstrickereien, zwei Kettenwirkereien und der Rundwirkereien leistungstark, kundenspezifisch und nachhaltig seit 1951.

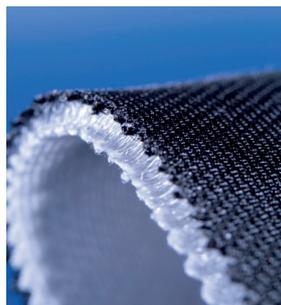
Digitalisierung 4.0

Ein für Mattes & Ammann neuer Name beschreibt das, was wir auch unter dem Begriff „kontinuierliche Verbesserungsprozesse“ einordnen könnten.

Seit vielen Jahren wird bei Mattes & Ammann jeder Arbeitsgang untersucht, letztlich um ihn zu eliminieren – um Kosten zu sparen. Die Durchdringung im Unternehmen hat eine signifikante Höhe erreicht – bei gleichzeitiger Unternehmenszielsetzung durch diese Maßnahmen keinen Mitarbeiter freistellen zu müssen, sondern mit demselben Stamm immer mehr herzustellen.

Die Arbeit mit der Automobilindustrie geprägt von nahezu 40 Jahren Zusammenarbeit hat hier ihren fördernden Anteil, um nicht zu sagen „fordernden Anteil“.

Bei Mattes & Ammann wird es in diesem Thema zielgerichtet und perspektivisch weiter vorangehen.



MEY GmbH & Co. KG, Albstadt



»Daten können effizienter aus der Produktion gewonnen und dem Wertschöpfungsnetz zur Verfügung gestellt werden.«

Florian Mey, Geschäftsführer

Florian Mey spricht damit einen wichtigen Punkt an, die zuverlässige Gewährleistung eines durchgängigen Informationsflusses durch das gesamte Wertschöpfungsnetzwerk und aller darin involvierter Zulieferer.

Die Mey GmbH & Co. KG ist ein weltweit tätiger Hersteller von Tag- und Nachtwäsche und Dessous mit Sitz in Albstadt in Baden-Württemberg. Das Unternehmen befindet sich zu 100 Prozent in Familienbesitz. Mey steht für große Tradition, viel Erfahrung und eine klare Haltung. Als familiengeführtes Unternehmen legen wir größten Wert auf nachhaltiges und sozial verantwortliches Handeln und produzieren fast ausschließlich in eigenen Werken in Europa.

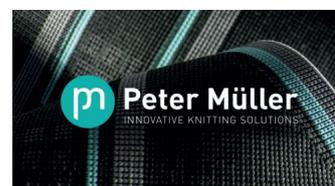
„Mit einem starken regionalen Netzwerk erfolgreich sein auf dem globalen Markt.“

Dieses Motto beschreibt den Unternehmensansatz von Mey und zeigt damit auch eine der Unternehmensstärken. Moderne Produktionsmethoden, Netzwerksysteme und kurze Transportwege erlauben ein starkes Zulieferernetzwerk in der regionalen Umgebung.

Die Netze gestatten einen durchgängigen Informationsaustausch und ermöglichen somit das zeitnahe Eingreifen bei auftretenden Ereignissen.



Peter Müller GmbH, Albstadt



»Industrie 4.0 beinhaltet die Digitalisierung und Automatisierung verschiedener Produktionsprozesse ohne Barrieren und unabhängig von den einzelnen Kunden.«

Markus Müller, Geschäftsführer / CEO

Mit dieser Aussage beschreibt Markus Müller (l.) eine der Kernsäulen der vierten industriellen Revolution, die professionelle Nutzung des Internets und der damit zur Verfügung stehenden Vernetzungsmöglichkeiten in der Industrie, branchenintern und branchenübergreifend. Mit diesen Vernetzungsmöglichkeiten sollen Kommunikationsbarrieren abgebaut und somit ein durchgängiger Informationsfluss gewährleistet werden.

Peter Müller entwickelt und produziert mit innovativen Ideen und modernen Fertigungsprozessen qualitativ hochwertige orthopädische Bandagen, sportive Kompressionsstrümpfe und Lifestyle-Produkte. Mit professionellem Know-how, individuellen Fertigungsmöglichkeiten und ständiger Investitionsbereitschaft in die neuesten Maschinen ist das Familienunternehmen zu einem Spezialist für innovative Strickprodukte Made in Germany geworden. Im Stammsitz in Albstadt-Onstmettingen entwickelt und produziert Peter Müller mit rund 160 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern seit über 25 Jahren erfolgreich Strickprodukte.

Mit dem Maschinenpark immer am Puls der Zeit

Eine Stärke des Unternehmens liegt in dem modernen Maschinenpark, den Fa. Peter Müller seit Jahren kontinuierlich erweitert. Investiert wird speziell und unabhängig von der Nachfrage- und Marktsituation in modernste und innovativste Maschinentypen im Bereich Rund- und Flachstrick. Dies ermöglicht es, produktionstechnisch immer auf dem neuesten Stand der Fertigungsmöglichkeiten zu sein und damit für die Kunden immer am Puls der Zeit. Dies verschafft Fa. Peter Müller einen klaren Wettbewerbsvorteil, da schnell und flexibel auf aktuelle Produktionsanforderungen der Kunden reagiert werden kann.

Entwicklung und Produktdesign

Um nicht nur gut, sondern besser sein zu können, beschäftigt Fa. Peter Müller an seinem Firmensitz ein eigenes Team von Textiltechnikern und Textilingenieuren. Somit können den Kunden stets neue und innovative Stricklösungen angeboten werden. Die Spezialisten entwickeln in direkter Zusammenarbeit mit dem Kunden individuelle Material-, Herstellungs- und Designlösungen für erfolgreiche Produkte von morgen.





»Industrie 4.0 muss Freiräume für den Menschen schaffen, die sich für noch mehr Kreativität nutzen lassen.«

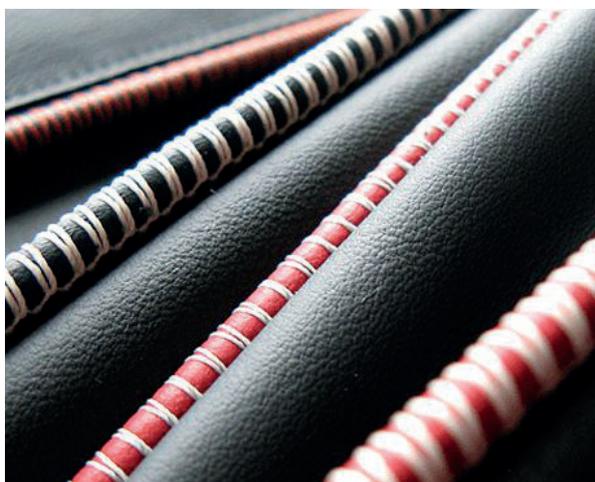
Dr. Claus-Ekkehard Koukal, Leiter Produktion

Strähle + Hess entwickelt und produziert individuelle und bedarfsorientierte Lösungen zur Steigerung der Hochwertigkeit und Exklusivität des Automobils. Hierzu zählen unter anderem Stoffe für Formteile zur Aus- und Verkleidung, Sitzkeder und Kederseelen, Kantenschutzbänder, Spezial-Elastiktextilien sowie Textilien zur Geräuschabsorption und Sitzbefestigungssysteme. Strähle + Hess begann vor 90 Jahren als klassischer Strick- und Wirkwarenhersteller und beschäftigt heute rund 180 Mitarbeiter welche in Bereichen wie Rund- und Flachstrickerei, Wirkerei, Bandweberei, der Veredlung oder Konfektion arbeiten. Der Stammsitz befindet sich in Althengstett.

Mit modernen Maschinen stets flexibel und kreativ

Eine Stärke des Unternehmens liegt in dem modernen und vielseitigen Maschinenpark, welcher die unterschiedlichsten Fertigungstechnologien bietet. Industrie 4.0 bedeutet auch Flexibilität und Kreativität zur Realisierung und Umsetzung individueller Kundenwünsche in geringen Fertigungsmengen. Somit ist es Strähle + Hess möglich, immer sofort individuell und bedarfsgerecht auf Kundenwünsche eingehen zu können.

Die textile Lösung kundenindividueller Problemstellungen wird bei Strähle + Hess zum einen durch ein hohes Maß an textilem Know-how und zum anderen durch die innovative und eigenständig entwickelte Verfahrens- und Maschinenteknologie realisiert.



Triumph AG, Heubach



»Kommunikation zwischen den einzelnen Wertschöpfungspartnern in einem global verteilten Entwicklungs- und Produktionsnetzwerk ist ein zentraler Ansatz bei Triumph.«

Jörg Wagner, Global Technical Manager CAD/CAM & Pre-Production

In diesem Zusammenhang beschreibt Herr Wagner, dass eine verlässliche Qualität der Warenlieferungen innerhalb der technischen Spezifikationen bei einer Vielzahl modischer Artikel und Zutaten jedoch eine tägliche Herausforderung ist und bleibt.

Es ist eine internationale Erfolgsgeschichte, die Triumph International zu einem der weltweit führenden Hersteller von Lingerie und Unterbekleidung gemacht hat. Ein inhabergeführtes Unternehmen, dessen 49 Tochtergesellschaften mittlerweile 120 Märkte bedienen. Unter den Marken Triumph und Sloggi entwickelt, produziert und vertreibt das Unternehmen im Handel und eigenen Stores Unterwäsche, Nachtwäsche und Bademoden.

Für Triumph als global agierendes Unternehmen mit verteilten Produktionsstandorten ist eine eindeutige, zuverlässige Kommunikation zentraler Baustein der Unternehmensstrategie. Hiermit verbunden ist die Digitalisierung der Entwicklung der gesamten Kollektion mit einheitlichen Kommunikationsschnittstellen zu den verteilten Produktionszentren.

Eine weitere Hauptschlagader für den Erfolg ist in einem solchen Netzwerk das Zusammenspiel mit Lieferanten und Logistikern.

Hier bedingen die verteilte Produktion sowie der Qualitätsanspruch an das Endprodukt einheitliche Qualitätsstandards und verlässliche Warenlieferungen. Dies ist und bleibt in der modischen Vielfalt mit unterschiedlichen Lieferanten eine tägliche Herausforderung.

Hier kann die Kommunikationsgeschwindigkeit und Sicherheit in der Anlieferung unserer Produktionszentren durch Ansätze aus Industrie 4.0 sicher noch erhöht werden, viel wichtiger sind aber Ansätze, um eine gleichbleibende Warenqualität der Lieferanten in einem verteilten Produktionsnetzwerk zu gewährleisten.



6. Handlungsfelder

Ausgehend von den Ergebnissen des Deskresearchs, den allgemeinen Umsetzungsempfehlungen für Industrie 4.0 und den Ergebnissen der Befragung, werden im Folgenden Handlungsempfehlungen in den jeweiligen Kategorien der Befragung identifiziert.

Handlungsfeld 1: Horizontale Integration – Vernetzung in der Wertschöpfungskette

Ausgangspunkt ist die Forderung, verschiedene Informationen innerhalb eines Wertschöpfungsnetzwerkes mit kleinsten Verzögerungen abzurufen. Durch die Aktualität der Daten können neue Methoden entworfen werden um beispielsweise Lieferschwierigkeiten oder Verzögerungen auszugleichen.

Die traditionelle textile Kette ist durch die Zusammenarbeit der unterschiedlichen textilen Stufen von der Faser bis zum fertigen Produkt gekennzeichnet. Hervorgerufen durch die Verlagerung von Produktionskapazitäten in allen textilen Fertigungsstufen, durch die reduzierte Fertigungstiefe auch innerhalb Europas verbunden mit neuen Anforderungen, die sich aus der Ausrichtung der Textilindustrie auf technische Textilien und neue Märkte ergeben, sind neue Wertschöpfungskonzepte gefragt. Auch Wertschöpfungsnetze, die eine passive Lohnveredlung beinhalten, sind unmittelbar betroffen. Durch diese Veränderungen und das Aufbrechen etablierter Wertschöpfungsbeziehungen wird die Reaktionsfähigkeit innerhalb dieser Netzwerkstrukturen, ein Ziel von Industrie 4.0, eingeschränkt.

Bestehende integrierte Lösungen über Unternehmensgrenzen hinweg werden in der Strickindustrie häufig durch Portallösungen abgebildet, bei denen Lieferanten in einen Wertschöpfungsverbund eingebunden sind.

An einheitlichen Standards für den Datenaustausch wird für den wertschöpfungsstufenübergreifenden Datenaustausch schon lange gearbeitet. Grundlagen wurde durch EDITEX geschaffen. Dennoch fehlt eine sogenannte revolutionäre (disruptive) Killer-App oder eine Plattformlösung, die diese stufenübergreifende Kommunikation ermöglicht.

In diesem Handlungsfeld ist zu erarbeiten, inwieweit eine echtzeitfähige Produktverfolgung über Unternehmensgrenzen hinweg die geforderte Flexibilisierung und Individualisierung ermöglicht. Ein zentraler Aspekt hierbei ist, dass die Produkte in den richtigen Mengen und Qualitäten geliefert werden. Auch die Frage, wie Prozesse für Produkte in einem solchen Netzwerk aussehen, bei denen der Einkauf nur noch aus Asien möglich ist, ist zu beantworten.

Handlungsfeld 2: Intralogistik – zwischen echtzeitfähiger Produktverfolgung und traditionellen Logistikkonzepten

Die Vision einer „intelligenten“ sich selbst organisierenden Intralogistik inklusive automatisierter Lager ist eine Herausforderung für die Strickerei der Zukunft.

In keinem der identifizierten Handlungsfelder ist die Diskrepanz zwischen den Ansätzen aus der Umsetzungsempfehlung so weit von der praktischen Umsetzung entfernt wie in diesem Feld. Dies bezieht sich hauptsächlich auf Automatisierungslösungen in der Intralogistik und die echtzeitfähige Identifikation von textilen Produkten.

Innerhalb und zwischen Firmen der Textilindustrie ist ein Tracing & Tracking basierend auf Barcode-Lösungen Stand der Technik. Auch RFID-Lösungen für textile Produkte in Krankenhäusern und in Hotel- und Gaststättenbetrieben werden beispielsweise bei Mietwäsche oder in Wäschereibetrieben zum Sortieren und zur Transparenz über Waschzyklen eingesetzt.

Das echtzeitfähige Identifizieren einzelner textiler Produkte innerhalb der textilen Kette ist momentan noch nicht gelöst, dadurch fehlen auch die echtzeitfähigen Konzepte innerhalb der Logistik in Textilbetrieben.

Bestehen innerhalb der Garnfärberei als einer Prozessstufe im Liefernetzwerk Strick bereits heute teil- oder vollautomatisierte Konzepte und Realisierungen von Spulenhändlung, Warentransport und automatisierten Farbküchen, gibt es hingegen nichts Vergleichbares in der Strickerei. Der gesamte Materialfluss zur und von der Maschine wird heute immer noch manuell durchgeführt. Treffend hierfür ist die Aussage aus einem Interview:

„Das gestrickte Stück fällt aus der Maschine wie vor 150 Jahren.“

Vor dem Hintergrund der geforderten Individualisierung und Reduktion der Losgrößen sind Konzepte und Lösungen gefragt, die eine Automatisierung logistischer Vorgänge innerhalb der Strickerei ermöglichen.

Handlungsfeld 3: Vertikale Integration und vernetzte Produktionssysteme

Im Idealfall soll die neue, tiefe Vernetzung der Produktionssysteme ein Echtzeitbild der Produktion liefern. Kritische Zustände sind darzustellen und, wenn notwendig, kann kontextabhängig in das Produktionssystem eingegriffen werden. Dies erfordert sowohl einen einheitlichen Daten- und Informationsfluss als auch eine geeignete Datenerfassung auf Prozessebene und Algorithmen, die eventbezogenen Daten auswerten.

Betrachtet man die aktuelle Situation in der Strickindustrie, bieten alle Maschinenbauer Systeme zur prozessnahen Verwaltung von Strickaufträgen an. Die digitale Durchgängigkeit für die Strickerei – sowohl innerhalb der Betriebe, als auch zu Vorlieferanten – wird durch ERP-Systeme gelöst. Diese Anbieter haben in der Regel ein eigenes MES System mit Schnittstellen zu unterschiedlichsten BDE und technischen Systemen der Textilindustrie im Angebot. Insellösungen werden durch Schnittstellen in eine übergreifende Kommunikation eingebunden.

Im Hinblick auf die verschiedenen existierenden Schnittstellenlösungen müssen Maschinenbauer und Komponentenhersteller in einer engen Zusammenarbeit gemeinsam einheitliche bidirektionale Schnittstellen abstimmen, die in übergeordnete Technologiekonzepte eingebunden werden können. Solche einheitlichen Schnittstellen ermöglichen es, beispielsweise Fremdsysteme wie Fournisseure unterschiedlicher Hersteller ohne großen Aufwand an die Strickmaschinen des eigenen Maschinenparks im Sinne des Plug'n'Play-Prinzips anzubringen (Abbildung 12).



Abbildung 12: Grafik von MARC CAIN – Integration Fremdsysteme

Eine einheitliche Sprache der Maschinen mit Bezug auf Komponenten und bestimmte Parameter, zum Beispiel in Richtung von intelligenten Elementen zur Fadenführung, Kontroll- oder Schmiersystemen, würde große Vorteile mit Blick auf Flexibilität und Reduktion der Komplexität bei der Maschineneinstellung bieten.

Neben diesen rein auf technische Elemente fokussierten Anforderungen im Handlungsfeld „Vertikale Integration und vernetzte Produktionssysteme“ spielt der Einsatz von Mitarbeitern in der Strickindustrie eine zentrale Rolle für das Funktionieren des gesamten Systems. Hierauf ist bei der Gesamtkonzeption spezielles Augenmerk zu legen, da besonders im modischen Bereich auf absehbare Zeit ein rein mechanistisches System ohne Berücksichtigung der Mitarbeiter nicht möglich sein wird. Die zukünftigen Anforderungen in diesem Bereich werden im Handlungsfeld 9 „Demografiesensible Arbeitsplatzgestaltung und Aus- und Weiterbildung“ detailliert beschrieben.

Das Ziel für die Zukunft besteht in der Schaffung möglichst flexibler, wandelbarer Produktionssysteme, die auf der Entwicklung einheitlicher Standards basiert – unter besonderer Berücksichtigung der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen.

Handlungsfeld 4: CPS im Zusammenwirken mit Big Data und Cloud-Technologien

„Big Data“ hat das Potential künftig sehr große Datenmengen effizient zu koordinieren, zu strukturieren und auszuwerten. Für die Maschenindustrie gewinnt dieser Aspekt an Bedeutung je umfangreicher der Sensoreinsatz in der Produktion wird. Der Cloud-Technologie wiederum kommt eine wichtige Rolle bei der unternehmensübergreifenden Vernetzung zu. Sie soll es beispielsweise ermöglichen, den Produktionsverlauf in Wertschöpfungsnetzwerken online darzustellen.

Big Data

Das Themenfeld „Big Data“ beschäftigt aktuell viele Unternehmen und Forschungsinstitute aus der Textilwirtschaft. Ziel der Forschungsanstrengungen sind sogenannte intelligente Algorithmen, welche die immer größer werdende Datenflut erfolgreich sortieren und zu Informationen verdichten, daraus Wissen generieren und Handlungsempfehlungen ableiten.

Zwei spezifische Konzepte in diesem Feld sind die vorbeugende Instandhaltung (Predictive Maintenance) und das vorausschauende Qualitätsmanagement (Predictive Quality). Diese Konzepte stoßen in der Industrie auf großes Interesse. Vor allem die Möglichkeiten, bestehende Maschinen ereignisbezogen optimiert zu warten und drohende Ausfälle rechtzeitig abzufangen tragen ihren Teil zum wachsenden Interesse bei.

Speziell Konzepte des Predictive Quality sind zukünftig so zu gestalten, dass möglichst eine Null-Fehler Produktion auf der Strickmaschine gewährleistet wird. So kann das Ziel der Ressourceneffizienz auch bei individualisierter Fertigung unterstützt werden.

In diesem Handlungsfeld sind die optimalen Sensorstrukturen, die Sensoranzahl, die zu speichernden Events und Filter prozessspezifisch für eine Strickmaschine, deren Komponenten und weitere relevanter Prozessstufen zu entwickeln.

Es sind innovative Algorithmen zu entwickeln, die ohne Probleme in der Flut von generierten Daten der Strickerei navigieren können. Derartige Ansätze in den bestehenden Assistenzsystemen der Maschinenbauer stecken noch in den Kinderschuhen.

Sensorstrukturen, Aktorik und Algorithmen sind spezifisch für die Strickindustrie auf Industrie 4.0 Standards abzustimmen, zu entwickeln und prototypisch im Einsatz zu testen.

Cloud Technologien

Längst ist es möglich, Daten überall auf der Welt abzurufen, ohne an ein spezielles physisches Medium gebunden zu sein. Cloud-Technologien ermöglichen eine neue Ebene der Datenverfügbarkeit und Vernetzung. Dadurch steigt die Flexibilität, besonders im Sinne einer ortsunabhängigen Industriesteuerung und Produktion.

Neben der Produktion bietet die Cloud neue Möglichkeiten bei globalen Design- und Planungsprozessen.

Hier gilt es Lösungen für die Industrie zu finden, die den Zielkonflikt zwischen Skepsis der Praxis und den Möglichkeiten in der Cloud auflöst. Neben der Frage der Sicherheit der in Clouds gespeicherten Daten gilt es Szenarien zu erarbeiten, die spezifische Lösungen für die Maschenindustrie darstellen.

Handlungsfeld 5: Durchgängiges Engineering über die gesamte Produktion – Virtualisierung und Simulation von Produkten und Prozessen

Im Handlungsfeld „durchgängiges Engineering“ sehen die befragten Unternehmen Lücken und die Forschungsinstitute einen großen Forschungsbedarf über die gesamte Produktionskette hinweg. Die Schließung dieser Lücken ist aber teilweise die Voraussetzung für eine Produktindividualisierung und die rentable Produktion von kleinen Losgrößen bis hin zur Losgröße 1.

Die klassischen Formen der Entwicklung von textilen Produkten zwischen den Partnern in der textilen Kette sind durch den Austausch physischer Produkte gekennzeichnet. Eine Abstimmung basierend auf 3-dimensionalen Simulationen findet bei Schaftgeweben, aber auch bei der Visualisierung von Strickmustern, z.B. Zopfmustern, statt. Diese Simulationen können auf Systemen entwickelt werden, die ein direktes Ansteuern der jeweiligen Maschinen ermöglichen. Innerhalb der Strickerei können Strickmuster, basierend auf Konstruktionsdaten, visualisiert und die dazugehörigen Strickprogramme aus Bibliotheken abgerufen werden.

Neben diesen auf die Strickerei fokussierten Ansätzen werden in modischen Strickunternehmen CAD-Systeme zur Konstruktion des Schnittes eingesetzt, sowie prototypisch Visualisierungstools von Bekleidungsprodukten in 3D.

Häufig ist das Verändern interner Musterungsprozesse, weg von physikalischen, hin zu digitalen Mustern ein sehr steiniger Weg. Dies liegt zum einen an der Haptik der textilen Produkte, aber auch an den visuellen Einschränkungen, die mit einem photorealistischen Rendering verbunden sind. Während die digitale Transformation der Schnittkonstruktion inklusive aller verbundenen Prozesse für die Bekleidungsproduktion Stand der Technik ist, setzt sich die digitale Transformation hin zu 3D-Konstruktions- und Visualisierungsmöglichkeiten in der Industrie nur langsam durch.

Legt man den Fokus auf die Visualisierung von Produktionsprozessen, gibt es momentan wenige Entwicklungen innerhalb der Branche. Gerade für die erfolgreiche Entwicklung neuer Produkte wird die Verkürzung von Ramp-Up-Zeiten als Erfolgsfaktor immer wichtiger. Ein Ansatzpunkt ist hier die virtuelle Darstellung der Produktionsprozesse und des Produktionsablaufs in Simulationsumgebungen.

Betrachtet man dieses Handlungsfeld weiter gefasst, so besteht Entwicklungsbedarf in sämtlichen Prozessschritten, von der ersten Entwicklung über die Simulation bis zum Übertragen der notwendigen Programme und Parameter an die entsprechende Produktionsmaschine und zur anschließenden Produktion. Hierbei ist besonderes Augenmerk auf die aktuelle Situation in der Branche zu legen, die geprägt ist von heterogenen Daten und Medienbrüchen im Informationsfluss. Diese Heterogenität erschwert es, einen durchgängigen Informationsfluss aufzubauen.

In den Interviews der vorliegenden Studie wurde starkes Interesse an einer funktionierenden, sicheren und zuverlässigen Visualisierung und Simulation auch für die Strickerei und Strickprodukte bekundet. Für die Industrie würde ein Durchbruch solcher Lösungen die Flexibilität erhöhen und wirtschaftliche Risiken reduzieren. Die heute üblichen Methoden der Entwicklungsarbeit benötigen viele Versuche um ein optimales Gesamtergebnis zu erzielen, sie verursachen hohe Kosten und führen zu langen Entwicklungszeiten.

Handlungsfeld 6: Materialforschung und Textil als CPS

Neuere Entwicklungen im Bereich Materialforschung und der e-Textiles / smart Textiles eröffnen Möglichkeiten der Kommunikation auch zwischen Produkt und Maschine oder IT-System. Diese Entwicklungen können richtungsweisend für die Fortentwicklung der CPS in der Strickerei, aber auch für neue Geschäftsmodelle sein.

Smart Textiles und e-Textiles sind wichtige Entwicklungen innerhalb der textilen Kette, die die Zukunftsfähigkeit der Industrie sichern helfen. In der öffentlichen Wahrnehmung entwickelt sich die Textilindustrie in einigen Bereichen zunehmend zu einer High-Tech-Branche. Diese noch zu langsame Entwicklung ist gezielt zu unterstützen, um die bisherige Wahrnehmung der Strickerei- und Textilindustrie in der Öffentlichkeit als überkommene Industrie zu verändern, auch im Hinblick auf deren Arbeitgeberattraktivität.

Handlungsfeld 7: Verfahrenstechnik der Zukunft – Ressourceneffizienz und Nullfehlerproduktion

Auch in Industrie 4.0 bleiben die übergeordneten strategischen Ziele für industrielle Produktionsprozesse bestehen: eine möglichst hohe Ausbringung an Produkten bei gegebenen Ressourcen (Ressourcenproduktivität) und ein möglichst niedriger Ressourceneinsatz bei gegebener Produktionsmenge (Ressourceneffizienz).

In diesem Zusammenhang ist das tribologische System Strickmaschine ein interessanter Ansatzpunkt für die Ressourceneffizienz der Zukunft. Die ITMA 2015 zeigte einen bereits seit Jahrzehnten anhaltenden Trend zu höheren Produktionsgeschwindigkeiten. Dieser wird laut Aussage der Maschinenbauer in der Befragung noch weiter anhalten. Weiterhin ansteigende Maschinengeschwindigkeiten erfordern eine effiziente Beherrschung der tribologischen und thermodynamischen Vorgänge an der Strickmaschine. Erforderlich ist eine konsequente Überwachung und Steuerung der am energetischen Umsetzungsprozess beteiligten Prozessparameter.

Durch CPS sind die Produktionsprozesse situationsbezogen und über das gesamte Wertschöpfungsnetzwerk zu optimieren. Hierbei stehen die Reduktion des Ressourcen- und Energieverbrauchs oder geringere Emissionen im Fokus. Es sind stufenübergreifende und zugleich maschinenindividuelle Konzepte basierend auf neuen Entwicklungen zu erstellen und Lösungen umzusetzen.

Handlungsfeld 8: Leuchtturmprojekte und Wertschöpfungspotenziale durch neue Dienstleistungen

Im Rahmen der vierten industriellen Revolution wird es auch bei den Geschäftsmodellen Veränderungen geben.

Wie sich bei den Interviews zeigte befindet sich dieser Aspekt von Industrie 4.0 jedoch zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht im unmittelbaren Fokus der Unternehmen. Es gibt Ansätze, die in diese Entwicklungsrichtung weisen, doch halten sich die Unternehmen bisher zurück, da diese Modelle weitere technologische Entwicklungen voraussetzen. Überlegungen reichen von Technologie- und Maschinenparks über Betreibermodelle und Performance Contracting im Prozess der Kunden bis hin zu neuen daten- und plattformgetriebenen Geschäftsmodellen, die Produkt- und Prozesswissen im Fokus haben.

Virtualisierung und Vernetzung ermöglichen neue datenbasierte Geschäftsmodelle für Produkte und Dienstleistungen sowohl B2C als auch B2B.

Im B2C-Bereich gehen die individualisierten Produkte mit neuen Geschäftsmodellen einher.

Im B2B-Bereich wird im Maschinenbau an verschiedenen Ansätzen gearbeitet, beispielsweise werden Strukturen entworfen, die eine Philosophie des Mietens, sprich des Nachnutzens vertreten. Dabei werden Maschinenparks an Auftraggeber vermietet, in denen sie ihr Produkt fertigen lassen können. Nach Auftragsabschluss stehen die Maschinen anderen Kunden zur Verfügung.

Prinzipiell sind hier Best-Practice-Lösungen und Leuchtturmprojekte aufzusetzen und zum Markterfolg zu entwickeln. Letztendlich müssen sich auch Betreibermodelle – zum Beispiel die Speedfactory – als tragfähiges Konzept beweisen. Als Frage wurde dies so formuliert:

„Wer erarbeitet und finanziert regionale Betreibermodelle, um Kompetenz und Strickmaschinen zu finanzieren und den sich neu entwickelnden Märkten zur Verfügung zu stellen?“

Ähnliches gilt für alle auf kundenindividueller Fertigung basierenden Geschäftsmodelle. Hier muss ein Durchbruch dahingehend gelingen, dass die Integration kundenspezifischer Anforderungen an Produkte direkt zu Produktionsaufträgen führt. Die hiermit verbundene Komplexität muss beherrscht werden.

Handlungsfeld 9: Demografiesensible Arbeitsplatzgestaltung und Aus- und Weiterbildung

Das interaktive Zusammenspiel zwischen Mensch und technischen Systemen schafft in Verbindung mit Maßnahmen der Arbeitsgestaltung und Kompetenzentwicklung neue Möglichkeiten für die Unternehmen, vom demografischen Wandel zu profitieren. In Zeiten des Fachkräftemangels und der zunehmenden Diversität der Beschäftigten (hinsichtlich Alter, Geschlecht, kulturellem Hintergrund) ermöglicht Industrie 4.0 vielfältige und flexible Laufbahnmodelle.¹⁴

Betrachtet man vor diesem Hintergrund die Situation innerhalb des Strickereiclusters in Baden-Württemberg, besteht ein erheblicher Druck, neben den Themen der Digitalisierung das stricktechnische Knowhow für diese Konzepte zu erhalten und weiterzuentwickeln. In den Interviews wurde von allen Befragten darauf hingewiesen, dass ein erheblicher Fachkräfte- und Kompetenzmangel besteht. Auch waren sich alle Experten einig:

Ohne ein Verstehen der Maschenbildung und des Strickprozesses ist eine (weitere) Digitalisierung innerhalb der Strickerei - von der Idee bis zum fertigen Produkt – nicht denkbar.

Betrachtet man die Ausbildung in textiltechnischen Berufen hinsichtlich Industrie 4.0 fällt auf, dass aktuell noch zu wenig Augenmerk auf diese Thematik gelegt wird. Die Anzahl an Ausbildungsplätzen zur Erlernung von Berufen mit textiltechnologischem Hintergrund wird gegenwärtig immer kleiner, Ausbildungskonzepte für die Strickerei sind zu stark auf die Stricktechnik fokussiert, übergreifende Themen sind aufzunehmen. Ähnlich sieht die Entwicklung bei den Studierenden aus. In textiltechnologischen Studiengängen sind sie rar, häufig vertiefen Studierende wirtschaftsnahe Themen. In diesem Handlungsfeld gilt es zum einen, die textiltechnologischen Studiengänge offensiver zu bewerben und Inhalte deutlich technischer auszugestalten und zum anderen innerhalb der textiltechnologischen Studiengänge die Inhalte zu überarbeiten.

¹⁴ S. 20 des Abschlussberichts des Arbeitskreises Industrie 4.0. Umsetzungsempfehlungen, https://www.bmbf.de/files/Umsetzungsempfehlungen_Industrie4_0.pdf, Zugriff 25.04.2017

Es sind gezielt Strukturen zu schaffen, damit die Industrie die Mitarbeiter und Forschungskapazitäten findet, die sie benötigt. Dies ist ein zentraler Baustein, um das Strickereiclustern weiterzuentwickeln.

Neben diesen auf Kompetenz basierenden Themen spielen Fragen der Flexibilität in der Arbeitsorganisation eine wichtige Rolle. Ziel hierbei ist es, dem steigenden Bedürfnis von Arbeitnehmern zu entsprechen, Beruf und Privatleben, aber auch persönliche Weiterentwicklung und berufliche Weiterbildung besser miteinander in Einklang zu bringen. So ergeben sich beispielsweise durch intelligente Assistenzsysteme neue Handlungsspielräume, den Arbeitseinsatz so zu gestalten, dass sowohl den Flexibilitätsbedürfnissen der Betriebe als auch den notwendigen Freiräumen für den privaten Bereich in neuer Qualität Rechnung getragen werden kann.

Auch in diesem Feld sind Best-Practice-Lösungen zu konzipieren und zu erproben, da die Firmen diesen Entwicklungen momentan eher skeptisch gegenüberstehen.

Handlungsfeld 10: Lab Strick 4.0 – Integriertes Forschungs- und Anwendungszentrum

An den DITF soll ein Anwendungszentrum (Lab Strick 4.0) aufgebaut werden, um den aktuellen Stand der Entwicklungen in den Kernfeldern Industrie 4.0 zu demonstrieren und den Wissensstand in dem sich dynamisch entwickelnden Feld aktuell zu halten. Hierbei sollen bestehende Partnerschaften mit Unternehmen aus dem Cluster Strick systematisch erweitert und in den einzelnen Handlungsfeldern richtungsweisende Projekte initiiert werden.

Danksagung

Die Studie Strick 4.0 wurde durch die DITF konzipiert und federführend durchgeführt. Sie wurde aus Mitteln des Wirtschaftsministeriums Baden-Württemberg und Südwesttextil e.V. finanziert.

Wir danken allen an der Studie beteiligten Unternehmen, Forschungsinstituten und Verbänden für die Zeit, die sehr konstruktiven Gespräche und vor allem für die inhaltlichen, teilweise auch kritischen Beiträge. Ohne dies wäre die vorliegende Standortbestimmung der Strickereiindustrie mit dem Fokus auf Digitalisierung und Industrie 4.0 nicht möglich gewesen.

DITF – Deutsche Institute für Textil- und Faserforschung Denkendorf

Alexander Artschwager, Meike Tilebein, Oswald Rieder, Patrick Armbruster, Götz T. Gresser

Abkürzungsverzeichnis

B2B	–	Business to Business
B2C	–	Business to Customer
BUS	–	Back Panel Unit Sockets
CAN	–	Controller Area Network
CPS	–	Cyber-Physisches System
DITF	–	Deutsche Institute für Textil- und Faserforschung
ERP	–	Enterprise Resource Planning (Software)
HMI	–	Human Machine Interface
IoT	–	Internet of Things
IKT	–	Informations- und Kommunikationstechnik
IT	–	Informationstechnik
LAN	–	Local Area Network
MES	–	Manufacturing Execution System (Software)
Nm	–	Einheit [m/g] für die Feinheit v. Stapelfasergarnen (nummermetrisch)
NMS	–	Networker Monitoring System
RFID	–	Radio Frequency Identification Device
SCADA	–	Supervisory Control and Data Acquisition
SPS	–	Speicherprogrammierbare Steuerung

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Landkarte des Clusters Strick in BW	8
Abbildung 2: Mayer & Cie Spinit® (Rednit 3.2 HS)	12
Abbildung 3: Streckwerk an Spinit®-Maschine	12
Abbildung 4: 3D-gestrickter Rotordeckel	12
Abbildung 5: Stoll CMS ADF 32 3D-Flachstrickmaschine	13
Abbildung 6: Elemente gesteuerter Garnzuführungen	13
Abbildung 7: Groz-Beckert Litespeed® -Nadel	14
Abbildung 8: Mayer & Cie Maschinendatenerfassungssystem Web Server	14
Abbildung 9: Memminger-IRO Networker System	15
Abbildung 10: Adidas Sneaker	16
Abbildung 11: Quelle der Fragen des Interviewleitfadens	17
Abbildung 12: Grafik von MARC CAIN – Integration Fremdsysteme	36

Die Bilder auf den Unternehmensseiten sind von den jeweiligen Unternehmen.

Impressum

Druck und Herausgeber:

Deutsche Institute für Textil- und Faserforschung Denkendorf,
Körschtalstraße 26, 73770 Denkendorf
Telefon: +49 711/9340-0 | Telefax: +49 711/9340-297
E-Mail: info@ditf.de
Internet: www.ditf.de

Südwesttextil e. V.
Kernerstraße 59, 70182 Stuttgart
Telefon: +49 711 21050-0 | Telefax: +49 711 233718
E-Mail: info@suedwesttextil.de
Internet: www.suedwesttextil.de

© Deutsche Institute für Textil- und Faserforschung Denkendorf, August 2017
Alle Rechte vorbehalten.

1 00 0 001 11000 11 1 000 01 000 01 0000 111 010
001 001 00 1 00 0 00100 110 101 101100 11 00100
110 101 10110 0001101100 STRICK 4.0 1101100110
101100 0001101100 001 11000 11 1 000 01 000 01
0000 111 010 001 001 00 1 00 0 00100 110 101
101100 11 1 IN 000 01 000 01 0000 111 010 001
001101100 001 11000 11 1 000 01 001 111 0 011 01
101 101 11 01110001 1111 010001 1101110 11
111100101 11001 BADEN-WÜRTTEMBERG 111 010 001
001 00 1 00 0 00100 110 101 101100 11 00 1 00 0