



WISSENSCHAFTLICHE BEITRÄGE

Die deutsche Textilindustrie im Wandel: Potenziale und Hürden der Nachhaltigkeit und Digitalisierung

Von Constanze Pfaff*, Thomas Pfaff** und Marlen
Gabriele Arnold***



Zusammenfassung

In der Textilindustrie sind der enorme Ressourcenverbrauch und die signifikanten Umweltverschmutzungen nur einige Problemfelder der Nachhaltigkeit, die gegenwärtig bearbeitet werden müssen. Gleichzeitig können Unternehmen – durch den Einsatz fortschrittlicher digitaler Technologien – ihre Produktions- und Lieferkettenprozesse sowie ihre unternehmerische Effizienz und Transparenz optimieren. Die Fragestellung, wie Nachhaltigkeit und Digitalisierung strategisch in die Textilunternehmen integriert und miteinander verknüpft werden, wurde bisher unzureichend erforscht. Mithilfe einer digitalen Befragung wurden Daten von 56 Teilnehmenden aus deutschen Textilunternehmen erhoben und ausgewertet. Dieser Artikel zeigt die zunehmende Bedeutung



* Constanze Pfaff, M.Sc. ist wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Professur BWL – Betriebliche Umweltökonomie und Nachhaltigkeit an der TU Chemnitz. Ihre Forschungsschwerpunkte sind Management und Transformation von Nachhaltigkeit und Digitalisierung in textilen Produktionsumgebungen.

** Dipl.-Ing. (FH) Thomas Pfaff ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Sächsischen Textilforschungsinstitut e.V. (STFI) in Chemnitz. Seine Forschungsschwerpunkte sind mobile und kollaborative Robotik, sowie die Digitalisierung und Vernetzung von Prozessen der Textilbranche.

*** Prof. Dr. Marlen Gabriele Arnold forscht und lehrt an der Professur BWL – Betriebliche Umweltökonomie und Nachhaltigkeit an der TU Chemnitz. Ihre Forschungsschwerpunkte sind Management und Transformation von Nachhaltigkeit in Organisationen.

der Digitalisierung und der Nachhaltigkeit in der Textilindustrie auf und betont die Notwendigkeit, die Synergien beider Bereiche zu nutzen, um die Transformation der Branche voranzutreiben.

Abstract

In the textile industry, the huge consumption of resources and enormous environmental pollution are just some of the problem areas of sustainability that currently need to be addressed. At the same time, companies can optimise their corporate efficiency and transparency by using advanced digital technologies in their production and supply chain processes. However, the question of how sustainability and digitalisation are strategically integrated and linked in textile companies has been insufficiently researched so far. Therefore, data from 56 participants of German textile companies was analysed with the help of a digital survey. This article shows the increasing importance of digitalisation and sustainability in the textile industry and emphasises the need to use the synergies of both areas to drive the transformation of the industry.

I. Einleitung

Nachhaltigkeit und Digitalisierung gelten als zwei der wichtigsten gegenwärtigen Megatrends, die sich langfristig und anhaltend auf die Gesellschaft, Politik und Wirtschaft auswirken. Davon betroffen ist ebenfalls die traditionsreiche Textilindustrie in Deutschland (Gloy, 2020). Global nimmt die Textilindustrie einen zentralen Stellenwert ein, da textile Wertschöpfungsketten eng mit den Sustainable Development Goals (SDG) verknüpft sind (Vereinte Nationen, 2015). Für Deutschland stellt die Textilindustrie eine bedeutsame Zulieferindustrie und einen wichtigen Wirtschaftszweig dar, welcher zukünftig zirkulär ausgerichtet werden soll (Gesamtverband textil+mode, 2022). Das Marktsegment der Technischen Textilien entwickelte sich mit einem Anteil von über 60 Prozent am Branchenumsatz zur tragenden Säule der deutschen Textilindustrie (Gesamtverband textil+mode, 2022; Beyer und Arnold, 2022; Suárez-Eiroa et al., 2019). Die deutsche Textil- und Modeindustrie beschäftigt ca. 124.000 Menschen in 1.400 Unternehmen, wobei ca. 690 Unternehmen zur Textil- und 200 Unternehmen zur Bekleidungsindustrie gehören, mit einem Gesamtumsatz von 29,0 Mrd. Euro. Die Struktur der Unternehmen der Textilindustrie in Deutschland ist sehr kleinteilig, da etwa 95 % der Unternehmen zu den kleinen und mittleren Unternehmen gehören (Gesamtverband textil+mode, 2022).

Eine gegenwärtige Herausforderung der Textilbranche ist die Umsetzung der Digitalisierung und Nachhaltigkeit (Peter John und Mishra, 2023; United Nations Environment Programme, 2020). Der europäische textile Ressourcenverbrauch stellt die viertgrößte Ursache für den Klimawandel und die damit verbundenen Umweltauswirkungen dar (Niinimäki et al., 2020). Er zählt außerdem zu den fünf Hauptverbrauchsbereichen hinsichtlich des Rohstoffverbrauchs und

der Treibhausgasemissionen (Jacob, 2019; Majumdar et al., 2022). Daher wird Nachhaltigkeit zunehmend – freiwillig und verpflichtend – fester Bestandteil von betrieblichen Zielsystemen in der Praxis (Fetting, 2020; Pufé, 2017). Die Agenda 2030 der Vereinten Nationen motiviert zu nachhaltigen Transformationen und die „EU-Strategie für nachhaltige und kreislauffähige Textilien“ zielt auf eine Anwendung der Grundsätze der Kreislaufwirtschaft und folglich auf die Bereiche entlang der gesamten Wertschöpfungskette ab (Europäische Kommission, 2022). Durch den Einsatz digitaler Technologien eröffnen sich neue Möglichkeiten, die gesamte Wertschöpfungskette nachhaltiger zu gestalten (Gregori und Holzmann, 2020; Khan et al., 2023). Diese Vernetzung ermöglicht eine bessere Überwachung und Steuerung von Produktionsprozessen, um Ressourcen zu optimieren (Isensee et al., 2020) und über gezielte Investitionen zirkuläre Wertschöpfung zu steigern (Arnold et al., 2023; Griese et al., 2019).

Der digitale Produktpass (DPP) verbindet beide Megatrends miteinander. Gleichwohl werden Nachhaltigkeit und Digitalisierung häufig separat voneinander betrachtet (Lange et al., 2018; WBGU, 2019). Auffallend ist zudem, dass über Tradeoffs, Rebound- und Synergieeffekte wenig ausdifferenzierte Grundlagenforschung existiert (Brenner und Hartl, 2021; WBGU, 2019). Offen bleibt in der Fachliteratur, welche Chancen und Risiken sowie Potenziale und Hürden sich auf betrieblicher Ebene für Textilunternehmen ergeben und wie deren strategische Integration und Implikation ausgestaltet sind, sodass in diesem Bereich eine Forschungslücke aufzufinden ist (Boone et al., 2017; Song et al., 2017), die mit nachstehenden Forschungsfragen aufgenommen wird:

- Welches Verständnis der Megatrends Nachhaltigkeit und Digitalisierung weisen deutsche, produzierende Textilbetriebe auf?
- Welche Synergien, Potenziale und Hürden identifizieren die Unternehmen selbst dahingehend?
- Welcher Grad der strategischen Integration existiert hinsichtlich Digitalisierung in den deutschen produzierenden Textilunternehmen?

II. Digitalisierung und Nachhaltigkeit in der deutschen Textilindustrie

1. Transformation durch Digitalisierung und Nachhaltigkeit

Die Digitalisierung bietet zahlreiche Herausforderungen und Chancen, gesellschaftlich positive und negative Entwicklungen, die sich auf die Textilindustrie und ihr Management auswirken (Reis et al., 2020; Jacob, 2019). In der Literatur existiert keine allgemeingültige Begriffsdefinition (Jacob, 2019). Dies spiegeln auch die unterschiedlichen Definitionsansätze nach Clauß et al. (2022) und Verhoef et al. (2021) wider. Die Definition „Konvertierung analoger Informationen

in digitale Daten“ ist namensgebend. Mit der „Neugestaltung bestehender Geschäftsprozesse mittels digitaler Technologien“ und dem weiterführenden Ansatz „Neugestaltung des Geschäftsmodells und der Kernkompetenz des Unternehmens“ wird per Definition dem Nutzen digitaler Werkzeuge ein größerer Einfluss zugeschrieben. Wie Digitalisierung und dessen strategische Implementierung in der Praxis verstanden wird, ist Teil der Erhebung.

Traditionell ist die Branche in der Breite auf Massenproduktion ausgerichtet und durch kontinuierliche sowie effiziente Prozesse mit hohen Durchsatzraten gekennzeichnet (Projekt futureTEX, 2017). Der Textilmaschinenbau liefert die notwendigen Maschinen, welche 24/7/52 produzieren können. Durch die zunehmende Forderung nach einer steigenden Variantenvielfalt müssen die Prozesse zunehmend Flexibilität und Wandlungsfähigkeit aufweisen (Projekt futureTEX, 2017). Dies führt zu einer höheren Dynamik im Vergleich zu unternehmerischen Veränderungen vor Zeiten der Digitalisierung (Jacob, 2019). Praktische Umsetzungsbeispiele aus dem textilen und textilnahen Mittelstand wurden dokumentiert und veröffentlicht (Gesamtverband textil+mode, 2020). Hier liegt ein Fokus auf der Qualitätssicherung durch Prozess- und Produktoptimierung oder auch dem Monitoring zur frühzeitigen Fehlererkennung. Auch neue Produkte und Geschäftsmodelle im Bereich Smart Textiles, aber auch Nutzung der digitalen Technologien für die Qualifikation von Mitarbeitenden, sowie ein verbessertes Supply Chain Management können Bestandteile der digitalen Transformation sein.

Die Bedeutung der nachhaltigen Transformation wurde auf politischer Ebene durch Leitlinien und verschiedene Gesetze bekräftigt. Neben der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie in Deutschland wurde 2022 die „EU-Strategie für nachhaltige und zirkuläre Textilien“ veröffentlicht (Bundesregierung, 2021; Europäische Kommission, 2022). Mit ihr sollen negative Umweltauswirkungen minimiert, die Textilindustrie nachhaltiger und zirkulärer gestaltet werden. Dazu zählen unter anderem die Spezifikation von Designanforderungen, d. h. Förderung von umweltfreundlicheren Materialien und Produktionsverfahren, und die Bekämpfung von Greenwashing. Die herstellenden Unternehmen werden verstärkt in die Verantwortung genommen, um sicherzustellen, dass ihre Produkte umweltfreundlich hergestellt und einer sinnvollen Weiterverwendung zugeführt werden. Darüber hinaus ermöglichen Label und Zertifikate eine nachhaltige Ausrichtung von Unternehmen. Das Forschungskuratorium Textil e.V. (2022) stellt fest, dass es bisher an einem Bewusstsein über Nachhaltigkeitsthemen in der Textilindustrie mangelt. Beispielsweise ist das Wissen über Recyclingoptionen und somit Kreislaufwirtschaftsoptionen ausbaufähig. Ein weiteres Ergebnis ist, dass die Branche als relativ investitionsscheu hinsichtlich alternativer Produktionslösungen bewertet wird. Insofern ist der Grad der strategischen Implementierung von Nachhaltigkeit und Kreislauffähigkeit von Interesse.

2. Wechselbeziehungen der digitalen und nachhaltigen Transformation

Digitale und nachhaltigkeitsausgerichtete Maßnahmen sollen künftig in einen DPP münden, der für jedes textile Produkt ausgestellt werden muss (Europäische Kommission, 2022). Dieser enthält zahlreiche, unter anderem auch nachhaltige, d.h. ökologische, soziale und betriebswirtschaftliche Informationen. Gemäß Forschungskuratorium Textil e.V. (2022) können generell Nachhaltigkeitsstandards erst zur Genüge umgesetzt werden, wenn die Digitalisierung voranschreitet und somit auch mehr Transparenz über Rohstoffe und Produkte sowie deren Wertschöpfungskette herrscht. Der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung betitelt diese Annahme als „Digitalisierung für Nachhaltigkeit“ und damit Digitalisierung als ein Instrument zur nachhaltigen Entwicklung (WBGU, 2019).

Trotz Präsenz beider Megatrends sowie weitreichender Diskussionen gibt die bestehende Fachliteratur kaum Auskunft über Synergien oder Antagonien (Griese et al., 2018; Lange et al., 2018; Stede et al., 2024). Allgemeiner Konsens herrscht in der Literatur dahingehend, dass von drei unterschiedlichen Zielbeziehungen zwischen Digitalisierung und Nachhaltigkeit ausgegangen wird (Jacob, 2019; WBGU, 2019). Digitalisierung und Nachhaltigkeit können erstens unabhängig voneinander existieren und keine Effekte aufeinander haben. Jacob (2019) betitelt dies als „neutrale Beziehung“. Ein „konkurrierender“ Zusammenhang besteht zweitens, wenn beide Megatrends negativen Einfluss aufeinander haben und unerwünschte Effekte verstärken. Bei erhöhter Komplexität, die entsteht, wenn konkurrierende oder widersprüchliche, aber miteinander verknüpfte Elemente gleichzeitig betrachtet werden, lassen sich paradoxe Zustände erkennen (Van der Byl und Slawinski (2015). Der erstrebenswerteste, dritte Fall ist die „komplementäre Beziehung“. In dieser Annahme verstärken sich positive Effekte beider Megatrends und die Digitalisierung führt zu einer nachweislich nachhaltigen Entwicklung (Umweltbundesamt, 2019).

Unabhängig von theoretischen Zielbeziehungen überführen Unternehmen die Anforderungen über Strategien und Maßnahmen in ihre unternehmerischen Tätigkeiten. Dieser Strategieprozess lässt sich als ein mehr oder weniger standardisierter, regelmäßiger Vorgang beschreiben, der eine strukturierte Methode zur Entwicklung, Umsetzung und Kontrolle von Strategien bietet. Die Identifizierung von Hauptproblemen, die Festlegung von Zielen und die Wahl des Implementierungsansatzes sind die drei Hauptphasen der Strategieentwicklung (Mintzberg et al. 1998). Um strategische Möglichkeiten zu ermitteln und die potenziellen Optionen einzuzugrenzen, werden in der ersten Phase das Umfeld der Organisation und Kenntnisse über selbige benötigt. In der zweiten Phase geht es darum, die ausgewählte Alternative in die Praxis umzusetzen. Der letzte Schritt besteht darin zu bewerten, wie gut der ausgewählte Plan funktioniert. Die praktische Strategieausrichtung in den ersten beiden Phasen hinsichtlich

Nachhaltigkeit und Digitalisierung ist im produzierenden Textilbereich noch kaum erfasst. Inwiefern Unternehmen Nachhaltigkeit und Digitalisierung in ihre Strategien integrieren und welche Potenziale und Hürden in beiden Bereichen sowie welche Wechselwirkungen bestehen, sollen im Rahmen der Studie erforscht werden.

III. Forschungsmethode

Um Herausforderungen, Potenziale und damit einhergehende eventuelle Korrelationen der Nachhaltigkeit und Digitalisierung zu ermitteln, wurde eine digitale, anonyme Umfrage zwischen Dezember 2022 und Januar 2023 durchgeführt (Hussy et al., 2013; siehe Tab. 1). Die Umfrage wurde über verschiedene Textilunternehmen und -institute verteilt sowie in Newslettern zahlreicher textiler Verbände publiziert. Anonymität und die Sicherheit der Daten wurden garantiert. Die Befragung wurde mit insgesamt 36 Fragen in fünf verschiedene Abschnitte unterteilt (Unternehmen, Nachhaltigkeit, Digitalisierung, Kreislaufwirtschaft und Geschäftsmodelle). Die Bereiche Nachhaltigkeit und Digitalisierung beinhalteten Fragen zur Relevanz, zu Herausforderungen und Potenzialen sowie notwendigen Veränderungsbereichen und Handlungsbedarfen. Sie sind gekennzeichnet durch zahlreiche Antwortoptionen. Der Bereich Kreislaufwirtschaft zielte auf die Kenntnis der EU-Textilstrategie und fragte befördernde Faktoren ab. Der Abschnitt Geschäftsmodelle erfasste Optionen zu Etablierung der Kreislauffähigkeit in Geschäftsmodellsegmenten. Die Befragung dauerte im Durchschnitt 20 Minuten.

Tabelle 1: Methodik

Forschungsdesign	Querschnittsstudie, Umfrageforschung, Korrelationsanalyse	<ul style="list-style-type: none"> • Limesurvey Umfrage mit vorstrukturierten Frageblöcken und offenen Fragebereichen • Erhebungszeitraum: Dezember 2022 – Januar 2023 • Zielgruppe: produzierende Unternehmen der deutschen Textilbranche
Erhebungstechnik	schriftlicher, digitaler Fragebogen	<ul style="list-style-type: none"> • Sprache: deutsch • Themen: Digitalisierung und Nachhaltigkeit • Likert-Skala und dichotome Skala
Auswertungsverfahren	quantitativ-deskriptive Analyse, qualitative Analyse	<ul style="list-style-type: none"> • Korrelationsanalyse mittels SPSS • Analyse von Keywords und deren Aggregation zu Kategorien

Soziometrische Daten wurden über Auswahlfelder ermittelt. Der Aufbau der Befragung in den Bereichen der Nachhaltigkeit und Digitalisierung wurde konkludent aufgebaut (siehe Anhang 1). Auf einer fünfstufigen Likert-Skala (Trifft gar nicht zu / Trifft eher nicht zu / Neutral / Trifft eher zu / Trifft völlig zu) konnten die Befragten ihre Bewertungen zu verschiedenen nachhaltigen und digitalen Themen abgeben. Weiterhin wurde eine dichotome Skala (ja / nein) verwendet und beispielsweise bei Managementkonzepten, Labels oder Digitalisierungstechnologien um die Option „geplant“ ergänzt. In einigen Fragestellungen gab es die Möglichkeit mittels Freitext zu ergänzen. Welche Definitionsansätze auf Zustimmung treffen, wurde mittels fünfstufiger Likert-Skala ermittelt. Die vorgegebenen, definitorischen Ansätze im Bereich der Nachhaltigkeit gehen auf die Strategien Effizienz, Konsistenz und Suffizienz (Haase, 2020; Pufé, 2017) sowie die weit verbreitete Definition nach Hauff (1987) zurück. Die digitalen Definitionsansätze stützen sich auf verschiedene Auffassungen der digitalen Transformation. Der unternehmerische Stand der Implementierung von Nachhaltigkeit und Digitalisierung konnte mittels Selbsteinschätzung über die Antwortmöglichkeiten „Informieren“, „Analysieren“, „Konzipieren“ und „Umsetzen“ (siehe Abb. 1), die mit „ja“ bei Zustimmung oder mit „nein“ bei Ablehnung beantwortet wurden, erfasst werden. Mehrfachantworten waren möglich. Traf keiner dieser Schritte zu, so konnten die Befragten auf „Keiner dieser Schritte wurde oder wird gerade durchgeführt.“ ausweichen. Ergänzungen konnten die Befragten in einem Freitext hinzufügen.

Die Auswertung erfolgte sowohl qualitativ als auch quantitativ-deskriptiv (Hussy et al., 2013; Flick 2010; siehe Tabelle 1). Die hier aufgeführten Ergebnisse sind Ausschnitt einer umfangreicheren Erhebung. Fragestellung zur Kreislaufwirtschaft und zu Geschäftsmodellen wurden bereits in einem separaten Artikel publiziert (Arnold et al., 2023). Dort finden sich auch weiterführende Aspekte zu Zertifikaten, Labels, sozial-ökologischen Managementkonzepten, Kreislaufansätzen und nachhaltigkeitsausgerichteten Geschäftsmodellen, welche hier nicht in die Auswertung geflossen sind.

Für eine tiefgründigere und möglichst objektive Darstellung der Befragten zum unternehmerischen Stand wurde eine eigens konzipierte Analyse und Bewertung als Stufenmodell durchgeführt (siehe Abbildung 1).

Die Befragten ordneten ihre Unternehmenstätigkeiten jeweils für Nachhaltigkeit und Digitalisierung in das Stufenmodell ein. Diese Zuordnung bildet die Basis. Im Schritt zwei werden die vier Stufen pro Teilbereich anschließend aufsteigend linear gewichtet: Informieren (1), Analysieren (2), Konzipieren (3) und Umsetzen (4). Mehrfachantworten pro Befragten waren möglich. Im folgenden dritten Schritt werden die Punkte pro Teilnehmenden und pro Bereich aufsummiert, sodass bei vollständiger Mehrfachnennung maximal 10 Punkte pro Bereich erreicht werden. Da die Befragten ihren Stand für Nachhaltigkeit als auch

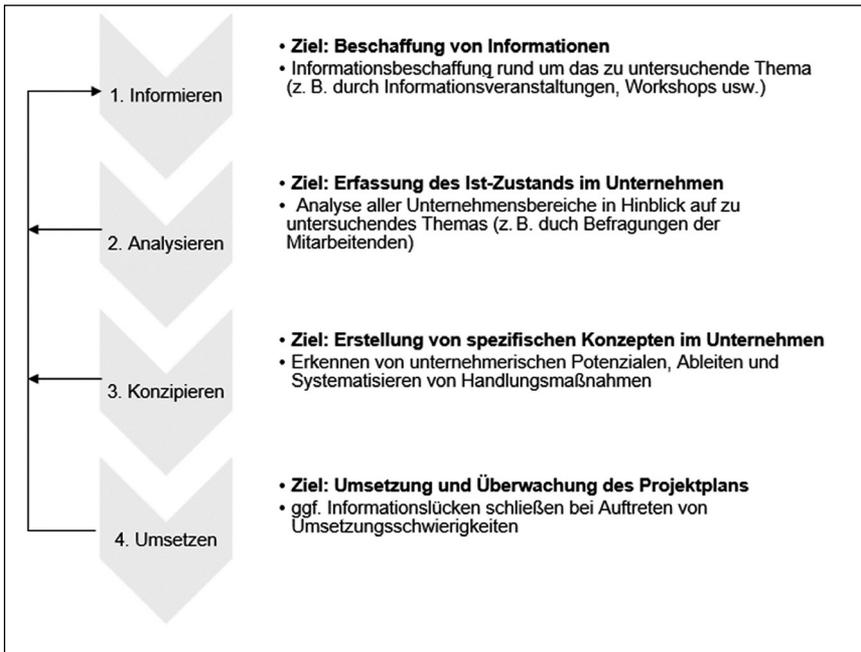


Abbildung 1: Stufenmodell

für Digitalisierung bewerteten, können jedem Teilnehmenden zwei Summanden zugeordnet und im vierten Schritt in einem Streudiagramm dargestellt werden (siehe Abbildung 8).

Ein weiterer Schwerpunkt der Auswertung umfasst die Analyse der Potenziale und Hindernisse beider Megatrends. Dazu wurden die Befragten gebeten, vorgegebene Potenziale und Hindernisse aus unternehmerischer Sicht zu bewerten. In den folgenden Ergebnissen wird die Summe der Angaben zu „trifft völlig zu“ und „trifft eher zu“ als Zustimmung und die Summe der Angaben „trifft gar nicht zu“ und „trifft eher nicht zu“ als Ablehnung als Nomenklatur eingeführt. Der Rest ergibt eine „neutrale“ Haltung. Qualitative Angaben der Potenziale und Hindernisse wurden analysiert, gelistet und zu Kategorien zusammengefasst. Anschließend wurde eine Korrelationsanalyse durchgeführt. Diese wurde nach Spearman Rho ausgewertet, da nur ordinale Variablen vorhanden waren (Cohen, 1988). Demnach wurde der ungerichtete, lineare Zusammenhang zweier Variablen untersucht, sodass keine kausalen Aussagen gemacht werden. Die Bedeutung des Zusammenhangs richtet sich nach der Effektstärke des Korrelationskoeffizienten r (Cohen, 1988).

IV. Ergebnisse

1. Umfrageteilnehmende

Insgesamt wurden 56 vollständige Fragebögen bei einer Abschlussquote von 30,9% (125 nicht abgeschlossene Fragebögen) ausgewertet. Die teilnehmenden Unternehmen unterscheiden sich unter anderem in ihrer Unternehmensgröße. Mit 25 teilnehmenden Unternehmen bilden die mittleren Unternehmen den größten Anteil der Befragten ab. Kleinst- bis mittlere Unternehmen weisen in dieser Umfrage einen Anteil in Höhe von 82,1% auf. Die Position der Antwortenden im Unternehmen ist primär im oberen und mittleren Management zu verorten.

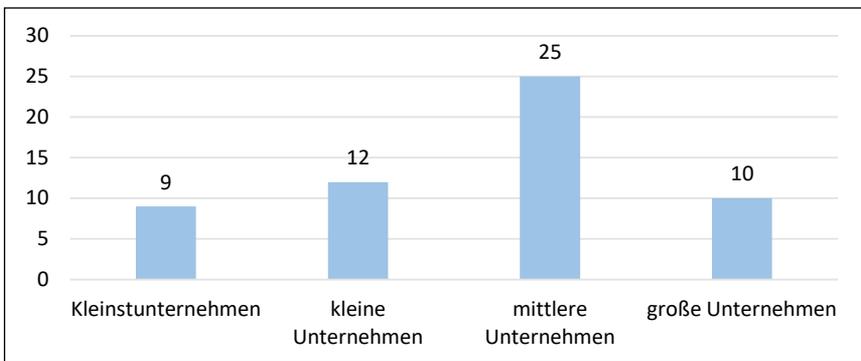


Abbildung 2: Übersicht Unternehmensgröße

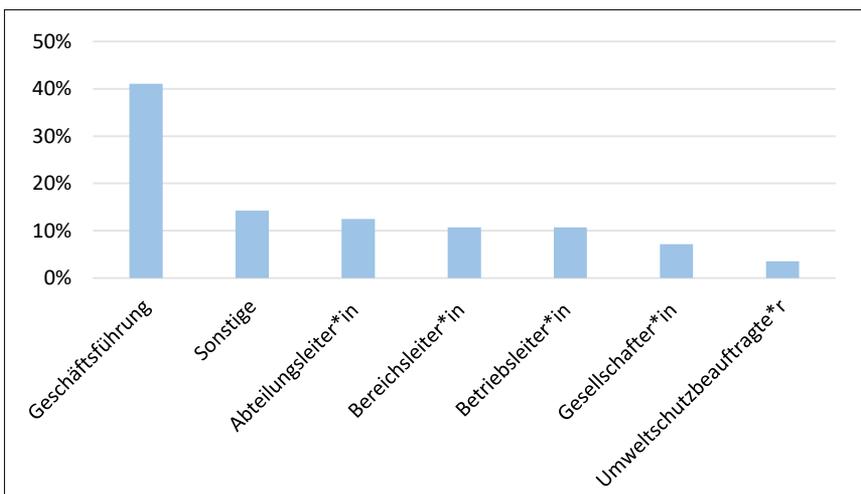


Abbildung 3: Unternehmensposition Teilnehmende

2. Selbsteinschätzung bezgl. Status Quo der Nachhaltigkeit und Digitalisierung

Nahezu 90 % der Befragten verstehen Nachhaltigkeit definitorisch als Verbesserung der Rohstoff- und Ressourcenproduktivität.

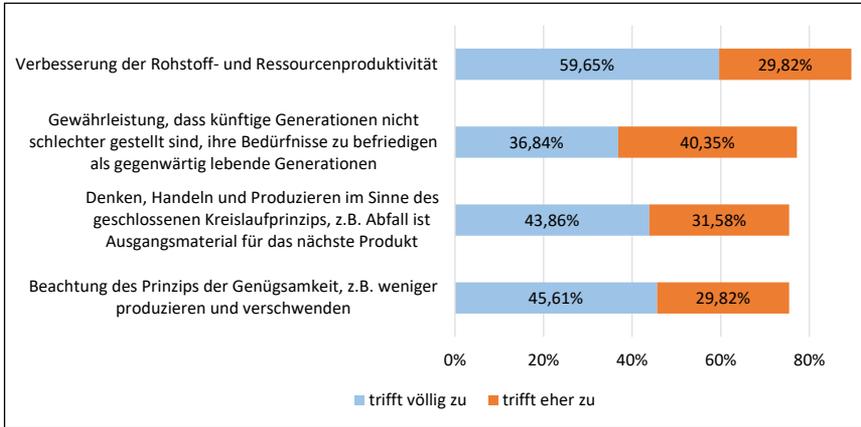


Abbildung 4: Definitionsansätze Nachhaltigkeit

Im Bereich der Digitalisierung fand die Neugestaltung der Geschäftsprozesse mittels digitaler Technologien die höchste Zustimmung.

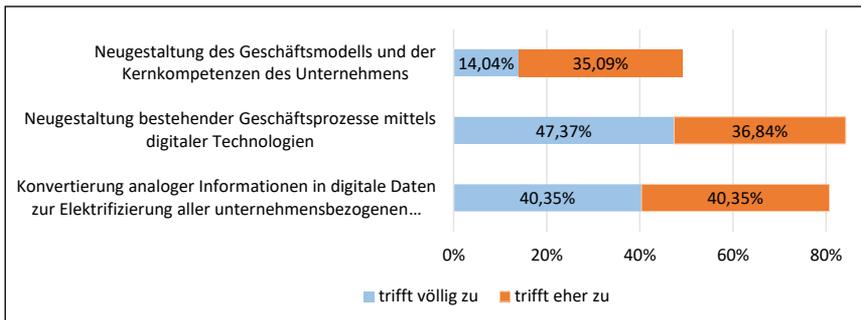


Abbildung 5: Definitionsansätze Digitalisierung

Die Ergebnisse hinsichtlich der eigenen unternehmerischen Einstufung in Bezug auf Nachhaltigkeit zeigen, dass nach eigener Aussage die meisten der Befragten bereits nachhaltige Aktivitäten im Unternehmen umsetzen.

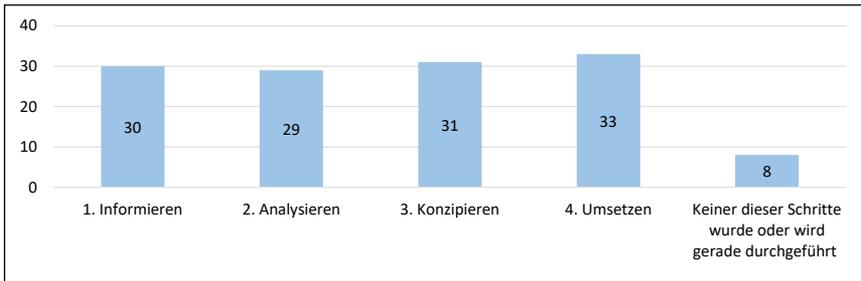


Abbildung 6: Übersicht über Umsetzung Nachhaltigkeit (absolute Anzahl)

Die Zuordnung der Umsetzungsstufen wurde durch die Befragung nicht auf bestimmte betriebliche Bereiche limitiert, sondern durch eine Freitexteingabe genauer spezifiziert. Die qualitative Auswertung ergab, dass die Befragten ihre Aktivitäten vor allem in

- Energie- und Ressourceneinsparungen,
- Durchführung von Audits und Zertifizierungen,
- Einbindung nachhaltiger Unternehmensziele ins Controlling und Unternehmensstrategie und
- Verbesserung von Logistik- und Produktionsbedingungen

umsetzen. Im Bereich der Digitalisierung ist erkennbar, dass sich die meisten Befragten in der Stufe Konzipieren positionieren.

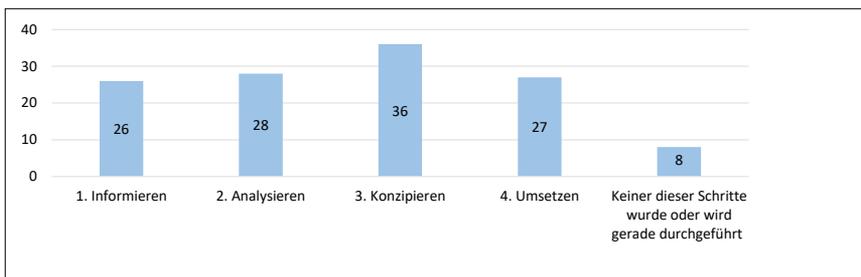


Abbildung 7: Übersicht über Umsetzung Digitalisierung (absolute Anzahl)

Die Auswertung der Freitextantworten ergab drei Kategorien:

- Digitalisierung bestehender Prozesse: in den Bereichen Verwaltung, Produktion und Logistik,
- Etablierung neuer Projektideen und Kooperationspartner und
- Ressourcenmonitoring.

Die konkreten Ergebnisse der Selbsteinschätzung werden in Abbildung 8 dargestellt. Der Kreisdurchmesser und die Zahlangabe spiegeln die Anzahl der Unternehmen, welche in diesem Punkten einzuordnen sind, wider.

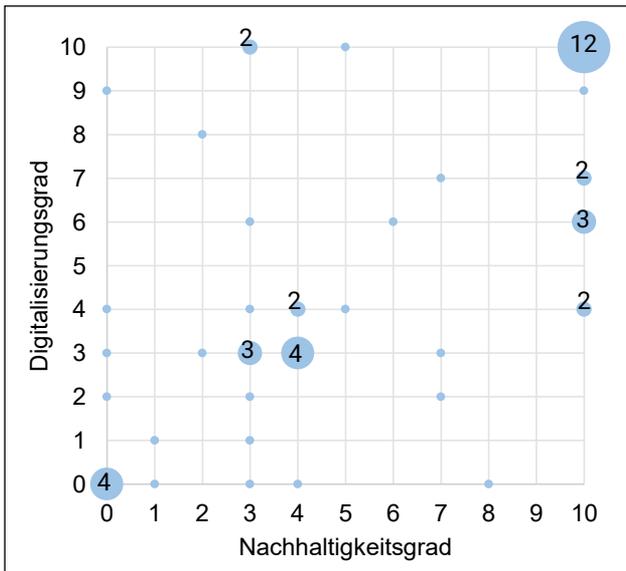


Abbildung 8: Streudiagramm Selbsteinschätzung

Im Allgemeinen ist zu erkennen, dass sich in diesem Punktediagramm fünf Bereiche mit erhöhter Datenpunktedichte identifizieren lassen. Der erste Bereich P1(0;0) spiegelt die Unternehmen wider, die weder in der Vergangenheit noch gegenwärtig nachhaltige und digitale Schritte im Unternehmen aktiv durchführten bzw. durchführen. Unternehmen im Bereich um P2(4;3) setzen derzeit nachhaltige und digitale Aktivitäten um, wobei sich diese ungefähr auf ähnlichem Niveau befinden. Einseitigere Positionen nehmen Unternehmen unter anderem bei P3(3;10) und im Bereich P4(10;6) ein, die einen Megatrend besonders stark fokussieren und umsetzen, den jeweils anderen erst beginnen. Die mengenmäßig größte Anzahl in einem Datenpunkt P5(10;10) identifiziert Unternehmen, welche alle Stufen der Digitalisierung und Nachhaltigkeit bedienen und somit vollumfänglich aktiv umsetzen.

3. Potenziale und Hürden der Nachhaltigkeit und Digitalisierung

Tabelle 2 zeigt, dass sich auf Basis einer Auswahl von jeweils zwölf Potenzialen (siehe Anhang 1) die präferierten Elemente zur Einordnung in den Bereichen Nachhaltigkeit und Digitalisierung wiederholen (farbige Hervorhebung). Die größte Hürde stellt in beiden Bereichen das *Bedenken wegen eines (zu) hohen Ressourceneinsatzes* dar. Zudem haben die Unternehmen laut Auswertung intern für Umsetzung und Instandhaltung von digitalisierten Maßnahmen nicht genügend Know-how und Ressourcen zur Verfügung.

Tabelle 2: Gegenüberstellung Potenziale und Hürden

	Potenziale		Hürden	
	Nachhaltigkeit	Digitalisierung	Nachhaltigkeit	Digitalisierung
Höchste Zustimmung	<ul style="list-style-type: none"> 1. Erhöhung der gesellschaftlichen Verantwortung gegenüber gegenwärtigen und zukünftigen Generationen (85,7%) 2. Imageförderung (80,4%) 3. Entwicklung neuer Dienstleistungen und/oder Produkte (78,6%) 3. Kundenanforderungen gerecht werden (78,6%) 	<ul style="list-style-type: none"> 1. Konkurrenzfähigkeit erhalten (91,1%) 2. Prozessverbesserung innerhalb der Produktion (87,5%) 3. Kostenreduktion (82,1%) 	<ul style="list-style-type: none"> 1. Bedenken über (zu) hohen Ressourceneinsatz (finanziell und zeitlich) (64,3%) 2. Bedenken über Notwendigkeit und Nutzen (39,3%) 3. Bestehende Prozesse nicht geeignet bzw. sollen bestehen bleiben (37,5%) 	<ul style="list-style-type: none"> 1. Bedenken über (zu) hohen Ressourceneinsatz (finanziell und zeitlich) (60,7%) 2. Fehlendes Know-How intern für Umsetzung und Instandhaltung von digitalisierten Maßnahmen (48,2%) 3. Bedenken über Datenschutz und -sicherheit (35,7%)
Höchste Ablehnung	<ul style="list-style-type: none"> 1. Kostenreduktion (41,1%) 2. Reduktion von Zeiten, z.B. Durchlauf- und Rüstzeiten (37,5%) 3. Prozessverbesserung innerhalb der Produktion (26,8%) 	<ul style="list-style-type: none"> 1. Erhöhung der gesellschaftlichen Verantwortung gegenüber gegenwärtigen und zukünftigen Generationen (28,6%) 2. Politischen Anforderungen gerecht werden (26,8%) 3. Imageförderung (17,9%) 3. Kundenanforderungen gerecht werden (17,9%) 	<ul style="list-style-type: none"> 1. Misstrauen der Mitarbeitenden (60,7%) 2. Bedenken über Datenschutz und -sicherheit (57,1%) 3. Kein/e Ansprechpartner*in mit entsprechender Expertise vorhanden (51,8%) 	<ul style="list-style-type: none"> 1. Bedenken über Notwendigkeit und Nutzen (48,2%) 2. Misstrauen der Mitarbeitenden (44,6%) 3. Keine oder unzureichende Strategie für schrittweise Integration der Digitalisierung (39,3%)

4. Korrelationsanalyse

Die Korrelationsanalyse der jeweiligen Potenziale und Hürden der Bereiche Nachhaltigkeit und Digitalisierung zeigt 49 starke Korrelationen auf, die über einem Wert von 0,5 liegen und auf dem 0,01 Niveau zweiseitig signifikant nach Spearman sind (siehe Anhang 2). Abbildung 9 gibt einen Überblick über die absolute Anzahl der gefundenen starken Korrelationen in den jeweiligen Segmenten. Als Segment wird die Zusammenfassung aller Fragen zu einem Thema in Bezug auf einen weiteren dieser Themenblöcke bezeichnet. Die grau markierten Segmente stellen redundante Segmente dar. Es ist festzustellen, dass die beiden Themen vermehrt innerhalb des eigenen Themas korrelieren.

Anzahl der Korrelationen innerhalb der Bereiche - Korrelationskoeffizient > 0,5 - Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig)	Potenzial der Nachhaltigkeit	Hürden der Nachhaltigkeit	Potenzial der Digitalisierung	Hürden der Digitalisierung
Potenzial der Nachhaltigkeit	12		2	
Hürden der Nachhaltigkeit		1		
Potenzial der Digitalisierung			28	
Hürden der Digitalisierung				6

Abbildung 9: Korrelationsanzahl in Segmenten

Im Bereich Nachhaltigkeit wurden 12 Korrelationen innerhalb der eigenen Potenziale und eine Korrelation der Hürden gefunden. Im Bereich Digitalisierung wurden 28 bzw. 6 Korrelationen innerhalb der Potenziale bzw. Hürden gefunden. Inhaltlich ist erkennbar, dass sich die korrelierenden Potenziale auf interne, betriebliche Gegebenheiten fokussieren. Die höchsten Korrelationen in beiden Megatrends beinhalten den Bereich *Prozessverbesserung* mit einem jeweils anderen Bereich (siehe Anhang 2).

V. Diskussion

Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Potenziale höchster Zustimmung im Bereich der Nachhaltigkeit und Digitalisierung grundlegend unterscheiden. Die Ergebnisse der Digitalisierung fokussieren sich eher auf *Prozessverbesserungen*. Das stützt die Erkenntnisse des Gesamtverbands *textil+mode* (2020), nach deren Erhebungen primäres Ziel der textilen Produktionsindustrie die Qualitätssicherung durch Prozess- und Produktoptimierung ist und schließt auch an die Definition der Neugestaltung von Geschäftsprozessen an. Im Segment der Nachhaltigkeit finden auch externe Potenziale hohe Zustimmung, wie die *Erhöhung der gesellschaftlichen Verantwortung* – ganz im Sinne der politischen Leitbilder. Das spricht dafür, dass Nachhaltigkeitsthemen organisational noch wenig

umfassend Eingang gefunden haben (Forschungskuratorium Textil e.V., 2022). Auffallend ist, dass sich einige Potenziale mit unterschiedlicher Wahrnehmung bzw. Priorisierung einordnen lassen: mit geringer Zustimmung in der Nachhaltigkeit und hoher Zustimmung in der Digitalisierung, aber auch umgekehrt (orange und grüne Hervorhebung in Tabelle 2).

Im Bereich der Hürden sind in beiden Bereichen *Bedenken wegen (zu) hohen Ressourceneinsatzes* zentral. Das *Bedenken wegen Datenschutz und -sicherheit* kann als spezifische Digitalisierungshürde identifiziert werden. Das *Bedenken bezüglich Notwendigkeit und Nutzen* ist wiederum eine spezifische Nachhaltigkeitshürde.

Diese Sachverhalte werden ebenfalls von den Ergebnissen der definitorischen Annäherung gestützt. Aus diesen geht hervor, dass Digitalisierung v. a. mit der Neugestaltung von Geschäftsprozessen gleichzusetzen ist, die sich auf den internen Betrieb bezieht. Nachhaltigkeit wird an zweiter Stelle mit der Definition der Gewährleistung (siehe Abbildung 4) in Verbindung gebracht, welche sich auf äußere Faktoren bezieht. Die Korrelationsanalyse legt nahe, dass bei der Digitalisierung überwiegend innerbetriebliche Sachverhalte korrelieren, was zu folgender These führt:

H1: Die Digitalisierung ist ein innerer und die Nachhaltigkeit ein äußerer Treiber der Unternehmen.

Die Umfrage ergibt, dass beide Megatrends wahrgenommen und in Teilen im unternehmerischen Kontext berücksichtigt werden (siehe Abbildung 6 und 7). Jedoch ist dessen gesamtheitliche und integrative Betrachtung in der Erhebung nicht ersichtlich (siehe Abbildung 8: Streudiagramm Selbsteinschätzung). Vielmehr werden die beiden Sachverhalte getrennt voneinander betrachtet. Insofern deutet vieles auf eine komplexe Struktur aufgrund der vielfältigen Relationen hin (Van der Byl und Slawinski, 2015). Es wird deutlich, dass eine gegensätzliche Relevanz der Potenziale wahrgenommen wird. Wie Abbildung 9 zeigt, existieren lediglich zwei bereichsübergreifende Korrelationen. Die weiteren 47 Korrelationen befinden sich innerhalb eines Megatrends und beziehen sich vor allem auf innerbetriebliche Aspekte. Aufbauend auf diesen Ergebnissen lässt sich die Annahme treffen, dass Digitalisierung und Nachhaltigkeit derzeit nicht zusammenhängen und separat voneinander betrachtet werden.

H2: Die jeweiligen Potenziale und Hürden von Digitalisierung und Nachhaltigkeit hängen nicht zusammen.

H2-1: Digitalisierung ist kein Enabler der Nachhaltigkeit.

Eine andere Interpretation der vorhandenen Daten und Ergebnissen ist, dass Nachhaltigkeit und Digitalisierung derzeit nur noch nicht im Zusammenhang aufgefasst und in der Praxis bearbeitet werden. Die Abbildung 6 und 7 verdeutlichen, dass die Nachhaltigkeit fortgeschrittener und etablierter in Textilunter-

nehmen zu sein scheint. Lediglich 12 von 56 Befragten setzen bereits Nachhaltigkeit und Digitalisierung vollumfänglich um. Die Freitextantworten geben Auskunft darüber, dass im Bereich der Nachhaltigkeit bereits Umsetzungsmaßnahmen durchgeführt werden, die digitale Technologien voraussetzen. Des Weiteren gibt die Korrelationsanalyse erste Hinweise darauf, dass Nachhaltigkeit und Digitalisierung in Anfängen zusammengedacht werden. Durch innerbetriebliche Verbesserungen und Digitalisierungsmaßnahmen können Ressourceneinsparungen vollzogen werden, die den Bereich der Nachhaltigkeit tangieren. Durch die zweiseitige Korrelation kann der Zusammenhang auch entgegengesetzt formuliert werden. Das spräche für die Annahme des Forschungskuratorium Textil e.V. (2022), nach der Nachhaltigkeitsstandards erst mit voranschreitender Digitalisierung in ausreichendem Maße realisiert werden könnten. Stede et al. (2024) zeigen ebenfalls auf, dass Digitalisierung in der Literatur häufig als Enabler verstanden wird, jedoch die systemischen Effekte selten betrachtet werden. So können digital bedingte Ressourcensparmaßnahmen zugleich zu erhöhten Verbräuchen führen, wenn Systemeffekte sowie Wechselwirkungsbeziehungen zwischen Digitalisierung und Nachhaltigkeit nicht beachtet werden.

Werden sämtliche Ergebnisse gemeinsam betrachtet, können Unternehmen anhand der Positionierung im Stufenmodell in Gruppen eingeordnet werden. Die ersten drei Stufen des Stufenmodells beinhalten Vorarbeiten für die eigentliche Umsetzung (4. Stufe) und kommen aufsummiert auf einen Wert von maximal 6 Punkten. Deswegen wird ein Schwellenwert bei 7 Punkten definiert. Ohne eine aktive Umsetzung ist keine Überschreitung des Schwellenwertes möglich. Es lässt sich daraus folgende Nomenklatur für Unternehmen ableiten:

- Orientierungsphase: Unterschreitung beider Schwellenwerte
- Schwerpunkt Nachhaltigkeit:
 - Nachhaltigkeitsstand ≥ 7
 - Digitalisierungsstand < 7
- Schwerpunkt Digitalisierung:
 - Nachhaltigkeitsstand < 7
 - Digitalisierungsstand ≥ 7
 - Schwerpunkte Digitalisierung und Nachhaltigkeit: Überschreitung beider Schwellenwerte

In der ersten Gruppe befinden sich demnach Unternehmen in der Orientierungsphase, die sich in die Stufen 1–3 oder in gar keine Stufen einordnen. Empfehlenswert ist, dass diese Unternehmen Nachhaltigkeit und Digitalisierung gleichzeitig betrachten, sodass sie sich auf direktem Weg zu einem Unternehmen mit beiden Schwerpunkten entwickeln – ganz im Sinne der „EU-Strategie

für nachhaltige und zirkuläre Textilien“. Der direkte Weg scheint effizienter als sich vorab alleinig auf einen Megatrend zu fokussieren. Es könnte ex ante Transaktionskosten einsparen, indem beide Megatrends berücksichtigt werden und Korrekturmaßnahmen vermieden werden (Coase, 1995; Williamson, 1998).

Unternehmen mit Schwerpunkt Nachhaltigkeit fokussieren sich derzeit weniger auf Digitalisierung. Es könnte empfehlenswert sein, dass sich diese zukünftig tiefgründiger mit Digitalisierungsmaßnahmen auseinandersetzen, um die Vorteile beider Megatrends zu erlangen. Adäquat verhält es sich mit Unternehmen, die zurzeit den Schwerpunkt auf Digitalisierung und weniger auf Nachhaltigkeit legen. Befragte und deren Unternehmen, die bereits wissenschaftlich beide Megatrends fokussieren, sollten ihre Position halten und ggf. ausbauen. Abbildung 10 zeigt die Entwicklungspfade zu einem digitalen, nachhaltigen Unternehmen. Aus den Potenzialen der Nachhaltigkeit und Digitalisierung könnten Wettbewerbsvorteile entstehen (Gesamtverband textil+mode, 2020).

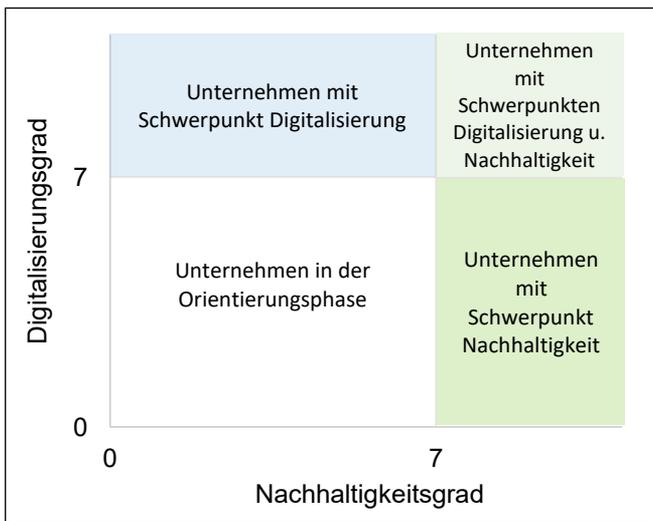


Abbildung 10: Streudiagramm mit Unternehmensstrategien

In der abschließenden Auswertung sind die Positionen der Befragten und die Unternehmensgruppen visualisiert. Die Verteilung kann auch auf eine komplexe Verbindung oder gar paradoxe Relationen (Van der Byl und Slawinski, 2015) hinweisen, welche eine kohärente gemeinsame Realisierung erschwert.

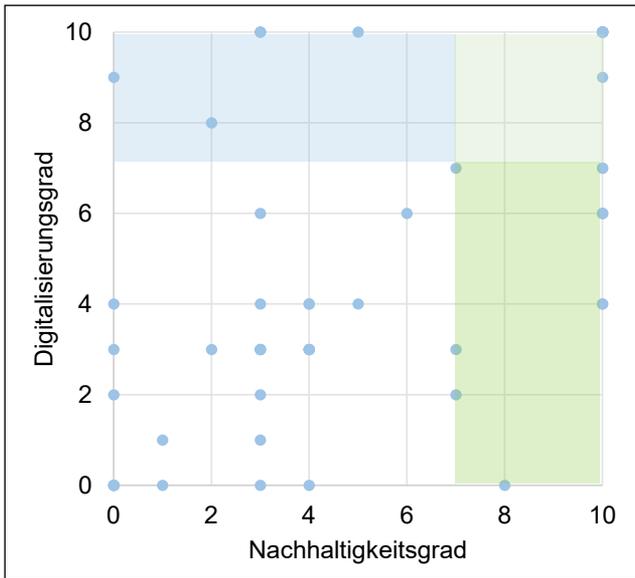


Abbildung 11: Positionierung von Unternehmen mit digitalen und nachhaltigen Strategien

Erkennbar ist, dass sich die meisten Unternehmen noch in der Orientierungsphase befinden. Das kommt der ersten Phase nach Mintzberg et al. (1998) nahe, nach der Organisationen strategische Möglichkeiten ermitteln und potenzielle Optionen eingrenzen. Dementsprechend resultiert daraus, dass die Mehrzahl der Befragten noch auf dem Weg zu digitalen und nachhaltigen Unternehmen ist und beide Megatrends noch nicht ausreichend gemeinsam in der Praxis betrachtet werden. Es gilt folglich das Bewusstsein der Unternehmen zu schärfen, beide Trends gemeinsam zu denken, Potenziale zu nutzen und Hürden abzubauen – ganz im Sinne vom Forschungskuratorium Textil e.V. (2022).

H3: Digitalisierung und Nachhaltigkeit werden in der Praxis nicht im Zusammenhang gedacht und strategisch implementiert.

H3-1: Digitalisierung ist Enabler der Nachhaltigkeit.

H3-2: Es besteht eine paradoxe Struktur zwischen Nachhaltigkeit und Digitalisierung, welche durch eine klare Strategieformulierung und Zielwirkungsanalyse besser gehandhabt werden kann.

VI. Fazit

1. Schlussfolgerung

Deutsche Textilunternehmen setzen im Bereich Nachhaltigkeit bereits vermehrt Aktivitäten um, während im Bereich der Digitalisierung noch Maßnahmen konzipiert werden. Die bewerteten Potenziale der beiden Megatrends unterscheiden sich grundlegend. Die Potenziale der Nachhaltigkeit beziehen sich eher auf eine Erhöhung der gesellschaftlichen Verantwortung und Imageförderung. Die Digitalisierungspotenziale fokussieren eher innerbetriebliche Vorteile. Die stärkste Hürde in beiden Bereichen umfassen Bedenken über den hohen Ressourceneinsatz. Weiterhin zeigt die Korrelationsanalyse eine eher neutrale Tendenz hinsichtlich Hürden und Potenzialen der beiden Megatrends. Lediglich 2 der 49 gefundenen Korrelationen tangieren beide Megatrends. Alle weiteren Korrelationen befinden sich innerhalb eines Megatrends. Folglich bleibt unklar, in welcher Beziehung Nachhaltigkeit und Digitalisierung in der Textilindustrie zueinanderstehen, obgleich die EU-Strategie eine klare Beziehung vorgibt. Mit Blick auf Stede et al. (2024) gilt es, Digitalisierung und Nachhaltigkeit konsequent zusammen zu denken und nicht nur auf die positiven Enabler-Effekte zu referieren, sondern Rebound-Effekte und systemische Effekte auch organisational zu reflektieren. Diese zeigen sich stets unter sehr spezifischen Rahmenbedingungen, so dass eine konkrete unternehmerische Analyse notwendig erscheint. Hier braucht es weitere Forschungen, unter anderem, um zu erfassen, ob gerade paradoxe Strukturen und komplexe Wirkungszusammenhänge zwischen Nachhaltigkeit und Digitalisierung textilproduzierende Unternehmen dazu ermutigen, umfangreiche strategische Beobachtungen und Analysen durchzuführen oder eher in Verharrungstendenzen zwingen.

2. Limitierungen

Die vorliegenden Ergebnisse und deren Schlussfolgerungen unterliegen einigen Limitierungen (Coughlan et al., 2009; de Leeuw et al., 2008). Zum einen sind der Aufbau der Umfrage und Reihung der Fragen zu nennen (Hussy et al., 2013). Die Art und Weise der Erhebung limitiert die Antwortauswahl und aggregiert gegebene Einschätzung und Auswahloptionen. Potenzielle Verzerrungen oder Fehlinterpretationen lassen sich nicht korrigieren. Die verwendete Likert-Skala stellt eine immanente Einschränkung (Bryman, 2016) und Vorstrukturierung dar, die Fehlinterpretationen in Gänze nicht ausschließen kann (de Leeuw et al., 2008). Likert-Skalen stellen ordinale Skalenniveaus dar, die mögliche oder tatsächliche Auswirkungen im Zeitverlauf zeigen. Entsprechende Antworten wurden kategorisiert und einpolig dargestellt. Da die Stichprobengröße mit 56 Antworten über dem Schwellenwert von $N=30$ liegt, wurde von

einer Normalverteilung ausgegangen (Meridian, 2020). Die qualitative Auswertung der Fragebögen beruht auf Annahmen und Kategorisierungen der Auswertenden (Flick, 2010). Durch praxisnahe Pretests wurde versucht sicherzustellen, objektive und klare Fragen zu formulieren. Darüber hinaus sind der Validität der Daten aufgrund der Erhebungsmethode Grenzen gesetzt (Hussy et al., 2013). Da der Fragebogen digital beantwortet wurde, konnten die Befragten selbst den Ort und die Zeit zur Beantwortung festlegen, sodass folglich unterschiedliche Umgebungsbedingungen bei der Beantwortung vorlagen. Des Weiteren bestehen Limitationen hinsichtlich der wahrheitsgetreuen Beantwortung der Fragen (Coughlan et al., 2009). Gerade bei betrieblich sensiblen Daten können Teilnehmende dazu neigen, ihre Antworten zu verfälschen oder zu verbergen, oder es liegt gar Unwissenheit vor (Antwortverzerrung). Fragebögen wurden auch mit Blick auf Datenschutz nicht beantwortet – so einige Rückmeldungen. Zudem liegt die Annahme aufgrund der hohen unvollständig ausgefüllten Fragebögen nahe, dass Unternehmensvertretende interessiert den Fragebogen durchgeklickt haben, um zu erfassen, worauf die Fragen abzielen, ohne diesen abzuschicken. Aufgrund der qualitativen und deskriptiven Analyse der Fragebögen wird lediglich eine Tendenz bzw. ein situatives Bild der Unternehmen der Textilindustrie abgebildet; es können keine Aussagen über Kausalitäten gegeben werden. Hier empfiehlt sich eine vertiefende Interviewstudie. Zudem wurden keine expliziten Zusammenhänge zwischen Nachhaltigkeit und Digitalisierung erhoben bzw. abgefragt. Dies sollte in weiterführenden Studien erhoben werden. Außerdem gilt es, die aufgeworfenen Hypothesen konkret zu untersuchen. Da sich die Struktur der deutschen produzierenden Textilunternehmen durch ca. 95 % kleine und mittlere Unternehmen kennzeichnet, lässt sich diese Umfrage – mit 82,1 % Anteil – als strukturnah beschreiben. In einer Interviewstudie lässt sich die strukturelle Repräsentativität gegebenenfalls noch stärker abbilden.

3. Ausblick

Die deutschen Textilunternehmen setzen Digitalisierungs- und Nachhaltigkeitsaktivitäten noch nicht genug um. Daher sollten Unternehmen den Fokus auf die Ausweitung dieser Maßnahmen legen, indem sie vorhandene, betriebliche Netzwerke nutzen und/oder ausweiten, um Wettbewerbsvorteile zu aktivieren, Implementierungshürden abzubauen und den gesetzlichen Vorlagen gerecht zu werden. Die strategische Implementierung von einer ganzheitlichen Sicht kann gelingen, wenn die Textilunternehmen systematisch Optionen für Nachhaltigkeit und Digitalisierung mit Blick auf Markenimage, Effizienzsteigerungen, Lieferkettentransparenz und -verantwortung sowie Produktdesign und Materialinnovationen durchdenken und erproben. Hier können Reallabore hilfreich sein, da sie wertvolle Informationen für tatsächliche strategische und systemische Wirkungsprozesse bieten.

Des Weiteren ist es wichtig, die Forschungslücke der gemeinsamen Betrachtung von Nachhaltigkeit und Digitalisierung zu schließen. Aus theoretischer, wissenschaftlicher Sicht sollten die Umfrageergebnisse und die erarbeiteten Hypothesen weiter auch explorativ untersucht und mittels Interviewstudien und weiterer Erhebungsmethoden gesichert werden. Diese sollten auch verstärkt vor- und nachgelagerte Lieferketten der produzierenden Textilunternehmen einbeziehen und konkrete Implementierungsstufen sowie systemische Effekte hinsichtlich Nachhaltigkeit und Digitalisierung abbilden (Stede et al., 2024).

Literatur

- Arnold, M. G., Pfaff, C., Pfaff, T. (2023): Circular Business Model Strategies Progressing Sustainability in the German Textile Manufacturing Industry, in: *Sustainability*, 15(5), 4595.
- Beyer, K., Arnold, M. G. (2022): Social sustainability in an evolving circular fashion industry: identifying and triangulating concepts across different publication, in *NachhaltigkeitsManagementForum*, 30, 29 – 54.
- Boone, C. A., Skipper, J. B., Hazen, B. T. (2017): A framework for investigating the role of big data in service parts management, in: *Journal of Cleaner Production*, 153, 687 – 691.
- Brenner, B., Hartl, B. (2021): The perceived relationship between digitalization and ecological, economic, and social sustainability, in: *Journal of Cleaner Production*, 315, 128128.
- Bryman, A. (2016): *Social research methods*, 5. Aufl., Oxford: Oxford University Press.
- Bundesregierung (2021): Bericht über die Umsetzung der Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung, [<https://www.bmz.de/resource/blob/86824/staatenbericht-deutschlands-zum-hlpf-2021.pdf>], abgerufen am 07.03.2024.
- Clauß, T., Block, J. H., Johann, M., Lorenzen, S., Bendel, M. (2022): Digitalisierung in deutschen Familienunternehmen, [https://www.wifu.de/wp-content/uploads/dlm_uploads/WIFU-Studie-2022-Digitalisierung-in-deutschen-Familienunternehmen.pdf], abgerufen am 07.03.2024.
- Coase, R. H. (1995): The Nature of the Firm, in: Estrin, S., Marin, A. (Hrsg.): *Essential Readings in Economics*, London: Palgrave, 37 – 54.
- Cohen, J. (1988): *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*, 2. Aufl., New York: Routledge.
- Coughlan, M., Cronin, P., Ryan, F. (2009): Survey research: Process and limitations, in: *International Journal of Therapy and Rehabilitation*, 16, 9 – 15.
- de Leeuw, E. D., Hox, J., Dillman, D. (2008): *International Handbook of Survey Methodology*, New York: Routledge.
- Europäische Kommission (2022): EU-Strategie für nachhaltige und kreislauffähige Textilien, [<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:52022DC0141>], abgerufen am 07.03.2024.

- Feiting, C. (2020): The European Green Deal, in ESDN Report, Dezember 2020.
- Flick, U. (2010): Gütekriterien qualitativer Forschung, in: Mey, G., Mruck, K. (Hrsg.): Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie, Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 391 – 403.
- Forschungskuratorium Textil e. V. (2020): Kreislaufwirtschaft – Textile Kreisläufe schaffen, Zukunft gestalten, [https://textil-mode.de/de/documents/1643/Kreislaufstudie_20x24_Ansicht_220527.pdf], abgerufen am 07.03.2024.
- Föhl, A., Hamm, M. (1988): Die Industriegeschichte des Textils: Technik, Architektur, Wirtschaft, 2. Aufl., Düsseldorf: VDI-Verlag.
- Gesamtverband textil+mode (2022): Die deutsche Textil- und Modeindustrie in Zahlen, [https://www.textil-bekleidung.de/fileadmin/user_upload/RS-Wirtschaft/Anlagen_2021_2021/2022_zahlen_gross_web.pdf], abgerufen am 07.03.2024.
- Gesamtverband textil+mode (2020): Strategien zur digitalen Transformation – wie der Mittelstand sich fit für die Zukunft macht, [https://textil-mode.de/de/documents/1370/Textil_ernetzt_Strategien_zur_digitalen_Transformation.pdf], abgerufen am 07.03.2024.
- Gloy, Y.-S. (2020): Industrie 4.0 in der Textilproduktion, Berlin: Springer Vieweg.
- Gregori, P., Holzmann, P. (2020): Digital sustainable entrepreneurship: A business model perspective on embedding digital technologies for social and environmental value creation, in: Journal of Cleaner Production, 272, 122817.
- Griese, K.-M., Hirschfeld, G., Baringhorst, S. (2019): Unternehmen zwischen Digitalisierung und Nachhaltigkeit – eine empirische Untersuchung, in: NachhaltigkeitsManagementForum, 27, 11 – 21.
- Haase, H. (2020): Genug, für alle, für immer, Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Hauff, V. (1987): Unsere gemeinsame Zukunft: Der Brundtland-Bericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung, Greven: Eggenkamp.
- Isensee, C., Teuteberg, F., Griese, K. M., Topi, C. (2020): The relationship between organizational culture, sustainability, and digitalization in SMEs: A systematic review, in: Journal of Cleaner Production, 275, 122944.
- Jacob, M. (2019): Digitalisierung & Nachhaltigkeit: Eine unternehmerische Perspektive, Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Khan, I. S., Ahmad, M. O., Majava, J. (2023): Industry 4.0 innovations and their implications: An evaluation from sustainable development perspective, in: Journal of Cleaner Production, 405, 137006.
- Majumdar, A., Ali, S. M., Agrawal, R., Srivastava, S. (2022): A triple helix framework for strategy development in circular textile and clothing supply chain: an Indian perspective, in: Journal of Cleaner Production, 367, 132954.
- Meridian, P. (2020): Das Nutzererlebnis als Erfolgsfaktor im Digitalen Vertrieb, [https://ediss.uni-goettingen.de/bitstream/handle/21.11130/00-1735-0000-0005-14D8-1/Meridian_Dissertation_Final.pdf], abgerufen am 07.03.2024.
- Niinimäki, K., Peters, G., Dahlbo, H., Perry, P., Rissanen, T., Gwilt, A. (2020): The environmental price of fast fashion, in: Nature Reviews Earth & Environment, 1, 189 – 200.

- Peter John, E., Mishra, U. (2023): A sustainable three-layer circular economic model with controllable waste, emission, and wastewater from the textile and fashion industry, in: *Journal of Cleaner Production*, 388, 135642.
- Projekt *futureTEX* (2017): Touratlas: smart factory, [https://www.futuretex2020.de/fileadmin/mediamanager/stfi/futuretex/Dateien/Forschungsvorhaben/Smart_Factory/touratlas-smart-factory.pdf], abgerufen am 07.03.2024.
- Pufé, I. (2017): *Nachhaltigkeit*, 3. Aufl., München: UVK Verlagsgesellschaft mbH.
- Reis, J., Amorim, M., Melão, N., Cohen, Y., Rodrigues, M. (2020): Digitalization: A Literature Review and Research Agenda, in: Anisic, Z., Lalic, B., Gracanin, D. (Hrsg.): *Proceedings on 25th IJCIEOM*, Cham: Springer, 443 – 456.
- Song, M., Cen, L., Zheng, Z., Fisher, R., Liang, X., Wang, Y., Huisingsh, D. (2017): How would big data support societal development and environmental sustainability? Insights and practices, in: *Journal of Cleaner Production*, 142, 489 – 500.
- Stede, J., Treperman, J., Iglauer, T., Nemeč, B., Geilhardt, G., Garber, H., Sosa, A., Lautermann, C., Schöpflin, C., Schmelzle, F., Blum, H., Wehde, L., Nosova, M. (2024): Metastudie Nachhaltigkeitseffekte der Digitalisierung, [https://www.ioew.de/fileadmin/user_upload/BILDER_und_Downloaddateien/Publikationen/2024/Technopolis-IOEW_2024-Metastudie_Nachhaltigkeitseffekte-der-Digitalisierung.pdf], abgerufen am 07.03.2024.
- Suárez-Eiroa, B., Fernández, E., Méndez-Martínez, G., Soto-Oñate, D. (2019): Operational principles of circular economy for sustainable development: Linking theory and practice, in: *Journal of Cleaner Production*, 214, 952 – 961.
- Umweltbundesamt (2019): Digitalisierung nachhaltig gestalten, [<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/digitalisierung-nachhaltig-gestalten>], abgerufen am 07.03.2024.
- United Nations Environment Programme (2020): Sustainability and Circularity in the Textile Value Chain, [<https://wedocs.unep.org/20.500.11822/34184>], abgerufen am 07.03.2024.
- Van der Byl, C. A., Slawinski, N. (2015): Embracing Tensions in Corporate Sustainability: A Review of Research From Win-Wins and Trade-Offs to Paradoxes and Beyond, in: *Organization & Environment*, 28(1), 54 – 79.
- Vereinte Nationen (2015): Transformation unserer Welt: die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung, [<https://www.un.org/depts/german/gv-70/band1/ar70001.pdf>], abgerufen am 07.03.2024.
- Verhoef, P. C., Broekhuizen, T., Bart, Y., Bhattacharya, A., Qi Dong, J., Fabian, N., Haenlein, M. (2021): Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda, in: *Journal of Business Research*, 122, 889 – 901.
- WBGU (2019): Unsere gemeinsame digitale Zukunft, Hauptgutachten, [https://www.wbgu.de/fileadmin/user_upload/wbgu/publikationen/hauptgutachten/hg2019/pdf/wbgu_hg2019.pdf], abgerufen am 07.03.2024.
- Williamson, O. E. (1998): Transaction cost economics: How it works; where it is headed, in: *De Economist*, 146, 23 – 58.

Anhang 1: Einzelne Potenziale und Hürden für Bewertung mit Likert-Skala

Potenziale	Hürden
Entwicklung neuer Dienstleistungen und/oder Produkte	Bedenken über (zu) hohen Ressourceneinsatz (finanziell und zeitlich)
Erhöhung der gesellschaftlichen Verantwortung gegenüber gegenwärtigen und zukünftigen Generationen	Bedenken über Notwendigkeit und Nutzen Bedenken über Datenschutz und -sicherheit
Imageförderung	Bestehende Prozesse nicht geeignet bzw. sollen bestehen bleiben
Konkurrenzfähigkeit erhalten	Misstrauen der Mitarbeiter*innen
Kostenreduktion.	Keine oder unzureichende Strategie für schrittweise Integration
Kund*innenanforderungen gerecht werden	Kein/e Ansprechpartner*in mit entsprechender Expertise vorhanden
Politischen Anforderungen gerecht werden, z.B. EU-Textilstrategie	Unklare politische Forderungen
Prozessverbesserung innerhalb der Produktion	
Qualitätssteigerung des Produkts	
Reduktion von Zeiten, z.B. Durchlauf- und Rüstzeiten	
Ressourceneinsparungen, z.B. von Material, Energie, Wasser usw	
Umsatzsteigerung	

Anhang 2: Korrelationstabelle für Korrelationskoeffizienten $r \geq 0,50$

N = 56 Signifikanz zweiseitig = 0,0	Nachhaltigkeit Potenzial	Nachhaltigkeit Hürde
	Digitalisierung Potenzial	Digitalisierung Hürde

Kategoriepaare		r
Imageförderung	Erhöhung der gesellschaftlichen Verantwortung gegenüber gegenwärtigen und zukünftigen Generationen	0,54
Konkurrenzfähigkeit erhalten	Imageförderung	0,59
Kund*innenanforderungen gerecht werden	Konkurrenzfähigkeit erhalten	0,59
Politischen Anforderungen gerecht werden, z.B. EU-Textilstrategie	Kund*innenanforderungen gerecht werden	0,51
Prozessverbesserung innerhalb der Produktion	Kostenreduktion	0,61
Reduktion von Zeiten, z.B. Durchlauf- und Rüstzeiten	Kostenreduktion	0,62
Qualitätssteigerung des Produkts	Prozessverbesserung innerhalb der Produktion	0,76
Reduktion von Zeiten, z.B. Durchlauf- und Rüstzeiten	Prozessverbesserung innerhalb der Produktion	0,76
Ressourceneinsparungen, z.B. von Material, Energie, Wasser usw.	Prozessverbesserung innerhalb der Produktion	0,62
Reduktion von Zeiten, z.B. Durchlauf- und Rüstzeiten	Qualitätssteigerung des Produkts	0,66
Ressourceneinsparungen, z.B. von Material, Energie, Wasser usw.	Qualitätssteigerung des Produkts	0,54
Ressourceneinsparungen, z.B. von Material, Energie, Wasser usw.	Reduktion von Zeiten, z.B. Durchlauf- und Rüstzeiten	0,54
Kein/e Ansprechpartner*in mit entsprechender Expertise vorhanden	Keine oder unzureichende Strategie für schrittweise Integration der Nachhaltigkeit	0,54
Qualitätssteigerung des Produkts, z.B. durch optische Qualitätsprüfung	Ressourceneinsparungen, z.B. von Material, Energie, Wasser usw.	0,50
Prozessverbesserung der Fertigung, z.B. Maschineneinstellungen	Ressourceneinsparungen, z.B. von Material, Energie, Wasser usw.	0,52
Qualitätssteigerung des Produkts, z.B. durch optische Qualitätsprüfung	Entwicklung neuer Dienstleistungen und/oder Produkte	0,51
Imageförderung	Erhöhung der gesellschaftlichen Verantwortung gegenüber gegenwärtigen und zukünftigen Generationen	0,58
Politischen Anforderungen gerecht werden, z.B. EU-Textilstrategie	Erhöhung der gesellschaftlichen Verantwortung gegenüber gegenwärtigen und zukünftigen Generationen	0,57
Kund*innenanforderungen gerecht werden	Imageförderung	0,60
Politischen Anforderungen gerecht werden, z.B. EU-Textilstrategie	Imageförderung	0,52
Kund*innenanforderungen gerecht werden	Konkurrenzfähigkeit erhalten	0,59
Prozessverbesserung innerhalb der Produktion	Konkurrenzfähigkeit erhalten	0,61
Ressourceneinsparungen, z.B. von Material, Energie, Wasser usw.	Konkurrenzfähigkeit erhalten	0,57
Prozessverbesserung der Intralogistik, z.B. digitalisierte Lagerhaltung	Konkurrenzfähigkeit erhalten	0,61
Prozessverbesserung der Produktionsplanung, z.B. digitalisierte Auftragsbearbeitung	Konkurrenzfähigkeit erhalten	0,63

(Fortsetzung nächste Seite)

(Fortsetzung Anhang 2)

Kategoriepaare		r
Prozessverbesserung innerhalb der Produktion	Kostenreduktion	0,54
Reduktion von Zeiten, z.B. Durchlauf- und Rüstzeiten	Kostenreduktion	0,50
Ressourceneinsparungen, z.B. von Material, Energie, Wasser usw.	Kostenreduktion	0,56
Umsatzsteigerung	Kostenreduktion	0,52
Qualitätssteigerung des Produkts, z.B. durch optische Qualitätsprüfung	Prozessverbesserung innerhalb der Produktion	0,59
Reduktion von Zeiten, z.B. Durchlauf- und Rüstzeiten	Prozessverbesserung innerhalb der Produktion	0,65
Ressourceneinsparungen, z.B. von Material, Energie, Wasser usw.	Prozessverbesserung innerhalb der Produktion	0,60
Prozessverbesserung der Intralogistik, z.B. digitalisierte Lagerhaltung	Prozessverbesserung innerhalb der Produktion	0,54
Reduktion von Zeiten, z.B. Durchlauf- und Rüstzeiten	Qualitätssteigerung des Produkts, z.B. durch optische Qualitätsprüfung	0,62
Ressourceneinsparungen, z.B. von Material, Energie, Wasser usw.	Qualitätssteigerung des Produkts, z.B. durch optische Qualitätsprüfung	0,52
Ressourceneinsparungen, z.B. von Material, Energie, Wasser usw.	Reduktion von Zeiten, z.B. Durchlauf- und Rüstzeiten	0,58
Umsatzsteigerung	Reduktion von Zeiten, z.B. Durchlauf- und Rüstzeiten	0,51
Prozessverbesserung der Fertigung, z.B. Maschineneinstellungen	Reduktion von Zeiten, z.B. Durchlauf- und Rüstzeiten	0,52
Prozessverbesserung der Intralogistik, z.B. digitalisierte Lagerhaltung	Reduktion von Zeiten, z.B. Durchlauf- und Rüstzeiten	0,54
Umsatzsteigerung	Ressourceneinsparungen, z.B. von Material, Energie, Wasser usw.	0,58
Prozessverbesserung der Fertigung, z.B. Maschineneinstellungen	Ressourceneinsparungen, z.B. von Material, Energie, Wasser usw.	0,54
Prozessverbesserung der Produktionsplanung, z.B. digitalisierte Auftragsbearbeitung	Prozessverbesserung der Fertigung, z.B. Maschineneinstellungen	0,52
Prozessverbesserung der Produktionsplanung, z.B. digitalisierte Auftragsbearbeitung	Prozessverbesserung der Intralogistik, z.B. digitalisierte Lagerhaltung	0,66
Fehlendes Know-How intern für Umsetzung und Instandhaltung von digitalisierten Maßnahmen	Bedenken über (zu) hohen Ressourceneinsatz (finanziell und zeitlich)	0,56
Bestehende Prozesse nicht geeignet bzw. sollen bestehen bleiben	Bedenken über Notwendigkeit und Nutzen	0,65
Undurchsichtiges Marktangebot	Bedenken über Notwendigkeit und Nutzen	0,50
Misstrauen der Mitarbeiter*innen, z.B. aus Gewohnheit manueller Vorgänge	Bestehende Prozesse nicht geeignet bzw. sollen bestehen bleiben	0,54
Fehlendes Know-How intern für Umsetzung und Instandhaltung von digitalisierten Maßnahmen	Undurchsichtiges Marktangebot	0,55
Keine oder unzureichende Strategie für schrittweise Integration der Digitalisierung	Fehlendes Know-How intern für Umsetzung und Instandhaltung von digitalisierten Maßnahmen	0,63