



Trendradar Transparente Lieferketten

Einordnung, Erläuterung und Erkenntnisse für Ihr Unternehmen

EINLEITUNG

Trends bestimmen unseren Alltag und auch unsere Zukunft. Sich dessen bewusst und darauf vorbereitet zu sein, ist eine der wichtigsten Aufgaben im unternehmerischen Umfeld. Das Kennen und Reagieren auf Trends kann Unternehmen helfen, sich in ihrem Umfeld besser zu positionieren bzw. eine Vorreiterrolle einzunehmen.

Trends von kurzfristigen Strömungen zu unterscheiden und auch untereinander abzugrenzen, ist herausfordernd. Dabei hilft ein Werkzeug, das die Trends identifiziert und beschreibt. Solch ein Werkzeug ist ein Trendradar. Mit diesem Werkzeug können Trends in verschiedenen Bereichen, wie Technologie, Wirtschaft, Gesellschaft oder Innovation, systematisch beobachtet und analysiert werden. Sie dient dazu, relevante Entwicklungen frühzeitig zu erkennen, zu bewerten und auf deren mögliche Auswirkungen vorzubereiten. Ein Trendradar hilft Unternehmen, Organisationen und Entscheidungsträgern, strategische Entscheidungen zu treffen und sich an zukünftige Veränderungen anzupassen.

Die vorliegende Broschüre soll kleinen und mittleren Unternehmen dabei helfen, die für Unternehmen relevanten großen Trends (Haupttrends) zu erkennen und die Facetten von etwas konkreteren Subtrends zu analysieren.

Die Erkenntnisse aus dem Trendradar unterstützen Unternehmen und Organisationen dabei, Strategien zu entwickeln und sich auf zukünftige Herausforderungen und Chancen vorzubereiten. Der Trendradar hilft, Innovationsprozesse zu steuern und Ressourcen effizient einzusetzen.

Dafür werden die aktuell wichtigsten Haupttrends sowie die zugehörigen Subtrends im Überblick vorgestellt. Im Anschluss daran wird der thematisch wichtige Haupttrend "Transparente Lieferketten" mit seinen Subtrends im Detail betrachtet und dabei auf seine Besonderheiten eingegangen. An diesem Beispiel werden Folgerungen und mögliche Schritte für Unternehmen präsentiert.

Wir wünschen eine anregende Lektüre!

INHALT

Einleitung	2
Überblick Trends	4
– Kreislaufwirtschaft	6
– Individualisierung	6
– Urbane Produktion / New Work	7
– Minimalismus / Sharing Economy	8
– Nachhaltigkeit	8
– Transparente Lieferketten	9
– Digitalisierung	10
– Künstliche Intelligenz	10
Trendradar Transparente Lieferketten	11
– Resiliente Lieferketten	11
– Green and Lean	12
– Value-Driven Delivery	12
– Digitaler Produktpass (DPP)	12
– Blockchain Track-and-Trace	13
– RFID-Chip Tracking	14
– DNA-Traceability	14
Fazit und Empfehlungen	15
Über das Mittelstand-Digital Zentrum Smarte Kreisläufe	16
Kontakt und Impressum	17
Literaturverzeichnis	18

ÜBERBLICK TRENDS

Trends zu identifizieren, einzuordnen und voneinander abzugrenzen, ist oft nicht widerspruchsfrei möglich. Im Folgenden wird eine mögliche Gliederung verschiedener großer und wichtiger Trends, genannt Haupttrends, mit den ihnen zuzuordnenden Subtrends vorgestellt.

Die folgenden Haupt- und deren Subtrends stellen einen Überblick über die aktuelle Situation dar, ohne Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben.

Als Haupttrends wurden identifiziert:

- Kreislaufwirtschaft

- Individualisierung
- Urbane Produktion / New Work
- Minimalismus / Sharing Economy
- Nachhaltigkeit
- Digitalisierung
- Künstliche Intelligenz
- Transparente Lieferketten



Abbildung 1: Wichtigkeit der Haupttrends für KMU und Zugehörigkeit zueinander

In der Abbildung 1 sind diese Haupttrends entsprechend ihrer Wichtigkeit für die Unternehmen dargestellt, ebenso wie eine Zugehörigkeit der Haupttrends zueinander: Diese Haupttrends wurden ausgewählt, da sie wichtige Einflüsse bzw. Treiber darstellen, die KMU im Bereich Smarte Kreisläufe betreffen. Sie haben Einfluss sowohl

auf die unternehmerischen Kern- als auch die Querschnittsprozesse und beeinflussen damit den unternehmerischen Erfolg und die zukünftige Positionierung im Wettbewerb in großem Maße.

Diese Haupttrends werden im Folgenden mit ihren Subtrends vorgestellt.

Kreislaufwirtschaft

Die Kreislaufwirtschaft ist ein globales ökonomisches Modell mit den Zielen, dass Produkte solange wie möglich geteilt, geleast, wiederverwendet, repariert, aufgearbeitet und recycelt werden [1]. Hierzu gehört auch die Reduktion von Emissionen, die Verwendung erneuerbarer Energien, die Verringerung der Abfälle auf ein Minimum und ein nahezu kompletter Verzicht auf giftige bzw. schädliche Chemikalien.

In diesem Modell werden die Rohstoffe, das Design, die Herstellung, der Vertrieb, die (Wieder-)Verwendung sowie die Sammlung und Abfallbehandlung betrachtet.



Abbildung 2: Modell der Kreislaufwirtschaft (Quelle: [1])

Ein zentrales Element in der Kreislaufwirtschaft sind auch digitale Technologien, die es ermöglichen, Prozesse nachzuverfolgen, zu kontrollieren, zu bewerten und zu analysieren – für alle Teilschritte in der Produktionskette – damit eine smarte Kreislaufwirtschaft entsteht. Hierzu später in den Haupttrends Digitalisierung und Künstliche Intelligenz mehr.

Als Subtrends in der Kreislaufwirtschaft sind zu nennen:

- **Vermindern von Verpackungsmüll:** Minimierung oder Substitution des Abfalls in seinen gesamten Lebenszyklus [2].
- **Recommerce:** Kauf und Verkauf gebrauchter Waren, um die Auswirkungen des Konsums zu reduzieren [3].
- **Plastic Pandemic:** Reduzierung von Single-Use-Plastik-Artikeln zur Verringerung von Plastikmüll [4].
- **Zero Waste:** Verhinderung des Aufkommens von Müll in Produktion und Handel [5].
- **Cradle-to-Cradle:** Ausrichtung des gesamten Produktlebenszyklus nach den Prinzipien der Kreislaufwirtschaft, sodass nichts verloren geht [6].
- **Collaborative Ecosysteme:** (sektorübergreifende) Zusammenarbeit von Unternehmen zur Umsetzung der Kreislaufwirtschaft [7].

Weitere Subtrends, die sich teilweise stark mit den o. g. überschneiden, sind: Sustainable Lifecycle Engineering [8], Verhindern von Überproduktion und Überkonsum [9], zirkuläre Strategien im Produktlebenszyklus [10].

Individualisierung

Der Trend zur Individualisierung bedient die Freiheit und Selbständigkeit des (End-)Kunden um passgenaue, spezifizierte Lösungen in der Wertschöpfung zu erhalten [11]. Dies umfasst sowohl Produkte als auch Dienstleistungen, die sowohl getrennt als auch gemeinsam (als Paket) angeboten werden können.

Subtrends innerhalb dieses Trends sind:

- **Personalized Commerce:** Handel mit personalisierten Kundenerlebnissen, Produkten und Dienstleistungen [12, 13].
- **Production on demand:** Produktion von Waren / Produkten nach Bestelleingang [14].
- **Inclusive by Design:** Gestaltung von Produkten, dass sie von möglichst vielen Nutzern verwendet werden können [15].

- **Mass Customization:** kundenindividuelle Fertigung zu Kosten der Massenproduktion [16].
- **Open Innovation:** Einbezug der Partner/Kunden zur Entwicklung neuer Produkte und Dienstleistungen (outside in-Ansatz) oder zur Verfügungstellung einer eigenen Entwicklung zur Weiterentwicklung von anderen (inside out-Ansatz) [17].
- **Regionale Smart Factories:** Aufbau selbstorganisierender Produktionsstätten, in denen alle Komponenten digital miteinander vernetzt sind für individualisierte Produktionsprozesse [18].
- **3D-Druck:** Herstellen individueller dreidimensionaler Produkte, z. B. als Prototypen (Rapid Prototyping) und auch Endprodukte (wie Bauteile) [19].
- **Mobility Ecosystems:** Einsatz integrierter Mobilitätskonzepte, die eine Reise, einen Arbeitsweg etc. reibungslos und schnell ermöglichen [27].
- **Biophilic Design:** Schaffen von Räumen und Orten, die die Menschen mit der Natur und mit sich selbst verbinden, unter Einbezug von Licht, Luft, Wasser, Pflanzen, Tiere, etc. [28].
- **Diversity Management:** Förderung der sozialen, kulturellen und ethnischen Vielfalt der Mitarbeitenden zum Wohl des Unternehmens [29].
- **Talent Management:** Gewinnen, Identifizieren, Halten und Entwickeln von qualifizierten Mitarbeitenden [30].
- **Future Farming:** Nutzung verschiedener Methoden zur Entwicklung nachhaltiger landwirtschaftlicher Praktiken, z. B. Vertical Farming, Roof Mosaic [31].

Ein weiterer Subtrend, der in die Bereiche Mass Customization bzw. Open Innovation reicht, ist der Einsatz von digitalen 3D-Konfiguratoren, mit dem individuell konfigurierbare Produkte möglich sind [20].

Urbane Produktion und New Work

Die Haupttrends Urbane Produktion und New Work spiegeln den Wunsch nach neuen Formen der Arbeit sowohl in der Umgebung als auch im Miteinander [21, 22].

Subtrends hierbei sind:

- **Local Appreciation:** Anbieten von Produkten und Dienstleistungen aus der näheren Umgebung (Region) [23].
- **Reshoring:** Verlagerung von Produktionsstandorten in die Nähe des Heimatlandes, was zu regionalen Smart Factories führen kann [24].
- **Workplace Revolution:** flexible Arbeitsregelungen, wie Remote- und virtuelle Arbeit (Home Office) sowie angepasste Lebensweisen (Work Life Balance) [25].
- **Technologiegestützte Gesundheitsangebote:** personalisierte und leicht zugängliche Angebote zur Krankheitsprävention am Arbeitsplatz (Wearables, KI-Therapeuten etc.) [26].



Minimalismus und Sharing Economy

Der Trend Minimalismus und Sharing Economy umfasst bewussten Verzicht, um Platz für Wesentliches zu schaffen und das Ausleihen und gegenseitige Bereitstellen von Produkten und Ressourcen. Beides dient der Reduktion von Konsum [32, 33].

Subtrends sind hier:

- **Recentered Living:** Neuausrichtung der Lebensweise, die sich vom Massenkonsum und schnelllebigen Dingen abwendet [34].
- **Reframing Residence:** Abkehr von großen, teuren Anschaffungen (z. B. finanziert durch Hypotheken) zugunsten flexiblerer, sozialer und nachhaltigerer Wohnformen [35].
- **Product-as-a-Service:** Produkte werden geteilt oder gemietet, um den Ressourcenverbrauch zu senken [36].
- **Slow Fashion:** Gegenentwurf zu (Ultra-) Fast Fashion mit dem Fokus auf nachhaltigen Materialien, ethischen Arbeitsbedingungen und langlebiger Qualität [37].
- **Minimalistisches Design:** Streben nach einem simpleren Leben mit weniger Ablenkung, fokussiert auf Lebensqualität und dem Streben nach Glück [38].



Nachhaltigkeit

Der Haupttrend Nachhaltigkeit hat zum Ziel, Ressourcen langfristig mit Bedacht zu nutzen, damit diese auch in Zukunft zur Verfügung stehen [39]. Damit soll mit dem gegenwärtigen Handeln Verantwortung für zukünftige Generationen übernommen werden.

Subtrends der Nachhaltigkeit sind:

- **Precision Agriculture:** Verfahren der ortsdifferenzierten und zielgerichteten Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Nutzflächen mit digitalen Verfahrenstechniken [40].
- **Bioökonomie und Alternative Energy Transition:** Nutzung biologischer Prozesse und Ressourcen, um sich von fossilen Rohstoffen unabhängig zu machen bzw. Umstellung auf erneuerbare Energiequellen [41, 42].
- **All Electric Society:** Herstellen des Gleichgewichts zwischen der Produktion und dem Verbrauch von Energie bei gleichzeitiger Elektrifizierung der Gesellschaft [43].
- **Alternative Energy Storage:** Einsatz alternativer Speicherlösungen, flexibel und lokal [44].
- **Sustainable Nourishment:** bewusster Ernährungsansatz, der auch die Auswirkungen der Lebensmittel und Lieferketten auf die Gesellschaft und die Umwelt miteinbezieht. Hierzu gehört auch das verstärkte Aufkommen von Fleischersatzprodukten [45, 46].
- **Klimaneutralität:** Menschliches Handeln beeinflusst das Klima nicht, d. h. eine klimaneutrale Wirtschaft setzt also entweder keine klimaschädlichen Treibhausgase frei oder gleicht die Emissionen vollständig aus. Erfasst wird dies mit dem Corporate Carbon Footprint (CO₂-Fußabdruck des Unternehmens) bzw. dem Product Carbon Footprint (CO₂-Fußabdruck eines Produktes) [47].
- **Climate-Resilient Infrastructure:** Ansatz für die Architektur und Stadtplanung, der den Klimawandel als unvermeidlichen Faktor akzeptiert und ein dementsprechendes Handeln verlangt [48].
- **Automating a Greener World:** Verwendung neuer (digitaler) Produktionstechnologien, um eine neue „grüne Produktion“ zu schaffen [49].

- **Biodiversität:** Erhaltung der Vielfalt von Lebewesen [50].
- **Carbon Economy:** Erreichen der internationalen und nationalen Klimaziele erfordert Beiträge aus dem privaten Sektor, insbesondere von Unternehmen [51].
- **Green Washing:** Marketingstrategie, die Produkten ein „grünes“ Image zuschreiben will [52].
- **Nachhaltiges Wassermanagement:** geschlossene Kreislaufsysteme, wasserlose Produktionsverfahren und der Einsatz von wassereffizienten Technologien helfen exzessiven Wasserverbrauch zu reduzieren, insbesondere bei wasserintensiven Prozessen wie z. B. der Textilveredelung [53].
- **Sektorenkopplung:** Reduktion des Ausstoßes von Treibhausgasen durch die Kopplung und ganzheitliche Betrachtung von CO₂-intensiven Sektoren [54].

Digitalisierung

Einen weiteren großen Trend stellt die Digitalisierung dar, die die Verwendung von Daten, Informationen und algorithmischen Systemen für neue oder verbesserte Produkte, Dienstleistungen, Prozesse oder Organisationsformen (Geschäftsmodelle) in den Vordergrund stellt [55].

Dabei gibt es folgende Subtrends:

- **Data Ethics und Data Ownership:** Verlangen nach Privatsphäre, Transparenz und das Recht über die Verwendung der eigenen Daten [56, 57].
 - **Vernetzte Produktion (digitale Durchgängigkeit):** Produktionsstätten werden innerhalb oder über Standorte hinweg miteinander vernetzt [58].
 - **Digital Twin:** Dynamische virtuelle Kopie eines physischen Assets, eines Prozesses, eines Systems oder einer Umgebung, die sich genauso verhält wie ihr reales Gegenstück [59].
 - **Plattformökonomie:** Digitale Plattformen vereinfachen die Kommunikation und den Datenaustausch zwischen zwei oder mehreren Akteuren in der Wertschöpfungskette [60].
- **Smart Cities:** effizientes Managen von Infrastruktur, Services und Einrichtungen durch die Verwendung von Sensoren, KI und Netzwerken [61].
 - **Industrial Internet of Things (IIoT):** Sensoren, Instrumente und andere Geräte, die mit den industriellen Anwendungen, einschließlich Fertigung und Energiemanagement, vernetzt sind [62].
 - **Retrofit:** auf den neuesten Stand bringen von älteren Maschinen durch digitale Technologien und Modernisierungen [63].
 - **Data Security:** Verbesserung der Cybersicherheit, vor allem auch um die Daten der Kunden bzw. Nutzer zu schützen [64].
 - **Data Sustainability:** wachsendes Bewusstsein für den ökologischen Fußabdruck, der mit der Speicherung und Verwaltung immer größerer Datenmengen verbunden ist [65].
 - **Social Commerce:** Integration von Produkten und Dienstleistungen in native Social-Media-Inhalte, um den Online-Kauf und -Verkauf zu erreichen [66].
 - **Datenökonomie:** Daten werden als Wirtschaftsgut und Innovationstreiber angesehen, die in eigenständigen Geschäftsmodellen monetarisiert werden können [67].



Künstliche Intelligenz

Der letzte hier vorgestellte Haupttrend ist die Künstliche Intelligenz (KI). Sie wird auch als Teilgebiet der Digitalisierung gesehen und wird u. a. als Fähigkeit einer Maschine, menschliche Fähigkeiten wie logisches Denken, Lernen, Planen und Kreativität zu imitieren oder sogar zu übertreffen, verstanden [68].

Subtrends der Künstlichen Intelligenz sind:

- **AI Avatars oder Bots:** Einsatz von KI z. B. im Kundenservice als virtuellen Assistenten auch durch Einsatz von Technologien wie Natural Language Processing (NLP) [69].
- **Explainable AI (XAI):** Möglichkeit, die Entscheidungswege und Gründe einer KI nachzuvollziehen und zu überprüfen [70].
- **Generatives Design:** Produkte mithilfe eines Algorithmus oder KI entwickeln [71].
- **Mensch-Roboter-Kollaboration (MRK):** Menschen und Roboter arbeiten in der Produktion ohne jeglichen „Schutzzaun“ oder Trennung nebeneinander [72].
- **Autonomes Fahren:** ein vollständig fahrerloses Fahren bzw. Fortbewegung von Fahrzeugen, mobilen Robotern und fahrerlosen Transportsystemen, die sich (weitgehend) autonom verhalten [73].
- **Digital Representation Models:** Einsatz von KI zur Gesichts- und/oder Bildgenerierung in Social Media oder E-Commerce anstelle von menschlichen Modellen [74].
- **Digitale Assistenzsysteme:** Unterstützung bei Fertigungs- und Serviceprozessen, z. B. beim Einlernen von Werkern durch Maschinen, Orientierungshilfe im Supermarkt etc. [75].
- **Lernende Roboter:** Einsatz in Gefahrensituationen oder in der Logistik [76].
- **Retrieval Augmented Generation (RAG):** Technik zur Verarbeitung natürlicher Sprache (NLP), die die Stärken von abfragebasierten und generativen Modellen der KI kombiniert [77].
- **AI Agents:** selbständiges Agieren und Arbeiten, bei dem nur die Vorgabe eines Projektziels benötigt wird [78].

Darüber hinaus gibt es viele weitere Anwendungen in Unternehmen, die als Subtrends angesehen werden können, wie Prozessoptimierung und -steuerung (Automatisierung von Routineprozessen mithilfe von Aktionsplanung und Optimierung), Ressourcenplanung (Machine Learning-Algorithmen können im Unternehmen helfen Vorhersagen zu treffen), Instandhaltung (Überwachung und Wartung von Produktionsanlagen sowie frühzeitiges Erkennen von Fehlern oder Problemen), Qualitätsmanagement und -kontrolle (Überprüfung anhand von Video-, Bild-, oder auch Sensordaten), Arbeitswelt (unterschiedliche Kompetenzen von Fachkräften angleichen) und Wissensmanagement (Einsatz in der Produkt- und Prozessentwicklung, z. B. Datenmodelle für komplexe Prozesse, Produktkonfiguration).





TRENDRADAR: TRANSPARENTE LIEFERKETTEN

In der Mitte des zwanzigsten Jahrhunderts waren vertikal integrierte Lieferketten, in denen ein Unternehmen mehrere Produktionsstufen kontrollierte, üblich [79]. Im Zuge der Globalisierung wurden Lieferketten zunehmend ausgelagert, komplexer und erinnern heute weniger an eine Kette als an komplexe und von außen undurchsichtige Netzwerke [80]. Ein möglicher Produktionsweg für eine herkömmliche Jeans könnte heute so aussehen: Die Baumwolle wird in Kasachstan angebaut und geerntet, in der Türkei wird die Baumwolle dann ggf. mit anderen Lieferungen vermischt und zu Garn versponnen, um dann in China gefärbt zu werden, anschließend wird das Garn in Polen zu einer Fläche gewebt, in einer Näherei in Bangladesch in Schnittteile geschnitten und zu einer Jeans vernäht, in China veredelt, um einen modischen Look zu erhalten, nach Belgien in den Großhandel transportiert und anschließend landet die Jeans im Einzelhandel in Deutschland. Und woher Färbemittel oder Zutaten (Knöpfe, Nieten, Futter, etc.) herkommen, wird in dieser Aufzählung noch gar nicht berücksichtigt [81].

Diese hohe Komplexität wurde vielen Unternehmen zum Verhängnis und führt oft zu hohen Imageschäden, z. B. wenn Produkte in den Verkaufsregalen landen, die eine falsche Herkunft aufweisen. Die Liste solcher Skandale ist lang: edle Bettwäsche aus ägyptischer Baumwolle, die nicht aus Ägypten kommt, T-Shirts hergestellt aus Baumwolle, welche auf den Feldern eines Zwangsarbeitslagers gewachsen ist. Dies muss aber nicht immer vorsätzlich passieren: Es reicht aus, dass Waren in einer der tiefen Verflechtungen einer globalisierten Lieferkette, die sich nicht selten über Länder oder gar Kontinente erstrecken, vertauscht oder verunreinigt werden. Und ist die Authentizität eines Produkts oder Unternehmens erst einmal ins Wanken gekommen, kann diese nicht so einfach wiederhergestellt werden [79].

Die Forderung nach transparenten Lieferketten wird seitens der Regierungen, NGOs und auch vieler Unternehmen immer größer [82].

Die Gründe unterliegen ethischen, ökologischen und wirtschaftlichen Aspekten, z. B. der Einhaltung von Menschenrechten, dem Umweltschutz, dem Vertrauen der Verbraucher und Wettbewerbsgleichheit für Unternehmen. Auch Verbraucherinnen und Verbraucher fordern die Rückverfolgbarkeit der Produkte bis zu ihrem Ursprung: Studien zeigen, dass Verbraucher bereit sind, bis zu 10 Prozent mehr für Produkte von Unternehmen zu zahlen, die eine rückverfolgbare Lieferkette haben [82]. Dadurch kann Vertrauen hergestellt werden und Kundinnen und Kunden können informierter Entscheidungen treffen.

Seit dem 1. Januar 2024 gilt das deutsche Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz für Unternehmen ab einer Größe von 1 000 Mitarbeitern [83]. Auch die europäische Lieferkettenrichtlinie wurde im März 2024 verabschiedet. Sie sind beide ein großer Gewinn für die Bekämpfung der Kinderarbeit, Ausbeutung und fehlender Arbeitsrechte in Produktionsstätten weltweit [84]. Für Unternehmen kann eine transparente Lieferkette, trotz hohem Arbeitsaufwand, einen großen Wettbewerbsvorteil darstellen. Durch detaillierte Informationen über die Lieferkette können Unternehmen Engpässe besser managen, Produktionsprozesse optimieren, Störquellen früher erkennen und widerstandsfähige Lieferketten aufbauen [82, 80].

Überblick Subtrends

Mithilfe von ITONICS wurde eine Datenbank aus vorhandenen und eigens recherchierten Trends zum Thema Transparente Lieferketten angelegt. Generiert man aus diesen Daten einen Trendradar, wie in Abbildung 3 zu sehen, kann auf einem Blick erkennbar gemacht werden, wie groß der (gesellschaftliche) Einfluss der Subtrends ist.

Im Folgenden wird auf eine Auswahl aktueller Subtrends innerhalb des Haupttrends Transparente Lieferketten eingegangen.

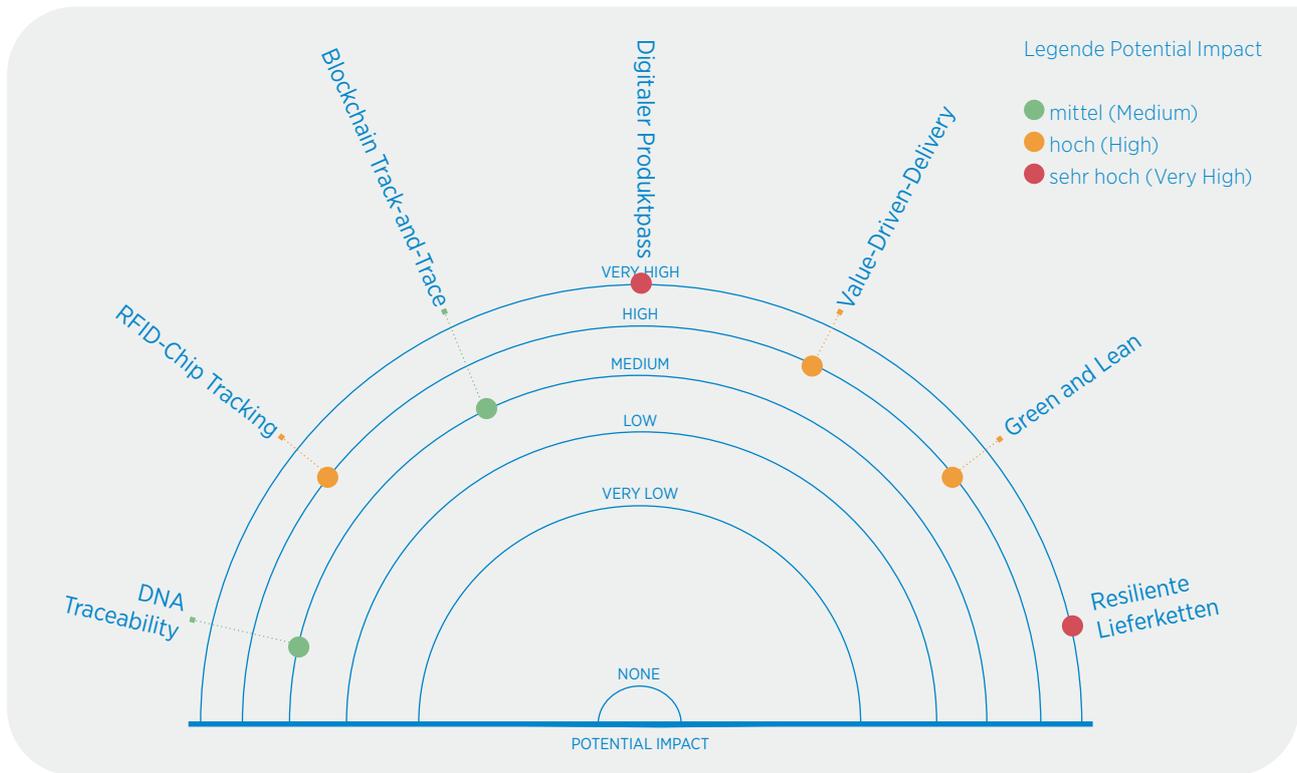


Abbildung 3: Trendradar Transparente Lieferketten

Resiliente Lieferketten

Die Herausforderungen der Globalisierung in Zeiten von Polykrisen sind bemerkbar, insbesondere in Bezug auf Zukunftsthemen, wie dem Klimawandel und dem Sicherstellen der Versorgungssicherheit. Schon heute wird vermutet, dass die Weltwirtschaft durch die Folgen des Klimawandels in den nächsten 30 Jahren ca. ein Fünftel ihrer Einkünfte verlieren wird [85]. Nicht nur der Klimawandel bedroht die Versorgungssicherheit, auch die Pandemie und geopolitische Konflikte der letzten Jahre haben gezeigt, wie fragil globale Lieferketten sind. Bricht das schwächste Glied der Kette, sind die Auswirkungen überall spürbar [80]. Das Wissen über die Geschehnisse in der eigenen Lieferkette kann also einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil darstellen [82]. Transparente Lieferketten tragen zur Resilienz bei und sind daher notwendig, um schnell auf Krisen zu reagieren, sich zu erholen und sich kontinuierlich weiterzuentwickeln [86].

Green and Lean

Green and Lean bezieht sich auf den Prozess, Lieferketten von Grund auf zu überdenken, um sie

nachhaltiger und zugleich effizienter zu gestalten. Ungefähr 70 Prozent aller Emissionen eines Unternehmens sind auf ihre Lieferketten zurückzuführen [87]. Es ist also zunehmend essenziell, den CO₂-Fußabdruck des eigenen Unternehmens zu kennen, einerseits um den zunehmenden Forderungen nach Nachhaltigkeit nachzukommen und andererseits, um Ressourcen und Kosten einzusparen [88, 87]. Ein entscheidender Teil ist die Implementierung interner Arbeitsabläufe, die durch die Nutzung von neuen Technologien wie IIoT, KI oder Blockchain die Ressourcennutzung optimiert und Abläufe verbessert [87].

Value-Driven Delivery

Die Pandemie und die geopolitischen Konflikte der letzten Jahre haben die Widerstandsfähigkeit und Flexibilität der Unternehmen massiv auf die Probe gestellt und die bestehende, durch die Pandemie verstärkte Tendenz der Verbraucher hin zu mehr Online-Bestellungen, hat zu Innovationen geführt, die auf einem kundenzentrierten Einkaufserlebnis und Markenauftritt beruhen. Dazu zählen personalisierte Angebote oder Lieferungen am Tag

der Bestellung. Angesichts des zunehmenden Wettbewerbsdrucks sind Marken nun gezwungen, Strategien zu entwickeln, die einen erlebnisorientierten Direktvertrieb an den Verbraucher ermöglichen [89]. Infolgedessen wandeln sich die Vertriebs- und Liefermodelle weiter, wobei Technologien wie Künstliche Intelligenz (KI) und IIoT zu schlankeren Abläufen führen [90, 89]. Abgesehen von Komfort, Geschwindigkeit und Sicherheit sind Verbraucher zunehmend emotional in die Produktreise eingebunden und erwarten Werttreiber wie Nachhaltigkeit und Transparenz bei der Lieferverfolgung [89, 91].

Digitaler Produktpass

Der Digitale Produktpass (DPP) ist Teil der 2022 vorgeschlagenen Ecodesign for Sustainable Product Regulation (ESPR) der EU-Kommission [92]. Aktuelle Diskussionen rund um die Implementierung des DPP betreffen verschiedene Produktgruppen, u. a. Batterien, Spielzeug und textile Produkte. Dies gilt zukünftig für alle in der EU verkauften Waren innerhalb dieser Produktgruppen. Unabhängig von der Unternehmensgröße soll die Einführung 2026 bis 2030 erfolgen [93]. Das geplante Regelwerk sieht ein zentrales Register vor, auf dem alle allgemeinen Produktdaten gespeichert werden sollen und ein daran geknüpftes Web-Portal, das Produktsuchanfragen und Vergleiche zwischen Produkten ermöglichen soll. Informationen, die nur für spezifische Stakeholder entlang des Produktlebenszyklus relevant sind, werden in einem dezentralen System gespeichert. Außerdem wird diskutiert, Informationen zu standardisieren und direkt mit dem End- oder Halbfertigprodukt zu verlinken, z. B. über einen QR-Code oder RFID-Chip. Der DPP ist kein Track- und-Tracing Tool, die Rückverfolgbarkeit soll bei höherwertigen Produkten aber möglich sein. Gespeichert werden alle Produktspezifika zur Nachhaltigkeit, Zirkularität und Einhaltung von Rechtsvorschriften [94].

Mögliche Metriken sind z. B. die produktspezifische ID, das Gewicht des Artikels, Ort und Name der Produktionsstätte, genutzte Materialien und ihr Ursprung, der CO₂-Fußabdruck und Informationen zur Langlebigkeit und Reparierbarkeit [95].

Die Definition von spezifischen Standards soll bis 2025 erfolgen [94]. Der DPP liefert eine standardisierte Informationsgrundlage, die notwendig ist,



um eine Kreislaufwirtschaft zu schaffen, in der Ressourcen nicht verbraucht, sondern wiederverwendet werden. Die Akteure erhalten entlang des gesamten Produktlebenszyklus die benötigten Informationen, die zur Verlängerung des Produktlebenszyklus gebraucht werden [96]. Zum Beispiel hinterlegen Hersteller Informationen zu verwendeten Rohstoffen, die von Produktnutzerinnen und -nutzern, Reparaturbetrieben und Unternehmen aus der Abfallwirtschaft verwendet werden können, um Reparatur- oder Recyclingmöglichkeiten abzuschätzen. Außerdem unterstützt ein DPP Käuferinnen und Käufer sowie Unternehmen dabei, informierte Entscheidungen beim Kauf von Produkten und Halbfertigprodukten zu treffen und nachhaltige Kaufentscheidungen zu vereinfachen [94]. Eine zentrale Aufgabe der kommenden Jahre für Unternehmen ist die benötigte IT-Infrastruktur und die Datenverfügbarkeit sowie die Datendurchgängigkeit für eine erfolgreiche Implementierung herzustellen [97].

Blockchain Track-and-Trace

Blockchain Track-and-Trace funktioniert unter Verwendung von Blockchain-Technologie bzw. der Distributed-Ledger-Technologie (DLT). Die wohl bekannteste Blockchain-Anwendung ist die Speicherung von Kryptowährungen wie z. B. Bitcoin [98]. Eine weitere Anwendung ist die (Rück-)verfolgung von Transaktionen entlang einer Lieferkette. Informationen über Produkte oder Transaktionen werden von verschiedenen Akteuren in dezentralen Datenbanken erfasst [99]. Die erfass-

ten Daten werden in das System eingearbeitet und jeder Stakeholder im Netzwerk kann darauf zugreifen. Die Informationen werden also transparent, unveränderlich und sicher zur Verfügung gestellt. Der Ursprung, die Bewegung und die Lieferung von Produkten und Waren kann über die gesamte Lieferkette hinweg auf einer synchronisierten Plattform detailliert aufgezeichnet werden [100]. Eine Implementierung kann die Transparenz, Sicherheit und Effizienz des Warenflusses entlang der Wertschöpfungskette erhöhen, z. B. können Unternehmen die Blockchain-Technologie in internen CSR-Tools nutzen, um Lieferkettenstörungen schneller zu erkennen und die auf der Blockchain gespeicherten Daten aufbereitet an Kunden weitergeben, z. B. in Form eines DPPs [101, 102].

Darüber hinaus können über die Blockchain ausgeführte Smart Contracts, d. h. automatisch ausgeführte Aufträge ohne Intermediäre, Prozessschritte automatisieren und bei der Umsetzung des Lieferkettengesetzes sowie dem darin enthaltenen transparenten Beschwerdesystem unterstützen [103]. Bisher gibt es trotz vieler Investitionen nur wenige skalierbare und realistische Anwendungsbeispiele in der Industrie [98].

RFID-Chip Tracking

RFID-Chip Tracking, englisch für „radio-frequency-identification“, ist eine Sender- und Empfänger-Technologie, basierend auf Radiowellen [104]. Die RFID-Technologie erlebt in der Logistik und im Einzelhandel gerade ein Comeback [105]. Vor mehr als 20 Jahren gab es die Vermutung, dass RFID-Transponder Barcodes ablösen könnten, damals konnte sich die Technologie jedoch nicht durchsetzen, unter anderem aufgrund von zu hohen Stückkosten [106, 105]. Durch kontinuierliche technische Verbesserungen in den Punkten Kostenreduktion, Nachhaltigkeit, Reichweite, Lesbarkeit und Größe stellt sie heute eine der Schlüsseltechnologien für transparente Lieferketten dar [107, 105].

Mithilfe von RFID-Sensoren können Lagermengen in Echtzeit beobachtet, identifiziert und verfolgt werden und so zu Bestandstransparenz und einer lückenlosen Lieferkette führen. Die entstehenden Daten können analysiert und für die Optimierung und Automatisierung der Lieferkette verwendet oder dem Kunden zur Nachverfolgung bereitge-

stellt werden. Mögliche Einsatzbereiche sind am Point of Sale, in Warenhäusern, der Logistik oder Distribution. Ein RFID-System besteht aus einem Lesegerät, RFID-Chips und Servern, die die Daten automatisch und in Echtzeit erfassen [108].

DNA-Traceability

DNA-Traceability ist eine Methode, um die Integrität und Qualität von Produkten in der gesamten Lieferkette durch die Verfolgung genetischen Materials zu gewährleisten [109]. Sie beruht auf der Analyse einzigartiger DNA-Sequenzen, die für jeden Organismus oder dessen Teile spezifisch ist. Dies kann durch direkte Extraktion von DNA aus Produkten oder Zugabe synthetischer DNA erfolgen.

Es gibt zwei verschiedene Methoden: Entweder die DNA des Produkts wird analysiert, um eine geographische Verifizierung zu erhalten, oder synthetische DNA-Marker werden an mehreren Abschnitten der Lieferkette dem Produkt zugegeben und anschließend auf diese getestet, um eine genauere Lieferkettenrückverfolgbarkeit zu gewährleisten [110]. Dadurch können wichtige Informationen wie Herstellungsdatum, Herkunft und Produktionskette abgelesen werden. In der Lebensmittelindustrie wird dies insbesondere bei tierischen Produkten wie Fisch oder Fleisch angewendet, um die Lebensmittelsicherheit zu gewährleisten. Auch bei Bio-Produkten im Lebensmittelbereich oder beispielsweise Baumwolle wird diese Technologie eingesetzt [111].

DNA-Traceability hat in den nächsten Jahren das Potenzial, physische Technologien wie RFID oder Barcodes zu ersetzen [109]. Werden DNA-Informationen auf einer Blockchain gespeichert, bilden sie eine transparente und unveränderbare Identifikationsmöglichkeit. Zusammen können sie ein sicheres System zur Rückverfolgbarkeit von Produkten werden [112].

FAZIT UND EMPFEHLUNGEN

Die ausgewählten und dargestellten Trends und deren Einflüsse betreffen alle Unternehmen, vor allem KMU in produzierenden Sektoren. Sie ermöglichen notwendige und chancenreiche Veränderungen für eine Neupositionierung im unternehmerischen Umfeld, das sich weg von der linearen Produktion hin zum Wirtschaften in Kreisläufen bewegen wird.

Für diese Transformation bietet sich die Erstellung einer digitalen Roadmap mit Unterstützung des Mittelstand-Digital Zentrums Smarte Kreisläufe an. Diese besteht aus einem unternehmensindividuell zusammengestellten Fahrplan mit folgenden Schritten:

- Analyse der Ausgangssituation vor Ort
- Ermittlung der individuellen Anforderungen und Einflüsse
- Erarbeitung der Lösungsmöglichkeiten und Ableitung der Ziele
- Festlegen der Strategie(n) zur Umsetzung der Lösungen
- Implementierung von Kontrollmechanismen zum Überprüfen des Erreichens der gesteckten Ziele

Mit diesem Fahrplan für eine digitale Roadmap wird ein Vorgehen geschaffen, das sich an den Bedürfnissen der KMU und ihrem Umfeld orientiert. Dabei wird der Wert auf Machbarkeit und Umsetzbarkeit in KMU gelegt, ohne komplexe kostenintensive Lösungen zu bemühen, die Unternehmen häufig nicht stemmen können.

Das Mittelstand-Digital Zentrum Smarte Kreisläufe bietet hierzu viele verschiedene und kostenfreie Unterstützungs- und Umsetzungsangebote an, die die KMU auf ihrem Weg in eine erfolgreiche Zukunft und in die Kreislaufwirtschaft begleiten.

AUTORIN & AUTOR



Simone Drygant
Zentrum für Management
Research
Lern- und Assistenztechnologien
simone.drygant@ditf.de



Dr. rer. pol. Marcus Winkler
Zentrum für Management
Research
Lern- und Assistenztechnologien
marcus.winkler@ditf.de

ÜBER DAS MITTELSTAND-DIGITAL ZENTRUM SMARTE KREISLÄUFE

Mit unseren Partnern zeigen wir passgenaue Lösungen auf, wie Sie die Digitalisierung in Ihrem Unternehmen voranbringen können. Gemeinsam mit Ihnen erstellen wir Roadmaps für die nächsten Schritte oder setzen in Praxisprojekten erste Maßnahmen um.

Das Mittelstand-Digital Zentrum Smarte Kreisläufe besteht seit März 2023 und umfasst fünf Partner:

Gesamtverband der deutschen Textil- und Modeindustrie

Als Konsortiumsführer und Transferpartner bringt der Verband seine Expertise im Bereich der sozialen Aspekte der Nachhaltigkeit, Kreislaufwirtschaft und Kooperationen mit Start-ups ein und managt das Netzwerk.

Deutsche Institute für Textil- und Faserforschung Denkendorf (DITF)

Die DITF sind Experten für individualisierte Produkte in den Bereichen Bekleidung, Smart Textiles und Leichtbau. Sie machen durchgehendes Engineering erlebbar: von der Idee bis zum fertigen Produkt.

Institut für Textiltechnik (ITA) der RWTH Aachen University

Das ITA zeigt, wie Smart Data dazu beitragen kann, eine nachhaltige Zukunft zu gestalten. Gäste können die Vernetzung einer vollstufigen textilen Prozesskette hautnah erleben und erfahren, welcher wirtschaftliche Nutzen sich durch die digitale Transformation ergibt.

Sächsisches Textilforschungsinstitut e. V. (STFI)

Das STFI in Chemnitz demonstriert vertikale Integration, vernetzte Produktionssysteme und Ressourceneffizienz, etwa die Selbstoptimierung von komplexen Anlagen.

DER MITTELSTANDSVARBUND – ZGV

Der Verband verfügt über ein breites Netzwerk aus in Verbundgruppen organisierten Unternehmen in den Bereichen Handel, Handwerk und Dienstleistungen aus 45 Branchen. Als Transferpartner erfasst er die Bedarfe der Unternehmen und bringt die Arbeitsergebnisse des Zentrums in die mittelständische Wirtschaft.

Das Mittelstand-Digital Zentrum Smarte Kreisläufe gehört zu Mittelstand-Digital. Das Mittelstand-Digital Netzwerk bietet mit den *Mittelstand-Digital Zentren* und der Initiative *IT-Sicherheit in der Wirtschaft* umfassende Unterstützung bei der Digitalisierung. Kleine und mittlere Unternehmen profitieren von konkreten Praxisbeispielen und passgenauen, anbieterneutralen Angeboten zur Qualifikation und IT-Sicherheit. Das Bundesministerium für

Wirtschaft und Klimaschutz ermöglicht die kostenfreie Nutzung der Angebote von Mittelstand-Digital. Weitere Informationen finden Sie unter www.mittelstand-digital.de.

Mittelstand-
Digital 

IHR DIREKTER DRAHT ZU UNS / IMPRESSUM

Schaufenster Aachen



Florian Pohlmeier
pohlmeier@mdz-sk.de

Schaufenster Denkendorf



Dr. Heiko Matheis
matheis@mdz-sk.de

Schaufenster Berlin



Anja Merker
merker@mdz-sk.de

Schaufenster Köln



Tim Geier
geier@mdz-sk.de

Schaufenster Chemnitz



Dirk Zschenderlein
zschenderlein@mdz-sk.de

Mittelstand-Digital Zentrum Smarte Kreisläufe
c/o Gesamtverband textil+mode
Reinhardtstraße 14 – 16
10117 Berlin
Telefon: 030 726220-48
E-Mail: kontakt@mdz-sk.de
www.smartere-kreislaeufe.de

Die vorliegende Broschüre ist eine Veröffentlichung des Gesamtverbandes textil+mode im Rahmen des Mittelstand-Digital Zentrums Smarte Kreisläufe.

Herausgeber:
Gesamtverband textil+mode
Reinhardtstraße 14 – 16
10117 Berlin

Telefon: 030 726220-48
E-Mail: kontakt@mdz-sk.de

Berlin, Juli 2024

Vereinsregister des Amtsgerichts Berlin Charlottenburg VR 27113 B
Hauptgeschäftsführer: Dr. Uwe Mazura

Redaktion: Simone Drygant, DITF, Dr. rer. pol. Marcus Winkler, DITF
Gestaltung: Ulrike Markert, Gesamtverband textil+mode

Bildnachweis: Titel und Seite 13: iStock; Seiten 6, 7, 10 und 13: unsplash; Seite 8: DITF; Seite 9: STFI

LITERATURVERZEICHNIS

- [1] European Parliament (2023). Kreislaufwirtschaft: Definition und Vorteile. URL: <https://www.europarl.europa.eu/topics/de/article/20151201STO05603/kreislaufwirtschaft-definition-und-vorteile> aufgerufen am 21.05.2024
- [2] Ellen McArthur Foundation (2020). Upstream Innovation. A guide to packaging solutions. URL: https://emf.thirdlight.com/file/24/h_Pf1MahttEqT6h_OwchCrKU2/Upstream%20Innovation.pdf aufgerufen am 27.05.2024
- [3] ebay (2022). Recommerce Report. URL: <https://static.ebayinc.com/assets/Uploads/Documents/eBay-Recommerce-Report-2021.pdf> aufgerufen am 27.05.2024
- [4] Ellen McArthur Foundation (2020). Designing out plastic pollution. URL: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/topics/plastics/overview> aufgerufen am 27.05.2024
- [5] Zero Waste Germany (2018). Was ist Zero Waste? URL: <https://zerowastegermany.de/was-ist-zero-waste/> aufgerufen am 27.05.2024
- [6] Cradle to Cradle NGO (2024). Deshalb brauchen wir Cradle to Cradle. <https://c2c.ngo/> aufgerufen am 27.05.2024
- [7] World Economic Forum (2022). 3 ways we can collaborate better for a stronger circular economy. URL: <https://www.weforum.org/agenda/2022/05/3-ways-we-can-collaborate-better-for-a-circular-economy/> aufgerufen am 27.05.2024
- [8] The University of New South Wales (2019). Sustainability in Manufacturing & Life Cycle Engineering Research Group @ UNSW. URL: <http://www.lceresearch.unsw.edu.au/> aufgerufen am 27.05.2024
- [9] Bäckström K. et al. (2024). The Future of Consumption. How Technology, Sustainability and Wellbeing will Transform Retail and Customer Experience. Springer Nature Switzerland, Cham.
- [10] von Unruh F. et al. (2021). Produkte und Materialien mit der Hilfe der R-Strategien im Kreislauf führen. URL: <https://www.prosperkolleg.de/r-strategien/> aufgerufen am 27.05.2024
- [11] Reichwald R., Piller F. (2009). Interaktive Wertschöpfung. Open Innovation, Individualisierung und neue Formen der Arbeitsteilung. Gabler GWV Fachverlage, Wiesbaden
- [12] Newman D. (2020). Customer Data Platform Growth Continues To Boom. URL: <https://www.forbes.com/sites/danielnewman/2020/12/01/customer-data-platform-growth-continues-to-boom/?sh=645bc6e12c5f> aufgerufen am 27.05.2024
- [13] Giacomini A. (2022) Personalized Versus Generic Customer Experiences: Which Will Win? URL: <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2022/07/29/personalized-versus-generic-customer-experiences-which-will-win/?sh=aa-bac4357a5d> aufgerufen am 27.05.2024
- [14] bayern innovativ (2021). On-Demand-Produktion in der Textilindustrie – eine Revolution? Megatrend Individualisierung. URL: <https://www.bayern-innovativ.de/de/seite/on-demand-produktion-in-der-textilindustrie-eine-revolution> aufgerufen am 27.05.2024
- [15] Patrick V. und Shulman J. (2024). Serve More Customers With Inclusive Product Design. Use these questions to empower teams to design for more diverse populations. URL: <https://sloanreview.mit.edu/article/serve-more-customers-with-inclusive-product-design/> aufgerufen am 27.05.2024
- [16] Piller F. (2000). Mass Customization. In: Albers und Herrmann. Handbuch Produktmanagement. Gabler Verlag, Wiesbaden. 883-907.
- [17] Chesbrough H. (2003). Open Innovation. The New Imperative for Creating and Profiting from Technology. Harvard Business School Press, Boston.
- [18] Gu, X. und Koren, Y. (2024) Smart Factories for Mass Individualization. Encyclopedia, 4(1), 415-429.
- [19] Eichstädt T, Spieker S. (2024). 3D-Druck. In: 52 Stunden Informatik. Springer Vieweg, Wiesbaden. 341-348.
- [20] Hamalainen M. und Karjalainen J. (2017). Social Manufacturing: When the maker movement meets interfirm production networks. Business Horizons 60(6), 795-805.
- [21] Deutsches Institut für Urbanistik (2019). Urbane Produktion in der Stadt der Zukunft. URL: <https://difu.de/nachrichten/urbane-produktion-in-der-stadt-der-zukunft> aufgerufen am 27.05.2024
- [22] zukunftsinstitut (2024). Megatrendstudie New Work: 13 Trends für die Zukunft der Arbeit. URL: <https://www.zukunftsinstitut.de/blog-megatrend-new-work> aufgerufen am 27.05.2024

meldungen/de/wie-traegt-die-biooekonomie-zur-nachhaltigen-entwicklung-bei.html
aufgerufen am 28.05.2024

[42] World Economic Forum (2022). Five ways to jump-start the renewable energy transition. URL: <https://www.weforum.org/agenda/2022/05/start-renewable-energy-transition/>
aufgerufen am 28.05.2024

[43] Leonhardt S. et al. (2023). Innovation und Kooperation auf dem Weg zur All Electric Society – Emergenzen für neue Geschäftsprozesse. Springer Gabler, Wiesbaden.

[44] Dogaru L. et al. (2020). The Main Goals of the Fourth Industrial Revolution. Renewable Energy Perspectives. Procedia Manufacturing 46. 397-401.

[45] Crawford E. (2022). IFT Startup Pavilion promotes climate-smart options ranging from alternative proteins to up-cycled ingredients to sustainable grains. URL: <https://www.bakeryandsnacks.com/Article/2022/07/07/ift-startup-pavilion-promotes-climate-smart-options-ranging-from-alternative-proteins-to-upcycled-ingredients-to-sustainable-grains>
aufgerufen am 28.05.2024

[46] Dr. Rempe C. und Kirk-Mechtel M. (2023). Pflanzliche Alternativen zu Fleisch. URL: <https://www.bzfe.de/nachhaltiger-konsum/orientierung-beim-einkauf/fleischersatzprodukte/>
aufgerufen am 28.05.2024

[47] Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (o. D.). Klimaneutralität. URL: https://www.bmz.de/de/service/lexikon/klimaneutralitaet-125078?enodia=eyJleHAI0-jE3MTY4ODk3OTQsImNvbniRlbnQiOnRydWUslmF1ZCI-6ImF1dGgiLCJlb3N0Ijojd3d3LmJtei5kZSIsIlNvdXJjZUIQI-joiMjAwMT03Yzc6MWEwNjo6MStsIkNvbMzPz0EljoiOGRh-ZGNIMTI1ZmQyYzY5OTQzYUyZTIkMmNkNjUwNTclNGUxNjlyMTJhMmNIMWJiNWFMtVjMGQ0YmJmZSJ9.ofwyxfaDdzPGAQnWPoD0y5IW_nWoauuBuG7Fwd1gxcg=
aufgerufen am 28.05.2024

[48] Government of Canada (2023). Codes, standards and guidance for climate resilience. URL: <https://www.infrastructure.gc.ca/climate-resilience-climatique/codes-standards-normes-guidances-eng.html>
aufgerufen am 28.05.2024

[49] Bland R. et al. (2022). Accelerating toward net zero: The green business building opportunity. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/sustainability/our-insights/accelerating-toward-net-zero-the-green-business-building-opportunity>
aufgerufen am 28.05.2024

[50] Die Bundesregierung (2021). Lebensräume und Artenvielfalt schützen. URL: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/schwerpunkte/klimaschutz/biologische-vielfalt-erhalten-1948168>
aufgerufen am 28.05.2024

[51] Egler D. et al. (2021). Studie Kompensationszahlungen kleiner und mittlerer deutscher Unternehmen für CO₂-Emissionen. Allianz für Entwicklung und Klima, Deutsche Gesellschaft für internationale Zusammenarbeit, Bonn.

[52] Gottschalk L. und Wessel A. (2023). Greenwashing. URL: <https://www.lpb-bw.de/greenwashing>
aufgerufen am 28.05.2024

[53] Bundesministerium für Bildung und Forschung (2024). Nachhaltiges Wassermanagement. URL: <https://www.fona.de/de/themen/wassermanagement.php>
aufgerufen am 28.05.2024

[54] DVGW (o. D.). Sektorenkopplung – Synergien sinnvoll nutzen. URL: [https://www.dvgw.de/themen/energiewende/sektorenkopplung#:~:text=Die%20Sektorenkopplung%20\(auch%20Sektorkopplung%20genannt,Weg%20Deutschlands%20zur%20angestrebten%20Klimaneutralit%C3%A4t.](https://www.dvgw.de/themen/energiewende/sektorenkopplung#:~:text=Die%20Sektorenkopplung%20(auch%20Sektorkopplung%20genannt,Weg%20Deutschlands%20zur%20angestrebten%20Klimaneutralit%C3%A4t.)
aufgerufen am 28.05.2024

[55] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (o. D.). Was ist Digitalisierung? URL: <https://www.de.digital/DIGITAL/Navigation/DE/Lagebild/Was-ist-Digitalisierung/was-ist-digitalisierung.html>
aufgerufen am 28.05.2024

[56] Starita L. (2020). 3 Ways to Embrace Proactive Data Ethics. URL: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/3-ways-to-embrace-proactive-data-ethics>
aufgerufen am 28.05.2024

[57] Bell J. (2022). In Web 3.0, Data Ownership And Monetization Must Belong To Individuals. URL: <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2022/03/31/in-web-30-data-ownership-and-monetization-must-belong-to-individuals/?sh=3bf9079f3d6b>
aufgerufen am 28.05.2024

[58] Winkler, M., Moltenbrey, F., & Tilebein, M. (2022). Business Model Scenarios for Digital Textile Microfactories. Proceedings of the Conference on Production Systems and Logistics: CPSL 2022, Vancouver, Canada, 17th – 20th May 2022, 574–582.

[59] unity (o. D.). Was ist der digitale Zwilling? URL: <https://unity.com/de/topics/digital-twin-definition>
aufgerufen am 28.05.2024

- [60] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (o. D.). Digitale Plattformen. URL: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Artikel/Digitale-Welt/digitale-plattformen.html> aufgerufen am 28.05.2024
- [61] OECD (2020). Smart Cities and Inclusive Growth. URL: <https://www.oecd.org/en/about/programmes/the-oecd-programme-on-smart-cities-and-inclusive-growth0.html> aufgerufen am 28.05.2024
- [62] Boyes H. et al. (2018). The industrial internet of things (IIoT): An analysis framework. Computers in Industry Volume 101. 1-12.
- [63] PI-Informatik (o. D.). Was ist Retrofitting? URL: <https://www.pi-informatik.berlin/pi-lexikon/softwareentwicklung/was-ist-retrofitting/> aufgerufen am 28.05.2024
- [64] Anant V. et al. (2020). The consumer-data opportunity and the privacy imperative. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/risk-and-resilience/our-insights/the-consumer-data-opportunity-and-the-privacy-imperative> aufgerufen am 28.05.2024
- [65] Griffiths S. (2020). Why your internet habits are not as clean as you think. URL: <https://www.bbc.com/future/article/20200305-why-your-internet-habits-are-not-as-clean-as-you-think> aufgerufen am 28.05.2024
- [66] Murdoch R. et al. (2022). Why shopping's set for a social revolution. URL: <https://www.accenture.com/nz-en/insights/software-platforms/why-shopping-set-social-revolution> aufgerufen am 28.05.2024
- [67] Bundesnetzagentur (o. D.). Datenökonomie. URL: <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/Digitalisierung/Daten/Datenoekonomie/start.html#:~:text=Daten%20sind%20ein%20zentraler%20Wettbewerbs,g%C3%A4nzlich%20neue%20Gesch%C3%A4ftsmodelle%20zu%20entwickeln.> aufgerufen am 28.05.2024
- [68] Europäisches Parlament (2020). Was ist künstliche Intelligenz und wie wird sie genutzt? URL: <https://www.europarl.europa.eu/topics/de/article/20200827STO85804/was-ist-kunstliche-intelligenz-und-wie-wird-sie-genutzt> aufgerufen am 28.05.2024
- [69] Emergen Research (2023). Digital Human Avatar Market, By Product Type (Interactive Digital Human Avatar and Non-Interactive Digital Human Avatar), By Industry Verticals (Gaming, Retail, IT & Telecommunications, Education, and Others), and By Region Forecast to 2032. URL: <https://www.emergenresearch.com/industry-report/digital-human-avatar-market#:~:text=Market%20Synopsis,46.4%25%20during%20the%20forecast%20period.> aufgerufen am 28.05.2024
- [70] Google Cloud (o. D.). Explainable AI. URL: <https://cloud.google.com/explainable-ai?hl=de> aufgerufen am 28.05.2024
- [71] ptc (o. D.). Mit Generative Design in kürzerer Zeit zum besten Entwurf. URL: <https://www.ptc.com/de/technologies/cad/generative-design> aufgerufen am 28.05.2024
- [72] Fraunhofer IKS (o. D.). Mensch-Roboter-Kollaboration: Wie wir in Zukunft mit dem Roboter zusammenarbeiten werden. URL: <https://www.iks.fraunhofer.de/de/themen/industrie-40/mensch-roboter-kollaboration.html> aufgerufen am 28.05.2024
- [73] Fraunhofer IKS (o. D.). Autonomes Fahren. URL: <https://www.iks.fraunhofer.de/de/themen/autonomes-fahren.html> aufgerufen am 28.05.2024
- [74] Martinescu L. (2023). Exploring the concepts of digital twin, digital shadow, and digital model. URL: <https://oxfordinsights.com/insights/exploring-the-concepts-of-digital-twin-digital-shadow-and-digital-model/> aufgerufen am 28.05.2024
- [75] Mittelstand Digital (o.D.). Assistenzsysteme. URL: <https://www.mittelstand-digital.de/MD/Navigation/DE/Themen/Mensch-Digitalisierung/Assistenzsysteme/assistenzsysteme.html> aufgerufen am 28.05.2024
- [76] Trimpe S. (2014). Lernende Roboter. URL: https://www.mpg.de/8960086/mpi-mf_jb_2014 aufgerufen am 28.05.2024
- [77] Merritt R. (2023). What is Retrieval-Augmented Generation, aka RAG? URL: <https://blogs.nvidia.com/blog/what-is-retrieval-augmented-generation/> aufgerufen am 28.05.2024
- [78] Dr. Cosmos-Birmanns M. (2024). Was sind AI Agents und wie funktionieren sie? Einsatz von AI Agents in Bildung, Forschung und im Alltag. URL: <https://www.kalaidos-fh.ch/de-CH/Blog/Posts/2024/02/Digitalisierung-1130-Was-sind-AI-Agents-und-wie-funktionieren-sie> aufgerufen am 28.05.2024
- [79] Subramanian (2021). Food fraud and counterfeit cotton: the detectives untangling the global supply chain. URL: <https://www.theguardian.com/news/2021/sep/16/>

food-fraud-counterfeit-cotton-detectives-untangling-global-supply-chain
aufgerufen am 28.05.2024

[80] Ladd B. (2020). Tangled: Why Global Supply Chains Are So Complex. URL: <https://www.forbes.com/sites/forbes-communicationscouncil/2020/06/08/tangled-why-global-supply-chains-are-so-complex/?sh=66e026fd5bf5>
aufgerufen am 28.05.2024

[81] Diercke (o. D.). Globale Warenketten (am Beispiel einer Jeans). URL: <https://diercke.de/content/globale-warenketten-am-beispiel-jeans-978-3-14-100800-5-271-4-1>
aufgerufen am 28.05.2024

[82] Bateman A. und Bonanni L. (2019). What Supply Chain Transparency Really Means. URL: <https://hbr.org/2019/08/what-supply-chain-transparency-really-means>
aufgerufen am 28.05.2024

[83] Die Bundesregierung (2024). Verantwortung in globalen Lieferketten. Mensch und Umwelt besser geschützt. URL: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/lieferkettengesetz-1872010>
aufgerufen am 28.05.2024

[84] Business & Human Rights Resource Centre (2024). BHRRC comments on final CSDDD adoption: Landmark win for human rights in business calls for ambitious national transposition. URL: <https://www.business-humanrights.org/en/latest-news/bhrrc-comments-on-final-csddd-adoption/>
aufgerufen am 28.05.2024

[85] Kotz M. et al. (2024). The economic commitment of climate change. *Nature* 628. 551-557.

[86] Mork C. und Steinberg G. (2021) How supply chains can be more resilient, sustainable and transparent. URL: https://www.ey.com/en_nl/supply-chain/how-supply-chains-can-be-more-resilient-sustainable-and-transparent
aufgerufen am 28.05.2024

[87] Howells R. (2024). Supply Chain Predictions 2024: AI, Sustainability Top Of Mind. URL: <https://www.forbes.com/sites/sap/2024/01/02/supply-chain-predictions-2024-ai-sustainability-top-of-mind/?sh=3adfcc354c8c>
aufgerufen am 28.05.2024

[88] Shih W. (2020). Global Supply Chains in a Post-Pandemic World. URL: <https://hbr.org/2020/09/global-supply-chains-in-a-post-pandemic-world>
aufgerufen am 28.05.2024

[89] Palshikar P. et al. (2022). Product-centric Value Deli-

very: A new Digital Strategy. URL: <https://www.infosys.com/iki/perspectives/product-centric-value-delivery.html>
aufgerufen am 28.05.2024

[90] Chiu E. (2021). Owning the delivery ecosystem. URL: <https://www.vml.com/insight/owning-the-delivery-ecosystem>
aufgerufen am 28.05.2024

[91] Mollenkopf D. et al. (2022). Supply chain transparency: Consumer reaction to incongruent signals. *Journal of Operations Management* 68 (4), 306-327.

[92] Europäisches Parlament (2024). Ökodesign: Nachhaltige Produkte sollen zur Norm werden. URL: <https://www.europarl.europa.eu/news/de/agenda/briefing/2024-04-22/19/okodesign-nachhaltige-produkte-sollen-zur-norm-werden>
aufgerufen am 28.05.2024

[93] Preuss S. (2024). Digitaler Produktpass: neuer Ratgeber von TrusTrace hilft beim Einstieg. URL: <https://fashionunited.de/nachrichten/business/digitaler-produktpass-neuer-ratgeber-von-trustrace-hilft-beim-einstieg/2024052256591>
aufgerufen am 28.05.2024

[94] European Commission (2024). Ecodesign for Sustainable Products Regulation (ESPR) Online Information Session. URL: https://commission.europa.eu/document/download/c5db3b9e-23ae-42c8-a50a-b549f20a377d_en?filename=2024_05_22_EC%20Presentation%20ESPR%20Webinar_final.pdf
aufgerufen am 28.05.2024

[95] Douglass R. (2023). What to know about the EU's upcoming Digital Product Passport. URL: <https://fashionunited.com/news/business/what-to-know-about-the-eu-s-upcoming-digital-product-passport/202308285554>
aufgerufen am 28.05.2024

[96] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (o. D.). Ein Pass für den gesamten Produktkreislauf. URL: <https://www.bmu.de/umweltpolitische-digitalagenda/so-funktioniert>
aufgerufen am 28.05.2024

[97] Shoab M. (2024). Fashion's playbook for digital product passports. URL: <https://www.voguebusiness.com/story/sustainability/fashions-playbook-for-digital-product-passports-trustrace>
aufgerufen am 28.05.2024

[98] McKinsey & Company (2022). What is blockchain? URL: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-explainers/what-is-blockchain>
aufgerufen am 28.05.2024

- [99] deutschebörse (o. D.). Distributed Ledger Technology (DLT)/Blockchain. URL: <https://www.deutsche-boerse.com/dbg-de/regulierung/regulatory-themen/reg-new-technologies/reg-new-technologies-dlt> aufgerufen am 28.05.2024
- [100] Ismail K. (2021). A Look at the Current State of Blockchain. URL: <https://www.cmswire.com/information-management/a-look-at-the-current-state-of-blockchain/> aufgerufen am 28.05.2024
- [101] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (o. D.). Blockchain-Strategie der Bundesregierung. URL: https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/blockchain-strategie.pdf?__blob=publicationFile&v=1 aufgerufen am 28.05.2024
- [102] Fashion Changers (2024). „Transparenz führt zu mehr Nachhaltigkeit und Glaubwürdigkeit“ – ein Gespräch über transparente Lieferketten mit Löffler. URL: <https://fashionchangers.de/transparenz-fuehrt-zu-mehr-nachhaltigkeit-und-glaubwuerdigkeit-ein-gespraech-ueber-transparente-lieferketten-mit-loeffler/> aufgerufen am 28.05.2024
- [103] Fachdialog Blockchain (2022). Nachhaltigkeit im Kontext der Blockchain-Technologie. URL: https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/blockchain-nachhaltigkeit.pdf?__blob=publicationFile&v=4 aufgerufen am 28.05.2024
- [104] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2017). Sensor, Tablet, RFID: Digitale Technologien in der Produktion. URL: https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/digitale-technologien-in-der-produktion.pdf?__blob=publicationFile&v=1 aufgerufen am 28.05.2024
- [105] Adhi P. et al. (2021). RFID's renaissance in retail. URL: <https://www.mckinsey.com/industries/retail/our-insights/rfids-renaissance-in-retail> aufgerufen am 28.05.2024
- [106] Franke W. und Dangelmaier W. (2006). Einsatzmöglichkeiten in der Logistik. In RFID-Leitfaden für die Logistik. Gabler, Wiesbaden. 79-80.
- [107] Henkel R. (2020). RFID: So schreitet die Digitalisierung des Handels voran. URL: <https://fashionunited.de/nachrichten/business/rfid-so-schreitet-die-digitalisierung-des-handels-voran/2020031834963> aufgerufen am 28.05.2024
- [108] Unhelkar B. et al. (2022). Enhancing supply chain performance using RFID technology and decision support systems in the industry 4.0 – A systematic literature review. International Journal of Information Management Data Insights 2(2).
- [109] ScienceDaily (2020). A DNA-based molecular tagging system that could take the place of printed barcodes. URL: <https://www.sciencedaily.com/releases/2020/11/201103112531.htm> aufgerufen am 28.05.2024
- [110] Crowley J. et al. (2022). The Textile Tracer Assessment. An Analysis And User Guide For Physical Tracer Technologies In The Textile Industry. Fashion for Good und Textile Exchange.
- [111] Swanson A. (2023). How A.I. and DNA Are Unlocking the Mysteries of Global Supply Chains. URL: <https://www.nytimes.com/2023/04/07/business/economy/ai-tech-dna-supply-chain.html> aufgerufen am 28.05.2024.
- [112] HANSA (2019). Blockchain und DNA-Marker sichern Bunkerqualität. URL: <https://hansa-online.de/2019/10/featured/137930/bunkertrace-blockchain-und-dna-marker-sichern-bunkerqualitaet/> aufgerufen am 28.05.2024

www.smarte-kreislaeufe.de