Mittelstand 4.0
Kompetenzzentrum
IT-Wirtschaft

Künstliche Intelligenz als Chance für die deutsche Textilindustrie?

Dokumentation zum Foresightprozess

www.itwirtschaft.de

Mittelstand-Digital

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Inhalt

Darstellungsverzeichnis
Abkürzungsverzeichnis
1 Zielsetzung 3
2 Methodisches Vorgehen 4
3 Status quo der Textilproduktion 5
3.1 Konzeptionelle Ansätze 5
3.2 Die Entwicklung der deutschen Textilindustrie im Rückblick 8
3.3 Die deutsche Textilindustrie in der Gegenwart 8
3.4 Wettbewerbssituation der deutschen Textilindustrie 10
3.5 Textile Produktionstechnologien im Überblick 16
3.6 Zum Stand des Einsatzes von Künstlicher Intelligenz in der Textilindustrie 21
4 Ermittlung von Einflussfaktoren und Auswahl von Schlüsselfaktoren 25
5 Zukunftsprojektionen und Szenarien 30
6 Chancen und Risiken vor dem Hintergrund der Szenarien 39
7 Handlungsansätze 41
Literaturverzeichnis 44
Anhang 48
Kontakt und Impressum 50

Darstellungsverzeichnis

Darstellung 1: Methodisches Vorgehen im Überblick 4
Darstellung 2: Kompetenzprofile und Organisationen beteiligter Expert/innen 5
Darstellung 3: Struktur des Bereiches „Herstellung von Textilien“ 6
Darstellung 4: Betriebe, Beschäftigte und Umsätze der deutschen Textilindustrie in 2017 9
Darstellung 5: Innovationsindikatoren 9
Darstellung 6: Teilmärkte technischer Textilien 10
Darstellung 7: Studien zu Technologien in der Textilproduktion 16
Darstellung 8: Ermittelte Einflussfaktoren 27
Darstellung 9: Einflussfaktoren im System Grid und Auswahl von Schlüsselfaktoren 29
Darstellung 10: Kompetenzprofile von Expert/innen (Entwicklung von Zukunftsprojektionen) 30
Darstellung 11: Zukunftsprojektionen für Schlüsselfaktoren 33
Darstellung 12: Rohszenario 1 34
Darstellung 13: Rohszenario 2 35
Darstellung 14: Chancen und Risiken für Textil-KMU aus dem Szenario 1 40
Darstellung 15: Chancen und Risiken für Textil-KMU aus dem Szenario 2 40
Darstellung 16: Chancen und Risiken für weitere Akteursgruppen aus dem Szenario 1 40
Darstellung 17: Chancen und Risiken für weitere Akteursgruppen aus dem Szenario 2 40
Darstellung 18: Einflussanalyse 48
Darstellung 19: Konsistenzanalyse 49

Abkürzungsverzeichnis

AF	Aramid Fibre
AR	Augmented Reality
a.n.g.	anderweitig nicht genannt
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
B2B	Business to Business
BWL	Betriebswirtschaftslehre
CAD	Computer Aided Design
CAE	Computer Aided Engineering
CF	Carbon Fibre
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
GF	Glass Fibre
HT	High Temperature
iit	Institut für Innovation und Technik
IT	Informationstechnologien
ITA	Institut für Textiltechnik Aachen
KI	Künstliche Intelligenz
KMU	Kleine und Mittlere Unternehmen
ML	Machine Learning
NACE	Nomenclature statistique des activités économiques dans la Communauté européenne
STFI	Sächsisches Textilforschungsinstitut
VDMA	Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau
VR	Virtual Reality
WPG	Wissenschaftliche Gesellschaft für Produktionstechnik

1 Zielsetzung

Als Partnerin im Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum IT-Wirtschaft bietet die Forschungsgruppe Innovations- und Regionalforschung der Technischen Hochschule Wildau die Durchführung von Foresightprozessen an, mit dem Ziel, die Bildung von Kooperationen zwischen IT-KMU anzuregen und zu unterstützen. Ein erster Foresightprozess fokussierte die mittelständische IT-Branche. Im Rahmen des Foresightprozesses wurde untersucht, wodurch die Fachkräftesituation, Arbeitsprozesse und -bedingungen im IT-Mittelstand in Deutschland im Jahr 2030 gekennzeichnet sein werden, um Handlungsansätze für die Gestaltung der Zukunft dieses Themenfeldes zu erarbeiten (vgl. Berndt et al., 2019).

Darüber hinaus beinhaltet das Leistungsangebot der Forschungsgruppe Foresightprozesse in und für Anwenderbranchen, d. h. in Wirtschaftsbereichen, die IT-Lösungen des IT-Mittelstandes einsetzen, um ihre Geschäftsprozesse zu digitalisieren. Als Vertreter der deutschen mittelständischen Textilbranche, zeigte das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Textil vernetzt im Jahr 2019 Interesse an einem Foresightprozess. Im Ergebnis mehrerer Diskussionsrunden mit dem Foresightteam des Kompetenzzentrums IT-Wirtschaft wurde diese Anwenderbranche als Analysegegenstand ausgewählt und die folgende Fragestellung für einen Foresightprozess herausgearbeitet:

? ***Welche Anwendungsmöglichkeiten eröffnen Lösungen der Künstlichen Intelligenz (KI) in der Textilproduktion von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) in Deutschland im Jahr 2030?***

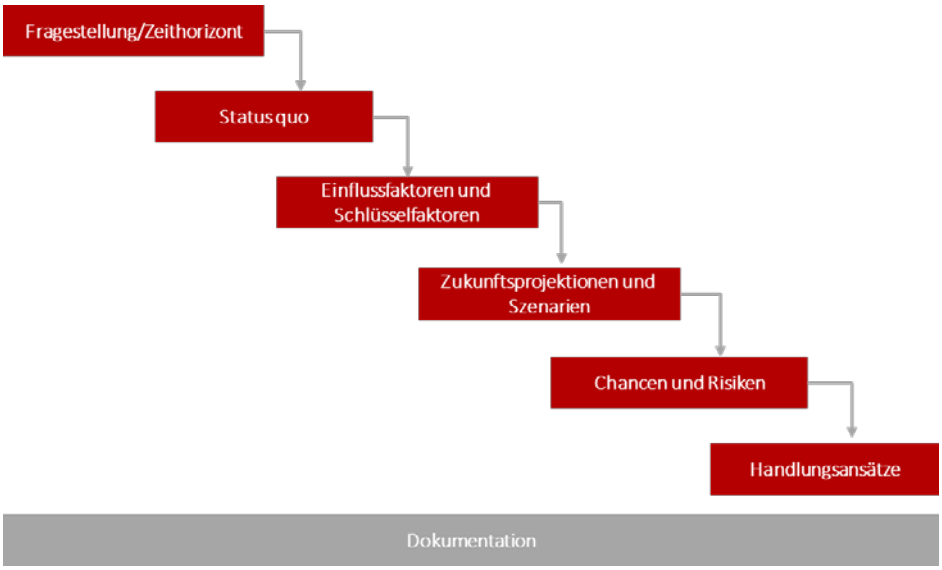
Mit der Beantwortung dieser Fragestellung sollen KMU der Textilproduktion sowie entsprechende Intermediäre der deutschen Textilbranche dabei unterstützt werden, das Potenzial der KI für ihre Geschäftstätigkeit frühzeitig einzuschätzen und sich einen Überblick über Anforderungen eines möglichen Einsatzes von KI-Lösungen zu verschaffen. Dieser Überblick ist eine wichtige Voraussetzung, rechtzeitig Entscheidungen bezüglich der Anwendung von KI-Lösungen treffen zu können.

Bei der Spezifikation der Fragestellung wurde berücksichtigt, dass es in der deutschen Textilbranche bereits über einen längeren Zeitraum hinweg vielfältige Aktivitäten gibt, diese strategisch zu unterstützen. Zu nennen sind hier unter anderem die Trendanalysen des Forschungskuratoriums Textil e. V., als Zusammenschluss der 16 Textilforschungseinrichtungen in Deutschland (vgl. Forschungskuratorium Textil, 2020), Aktivitäten des Kompetenzzentrums Textil vernetzt im Bereich der Digitalisierung (vgl. Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Textil vernetzt, o. J.) aber auch strategisch ausgerichtete Projekte wie beispielsweise das Projekt „futureTEX“ im Rahmen des BMBF Förderprogramms 2020 (vgl. FUTURETEX, 2017). Angesichts dieser vielfältigen Initiativen wurde eine spezifische Fragestellung gesucht, die auf noch größeren Unsicherheiten hinsichtlich der Entwicklungsperspektiven basiert. Gleichzeitig wurde berücksichtigt, dass der Stand der Digitalisierung und Automatisierung bei den kleinen und mittleren Textilunternehmen durchaus unterschiedlich ist und in vielen Fällen eine Lücke zwischen Forschungsstand und Anwendung in der breiten unternehmerischen Praxis besteht.

Vor dem Hintergrund der o. g. Fragestellung und bisheriger Initiativen erschien die Szenarioanalyse als geeignete Methode, um mögliche Zukünfte des Einsatzes von KI-Lösungen in der Textilproduktion zu entwerfen und darauf basierend Handlungsansätze abzuleiten. Die Szenarioanalyse ist eine Methode, die gut an unterschiedliche Kontexte und Fragstellungen angepasst werden kann (vgl. Mietzner und Reger, 2008). Sie basiert auf einem sehr systematischen Vorgehen und zielt darauf ab, unterschiedliche, in sich konsistente und plausible Zukunftsbilder zu entwickeln. Damit ermöglicht sie die frühzeitige Auseinandersetzung mit zukünftigen Entwicklungen sowie die Ableitung entsprechender Handlungsansätze (vgl. ausführliche Methodenbeschreibungen z. B. in: Fink, Schlake und Siebe, 2002).

2 Methodisches Vorgehen

Die Szenarioanalyse umfasst nach der Identifikation einer geeigneten Fragestellung und der Festlegung eines passenden Zeithorizontes die Analyse des Status quo des Szenariogegenstandes, die Ermittlung von Einflussfaktoren für seine Entwicklung, die Identifizierung von Schlüsselfaktoren, die Erarbeitung von Zukunftsprojektionen und Szenarien, die Herausarbeitung von Chancen und Risiken vor dem Hintergrund der Szenarien sowie die Ableitung von Handlungsansätzen für unterschiedliche Akteursgruppen sowie die Dokumentation des Prozesses und seiner Ergebnisse (vgl. Darstellung 1).



Darstellung 1: Methodisches Vorgehen im Überblick

Das Foresightteam des Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrums IT-Wirtschaft und das Management des Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrums Textil vernetzt verständigten sich darauf, die Expertise ausgewählter Expert/innen der Textilbranche in unterschiedlichen Arbeitsphasen der Szenarioanalyse einzubeziehen. Die Analyse des Status quo beruht überwiegend auf Desk Research, ergänzt um ein Interview mit einem Vertreter eines Textilforschungsinstitutes und einem Vertreter eines Startups aus dem Bereich Textilrobotik.

In die Erarbeitung von Zukunftsprojektionen der Textilproduktion waren darüber hinaus weitere Textilforschungsinstitute, KI-Trainer und IT-Consultants des Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrums IT-Wirtschaft, weitere Startups sowie Mitarbeiter/innen aus der Technischen Hochschule Brandenburg und der Technischen Hochschule Wildau einbezogen. Damit war eine Bündelung interdisziplinärer Kompetenzen aus unterschiedlichen, nicht nur technischen, Bereichen gewährleistet. Die folgende Darstellung zeigt die eingebundenen Expert/innen mit ihren Kompetenzprofilen und Herkunftsorganisationen im Überblick.

Beruflicher Hintergrund und/oder Kompetenzen	Organisationen
Expertin 1: Betriebswirtschaft/Management	CEO Startup
Experte 2: Maschinenbau/Robotik/Management	CEO Startup
Expertin 3: Fashion/Apparel Design/Management	CEO Startup
Experte 4: Technische Kybernetik	Deutsches Institut für Textilfaserforschung
Experte 5: Textiltechnik	Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen
Experte 6: Textiltechnik	Sächsisches Textilforschungsinstitut
Experte 7: Advanced Computer Science, KI-Trainer	Hahn-Schickard-Gesellschaft für angewandte Forschung e.V.
Experte 8: IT-Beratung	Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum IT-Wirtschaft

Experte 9: Software Engineering	Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum IT-Wirtschaft
Experte 10: Innovations- und Technologiemanagement	Technische Hochschule Wildau
Experte 11: Wirtschaftskommunikation	Technische Hochschule Wildau
Expertin 12: Makerspace	Technische Hochschule Wildau
Experte 13: IT-Sicherheit	Technische Hochschule Brandenburg
Expertin 14: Rechtliche Rahmenbedingungen	Technische Hochschule Wildau

Darstellung 2: Kompetenzprofile und Organisationen beteiligter Expert/innen

Die Analyse des Status quo der Textilproduktion in Deutschland bildet methodisch gesehen die Basis der vorliegenden Szenarioanalyse. Mit ihr wird der Gegenstandsbereich differenzierter strukturiert und sein Entwicklungsstand systematisch beschrieben, wobei auch Elemente seiner bisherigen Entwicklung Berücksichtigung finden. Hierbei werden für das Verständnis des Gegenstandes wichtige Strukturen und Akteursbeziehungen herausgearbeitet.

Die Beschreibung des Status quo beinhaltet quantitative und qualitative Aussagen und Bewertungen und basiert auf der Verwendung theoretisch-konzeptioneller Modelle/Ansätze, die in geeigneter Weise operationalisiert werden. Auf Ergebnisse der Status quo Analyse wird im Prozess insbesondere bei der Erarbeitung von Zukunftsprojektionen, der Ableitung von Chancen und Risiken aus den Szenarien sowie bei der Ableitung von Handlungsansätzen zurückgegriffen.

3 Status quo der Textilproduktion

Im Folgenden werden zunächst die Konzepte beschrieben, die der Analyse des Status quo der Textilproduktion in Deutschland zugrunde gelegt wurden. Daran anschließend werden die Ergebnisse der Analyse dargestellt. Es folgen spezifische Beschreibungen zum Status quo der Produktionstechnologien und des Einsatzes von KI-Lösungen.

3.1 Konzeptionelle Ansätze

Die **Eingrenzung und Abgrenzung des Gegenstandes** spielen für den Umfang der Analyse, die Auswahl der Analysemodelle und deren Operationalisierung eine Rolle. Eine erste Orientierung für die Eingrenzung des Gegenstandes ergibt sich aus der im Kapitel 1 genannten Fragestellung. In deren Mittelpunkt steht zunächst die **Textilproduktion**, wodurch der Bereich des Textilhandels ausgegrenzt wird. Darüber hinaus sollte die Analyse einen regionalen Zuschnitt haben, weshalb die **Textilproduktion in Deutschland** im Fokus steht. Da es in der Fragestellung um **Anwendungsmöglichkeiten für KI-Lösungen** geht, waren auch diese für den Status quo zu systematisieren und zu beschreiben.

Über die sich bereits aus der Fragestellung ergebenden Eingrenzungen hinaus werden in der Literatur unterschiedliche Arten der Strukturierung von Wirtschaftsbereichen vorgenommen, die auch für die Textilproduktion relevant sind und im Folgenden genutzt werden. Die der europäischen und deutschen Statistik zugrundeliegende **Klassifikation der Wirtschaftszweige (NACE)** unterscheidet zunächst die Abteilungen 13 „Herstellung von Textilien“ und die Abteilung 14 „Herstellung von Bekleidung“ (vgl. Statistisches Bundesamt, 2008:81f). In Absprache mit dem Kompetenzzentrum Textil vernetzt wurde der Bereich der Bekleidungsherstellung aus der Analyse herausgenommen, sodass der Bereich der **Herstellung von Textilien** verbleibt. In der Textilherstellung hat der Bereich der technischen Textilien in den vergangenen Jahren deutlich an Bedeutung zugenommen (vgl. Krippendorf et al., 2009:20).

Zum Abschnitt 13 „Herstellung von Textilien“ des Verarbeitenden Gewerbes gehören - entsprechend der Klassifikation der Wirtschaftszweige - die Spinnstoffaufbereitung und Spinnerei, Weberei, Veredlung von Textilien und Bekleidung sowie die Herstellung von konfektionierten Textilwaren außer Bekleidung (vgl. Statistisches Bundesamt, 2008:205ff). Dieser Bereich gliedert sich wie folgt auf:

Bereiche
13.1 Spinnstoffaufbereitung und Spinnerei
13.2 Weberei
13.3 Veredlung von Textilien und Bekleidung
13.9 Herstellung von sonstigen Textilwaren (Herstellung von Erzeugnissen aus Textilien außer Bekleidung)
13.91 Herstellung von gewirktem und gestricktem Stoff
13.92 Herstellung von konfektionierten Textilwaren (ohne Bekleidung)
13.93 Herstellung von Teppichen
13.94 Herstellung von Seilerware
13.95 Herstellung von Vliesstoff und Erzeugnissen daraus (ohne Bekleidung)
13.96 Herstellung technischer Textilien
13.99 Herstellung von sonstigen Textilwaren a. n. g.

Darstellung 3: Struktur des Bereiches „Herstellung von Textilien“ (Auszug aus der Klassifikation der Wirtschaftszweige, Statistisches Bundesamt, 2008:205ff)

Nicht zur Textilindustrie werden gezählt (1) der Anbau natürlicher Fasern, der in Abteilung 01 (Landwirtschaft, Jagd und damit verbundene Tätigkeiten) eingeordnet ist, (2) die Herstellung von synthetischen Fasern, die als chemisches Verfahren zur Unterklasse 20.60.0. (Herstellung von Chemiefasern) gezählt wird sowie (3) der Textilmaschinenbau, der dem Maschinenbau zugeordnet ist (28.94.0 Herstellung von Maschinen für die Textil- und Bekleidungsherstellung und die Lederverarbeitung) (vgl. Statistisches Bundesamt, 2008).

Die in der Darstellung 3 genannten Bereiche der Klassifikation der Wirtschaftszweige bilden die Textilindustrie, die im Folgenden den Gegenstand des Status quo im engeren Sinn darstellt. Sie kann auf diese Weise statistisch gut abgebildet werden.

Die Klassifikation der Wirtschaftszweige ist für eine Analyse des Status quo jedoch allein nicht ausreichend. Sie bildet technologische oder auch ökonomische Zusammenhänge zwischen einzelnen Bereichen der Textilindustrie nicht ab. Mit ihr kann auch nicht thematisiert werden, dass Unternehmen in unterschiedlichen Bereichen der Textilindustrie gleichzeitig aktiv sein können. Die Zusammenhänge zwischen „vorgelagerten“ Wirtschaftsbereichen und der Textilindustrie werden mit dieser Klassifikation ebenso wenig sichtbar wie die zwischen „nachgelagerten“ Wirtschaftsbereichen und der Textilindustrie.

Hierfür kann auf das Modell der so genannten **textilen Kette**, auf das der **Wertschöpfungskette** nach Porter (vgl. Porter, 2001) oder auch auf das Modell der **fünf Wettbewerbskräfte zur Branchenanalyse** nach Porter (vgl. Porter, 2008) zurückgegriffen werden.

Die textile Kette umfasst, in Anlehnung an Lanius und VDMA, folgende Wertschöpfungsstufen (vgl. Lanius, o. J.:14 und VDMA, 2019:6):

1. *Fasergewinnung (pflanzliche, tierische, mineralische, chemische Fasern)*
2. *Spinnerei (Produktion von Garnen)*
3. *Weberei/Strickerei (Herstellung textiler Flächen als Gewebe, Vliesstoff, Strick- oder Wirkware)*
4. *Veredlung (Bleichen, Färben, Drucken)*
5. *Konfektionierung (Zuschneiden und Nähen, Finishen, Verpacken)*
6. *Transport*
7. *Handel*
8. *Gebrauch*
9. *Entsorgung / Recycling*

Der VDMA beschreibt im Vergleich zur Darstellung nach Lanius eine kürzere textile Kette, die die Fasergewinnung nicht berücksichtigt und die bei der Konfektionierung endet. Die Wertschöpfungskette bei Lanius ist im Unterschied hierzu komplexer und umfasst sowohl die Fasergewinnung als auch Wertschöpfungsstufen, die der Konfektionierung folgen. Das Modell der textilen Kette eignet sich u. a. für die **Analyse von Stoffströmen oder auch die Identifikation von Akteuren und Schnittstellen zwischen den einzelnen Wertschöpfungsstufen**. Vertikale Wertschöpfungsketten spielen insbesondere bei der Behandlung von Fragen der Internationalisierung eine Rolle, vor allem wenn bestimmte Wertschöpfungsstufen global verteilt sind. Gegenwärtig sind diese globalen Wertschöpfungsketten in den Fokus der Diskussion gerückt, da infolge der Covid-19-Pandemie zahlreiche Ketten unterbrochen wurden bzw. nicht mehr funktionierten, wobei auch die Bekleidungsherstellung stark betroffen war bzw. noch ist.

Geht es um den Prozess der **Wertschöpfung auf Unternehmensebene**, eignet sich das Wertschöpfungskettenmodell von Porter (vgl. Porter, 2001:52). Hier spielen vor allem die so genannten Primäraktivitäten des Modells „Inbound Logistics", „Operations", „Outbound Logistics", „Marketing & Sales sowie Service" eine Rolle, da sie im Fall der vorliegenden Fragestellung mögliche Einsatzgebiete für den Einsatz von KI-Lösungen darstellen können. In ihrer aktuellen Studie zu Einsatzpotenzialen der Künstlichen Intelligenz im produzierenden Gewerbe insgesamt wenden Seifert et al. das von ihnen leicht modifizierte Modell von Porter dann auch entsprechend an (vgl. Seifert et al., 2018:12). Hierbei unterscheiden sie in Anlehnung an Porter die Bereiche **Einkauf und Beschaffung**, **Produktion, Marketing und Vertrieb** sowie **Service und Kundendienst.**

Für die **Beschreibung des Status quo einer ganzen Branche** wie der Textilindustrie, wobei die Produktion im Mittelpunkt steht (siehe obige Eingrenzung), ist das für die Analyse der Industriestruktur entwickelte **Modell der fünf Wettbewerbskräfte von Porter** relevant (vgl. Porter, 2008:25-40). In seinem Verständnis bestimmen fünf Wettbewerbskräfte die Struktur eines Industriebereiches und beeinflussen die Art der wettbewerblichen Interaktion in diesem Bereich. Über diese Strukturen bestimmen sie mittel- und langfristig die Profitabilität der Industrie (vgl. Porter, 2008:26). Ihr Verständnis bildet nicht nur den Rahmen für die Einschätzung der aktuellen Profitabilität einer Industrie, sondern auch für die Antizipation und Beeinflussung des Wettbewerbs und der Profitabilität in der Zukunft (vgl. Porter, 2008:26).

Im Modell von Porter spielen Wettbewerbsbeziehungen zwischen Unternehmen innerhalb eines Wirtschaftsbereiches sowie zwischen diesen und anderen Marktteilnehmern (Lieferanten und Kunden) eine zentrale Rolle. Im Unterschied zum Modell der textilen Kette werden hier Zulieferer berücksichtigt, die in der vertikalen textilen Kette nicht vorkommen, wie z. B. der Textilmaschinenbau. Beziehungen zwischen Unternehmen der gleichen Wertschöpfungsstufe werden adressiert sowie alternative Leistungsangebote anderer Branchen mit gleicher Funktion wie die der betrachteten Kernbranche berücksichtigt.

Allerdings können mit dem Modell der fünf Wettbewerbskräfte Kooperationen, offene und kollaborative Innovationsprozesse, die frühzeitige Nutzereinbindung oder Prozesse der Co-Kreation nur schwer erfasst werden. Hierfür sind **Open Innovation Ansätze geeignet**, um Erklärungen und strategische Orientierungen zu geben (vgl. Chesbrough und Appleyard, 2007:57-76). Diese Ansätze wurden inzwischen weiterentwickelt und verweisen auf die Analyse des dynamischen Spannungsfeldes von „Offenheit" und „Geschlossenheit" in der strategischen Ausrichtung von Unternehmen (vgl. Chesbrough und Appleyard, 2017:310-321). Sie verdeutlichen, dass das Modell von Porter zur Analyse einfacher Marktstrukturen geeignet ist und am Beginn der Charakterisierung einer Branche stehen kann. Aus diesen Gründen wird es für die weitere Analyse des Status quo verwendet. Für eine tiefergehende Analyse hoch dynamischer Branchen und von Wirtschaftsbereichen, die unter dem Druck disruptiver Geschäftsmodelle auf der Basis digitaler Technologien stehen und sich verändernden Konstellationen in Wertschöpfungsketten gegenübersehen, ist das Modell von Porter jedoch ggf. zu erweitern. Das betrifft die Analyse der Beziehungen zwischen Unternehmen einer Branche, die nicht nur durch Wettbewerb gekennzeichnet sind, insbesondere was gemeinsame Innovationsaktivitäten betrifft. Darüber hinaus gilt es, mögliche Allianzen mit Zulieferern ebenso in den Blick zu nehmen wie neue Formen der Kundeneinbindung. Aus diesen Gründen wird an verschiedenen Stellen das Modell der fünf Wettbewerbskräfte bei der Analyse und Interpretation um weitere Aspekte ergänzt.

Nachfolgend wird auf die skizzierten Ansätze zurückgegriffen. Basierend auf der **Klassifikation der Textilbranche** wird deren Status quo anhand ausgewählter Indikatoren beschrieben. Dem schließt sich eine Bewertung des Status quo unter Zuhilfenahme des Ansatzes von Porter an (Modell der **fünf Wettbewerbskräfte**), wobei oben genannte Grenzen des Ansatzes berücksichtigt werden. Geht es um Akteurskonstellationen entlang einzelner Wertschöpfungsstufen bzw. entlang der gesamten Wertschöpfungskette, wird auf das **Modell der textilen Kette** zurückgegriffen.

Aufgrund der spezifischen Fragestellung der Szenarioanalyse spielen Produktionstechnologien eine wichtige Rolle, weshalb deren Entwicklungsstand gesondert skizziert wird. Gleiches gilt für den Entwicklungsstand der Künstlichen Intelligenz.

3.2 Die Entwicklung der deutschen Textilindustrie im Rückblick

Nach Expertenmeinung (vgl. Krippendorf et al., 2009) ist seit 2005 der grundlegende **Restrukturierungsprozess der deutschen Textilindustrie nach vielen Jahren weitgehend abgeschlossen**, was sich in einem stabilen Auftragsvolumen und konstanten Produktionszahlen äußert. In diesem Prozess sind die kapitalintensiven Zweige der Produktion überwiegend in Deutschland verblieben, wohingegen die lohnkostenintensive Produktion weitgehend ins Ausland verlagert wurde (vgl. Krippendorf et al., 2009:12). Zeitgleich zum wirtschaftlichen Strukturwandel erfolgte eine stetige technisch-organisationale Erneuerung (vgl. Krippendorf et al., 2009:20). Hervorgehoben wird die vollzogene **Konzentration auf technische Textilien** (vgl. Krippendorf et al., 2009:20). Die Wertschöpfungsketten sind inzwischen internationalisiert und in flexiblen Strukturen organisiert (vgl. Krippendorf et al., 2009:21).

Von den genannten Autoren wurde jedoch bereits im Jahr 2009 darauf verwiesen, dass dieser Strukturwandel der Textilindustrie nicht völlig abgeschlossen ist, sondern als ein andauernder Prozess zu verstehen ist. Eine wichtige Rolle in diesem stetigen Prozess spielen die **Umstellung von Standardprodukten auf spezialisierte High-Tech-Produkte**, die **Anwendung textiler Produkte als Vor- oder Halbfertigprodukte in Anwenderbranchen** oder auch die **Orientierung auf kundenindividuelle Produktion** und damit verbundene Services.

3.3 Die deutsche Textilindustrie in der Gegenwart

Die Umsätze der deutschen Textilindustrie blieben auch im Zeitraum 2010 bis 2017 weitgehend stabil und erreichten im Jahr 2017 eine Höhe von rund 12,4 Mrd. Euro (vgl. Darstellung 4). Im europäischen Vergleich stand sie damit an zweiter Stelle hinter Italien mit einem Umsatz in der Höhe von etwa 21 Mrd. Euro (vgl. textil+mode, 2018:23). Der Anteil des Auslandsumsatzes der deutschen Textilindustrie betrug im Jahr 2017 48 % (vgl. textil+mode, 2018:7). In ähnlicher Weise blieben auch die Auftragseingänge und die Produktion im Zeitraum 2013-2017 stabil (vgl. textil+mode, 2018:18f). Auffällig hierbei ist die Entwicklung bei **Vliesstoffen und technischen Textilien**, die im Unterschied zur Textilindustrie insgesamt eine deutliche Produktionssteigerung aufweisen (vgl. textil+mode, 2018:19).

Wirtschaftszweig	Anzahl Betriebe	Anzahl Beschäftigte	Umsätze in Mio. Euro
Textilindustrie gesamt, davon:	713	65.257	12.388,79
Spinnstoffaufbereitung und Spinnerei	38	3.713	654,32
Weberei	92	9.142	1.824,35
Textil- und Bekleidungsveredlung	115	8.178	1.081,79
Gewirkter und gestrickter Stoff	35	2.850	665,05
Konfektionierte Textilwaren (o. Bekl.)	**178**	**13.540**	**2.171,81**
Teppiche	25	2.848	616,92

Seilerwaren	17	1.330	251,80
Vliesstoff u. Erzeugnisse daraus (o. Bekl.)	55	7.327	1.812,24
Technische Textilien	**125**	**13.484**	**2.845,76**
Sonstige Textilwaren a. n. g.	33	2.845	464,76

Darstellung 4: Betriebe, Beschäftigte und Umsätze der deutschen Textilindustrie in 2017 (eigene Darstellung mit Angaben aus textil+mode, 2018:10, 8, 11)

Betrachtet man Teilbereiche der Textilindustrie, dominieren nach der Anzahl der Betriebe, der Beschäftigten und nach dem Umsatz die Bereiche **Technische Textilien und Konfektionierte Textilwaren** (vgl. Darstellung 4). Zum in der textilen Kette weit am Anfang stehenden Bereich der Spinnstoffaufbereitung und Spinnerei gehören lediglich 38 Unternehmen mit insgesamt 3.713 Beschäftigten (vgl. Darstellung 4).

Die Struktur der Textilindustrie nach Beschäftigtengrößenklassen ist dadurch gekennzeichnet, dass mit einem Anteil von 44 % die Gruppe der **Unternehmen mit zwischen 20 und 49 Beschäftigten deutlich dominiert**. Mit einem Anteil von 27 % bzw. 23 % folgen Unternehmen mit zwischen 50 und 99 sowie zwischen 100 und 249 Beschäftigten. Es gibt nur 32 größere (250 bis 499 Beschäftigte) und 8 sehr große Unternehmen (über 500 Beschäftigte) (vgl. textil+mode, 2018:12).

Diese Betriebe sind bis auf die Ausnahmen Bremen und Hamburg auf alle Bundesländer verteilt, wobei eine deutliche Konzentration in Nordrhein-Westfalen (199 Betriebe), Bayern (127 Betriebe), Baden-Württemberg (121 Betriebe) und Sachsen (103 Betriebe) festzustellen ist (vgl. textil+mode, 2018:13).

Die **Textilindustrie ist ein eher kleiner Bereich des Verarbeitenden Gewerbes**. Zum Vergleich waren im Jahr 2017 im Bereich der Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln 5.498 Betriebe mit 531.451 Beschäftigten und einem Umsatz in der Höhe von etwa 150.5 Mrd. Euro aktiv, im Maschinenbau 6.230 Betriebe mit etwa einer Million Beschäftigten und einem Umsatz in der Höhe von rund 252 Mrd. Euro (vgl. Statistisches Bundesamt, 2019).

Was die **Innovativität der Branche insgesamt** betrifft (Textilindustrie, Bekleidungsindustrie sowie Schuh- und Lederwarenindustrie) liegt sie **im Durchschnitt des Verarbeitenden Gewerbes** (vgl. Darstellung 5) (vgl. ZEW, 2019:12f).

Indikator	Textil/Bekleidung/Leder, Anteil in %	Verarbeitendes Gewerbe, Anteil in %
Innovationsausgaben in Relation zum Umsatz	3,3	5,8
Anteil Unternehmen mit kontinuierlicher FuE	17	18
Anteil Unternehmen mit gelegentlicher FuE	12	10
Anteil Unternehmen ohne interne FuE	23	23
Anteil Unternehmen mit Produkt- oder Prozessinnovationen	43	45
Anteil Unternehmen mit Produktinnovationen	32	33
Anteil Unternehmen mit Prozessinnovationen	29	28
Anteil Unternehmen mit Marktneuheiten	14	14
Anteil Unternehmen mit Wissenschaftskooperationen	18	18

Darstellung 5: Innovationsindikatoren (Eigene Darstellung mit Angaben aus ZEW, 2019:12f)

Für wichtige Teilmärkte der Textilindustrie, wie beispielsweise den der **technischen Textilien**, sind differenzierte Aussagen verfügbar. Der Weltmarkt für technische Textilien entwickelt sich, geschätzt basierend auf dem Gherzi application based world and regional model, im Zeitraum von 2010 bis 2020 von 116,5 Mrd. USD auf 198 Mrd. USD (van Delden und Aucoutier, 2016:80), wobei sich die Anwendungsvielfalt stetig erhöht.

Der Verbrauch technischer Textilien in der EU stellt sich nach Anwendungsbereichen im Jahr 2014 wie folgt dar:

Bereich	Marktgröße in Mrd. USD
Landwirtschaft	9,9
Hygiene	8,5
Sport	8,1
Sicherheit	6,9
Bekleidung	5,4
Medizin	4,8
Umwelt	4,2
Industrie	25,6
Mobilität	24,2
Verpackung	17,6
Haushalt	14,9

Darstellung 6: Teilmärkte technischer Textilien (eigene Darstellung basierend auf van Delden und Aucoutier 2016:83)

3.4 Wettbewerbssituation der deutschen Textilindustrie

Im Folgenden werden die fünf Wettbewerbskräfte nach Porter für die Textilindustrie beschrieben. Ein ähnliches Vorgehen findet sich bei Sarnow und Schröder bezogen auf die Bekleidungsbranche (vgl. Sarnow und Schröder, 2019:268f).

Die Einschätzungen des Foresightteams zu den Wettbewerbskräften basieren auf Aussagen aus der Literatur und auf einem ausführlichen Interview mit dem Experten 6 aus dem Textilbereich (vgl. Experte 6, 2020, Interviewtranskript). Jede Wettbewerbskraft wird zunächst beschrieben (Hauptmerkmal). Dem folgt eine kurze Darstellung der Segmentierung der Textilindustrie und ihrer Akteure, da die Wettbewerbskraft in differenzierter Weise auf unterschiedliche Bereiche der Textilindustrie wirken kann. Entlang von ausgewählten Indikatoren wird anschließend die Wettbewerbskraft analysiert.

Bedrohung durch neue Wettbewerber
Hauptmerkmal der Wettbewerbskraft: Der Grad der Bedrohung durch neue Wettbewerber ist abhängig von der Höhe der Markteintrittsbarrieren und den erwarteten Reaktionen der etablierten Unternehmen.
Segmentierung und Akteure
Zu den entsprechenden Segmenten der Textilindustrie zählen die Garnherstellung, die Herstellung textiler Flächen, die Textilveredlung sowie die Konfektionierung von Endprodukten. Unterschieden werden können auch die Anwendungsbereiche Bekleidung, Heim- und Haustextilien sowie technische Textilien, für die es unterschiedliche Markteintrittsbarrieren geben kann. Berücksichtigt werden sollten auch unterschiedliche Integrationsgrade von Unternehmen entlang der textilen Kette.
Indikatoren
Skaleneffekte: Die Branche hat einen starken Konsolidierungsprozess hinter sich, infolge dessen alle Kostenarten optimiert wurden. Dies trifft für hoch innovative Bereiche der technischen Textilien möglicherweise nicht in dem Maße zu. Insofern bestehen hohe Markteintrittsbarrieren für neue Wettbewerber im Bereich der Bekleidungsherstellung und der Herstellung von Heim- und Haustextilien, geringere Markteintrittsbarrieren im Bereich der technischen Textilien. Für die o. g. Segmente, so sie sich nicht auf technische Textilien beziehen, werden hohe Markteintrittsbarrieren angenommen.
Kostenvorteile aufgrund von geschützten Zugängen zu Inputs: Etablierte Beziehungen zu Rohstofferzeugern und zwischen Akteuren aus weiteren Wertschöpfungsstufen lassen Kostenvorteile gegenüber neuen Wettbewerbern erwarten. Auch hier bestehen eher hohe Markteintrittsbarrieren.
Kundenbindung: Kunden finden sich entlang der textilen Kette, mit Ausnahme der Rohstoffgewinnung. Es handelt sich um B2B-Kunden. Zwischen Garnherstellern und -verarbeitern besteht i. d. R. eine hohe Kundenbindung, da auf den Endkunden bezogene hoch spezialisierte Produktqualitäten

der Zulieferungen erforderlich sind. Auch was die unterschiedlichen Anwendungsbereiche für Textilien betrifft, spielt die Kundenbindung eine wichtige Rolle für die Textilunternehmen, die sich (zumindest in Deutschland) in hohem Maße auf hochgradig individualisierte Produkte konzentriert haben. Mass Customization wird bereits von 46 % der im Rahmen von futureTEX befragten Unternehmen eingesetzt, 36 % haben mit der Umsetzung begonnen (vgl. FUTURETEX, 2017:5). Die Auftragsgenerierung erfolgt bei 91 % der Unternehmen über Bestandskunden (vgl. FUTURETEX, 2017:6). Insgesamt ist die Textilindustrie individualisiert und differenziert ausgerichtet (vgl. FUTURETEX, 2017:8).
Hoher Kapitalbedarf, etwa für Investitionen: Die Investitionen in der Textilindustrie haben sich im Vergleich 2012 zu 2016 um 22,8 % erhöht und betrugen in 2016 435.505 Mio. Euro. 85,6 % aller Unternehmen der Textilindustrie haben 2016 investiert (vgl. textil+mode, 2018:56). Dieser Anteil lag somit etwa auf gleicher Höhe wie der des gesamten Verarbeitenden Gewerbes in 2017 (85,9 %) (vgl. Statistisches Bundesamt, 2018:50). Die Situation innerhalb der Textilindustrie ist dabei durchaus differenziert einzuschätzen. Die durchschnittlichen jährlichen Investitionen je Betrieb betrugen im Bereich Herstellung von Vliesstoff und Erzeugnissen daraus (ohne Bekleidung) 1.675 Mio. Euro, im Bereich Technische Textilien 675.254 Euro und im Bereich Herstellung von konfektionierter Textilware (ohne Bekleidung) lediglich 281.910 Euro (vgl. Statistisches Bundesamt), 2018:54f). Besonders hohe Markteintrittsbarrieren lassen sich hiermit nicht begründen, aber Unterschiede vermuten.
Umstellungskosten für Kunden bei Lieferantenwechsel und geringe Wechselbereitschaft: Aufgrund der engen Kundenbindung in der gesamten textilen Kette ist die Wechselbereitschaft gering und damit die Markteintrittsbarriere hoch.
***Staatliche Regulierung sowie Subventionen*:** Die öffentliche Förderung der Textilforschung in Deutschland beträgt durchschnittlich ca. 73,4 Mio. Euro jährlich (vgl. textil+mode, 2018:6). Darüber hinaus gibt es keine im Vergleich zu anderen Branchen speziellen Regelungen. Daher werden keine hohen Markteintrittsbarrieren angenommen.

Verhandlungsstärke der Lieferanten
Hauptmerkmal der Wettbewerbskraft: Eine große Verhandlungsmacht der Lieferanten beeinflusst nach Porter die Attraktivität einer Branche negativ.
Segmentierung und Akteure
Zu den entsprechenden Segmenten gehören die Fasergewinnung, was sowohl Naturfasern als auch Chemiefaser beinhaltet, und der Textilmaschinenbau.
Indikatoren
Konzentrationsgrad: Der Anbau von **Faserpflanzen** findet weltweit statt und ist dezentral organisiert (vgl. Schlomski, 2017). In geringem Umfang werden auch in Deutschland noch Fasern angebaut, insbesondere Hanf und Flachs (vgl. Carus et al., 2008:15). Die Fasergewinnung umfasst neben dem Anbau der Pflanzen die Erstaufbereitung, teilweise die Verarbeitung (etwa zu Vliesstoffen) und den Handel. Der Handel wird geregelt durch Börsen, deren Mitglieder u. a. Produzenten, Händler, Transporteure, Spinnereien und Webereien sind (vgl. Baumwollbörse, o. J.). Der Konzentrationsgrad ist gering. Die Weltproduktion von **Chemiefasern** ist seit 1975 stetig gestiegen und lag 2018 bei 73,4 Mio. Tonnen (vgl. Industrievereinigung Chemiefaser, 2019). Nach Regionen betrachtet liegen auf Platz 1 China mit 48,8 Mio. Tonnen, auf Platz 2 Indien mit 6,3 Mio. Tonnen und auf Platz 3 die USA mit 3,6 Mio. Tonnen (vgl. Industrievereinigung Chemiefaser, 2018a). In Deutschland beträgt die Produktion von Chemiefasern nur noch 0,625 Mio. Tonnen (vgl. Industrievereinigung Chemiefaser, 2018b). Die **Einsatzgebiete von Chemiefasern** in Deutschland liegen schwerpunktmäßig im technischen Bereich (59 %). Heimtextilien sind für 25 % der Chemiefasern das Einsatzgebiet und Bekleidung für 16 % (vgl. Industrievereinigung Chemiefaser, 2019). Die deutsche Chemiefaserindustrie ist durch einen dramatischen Schrumpfungsprozess gekennzeichnet.

So sank die Zahl der Beschäftigten in diesem Bereich von 50.000 Anfang der 70er Jahre auf 7.600 in 2015 und erreichte in 2017 ein Niveau von 8.747 (vgl. Dispan, 2015:1). Mit dem Rückzug der großen Chemiefaserhersteller Hoechst, Bayer und Du Pont in den 90er Jahren (vgl. Löbbe, 2018:19) aus dem Chemiefasergeschäft setzte ein Dekonzentrationsprozess ein (vgl. Löbbe, 2018:31). In Anknüpfung an Löbbe charakterisierte Dispan die Situation der deutschen Chemiefaserindustrie in der Vergangenheit wie folgt: Nachlassende Nachfrage; Weltweite Ausweitung der Kapazitäten; Sinkende Preise und hoher Importdruck; Negative Wirkungen des EEG (vgl. Dispan, 2015:4). Die Industrie reagierte darauf mit veränderten Unternehmensstrukturen, Rationalisierung und der Orientierung auf neue Verwendungsbereiche (insbesondere für technische Anwendungen) (vgl. Dispan, 2015:4). Der **Konsolidierungsprozess scheint heute weitgehend abgeschlossen zu sein**. Die Industrie sieht sich aber nach wie vor einem intensiven Wettbewerb national und international gegenüber (vgl. Dispan, 2015:21). Sie hat extrem hohe Fixkosten und daher Schwierigkeiten, allein mit Spezialitäten erfolgreich zu sein und ist gezwungen auch Massenprodukte herzustellen (vgl. Dispan, 2015:26). Insgesamt wird hieraus auf einen geringen Konzentrationsgrad der Branche in Deutschland geschlossen. Der deutsche **Textilmaschinenbau** ist seit über 50 Jahren Exportweltmeister. Die Exportquote liegt bei 95 % (vgl. VDMA, 2019:4f). Den größten Anteil hieran haben Spinnmaschinen (46 %) und Veredlungsmaschinen (25 %) (vgl. VDMA, 2019:8, 14). Im VDMA sind 120 Hersteller engagiert, die etwa 90 % des Umsatzes abdecken. Der **Textilmaschinenbau ist technologieintensiv und innovativ.** Der Konzentrationsgrad ist hoch. Auch aufgrund seiner Exportintensität verfügt er über eine große Verhandlungsstärke. Der Interessenkonflikt zwischen den Textilmaschinenbauunternehmen und den Textilherstellungsunternehmen besteht darin, dass die Maschinenbauunternehmen daran interessiert sind, nicht nur einzelne Maschinen, sondern komplette Maschinenlinien (einschließlich Vorbereitungsmaschinen) zu verkaufen. Die Textilhersteller hingegen sind eher an der jeweils optimalen Maschine interessiert. Hier spielt dann auch der Spezialmaschinenbau eine Rolle, z. T. werden eingekaufte Maschinen von den Textilherstellern selbst spezifiziert. Darüber hinaus sind die Textilhersteller bestrebt, ihr technisches Know-how den Textilmaschinenbauern nicht offenzulegen. Aber: Die räumliche Nähe zwischen konsolidierter Textilindustrie und Textilmaschinenbau befördert deren Kooperation und stellt einen internationalen Wettbewerbsvorteil der Textilindustrie dar. Sie hat schnelleren Zugang zu neuen Technologien und Rationalisierungspotenzialen.
Möglichkeit der Drohung zur Vorwärtsintegration: Das Drohungspotenzial zur Vorwärtsintegration ist seitens der Faserhersteller sehr gering. Auch Textilmaschinenbauer werden eher nicht in die Nischenmärkte der Textilhersteller einsteigen.
Grad der Abhängigkeit von der Textilindustrie: Sowohl die Faserhersteller als auch die Textilmaschinenbauer sind aufgrund ihrer Spezialisierung in hohem Maße von der Textilindustrie abhängig. Allerdings sind sie nicht so sehr von der deutschen Textilindustrie abhängig.
Höhe der Kosten für den Lieferantenwechsel: Die Höhe der Kosten beim Wechsel der Faserproduzenten werden als gering eingeschätzt. Beim Wechsel der Textilmaschinenhersteller ist mit hohen Kosten zu rechnen.
Differenzierungsgrad der Produktpalette: Die Produktpalette im Bereich der Naturfasern ist begrenzt. Den wichtigsten Rohstoff bilden Baumwolle und Wolle. Im Bereich der Chemiefasern gibt es eine breite Produktpalette. Im Textilmaschinenbau besteht ein erhebliches Differenzierungspotenzial. Aber: Das muss nicht die Verhandlungsstärke der Textilunternehmen schwächen.
Substituierbarkeit der Produkte: Die extrem hohen Marktanteile von Baumwolle und Wolle im Bereich der Naturfasern legen eine geringe Substituierbarkeit in diesem Bereich nahe. Sie wurden in der Vergangenheit jedoch in hohem Maße durch Chemiefasern substituiert. Dieses Substitutionspotenzial existiert weiter.

Verhandlungsstärke der Käufer
Hauptmerkmal der Wettbewerbskraft: Ebenso wie bei den Lieferanten bestimmt die Verhandlungsstärke der Käufer das Ausmaß der Interessendurchsetzung in Geschäftsbeziehungen.
Segmentierung und Akteure
Zu den entsprechenden Segmenten gehören Käufer insbesondere aus den Bereichen Bekleidung sowie technische Textilien. Es handelt sich ausschließlich um B2B-Kunden.
Indikatoren
Wenige Käufer mit hoher Verhandlungsstärke: Die **Bekleidungsindustrie** ist hochgradig internationalisiert. In Deutschland gab es in 2017 251 Unternehmen, mit einem Umsatz in Höhe von rund 7,2 Mrd. Euro. Neben vielen kleinen Unternehmen gibt es noch 8 größere Unternehmen (vgl. textil+mode, 2018:14). Sie stehen alle in einem scharfen Wettbewerb, insbesondere mit internationalen vertikalen Ketten wie H&M (vgl. Bachstädt und Rall, 2016:457ff). Vor allem der Umsatz in der Arbeits- und Berufsbekleidung ist in den vergangenen Jahren deutlich gestiegen, während andere Bereiche stagnieren (vgl. textil+mode, 2018:8f). Die globale Bekleidungsindustrie ist durch eine hohe Wettbewerbsintensität (vgl. Augustin, 2015:23), Preisdruck, Nachfrageschwankungen und technologische Herausforderungen geprägt (vgl. Colovic, 2012:91ff). Es hat sich in der vergangenen Dekade ein Wechsel hin zu Käufermärkten vollzogen. Große Modelabel und internationale Händler sind nah an den Präferenzen der Kunden und dominieren die Wertschöpfungskette. Sie haben die Herstellungsprozesse drastisch verkürzt, nutzen IT auch für Beschaffungslogistik (vgl. Richero und Ferrigno, 2017:v). Sie entscheiden über das Design, den Stil, die Bestandteile der Bekleidung aber auch über Produktionsstandorte, Produktionskosten und Preise (vgl. Richero und Ferrigno, 2017:v). Sie sind in der Lage, ihre Zuliefernetzwerke ohne größere Probleme zu modifizieren (vgl. Richero und Ferrigno, 2017:10). Die deutsche Textilindustrie hat sich in den vergangenen Jahren immer stärker dem Bereich der **technischen Textilien** zugewandt und sich somit dem oben geschilderten Druck im Bereich der Bekleidung in gewissem Maße entziehen können. Es wird angenommen, dass sich die Verhandlungsmacht der Käufer in den verschiedenen Anwenderbranchen (z. B. Automobil, Gesundheitstechnik, Umwelttechnik, Bautechnik) sehr stark unterscheidet. In der Automobilindustrie beispielsweise gibt es z. T. sehr große Zulieferunternehmen, die als Systemanbieter für die Automobilhersteller oder auch für die Flugzeugindustrie fungieren. Sie fragen technische Textilien als Komponenten ihrer Systeme nach und kontrollieren ihre Zulieferketten, indem sie jährliche Kostensenkungen verlangen und ggf. Einfluss auf die Optimierung der Herstellungsprozesse nehmen (vgl. Experte 6, 2020, Interviewtranskript). Hinzu kommen hohe Anforderungen an Zertifizierung und Qualitätssicherungssysteme. In anderen Bereichen, etwa der Gesundheitswirtschaft, haben sich eher Netzwerke zwischen Textilherstellern und Anwendern gebildet, um gemeinsam Innovationsprozesse voranzutreiben. Hier dürften eher neue, qualitativ hochwertige Spezialprodukte im Mittelpunkt stehen, weniger große Margen und Preise.
Industrieprodukte der Verkäufer sind standardisiert oder undifferenziert: Die Industrieprodukte der Verkäufer, also der Textilindustrie, sind in allen drei Segmenten als eher hochgradig differenziert einzuschätzen.
Käufer haben nur geringe Kosten für den Wechsel zwischen Lieferanten: Für große Unternehmen der **Bekleidungsindustrie** trifft es zu, dass sie nur geringe Kosten im Fall des Wechsels der Lieferanten haben. Für die **Anwenderbranchen** trifft dies nicht zu. Hier stehen hochgradig individualisierte Produkte im Vordergrund und ein Lieferantenwechsel ist nicht ohne größere Aufwendungen zu bewerkstelligen.
Käufer können mit einer Rückwärtsintegration drohen: Das Bedrohungspotenzial ist in der **Bekleidungsindustrie eher nicht** gegeben. Angesichts der schnellen Produktwechsel im Bereich Mode dürften die Beschaffung von Technik und das Anlernen nicht qualifizierter Arbeitskräfte zu aufwendig sein. Auch für die **Anwenderbranchen** trifft das eher nicht zu. Sie entstammen einem anderen Branchenhintergrund und verfügen i. d. R. nicht über die erforderlichen textilen Kompetenzen.

Bedrohung durch Ersatzprodukte / Substitute
Hauptmerkmal der Wettbewerbskraft: Wenn die Bedrohung durch Substitute groß ist, leidet die Profitabilität der Industrie.
Segmentierung und Akteure
Zu den entsprechenden Segmenten gehören die Fasergewinnung, die Herstellung von Garnen und textilen Flächen für die Bereiche Bekleidung, Heim- und Haustextilien sowie Technische Textilien.
Indikatoren
Substitute mit attraktiverem Preis-Leistungs-Verhältnis: Im vorgelagerten Bereich der Fasergewinnung sind Substitutionsprozesse sowohl innerhalb der Naturfasern als auch zwischen Naturfasern und Chemiefasern möglich. Von derartigen Substitutionsprozessen wären insbesondere in den nachfolgenden Wertschöpfungsstufen zum Einsatz kommende Verarbeitungstechnologien betroffen, was mit Umstellungskosten für die Textilindustrie verbunden wäre. In der Textilindustrie selbst sind Substitute für textile Materialien und Produkte eher unwahrscheinlich. Im Gegenteil ist zu erwarten, dass in vielen Anwendungsbereichen Textilien in zunehmendem Maße als Substitute bzw. Kombinationsmaterialien zum Einsatz kommen werden.
Geringe Umstellungskosten der Käufer für das Substitut: Entfällt für die Textilindustrie im engeren Verständnis.

Rivalität unter vorhandenen Wettbewerbern
Hauptmerkmal der Wettbewerbskraft: Das Ausmaß, das die Rivalität auf die Profitabilität einer Industrie hat, hängt nach Porter von der Intensität des Wettbewerbs ab.
Segmentierung und Akteure
Das zu betrachtende Segment wird durch die Textilindustrie gebildet. Es lassen sich eine nationale und eine internationale Dimension in diesem Segment unterscheiden.
Indikatoren
***Es gibt viele Wettbewerber oder sie sind in Größe und Macht etwa gleich aufgestellt*:** Es gibt national und international viele Wettbewerber. Nachfrageschwankungen und Nachfrageveränderungen fordern die Textilunternehmen heraus. Die Preise sinken. In Deutschland gibt es nach einem langjährigen Konsolidierungsprozess einige größere Wettbewerber. Insbesondere der Preiswettbewerb wirkt negativ auf die Profitabilität, etwa im Bekleidungsbereich, wohingegen Produktwettbewerb oder Differenzierung über zusätzliche Dienstleistungen nicht derart negativ auf die Branche wirken, da hiermit ein größerer Kundennutzen verbunden ist, der höhere Preise rechtfertigt. Insofern macht auch hier die Anwendungsorientierung der Textilindustrie einen Unterschied. Auch im Bereich der technischen Textilen besteht ein Wettbewerb, der in Deutschland in der Form regionaler Cluster ausgetragen wird (ZITEX, NRW; TechT Neckar-Alb; Allianz faserbasierte Werkstoffe Baden-Württemberg; Netzwerk Textile Innovationen, Bayern innovativ) (vgl. FUTURETEX, 2013:49). Allerdings gibt es auch Kooperationen, bspw. bei Produktionsengpässen. Kooperation und Wettbewerb schließen einander somit nicht vollständig aus. In einigen Fällen verbünden sich deutsche Textilhersteller auch gegen ausländische (z. B. asiatische) Wettbewerber.
Das Wachstum in der Industrie ist gering und der Kampf um Marktanteile nimmt zu: Das Wachstum der Textilindustrie ist insgesamt gering. Der Kampf um Marktanteile nimmt weltweit weiter zu. Ein Ausdruck dessen ist die strategische Ausrichtung vieler deutscher Textilunternehmen auf Nischen, insbesondere im Bereich der technischen Textilien. Dies geht einher mit der Orientierung auf kundenspezifische Lösungen.

Zusammenfassung der Wettbewerbssituation

Die **Bedrohung durch neue Wettbewerber** wird insgesamt als gering eingeschätzt, da für die Textilindustrie hohe Markteintrittsbarrieren existieren. Diese resultieren vor allem aus einem i. d. R. hohen Grad der Kundenbindung und ggf. hohen Kosten bei Lieferantenwechsel. Der Kapitalbedarf der Branche und deren staatliche Regulierung weisen im Vergleich zu anderen Branchen keine Besonderheiten auf.

Die **Verhandlungsstärke der Zulieferer** auf vorgelagerten Wertschöpfungsstufen der Fasergewinnung wird aufgrund eines geringen Konzentrationsgrades als gering eingeschätzt, die der Textilmaschinenbauer hingegen als hoch, wobei aber auch enge Kooperationsbeziehungen zwischen Textilherstellern und Textilmaschinenbauern angenommen werden. Die Zusammenarbeit mit den Textilmaschinenbauunternehmen gewinnt noch an Bedeutung, da sie Innovationen treiben und aufgrund ihrer weltweiten Marktposition über relevantes Marktwissen und entsprechende Netzwerkzugänge verfügen. Die Möglichkeiten der Vorwärtsintegration der Zulieferer und der Substituierbarkeit der Produkte werden als gering eingeschätzt, der Grad der Abhängigkeit der Zulieferer von der Textilindustrie ist hoch.

Die **Verhandlungsstärke der Käufer** ist differenziert einzuschätzen. Käufer aus dem Bereich der Bekleidungsindustrie verfügen i. d. R. über eine große Verhandlungsstärke, für sie ist ein Lieferantenwechsel mit relativ geringen Kosten möglich. Im Bereich der technischen Textilien wird eine differenzierte Verhandlungsstärke der Käufer angenommen, je nach Unternehmenstyp und -größe sowie Anwenderbranche. Ein Lieferantenwechsel ist für sie aufwendiger, sie verfügen nicht über das Potenzial zur Rückwärtsintegration. Für den Bereich der Heim- und Haustextilien trifft eher die Einschätzung zu den technischen Textilien zu.

Die **Bedrohung durch Ersatzprodukte** für textile Materialien und Produkte wird als gering eingeschätzt.

Die **Rivalität unter vorhandenen Wettbewerbern** ist in allen Bereichen groß. Das Marktwachstum der Branche insgesamt ist gering, der Preisdruck hoch und der Kampf um Marktanteile intensiv. Insofern entfaltet diese Wettbewerbskraft erheblichen Druck auf die Textilindustrie. Diese Aussage relativiert sich, wenn der Wettbewerb überwiegend über Produktdifferenzierung und nicht über Preise geführt wird, wie häufig im Bereich der technischen Textilien.

Aus den Betrachtungen zur Entwicklung der Textilindustrie und zur Wettbewerbssituation der Branche ergeben sich mehr oder weniger direkt folgende Einflussfaktoren für Einsatzmöglichkeiten der Künstlichen Intelligenz in der Textilproduktion im Jahr 2030:

- Weltwirtschaftsentwicklung weltweit und in Deutschland, die das Nachfrageverhalten nach Textilien beeinflusst,
- Wettbewerbssituation der deutschen Textilindustrie im Bereich technische Textilien,
- Kooperationsverhalten von Unternehmen, insbesondere zwischen Unternehmen der Textilindustrie aber auch zwischen Unternehmen verschiedener Branchen (z. B. Zulieferer und Textilunternehmen),
- Rohstoffpreise, z. B. für Textilfasern,
- Energiepreise, als Kostenfaktor des Betriebs der textilen Produktionsanlagen,
- Kaufkraft und Zahlungsbereitschaft von Endverbrauchern, als Komponente der Nachfrage nach Textilien,
- Nachfrage aus Anwenderbranchen, als Komponente der Nachfrage nach Textilien,
- Investitionsverhalten der deutschen Textilindustrie,
- Entwicklung des Textilhandels sowie der Textillogistik, als Anschlussstufen in der textilen Kette,

- Handels- und Zollpolitik, bezogen auf den Schutz von Textilmärkten,
- Förderpolitik des Bundes in den Bereichen Forschung und Entwicklung,
- Wirtschaftsstrukturpolitik der EU und des Bundes, z. B. bezogen auf die Förderung des Mittelstandes

3.5 Textile Produktionstechnologien im Überblick

Im Folgenden werden Produktionstechnologien hinsichtlich ihres Entwicklungsstandes analysiert, wobei insbesondere auf die folgenden Studien zurückgegriffen wird:

Bezeichnung der Studie	Hauptinhalte
Mass Customization in der ostdeutschen Textilindustrie: Status quo, Geschäftsmodelle, IT & Potenzial textiler Technologien. Abschlussbericht des futureTEX-Projekts Basisvorhaben Mass Customization (vgl. FUTURETEX. 2017); ergänzt um ein Experteninterview	Satus quo der Fertigungstechnologien, Stand IT-Einsatz, Forschungs- und Entwicklungsbedarfe
Perspektiven 2035. Ein Leitfaden für die textile Zukunft. (vgl. Forschungskuratorium Textil, 2020)	Erwartete Technologieentwicklungen im Bereich Produktionstechnologien und Produkte
Towards a 4th Industrial Revolution of Textiles and Clothing. A Strategic Innovation and Research Agenda for the European Textile and Clothing Industry. (vgl. ETP, 2016).	Übergreifende Innovationslinien und Game Changer in der Textilindustrie

Darstellung 7: Studien zu Technologien in der Textilproduktion

Für die unterschiedlichen Fertigungstechnologien entlang der textilen Kette wurden im oben genannten Basisvorhaben futureTEX, an dem fünf Forschungseinrichtungen mitgearbeitet haben, sowohl spezifische als auch übergreifende Status quo-Merkmale sowie Forschungs- und Entwicklungsbedarfe herausgearbeitet.

Ein zentrales übergreifendes Merkmal den Status quo betreffend ist die Fähigkeit, eine große Vielfalt von Materialien mit einer spezifischen Technologie verarbeiten zu können, was auf eine **große Flexibilität der Produktionsprozesse** schließen lässt. Für mehrere Produktionstechnologien wurden gemeinsame FuE-Bedarfe ermittelt, die auf noch vorhandene **Schwächen der Produktionstechnologien** hinweisen. Das betrifft insbesondere die Entwicklung der Schnittstelle zwischen Kundenbestellung und Produktionsvorbereitung/Anlagensteuerung, die Entwicklung von Konfiguratoren sowie von Algorithmen zur Beurteilung der Plausibilität der von Konfiguratoren angebotenen Varianten sowie die Entwicklung von Lösungen für die effiziente Bearbeitung kleiner Partien (vgl. FUTURETEX, 2017:14ff). Die Bedeutung der Schnittstelle zum Kunden in der Textilindustrie ergibt sich insbesondere daraus, dass das Textil als „Fühlprodukt" persönlichen Kontakt erfordert, was für den Vertrieb hohe Kosten und einen komplizierten Prozess der Individualisierung im Falle sehr technischer Anwendungen bedeutet (vgl. FUTURETEX, 2017:8).

Spezifische Einschätzungen zum Status quo einzelner Produktionstechnologien entlang der textilen Kette und zu entsprechenden Forschungsbedarfen können dem Abschlussbericht zum Basisvorhaben entnommen werden (vgl. FUTURETEX, 2017). An dieser Stelle sei lediglich auf einige Beispiele verwiesen, um Hinweise für Einflussfaktoren zu bekommen, die die Zukunft der Textilproduktion beeinflussen können.

Auf der Wertschöpfungsstufe der **Garnherstellung** betrifft das beispielsweise die Entwicklung von Technologien zur **Funktionalisierung von Oberflächen oder zur Integration von Mikrosystemkomponenten** (vgl. FUTURETEX, 2017:17). Bezogen auf **Wirkerei und Strickerei** wird Forschungs- und Entwicklungsbedarf im Bereich der **Modellierung und Simulation** für das Rundstricken sowie bei der Integration

von Stricken und Wirken gesehen (vgl. FUTURETEX, 2017:27). Größere Forschungs- und Entwicklungsbedarfe bestehen in der **Vliesherstellung**, da die zugrundeliegenden Prozesse noch nicht in ausreichendem Maße mathematisch und physikalisch erfasst sind. Auch in diesem Bereich wird nach **Vorhersage- und Simulationsmethoden für das Verhalten von Vliesstoffen** gesucht (vgl. FUTURETEX, 2017:32). Für die **Druckerei** wird eingeschätzt, dass Druckprozesse in Kombination mit der Veredlung noch nicht ausreichend analysiert und dokumentiert sind. Auch die Schnittstellen zwischen Kundenbestellung, Produktionsvorbereitung und Druckersteuerung seien weiterzuentwickeln (vgl. FUTURETEX, 2017:46). Auf der Wertschöpfungsstufe der **Veredlung** wird nach Verfahren gesucht, die in stärkerem Maße **ökologische Aspekte** berücksichtigen und auf **individuelle Kundenansprüche** ausgerichtet sind. Auch die Entwicklung **zerstörungsfreier Prüfverfahren** sowie die Entwicklung von Lösungen zur Verringerung von Rüstzeiten oder für **flexiblere Partiegrößen** wurden herausgearbeitet (vgl. FUTURETEX, 2017:52).

Über den Status quo und spezifische Forschungsbedarfe hinaus, wurden im genannten Basisvorhaben zentrale Ansätze für den IT-Bereich benannt. Diese stehen in engem Zusammenhang mit den bereits erwähnten Konfiguratoren (vgl. FUTURETEX, 2017:18, 23, 28, 33, 42, 53, 58). Für die Weberei wird die **Verknüpfung der Webprozesse mit der Simulation der erzielten Gewebeeigenschaften** hervorgehoben (vgl. FUTURETEX, 2017:23). Für Wirkerei, Vliesherstellung und Stickerei spielt insbesondere die **Visualisierung der Endprodukte, z. T. unter Einbeziehung der Haptik**, eine Rolle (vgl. FUTURETEX, 2017:28, 33, 42). Für die Druckerei werden **Web-To-Print und Web-To-Function** betont, darüber ebenfalls die **Visualisierung der Drucke** und die **Vorhersagbarkeit gedruckter Eigenschaften** (vgl. FUTURETEX, 2017:47). Für den Veredlungsbereich werden IT-Systeme genannt, die eine **automatische Übernahme von Daten aus vorherigen Verarbeitungsstufen** ermöglichen (vgl. FUTUETEX, 2017:53).

Generelle Anforderungen an IT-Lösungen ergeben sich aus der technologischen Verknüpfung vor- bzw. nachgeschalteter Prozessstufen in der textilen Kette (vgl. FUTURETEX, 2017:23). Hierbei ist jedoch darauf zu verweisen, dass die Durchgängigkeit der **digitalen Verknüpfung in der textilen Kette nicht in jedem Fall für Unternehmen notwendig** ist. Sie wird besonders in Fällen angestrebt, in denen Endverbraucher an einer möglichst durchgängigen Rückverfolgbarkeit interessiert sind. Ohne wirtschaftliche Notwendigkeit sind die Aufwendungen für eine derartige Integration zu hoch. Der Integration sind aber auch Grenzen gesetzt, die den Beziehungen zwischen verschiedenen Akteuren in der textilen Kette geschuldet sind. Vorprodukte werden z. B. je nach spezieller Anforderung der nachfolgenden Verarbeitungsstufe zugeliefert und die Zulieferer können gewechselt werden. Ähnliches trifft auf die Digitalisierung bzw. die Automatisierung insgesamt zu, bezüglich derer sich die Situation in einzelnen Stufen der textilen Kette und von Fall zu Fall unterschiedlich darstellen kann. So gehört beispielsweise die Weberei zu den ersten digitalisierten Produktionsbereichen überhaupt, basierend auf Lochkarten, und ist heute weitgehend automatisiert. Es gibt aber auch Bereiche, in denen sich die Herstellungstechnologie nicht grundsätzlich geändert hat und ältere Maschinen zum Einsatz kommen, die keine Daten bereitstellen, was aus technologischen wie wirtschaftlichen Gründen auch nicht notwendig ist (vgl. Experte 6, 2020, Interviewtranskript). Deshalb kommt in diesen Fällen ein Retro-Fitting auch nicht zum Einsatz (z. B. einfaches, standardisiertes Rundstricken).

Für die Beschreibung des Status quo der Textilproduktion ist auch relevant, ob es eine **Lücke zwischen der Forschung und der Praxis in KMU** gibt und wie groß diese ist. In Gesprächen sowohl mit Vertreter/innen des Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrums Textil vernetzt als auch im Expertengespräch mit dem Vertreter eines Textilforschungsinstitutes wurde deutlich, dass diese Lücke groß zu sein scheint. Das liegt zum einen daran, dass die KMU häufig nicht über die finanziellen und personellen Ressourcen verfügen, Forschungsergebnisse umzusetzen, obwohl sie in vielen Fällen dazu technisch in der Lage wären. Hinzu kommt zum anderen, dass es sich bei forschungsbasierten Innovationen mit höheren Neuheitsgraden um langfristige Prozesse von der Ideenfindung bis zum marktreifen Produkt handelt, die durchaus 8-10 Jahre in Anspruch nehmen können (vgl. Experte 6, 2020, Interviewtranskript). Zurückhaltung bei der Einführung komplexer Digitalisierungslösungen seitens der KMU wird auch von Expert/innen aus der Textilindustrie erwartet (vgl. Forschungskuratorium Textil, 2020:52). Dies führt zu der Schlussfolgerung, dass aktuelle Forschungsarbeiten und -ergebnisse den Status quo in der Textilproduktion nicht unmittelbar abbilden, sondern deren nahe Zukunft in fünf bis zehn Jahren beschreiben.

Übergreifende Innovationslinien im Textilbereich wurden vom **Europäischen Verband der Textil- und Bekleidungsindustrie bereits in 2016** ausgehend von Innovationstreibern wie Digitalisierung, Nachhaltigkeit oder Verbreitung neuer Geschäfts- und Verbrauchsmodelle abgeleitet. Sie umfassen:

1. intelligente, leistungsstarke Materialien,
2. fortschrittliche digitale Fertigung, Wertschöpfungsketten und Geschäftsmodelle,
3. Kreislaufwirtschaft und Ressourceneffizienz,
4. hochwertige Zusatzlösungen für attraktive Wachstumsmärkte (vgl. ETP, 2016:4).

Für diese vier strategischen Innovationslinien wurden folgende Forschungsschwerpunkte definiert (vgl. ETP, 2016:9).

Innovations Thema I: **Smarte, Hochleistungsmaterialien**

- Hochleistungsfasern und textile Materialien für technische Anwendungen,
- neue 1, 2 oder 3-dimensional faserbasierte Strukturen für technische Anwendungen,
- multifunktionale textile Oberflächen und entsprechende Prozesstechnologien.
- e-Textilien für smarte Strukturen, funktionale Inneneinrichtungen oder smarte tragbare Systeme.

Innovations Thema II: **Fortgeschrittene digitalisierte Fertigung, Wertschöpfungsketten und Geschäftsmodelle**

- neue Herstellungstechnologien für die effiziente Umsetzung komplexer textiler Strukturen und Verbundstrukturen
- Digitalisierung und Flexibilisierung von Produktionsprozessen und Fabriken
- virtuelle Modellierung und Design faser- und textilbasierter Materialien und Produkte
- Digitalisierung ganzer textiler Mode-Wertschöpfungsketten
- neue digitalbasierte Geschäftsmodelle

Innovations Thema III: **Kreislaufwirtschaft und Ressourceneffizienz**

- neue flexible Prozesstechnologien um Wasser, Energie und Chemikalien einzusparen
- High-Tech Textilrecycling für Kreislaufwirtschaftskonzepte
- nachhaltige Substitute für gefährliche oder verbotene Chemikalien in textilen Prozessen
- Bioraffineriekonzepte unter Nutzung europäischer Biomasse
- stärkere Nutzung von Naturfasern aus der EU

Innovations Thema IV: **High-value added Lösungen für attraktive Wachstumsmärkte**

- funktionale und smarte Textillösungen für Gesundheit, Sport und persönlichen Schutz
- textile Lösungen für den Schutz einer global wachsenden Bevölkerung
- textile Lösungen für sichere, energieeffiziente Gebäude und smarte Inneneinrichtungen
- textile Lösungen für leichte, saubere und sichere Transportsysteme
- personalisierte Mode und funktionale Wearables

Vor dem Hintergrund dieser Forschungsprioritäten könnten wegweisende Innovationen in den nächsten 10 Jahren, so genannte **Game Changer**, sein:

- Synthetische Herstellung oder Regeneration von **Ersatzstoffen für Naturfasern** mit Materialeigenschaften, die denen der heutigen Naturfasern gleichwertig sind oder diese übertreffen.
- Entwicklung der **nächsten Generation von Hochleistungsfasern** mit höherer Produktionseffizienz, besserem Nachhaltigkeitsprofil und auf Basis erneuerbarer Rohstoffe, jedoch mit vergleichbaren oder besseren Funktionseigenschaften und einfacherer Verarbeitbarkeit als Kohlenstofffasern.
- Entwicklung von **On-Demand-Produktionseinheiten für Garne oder Gewebe** (Spinnen, Verdrillen, Weben, Stricken, Vliesstoffe usw.), die vollständig digitalisiert und mit einem äußerst vielseitigen modularen Materialzufuhrsystem ausgestattet sind. Dies würde die bedarfsgerechte Losgröße 1-Herstellung personalisierter Modeprodukte oder Verbrauchsmaterialien im industriellen oder medizinischen Sektor (z. B. Filter, Etiketten, Bandagen) auf der Grundlage von Grundmaterialbausteinen ermöglichen. Lagerhaltung, Logistik und die Verschwendung von Halbzeugen würden stark beeinflusst werden.
- **Vollintegrierte, automatisierte kleinere Produktionseinheiten für Konsumgüter auf Textilbasis am Verkaufs- oder Verwendungsort**. Sie ermöglichen ein schnelles Design, die Herstellung von Textilien oder zumindest das Färben und Veredeln, die Montage, Verpackung und Lieferung von einteiligen personalisierten Modeprodukten in unmittelbarer Nähe des Ortes, an dem sich der Endverbraucher aufhält. Sie würden heute langsame, komplexe und verschwenderische globale Lieferketten für Produkte ersetzen.
- **Verteilte kleine Textilrecyclingsysteme** für schnelle und kostengünstige Trennung, Demontage, Auflösung, biologischen Abbau oder andere Umwandlungsprozesse von Alttextilprodukten in wertvolle Inputs für einen nächsten produktiven Lebenszyklus, die eine echte Kreislaufwirtschaft auf lokaler Ebene ermöglichen.
- Die vollständige **Virtualisierung der Mensch-Textil-Interaktion** ermöglicht eine realistische digitale Kommunikation aller Aspekte eines Textil- oder Bekleidungsprodukts, einschließlich Visualisierung, Stoffverhalten, Passform und haptischem Gefühl. Dies würde die Notwendigkeit einer physischen Interaktion mit einem Produkt beseitigen, bevor eine Kauf-/Verwendungsentscheidung getroffen wird, sowohl bei B2B-Transaktionen als auch im Umgang mit dem Endverbraucher (vgl. ETP, 2016:59).

Im Rahmen des Projektes **Perspektiven 2035** des Forschungskuratoriums Textil e. V. wurden von Expert/innen Einschätzungen zum **Stand der Technologieentwicklung bis 2025** und darüber hinaus erarbeitet, die den Stand des gegenwärtigen Wissens widerspiegeln und damit auch den Status quo (vgl. Forschungskuratorium Textil, 2020). Sie spezifizieren die weiter oben genannten übergreifenden vier Innovationsthemen des Europäischen Verbandes der Textil- und Bekleidungsindustrie aus dem Jahr 2016.

Die Expert/innen gehen davon aus, dass sich die Digitalisierung weiter fortsetzen wird und eine **nahezu komplett digitalbasierte Simulation textiler Komponenten und Systeme** bis Mitte der 2020er Jahre möglich wird. Hierbei wird einschränkend darauf verwiesen, dass sich kleine Unternehmen bei der Einführung entsprechender Lösungen mittelfristig eher zögerlich verhalten werden (vgl. Forschungskuratorium Textil, 2020:28). Gründe hierfür sind dafür erforderliche Investitionen, fehlende Kompetenzen und der fehlende überzeugende Nachweis des wirtschaftlichen Nutzens

Schnelle Fortschritte werden aufgrund steigender Energiekosten und stärkerer Regulierung **bei der nachhaltigen Prozessgestaltung** erwartet. Dies betrifft die Effizienzsteigerung der Energieerzeugung und des Energieeinsatzes, eine Reduzierung des Wasserverbrauchs und von Wasserverunreinigungen. (vgl. Forschungskuratorium Textil, 2020:14f).

Bezüglich der Produktentwicklung geht man davon aus, dass sowohl die **Weiterverwertung am Ende des Produktlebenszyklus** als auch der Einsatz textiler Komponenten und Systeme mit dem Ziel der

Verminderung von Umweltbelastungen in den Fokus rücken und zum Ausgangspunkt der Produktentwicklung werden. Im Bereich des Recyclings werden relativ kurzfristig neue **marktreife Technologien zum Entfügen** textiler Systeme und textilbasierter Verbundwerkstoffe erwartet (vgl. Forschungskuratorium Textil, 2020:83).

Die Expert/innen gehen davon aus, dass in den nächsten Jahren die technischen Voraussetzungen für **neue textilbasierte Systeme in neuen Anwendungen** geschaffen werden. Als Beispiele werden genannt:

- textilbasierte Energiegewinnung (kurzfristig: textile Verbundbauteile für Windkraftanlagen, mittelfristig: textile Solarzellen, langfristig: textilbasierte Verfahren für Power-to-Liquid-Verfahren),
- textile Filtersysteme für NOx, CO_2 und Schall, etwa zur Anwendung in Fassadenelementen,
- textile Sensorik zur Steuerung komplexer Großsysteme etwa im Bereich der Gebäudeverkleidung (vgl. Forschungskuratorium Textil, 2020:14f).

Mit den vielfältigen Technologieentwicklungen reagieren die deutsche Textilindustrie und Textilforschung auf neue Herausforderungen, die nicht allein aus dem wirtschaftlichen Bereich resultieren, sondern auch aus aktuellen Diskussionen und Programmen ökologische und politische Rahmenbedingungen betreffend.

An dieser Stelle sei beispielsweise auf die aktuellen und zum Teil sehr kontroversen Diskussionen zur Umsetzung des Grünen Deals der Europäischen Union aus dem Jahr 2019 verwiesen (vgl. Europäische Kommission, 2019), die angesichts der Covid-19-Pandemie im Jahr 2020 an Schärfe zugenommen haben (vgl. GERMANWATCH, 2020). Angesicht der dramatischen wirtschaftlichen Folgen der aktuellen Pandemie werden Investitionen in langfristige Umweltschutzmaßnahmen wieder in Frage gestellt.

Unmittelbaren Einfluss auf die Technologieentwicklung nimmt der Staat mit Umweltstandards, die Instrumente sind, um die unter ökologischen Gesichtspunkten besten verfügbaren Techniken einzusetzen und die Umwelt so wenig wie möglich zu belasten. Zu den Umweltbelastungen, die auch von der Textilindustrie ausgehen, zählen beispielsweise der Verbrauch fossiler Energie, der Chemikalieneinsatz, der Wasserbedarf oder auch Abfallmengen. Das Umweltbundesamt hat bezüglich der textilen Kette entsprechende Merkblätter definiert, die u. a. als Voraussetzung für die Genehmigung von Anlagen fungieren (vgl. Umweltbundesamt, 2019).

Die starke Orientierung der deutschen Textilindustrie auf die Nachhaltigkeit neuer Technologien, Produkte und komplexer Wertschöpfungsketten im Zusammenhang mit Umweltstandards, Umweltschutzvorgaben und der möglichen Erhöhungen der Preise für CO_2-Emissionen im Kontext der Klimapolitik sind zum Teil Reaktionen auf diese Anforderungen.

Auch gesellschaftliche Trends, wie beispielsweise das gesteigerte Gesundheitsbewusstsein der Bevölkerung, geben Impulse für die Entwicklung neuer textiler Produkte und Technologien, z. B. im Bereich des Gesundheitsschutzes, was angesichts der gegenwärtigen Covid-19-Pandemie gut nachvollziehbar ist. In ähnlicher Weise indirekt können gesellschaftliche Werte und Normen sowie ein sich veränderndes Umweltbewusstsein der Menschen die Technologieentwicklung und -anwendung in der unternehmerischen Praxis beeinflussen (vgl. Stamm et al., 2019:40).

Zusammenfassung des Status quo der Produktionstechnologien

Die Textilindustrie verfügt über die Fähigkeit, eine große Vielfalt von Materialien mit einer spezifischen Technologie verarbeiten zu können, was auf eine große Flexibilität der Produktionsprozesse schließen lässt. Die Produktionstechnologien haben einen Stand erreicht, der ein hohes Maß an Individualisierung der Produkte ermöglicht. Die Digitalisierung ist weit fortgeschritten. Wichtige Herausforderungen bilden die Entwicklung der Schnittstelle zwischen Kundenbestellung und Produktionsvorbereitung/Anlagensteuerung, die Entwicklung von Konfiguratoren sowie die Entwicklung von Lösungen für die effiziente Bearbeitung kleiner Partien. Ebenfalls in der Entwicklung befinden sich Technologien zur Funktionalisierung von

Oberflächen oder zur Integration von Mikrosystemkomponenten. Nachhaltige Prozesse und Produkte bilden einen Schwerpunkt der Entwicklungstätigkeit und werden für die nahe Zukunft erwartet. Auf verschiedenen Stufen der textilen Kette sind die Produktionsprozesse z. T. noch unzureichend wissenschaftlich durchdrungen. Generelle Anforderungen an IT-Lösungen ergeben sich aus der technologischen Verknüpfung vor- bzw. nachgeschalteter Prozessstufen in der textilen Kette. Ähnliches trifft auf die Digitalisierung bzw. die Automatisierung insgesamt zu, bezüglich derer sich die Situation in einzelnen Stufen der textilen Kette und von Fall zu Fall unterschiedlich darstellen kann.

Aus den Betrachtungen zum Stand der Produktionstechnologien ergeben sich mehr oder weniger direkt folgende Einflussfaktoren für Einsatzmöglichkeiten der Künstlichen Intelligenz in der Textilproduktion im Jahr 2030:

- Innovationsfähigkeit der deutschen Textilunternehmen,
- Ausmaß der Vernetzung digitaler Systeme und Digitalisierungsgrad,
- Grad des Einsatzes von Sensoren,
- Automatisierungsgrad,
- Umweltstandards bezogen auf Abwasserbelastung oder Chemikalieneinsatz,
- CO_2-Emissionen,
- Gesundheits- und Umweltbewusstsein von Endverbrauchern.

3.6 Zum Stand des Einsatzes von Künstlicher Intelligenz in der Textilindustrie

Unter Künstliche Intelligenz (KI) wird hier eine Technologie/Methode zur Entwicklung von technischen Systemen verstanden, die eigenständig komplexe Probleme bearbeiten können (vgl. Kirste und Schürholz, 2019:21). Dabei setzt KI intelligentes Verhalten in Algorithmen um, mit der Zielsetzung, automatisiert menschenähnliche Intelligenz nachzubilden. Künstliche Intelligenz lässt sich in die Bereiche „General Artificial Intelligence“ (GAI, oder auch Strong AI bzw. starke KI genannt) und „Narrow Artificial Intelligence“ (NAI, oder weak AI bzw. schwache KI genannt) aufteilen. Bei „General Artificial Intelligence“ handelt es sich um Systeme, die dazu in der Lage wären, beliebige intellektuelle Aufgaben ebenso gut oder besser als Menschen auszuführen. Die KI-Forschung in diesem Bereich ist noch weit von ihrem Ziel entfernt. Anders ist es im Bereich der „Narrow Artificial Intelligence“. Dort werden Systeme seit längerer Zeit entwickelt und angewendet. Diese sind in der Lage, innerhalb einer abgegrenzten Anwendung autonom zu agieren (vgl. Gentsch, 2018:29; Hildesheim und Michelsen, 2019:121).

Die Anwendungsrelevanz von KI-Technologien ist in den vergangen Jahren gestiegen, weil inzwischen ausreichende Rechenkapazitäten zur Verfügung stehen, zahlreiche digitale Daten verfügbar sind und sich die Qualität der Algorithmen für künstliche neuronale Netze deutlich verbessert hat (vgl. Hildesheim und Michelsen, 2019:120 und Streibich und Zeller, 2019:109).

Was den Status quo der KI betrifft, wird eingeschätzt, dass gegenwärtig allein auf konkrete Anwendungsprobleme gerichtete KI-Ansätze von Relevanz sind (vgl. Hildesheim und Michelsen, 2019:121).

Allerdings wird **KI häufig eher als grundlegende Technologie mit aktuell noch wenigen standardisierten Anwendungen verstanden. Diese können sowohl im Bereich der Prozesse als auch der Produkte liegen, ohne bereits konkrete Anwendungsszenarien als Schwerpunkte des KI-Einsatzes beschreiben zu können** (vgl. Waldmann, 2019).

Die gegenwärtigen Anwendungen von KI-Lösungen basieren ganz wesentlich auf Lernverfahren neuronaler Netze, die in der Lage sind, selbstständig Verbindungen herzustellen und Muster zu erkennen (Deep Learning) (vgl. Hildesheim und Michelsen, 2019:123). Auf dieser Grundlage können Computer geschriebene und gesprochene Sprache, Bilder und Videos verstehen, zu Schlüssen kommen und mit Maschinen interagieren (vgl. Hildesheim und Michelsen, 2019:123). Inzwischen sind IT-Services öffentlich zugänglich, die natürliche Fähigkeiten des Menschen unterstützen und bestimmte Anwendungen erlauben. Hierbei werden hervorgehoben (1) Kognitive Dialog-Services zum automatisierten Lesen und Verarbeiten von Sprache, (2) Kognitive Bilderkennungs-Services, um Objekte und Muster besser zu erkennen, (3) Kognitive Systeme zur Extraktion von Wissen aus großen Datenbeständen und (4) Kognitive Sprach-Services zum Verstehen gesprochener Sprache (vgl. Hildesheim und Michelsen, 2019:123).

Praktische Beispiele für Anwendungen, die auf diesen Systemen beruhen und die Watson Technologieplattform für KI von IBM nutzen, sind die Fehlerbehebung mit KI, basierend auf Watson Virtual Recognition IT-Services, etwa zur Analyse unstrukturierter Daten und darauf basierenden Problemlösungsvorschlägen (vgl. Hildesheim und Michelsen, 2019:133). Auch ist der Einsatz von Bildverarbeitungsalgorithmen bei der Schadensbearbeitung bereits Realität. Durch Watson Visual Recognition IT-Service können Schäden automatisch einer bestimmten Schadenklasse zugeordnet werden (vgl. Hildesheim und Michelsen, 2019:133). Intelligente Chatbots kommen beispielsweise im System „Ask Mercedes" zum Einsatz, wo die IBM-Watson-Conversation Technologie die Dialogfähigkeit des Fahrzeugs in natürlicher Sprache ermöglicht und das Lesen der Betriebsanleitung überflüssig macht (vgl. Scheunert und Hildesheim, 2017).

Stärker unter dem Gesichtspunkt der Produktionstechnologien hat sich die Wissenschaftliche Gesellschaft für Produktionstechnik e.V. (WGP) im Jahr 2019 mit dem Einsatz von KI auseinandergesetzt (vgl. Krüger et al., 2019). Für die Einschätzung des Status quo spielt hierbei eine Rolle, dass eine bestehende Lücke zwischen Forschung und Anwendung in der Praxis konstatiert wird (vgl. Krüger et al., 2019:3). Hinzu kommt, dass der bisherige Einsatz von KI-Lösungen in der Produktion überwiegend datengetrieben sei. **Vermisst wird die Integration des Prozesswissens bzw. die Aufbereitung dieses Wissens als Voraussetzung für die Entwicklung und Anwendung passfähiger KI-Lösungen im Produktionsbereich** (vgl. Krüger et al., 2019:4). Nach Einschätzung der WGP gibt es derzeit vergleichsweise wenige Anwendungen in der Produktion. Es fehlen sowohl ein systematisches Herangehen an die Identifikation von für den KI-Einsatz geeigneten Bereichen als auch Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen zu neuen KI-Anwendungen (vgl. Krüger et al., 2019:4).

Allerdings sind Werkzeuge für Maschinelles Lernen bereits relativ kurzfristig verfügbar und können für die Entwicklung von Beispielanwendungen eingesetzt werden, was durch im Internet verfügbare digitale Anleitungen unterstützt werden kann (vgl. Krüger et al., 2019:8).

WGP verweist bezüglich möglicher KI-Anwendungen in der Produktion auf die systematische Darstellung der Studie des iit-Institut für Innovation und Technik in der VDI / VDE Innovation + Technik GmbH im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie aus dem Jahr 2018 (vgl. Seifert et al, 2018), mit besonderer **Betonung der Entwicklung KI basierter Assistenzfunktionen** vor allem dort, wo eine Datenbasis noch nicht vorhanden ist und aufgebaut werden muss (vgl. Krüger et al., 2019:11). Anwendungsbeispiele des Maschinenlernens in der Produktion aus Forschungsarbeiten der WGP finden sich in ihrem Standpunkt-Papier (vgl. Krüger et al., 2019:14f).

Die oben genannte Untersuchung des iit aus dem Jahr 2018 beruht auf den Aussagen von 230 befragten Personen aus Anwenderunternehmen (90), Anbieterunternehmen (63) und der Wissenschaft (77). In ihr werden KI-Technologien, KI-Anwendungen und Wertschöpfungsstufen (im Sinne von Porter) unterschieden, in denen diese KI-Anwendungen zum Einsatz kommen (vgl. Seifert et al., 2018).

Was die KI-Technologien betrifft, werden diese insbesondere einem verhaltensorientierten Ansatz und einem rationalen Ansatz zugeordnet und umfassen

a. Kognitive Modellierung, Natural Language Processing und Semantische Technologien sowie
b. Computer Vision, Machine Learning, Aktionsplanung und Optimierung (vgl. Seifert et al., 2018:15).

Eine detaillierte Beschreibung dieser KI-Technologien findet sich im Appendix A der iit-Studie (vgl. Seifert et al, 2018).

Was mögliche KI-Anwendungen für das produzierende Gewerbe insgesamt betrifft, hat das iit folgende Anwendungen herausgearbeitet (vgl. Seifert et al., 2018:14):

- predictive Analytics,
- optimiertes Ressourcenmanagement,
- Qualitätskontrolle,
- intelligente Assistenzsysteme,
- Wissensmanagement,
- Robotik,
- autonomes Fahren und Fliegen,
- intelligente Automatisierung,
- intelligente Sensorik.

Sowohl die genannten KI-Technologien als auch die KI-Anwendungen sind prinzipiell auch für die Textilindustrie relevant. Sie unterscheidet sich diesbezüglich nicht vom produzierenden Gewerbe insgesamt. Eine Ausnahme bildet allerdings das Handling vieler Textilien, deren Verhalten nur schwer vorhersehbar und mit einem deterministischen Verhalten von Robotern kaum kompatibel ist, im Unterschied zum Verhalten von starren Autoteilen. Derartige Probleme können auch mit KI-Lösungen angegangen werden, indem Daten zum Verhalten in Echtzeit aufgenommen werden, das Verhalten simuliert wird und neuronale Netze so trainiert werden, dass sich das wahrscheinliche Verhalten des textilen Materials vorhersagen lässt, was eine Voraussetzung für das präzise Handling durch Roboter ist (vgl. Experte 2, 2020, Interviewtranskript). Der Nachteil dieser KI basierten Lösung besteht darin, dass für sie eine erhebliche Datenmenge erforderlich ist.

Der heutige Einsatz von KI-Technologien umfasst nach Seifert et al. in Großunternehmen bereits fast alle Wertschöpfungsstufen, in geringerem Maße Personalwirtschaft, Finanzierung/Steuern/Recht sowie Einkauf/Beschaffung. Im Unterschied zu Großunternehmen setzen KMU KI-Technologien jedoch nur in sehr geringem Maße in den Bereichen Produktion und Logistik ein (vgl. Seifert et al., 2018:25).

Diese Einschätzung wurde in Gesprächen mit Vertretern der Textilindustrie bzw. -forschung bestätigt. **Derzeit ist ein Einsatz von KI-Lösungen in Textil-KMU kaum erkennbar**. Vorstellbar seien Anwendungen im Bereich der Qualitätskontrolle, z. B. in der Garnherstellung oder bei der Herstellung textiler Flächen. Allerdings gibt es hier i. d. R. auch technologische Alternativen, bzw. KI fungiert lediglich als ein spezielles Tool. Auch wird die bereits weiter oben von WGP aufgeworfene Frage nach der wirtschaftlichen Bewertung des Einsatzes von KI-Lösungen von den Expert/innen gestellt. Entsprechende Ansätze sind in der Literatur bisher so gut wie nicht verfügbar, wenngleich das Finden relevanter und durch KI lösbarer Fragestellungen in der Industrie als eine zentrale Herausforderung beim Einsatz von KI angesehen wird (vgl. Ulrich und Bachlechner, 2020:50).

Für den Einsatz von KI-Lösungen spielen rechtliche Rahmenbedingungen sowie die Akzeptanz von Anwendungen sowohl seitens der Beschäftigten in Unternehmen, die KI einsetzen, als auch von Endverbrauchern eine nicht unerhebliche Rolle (vgl. WIK, o. J.:10). Im Bereich der rechtlichen Rahmenbedingungen betrifft das zum einen die Frage der Haftung, d. h. die Art der Regulierung und Höhe von Ansprüchen an Hersteller, die aus materiellen oder immateriellen Schäden infolge fehlerhafter KI-basierter Produkte/Prozesse resultieren (vgl. Pieper und Gehrmann, 2019). Auch der Schutz der Erhebung, Verwendung, Speicherung und Weitergabe personenbezogener Daten zur Sicherung des Rechts auf informationelle Selbstbestimmung spielt in der Diskussion immer wieder eine Rolle (vgl. Bitkom, 2020). Unter technischen Gesichtspunkten ist ein hoher Grad der IT-Sicherheit Voraussetzung für KI-Anwendungen (vgl. WIK, o. J.:10). Alle Teile des

IT-Systems eines Unternehmens sind vor unbefugtem Zugriff, Manipulationen oder Diebstahl zu schützen. Auch die Übertragbarkeit und Anschlussfähigkeit der KI-Lösungen auf und zu vorhandenen IT-Systemen - Stichwort Interoperabilität - ist erforderlich, damit KI-Anwendungen nicht als Insellösungen im Unternehmen implementiert werden (vgl. Thun und Lehne, 2019).

Bei der Analyse des Status quo zum Einsatz von KI-Lösungen ist auch auf das Problem des Fachkräftemangels im IT-Bereich hinzuweisen (vgl. Berndt et al. 2019). Entsprechend einer Studie des Branchenverbandes Bitkom e. V. aus dem Jahr 2018 waren 82 % der von Bitkom befragten Unternehmen (Basis Gesamtwirtschaft) der Meinung, dass aktuell ein Mangel an IT-Fachkräften besteht (Rohleder, 2018, Folie 2). Immerhin 59 % gaben an, dass sich dieser Mangel in Zukunft verschärfen wird (Rohleder, 2018, Folie 2). In den von Bitkom befragten ITK-Unternehmen zu offenen Stellen wurden im Jahr 2017 Softwareentwickler/innen insbesondere für die Bereiche Big Data (57 % der Unternehmen), Industrie 4.0 (46 %) und Cloud-Computing (45 %) gesucht (Berg, 2017, Folie 5). Es kann davon ausgegangen werden, dass diese Situation auch für den Bereich der KI-Entwickler, sogar in stärkerem Maße, zutrifft (vgl. WIK, o. J.:10).

Zusammenfassung

Ähnlich wie bei der Diskussion um die Einführung von Industrie 4.0 zeichnen sich bei der Diskussion um den KI-Einsatz ab, dass auf der einen Seite KI-Technologien als disruptive Technologien bewertet und auch zum Teil gehypt werden. Sie kommen bereits gegenwärtig in ausgewählten Großunternehmen zum Einsatz. Auf der anderen Seite wird deutlich, dass KMU des produzierenden Gewerbes, einschließlich der Textilindustrie, KI-Technologien bisher noch wenig einsetzen, was insbesondere damit zusammenhängt, dass überzeugende Standardanwendungen fehlen, die Kosten-Nutzen-Relationen für KI-Projekte nicht bekannt sind und reine Technology Push Ansätze als sehr riskant erscheinen. Hinzu kommt, dass den KMU in vielen Fällen die für den Einsatz von KI erforderlichen fachlichen Kompetenzen fehlen. Auch für die Einführung von KI-Lösungen spielen rechtliche Rahmenbedingungen, IT-Sicherheit, die Akzeptanz in den Unternehmen und von Endverbraucher/innen sowie die Verfügbarkeit passfähiger Fachkräfte eine wichtige Rolle.

Aus den Betrachtungen zum Stand der KI-Anwendungen ergeben sich mehr oder weniger direkt folgende Einflussfaktoren für zukünftige Einsatzmöglichkeiten in der Textilproduktion im Jahr 2030:

- Einsatzspektrum von KI-Lösungen,
- Zuverlässigkeit der Algorithmen,
- Grad des Einsatzes von Sensoren,
- Digitalisierungsgrad,
- Automatisierungsgrad,
- Grad der IT-Sicherheit,
- Grad der Interoperabilität,
- Grad der Durchsetzung von Datenschutz,
- Regulierung der Produkthaftung,
- Einstellungen zur KI in KMU der deutschen Textilindustrie,
- Verfügbarkeit von Fachkräften/Arbeitnehmerfreizügigkeit/Einwanderungspolitik.

4 Ermittlung von Einflussfaktoren und Auswahl von Schlüsselfaktoren

Im Status quo der Textilindustrie, der Produktionstechnologien und der Künstlichen Intelligenz wurde herausgearbeitet, welche Faktoren die aktuelle und zukünftige Entwicklung des Untersuchungsgegenstandes beeinflussen. Diese Faktoren werden im Rahmen einer Einflussanalyse näher betrachtet und Schlüsselfaktoren herausgearbeitet. Hierbei wird die Vielzahl der identifizierten Einflussfaktoren systematisch reduziert, um die Komplexität (Anzahl und Vernetzung der Faktoren sowie deren Entwicklungsdynamik) in der weiteren Analyse beherrschbar zu machen. Die Herausarbeitung der Einflussfaktoren erfolgte durch das Foresightteam im Anschluss an die Beschreibungen zum Status quo und ihre Zuordnung orientierte sich an den übergreifenden Einflussbereichen Politik, Wirtschaft, Sozio-Kulturelles, Technologie, Ökologie und Recht. Insgesamt wurden 37 Einflussfaktoren ermittelt. Die Auswahl der Einflussbereiche erfolgte angelehnt an das ursprünglich von Aguilar entwickelte Konzept der Analyse der Unternehmensumwelt, das ökonomische, technische, politische und soziale Einflussbereiche (ETPS) umfasst (vgl. Aguilar, 1967) und später durch weitere Bereiche erweitert wurde (z. B. Ökologie und Recht) (PESTEL) (vgl. Fahey und Narayanan, 1986).

Die Einflussfaktoren wurden möglichst neutral, also nicht wertend, benannt und beschrieben, um ein gemeinsames Verständnis zu erzeugen und die Voraussetzung für den Entwurf von Zukunftsprojektionen durch unterschiedliche Expert/innen zu schaffen. Die folgende Übersicht zeigt die 37 ermittelten Einflussfaktoren und deren Beschreibungen. Auf den Einflussbereich Politik entfielen fünf Faktoren, auf den Einflussbereich Wirtschaft vierzehn Faktoren, auf den Einflussbereich Sozio-Kulturelles vier Faktoren, auf den Bereich Technologie acht Faktoren, auf den Bereich Ökologie drei und den Bereich Recht drei Faktoren. Auffallend ist zunächst der relativ hohe Anteil von Faktoren aus den Einflussbereichen Wirtschaft und Technologie, was sich jedoch aus der zugrundeliegenden wirtschafts- und technologieorientierten Fragestellung erklärt.

Einflussfaktoren		Definitionen / Dimensionen
Politik		
1	Handels- und Zollpolitik	Im Mittelpunkt stehen die europäische und deutsche Handels- und Zollpolitik, die wiederum von politischen Strategien und Maßnahmen anderer Staaten beeinflusst werden. Eine Rolle spielen in diesem Zusammenhang insbesondere: ▪ die Wirksamkeit handelspolitischer Schutzinstrumente, ▪ das Ausmaß der Unterstützung des Marktzugangs in Drittstaaten
2	Förderpolitik des Bundes	Förderung vorwettbewerblicher Forschung z. B. durch Programme: ▪ des BMBF (z. B. KMU-innovativ) ▪ des BMWi (z. B. Industrielle Gemeinschaftsforschung IGF) Förderung von Innovationen durch das BMWi (z. B. INNO-KOM) Zuschuss für Wagniskapital durch das BMWi (INVEST)
3	Wirtschaftsstrukturpolitik der EU und des Bundes	Europäische und nationale Strukturpolitik z. B.: ▪ im Bereich Forschung und Innovation (EFRE/ESF), ▪ im Bereich regionale Strukturförderung (Investitionszuschüsse für Ansiedlungen), ▪ Industriepolitik
4	Einwanderungspolitik	Nationale Politik zur Regulierung von Zuwanderung, insbesondere vor dem Hintergrund des Fachkräftemangels
5	Klimapolitik	Politik zum Schutz des Klimas bzw. zur Anpassung an Folgen des Klimawandels: ▪ Entwicklung der Preise für CO_2-Emissionen ▪ Förderung von Schutz- und Anpassungsmaßnahmen
Wirtschaft		
6	Weltwirtschaftsentwicklung	Entwicklung des weltweiten Bruttosozialproduktes beeinflusst durch: ▪ internationale Geldpolitik,

		▪ globale Handelskonflikte, ▪ Beschäftigungsentwicklung, ▪ Auswirkungen der Pandemie…
7	Wirtschaftsentwicklung Deutschland	Entwicklung des nationalen Bruttosozialproduktes beeinflusst durch: ▪ Weltwirtschaftsentwicklung (Export), ▪ Geldpolitik der EU
8	Kooperationsverhalten von Unternehmen	Ausmaß von Kooperationen innerhalb der Textilwirtschaft, mit Zulieferern, mit Unternehmen der IT-Wirtschaft
9	Rohstoffpreise	Höhe der Preise für Rohstoffe, insbesondere für Naturfasern
10	Energiepreise	Höhe der Preise, insbesondere für Strom und Wärme (Anteil in der Textilindustrie besonders hoch im Vergleich zu anderen Branchen)
11	Kaufkraft von Endverbrauchern	Potenzial von Kundinnen und Kunden, Waren und Dienstleistungen zu kaufen, abhängig von Einkommen und Sparquote
12	Nachfrage aus Anwenderbranchen	Umfang der Nachfrage aus den Anwenderbranchen wie z. B. Fahrzeugbau, Medizin, Umwelt- und Landwirtschaft, Bekleidung
13	Verfügbarkeit von Arbeitskräften	Verfügbarkeit insbesondere von Fachkräften im Bereich der Textilberufe und im IT-Bereich
14	Wettbewerbssituation der deutschen Textilindustrie im Bereich technische Textilien	▪ Anzahl und Größe der Unternehmen ▪ Wettbewerbsintensität
15	Innovationsfähigkeit der deutschen Textilunternehmen	Innovationskompetenzen, -ressourcen und -bereitschaft von Unternehmen zu innovieren; erfassbar z. B. durch: ▪ Anteil Marktneuheiten in den letzten drei Jahren, ▪ Anzahl Kooperationen mit Forschungseinrichtungen, ▪ Anzahl Innovationsprojekte, ▪ Anzahl Kooperationen zwischen Startups und KMU
16	Investitionsverhalten der deutschen Textilindustrie	Höhe der Investitionen in Maschinen, Anlagen, Betriebs- und Geschäftsausstattungen
17	Einstellungen zur KI in KMU der deutschen Textilindustrie	Auf Wissen, Erfahrungen und Erwartungen basierende Einstellungen, die ein bejahendes und aktives bzw. verneinendes und passives Verhalten gegenüber KI-Technologien und KI-Anwendungen begründen
18	Entwicklung des Textilhandels	Entwicklung unterschiedlicher Formen des Textilhandels jeweils für die Bereiche Bekleidung, Heim- und Haustextilien sowie technische Textilien: ▪ stationärer Einzelhandel, ▪ Onlinehandel, ▪ Plattformen
19	Entwicklung der Textillogistik	Entwicklung unterschiedlicher Formen der Textillogistik, outgesourct an Logistiker, beim Händler oder Produzenten
Sozio-Kulturelles		
20	Entwicklung des Kaufverhaltens der Endverbraucher	Arten des Kaufverhaltens privater Endverbraucher bezogen auf Textilien: ▪ orientiert an Fast Fashion, ▪ nachhaltigkeitsorientiert
21	Bedeutung von Werten und Normen	Bedeutung individueller bzw. kollektiver Wertvorstellungen und Normen für das Verhalten: ▪ Maß der Selbstbestimmtheit bezogen auf Verfügbarkeit und Nutzung persönlicher Daten, ▪ Bestreben, sich ökologisch und sozial nachhaltig zu verhalten…
22	Entwicklung des Freizeitverhaltens und des Lebensstils	▪ Trendbewusstsein, ▪ Einstellungen zu neuen Technologien (beispielsweise bezogen auf smarte Textilien)

23	Entwicklung des Gesundheitsbewusst-seins	▪ Art und Umfang sportlicher Betätigung, ▪ eigenen Erfassung und Nutzung gesundheitsrelevanter Daten, ▪ Akzeptanz digitaler Mittel für Präventionsmaßnahmen
Technologie		
24	Einsatzspektrum von KI-Lösungen	Breite des Einsatzspektrums von KI-Lösungen und deren Funktionen: ▪ zur Optimierung / Neugestaltung von Prozessen, ▪ als Komponente neuer Produkte/Dienstleistungen, ▪ als Komponente neuer Geschäftsmodelle
25	Ausmaß der Vernetzung	Vernetzung digitaler Systeme innerhalb eines Unternehmens
26	Zuverlässigkeit der Algorithmen	Reproduzierbarkeit der Ergebnisse und Reaktionsfähigkeit im Falle nicht erwarteter Ereignisse
27	Grad des Einsatzes von Sensoren	Grad der Implementierung / Nachrüstung von Sensoren in Maschinen und Anlagen
28	Digitalisierungsgrad	Entsprechend dem Wirtschaftsindex DIGITAL sind Kerndimensionen des Digitalisierungsgrades u.a.: ▪ Grad der digitalen Durchdringung der unternehmensinternen Prozesse und Arbeitsabläufe, ▪ Nutzungsintensität digitaler Technologien und Dienste
29	Automatisierungsgrad	Ausmaß der Übertragung von Funktionen des Produktionsprozesses, insbesondere der Prozesssteuerungs- und -regelungsaufgaben, vom Menschen auf künstliche Systeme. Automatisierungsgrad/-stufe: Anteil der automatisierten Funktionen an der Gesamtfunktion eines Produktionssystems
30	Grad der IT-Sicherheit	Grad/Aktualität des Schutzes aller Teile des IT-Systems von Unternehmen vor unbefugtem Zugriff, Manipulationen oder Diebstahl
31	Grad der Interoperabilität	Übertragbarkeit und Anschlussfähigkeit der KI-Lösungen auf und zu vorhandenen IT-Systemen
Ökologie		
32	Entwicklung des Umweltbewusstseins der Menschen	▪ Umfang der Nutzung von ökologisch nachhaltig hergestellten bzw. verfügbar gemachten Produkten und Ressourcen (Konsum) ▪ Verhalten gegenüber der Umwelt
33	Ausmaß von Umweltstandards	Instrumente, um die unter ökologischen Gesichtspunkten besten verfügbaren Techniken einzusetzen und die Umwelt so wenig wie möglich zu belasten. Zu Umweltbelastungen zählen beispielsweise: ▪ Energieverbrauch, ▪ Chemikalieneinsatz, ▪ Wasserbedarf, Abfallmengen
34	Umfang von Vorgaben zum Umweltschutz	z. B. staatliche ▪ Prämien für den Kauf umweltfreundlicherer Produkte, ▪ Festlegung von Zielen zur Senkung von CO_2-Emissionen
Recht		
35	Grad der Umsetzung internationaler Arbeit-nehmerfreizügigkeit	Internationale Arbeitnehmerfreizügigkeit beinhaltet das Recht, seinen Arbeitsplatz innerhalb der EU frei zu wählen und spielt für die Gewinnung von Fachkräften eine wichtige Rolle
36	Grad der Durchsetzung von Datenschutz	Geschützt werden die Erhebung, Verwendung, Speicherung und Weitergabe personenbezogener Daten zur Sicherung des Rechts auf informationelle Selbstbestimmung
37	Regulierung der Produkthaftung	Art der Regulierung und Höhe von Ansprüchen an Hersteller, die aus materiellen oder immateriellen Schäden infolge fehlerhafter KI-basierter Produkte/Prozesse resultieren

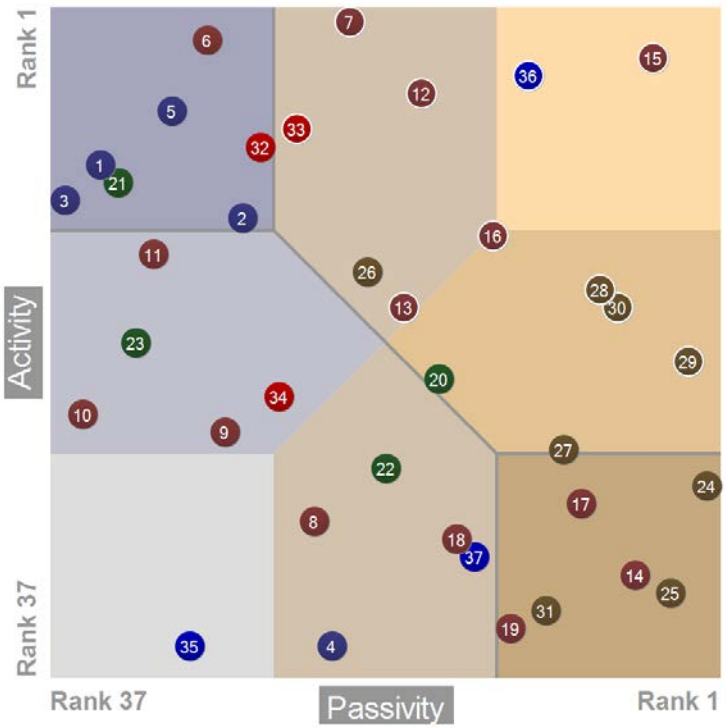
Darstellung 8: Ermittelte Einflussfaktoren

Die in der Darstellung 8 beschriebenen 37 Einflussfaktoren wurden unter Zuhilfenahme des Softwaretools Scenario Manager (vgl. ScMI, o. J.) vernetzt, d. h. es wurde geprüft, ob und in welchem Ausmaß ein Faktor einen anderen Faktor beeinflusst und die Einflussnahme bzw. die Beeinflussung bewertet. Die Bewertungsskala reichte von „kein Einfluss“ (0) bis „starker Einfluss“ (3) (vgl. Bewertungsmatrix im Anhang).

Die Vernetzung der Einflussfaktoren ermöglicht eine systematische Ermittlung von Schlüsselfaktoren, basierend auf der Stellung eines Einflussfaktors im System der Faktoren. Das Ziel dieses Arbeitsschrittes besteht darin, die Anzahl der Faktoren, mit denen weitergearbeitet wird, begründet zu reduzieren.

Für die Auswahl der Schlüsselfaktoren war es dem Foresightteam wichtig insbesondere diejenigen Faktoren als Schlüsselfaktoren auszuwählen, die sowohl eine hohe Aktivsumme (sie beeinflussen viele andere Faktoren relativ stark) als auch eine hohe Passivsumme (sie werden von vielen anderen Faktoren relativ stark beeinflusst) aufweisen. Diese Faktoren werden in der Literatur häufig als Systemknoten oder sichere Schlüsselfaktoren bezeichnet (vgl. SCMI, 2013:64). Sie sind sehr „sensibel“ und stark in das Gesamtsystem der Faktoren integriert. Ändert sich einer dieser Faktoren, wird das Gesamtsystem in vielfältiger Weise über indirekte Wirkungen beeinflusst.

Die Darstellung 9 zeigt alle Einflussfaktoren im entsprechenden System Grid sowie 12 Schlüsselfaktoren, die aus der Vernetzung ausgewählt wurden. Die Farbkodes zeigen an, welchem Einflussbereich die Faktoren zugeordnet sind.



Schlüsselfaktoren

15	Innovationsfähigkeit der deutschen Textilunternehmen
36	Grad der Durchsetzung von Datenschutz
16	Investitionsverhalten der deutschen Textilindustrie
28	Digitalisierungsgrad
30	Grad der IT-Sicherheit
29	Automatisierungsgrad
12	Nachfrage aus Anwenderbranchen
7	Wirtschaftsentwicklung Deutschland
33	Ausmaß von Umweltstandards
20	Entwicklung des Kaufverhaltens der Endverbraucher
5	Klimapolitik
24	Einsatzspektrum von KI-Lösungen

Einflussfaktoren

1	Handels- und Zollpolitik
2	Förderpolitik des Bundes
3	Wirtschaftsstrukturpolitik der EU und des Bundes
4	Einwanderungspolitik
21	Bedeutung von Werten und Normen
22	Entwicklung des Freizeitverhaltens und des Lebensstils
23	Entwicklung des Gesundheitsbewusstseins
25	Ausmaß der Vernetzung

6	Weltwirtschaftsentwicklung	26	Zuverlässigkeit der Algorithmen
8	Kooperationsverhalten von Unternehmen	27	Grad des Einsatzes von Sensoren
9	Rohstoffpreise	31	Grad der Interoperabilität
10	Energiepreise	32	Entwicklung des Umweltbewusstseins der Menschen
11	Kaufkraft von Endverbrauchern	34	Umfang von Vorgaben zum Umweltschutz
14	Wettbewerbssituation der deutschen Textilindustrie im Bereich technische Textilien	35	Grad der Umsetzung internationaler Arbeitnehmerfreizügigkeit
17	Einstellungen zur KI in KMU der deutschen Textilindustrie	37	Regulierung der Produkthaftung
18	Entwicklung des Textilhandels		
19	Entwicklung der Textillogistik		

Darstellung 9: Einflussfaktoren im System Grid und Auswahl von Schlüsselfaktoren

Die Auswahl der oben dargestellten 12 Schlüsselfaktoren ist plausibel. Da es bei der vorliegenden Szenarioanalyse um den zukünftigen Einsatz einer Technologie in einem speziellen Industriezweig geht, überwiegen auch hier, ähnlich wie bei den Einflussfaktoren insgesamt, wirtschaftliche und technologische Einflussfaktoren.

Aber auch die anderen Einflussfaktoren, die nicht als Schlüsselfaktoren ausgewählt wurden, sind schlüssig im System Grid eingeordnet. So gehören beispielsweise die Faktoren *Weltwirtschaftsentwicklung* (6) und *Förderpolitik des Bundes* (2) zu den sehr aktiven Einflussfaktoren, die andere Faktoren in starkem Maße beeinflussen, gleichzeitig aber wenig beeinflusst werden (Systemhebel mit starker Wirkung auf das Systemverhalten). Der Faktor *Grad der Umsetzung internationaler Arbeitnehmerfreizügigkeit* (35) ist ein stark reaktiver Faktor, der wenige andere Faktoren beeinflusst und zugleich selbst wenig beeinflusst wird (unabhängige Puffer mit geringer Systemwirkung). Der Faktor *Wettbewerbssituation der deutschen Textilindustrie im Bereich technische Textilien* (14) beispielsweise ist ein passiver Faktor. Er wird in starkem Maße von anderen Faktoren beeinflusst und zählt zu den Systemindikatoren, die frühzeitig Systemveränderungen anzeigen.

Das Foresightteam hat nicht alle Faktoren mit hoher Aktivsumme und hoher Passivsumme (Systemknoten) in das Set der Schlüsselfaktoren aufgenommen. Der Faktor *Verfügbarkeit von Arbeitskräften* (13) wurde nach Diskussion nicht aufgenommen, da bereits mehrere Faktoren aus dem Bereich Wirtschaft ausgewählt waren. Hingegen wurde das Set der Schlüsselfaktoren um die Faktoren *Einsatzspektrum von KI-Lösungen* (24), *Klimapolitik* (5) und *Entwicklung des Kaufverhaltens der Endverbraucher* (20) ergänzt. Damit wurden zwei Faktoren zusätzlich ausgewählt, die den Bereichen Politik und Sozio-Kulturelles zugeordnet sind, sodass letztendlich Faktoren aus allen übergreifenden Einflussbereichen vertreten waren. Der Faktor *Einsatzspektrum von KI-Lösungen* wurde aufgenommen, weil er für das Thema der Szenarioanalyse eine besondere Rolle spielt, von sehr vielen anderen Faktoren beeinflusst wird und hier mit besonders hohen Unsicherheiten bezüglich seiner zukünftigen Entwicklung gerechnet wird.

5 Zukunftsprojektionen und Szenarien

Den nächsten Schritt im Prozess der Szenarioanalyse bildet die Entwicklung von Zukunftsprojektionen für die ausgewählten Schlüsselfaktoren. Hierbei war geplant, die Expertise von Personen mit für das Thema spezifischen beruflichen Hintergründen einzubringen (vgl. Abschnitt 2). Die folgende Darstellung zeigt die in die Entwicklung von Zukunftsprojektionen eingebundenen Expert/innen mit ihren Kompetenzprofilen und Herkunftsorganisationen im Überblick.

Beruflicher Hintergrund und/oder Kompetenzen	Organisationen
Expertin 1: Betriebswirtschaft/Management	CEO Startup
Expertin 3: Fashion/Apparel Design/Management	CEO Startup
Experte 4: Technische Kybernetik	Deutsches Institute für Textil- und Faserforschung
Experte 5: Textiltechnik	Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen
Experte 6: Textiltechnik	Sächsisches Textilforschungsinstitut
Experte 7: Advanced Computer Science	Hahn-Schickard-Gesellschaft für angewandte Forschung e.V.
Experte 8: IT-Beratung	Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum IT-Wirtschaft
Experte 9: Software Engineering	Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum IT-Wirtschaft
Experte 10: Innovations- und Technologiemanagement	Technische Hochschule Wildau
Experte 11: Wirtschaftskommunikation	Technische Hochschule Wildau
Expertin 12: Makerspace	Technische Hochschule Wildau
Experte 13: IT-Sicherheit	Technische Hochschule Brandenburg
Expertin 14: Rechtliche Rahmenbedingungen	Technische Hochschule Wildau

Darstellung 10: Kompetenzprofile von Expert/innen (Entwicklung von Zukunftsprojektionen)

Den Expert/innen wurden zwei bis drei Schlüsselfaktoren vorgegeben, mit der Bitte, für diese zwei bis vier Zukunftsprojektionen für das Jahr 2030 zu entwerfen. Hierbei wurden soweit wie möglich Schlüsselfaktoren vorgegeben, die passfähig zu den Kompetenzprofilen der Expert/innen waren.

Die für die Zukunftsprojektionen verwendeten Templates beinhalteten einen kurzen Einführungstext zu Zukunftsprojektionen und zur Fragestellung des Foresightprozesses, mit der Bitte, sich bei der Erarbeitung von bisher üblichen Entwicklungen und Trends zu lösen und möglichst kreativ zu sein. Den Anschreiben wurden Beispielprojektionen beigelegt sowie die Status quo Analyse zur Textilproduktion und zur KI-Entwicklung in Deutschland (vgl. Abschnitt 3).

Im Rücklauf erhielt das Foresightteam insgesamt 74 Zukunftsprojektionen von 13 Expert/innen. Sie wurden vom Foresightteam gesichtet, um Dopplungen reduziert, zusammengefasst bzw. umgruppiert, sprachlich geglättet und mit einem Namen versehen. In diesem Prozessschritt wurde insbesondere darauf geachtet, dass die Zukunftsprojektionen möglichst unterschiedlich ausgeprägt sind. Sie sollten gut verständlich und nachvollziehbar sein. Es entstanden schlussendlich 33 Zukunftsprojektionen zur Weiterbearbeitung, die in der folgenden Darstellung 11 zusammengestellt sind.

Nr.	Schlüssel-faktor		Zukunftspro-jektionen	Beschreibung
1	Klimapolitik (5)	1.1	Winterschlaf	CO_2-Emissionspreise steigen für die Industrie nicht spürbar. Wirtschaft und Politik kämpfen für Wachstum um jeden Preis. Der Schutz des Klimas fällt nach der Pandemie 2020/2021 in einen langen Winterschlaf.
		1.2	Resilienz und Vulnerabilität	Als eine Folge der Pandemie 2020/2021 spielen Resilienz und Vulnerabilität eine wichtige Rolle. Alle

				vorhandenen Systeme werden hinsichtlich ihrer Anfälligkeit und Reaktionsfähigkeit analysiert bzw. unter deren Berücksichtigung entwickelt. Neue Produkte und Projekte werden je nach Höhe des Beitrages des Geschäftsmodells zu diesen Zielen weniger oder mehr gefördert.
		1.3	Steigende Preise für CO_2-Emissionen	Ende der 2020er Jahre steigen die Preise für CO_2-Emissionen stark an. Die Politik setzt die Energiewende in den Bereichen Mobilität und Wohnen konsequent durch.
2	Wirtschaftsentwicklung Deutschland (7)	2.1	Deutschland abgehängt	Aufgrund der zu langsamen Adaption und Verbreitung neuer Technologien hat die Wirtschaftskraft Deutschlands an Boden verloren. Asiatische und südamerikanische Länder, wie beispielsweise China, Indonesien und Brasilien haben Deutschland technologisch überholt.
		2.2	Innovative Gründungen und Mittelstand als Treiber	Zahlreiche deutsche Großunternehmen gerieten Mitte der 2020er Jahre in schwere Krisen, da sie auf wichtige Trends nicht angemessen reagiert haben, was zur Umstrukturierung ganzer Wertschöpfungsketten führte. Die Anzahl innovativer Neugründungen ist spürbar gestiegen. Auch der Mittelstand hat sich in diesem Prozess neu erfunden und seine Dienstleistungen und Produkte angepasst.
3	Nachfrage aus Anwenderbranchen (12)	3.1	Wachstum im Bereich High-Tech-Textilien	Die Nachfrage nach High-Tech-Textilien wächst, insbesondere in den Bereichen Gesundheitswirtschaft und Automotive.
		3.2	High-Tech-Textilien nicht wettbewerbsfähig	High-Tech-Textilien mit hoch spezifischen Eigenschaften haben sich im Vergleich zu alternativen Materialien in vielen Fällen als nicht wirtschaftlich / wettbewerbsfähig erwiesen.
		3.3	High-Tech-Textilien in Nischen	High-Tech-Textilien sind lediglich in Anwendernischen auf eine relevante Nachfrage getroffen.
4	Innovationsfähigkeit der deutschen Textilunternehmen (15)	4.1	Startup-Ökosystem als Dreh- und Angelpunkt	Acceleratoren für funktionalisierte Textilien, die teils vom Bund und teils von großen Unternehmensverbünden finanziert werden, bilden einen Innovationsnährboden. Das entstandene Startup-Ökosystem ist zunehmend Dreh- und Angelpunkt für die Innovationsfähigkeit der Textilindustrie.
		4.2	Intelligente Vernetzungsplattformen für Innovationskooperationen	Internationale intelligente Vernetzungsplattformen zur Vermittlung von Kooperationspartnern mit unterschiedlichen Innovationskulturen sind etabliert, was auch die Innovationsfähigkeit der deutschen Textilunternehmen stärkt.
		4.3	Sinkende Innovationsbereitschaft	Durch die geringe bzw. kaum vorhandene Innovationsbereitschaft der deutschen Textilunternehmen in den letzten Jahren ist ein Großteil der deutschen Textilindustrie zusammengebrochen.
5	Investitionsverhalten	5.1	Steigende Investitionen	Die deutsche Textilindustrie hat sich von den negativen Langzeitfolgen der Covid-19-Pandemie erholt.

	der deutschen Textil-Industrie (16)			Dementsprechend sind auch die Investitionen in langfristige Wirtschaftsgüter seit 2026 wieder gestiegen.
		5.2	Eingefrorene Investitionen	Die wirtschaftlichen Langfristfolgen der Covid-19-Pandemie konnten nicht ausreichend für die Textilindustrie abgefedert werden, sodass deren Wirtschaftsleistung allmählich zusammenbrach. Investitionen in langfristige Wirtschaftsgüter sanken und beschränkten sich auf Ersatzinvestitionen.
6	Entwicklung des Kaufverhaltens der Endverbraucher (20)	6.1	Nachhaltige Textilien bevorzugt	Negative Umweltwirkungen der Textilherstellung sind im Gefolge der Klimawandeldiskussion in den Fokus der Endverbraucher in Europa gerückt. Auch die Storylines bzgl. der Herstellbedingungen und das Image bekommen einen größeren Platz in der Kaufentscheidung. Endverbraucher kaufen dementsprechend nur noch nachhaltig produzierte Bekleidung bzw. Textilien, die entsprechend zertifiziert sind.
		6.2	Funktionalisierte Textilien im Fokus	Endverbrauche sind bereit, viel Geld für vielfältig funktionalisierte Textilien in den verschiedenen textilen Anwendungsbereichen auszugeben.
		6.3	Nachhaltig, aber nicht um jeden Preis	Endverbraucher bevorzugen in immer größerem Umfang nachhaltige Textilien, sind aber nicht dazu bereit, dafür sehr hohe Preise zu bezahlen.
7	Digitalisierungsgrad (28)	7.1	Komplexe Digitalisierung in der Branche	Die Digitalisierung der Entwicklungs- und Produktionsprozesse in der Textilbranche ist abgeschlossen. Produkte werden vollständig digital z. B. in AR-/VR-Umgebungen entwickelt.
		7.2	Segmentierte Digitalisierung	Viele KMU sind von einer vollständigen Digitalisierung ihrer Prozesse und Produkte organisatorisch und technisch überfordert. Wirtschaftlicher Nutzen der Digitalisierung wird lediglich für Teilprozesse der Wertschöpfungskette gesehen.
8	Automatisierungsgrad (29)	8.1	Flexible und dezentrale Automatisierung	IoT-Systeme ermöglichen variantenreiches Design, Produktentwicklung, Fertigung, Fulfillment und Distribution on Demand, dezentral organisiert und intuitiv bedienbar. Micro-Factories für individualisierte Produkte sind entstanden.
		8.2	Durchgängige Automatisierung entlang der textilen Kette	Aufgrund des hohen Digitalisierungsgrades ist eine Automatisierung entlang der gesamten textilen Kette erreicht.
		8.3	Teilautomatisierung	Komplexe Digitalisierung und durchgängige Automatisierung sind für KMU zu aufwendig und wirtschaftlich nicht erforderlich. Die Automatisierung dominiert in ausgewählten Abschnitten und Stufen der textilen Kette.
9	Grad der IT-Sicherheit (30)	9.1	KI-as-a-Service	„KI-as-a-Service“ wird wie selbstverständlich zur Malwareerkennung sowie zur Angriffserkennung und Netzwerkanalyse genutzt. Rechenzentren und IT-Infrastruktur sind komplett in die Cloud ausgelagert. Durch den Einsatz von Künstlicher Intelligenz kann ein höheres IT-Schutzniveaus erreicht werden, da KI-Systeme mögliche Reaktionen auf Cyber-Angriffe selbst erlernen.

		9.2	Stagnation IT-Sicherheit	Da KI sowohl die Erkennung und Abwehr von Cyberangriffen erhöhen kann aber auch genutzt werden kann, um derartige Angriffe effizienter zu gestalten, handelt es sich quasi um ein Katz-und-Maus-Spiel, bei dem von keiner signifikanten Erhöhung der IT-Sicherheit ausgegangen werden kann.
		9.3	KI basierte Bedrohungen überfordern Unternehmen	KI kann für die Optimierung von Schadsoftware, die Erleichterung für Spear-Phising-Angriffe, die Beschleunigung der Kryptoanalyse von Verschlüsselungsverfahren etc. genutzt werden – daher ist eine deutliche Absenkung des IT-Schutzniveaus in den Unternehmen zu verzeichnen. Denn diese haben z. T. nicht die Ressourcen, um sich diesen Bedrohungen adäquat entgegen zu stellen.
10	Einsatzspektrum von KI-Lösungen (24)	10.1	KI für komplexe Produktionsprozesse	Durch den Einsatz von KI sind Produzenten in der Lage, sämtliche Aspekte des Produktionsprozesses zu planen, zu steuern und zu kontrollieren.
		10.2	Spezialisierter Einsatz von KI-Lösungen	Vielfältige KI-Lösungen kommen zum Einsatz bei der Qualitätssicherung, in der Robotik, bei der Entwicklung neuer Hochleistungsmaterialien oder im Vertrieb.
		10.3	KI auf holprigen Wegen	Nicht vollständig durchdrungene Produktionsprozesse und -systeme sowie digitale Insellösungen erschweren die Anwendung aufwendiger KI-Lösungen ebenso wie mangelnde Rechenleistung und Speicher sowie nicht ausreichend Netzinfrastruktur.
11	Ausmaß von Umweltstandards (33)	11.1	Verschärfung	Umweltstandards wurden vor allem in der EU verschärft. Deren Nichteinhaltung wird konsequent sanktioniert. Die Produzenten sind dazu verpflichtet, für jedes ihrer Produkte einen Nachweis über den Ressourceneinsatz sowie entstandene Abfallprodukte zu liefern.
		11.2	Zahnlose Standards	Umweltstandards spielen im Unterschied zum Wirtschaftswachstum in großen Teilen der Welt eine untergeordnete Rolle.
		11.3	Weltweite Vereinheitlichung	Textilunternehmen weltweit haben sich auf Umweltstandards geeinigt, um der starken Belastung der Umwelt durch die Textilproduktion entgegenzuwirken.
12	Grad der Umsetzung von Datenschutz (36)	12.1	Verkauf personenbezogener Daten	Durch die Sensibilisierung des vergangenen Jahrzehntes sind die Menschen weit überwiegend nicht mehr bereit, ihre personenbezogenen Daten kostenlos preiszugeben. Stattdessen werden die Daten aggregiert gesammelt und an interessierte Unternehmen veräußert.
		12.2	Automatisierte Anonymisierung	Es werden Hersteller von Smartphones und Technik bevorzugt, die den Schutz personenbezogener Daten ernst nehmen und garantieren können. Automatisierte Anonymisierung beim Surfen im Internet wird Bestandteil fast aller Browser.
		12.3	EU-Standards für KI-Anwendungen	Insbesondere bezogen auf KI-Anwendungen wurden in der EU Standards entwickelt, vor allem, um der Konkurrenz aus Asien zu begegnen.

Darstellung 11: Zukunftsprojektionen für Schlüsselfaktoren

Für die Entwicklung glaubwürdiger Zukunftsbilder ist es erforderlich, dass sich die einzelnen Zukunftsprojektionen widerspruchsfrei, d. h. konsistent zueinander verhalten. Ereignisse, die miteinander in Widerspruch stehen, werden als inkonsistent bezeichnet und nicht miteinander in einem Szenario gebündelt.

In der Konsistenzanalyse wird für jede Zukunftsprojektion geprüft, ob und in welchem Maße sie mit allen anderen Zukunftsprojektionen konsistent ist. Der paarweise Vergleich zwingt zu einem vertieften Verständnis der Zusammenhänge zwischen den Zukunftsprojektionen und bereitet die Entwicklung von Szenarien vor.

In der vorliegenden Szenarioanalyse erfolgte die Prüfung der Konsistenz der Zukunftsprojektionen wiederum, wie bereits bei der Vernetzung der Einflussfaktoren, unter Zuhilfenahme des Softwaretools Szenario Manager. Für alle 33 Zukunftsprojektionen wurden die Konsistenzen geprüft und im Szenario Manager wie folgt bewertet:

1 = hoch inkonsistent,
2 = teilweise inkonsistent,
3 = unabhängig,
4 = konsistent,
5 = hoch konsistent (vgl. Konsistenzmatrix im Anhang).

Die Konsistenzbewertung hat schließlich zu zwei Rohszenarien geführt, die in den Darstellungen 12 und 13 wiedergegeben werden.

Schlüsselfaktor	Charakteristische Beschreibung der Zukunftsprojektion
Klimapolitik (5)	Resilienz und Vulnerabilität / Steigende Preise für CO2-Emissionen
Wirtschaftsentwicklung Deutschland (7)	innovative Gründungen und Mittelstand als Treiber
Nachfrage aus Anwenderbranchen (12)	Wachstum im Bereich funktionalisierter Textilien
Innovationsfähigkeit der deutschen Textilunternehmen (15)	Startup-Ökosystem als Dreh- und Angelpunkt
Investitionsverhalten der deutschen Textilindustrie (16)	steigende Investitionen
Entwicklung des Kaufverhaltens der Endverbraucher (20)	funktionalisierte Textilien im Fokus / Nachhaltige Textilien bevorzugt
Digitalisierungsgrad (28)	komplexe Digitalisierung in der Branche / Segmentierte Digitalisierung
Automatisierungsgrad (29)	flexible und dezentrale Automatisierung
IT-Sicherheit (30)	KI-as-a-Service
Einsatzspektrum von KI-Lösungen (24)	KI für komplexe Produktionsprozesse / Spezialisierter Einsatz von KI-Lösungen
Ausmaß von Umweltstandards (33)	Verschärfung
Grad der Umsetzung von Datenschutz (36)	EU-Standards für KI-Anwendungen

charakteristische Projektionen
alternativ-charakteristische Projektionen
eindeutige Projektionen

Darstellung 12: Rohszenario 1

Beim Rohszenario 1 handelt es sich um ein Szenario mit acht Zukunftsprojektionen, die nur in diesem Szenario vorkommen (charakteristische Projektionen). Eine Projektion ist eindeutig (flexible und dezentrale Automatisierung), d. h. ihr Anteil überschreitet den Grenzwert für dominante Projektionen (vgl. SCMI, 2013:32). Für vier der Zukunftsprojektionen (alternativ-charakteristische Projektionen) waren Alternativen möglich. Bezogen auf den Schlüsselfaktor *Klimapolitik* entschied sich das Foresightteam für die weitere Nutzung der Zukunftsprojektion „Steigende Preise für CO2-Emissionen“. Dem Schlüsselfaktor *Entwicklung des Kaufverhaltens der Endverbraucher* wurde die Zukunftsprojektion „Nachhaltige Textilien bevorzugt“ zugeordnet, dem Schlüsselfaktor *Digitalisierungsgrad* die Zukunftsprojektion „Komplexe Digitalisierung in der Branche“ und dem Schlüsselfaktor *Einsatzspektrum von KI-Lösungen* die Zukunftsprojektion „KI für komplexe Produktionsprozesse“.

Das Rohszenario 2 (vgl. Darstellung 13) beinhaltet neun Zukunftsprojektionen, die nur in diesem Szenario vorkommen. Eine Zukunftsprojektion kann auch im Szenario 1 vorkommen, wurde in diesem aber nicht weiterverwendet. Zwei Zukunftsprojektionen sind hier eindeutig („funktionalisierte Textilien im Focus“ und „flexible und dezentrale Automatisierung“). Um den Unterschied zum Szenario 1 stärker herauszuarbeiten entschied sich das Team anstelle der Zukunftsprojektion „flexible und dezentrale Automatisierung“ mit der Zukunftsprojektion „Teilautomatisierung“ weiterzuarbeiten.

Schlüsselfaktor	Charakteristische Beschreibung der Zukunftsprojektion
Klimapolitik (5)	Winterschlaf
Wirtschaftsentwicklung Deutschland (7)	Deutschland abgehängt
Nachfrage aus Anwenderbranchen (12)	High-Tech-Textilien in Nischen
Innovationsfähigkeit der deutschen Textilunternehmen (15)	sinkende Innovationsbereitschaft
Investitionsverhalten der deutschen Textilindustrie (16)	eingefrorenen Investitionen
Entwicklung des Kaufverhaltens der Endverbraucher (20)	funktionalisierte Textilien im Fokus
Digitalisierungsgrad (28)	segmentierte Digitalisierung
Automatisierungsgrad (29)	flexible und dezentrale Automatisierung
IT-Sicherheit (30)	Stagnation IT-Sicherheit
Einsatzspektrum von KI-Lösungen (24)	KI auf holprigen Wegen
Ausmaß von Umweltstandards (33)	zahnlose Standards
Grad der Umsetzung von Datenschutz (36)	Verkauf personenbezogener Daten

charakteristische Projektionen
alternativ-charakteristische Projektionen
eindeutige Projektionen

Darstellung 13: Rohszenario 2

Basierend auf diesen Rohszenarien entwickelte das Foresightteam zwei Szenarien, die im Folgenden beschrieben sind. Sie bilden wichtige Teilergebnisse im Rahmen des gesamten Foresightprozesses.

Szenario 1: KI durchdringt Produkte und Prozesse deutscher Textil-KMU

Textilien als hochkomplexe technische Gebilde
Heute, im Jahr 2030, wird ein Textil nicht mehr nur als ein Stück Stoff wahrgenommen, sondern als ein hochkomplexes technisches Gebilde mit eigener Funktionalität. Es kann nicht nur wärmen oder kühlen, sondern analysieren, kommunizieren, Strom erzeugen, Energie umwandeln, etc. Die vielfältigen Funktionalisierungsmöglichkeiten von Textilien beruhen nicht mehr allein darauf, dass sie eine Zusatzfunktion erworben haben, sondern in vielen Fällen verfügen bereits die Fasern über Zusatzfunktionen und sind vielseitig einsetzbar geworden. Darüber hinaus sind Textilien in hohem Maße kreislauffähig. Die Generierung individueller Codes über Distributed-Ledger-Technologie-Anwendungen (z. B. Blockchain) ermöglicht transparente und nachverfolgbare Lieferketten und Materialdaten. Dadurch sind die Sammlung, Sortierung, Aufbereitung und das Recycling von Alttextilien größtenteils automatisiert worden.

Veränderte Produktionsprozesse
Neben diesen neuen textilen Produkten haben Digitalisierung und Automatisierung zu veränderten Produktionsprozessen in der Textilindustrie geführt, die weiterhin stark auf technische Textilien spezialisiert ist. Die Digitalisierung der Entwicklungs- und Produktionsprozesse in der Textilbranche ist abgeschlossen. Produkte werden digital z. B. mithilfe von AR-/VR-Umgebungen entwickelt. Der Einsatz digitaler Produktionstechnologien und modular wandelbarer Prozesse ermöglicht einen flexiblen Einsatz der Produktionskapazitäten und ein auf regionalen Lieferketten basiertes resilientes Geschäftsmodell. Voraussetzung hierfür ist die Verknüpfung der Maschinen, Anlagen und Geräte über geeignete Datenleitungen und deren Kopplung an das Internet der Dinge. Basierend auf der Digitalisierung der Prozesse hat sich in der deutschen Textilindustrie eine flexible und dezentrale Form der Automatisierung weitgehend durchgesetzt. IoT Systeme ermöglichen variantenreiches Design, Produktentwicklung, Fertigung, Fulfillment und Distribution on Demand, dezentral organisiert und intuitiv bedienbar.

KI-Lösungen im Einsatz
Basierend auf diesen Entwicklungen wurden zahlreiche KI basierte Lösungen für die Textilindustrie entwickelt und befinden sich im Einsatz. Das betrifft sowohl innovative Produkte als auch Produktionsprozesse. So erleichtern KI-Simulationen und Mixed Reality Anwendungen die Entwicklung neuer Hochleistungsmaterialien (Fasern, Garne, Flächen, 3D Materialien wie Schäume etc.). Auf der Grundlage KI-gestützter Mustererkennung von Gesteninteraktionen haben sich smarte textile Benutzeroberflächen/Interaktionsflächen auf dem Markt etabliert („Connected Textiles"), die berührungsempfindlich sind und eine intuitive Steuerung und Konfiguration von Geräten ermöglichen. Produzenten sind durch den Einsatz von KI nunmehr in der Lage, sämtliche Aspekte des Produktionsprozesses zu planen, zu steuern und zu kontrollieren. Das schließt die Durchführung sämtlicher Aspekte des Qualitätsmanagements für jedes einzelne ihrer hergestellten Produkte ein, Stichproben gibt es nicht mehr. Sämtliche Arbeitsschritte sind zurückverfolgbar, sodass auf Qualitätsabweichungen durch Eingriff der KI reagiert werden kann. Das Handling vieler Textilien, deren Verhalten mit dem von Robotern bisher kaum kompatibel war, ist mit KI-Lösungen beherrschbar geworden, da sich das wahrscheinliche Verhalten des textilen Materials vorhersagen lässt. Roboter sind, unterstützt durch eine visuelle KI, zum Sortieren, Falten und Bügeln von Wäsche inzwischen Standard. Die KI ermöglicht dabei auch eine automatische optische Erkennung von Objekten in Wäsche (Kugelschreiber, Geld, Schlüssel, …), bevor die Wäsche gewaschen werden soll.

Datenschutz und IT-Sicherheit als Voraussetzungen für KI-Anwendungen
Eine wichtige Voraussetzung für den umfangreichen Einsatz dieser KI-Anwendungen sind einheitliche europäische Datenschutz-Standards. Diese wurden insbesondere bezogen auf KI-Anwendungen entwickelt, vor allem, um der Konkurrenz aus Asien zu begegnen. Sie sind bezogen auf einzelne Anwenderszenarien der KI und regulieren nicht die Technologie als solche. Deutsche Textil-KMU nutzen auch außerhalb der EU erhobene Daten zum Trainieren von Algorithmen. Auch die IT-Sicherheit in den Unternehmen der Textilindustrie ist eine Voraussetzung für den umfangreichen KI-Einsatz. Inzwischen wird „KI-as-a-Service" wie selbstverständlich zur Malwareerkennung sowie zur Angriffserkennung und Netzwerkanalyse genutzt. Rechenzentren und IT-Infrastruktur sind komplett in die Cloud ausgelagert. Durch den Einsatz von Künstlicher Intelligenz wurde ein höheres IT-Schutzniveau erreicht, da KI-Systeme mögliche Reaktionen auf Cyber-Angriffe selbst erlernen.

Nachfrage aus Anwenderbranchen und von Endverbrauchern stimuliert KI-Anwendungen
Diese Entwicklungen stehen einerseits im Zusammenhang mit einer gestiegenen Nachfrage nach vielfältig funktionalisierten Textilien aus Anwenderbranchen, insbesondere aus den Bereichen Gesundheitswirtschaft und Mobilität. Eine wichtige Rolle spielen im Gesundheitsbereich heute Textilien beispielsweise für das Gesundheitsmonitoring von älteren Menschen basierend auf integrierten Sensoren. Die Nachfrage nach leichten Materialien aus dem Fahrzeugbau hat inzwischen zu einem Massenmarkt für den textilen Leichtbau geführt. Weitere Anwenderbranchen, wie z. B. die Bauwirtschaft, fragen technische Textilien im großen Umfang nach, um bspw. mit Gebäudehüllen die Abluft zu reinigen. Andererseits gerieten nachhaltige Textilien in den Fokus des Endverbrauchers, insbesondere im Bereich der Bekleidung. Inzwischen kaufen viele Endverbraucher überwiegend nachhaltig produzierte Bekleidung bzw. Textilien, die entsprechend zertifiziert sind. Eine wichtige Rolle hierbei spielt die sogenannte „Einwegkleidung". Diese Kleidung ist deutlich kostengünstiger und wird nach dem Tragen nicht gewaschen, sondern kompostiert und einem Recycling-Kreislauf zugeführt. Der Endverbraucher erwirbt dann neue bereits recycelte Kleidung im Einzelhandel.

Acceleratoren als Knoten im Startup-Ökosystem erhöhen Innovationsfähigkeit
Die Nachfragetrends in den Bereichen Anwenderbranchen und Endverbraucher stimulierten innovative Neugründungen in der Textilindustrie. Ihre Anzahl ist deutlich gestiegen und damit auch das Investitionsniveau der Textilindustrie insgesamt. Innovativer Gründungen werden durch Acceleratoren für funktionalisierte Textilien unterstützt, die teils vom Bund und teils von Unternehmensverbünden aus Textil-KMU finanziert werden. Sie bilden einen fruchtbaren Innovationsnährboden und tragen dazu bei, das Gap zwischen Forschung und Anwendung in KMU zu verringern. Diese Acceleratoren bilden die Knoten vielfältiger Kooperationen zwischen Anwenderunternehmen, alteingesessenen Textilunternehmen, innovativen Startups sowie Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen. Das so entstandene Startup-Ökosystem ist Dreh- und Angelpunkt für die Innovationsfähigkeit der Textilindustrie. Unterstützt wird

das Startup-Ökosystem durch intelligente „Matching-Plattformen“ zur Vermittlung von Kooperationspartnern mit unterschiedlichen Innovationskulturen weltweit. Diese nutzen Portfolios der Unternehmen und Forschungseinrichtungen, um gezielt auch internationale Partner mit entsprechenden Schwerpunkten zu vernetzen. Derartige Plattformen haben die ehemals klassischen Vernetzungsveranstaltungen wie Messen oder Konferenzen weitgehend abgelöst. Förderlich hierfür ist auch, dass es keine Sprachbarrieren mehr gibt, da das gesprochene Wort über eine Software in Echtzeit in die jeweilige Sprache des Partners übersetzt wird.

Klimapolitik und Umweltstandards stimulieren Nachhaltigkeit
Entwicklungen in der Klimapolitik und im Umweltschutz trugen dazu bei, dass sich die deutschen Textil-KMU heute in starkem Maße an nachhaltigen Produkten und Prozessen orientieren. Eine besondere Rolle hierbei spielen die stark gestiegenen Preise für CO_2-Emissionen, die von der europäischen Klimapolitik durchgesetzt wurden, sowie die in der EU drastisch verschärften Umweltstandards, deren Nichteinhaltung konsequent sanktioniert wird.

Erfolgreiche Wirtschaftsentwicklung
Aus all diesen Gründen kann die deutsche Textilindustrie im Jahr 2030, trotz vieler Turbulenzen im letzten Jahrzehnt, beginnend mit der Covid-19-Pandemie 2020/2021, auf eine erfolgreiche wirtschaftliche Entwicklung zurückschauen, was sich im Unternehmensbestand und in den Unternehmensumsätzen widerspiegelt.

Szenario 2: KI-Einsatz in deutschen Textil-KMU auf holprigen Wegen

Wirtschaftskraft hat an Boden verloren
Aufgrund der zu langsamen Adaption und Verbreitung neuer Technologien hat die Wirtschaftskraft Deutschlands 2030 deutlich an Boden verloren. Technologisch wurde Deutschland zunehmend von asiatischen und südamerikanischen Ländern, wie beispielsweise China, Indonesien und Brasilien, überholt. Dies ist nicht zuletzt eine Folge veränderter globaler Wertschöpfungsketten, die sich nach der Covid-19-Pandemie allmählich herausgebildet haben. Deutsche Unternehmen sind kaum noch mit Marktmacht in diese Wertschöpfungsketten integriert. Die Auswirkungen des demografischen Wandels auf den Arbeitsmarkt sind spürbar, Fachkräftemangel besteht überall. Die Marktdynamik hat sich deutlich abgeschwächt - Investitionsstau und die Aufgabe vieler neugegründeter Unternehmen sind die Folge. Die Schuldenlast ist gewachsen und viele Kommunen sind überfordert. Auch in der deutschen Textilindustrie sind die Umsätze drastisch auf fast die Hälfte des Jahres 2017 gesunken. Gleiches trifft auf die Investitionen in langfristige Wirtschaftsgüter zu, die in den vergangenen 10 Jahren ebenfalls um die Hälfte gesunken sind und sich auf die nötigsten Ersatzinvestitionen beschränken. Dies ging mit einer starken Konsolidierung der Branche einher. Betrug die Anzahl der Unternehmen in der Textilindustrie im Jahr 2017 noch 713 Unternehmen, wovon 125 auf dem Gebiet der technischen Textilien aktiv waren, sank sie im Jahr 2030 auf etwa 300 Unternehmen, davon etwa 100 im Bereich der technischen Textilien.

Produktionsprozesse in der Textilindustrie teilweise digitalisiert und automatisiert
Viele Textil-KMU sind im Jahr 2030 von einer vollständigen Digitalisierung ihrer Prozesse weit entfernt, da sie kompetenzseitig, organisatorisch und technisch überfordert sind. Insellösungen, nicht passfähige und zersplitterte Softwarelösungen sowie unzureichende Interoperabilität haben dazu geführt, dass es lediglich in einzelnen Stufen der Wertschöpfungskette, beispielsweise im Vertrieb, komplexere Digitalisierungslösungen gibt. In ähnlicher Weise trifft das auf Automatisierungslösungen zu, die nach wie vor lediglich auf bestimmte Teilprozesse in der textilen Kette bzw. der betrieblichen Wertschöpfungskette gerichtet sind. Darüber hinaus hat sich gezeigt, dass durchgängige Automatisierungslösungen für KMU viel zu aufwendig und auch nicht immer unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten notwendig sind. Komplexere Automatisierungsansätze finden sich in den wenigen verbliebenen großen Textilunternehmen, die eng mit dem Textilmaschinenbau zusammenarbeiten und alle Stufen der textilen Kette bearbeiten. Für viele kleine Textilunternehmen bleiben hoch spezifische Zulieferbeziehungen wichtig und wirken komplexen Automatisierungsansätzen entgegen.

Einzelne KI-Anwendungen im Vertrieb
Nicht vollständig durchdrungene und dokumentierte Produktionsprozesse und -systeme in der Textilherstellung sowie digitale Insellösungen erschweren die Anwendung aufwendiger KI-Lösungen ebenso wie mangelnde Rechenleistung und Speicher sowie nicht ausreichende Netzinfrastrukturen. Der Fokus des KI-Einsatzes liegt daher in ausgewählten Anwendungen im Vertrieb. Das betrifft sowohl den Bekleidungssektor als auch den Bereich technischer Textilien für Anwenderbranchen. KI-Lösungen kommen beispielsweise bei der Analyse von Vertriebsdaten zum Einsatz, um das Marketing und den Vertrieb auf Anforderungen spezieller Zielgruppen anzupassen. KI wird für das Web-Scraping (Auslesen von Texten von Webseiten) von Online-Plattformen eingesetzt, um z. B. zu erkennen, welche Mode wie bewertet und kommentiert wird und daraus abzuleiten, welche Mode in der kommenden Saison gefragt sein wird. Auch die ehemals analoge Auswahl von Kleidungsstücken ist virtuell geworden. Kleidungsstücke müssen nicht mehr angezogen werden, sondern man sieht bei Auswahl von Kleidungsstücken entweder am Monitor (Online-Shopping) oder vor dem Spiegel (zuhause oder im Geschäft) wie die Kleidungsstücke an einem selbst aussehen würden. Die virtuellen Bilder der Kleidungsstücke werden von einer KI erzeugt und auf die Körpermaße der Kundin oder des Kunden angepasst.

Datenschutz und IT-Sicherheit befördern KI-Anwendungen nicht
Durch die Sensibilisierung des vergangenen Jahrzehntes sind die Menschen weit überwiegend nicht mehr bereit, ihre personenbezogenen Daten preiszugeben, um (vermeintlich) die am besten passenden Angebote zu erhalten. Stattdessen werden die Daten gesammelt und aggregiert an interessierte Unternehmen veräußert. Datenschutzfreundliche Einstellungen sind Standard. Bereits die Hardware wird so hergestellt, dass das Sammeln von personenbezogenen Daten „technisch unmöglich“ wird. Damit sind für viele KI-Einsatzmöglichkeiten, die auf diesen Daten basieren, Hürden entstanden, die einer flächendeckenden Anwendung entgegenstehen. Obwohl KI-Lösungen zur Erhöhung der IT-Sicherheit in den Unternehmen prinzipiell zur Verfügung stehen und eingesetzt werden können, hat sich die IT-Sicherheit insgesamt nicht erhöht. Es handelt sich quasi um ein Katz-und-Maus-Spiel, bei dem KI-Lösungen zwar die Fähigkeiten zur Erkennung und Abwehr von Cyberangriffen erhöhen können, aber auch genutzt werden können, um derartige Angriffe effizienter zu gestalten. Nicht ausreichende IT-Sicherheit stellt also auch im Jahr 2030 noch ein Hemmnis für durchgängige Digitalisierungs- und Automatisierungsprozesse und den KI-Einsatz dar.

Begrenzte Nachfrage aus Anwenderbranchen und von Endverbrauchern
Für den zögerlichen Einsatz von KI-Lösungen spielt auch eine Rolle, dass sich die Nachfrage nach Textilien aus den Anwenderbranchen nicht so entwickelt hat, wie ursprünglich erwartet. Der gesamte Mobilitätssektor, vom Automobilbau über die Luftfahrttechnik bis hin zur Schienenverkehrstechnik hat sich von den Langfristwirkungen der Wirtschaftskrise 2020/2021 auch im Jahr 2030 noch nicht wieder vollständig erholt. Relevante Nachfrage aus Anwenderbranchen kommt lediglich aus dem Gesundheitsbereich. Hier besteht eine gewisse Nachfrage nach innovativen High-Tech-Stoffen, die durch eine besondere biochemische Imprägnierung jegliche Art von Bakterien und Viren beseitigen, was für spezielle Anwendungen, etwa Sitzpolsterungen im ÖPNV, wichtig ist. Gefördert werden die Entwicklungen zur Pandemieprävention durch den Staat. Damit sind High-Tech-Textilien aber lediglich in Anwendernischen auf eine relevante Nachfrage getroffen. Auch das Kaufverhalten der Endverbraucher hat sich in den letzten Jahren spürbar verändert. Sie geben inzwischen viel weniger Geld für Textilien aus, insbesondere für Bekleidung. Eine Ausnahme bilden funktionalisierte Textilien, z. B. smarte Textilien im Bereich Heimtextilien oder Sportswear.

Zu geringe Innovationsfähigkeit der Textil-KMU
Der zögerliche Einsatz von KI-Lösungen ist auch auf die geringe Innovationsfähigkeit der deutschen Textilunternehmen zurückzuführen. Lag der Anteil von Produkt- oder Prozessinnovationen in der deutschen Textilindustrie vor 10 Jahren noch bei etwa 40 Prozent, ging er auf 20 Prozent im Jahr 2030 zurück, der Anteil von Marktneuheiten, also von Innovationen mit einem vergleichsweise hohen Neuheitsgrad, sank von 14 auf 9 Prozent.

Klimapolitik und Umweltstandards ohne starke Anreize zum Wandel
Sowohl die deutsche als auch die europäische Klimapolitik verfiel nach der Pandemie 2020/2021 und ihren wirtschaftlichen Folgen in einen tiefen Winterschlaf. Emissionspreise für CO_2 stiegen für die Industrie nicht

spürbar an. Wirtschaft und Politik kämpften in den letzten Jahren für Wirtschaftswachstum um jeden Preis, wenn auch mit mäßigem und sehr differenziertem Erfolg in verschiedenen Wirtschaftsbereichen und -regionen. Der in den 2020er Jahren sich abzeichnende Trend hin zu einer nachhaltigen Textilproduktion, sowohl was die Produktionstechnologien als auch die Produkte betrifft, erlitt schwere Rückschläge. Umweltstandards spielen im Jahr 2030 im Vergleich zur Gewinnmaximierung in großen Teilen der Welt eine untergeordnete Rolle. Anreize zur Umstellung der Produktionsprozesse waren nicht groß genug, um dies tatsächlich zu erreichen. Auch der Druck auf die Textilindustrie hinsichtlich energieeffizienter Prozesse und Produkte fehlte. Anreizsysteme sind nicht ausreichend vorhanden und Umstellungen daher im Wettbewerb nicht erfolgreich. Der Trend zu nachverfolgbaren Prozessen und zum Recycling ist gebrochen. Verteilte kleine Textilrecyclingsysteme für schnelle und kostengünstige Trennung, Demontage, Auflösung, biologischen Abbau oder andere Umwandlungsprozesse von Alttextilprodukten sind ins Hintertreffen geraten und damit auch entsprechend KI-basierte Automatisierungslösungen.

6 Chancen und Risiken vor dem Hintergrund der Szenarien

Die Identifizierung von Handlungsansätzen erfolgt vermittelt über die Ableitung von Chancen und Risiken aus den entwickelten Szenarien. Die in den Szenarien beschriebenen möglichen zukünftigen Situationen wirken sich auf unterschiedliche Akteursgruppen aus. Im Fall dieser Szenarioanalyse bilden KMU der Textilindustrie und entsprechende Intermediäre als Adressaten den Schwerpunkt. Das Ergebnis dieses Arbeitsschrittes zeigen die nachfolgenden Darstellungen.

Chancen und Risiken, die sich aus den beiden Szenarien im Jahr 2030 insbesondere für KMU der Textilindustrie ergeben:

Szenario 1: Komplexe KI-Lösungen für Produkte und Prozesse	
Chancen	▪ innovative Gründungen als Innovationspartner der Textil-KMU ▪ Anreize für Nachhaltigkeitsmaßnahmen bezogen auf Prozesse und Produkte ▪ große Nachfrage aus bestimmten Anwenderbranchen nach funktionalisierten Textilien ▪ breites Nachfragespektrum aus verschiedenen Anwenderbranchen ▪ vielfältige Anwendungsmöglichkeiten für funktionalisierte Textilien ▪ neue Märkte für nachhaltige Bekleidung ▪ Innovationsanforderungen der Anwenderbranchen führen zu hohen Innovationsgraden bei Produkten und Prozessen der Textil-KMU ▪ Kooperationen mit führenden deutschen Textilmaschinenbauunternehmen erleichtern die Erschließung internationaler Märkte ▪ Textil-Acceleratoren als Innovationsknoten ▪ Startup-Ökosystem als Innovationsnährboden ▪ kleinere Gap zwischen Forschung und Anwendung in KMU ▪ Verschmelzung weltweiter Innovationskulturen für neue Produkte und Prozesse ▪ flexible Produktionsprozesse ▪ Individualisierung der Produkte und Prozesse ▪ Effizienz der Prozesse ▪ beschleunigte Produktentwicklung durch KI-Simulationen ▪ neue Anwendungen von funktionalisierten Textilien durch KI ▪ Steuerung der Produktionsprozesse durch KI, Qualitätsmanagement, Ressourceneinsparung ▪ Textilien nicht nur als Komponente von Produkten sondern als Systeme ▪ hohe Datenschutz-Standards im Bereich KI erschweren Markteintritt ausländischer Unternehmen

Risiken	▪ Abhängigkeit von wenigen großen Unternehmen aus Anwenderbranchen ▪ Umweltstandards stimulieren nicht Nachhaltigkeitsbestrebungen, sondern benachteiligen Unternehmen im Wettbewerb ▪ nur wenigen KMU gelingt Einstieg in KI-Anwendungen ▪ fehlendes Fachwissen für KI-Anwendungen ▪ unklar wer, wie, wo und welche Daten für KI-Anwendungen beschafft ▪ zu starke Orientierung auf nationale Märkte ▪ eingeschränkte Anwendungen von KI durch zu enge Datenschutzregelungen ▪ keine passfähigen KI-Lösungen ▪ keine Akzeptanz für KI-Lösungen wegen als zu mangelhaft empfundenem Datenschutz seitens der Kunden ▪ Befürchtungen von Kompetenzentwertung durch KI bei Facharbeiter/innen

Darstellung 14: Chancen und Risiken für Textil-KMU aus dem Szenario 1

Szenario 2: KI in der Textilindustrie auf holprigen Wegen	
Chancen	▪ funktionalisierte Kleidung und Textilien in Anwenderbranchen als Nischen für spezialisierte Textil KMU ▪ akzeptierte Datenschutzlösungen für individualisierte Produkte ▪ digitale Teillösungen effektiv in Textil-KMU realisiert ▪ passfähige Teilautomatisierungslösungen in Textil-KMU umgesetzt ▪ spezialisierte Zulieferbeziehungen für Nischenprodukte mit hoher Qualität als Wettbewerbsvorteil ▪ spezifische Kompetenzen beim Einsatz von KI-Lösungen bei Marketing und Vertrieb
Risiken	▪ keine bzw. zu wenige innovative Produkte und Prozesse ▪ KI-Lösungen nur in Nischen ▪ Rückgang der Umsätze und Marktanteile ▪ Betriebsaufgaben

Darstellung 15: Chancen und Risiken für Textil-KMU aus dem Szenario 2

Chancen und Risiken, die sich aus den beiden Szenarien im Jahr 2030 für weitere Akteursgruppen ergeben:

Szenario 1: Komplexe KI-Lösungen für Produkte und Prozesse	
Chancen	▪ neue Herausforderungen und Leistungsangebote für deutsche IT-KMU ▪ innovative textile Komponenten und/oder Systeme für Anwenderbranchen ▪ neue Herausforderungen und Leistungsangebote für den Textilmaschinenbau
Risiken	▪ Faserhersteller stehen vor der Herausforderung, spezielle, funktionalisierte Fasern zu entwickeln und zu vermarkten ▪ Dezentrales und automatisiertes Textilrecycling stellt Unternehmen der Entsorgungs- und Recyclingwirtschaft vor neue Herausforderungen

Darstellung 16: Chancen und Risiken für weitere Akteursgruppen aus dem Szenario 1

Szenario 2: KI in der Textilindustrie auf holprigen Wegen	
Chancen	▪ hohes Datenschutzniveau befördert Akzeptanz digitaler Geschäftsmodelle in der Gesellschaft
Risiken	▪ die deutsche Textilforschung verliert einen Teil ihrer Adressaten ▪ die Wirtschafts- und Forschungsförderung verfehlt ihre Zielgruppe ▪ die deutschen Regionen, in denen die Textilindustrie schwerpunktmäßig angesiedelt ist (Nordrhein-Westfalen, Bayern, Baden-Württemberg und Sachsen), verlieren an Wirtschaftskraft aufgrund des Schrumpfens der Textilindustrie

Darstellung 17: Chancen und Risiken für weitere Akteursgruppen aus dem Szenario 2

7 Handlungsansätze

Auf der Basis der identifizierten Chancen und Risiken wurden vom Foresightteam Handlungsansätze für unterschiedliche Akteursgruppen abgeleitet. Hierbei standen im Fokus die KMU der Textilindustrie, aber auch Intermediäre wie beispielsweise die Mittelstand 4.0-Kompetenzzentren Textil vernetzt und IT-Wirtschaft. Zu berücksichtigen ist hierbei, dass es auf Bundesebene bereits zahlreiche Maßnahmen und Förderprogramme gibt, vor allem des Bundeministeriums für Bildung und Forschung sowie des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, die für den verstärkten Einsatz von KI-Lösungen auch in der Textilindustrie von hoher Relevanz sind. Auf diese Maßnahmen und Förderprogramme wird an dieser Stelle nicht eingegangen, zumal es diesbezüglich bereits Handlungsempfehlungen gibt (vgl. WIK, o. J. und Seifert et al., 2018).

Bei den erarbeiteten Handlungsansätzen handelt es sich um Ansätze in der ursprünglichen Bedeutung des Wortes, nicht bereits um Handlungskonzepte oder Handlungspläne. D. h., wenn ein Handlungsansatz von einem Akteur als relevant eingestuft wird, sollte er diesen auch in Zusammenarbeit mit anderen Akteuren weiterverfolgen und in spezifische Maßnahmen „übersetzen".

Die folgenden Handlungsansätze lassen sich nicht trennscharf einzelnen Akteursgruppen zuordnen. Aus diesem Grunde werden sie inhaltlich gruppiert nach Handlungsansätzen bezogen auf Technologieentwicklung und Transfer, Kooperation und Rahmenbedingungen.

Technologieentwicklung und Transfer

1. Eine wichtige Voraussetzung für den erfolgreichen Einsatz von KI-Lösungen in der Textilindustrie ist die **Durchdringung und Dokumentation der Prozessabläufe** in den unterschiedlichen Stufen der der textilen Kette sowie der betrieblichen Wertschöpfungskette (vgl. Abschnitt 3.1.1). Hierfür sollte eine **Systematik** erarbeitet werden, die, nach Prüfung der Eignung in ausgewählten KMU, allen Textil-KMU zur Verfügung gestellt wird. Ein prozessgetriebenes Vorgehensmodell bildet auch eine wichtige Grundlage für die Datenstrategie der Unternehmen (vgl. Krüger et al., 2019:4).

2. Ein prozessgetriebenes Vorgehensmodell der Entwicklung und Einführung von KI-Lösungen korrespondiert damit, in den KMU **Entwicklungsteams zwischen Expert/innen für Prozessabläufe und KI** zu bilden.

3. Für mehrere Produktionstechnologien in der textilen Kette bestehen ähnliche Herausforderungen, die Ausgangspunkte für eine **gemeinsame Entwicklung von KI-Ansätzen** bilden können. Das betrifft insbesondere die Entwicklung der Schnittstelle zwischen Kundenbestellung und Produktionsvorbereitung/Anlagensteuerung, die Entwicklung von Konfiguratoren sowie von Algorithmen zur Beurteilung der Plausibilität der von Konfiguratoren angebotenen Varianten sowie die Entwicklung von Lösungen für die effiziente Bearbeitung kleiner Partien (vgl. futureTEX, 2017:14ff).

4. Ein weiterer Ansatz, um passfähige KI-Lösungen zu entwickeln, besteht in der Konzipierung und Umsetzung eines **Entsendeprogramms für Unternehmensmitarbeiter/innen** an entsprechende Forschungseinrichtungen, speziell der Textilforschung, aber auch darüber hinaus an Forschungseinrichtungen, die über Erfahrungen beim Transfer von KI-Lösungen verfügen. Cross-Industry Innovation Ansätze können hier ein geeigneter Ansatz sein, um Anwendungen zu entwickeln, die bisher nicht im Blickfeld der Unternehmen waren.

5. Auch bei hohem Automatisierungsgrad und umfangreicher Nutzung von KI-Lösungen bleibt die Zusammenarbeit zwischen Mensch und KI wichtig. **KI-Assistenten** stellen einen geeigneten Einstieg dar, um Menschen mit in bestimmten Bereichen überlegenen kognitiven Fähigkeiten bzw. unterlegenen Skills durch KI zu unterstützen (vgl. Krüger et al., 2019:23). Vermittelt über Assistenten lässt sich auch

Vertrauen der Mitarbeiter/innen aufbauen, was eine wichtige Voraussetzung für die Akzeptanz von KI-Lösungen in den Unternehmen ist.

6. Für die **Prüfung der Wirtschaftlichkeit einzelner KI-Lösungen** in Textil-KMU sollten Checklisten erarbeitet werden. Darüber hinaus ist es erforderlich, Folgen des Einsatzes von KI-Lösungen entlang der gesamten textilen Kette abzuschätzen, um Beteiligte sowie Betroffene in die Umsetzung der Vorhaben einzubinden.

Kooperation

7. Unternehmensverbünde der Textilindustrie setzen **KI-Transferscouts** ein, um K-relevante Problemstellungen in den Unternehmen zu identifizieren, geeignete Partner aus der Forschung zu ermitteln, Bedingungen und Voraussetzungen für eine Anwendung herauszuarbeiten und gezielt Kooperationen anzustoßen. Das Scouting erfolgt nicht angebotsgetrieben, etwa aus der Forschung heraus, sondern bedarfsorientiert, aus der Perspektive der Unternehmen. Gleichwohl nutzen die Transferscouts Instrumente des angebotsorientierten Technologiescoutings wie Technologiesteckbriefe, Technologieradare, Demonstratoren oder VR-Touren durch Labs, um KMU für mögliche Anwendungen zu sensibilisieren (vgl. Innovation Hub 13, o. J.). Eine Abstimmung mit den bereits im Einsatz befindlichen vier KI-Trainern wäre vorzunehmen.

8. Aufbau von **Textil-Acceleratoren für Startups** in den führenden deutschen Textilregionen mit jeweils spezifischer inhaltlicher Ausrichtung und entsprechenden Programmen. Unterstützt werden die Acceleratoren beispielsweise durch große Unternehmen aus Anwenderbranchen, Textilmaschinenbauunternehmen oder Unternehmensverbünde der Textilindustrie. Sie werden staatlich gefördert (Bund und/oder Land) und sind inhaltlich spezialisiert, beispielsweise auf Themen wie KI und funktionalisierte Textilien im Bereich autonomes Fahren, oder KI und funktionalisierte Textilien für Fassaden.

9. Ergänzt werden können diese Maßnahmen durch die Entwicklung einer **Plattform für Innnovationskooperationen** hinsichtlich des Einsatzes von KI-Lösungen zwischen Textil-KMU und KI-Leistungsanbietern. Auf dieser Plattform treffen Kompetenzen und Leistungsangebote von KI-Anbietern sowie Bedarfe von Textil-KMU nach innovativen Problemlösungen im Bereich KI aufeinander und werden hinsichtlich ihrer Passfähigkeit gematcht. Das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum IT-Wirtschaft verfügt über Erfahrungen bei der Entwicklung und dem Betrieb einer Matching-Plattform für IT-Kooperationen und könnte diesbezüglich mit dem Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Textil vernetzt zusammenarbeiten. Vor der Entwicklung einer derartigen Plattform sollte zunächst eine Analyse von KI-Leistungsanbietern und -angeboten in Deutschland stehen, um zu prüfen, ob ggf. passfähige Lösungen „von der Stange“ verfügbar sind, etwa „as a Service“ oder als Teil einer Software-Lösung. Möglichkeiten und Grenzen der Plattform für Künstliche Intelligenz „Lernende Systeme“, betrieben von acatech, wären für die Textilindustrie auszuloten.

10. Obwohl der Kauf von KI-Lösungen „von der Stange“ als der derzeit bevorzugte Weg der Einführung von KI in KMU betont wird, (vgl. Freist 2019) sollten KMU der Textilindustrie mit spezifischen Anforderungen an den KI-Einsatz diese herausarbeiten und gemeinsam mit IT-Unternehmen nach passfähigen Lösungen suchen. Eine **Zusammenarbeit der beiden Mittelstand 4.0-Kompetenzzentren IT-Wirtschaft und Textil vernetzt** könnte hierfür die Basis bilden. Digitale Plattformen ersetzen vertrauens- und kompetenzbasierte persönliche Kooperationsanbahnungen und -projekte nicht.

11. Der **Anstoß von Cross Industry Innovation Projekten** zwischen Unternehmen aus Anwenderbranchen und Textilunternehmen hinsichtlich des Einsatzes von KI-Lösungen in den Branchen ermöglicht einerseits, aus den Erfahrungen zu lernen, die die Unternehmen beim KI-Einsatz gesammelt haben, und andererseits, gemeinsam KI-Innovationsprojekte zu konzipieren und umzusetzen.

Rahmenbedingungen

12. Die Textilindustrie sollte sich an der Entwicklung und Durchsetzung von **Datenschutzstandards für KI in Europa** beteiligen, um Lösungen zu finden, die eine Balance zwischen dem Schutz der Daten der Bürger/innen und der Offenheit für KI-Anwendungen ermöglichen. Ein hohes Datenschutzniveau kann auch ein Alleinstellungsmerkmal bilden und Spezialisierungsmöglichkeiten für KI-Anwendungen eröffnen.

13. Der Trend des Endverbrauchers hin zu nachhaltigen Textilien ist immer wieder in der öffentlichen Diskussion. Eine **Marktpotenzialanalyse für nachhaltige Bekleidung** in Deutschland, die auch ermittelt, was der Endverbraucher bereit ist, für nachhaltige Textilien zu zahlen, würde diese Trendaussagen fundieren.

14. Um ein realistisches Bild über den Einsatz von KI in der Textilindustrie zu erzeugen, sollte eine entsprechende Umfrage für Textil-KMU konzipiert werden, die in regelmäßigen Zeitabständen (etwa von 3 Jahren) wiederholt durchgeführt wird. Dadurch wäre ein **Monitoring** möglich, auf dessen Basis spezifische Unterstützungsansätze abgeleitet werden können.

Schlussbemerkungen

Der hier dokumentierte Foresightprozess erstreckte sich über einen längeren Zeitraum. Er begann im Oktober 2019, beginnend mit der Identifizierung einer Fragestellung, deren Bearbeitung für die Unterstützung des Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrums Textil vernetzt relevant ist und gleichzeitig IT-KMU Anregungen vermittelt, sich mit neuen Leistungsangeboten bei der Einführung von KI-Lösungen aufzustellen. Durch die Covid-19-Pandemie geriet dieser Prozess zeitlich und organisatorisch seit März unter Druck. Einzelne Unternehmen standen verständlicherweise nicht mehr für vor Ort-Interviews zur Verfügung, die gemeinsame Entwicklung von Zukunftsprojektionen mit Expert/innen musste online erfolgen und verzögerte sich aufgrund der mit der Pandemie veränderten Arbeitsbedingungen. Auch die Kommunikation im Foresightteam selbst erfolgte unter veränderten Bedingungen. Angesichts dieser schwierigen Situation möchte sich das Foresightteam bei all denen bedanken, die den Foresightprozess unterstützt haben.

Literaturverzeichnis

Aguilar, F. J. (1967). Scanning the business environment. Macmillen. New York.

Appleyard, M. M. und Chesbrough, H. W. (2017). The Dynamics of Open Strategy: From Adoption to Reversion. Long Range Planning. 50. S. 310-321.

Ausgustin, L. (2015). Innovationen in der Bekleidungsbranche - Eine neuheitsgradbezogene Differenzierung von Prozess- und Produktinnovationen. Beiträge zum marktorientierten Innovationsmanagement. 3. S. 1-53.

Bachstädt, C. N. und Rall, J. C. (2016). Bekleidungsindustrie - Die Branche muss sich warm anziehen. [Online]. Verfügbar unter: https://www.acxit.com/en/wp-content/uploads/2016/11/MA-REVIEW-12-2016_Recovery.pdf. [letzter Zugriff am 16.12.2019].

Baumwollbörse. (o. J.). Baumwollbörse. [Online]. Verfügbar unter: https://baumwollboerse.de/baumwollboerse/. [letzter Zugriff am 11.12.2019].

Berg, A. (2017). Der Arbeitsmarkt für IT-Fachkräfte. [Online] Verfügbar unter: https://www.bitkom.org/sites/default/files/file/import/Bitkom-Charts-IT-Fachkraefte-07-11-2017-final.pdf. [letzter Zugriff am 13.09.2019].

Berndt, M., Hartmann, F. und Mietzner, D. (2019). Zukunftsperspektiven für den IT-Mittelstand in Deutschland. Fachkräftesituation und neue Arbeitsformen. [Online]. Verfügbar unter: https///itwirtschaft.de/wp-content/uploads/2019/09/Zukunftsperspektiven_für_den_IT-Mittelstand_Online.pdf. [letzter Zugriff am 20.06.2020].

Bitkom. (2020). Bitkom warnt vor Überregulierung von KI in Europa. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Bitkom-warnt-vor-Ueberregulierung-von-KI-in-Europa. [letzter Zugriff am 30.06.2020].

Carus, M., Vogt, D. und Breuer, T. (2008). Studie zur Markt- und Konkurrenzsituation bei Naturfasern und Naturfaser-Werkstoffen (Deutschland und EU). [Online]. Gülzow. Verfügbar unter: http://www.fnr-server.de/ftp/pdf/literatur/pdf_315gf_band_26_komplet_100.pdf. [letzter Zugriff am 12.12.2019].

Chesbrough, H. W. und Appleyard, M. M. (2007). Open Innovation and Strategy. California Management Review. 50. S. 57-76.

Colovic, G. (2012). Strategic Management in the Garment Industry. Woodhead Publishing Limited.

Die Bundesregierung. (2018). Nationale Strategie für Künstliche Intelligenz. [Online]. Verfügbar unter: https://www.ki-strategie-deutschland.de/home.html. [letzter Zugriff am 21.02.2020].

Dispan, J. (2015). Chemiefaserindustrie in Deutschland. Branchenreport 2015. IMU-Institut Heft 2/2015.

ETP. (2016). Towards a 4th Industrial Revolution of Textiles and Clothing. A Strategic Innovation and Research Agenda for the European Textile and Clothing Industry. [Online]. Verfügbar unter: http://www.technofashionworld.com/files/2016/11/TextileETP_SIRA_public-version.pdf. [letzter Zugriff am 09.12.2019].

Europäische Kommission. (2019). Der Grüne Deal. Brüssel, 11.12.2019. [Online]. Verfügbar unter: https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/european-green-deal-communication_de.pdf. [letzter Zugriff am 09.07.2020]

Experte 2. (2020). Experteninterview vom 28.02.2020. Internes Transkript. TH Wildau.

Experte 6. (2020). Experteninterview vom 06.01.2020. Internes Transkript. TH Wildau.

Fahey, L. und Narayanan, V. K. (1986). Macroenvironmental analysis for strategic management. South-Western.

Fink, A., Schlake, O. und Siebe, A. (2002). Erfolg durch Szenario-Management, Prinzip und Werkzeuge der strategischen Vorausschau, Campus Verlag, Frankfurt am Main [u.a.].

Forschungskuratorium Textil. (2020). Perspektiven 2035. Ein Leitfaden für die textile Zukunft. Hrsg. Forschungskuratorium Textil e. V. [Online]. Verfügbar unter: https://textil-mode.de/de/newsroom/blog/premiere-fuer-zukunftsstudie-perspektiven-2035/. [letzter Zugriff am 19.03.2020].

Freist, R. (2019). Deutsche Unternehmen setzen auf KI von der Stange. [Online]. Verfügbar unter: https://www.hannovermesse.de/de/news/news-fachartikel/deutsche-unternehmen-setzen-auf-ki-von-der-stange. [letzter Zugriff am 25.06.2020].

FUTURETEX. (2013). Initialkonzept zur Bewerbung im Förderprogramm "zwanzig20 - Partnerschaft durch Innovation". Ein Zukunftsmodell für Traditionsbranchen in der vierten industriellen Revolution. [Online]. Chemnitz: stfi. Verfügbar unter: http://www.stfi.de/fileadmin/futureTEX/futureTEX_Initialkonzept.pdf. [letzter Zugriff am 04.12.2019].

FUTURETEX. (2017). Mass Customization in der ostdeutschen Textilindustrie: Status quo, Geschäfts-modelle, IT & Potenzial textiler Technologien. Abschlussbericht des futureTEX-Projekts Basisvorhaben Mass Customization. [Online]. BMBF. Verfügbar unter: http://clicresearch.org/basisvorhaben-mc/wp-content/uploads/sites/17/2015/09/Abschlussdokument_Basisvorhaben_MassCustomization.pdf . [letzter Zugriff am 04.12.2019].

Gentsch, P. (2018). Künstliche Intelligenz für Sales, Marketing und Service: Mit AI und Bots zu einem Algorithmic Business – Konzepte, Technologien und Best Practices. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag.

GERMANWATCH, (2020). Wie grün wir das EU-Konjunkturprogramm tatsächlich? Gegner torpedieren Überprüfung der Nachhaltigkeit von Investitionen. Pressemitteilung, 30.06.2020. [Online]. Verfügbar unter: https://germanwatch.org/de/18808. [letzter Zugriff am 01.07.2020].

Hildesheim, W. und Michelsen, D. (2019). Künstliche Intelligenz im Jahr 2018 - Aktueller Stand von branchenübergreifenden KI-Lösungen: Was ist möglich? Was nicht? Beispiele und Empfehlungen. In: BUXMANN, P., et al. (Hrsg.) Künstliche Intelligenz. Mit Algorithmen zum wirtschaftlichen Erfolg. Springer Gabler.

Industrievereinigung Chemiefaser e. V. (2018a). Chemiefaserproduktion nach Regionen. [Online]. Verfügbar unter: https://www.ivc-ev.de/de/chemiefaserproduktion-nach-regionen-balkendiagramm. [letzter Zugriff am 12.12.2019].

Industrievereinigung Chemiefaser e. V. (2018b). Einsatzgebiete von Chemiefasern in Deutschland. [Online]. Verfügbar unter: https://www.ivc-ev.de/de/einsatzgebiete-von-chemiefasern-deutschland-balkendiagramm. [letzter Zugriff am 12.12.2019].

Industrievereinigung Chemiefaser e. V. (2019). Weltproduktion von Fasern. [Online]. Verfügbar unter: https://www.ivc-ev.de/de/weltproduktion-von-fasern-balkendiagramm. [letzter Zugriff am 12.12.2019].

Innovation Hub 13. (o. J.) Transferscouts. [Online]. Verfügbar unter: https://innohub13.de/transferscouts/. [letzter Zugriff am 09.07.2020].

Kirste, M. und Schürholz, M. (2019). Einleitung: Entwicklungswege zur KI. In Wittpahl, V. (Hrsg.), Künstliche Intelligenz: Technologien | Anwendung |. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag.

Krippendorf, W., Holst, G. und Richter, U. (2009). Branchenanalyse Textilindustrie. Untersuchungen zur Situation und Entwicklung der Branche "Textilgewerbe" (WZ 17). IMU. Berlin.

Krüger, J., Fleischer, J., Franke, J. und Groche, P. (2019). WGP-Standpunkt KI in der Produktion. Künstliche Intelligenz erschließen für Unternehmen. [Online]. Verfügbar unter: https://wgp.de/wp-content/uploads/WGP-Standpunkt_KI-final_20190906-2.pdf. [letzter Zugriff am 21.02.2020].

Lanius. (o. J.) Textile Kette. [Online]. Verfügbar unter: https://www.lanius.com/de/lexikon/textile-kette/. [letzter Zugriff am 03.12.2019].

Löbbe, K. (2008). Die Chemiefaserindustrie am Standort Deutschland - Struktur, Standortbedingungen und Entwicklungsperspektiven bis 2020. [Online]. Düsseldorf. Verfügbar unter: https://www.boeckler.de/pdf/p_edition_hbs_227.pdf. [letzter Zugriff am 12.12.2019].

Mietzner, D. und Reger, G. (2008). Customized Scenario Approach, A Case Study from Biotechnology. Paper presented at the Technology Management and Innovation in China: Challenges and Opportunities in the 21st Century, Beijing.

Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Textil vernetzt, (o. J.). [Online]. Verfügbar unter: https://www.kompetenzzentrum-textil-vernetzt.digital/themen.html. [letzter Zugriff am 30.06.2020].

Pieper, F.-U. und Gehrmann, H. (2019). Künstliche Intelligenz – Wer haftet? Legal Revolutionary. Spetember 2019. S. 123-128.

Porter, M. E. (2001). The value chain and competitive advantage. In: Barnes, D. (Hrsg.) Understanding Business: Processes. London and New York: Rudledge.

Porter, M. E. (2008). The five competitive forces that shape strategy. Harvard Business Review. S. 25-40.

Richero, R. und Ferrigno, S. (2017). A Background Analysis on Transparency and Traceability in the Garment Value Chain. Final Report. [Online]. Verfügbar unter: https://ec.europa.eu/europeaid/background-analysis-transparency-and-traceability-garment-value-chain_en. [letzter Zugriff am 16.12.209].

Rohleder, B. (2018). Der Arbeitsmarkt für IT-Fachkräfte. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bitkom.org/sites/default/files/2018-12/181213_Bitkom_Charts_PK_IT-Fachkr%C3%A4fte_final.pdf. [letzter Zugriff am 13.09.2019].

Sarnow, T. und Schröder, M. (2019). Supply-Chain-Risiken in der Textilindustrie. In: Bode, C., et al. (Hrsg.) Supply Management Research: Aktuelle Forschungsergebnisse 2018. Wiesbaden: Springer Fachmedien. Wiesbaden.

Scheunert, S. und Hildesheim, W. (2017). Ask Mercedes: Chatbot statt Betriebsanleitung. [Online]. Verfügbar unter: https://www.ibm.com/de-de/blogs/think/2017/11/30/ask-mercedes-chatbot-statt-betriebsanleitung/. [letzter Zugriff am 21.02.2020].

Schlomski, I. (2017). Naturfasern sind größter „Arbeitgeber“ für Faserstoffe. [Online]. Verfügbar unter: https://textile-network.de/de/Technische-Textilien/Fasern-Garne/Naturfasern-sind-groesster-Arbeitgeber-fuer-Faserstoffe. [letzter Zugriff am 13.12.2019].

ScMI. (o. J.). Scenario-Manager. [Online]. Verfügbar unter: https://www.scmi.de/de/software/scenario-manager. [letzterZugriff am 09.07.2020].

ScMI. (2013). Scenario-Manager Handbuch.

Seifert, I., Bürger, M., Wangler, L., Christmann-Budian, S., Rhode, M., Gabriel, P. und Zinke, G. (2018). Potenziale der künstlichen Intelligenz im produzierenden Gewerbe in Deutschland. [Online]. Verfügbar unter: https://www.digitale-technologien.de/DT/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/PAiCE_KI_Studie.pdf?__blob=publicationFile&v=15. [letzter Zugriff am 19.09.2019].

Stamm, A., Altenburg, T., Müngersdorff, M., Stoffel, T. und Vrolijk, K. (2019). Soziale und ökologische Herausforderungen der globalen Textilwirtschaft. [Online]. Bonn. Verfügbar unter:

https://www.die-gdi.de/uploads/media/DIE_Publikation_Textilwirtschaft_2019.pdf. [letzter Zugriff am 30.06.2020].

Statistisches Bundesamt. (2008). Klassifikation der Wirtschaftszweige. [Online]. Wiesbaden. Verfügbar unter: https://www.destatis.de/DE/Methoden/Klassifikationen/Gueter-Wirtschaftsklassifikationen/Downloads/klassifikation-wz-2008-3100100089004.pdf?__blob=publicationFile. [letzter Zugriff am 10.09.2019].

Statistisches Bundesamt. (2018). Produzierendes Gewerbe 2017. [Online]. Verfügbar unter: https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Industrie-Verarbeitendes-Gewerbe/Publikationen/Downloads-Struktur/beschaeftigte-umsatz-investitionen-2040421177004.pdf?__blob=publicationFile. [letzter Zugriff am 11.12.2019].

Statistisches Bundesamt. (2019). Beschäftigte und Umsatz der Betriebe im Verarbeitenden Gewerbe: Deutschland, Jahre, Wirtschaftszweige. [Online]. Verfügbar unter: https://www-genesis.destatis.de/genesis/online?sequenz=tabelleErgebnis&selectionname=42271-0002&zeitscheiben=3. [letzter Zugriff am 05.12.2019].

Streibich, K.-H. und Zeller, M. (2019). Offene Plattformen als Erfolgsfaktoren für Künstliche Intelligenz. In: Buxmann, A., et al. (Hrsg.) Künstliche Intelligenz. Mit Algorithmen zum wirtschaftlichen Erfolg. Springer Gabler.

textil+mode. (2018). Mit jeder Faser intelligent 2018. Die deutsche Textil- und Modeindustrie in Zahlen. Berlin.

Thun, S. und Lehne, M. (2019). Interoperabilität - Voraussetzung für Künstliche Intelligenz und Big Data in der Medizin [Online]. Verfügbar unter: https://e-health-com.de/details-news/interoperabilitaet-voraussetzung-fuer-kuenstliche-intelligenz-und-big-data-in-der-medizin/. [letzter Zugriff am 30.06.2020].

Ulrich, M. und Bachlechner, D. (2020). Wirtschaftliche Bewertung von KI in der Praxis - Status Quo, methodische Ansätze und Handlungsempfehlungen. HMD Praxis in der Wirtschaftsinformatik, 57, S. 46-59.

Umweltbundesamt. (2019). Textilindustrie. [Online]. Verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/industriebranchen/textilindustrie#die-textilindustrie-in-deutschland. [letzter Zugriff am 30.06.2020].

Van Delden, H.H. und Aucoutier, L. (2016). Country Report on Technical Textiles (TT) in Brazil, Japan, South Korea and USA. Final Report. European Commission.

VDMA. (2019). Branchenportrait Textilmaschinen. [Online]. Verfügbar unter: https://txm.vdma.org/documents/199718/26146234/Branchenportrait%20Deutsch-Englisch,%20Ausgabe%202019/8acd2566-c3d7-8976-b564-cf9a7067f8ac?t=645859.6. [letzter Zugriff am 12.12.2019].

Waldmann, A. (2019). AI in SMEs - status quo and challenges. Interview von Miriam Wolf mit Alexander Waldmann. Digital Society Blog. [Online]. Verfügbar unter: https://www.hiig.de/en/ai-in-smes-status-quo-and-challenges/. [letzter Zugriff am 11.03.2020].

WIK. (o. J.). KI im Mittelstand. Relevanz, Anwendungen, Transfer. Eine Erhebung der Mittelstand-Digital Begleitforschung. [Online]. Verfügbar unter: https://www.mittelstand-digital.de/MD/Redaktion/DE/Publikationen/kuenstliche-intelligenz-im-mittelstand.pdf?__blob=publicationFile&v=5. [letzter Zugriff am 30.06.2020].

ZEW. (2019). Innovationen in der deutschen Wirtschaft. Indikatorenbericht zur Innovationserhebung 2018. [Online]. Mannheim. Verfügbar unter: http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/mip/18/mip_2018.pdf. [letzter Zugriff am 05.12.2019].

Anhang

RATING SCALE

3	strong and direct impact
2	medium impact
1	weak and delayed impact
0	No impact

Start

			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
			Politik					Wirtschaft														Sozio-Kulturelles				Technologie								Ökologie			Recht		
			Handels- und Zollpolitik	Förderpolitik des Bundes	Wirtschaftsstrukturpolitik der EU und des Bundes	Einwanderungspolitik	Klimapolitik	Weltwirtschaftsentwicklung	Wirtschaftsentwicklung Deutschland	Kooperationsverhalten von Unternehmen	Rohstoffpreise	Energiepreise	Kaufkraft von Endverbrauchern	Nachfrage aus Anwenderbranchen	Verfügbarkeit von Arbeitskräften	Wettbewerbssituation der deutschen Textilindustrie im Bereich Technische Textilien	Innovationsfähigkeit der deutschen Textilunternehmen	Investitionsverhalten der deutschen Textilindustrie	Einstellungen zur KI in KMU der deutschen Textilindustrie	Entwicklung des Textilhandels	Entwicklung der Textillogistik	Entwicklung des Kaufverhaltens der Endverbraucher	Bedeutung von Werten und Normen	Entwicklung des Freizeitverhaltens und des Lebensstils	Entwicklung des Gesundheitsbewusstseins	Einsatzspektrum von KI-Lösungen	Ausmaß der Vernetzung	Zuverlässigkeit der Algorithmen	Grad des Einsatzes von Sensoren	Digitalisierungsgrad	Automatisierungsgrad	Grad der IT-Sicherheit	Grad der Interoperabilität	Entwicklung des Umweltbewusstseins der Menschen	Ausmaß von Umweltstandards	Umfang von Vorgaben zum Umweltschutz	Grad der Umsetzung internationaler Arbeitnehmerfreizügigkeit	Grad der Durchsetzung von Datenschutz	Regulierung der Produkthaftung
Politik	1	Handels- und Zollpolitik		0	1	0	0	3	2	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	Förderpolitik des Bundes	0		1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	2	1	1	1	2	2	2	1	1	2	2	0	1	0
	3	Wirtschaftsstrukturpolitik der EU und des Bundes	1	2		1	1	1	2	1	0	1	0	1	1	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0
	4	Einwanderungspolitik	0	0	0		0	0	1	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	Klimapolitik	0	2	1	0		1	1	0	2	2	1	1	0	1	1	1	0	0	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	3	0	0	0
Wirtschaft	6	Weltwirtschaftsentwicklung	1	1	2	1	1		3	0	2	2	2	2	1	1	0	2	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	7	Wirtschaftsentwicklung Deutschland	1	2	1	1	1	1		1	1	1	2	3	2	2	2	2	0	1	1	2	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	2	1	0
	8	Kooperationsverhalten von Unternehmen	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	1	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	2	0	0	0	0	1	0
	9	Rohstoffpreise	0	0	0	0	1	2	2	0		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	10	Energiepreise	1	0	0	0	1	2	2	0	1		0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
	11	Kaufkraft von Endverbrauchern	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0		1	0	1	1	0	0	2	2	3	1	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0
	12	Nachfrage aus Anwenderbranchen	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0		1	2	2	2	1	1	1	0	0	0	1	2	2	2	1	2	2	2	2	0	0	0	1	3	3
	13	Verfügbarkeit von Arbeitskräften	0	0	0	3	0	0	2	0	0	0	0	1		2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0
	14	Wettbewerbssituation der deutschen Textilindustrie im Bereich Technische Textilien	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0		0	2	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0
	15	Innovationsfähigkeit der deutschen Textilunternehmen	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	3		2	1	1	2	0	0	0	0	3	3	2	2	3	3	3	3	0	0	0	0	2	0
	16	Investitionsverhalten der deutschen Textilindustrie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2		0	1	1	0	0	0	0	2	2	2	3	3	3	2	2	0	0	0	0	1	0
	17	Einstellungen zur KI in KMU der deutschen Textilindustrie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2		1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0
	18	Entwicklung des Textilhandels	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	1	1	0		3	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0
	19	Entwicklung der Textillogistik	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2		1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Sozio-Kulturelles	20	Entwicklung des Kaufverhaltens der Endverbraucher	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	1	1	2	2		0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	2	2
	21	Bedeutung von Werten und Normen	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	2		2	2	1	0	1	0	0	0	1	0	2	2	2	0	2	1
	22	Entwicklung des Freizeitverhaltens und des Lebensstils	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	1	3	0		0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	23	Entwicklung des Gesundheitsbewusstseins	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3		1	0	0	0	0	0	0	0	3	2	1	0	0	0
Technologie	24	Einsatzspektrum von KI-Lösungen	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2	2	1	2	1	1	0	1	0	0		1	1	2	2	1	1	1	0	0	0	0	1	1
	25	Ausmaß der Vernetzung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	1	0
	26	Zuverlässigkeit der Algorithmen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	3	1	1	0	0	0	0	3	0		1	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0
	27	Grad des Einsatzes von Sensoren	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0		2	3	1	1	0	0	0	0	0	0
	28	Digitalisierungsgrad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	1	1	1	0	0	0	0	3	3	0	1		3	1	2	0	0	0	0	2	0
	29	Automatisierungsgrad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	2	0	1	0	0	0	0	3	3	1	1	1		2	1	0	0	0	0	1	0
	30	Grad der IT-Sicherheit	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	3	2	2	1	0	0	0	3	1	0	2	2	2		2	0	0	0	0	1	2
	31	Grad der Interoperabilität	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	2	0	1	1	1	1		0	0	0	0	0	0
Ökologie	32	Entwicklung des Umweltbewusstseins der Menschen	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2	2	3	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0		2	2	0	0	1
	33	Ausmaß von Umweltstandards	2	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	2	0	1	1	2	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1		3	0	0	1
	34	Umfang von Vorgaben zum Umweltschutz	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	3		1	1	1
	35	Grad der Umsetzung internationaler Arbeitnehmerfreizügigkeit	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
				0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	3	1	1	2	0	2	1	3	2	0	3	2	3	3	2	0	0	0	0		0
				0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2	1	1	1	0	0	0	2	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	

Darstellung 18: Einflussanalyse

Consistency assessment

How consistent is the simultaneous occurrence of the focused pair of projections in the future?

RATING SCALE	
5	highly consistent
4	consistent
3	independent
2	partially inconsistent
1	highly inconsistent

Start

		Winterschlaf	Resilienz und Vulnerabilität	Steigende Preise für CO2-Emissionen	Deutschland abgehängt	Innovative Gründungen und Mittelstand als Treiber	Wachstum im Bereich Hight-Tech-Textilien	Hight-Tech-Textilien nicht wettbewerbsfähig	High-Tech-Textilien in Nischen	Startup-Ökosystem als Dreh- und Angelpunkt	Intelligente Vernetzungsplattformen für Innovationskooperationen	Sinkende Innovationsbereitschaft	Steigende Investitionen	Eingefrorene Investitionen	Nachhaltige Textilien bevorzugt	Funktionalisierte Textilien im Fokus	Nachhaltig, aber nicht um jeden Preis	Komplexe Digitalisierung in der Branche	Segmentierte Digitalisierung	Flexible und dezentrale Automatisierung	Durchgängige Automatisierung entlang der textilen Kette	Teilautomatisierung	KI-as-a-Service	Stagnation IT-Sicherheit	KI basierte Bedrohungen überfordern Unternehmen	KI für komplexe Produktionsprozesse	Spezialisierter Einsatz von KI-Lösungen	KI auf holprigen Wegen	Verschärfung	Zahnlose Standards	Weltweite Vereinheitlichung	Verkauf personenbezogener Daten	Automatisierte Anonymisierung	EU-Standards für KI-Anwendungen
Klimapolitik	Winterschlaf																																		
	Resilienz und Vulnerabilität																																		
	Steigende Preise für CO2-Emissionen																																		
Wirtschaftsentwicklung Deutschland	Deutschland abgehängt	4	2	2																															
	Innovative Gründungen und Mittelstand als Treiber	2	4	3																															
Nachfrage aus Anwenderbranchen	Wachstum im Bereich Hight-Tech-Textilien	3	3	3	2	5																													
	Hight-Tech-Textilien nicht wettbewerbsfähig	3	3	4	3	2																													
	High-Tech-Textilien in Nischen	4	4	4	3	4																													
Innovationsfähigkeit der deutschen Textilunternehmen	Startup-Ökosystem als Dreh- und Angelpunkt	2	4	4	2	5	4	3	4																										
	Intelligente Vernetzungsplattformen für Innovationskooperationen	3	4	3	3	4	4	2	4																										
	Sinkende Innovationsbereitschaft	4	2	3	5	2	2	4	2																										
Investitionsverhalten der deutschen Textilindustrie	Steigende Investitionen	3	4	4	2	4	4	3	4	4	3	2																							
	Eingefrorene Investitionen	4	3	3	5	2	2	3	3	3	3	5																							
Entwicklung des Kaufverhaltens der Endverbraucher	Nachhaltige Textilien bevorzugt	1	5	5	3	4	2	4	2	4	4	2	3	3																					
	Funktionalisierte Textilien im Fokus	3	3	3	3	4	5	1	4	4	4	2	3	3																					
	Nachhaltig, aber nicht um jeden Preis	2	3	4	3	4	2	4	2	4	4	2	3	3																					
Digitalisierungsgrad	Komplexe Digitalisierung in der Branche	3	3	3	2	4	4	3	2	3	3	2	4	1	3	3	3																		
	Segmentierte Digitalisierung	3	3	3	2	4	3	3	4	3	3	2	4	4	3	4	3																		
Automatisierungsgrad	Flexible und dezentrale Automatisierung	3	4	3	2	4	4	3	3	4	4	2	5	2	3	3	3	5	2																
	Durchgängige Automatisierung entlang der textilen Kette	3	3	3	2	4	4	3	2	3	4	2	5	1	3	3	3	5	1																
	Teilautomatisierung	3	3	3	2	4	4	3	3	3	4	2	4	2	3	3	3	4	1																
Grad der IT-Sicherheit	KI-as-a-Service	3	3	3	2	4	4	3	4	4	4	1	4	2	3	4	3	4	2	4	4	4													
	Stagnation IT-Sicherheit	3	3	3	4	2	2	3	3	2	1	4	3	3	3	3	3	1	2	2	2	2													
	KI basierte Bedrohungen überfordern Unternehmen	3	3	3	4	1	2	3	3	3	1	4	3	3	3	3	3	1	2	2	2	2													
Einsatzspektrum von KI-Lösungen	KI für komplexe Produktionsprozesse	2	4	4	2	3	4	3	2	3	3	1	5	1	4	3	3	5	4	4	4	4	5	1	1										
	Spezialisierter Einsatz von KI-Lösungen	3	3	3	2	4	4	3	4	4	3	2	4	2	3	5	3	3	4	4	4	4	4	2	2										
	KI auf holprigen Wegen	3	3	3	4	2	3	3	4	2	2	4	3	3	3	3	3	2	4	2	2	2	2	4	4										
Ausmaß von Umweltstandards	Verschärfung	1	4	5	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3							
	Zahnlose Standards	5	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	4	3	2	3	3							
	Weltweite Vereinheitlichung	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3							
Grad der Durchsetzung von Datenschutz	Verkauf personenbezogener Daten	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	2	2	3	4	4	3	3	3				
	Automatisierte Anonymisierung	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	2	2	4	4	4	3	3	3				
	EU-Standards für KI-Anwendungen	3	3	3	3	4	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	4	3	4	4	4	4	2	2	5	5	2	3	3	3				

Darstellung 19: Konsistenzanalyse

Kontakt

Wenn Sie Fragen oder Anregungen zum Foresightprozess haben, lassen Sie es uns wissen. Wir stehen Ihnen gern zur Verfügung.

Ihr Ansprechpartner:

Dr. Frank Hartmann

Telefon: +49 3375 508 214

Email: frank.hartmann@th-wildau.de

Projektpartner
Technische Hochschule Wildau
Hochschulring 1
15745 Wildau

Was ist Mittelstand-Digital?

Das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum IT-Wirtschaft ist Teil der Förderinitiative Mittelstand-Digital. Mittelstand-Digital informiert kleine und mittlere Unternehmen über die Chancen und Herausforderungen der Digitalisierung. Regionale Kompetenzzentren helfen vor Ort dem kleinen Einzelhändler genauso wie dem größeren Produktionsbetrieb mit Expertenwissen, Demonstrationszentren, Netzwerken zum Erfahrungsaustausch und praktischen Beispielen. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie ermöglicht die kostenlose Nutzung aller Angebote von Mittelstand-Digital.

Weitere Informationen finden Sie unter:
www.mittelstand-digital.de

Impressum

Autoren: Frank Hartmann und Dana Mietzner

Zitationshinweis: Hartmann, Frank und Mietzner, Dana (2020): Künstliche Intelligenz als Chance für die deutsche Textilindustrie, Dokumentation zum Foresightprozess, Studie im Rahmen des Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrums IT-Wirtschaft (KIW), Wildau 2020

Bildmaterial

Titel: unslash.com, S.1: unsplash.com