

Technische Hochschule Ingolstadt
Fakultät für Wirtschaftsingenieurwesen
Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen

Bachelorarbeit

„Zukunftsfähige Produktionsnetzwerke der Automobilindustrie“

Verfasser	Muhammed Ebrar Kus
Matrikel-Nr.	00096261
Erstprüfer	Prof. Dr. rer. pol. Andreas Jattke
Zweitprüfer	Prof. Dr.-Ing. Roland Meyer
Ausgegeben am:	12.01.2024
Abgegeben am:	05.02.2024

Abstrakt

Thema der Arbeit: „Zukunftsfähige Produktionsnetzwerke der
Automobilindustrie“

Erstellt von: Muhammed Ebrar Kus
Matrikelnummer 00096261

Abgabedatum: 05.02.2024

Erstprüfer: Prof. Dr. rer. pol. Andreas Jattke

Diese Bachelorarbeit untersucht die Einflüsse der aktuellen Trends der Globalisierung, Digitalisierung und Nachhaltigkeitsbestrebungen auf die Struktur und Effizienz internationaler Produktionsnetzwerke in der deutschen Automobilindustrie. Die damit in Verbindung stehenden Herausforderungen und Auswirkungen werden herausgearbeitet und auf Basis dessen werden zukünftige Szenarien abgeleitet.

Die Problemstellung konzentriert sich darauf, wie diese Trends die geografische Verteilung von Produktionsstandorten, die technologische Integration und die strategischen Entscheidungen der Unternehmen beeinflusst haben. Dabei liegt der Fokus insbesondere auf der deutschen Automobilindustrie.

Die Ergebnisse dieser Forschung bestätigen, dass die Globalisierung zu einer internationalen Ausweitung der Produktionsstandorte geführt hat, während die Digitalisierung eine Transformation der Produktionsprozesse und eine zunehmende Vernetzung ermöglicht hat. Gleichzeitig haben die Bestrebungen nach Nachhaltigkeit zu einer Neuausrichtung von Produktionsmethoden und einer verstärkten Verantwortung für ökologische Aspekte geführt.

Zukünftige Entwicklungen werden voraussichtlich von einer fortschreitenden Digitalisierung, verstärkten Nachhaltigkeitsbemühungen und sich ändernden globalen Handelsbeziehungen geprägt sein. Aufgrund der COVID-19-Pandemie und dem Ukrainekrieg, die jeweils in Produktionsunterbrechungen resultierten, wird für die deutsche Automobilindustrie ein Wandel zur Lokalisierung prognostiziert.

Erklärung nach § 30 Abs. 4 Nr. 7 APO THI

Ich erkläre hiermit, dass ich die Arbeit selbständig verfasst, noch nicht anderweitig für Prüfungszwecke vorgelegt, keine anderen als die angegebenen Quellen oder Hilfsmittel benutzt sowie wörtliche und sinngemäße Zitate als solche gekennzeichnet habe.

Ingolstadt, den 05.02.2024

M. Ebrar Kus

Vorname Name

Kus E.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	III
1. Einleitung.....	1
1.1 Hintergrund und Motivation	1
1.2 Zielsetzung der Arbeit	2
1.3 Forschungsfrage	3
1.4 Methodik und Aufbau der Arbeit.....	4
2. Theoretische Grundlagen.....	6
2.1 Definitionen und Konzepte	6
2.1.1 Produktionsnetzwerke	6
2.1.2 Globalisierung der Wertschöpfungsketten	9
2.1.3 Digitalisierung und Industrie 4.0.....	11
2.2 Überblick über aktuelle Trends in der Produktion.....	14
2.2.1 Dezentralisierung vs. Zentralisierung.....	14
2.2.2 Interkonnektivität.....	16
2.2.3 Nachhaltigkeit und grüne Produktion	17
3. Entwicklungen und Herausforderungen in der Praxis.....	19
3.1 Fallstudien und Beispiele aus der Industrie.....	19
3.1.1 Digitalisierung bei BMW Group.....	19
3.1.2 Globalisierungsstrategie der Audi AG.....	21
3.1.3 Nachhaltige Produktion bei Mercedes-Benz Group	23
3.2 Herausforderungen bei der Umsetzung neuer Produktionsnetzwerke	25
3.2.1 Technologische Herausforderungen.....	25
3.2.2 Organisatorische und kulturelle Aspekte	28
4. Auswirkungen der Implementierung und Zukunftsausblick	31
4.1 Auswirkungen auf die Wirtschaft und Gesellschaft	31
4.1.1 Ökonomische Effekte.....	31

4.1.2	Soziale Auswirkungen	32
4.1.3	Umweltaspekte und Nachhaltigkeit.....	34
4.2	Zukunftsausblick über Produktionsnetzwerke	36
5.	Fazit.....	39
5.1	Zusammenfassung wichtigster Ergebnisse	39
5.2	Beantwortung der Forschungsfrage	41
5.3	Ausblick und weiterer Forschungsbedarf	43
6.	Literaturverzeichnis	44

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: globale Produktionsnetzwerke (Neumair, 2018, b)	7
Abbildung 2: Wertschöpfungskette nach Porter (Kirchgeorg, 2018)	10
Abbildung 3: Der Weg zu Industrie 4.0 (Inray, 2021)	13
Abbildung 4: grafische Darstellung Zentralisierung	14
Abbildung 5: grafische Darstellung Dezentralisierung	15
Abbildung 6: nachhaltige Initiativen Automobilunternehmen (Capgemini, 2020)	18
Abbildung 7: Kollaborativer Leichtbauroboter bei BMW (BMW Group, 2018)	20
Abbildung 8: Produktionsstandorte Audi 2023 (Audi, 2023, a)	22
Abbildung 9: Statistik über Cyberangriffe in Deutschland (BKA, 2023)	26
Abbildung 10: Schulungsausgaben in Deutschland (statist. Bundesamt, 2023)	30
Abbildung 11: automatisierte Lackierung Audi (Vincentz Network, 2019)	33
Abbildung 12: Durch Biogas angetriebener LKW (Gruetzmacher, 2021)	35
Abbildung 13: Einfluss der Russland Sanktionen auf Unternehmen (PwC, 2022)	38

1. Einleitung

Zu Beginn wird in diesem Kapitel in das Thema eingeführt. Es werden der Hintergrund und die Motivation sowie die Zielsetzung dieser Arbeit erläutert. Außerdem wird die Forschungsfrage formuliert, welche als Leitfaden dient. Abschließend werden die Methodik und der Aufbau der Arbeit beleuchtet.

1.1 Hintergrund und Motivation

„Es liegt an uns, Veränderungen nicht zu fürchten, sondern sie als Aufgabe anzunehmen.“ (Gauck, 2016). Mit dieser Äußerung machte der ehemalige Bundespräsident Joachim Gauck in seiner Rede im Jahr 2016 in Berlin seine abschließenden Worte. Gewiss war hierbei das fokussierte Themengebiet die Demokratie. Die Botschaft hinter diesem Zitat kann nichtsdestotrotz auf mehrere Bereiche übertragen werden. So zum Beispiel auf den stetigen Wandel in Produktionsnetzwerken.

Zahlreiche Unternehmen stehen vor ernststen Herausforderungen, wenn es darum geht die Wettbewerbsfähigkeit aufrecht zu erhalten oder den Anforderungen einer sich entwickelnden globalen Wirtschaft gerecht zu werden. Zu den entscheidenden Faktoren beziehungsweise Trends, welche zu den Veränderungen innerhalb dieser Netzwerke führen, gehören unter anderem die Digitalisierung, die Globalisierung und das wachsende Bewusstsein für Nachhaltigkeit.

Auch die COVID-19-Pandemie und der Ukrainekrieg hatten einen beträchtlichen Einfluss innerhalb dieser Thematik. Durch diese wurden einerseits Schwächen in bestehenden Produktionssystemen offenbart. Andererseits unterstrichen diese Ereignisse die Wichtigkeit von Flexibilität und Widerstandsfähigkeit in der Produktion. Auf diese Aspekte werden im Laufe dieser Arbeit Licht geworfen.

Die Motivation für diese Forschung entspringt aus der Notwendigkeit, die sich stets verändernden Landschaften für Produktionsnetzwerke zu verstehen und somit darauf reagieren zu können. Mittels gründlicher Analyse von Trends und Fallstudien können praxisrelevante Erkenntnisse gewonnen werden, durch welche anschließend Herausforderungen, Auswirkungen und Zukunftsausblicke in Bezug auf Produktionsnetzwerke hergeleitet werden können.

1.2 Zielsetzung der Arbeit

Die für die Motivation entscheidenden Beweggründe für diese Arbeit gehen ebenso mit den angestrebten Zielen einher. So spielt auch hier der Mehrnutzen für die Unternehmen, welche von den mit Veränderungen geprägten Produktionsnetzwerken herausgefordert werden, eine wesentliche Rolle.

Um unter anderem diesen Mehrnutzen erfolgreich schaffen zu können, strebt diese Arbeit die folgenden konkreten Ziele an:

- Es werden Analysen zur Identifikation von aktuellen Trends durchgeführt. Mittels dieser Schlüsselrends, wird eine allgemeine Wissensbasis über die bestehende Dynamik in den aktuellen Produktionsnetzwerken gewonnen.
- Weiterhin werden diese Trends und die miteinhergehenden Einflussfaktoren in den Fokus gerückt. Somit werden beispielsweise die Auswirkungen der Trends auf die Prozesse und die Strukturen in den Netzwerken beleuchtet.
- Abgesehen davon werden durch diese schriftliche Ausarbeitung die möglichen Chancen und Risiken innerhalb dieser Trends offengelegt. Hiermit können Risiken vermieden und zu Chancen verwandelt werden, um somit ganzheitlich die Effizienz zu steigern.
- Abschließend verfolgt diese Arbeit das Ziel, einen Beitrag zur Forschung zu leisten. Mittels dieses wissenschaftlichen Verständnisses über den stetigen Veränderungen, wird die Skizzierbarkeit von zukünftigen Szenarien vereinfacht und somit die Prognosefähigkeit verbessert.

Wenn die aufgezählten Zielsetzungen kombiniert werden, kann zusammengefasst folgende Aussage über die Intention dieser Arbeit getroffen werden:

Durch den Gewinn eines umfangreichen und detaillierten Einblickes in die aktuellen Trends und Entwicklungen in den Produktionsnetzwerken, wird für Unternehmen eine Orientierungshilfe in Anbetracht ihrer strategischen Ausrichtung geschaffen. Ausgehend von dieser Hilfe werden die Steigerung der Effizienz, die Verbesserung von Flexibilität und Resilienz und das verantwortungsbewusste Handeln aus Nachhaltigkeitssicht ermöglicht. Diese Punkte werden im späteren Verlauf der Arbeit genauer thematisiert und behandelt.

1.3 Forschungsfrage

Um für den weiteren Verlauf dieser Arbeit einen klaren und präzisen Leitfaden zu definieren, wird die Forschungsfrage im Hinblick auf die aktuelle Dynamik in den Produktionsnetzwerken formuliert.

Diese Fragestellung stellt sicher, dass der Forschungsbedarf für diese Thematik ausreichend begründet ist. Sie soll somit die geplante Untersuchung rechtfertigen und ihre Wichtigkeit unterstreichen. Weiterhin gibt die Frage eine nachvollziehbare Richtlinie für die Methoden, auf welche innerhalb der Forschung zurückgegriffen werden. Detailliertere Informationen hierzu werden im kommenden Kapitel ausgearbeitet.

Die Forschungsfrage, dessen Beantwortung eine maßgebende Richtung für die Arbeit vorgibt, wird wie folgt definiert:

„Inwiefern wurden in den letzten Jahren die Struktur und die Effizienz von internationalen Produktionsnetzwerken durch die aktuellen Trends der Globalisierung, Digitalisierung und Nachhaltigkeitsbestrebungen aus Sicht der deutschen Automobilindustrie beeinflusst, welche beiläufigen Auswirkungen brachten diese mit sich und welche weiteren zukünftigen Entwicklungen in Bezug auf diese Netzwerke sind zu erwarten?“

Diese Frage rückt beabsichtigt einige prägnante Trends, die ihre Aktualität beibehalten, in den Fokus, um somit das zu untersuchende Gebiet zu präzisieren. Um ein zu umfangreiches Spektrum auszuschließen, wird die Forschung aus dem Blickwinkel der Automobilhersteller aus Deutschland durchgeführt. Des Weiteren betont die Forschungsfrage auch den Bedarf, potentielle Szenarien für die Zukunft solcher Unternehmen herzuleiten.

Im nachfolgenden Abschnitt werden der formale Aufbau der Arbeit geschildert und vor allem die verwendeten Methoden aufgezählt. Diese gehen zwangsläufig aus dieser Fragestellung hervor.

1.4 Methodik und Aufbau der Arbeit

Zur ganzheitlichen Beantwortung der Forschungsfrage greift diese Arbeit auf die folgenden Methoden zurück:

Literaturrecherche

Bestehende Literaturen zu den Themengebieten Globalisierung, Digitalisierung, Nachhaltigkeit und Produktionsnetzwerke werden als Informationsquellen herangezogen. Hierdurch wird eine theoretische Grundlage geschaffen und das Fundament für die Wissensbasis gelegt.

Fallstudienanalyse

Gewählte Fallbeispiele aus der Industrie werden genauer untersucht, um somit detailreichere Einblicke auf die Unternehmenspraktiken zu gewinnen und diese zu verstehen.

Dokumentenanalyse

Auf Basis der Untersuchung von Dokumenten wie beispielsweise Unternehmensberichten und politischen Veröffentlichungen wird die Identifikation von möglichen Herausforderungen bei der Implementierung neuer Produktionsnetzwerke gewährleistet. Ausgehend von dieser Analyse werden dann die Schwierigkeiten in bestimmten Bereichen abgeleitet.

Resultierend aus der Aufgabenstellung und den notwendigen Methoden bildet sich eine gewisse Struktur für die schriftliche Ausarbeitung ab, die insgesamt wie folgt aufgebaut ist:

Im folgenden Kapitel werden die relevanten theoretischen Grundlagen für die Erstellung dieser Arbeit abgeklärt. Dies beinhaltet die Klärung von Definitionen und wichtigen Konzepten. Darüber hinaus wird ein Überblick über die aktuellen Trends in der Produktion verschafft.

Anschließend werden die Entwicklungen und Herausforderungen in der Praxis thematisiert. Hierfür werden zum einen Fallstudien aus der Industrie herangezogen und untersucht und zum anderen detailliert auf die Herausforderungen bei der Umsetzung eingegangen.

Anknüpfend an dieses Kapitel werden die Auswirkungen bei der Implementierung neuer Produktionsnetzwerke aufgelistet und diesbezüglich Zukunftsaussichten gegeben. Themenbereiche wie ökonomische Effekte, soziale Folgen und

Umweltaspekte sowie Nachhaltigkeit werden hier speziell erläutert. Im weiteren Verlauf wird das Thema zukünftige Entwicklungen und Prognosen behandelt. Die Ergebnisse und Erkenntnisse aus den bis dahin analysierten aktuellen Entwicklungen dienen als Basis, um Trendprognosen und Szenarien für die Zukunft der Produktionsnetzwerke aufzustellen.

Ihren Abschluss findet die Arbeit in Form eines Fazits. Dies umfasst sowohl eine prägnante Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse, als auch die konkrete Beantwortung der Forschungsfrage. Letztlich wird der weitere Forschungsbedarf erläutert.

2. Theoretische Grundlagen

Das zweite Kapitel dient der ganzheitlichen Vermittlung von theoretischen Grundlagen, welche für das Verständnis dieser Arbeit notwendig sind. Es wird aufgeteilt in die folgenden zwei Unterkapitel: „Definitionen und Konzepte“ und „Überblick über aktuelle Trends in der Produktion“. Auch diese Abschnitte unterteilen sich jeweils in Unterpunkte, in denen explizit ausgesuchte Themen genauer erläutert werden.

2.1 Definitionen und Konzepte

Dieser Teil beinhaltet Rechercheergebnisse zu folgenden Themengebieten: „Produktionsnetzwerke“, „Globalisierung der Wertschöpfungsketten“ sowie „Digitalisierung und Industrie 4.0“

2.1.1 Produktionsnetzwerke

Im Bereich Wirtschaft beschreibt der Begriff Netzwerk ein System, bei welchem verschiedene Akteure, also Personen oder Gruppen, miteinander verbunden sind und deren Bindung sich auf eine rein marktbezogene Beziehung beschränkt. Es handelt sich sozusagen um eine Zwischenform von einem freien Markt und einer festen Hierarchie. Einfluss auf die Struktur eines Netzwerkes haben Faktoren wie beispielsweise das Verhalten; die Interdependenz, also die Abhängigkeiten zwischen den Beteiligten; der Bindungsgrad und die Macht der Akteure. Unterscheiden kann man diese Netzwerke im Hinblick auf die angestrebten Ziele, den Grad der Formalität und die räumliche Anordnung. (vgl. Lackes, 2018)

Beispiele für eine Unterscheidung der Netzwerke sind „kreative Milieus“ oder „Industriedistrikte“:

Das Konzept des kreativen Milieus betont die zentrale Bedeutung regionaler Netzwerke für die Entwicklung von Wirtschaftsräumen und beschreibt einen Raum, der nach außen hin mit seinem technologischen und marktorientierten Umfeld verbunden ist und nach innen Wissen, Regeln, Normen, soziale Beziehungen sowie gemeinsame Werte integriert, wodurch ein kollektiver Lernprozess durch räumliche Nähe, gemeinsame Wertvorstellungen und Vertrauen entsteht (vgl. Haas, 2018).

Ein Industriedistrikt hingegen bezeichnet einen räumlich konzentrierten Produktionsverbund mittlerer Unternehmen, die sich auf bestimmte Produkte konzentriert haben und durch Spezialisierung, Kooperation, räumliche Nähe, Vertrauen sowie einen funktionierenden Wettbewerb erfolgreich sind (vgl. Neumair, 2018,a).

Schlussfolgernd haben beide Netzwerke ihre Gemeinsamkeit in ihrem räumlichen Bezug auf eine bestimmte geografische Region, unterscheiden sich jedoch stark in der Art der wirtschaftlichen Tätigkeit. Während ein Industriedistrikt sich traditionell mit Fertigung und Produktion kennzeichnet, liegt der Fokus von kreativen Milieus auf Wirtschaftszweigen wie zum Beispiel Kunst, Design, Technologie und Innovationen.

Diese Arbeit fokussiert sich unter anderem auf ersteres Beispiel. Nämlich auf die Netzwerke im Hinblick auf Produktion. Allerdings bezieht es sich hierbei nicht nur auf die wie im Beispiel geschilderten regionalen Bindungen, sondern auf ein breiteres Spektrum, zum Beispiel den globalen Produktionsnetzwerken (siehe Abb.1).

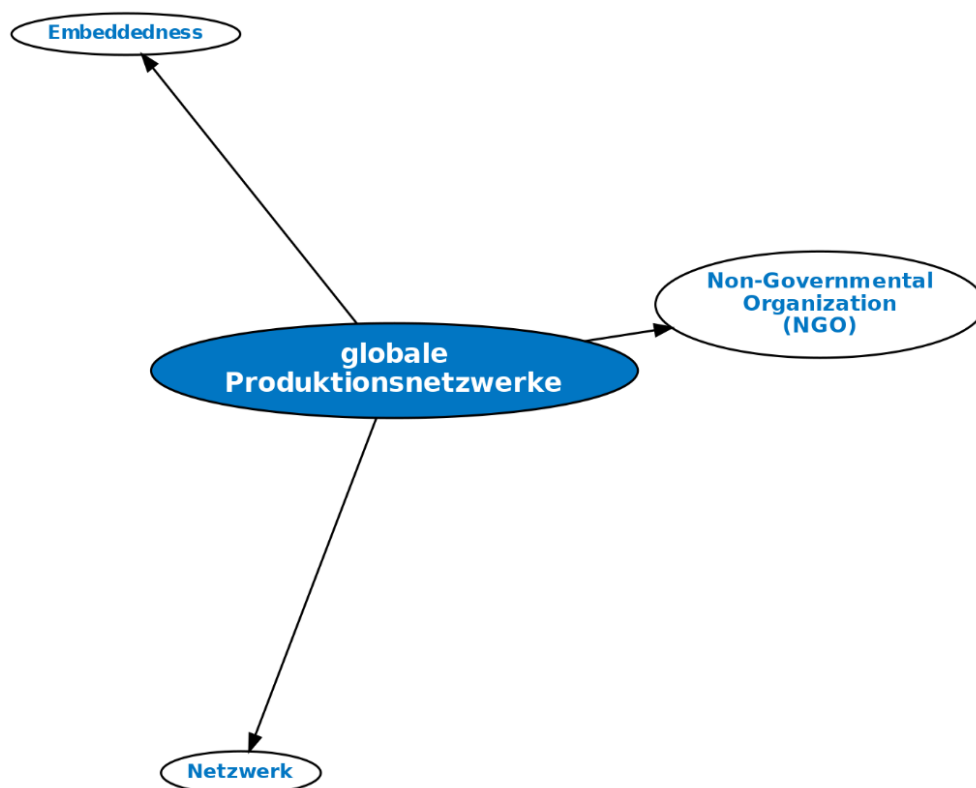


Abbildung 1: globale Produktionsnetzwerke (Neumair, 2018, b)

Globale Produktionsnetzwerke beschreiben einen modernen Forschungsansatz in der Wirtschaftsgeografie, der sich darauf konzentriert, die dynamischen und räumlichen Aspekte unternehmerischer Aktivitäten zu untersuchen. Diese dynamischen Aspekte umfassen Veränderungen, Bewegungen und Entwicklungen, welche im unternehmerischen Umfeld aufkommen. Beispiele hierfür sind:

- der Technologiewandel in Verbindung mit Innovationen;
- die Marktdynamik, also die stets veränderliche Nachfrage beziehungsweise die Wettbewerbssituation;
- die Globalisierung, also die Verflechtung der Weltwirtschaft und
- die Nachhaltigkeit.

Dieser Forschungsansatz zielt weiterhin darauf ab, ein Verständnis für die wirtschaftlichen Beziehungsgeflechte, mit dem Hintergrund ihrer Einbettung in politische und ökonomische Zusammenhänge (sog. „Embeddedness“), zu schaffen. Dabei werden Ungleichgewichte in den Räummustern von Produktion und Konsum sowie Maßnahmen von Staaten und Nichtregierungsorganisationen (sog. „Non-Governmental Organization“ oder kurz „NGO“) zur Überwindung dieser Ungleichgewichte betrachtet.

„Offshore-Bank“ ist beispielsweise eine bekannte Maßnahme, welche durch die „NGO“ ergriffen wurde. Der Mehrnutzen dieser Aktion zeichnet sich durch die Bereitstellung von Finanzdienstleistungen mit erhöhter Privatsphäre und Steuervorteilen im Hinblick auf Vermögensbesteuerung aus (vgl. Siller, 2018).

Zentrale Aspekte des Analyserahmens für globale Produktionsnetzwerke sind die Wertschöpfung, also die Input-Output-Struktur von Unternehmen und die Machtverteilung beziehungsweise Machtausübung innerhalb des Netzwerkes. Weiterhin relevante Gesichtspunkte für die Analyse sind sowohl institutionelle als auch kollektive Machtverhältnisse.

Das institutionelle Verhältnis ist entweder ausgehend von nationalen Regierungen oder von supranationalen Organisationen, wie zum Beispiel die Europäische Union. Sie haben somit unmittelbar die Macht, Gesetze und Regulierungen zu erlassen, die dann bestimmte Rahmenbedingungen für unternehmerische Aktivitäten festlegen.

Das kollektive Machtverhältnis geht hingegen von Branchenverbänden oder NGOs aus. Hierbei können diese Gruppen politischen Einfluss auf die Unternehmen durch ihren Einsatz für beispielsweise Umweltschutz oder soziale Gerechtigkeit ausüben.

(vgl. Neumair, 2018, b)

2.1.2 Globalisierung der Wertschöpfungsketten

Die Globalisierung der Wertschöpfungsketten ist ein wesentlicher Aspekt und spielt in Produktionsnetzwerken aus dem Blickwinkel der Unternehmer eine bedeutsame Rolle. Um ein Verständnis für ihre Wichtigkeit zu gewinnen, gilt es zunächst die Begriffe richtig und ganzheitlich zu verstehen.

Globalisierung ist ein Prozess, der sich durch zunehmende Verbindungen zwischen verschiedenen Gesellschaften und Problembereichen auszeichnet. Dies bedeutet, dass Ereignisse in einem Teil der Welt immer stärker Auswirkungen auf andere Teile der Welt haben. Dieser Prozess zeigt sich in einer quantitativen Zunahme, einer qualitativen Intensivierung und einer räumlichen Ausdehnung dieser Verbindungen. Andere Definitionen betonen die Intensivierung weltweiter sozialer Beziehungen, wodurch Ereignisse an einem Ort die Lebensrealitäten an weit entfernten Orten beeinflussen und umgekehrt.

Insgesamt entsteht eine global vernetzte Welt, in der nationale Grenzen an Bedeutung verlieren, obwohl der Umfang grenzüberschreitender Transaktionen je nach Bereich, Staat und Region erheblich variieren kann.

(vgl. Edling, 2022, S.17)

Neben den Merkmalen der Globalisierung ist auch ein allgemeines Verständnis über die Ursachen empfehlenswert. Im Folgenden werden einige prägnante Ursachen genannt:

Die zunehmende globale Verflechtung wird vor allem durch den Fortschritt in der Informations- und Kommunikationstechnologie sowie die Verringerung der Transportkosten vorangetrieben. Fortschritte in diesen Technologien ermöglichen einen weltweiten Austausch von Ressourcen zwischen Unternehmen und innerhalb von Unternehmen. Die Digitalisierung fördert die Vernetzung von Menschen, Maschinen, Herstellern und Kunden, verbessert die Effizienz der Logistik entlang globaler Lieferketten und ermöglicht die elektronische Erfassung und gemeinsame Nutzung aller relevanten Produktions- und Handelsdaten. Die internationalen Kapitalströme würden ohne moderne Kommunikationstechniken nicht in diesem Maße existieren.

Die Reduzierung der Transportkosten, insbesondere in der Luft- und Schifffahrt, spielt eine entscheidende Rolle, wobei die Erfindung von Containern als Transportmittel besonders hervorzuheben ist. Container schützen Waren besser, ermöglichen

schnellere Verladung und führen zu erheblichen Einsparungen bei Abfertigung, Lagerung und Verpackung.

Zusätzlich fördern der Abbau von Handelsbeschränkungen und die Etablierung regionaler Wirtschaftsräume die Globalisierung.

(vgl. Edling, 2022, S.26)

Der Begriff Wertschöpfungskette, auch Leistungskette oder „Value-Chain“ genannt, definiert sich durch alle relevanten Tätigkeiten in einem Unternehmen, welche zur Erreichung von Wettbewerbsvorteilen auf dem Markt beitragen. Jeder dieser Ansätze zur Differenzierung trägt dazu bei, die Kostenposition eines Unternehmens im Wettbewerb zu bestimmen. Laut Michael E. Porter gibt es insgesamt neun generische Aktivitäten, die sich in fünf Primäraktivitäten, die den Kern des Wertschöpfungsprozesses beschreiben, und vier Unterstützungsaktivitäten, die diesen Prozess ergänzen, unterteilen lassen. Diese Aktivitäten sind miteinander verbunden und bilden gemeinsam eine Wertschöpfungskette (siehe Abb.2).



Abbildung 2: Wertschöpfungskette nach Porter (Kirchgeorg, 2018)

Zusammengefasst stellt die Wertschöpfungskette die zusammenhängenden Unternehmensaktivitäten des betrieblichen Gütererstellungsprozesses grafisch dar.

(vgl. Kirchgeorg, 2018)

Nun da die formalen Begrifflichkeiten definiert sind, gilt es die Bedeutsamkeit der Globalisierung der Wertschöpfungsketten zu beleuchten.

Zum einen geht die Wichtigkeit mit der Kosteneffizienz einher. Durch die Globalisierung entsteht die Möglichkeit, weltweit auf günstigere Arbeitskräfte und Ressourcen zuzugreifen, womit dann Effizienzsteigerungen und Kosteneinsparungen innerhalb der Wertschöpfungskette erzielt werden. Außerdem bringt das die Zugangsmöglichkeit zu neuen Märkten mit sich, da Unternehmen durch die globale Verflechtung ihre Produkte und Dienstleistungen einem breiteren Publikum anbieten. Resultierend daraus entstehen Wachstumschancen und eine Ausdehnung der Marktreichweite.

Zum anderen liegt ein weiterer Vorteil im technologischen Fortschritt. Das Austauschen von Technologien und Innovationen wird durch die Zusammenarbeit über nationale Grenzen hinweg vereinfacht und gefördert. Somit kann die Wettbewerbsfähigkeit gesteigert werden. Dies bringt mit sich, dass Unternehmen auf dem neuesten Stand bleiben und entscheidende Trends in mehreren Regionen aufgreifen können.

2.1.3 Digitalisierung und Industrie 4.0

Der Begriff "Digitalisierung" umfasst mehrere Bedeutungen, darunter die digitale Umwandlung von Information und Kommunikation sowie die Modifikation von Instrumenten und Fahrzeugen. Während im 20. Jahrhundert die Informationstechnologie (IT) vor allem für Automatisierung und Optimierung in Privathaushalten und am Arbeitsplatz genutzt wurde, stehen seit Beginn des 21. Jahrhunderts disruptive Technologien und innovative Geschäftsmodelle im Vordergrund. Disruptive Technologien beschreiben Entwicklungen, die traditionelle Geschäftsmodelle grundlegend verändern oder durch innovative Ansätze ganz ersetzen. Ein aktuelles Beispiel für diese Art von Technologie ist die Nutzung von künstlicher Intelligenz (KI) um entsprechende Aufgaben zu automatisieren oder Entscheidungsprozesse zu vereinfachen. Dieser Wandel führt zur vierten industriellen Revolution, welche auch als Industrie 4.0 bekannt ist, die durch Elemente wie Autonomisierung, Flexibilisierung und Individualisierung geprägt sind.

(vgl. Bendel, 2021, a)

Des Weiteren wird der Begriff Digitalisierung heutzutage vor allem in zwei Interpretationen verwendet:

Erstens steht es für die Umwandlung analoger Daten in digitale Formate, was eine flexible Speicherung und Übertragung über verschiedene Medien ermöglicht. Hierunter liegt das Verständnis im engeren Sinne darin, dass analoge Inhalte wie Bilder oder Töne in diskrete, digitale Daten umgewandelt werden.

Im weiteren Sinne bezieht sich Digitalisierung auf den umfassenden Prozess der Veränderung, der durch die Einführung digitaler Technologien und darauf aufbauender Anwendungssysteme entsteht. Diese Entwicklung hat weitreichende Auswirkungen auf individueller, organisatorischer und gesellschaftlicher Ebene. Auf individueller Ebene führt dies zu flexibleren Arbeits- und Handlungsweisen, während Organisationen vermehrt in die Vernetzung mit anderen Unternehmen, Kunden und Lieferanten investieren. Gesellschaftlich betrachtet führt die Digitalisierung zu strukturellen Veränderungen, neuen Dienstleistungen und einer dynamischen Entwicklung von Informations- und Interaktionsprozessen. Insgesamt hat die Digitalisierung die Lebens- und Arbeitswelt nachhaltig beeinflusst und wird dies auch zukünftig fortsetzen.

(vgl. Bengler, 2016)

Wie schon bereits angedeutet, hat die Digitalisierung einen bedeutsamen Einfluss auf die Entstehung der Industrie 4.0. Dieser Begriff, der in der Wissenschaft seinen Gebrauch findet, steht für ein Zukunftsprojekt. Es repräsentiert die vierte industrielle Revolution und zeichnet sich durch die Individualisierung in der Serienfertigung, die Hybridisierung von Produkten, also die Verknüpfung von Produktion und Dienstleistung, sowie die Integration von Kunden und Geschäftspartnern in Geschäfts- und Wertschöpfungsprozesse aus.

Die Kernelemente sind eingebettete Systeme und (teil-)autonome Maschinen, die sich ohne menschliche Steuerung bewegen und eigenständige Entscheidungen treffen können. Beispielsweise gehören hierzu auch Entwicklungen wie 3D-Drucker. Die Vernetzung dieser Technologien und mit Chips versehener Gegenstände führen zu hochkomplexen Strukturen und cyberphysischen Systemen, kurz CPS, oder dem „Internet der Dinge“, kurz IoT (siehe Abb.3).

(vgl. Bendel, 2021, b)

Letzteres „bezeichnet die Vernetzung von Gegenständen mit dem Internet, damit diese Gegenstände selbstständig über das Internet kommunizieren und so verschiedene Aufgaben für den Besitzer erledigen können. Der Anwendungsbereich erstreckt sich dabei von einer allg. Informationsversorgung über automatische Bestellungen bis hin zu Warn- und Notfallfunktionen.“ (Siepermann, 2018)

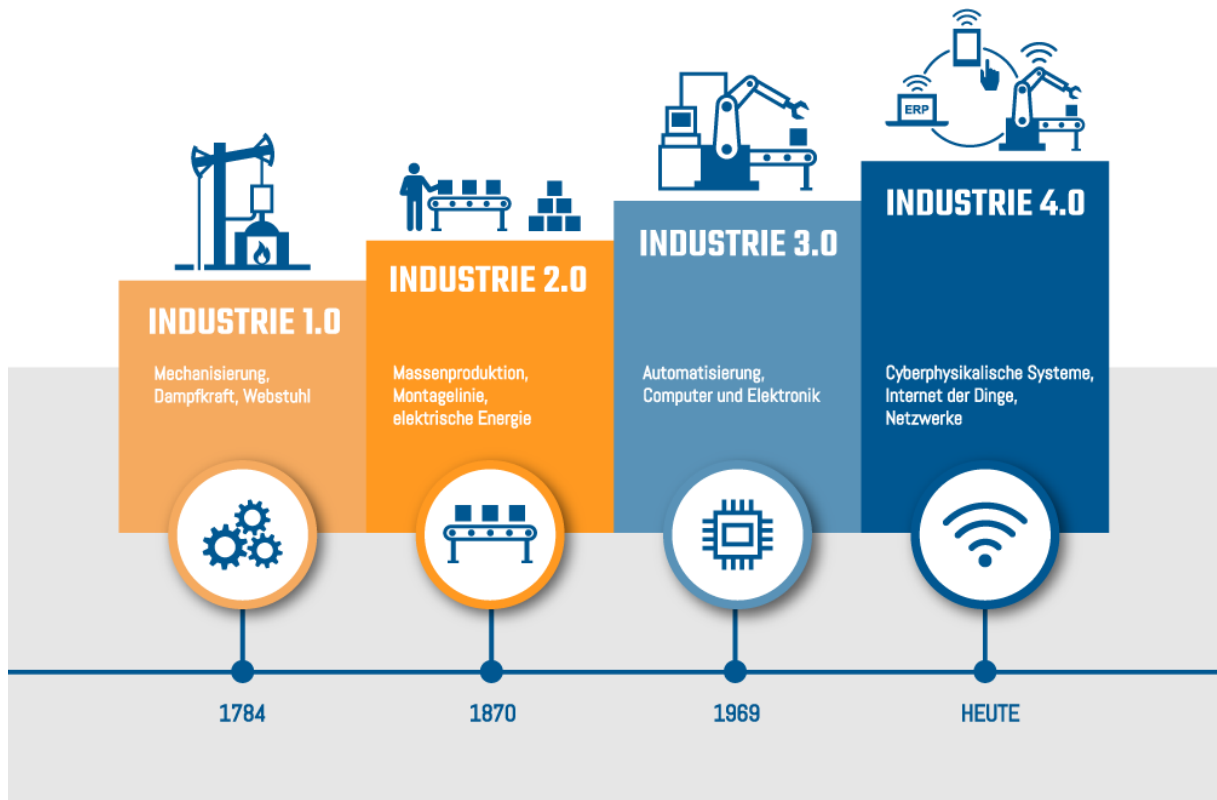


Abbildung 3: Der Weg zu Industrie 4.0 (Inray, 2021)

Die Gründe für Industrie 4.0 liegen im Anstreben nach Flexibilisierung und Optimierung der Produktions- und Geschäftsprozesse. Durch die Zuordnung von Informationen und Parametern zu fertigen Produkten ermöglicht Industrie 4.0 eine individualisierte Produktion und optimale Steuerung der Fertigungsstraßen. In der Prozessindustrie, wo Produkte durch kontinuierliche Prozesse gefertigt werden, sind solche Ansätze herausfordernd. Dennoch sind Ansätze zur vertikalen und horizontalen Integration richtungsweisend, insbesondere für Wartung, Diagnose und eine flexiblere Produktion. (vgl. Vogel-Heuser, 2017, S. 69)

2.2 Überblick über aktuelle Trends in der Produktion

Dieses Unterkapitel widmet sich der Erläuterung der Trends, welche aktuell die Produktion prägen. Hierzu werden die Themengebiete Dezentralisierung, Interkonnektivität sowie Nachhaltigkeit und grüne Produktion genauer in den Fokus gerückt.

2.2.1 Dezentralisierung vs. Zentralisierung

Zunächst werden die Begriffe Dezentralisierung und das Gegenstück Zentralisierung voneinander abgegrenzt. Letzteres bezeichnet eine Organisationsstruktur, in welcher Ressourcen, Kontrollmechanismen und Entscheidungsbefugnisse auf eine zentrale Ebene konzentriert sind (siehe Abb.4). Hiermit soll unter anderem die Standardisierung von Prozessen gewährleistet werden. In der nachfolgenden Abbildung wird eine derartige Struktur grafisch illustriert.

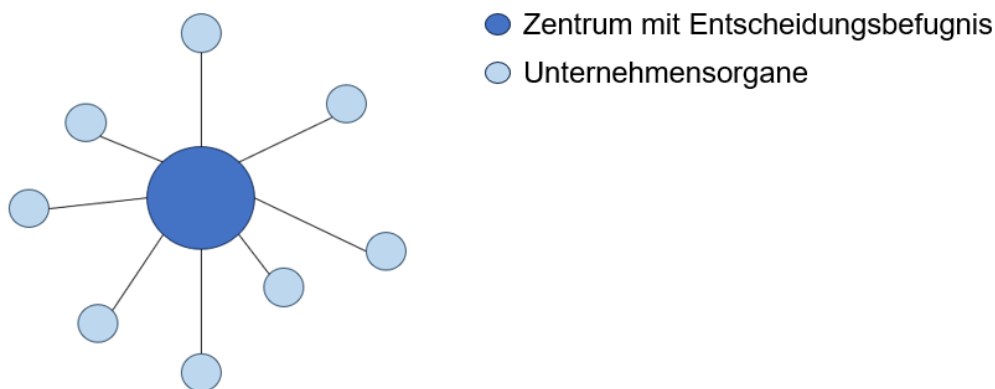


Abbildung 4: grafische Darstellung Zentralisierung

Diesem Konzept ist die Dezentralisierung gegenübergestellt. Im direkten Vergleich sind hier die Ressourcen, Kontrollmechanismen und Entscheidungsbefugnisse auf verschiedene Ebenen beziehungsweise Einheiten verteilt (siehe Abb. 5). Diese Vorgehensweise schafft Raum für eine flexiblere und anpassungsfähigere Organisationsstruktur. Beispielsweise wird hier durch den annähernden Wegfall der Hierarchie, die Entscheidungsfindung und Umsetzung von Maßnahmen in Notfallsituationen beschleunigt. Somit ist insgesamt die Reaktionsfähigkeit auf unterschiedliche Aufgaben verbessert. Die Abbildung fünf dient der grafischen Darstellung einer solchen Struktur.

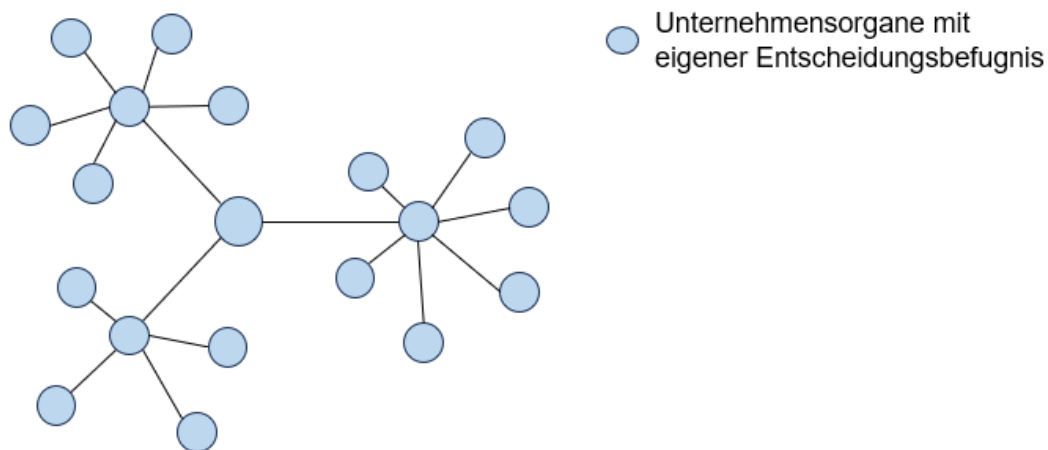


Abbildung 5: grafische Darstellung Dezentralisierung

Durch die aktuelle Gegebenheit der Trends in der Produktion, vor allem in Rückblick auf Globalisierung, gewinnt die Strategie der Dezentralisierung immer mehr an Bedeutung. In einem Markt, in der durch die ständig fortschreitende globale Verflechtung für Unternehmen die Chancen aufkommen, auf kostengünstigere Ressourcen und Arbeitskräfte zuzugreifen, sind dezentralisierte Unternehmensstrukturen wichtig, um die Wettbewerbsfähigkeit aufrecht zu erhalten. Mittels der Nähe zu bestimmten Märkten und der beschleunigten Kommunikation innerhalb der Organe, können Unternehmen auf die Agilität der heutigen Absatzgebiete schneller und effizienter reagieren. Ebenso können Chancen und Risiken durch diese Veränderungen zeitnah hergeleitet und die dafür notwendigen Maßnahmen eingeführt werden.

Anhand dieser Argumente wird in dieser Arbeit die Organisationsstruktur der Dezentralisierung als ein aktueller Trend in Produktionsnetzwerken erklärt und so verstanden.

2.2.2 Interkonnektivität

Der Begriff Interkonnektivität bezieht sich auf die Fähigkeit von verschiedenen Systemen oder Komponenten, miteinander zu kommunizieren. Hierzu zählt auch das Austausch von Daten und das nahtlose Zusammenarbeiten. Im Rahmen der Produktion, vor allem mit Robotern, bedeutet Interkonnektivität, dass elektronische Geräte, Systeme oder Plattformen miteinander verbunden sind und Daten auf effiziente Weise austauschen können. Hierdurch werden eine reibungslose Kommunikation und Koordination zwischen den verschiedenen Teilen eines Systems oder zwischen unterschiedlichen Systemen ermöglicht.

Fortschritte in der Industrierobotik, insbesondere durch Kommunikationstechnologien von Unternehmen wie beispielsweise „TE Connectivity“, bewirken erhebliche Veränderungen. Die gesteigerte Leistungsfähigkeit von Robotern wird durch geringere Kosten, verbesserte Zugänglichkeit, Miniaturisierung und Highspeed-Datenübertragung ermöglicht.

Die Einführung von kollaborativen Robotern (Cobots) in der Fertigungstechnik wird als bedeutender Schritt betont, da sie keine Schutzzäune benötigen, leicht in bestehende Arbeitsbereiche integriert werden können und flexiblere Produktionsprozesse ermöglichen. Die zunehmende Nutzung von Daten, Sensorik und die Integration von Softwarearchitekturen spielen eine Schlüsselrolle bei der Schaffung hochflexibler Produktionszellen. Die Vision einer "intelligenten Produktion" wird durch die nahtlose Vernetzung von Komponenten, von Edge Sensoren bis zur Cloud, und die intelligente Nutzung von Daten, unterstützt.

Zusammenfassend haben Kommunikationstechnologien eine entscheidende Bedeutung für die Zukunft der Automatisierung und Industrie 4.0. Diesbezüglich stehen kleinere und mittlere Unternehmen besonders im Fokus. Diese haben das Potential als Innovationstreiber in der Roboterbranche zu fungieren. Ihr entscheidender Vorteil gegenüber den OEMs geht hierbei aus der vereinfachten Umsetzbarkeit der geschilderten Maßnahmen hervor.

(vgl. Industr., 2023)

2.2.3 Nachhaltigkeit und grüne Produktion

Der Trend der Nachhaltigkeit, sowohl im allgemeinen Sinne als auch aus Sicht der Produktion, ist für Unternehmen aus heutigem Standpunkt ein unvermeidliches Thema. Folglich lässt dies die Frage über die Notwendigkeit aufkommen.

Gegenwärtige Herausforderungen wie beispielsweise Klimawandel, Hungersnöte, Flüchtlingsbewegungen, Meeresverschmutzung und Artensterben unterstreichen die Dringlichkeit von Nachhaltigkeit. Ökologische und soziale Nachhaltigkeit gelten mittlerweile als Überlebensfrage für die Menschheit. Ehemals als idealistisches Thema betrachtet, wird die Brisanz heute auf höchster Ebene allgemein anerkannt. Insbesondere seit der Verabschiedung der „Sustainable Development Goals“ (SDGs) durch die Vereinten Nationen, UN, im Jahr 2016 gilt das Thema "Sustainable Future" als universell relevant für Bürger, staatliche Institutionen und vor allem Unternehmen. (vgl. Brokamp, 2023)

Laut der TWI, eine Organisation, die sowohl Unternehmen als auch Einzelpersonen bezüglich Produktion beraten, verfügt die Nachhaltigkeit über 3 Prinzipien: Umwelt, Wirtschaft und Soziales, auch bekannt als Profite, Planet und Menschen.

Die Verwirklichung der umweltlichen Ziele ist das am häufigsten diskutierte Themengebiet. Unternehmen streben ökologische Nachhaltigkeit durch die Reduzierung des Kohlenstoff-Fußabdrucks, Wasserverbrauchs und umweltfreundliche Prozesse in der Lieferkette an.

Soziale Nachhaltigkeit bezieht sich auf faire Behandlung der Mitarbeiter und ethische Beziehungen zu Interessengruppen und Gemeinschaften, in der ein Unternehmen tätig ist. Dies wird erreicht, durch Einführung von Maßnahmen, die besser auf die Bedürfnisse der Beteiligten eingehen, wie beispielsweise flexiblere Arbeitszeiten.

Der wirtschaftliche Aspekt wird als die eher einfachere Form angesehen. Dieses Ziel der Nachhaltigkeit erfordert nämlich rentable Geschäftspraktiken, sodass das Unternehmen auch zukünftig bestehen bleibt. Diese Bestrebung muss aber im Einklang mit den anderen Nachhaltigkeitszielen sein, anstatt den Fokus ausschließlich auf Gewinnmaximierung zu legen.

Als mögliche positive Auswirkungen der Nachhaltigkeit auf ein Unternehmen werden die Imageverbesserung und die Erhöhung der Erträge prognostiziert. Dies wird davon

abgeleitet, dass Mitarbeiter, Aktionäre und Kunden, welche über ähnliche Interessen verfügen, durch das nachhaltige Handeln der Organisation angezogen werden.

(vgl. TWI, 2023)

Um eine Vorstellung darüber zu bekommen, welche Maßnahmen Unternehmen in Bezug auf Nachhaltigkeit erheben und wie diese gewichtet sind, folgt eine Umfrage aus dem Jahr 2019 zur Umsetzung solcher Initiativen bei Automobilunternehmen (siehe Abb. 6). Es handelt sich dabei um eine weltweite Befragung, in welche insgesamt 820 Führungskräfte aus Automobilindustrien und Nachhaltigkeitsexperten eingebunden wurden (vgl. Capgemini, 2020).

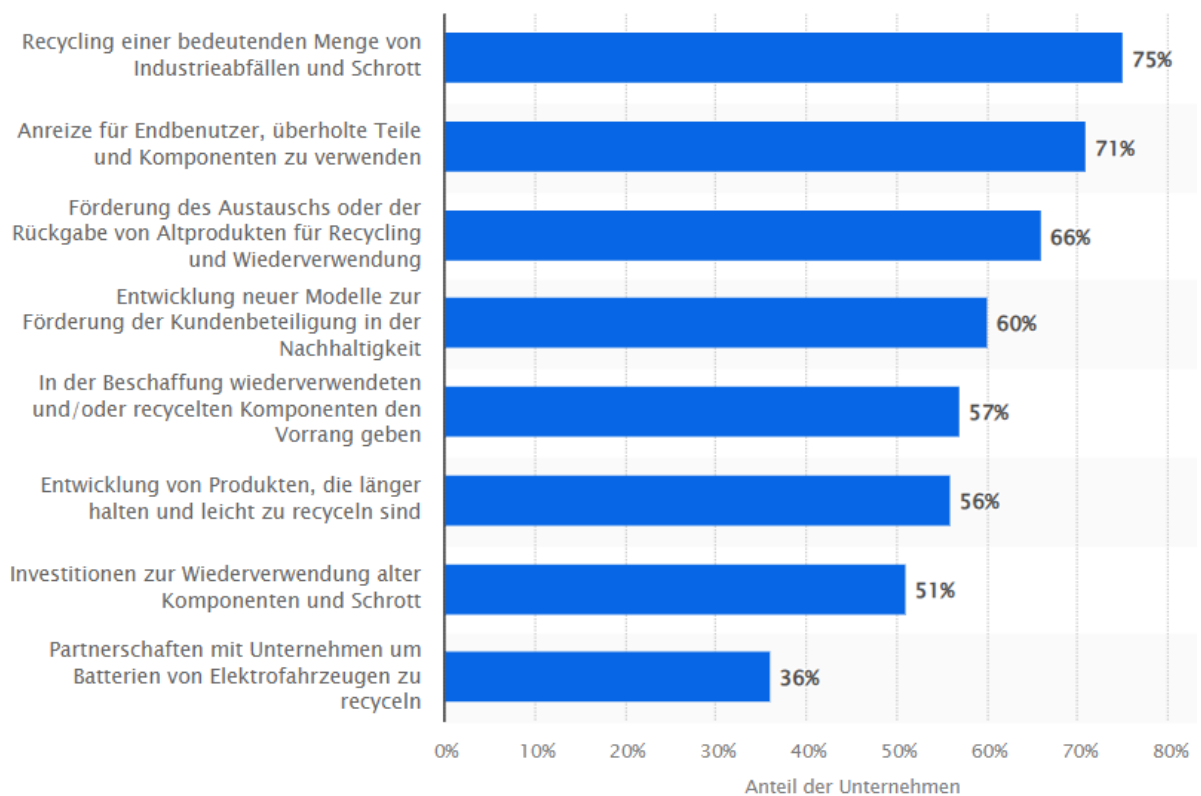


Abbildung 6: nachhaltige Initiativen Automobilunternehmen (Capgemini, 2020)

Aus dieser Umfrage lässt sich die Wichtigkeit der Maßnahme Recycling ableiten. Rund 75% der Befragten gaben an, eine bedeutsame Menge von Industrieabfällen und Schrott zu recyceln. Ebenso lässt sich daraus schließen, dass bei einer Vielzahl von Unternehmen in dieser Branche das Thema der Nachhaltigkeit und grünen Produktion angekommen ist, was somit diesen als Trend in der Produktion bestätigt.

3. Entwicklungen und Herausforderungen in der Praxis

Im Rahmen dieses Abschnitts werden einige Entwicklungen und die damit verbundenen Herausforderungen aus der Praxis in Bezug auf die bereits definierten Trends herangezogen. Durch das Eintauchen in die Praxis werden Einblicke gewonnen, anhand welcher der allgemeine Standpunkt der Unternehmen zu den Trends abgeleitet werden kann.

3.1 Fallstudien und Beispiele aus der Industrie

In diesem Unterkapitel werden konkrete Fallstudien und Beispiele aus der Branche Automobilproduktion im deutschen Raum genauer geschildert, auf Basis dessen die miteinhergehenden Schwierigkeiten und Konsequenzen erkennbar gemacht werden können. Diese werden dann in den darauf anknüpfenden Kapiteln ausgearbeitet.

3.1.1 Digitalisierung bei BMW Group

Die BMW Group, auch bekannt als Bayrische Motoren Werke AG, zählt zu den führenden Automobilherstellern weltweit und besitzt den globalen Ruf für innovative Technologien, ansprechendes Design und Fahrspaß. Diesem Ruf über Innovation entspricht die Aktiengesellschaft unter anderem mit zahlreichen Projekten und Maßnahmen bezüglich Digitalisierung beziehungsweise Industrie 4.0 innerhalb ihrer Produktion.

Die hierfür eingeführten Technologien erstrecken sich über die gesamte Wertschöpfungskette der Produktion. Angefangen vom Presswerk über Karosseriebau und Lackiererei bis hin zur Montage und schließlich der Logistik, werden in all diesen Herstellungsschritten von der Anwendung digitaler Prozesse profitiert. Folgende Technologie-Cluster treiben hierbei die Digitalisierung in den Werken an:

Smart Data Analytics, Smart Logistics, Innovative Automatisierung und Additive Manufacturing.

BMW strebt mit diesen Vorhaben die Erfüllung von individuellen Kundenwünschen und die Erhöhung der Flexibilität sowie Qualität innerhalb der Fertigungsprozesse an.

Smart Data Analytics ist ein Konzept, welches sämtliche Anwendungen umfasst, mit denen Daten sowohl erfasst und ausgewertet als auch zur Verbesserung bestimmter

Prozesse verwendet werden können. Eine Anwendung findet dieses Konzept beispielsweise im Presswerk, wo Karosserieteile aus flachen Blechen geformt werden. So kann hier mithilfe dieser sogenannten Smart-Daten die Presse schnell und präzise eingestellt werden, damit diese den ganz individuellen Eigenschaften eines Blechzuschnittes entspricht. Hierfür wird mittels Laserstrahlung jeder Zuschnitt vermessen und erhält dann eine Laser-Markierung über diese Daten, die anschließend an die Presse weitergegeben werden.

Teilweise dient Smart Data Analytics auch als Basis für die Smart Logistics Prozesse bei BMW. Durch das Liefern von zusätzlichen Informationen in Echtzeit, kann die Versorgung von Komponenten zeitnah und flexibel angepasst werden. So kommen beispielsweise autonome Routenzüge, welche über Lasersignale eigenständig durch die Hallen navigieren, und Smart Transport Robots, die für Bauteile bis zu 0,5 Tonnen mittels Funksender den effizientesten Weg selbstständig berechnen und diese transportieren, zu Gebrauch.

Bei der innovativen Automatisierung stellt BMW sicher, ihre Mitarbeiter sowohl zu entlasten, als auch die Flexibilität und Sensitivität der Menschen durch die Stärken von Robotern zu ergänzen. Ganz ohne Schutzzaun kann hier die Kooperation Mensch und Maschine verwirklicht werden (siehe Abb.7).



Abbildung 7: Kollaborativer Leichtbauroboter bei BMW (BMW Group, 2018)

Dieses Projekt von BMW spiegelt sich einerseits wider im Einsatz von kollaborativen Leichtbaurobotern, durch die die Mitarbeiter bei kräftezehrenden und hochpräzisen Aufgaben entlastet werden. Andererseits finden auch Exoskelette bei Montageaufgaben ihren Gebrauch. Diese dienen als Stützstruktur für den Körper und verstärken die Gliedmaße sowie den Rücken des Mitarbeiters.

Das Prinzip des Additive Manufacturing beschreibt im Kontext des technologischen Wandels die werkzeuglose Fertigung von Komponenten für BMW-Produkte. Die auch als 3D-Druck bekannte Technologie wird bereits über Jahrzehnte in diesem Unternehmen weiterentwickelt. Den Mehrnutzen hinter dieser Maßnahme findet man unter anderem bei der Verkürzung von Produktionszeiten, der Erzielung einer flexibleren Produktion und der vereinfachten Individualisierbarkeit von Bauteilen. Im Jahr 2019 wurden im Unternehmen rund 300.000 Teile durch 3D-Drucktechnologien gefertigt. Ihren Einsatz fanden diese Bauteile zum Beispiel im BMW i8 Roadster, bei dem additiv gefertigte Metall- und Kunststoff-Komponenten serienmäßig verbaut wurden. In Zusammenarbeit mit seinen Projektpartnern schafft die BMW Group eine bedeutsame Basis für die Integration dieser Verfahren in die Serienproduktion der Automobilindustrie.

(vgl. BMW Group, 2018)

3.1.2 Globalisierungsstrategie der Audi AG

Die Audi AG, Teil der Volkswagen Group, zählt zu den Unternehmen, die mit dem Trend der Globalisierung mitgeht. Die Marke mit Hauptsitz in Ingolstadt, Deutschland, hat ihre Präsenz über zahlreiche Länder und Regionen weltweit ausgedehnt.

Zusammen mit seinen Tochterunternehmen Bentley, Lamborghini und Ducati produzieren sie in 21 Standorten in zwölf Ländern (siehe Abb.8) und sind somit insgesamt in mehr als 100 Märkten präsent. Im Jahr 2022 arbeiteten 87.000 Menschen, davon rund 33.000 außerhalb des Herkunftslandes, weltweit für den Audi Konzern. Diese Fakten unterstreichen die erfolgreiche Globalisierung des Unternehmens. Folgende Abbildung dient viel mehr der Veranschaulichung der globalen Verflechtung des Unternehmens, als der konkreten Auflistung und Benennung der einzelnen Standorte.

(vgl. Audi, 2023, a)

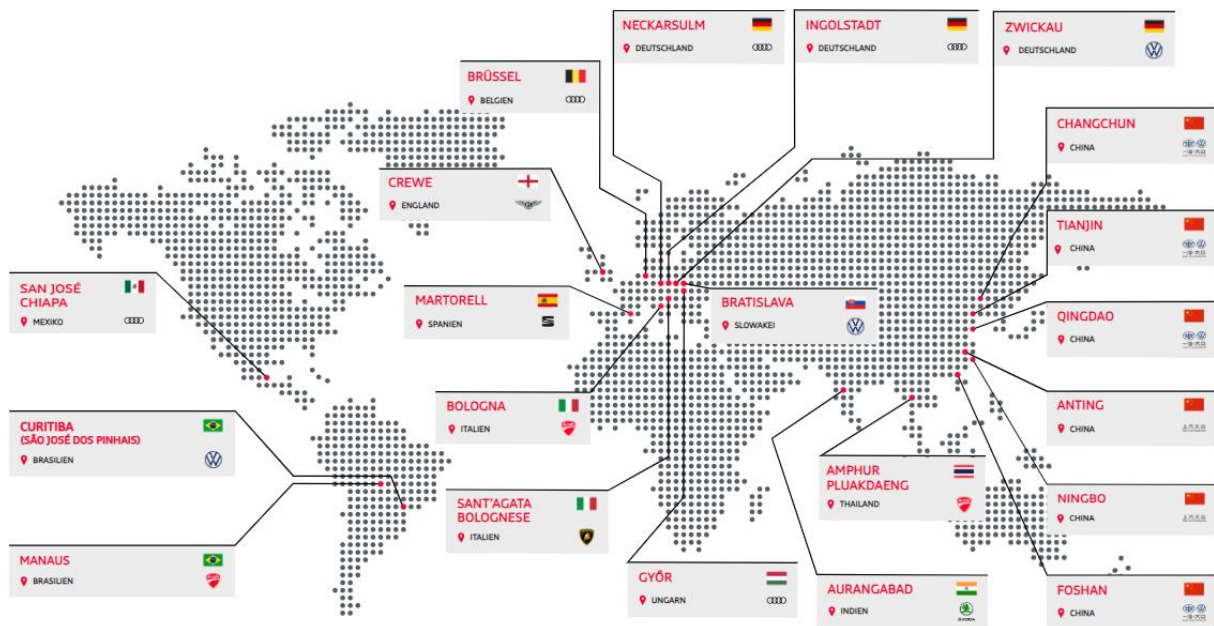


Abbildung 8: Produktionsstandorte Audi 2023 (Audi, 2023, a)

Der Standort in Mexiko wird im folgenden Teil genauer in den Fokus genommen, um daraus die Strategie von Audi im Hinblick auf Globalisierung herzuleiten.

Im Rahmen einer Globalisierungsstrategie entschied sich der Automobilkonzern Audi sein bislang jüngstes Werk in San José Chiapa in Mexiko zu eröffnen. Nach rund dreieinhalb Jahren Bauarbeiten wurde der Standort am 30. September 2016 in Betrieb genommen. Das 460 Hektar große Produktionswerk konzentriert sich ausschließlich auf die Fertigung des Audi Q5's und durfte im Jahr 2022 eine Produktionszahl von 178.128 Einheiten vermerken.

Zu den Motiven bei der Standortauswahl zählen unter anderem die Internationalisierung der Marke und die strategischen Exportvorteile. So wird beispielsweise das Modell Audi Q5 TFSI e, ein Hybridmodell, an näher gelegene Absatzmärkte, verglichen mit dem Hauptsitz, nach USA und Kanada exportiert. Der Export nach Europa ist aber dennoch nicht ausgeschlossen. Zusätzlich leistet das Werk durch dieses Modell ihren Beitrag zur Elektrifizierungsstrategie von Audi.

Mehr als 180 Lieferanten versorgen das Werk in Mexiko, welche aufgrund des JIS-Lieferantenparks (Just-in-sequence) in unmittelbarer Nähe verkürzte Transportwege zur Produktion haben.

(vgl. Audi, 2023, b)

Hinter der Entscheidung des Autoherstellers, sein Produktionsnetzwerk auf Mexiko auszuweiten, stehen folglich Kriterien, die speziell diesen Standort attraktiv machen. Mittels der Globalisierung profitiert Audi von geografischen Vorteilen. Hierzu zählt einerseits die Lage mit Häfen am atlantischen und pazifischen Ozean. Andererseits macht die Nähe zum US-Absatzmarkt und die vergleichsweise niedrigeren Produktionskosten diesen Standort so interessant. Abgesehen davon liegt der Mehrnutzen auch im Freihandelsabkommen mit 46 Ländern und in der gesicherten Zulieferketten des Landes. (vgl. Schaal, 2018)

3.1.3 Nachhaltige Produktion bei Mercedes-Benz Group

Mercedes-Benz, teil der Daimler AG, zählt ebenfalls zu den führenden deutschen Automobilproduzenten und zeichnet sich durch qualitativ hochwertige Produkte, innovative Technologien und dem maßgeblichen weltweiten Einfluss in der Automobilbranche aus. Dieser Einfluss wird teilweise auch im Bereich der nachhaltigen Produktion ausgeübt. Das Unternehmen zielt mit zahlreichen Umweltprojekten darauf ab, als Wegweiser zu fungieren und wichtige Signale für die Transformation zu einer grüneren Produktion zu setzen.

So beispielsweise in einem der jüngeren Projekte, welches bis 2039 eine komplett CO₂-neutrale Neuwagenflotte anstrebt. Dieses Vorhaben beschränkt sich allerdings nicht nur auf eine kohlenstoffneutrale Produktion, sondern bezieht sich auf den gesamten Lebenszyklus des Fahrzeugs, also von der Beschaffung der Rohstoffe über die Nutzung bis hin zum Recycling. Ein zeitnäheres Ziel ist es, bis spätestens 2030 die durchschnittlichen CO₂-Emissionen pro Fahrzeug im Vergleich zum Bezugsjahr 2020 zu halbieren.

Um diese Ambitionen zu realisieren verfolgt das Unternehmen die Strategie, jährlich 200.000 Tonnen „CO₂-reduzierten Stahl“ von europäischen Lieferanten für seine Presswerke zu beziehen. Laut Berechnungen macht Stahl bis zu 20 Prozent der gesamten CO₂-Emissionen in der Herstellung eines Elektrofahrzeuges aus, weshalb Mercedes die Lösung in der Bereinigung dieser Stähle findet.

Hierfür werden folgende Maßnahmen erwogen:

In der herkömmlichen Hochofenroute entstehen für die Primärstahlerzeugung mehr als zwei Tonnen CO₂ bei der Herstellung einer Tonne Stahl. Diese Emissionen können

durch die Kombination des Direktreduktionsverfahrens mit dem Elektrostahlverfahren reduziert werden. Im Direktreduktionsverfahren mit Erdgas werden Kohlenmonoxid und Wasserstoff verwendet, um Sauerstoff aus dem Eisenerz zu entfernen. Im Elektrolichtbogenofen wird das direktreduzierte Eisen mit Stahlschrott zu Stahl geschmolzen. Die Emissionen können weiter gesenkt werden, wenn grüner Wasserstoff anstelle von Erdgas und erneuerbare Energien im Elektrolichtbogenofen eingesetzt werden. Dies resultiert damit, dass nahezu CO₂-freie Stahlerzeugung ermöglicht wird.

Weiterhin arbeitet Mercedes-Benz laut Gunnar Güthenke, dem Leiter für Einkauf und Lieferantenqualität, eng mit all seinen Partnern an der Dekarbonisierung der Stahllieferkette. Wie bereits erwähnt, soll diese Handlung die nachhaltige Transformation der Automobilbranche beschleunigen. Die steigende Verfügbarkeit von diesem reinen Stahl begünstigt die Verwendung der somit nahezu CO₂-freien Komponente in Mercedesfahrzeugen und mündet folglich in der Reduktion des eigenen CO₂-Fußabdrucks des Unternehmens.

Um erfolgreich eine nachhaltige Stahllieferkette in Europa aufzubauen, geht der Automobilkonzern wie folgt vor:

Zum einen haben Mercedes-Benz und thyssenkrupp Steel eine Absichtserklärung für den Bezug von CO₂-reduziertem Stahl unterzeichnet. Beide Unternehmen planen, den gesamten Produktionsprozess der CO₂-reduzierten Stahlprodukte in Zukunft nahezu CO₂-frei zu gestalten. Dies soll durch Direktreduktionsanlagen in Verbindung mit innovativen Einschmelzaggregaten erreicht werden, vorausgesetzt grüner Wasserstoff steht zur Verfügung. Thyssenkrupp beabsichtigt, die erste Direktreduktionsanlage bis 2026 in Betrieb zu nehmen und anschließend Mercedes-Benz zu beliefern.

Weiterhin strebt das Unternehmen die Dekarbonisierung der Primärstahlerzeugung an und betont die Bedeutung von Stahlschrott. Die Zusammenarbeit mit voestalpine für den Einsatz von hochwertigem Stahlschrott aus Sindelfingen per CO₂-neutralem Transport fördert die Kreislaufwirtschaft. Die künftige Partnerschaft sieht den Bezug von CO₂-reduziertem Stahl aus einem Elektrolichtbogenofen vor, der ab 2027 am Standort Linz in Betrieb gehen soll.

Abgesehen davon erhielt Mercedes-Benz als erster Pkw-Hersteller wasserstoffbasierten Stahl von SSAB. SSAB produzierte den Stahl mithilfe von 100% Wasserstoff und lieferte ihn an das Mercedes-Benz Werk in Sindelfingen. Dieser

ultrahochfeste Stahl wird ab 2026 in der industriellen Produktion nahezu CO₂-frei eingesetzt.

(vgl. Mercedes, 2023)

3.2 Herausforderungen bei der Umsetzung neuer Produktionsnetzwerke

Dieser Teil hebt wie bereits angekündigt hervor, welche Herausforderungen und Schwierigkeiten in Verbindung mit der Entwicklung neuer Produktionsnetzwerke auftreten. Hierfür wird unterteilt in technische und in sowohl organisatorische als auch kulturelle Aspekte.

3.2.1 Technologische Herausforderungen

Die Einführung neuer beziehungsweise die Erweiterung bestehender Produktionsnetzwerke bringen folglich Herausforderungen und neue Risiken mit sich. So unter anderem auch technische Schwierigkeiten. Am Beispiel der Fallstudie von BMW, aus welcher die Digitalisierungsstrategie des Unternehmens abgeleitet werden kann, können einige beachtliche Herausforderungen für den Betrieb hergeleitet werden. So beispielsweise die Punkte:

- Integration von Technologien,
- Datenmanagement und Cybersicherheit,
- Wartung und Support und
- Interkonnektivität.

Im Vergleich zu kleinen oder mittelständischen Unternehmen haben größere Unternehmen, wie die deutschen OEMs, meistens traditionell verankerte Produktionsmethoden, weshalb die Einführung neuer Methoden eine detailliert geplante Umstrukturierung voraussetzt. Dies ist unter anderem auch der Anreiz für größere Unternehmen, ihre Flexibilität und Reaktionsfähigkeit auf neue Trends zu erhöhen. Im Rahmen der Digitalisierung ist eine Bewegung von traditionellen Fertigungstechnologien zu smarten Fabriken vorhersehbar. Hierfür bereiten die Unternehmen ihre bestehenden Maschinen in der Regel auf die Kommunikation mit IoT-Geräten vor.

Aufkommende Probleme in diesem Fall können in der Kompatibilität liegen. Die Unternehmen müssen darüber im Klaren sein, dass die herkömmlichen Maschinen eventuell über keine standardisierten Schnittstellen für die Interaktion mit IoT-Geräten verfügen. Folglich kann dies zum Bedarf führen, entsprechende Adapter zu entwickeln oder an den bestehenden Anlagen Upgrades durchzuführen.

Bei der Einführung solcher Technologien muss ebenfalls der Aspekt Datenmanagement und die damit verbundene Sicherheit berücksichtigt werden. Hierfür ist die Integration dieser neuen Geräte in die bestehenden Datenbanken unentbehrlich. Dabei kann sich ergeben, dass entsprechende Datenformate umgewandelt und die Strukturen der Datenbanken angepasst werden müssen, was zwangsläufig auch eine Herausforderung für Unternehmen darstellt. Weiterhin ist zu beachten, dass mit dem Einsatz fortschrittlicher Technologien, wie zum Beispiel IoT-Geräte, die Anfälligkeit gegenüber Cyberangriffe steigt.

Um den Ernst dieser Lage zu unterstreichen, folgt eine Statistik über Cyberangriffe. Diese informiert über die Anzahl von polizeilich erfassten Fällen in Bezug auf Cyberkriminalität in Deutschland von 2007 bis 2022 (siehe Abb.9).

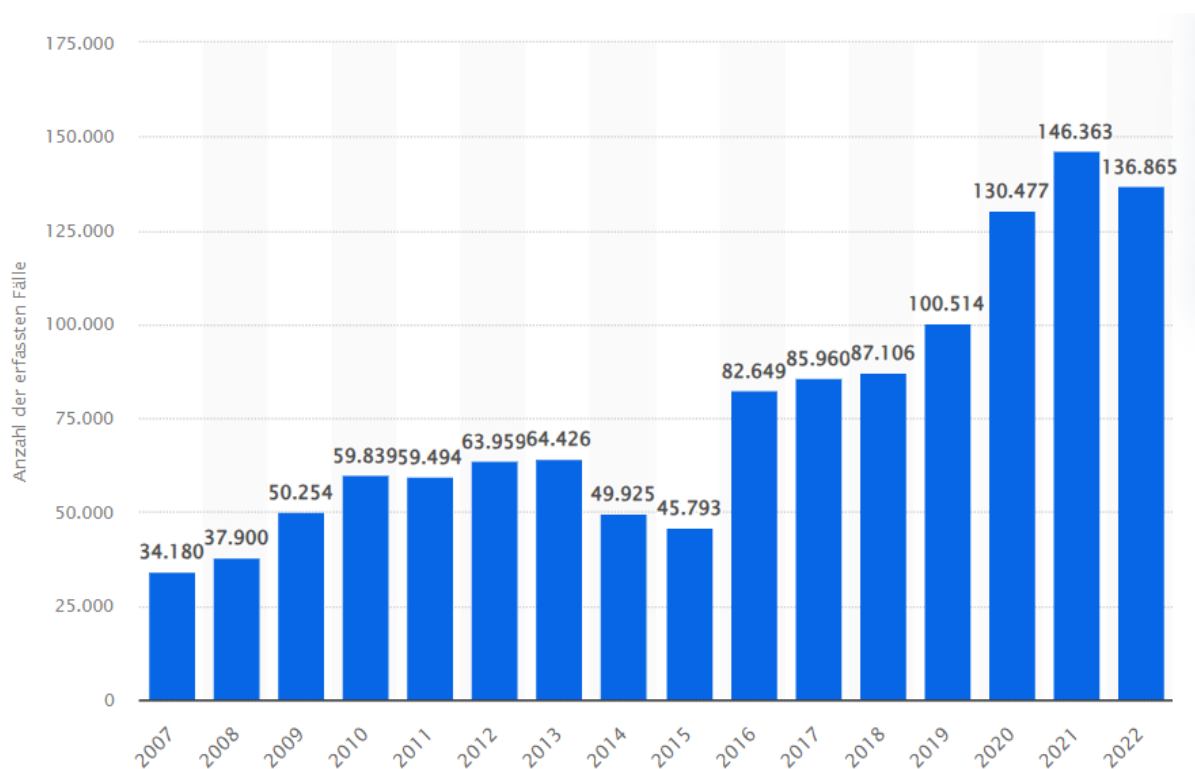


Abbildung 9: Statistik über Cyberangriffe in Deutschland (BKA, 2023)

Aus der Statistik geht ein deutlicher Aufwärtstrend der Anzahl an Cyberangriffen hervor. Um dieser Schwierigkeit entgegen zu steuern, sind Unternehmen gezwungen, robuste Sicherheitsmaßnahmen zu implementieren, damit die Integrität und die Sicherheit von Daten gewährleistet werden.

Mit dem voranschreitenden Trend in der Industrie 4.0 wächst auch der Bedarf und die Wichtigkeit im Hinblick auf Wartung und Support. Nur mit regelmäßigen Instandhaltungen und Aktualisierungen kann ein kontinuierlicher Betrieb garantiert werden. Außerdem sind diese Aktualisierungen auch wichtig, um mit der Technologie stets auf dem neusten Stand zu bleiben, was die Unternehmen ebenfalls herausfordert. In aktuellen Gegebenheiten sind oftmals hochmoderne Technologien, wie zum Beispiel künstliche Intelligenz, Sensoren und automatisierte Systeme, in Gebrauch, bei welchen spezialisierte Kenntnisse vonnöten sind. Dies resultiert in der Notwendigkeit von kompetenten Fachkräften, auf welche im Bereich der Instandhaltung ein ernsthafter Mangel herrscht (vgl. maintenance, 2023). Des Weiteren stellen die frühzeitige Erkennung, Identifizierung und Diagnose von Fehlern in Produktionsstätten eine allgemeine und weit verbreitete Herausforderung dar. In komplexen Systemen verschärft sich die Lage entsprechend. Ein Lösungsansatz dies bezüglich könnte in der Entwicklung von Systemen mit Fernwartungskompetenzen liegen, mit denen die Reaktionsfähigkeit auf Probleme erhöht werden. Insbesondere bei global verteilten Produktionsnetzwerken könnte dieser Ansatz seinen Mehrnutzen entfalten.

Die Schwierigkeiten der Interkonnektivität überschneiden sich teilweise mit denen aus der Integration der Technologien. So spielt auch hier die Kompatibilität zwischen den Produktionselementen eine wichtige Rolle. Man betrachte beispielhaft ein Unternehmen, ähnlich wie BMW, das Produktionsroboter, IoT-Sensoren und ein zentrales Steuerungssystem miteinander koppeln möchte. In diesem Szenario würden Herausforderungen aus den folgenden Bereichen die Firma konfrontieren:

Technische Ausrüstungen für die Fertigung verfügen über eigene Kommunikationsprotokolle. Teilweise handelt es sich hierbei um Standardprotokolle. Abweichungen von diesem Standard sind jedoch nicht ausgeschlossen. Bei einer Unterscheidung des Kommunikationsprotokolls, zum Beispiel bei Robotern und Sensoren, müsste eine entsprechende Software zur Überbrückung entwickelt werden. Darüber hinaus bedarf das Thema Echtzeitkommunikation einer erhöhten

Aufmerksamkeit. Dies ist vor allem bei Anwendungen, in welchen die Roboter in Echtzeit auf Sensorinformationen reagieren müssen, unvermeidbar. In diesem Fall liegt die Besonderheit darin, sowohl die Geschwindigkeit als auch die Architektur des Netzwerkes entsprechend der Anforderungen auszulegen. Das ist unter anderem auch ein Ziel, welches mit dem Smart Data Analytics Konzept von BMW verfolgt wird.

3.2.2 Organisatorische und kulturelle Aspekte

Die Setzung neuer Maßnahmen im Hinblick auf Produktionsnetzwerke resultiert weiterhin auch in organisatorischen und kulturellen Herausforderungen. Vor dem Hintergrund der Fallstudien aus deutscher Praxis, leitet der folgende Teil einige aufkommende Aufgaben für Unternehmer her. Die Führungspersonen sollten folgende Stichpunkte reflektieren:

- Betreiben von Changemanagement, um Widerstände gegen Veränderung zu bewältigen;
- Bereitstellen von sicherer Kommunikation, mit der Berücksichtigung der kulturellen Vielfalt und
- Kompetenzaufbau der Mitarbeiter fördern, um mit den neuen Technologien umgehen zu können

Der Bedarf nach einer organisatorischen Einheit im Unternehmen, welches sich explizit auf Veränderungen, wie die Implementierung neuer technischer Methoden, Standorterweiterungen oder Ankündigung neuer Nachhaltigkeitsziele, fokussiert, entsteht zwangsläufig durch aufkommende Widerstände im Betrieb. Mehrere Faktoren begründen, dass die Deckung dieses Bedarfs, eine Herausforderung darstellt.

So haben beispielsweise Menschen im Allgemeinen eine natürliche Abneigung gegenüber Neuheiten. Die Angst vor etwas Unbekanntem, die Sorge um die eigene Arbeitsposition und die Gewohnheit an bisherige Methoden erklären diese Haltung der Mitarbeiter. Dies wird dadurch gestärkt, dass Unternehmen in der Regel spezifische Normen und Traditionen über die Zeit entwickeln. Folglich wird die Auflösung einer solchen Unternehmensstruktur aus Sicht der Arbeitnehmer als beunruhigend aufgefasst, was wiederum zu Widerständen führt.

Das Einführen eines Changemanagements dient der Bewältigung und Beseitigung solcher Widerstände im Betrieb, um eine veränderungsfreundliche Umgebung zu

schaffen. Hierbei ist es wichtig zu beachten, dass für eine ausreichend klare Transparenz gesorgt wird. Durch die erfolgreiche Vermittlung der Gründe für die Veränderungen, des damit verbundenen Prozesses und der erwarteten Auswirkungen, können ausgelöste Unsicherheiten und Gerüchte beseitigt werden. Diese Unsicherheiten und die fehlende Motivation der Mitarbeiter können ebenfalls durch ein passives Führungsteam zustande kommen. Eine klare Führung und sichtbare Unterstützung der Veränderungen spielen eine entscheidende Rolle beim Erfolg des Changemanagements. Schlussendlich um die Herausforderung der Widerstände und geringem Engagement zu bewältigen, sollten sich die Mitarbeiter ebenfalls in den Veränderungsprozess einbezogen fühlen. Hierfür kann das Changemanagement die Perspektiven und die Bedenken der Einzelnen berücksichtigen und somit die Effektivität erhöhen.

Die Schaffung einer klaren Transparenz deutet auf eine weitere Herausforderung hin. Nämlich die der Kommunikation. Im Kontext der Globalisierung muss ebenfalls auf kulturelle Vielfalt Rücksicht genommen werden. So unter anderem auf die Unterschiede aus sprachlicher Sicht. In globalisierten Unternehmen, wie zum Beispiel die Audi AG mit ihrem Standort in Mexiko, kann durch diese Vielfältigkeit die Kommunikation erschwert werden. Aufgrund ungleicher Interpretationen von Unternehmenswerten kann es hier dazu kommen, dass Missverständnisse verursacht und die Botschaften inkorrekt vermittelt werden.

Nicht nur wegen irrtümlicher Interpretationen, sondern auch wegen abweichenden Vorstellungen der Unternehmenskultur können Ungleichgewichte entstehen. Für ein Unternehmen ist es von hoher Bedeutung für ein klares Verständnis über die gemeinsamen Werte zu sorgen, um eine kohärente Organisationsidentität zu schaffen und somit das Engagement der Mitarbeiter zu fördern. Hiermit stellt die Kommunikation eine moderne Herausforderung der heutigen Zeit für Unternehmen dar.

Des Weiteren gewinnt im Zuge des technologischen Wandels der Kompetenzaufbau der Mitarbeiter immer mehr an Bedeutung. Um sicher zu stellen, dass die Mitarbeiter eines Unternehmens mit den Veränderungen oder der Einführung neuer Mittel zurechtkommen, werden Schulungen beziehungsweise Weiterbildungsmöglichkeiten angeboten. Meistens verfügen die Beschäftigten aber über einen zeitlich ausgelasteten Arbeitsplan, was die Integration solcher Möglichkeiten negativ beeinträchtigt. Der zusätzlich nötige Zeitaufwand für Schulungen kann seitens

Arbeitnehmer als Belastung empfunden werden. Mittels E-Learning kann dieser Lernprozess jedoch flexibler gestaltet werden, wodurch es zeitlich einfacher zu integrieren ist. Diesbezüglich haben zahlreiche deutsche Unternehmen seit einigen Jahren ein Verständnis über die Notwendigkeit des Kompetenzaufbaus ihrer Angestellten und nehmen diese als Herausforderung wahr, was sich in ihren Investitionen in Schulungen widerspiegelt. Dies bestätigt folgende Statistik über die Ausgaben für betriebliche Weiterbildung und Weiterbildungsförderung in Deutschland von 2015 bis 2021 (siehe Abb. 10).

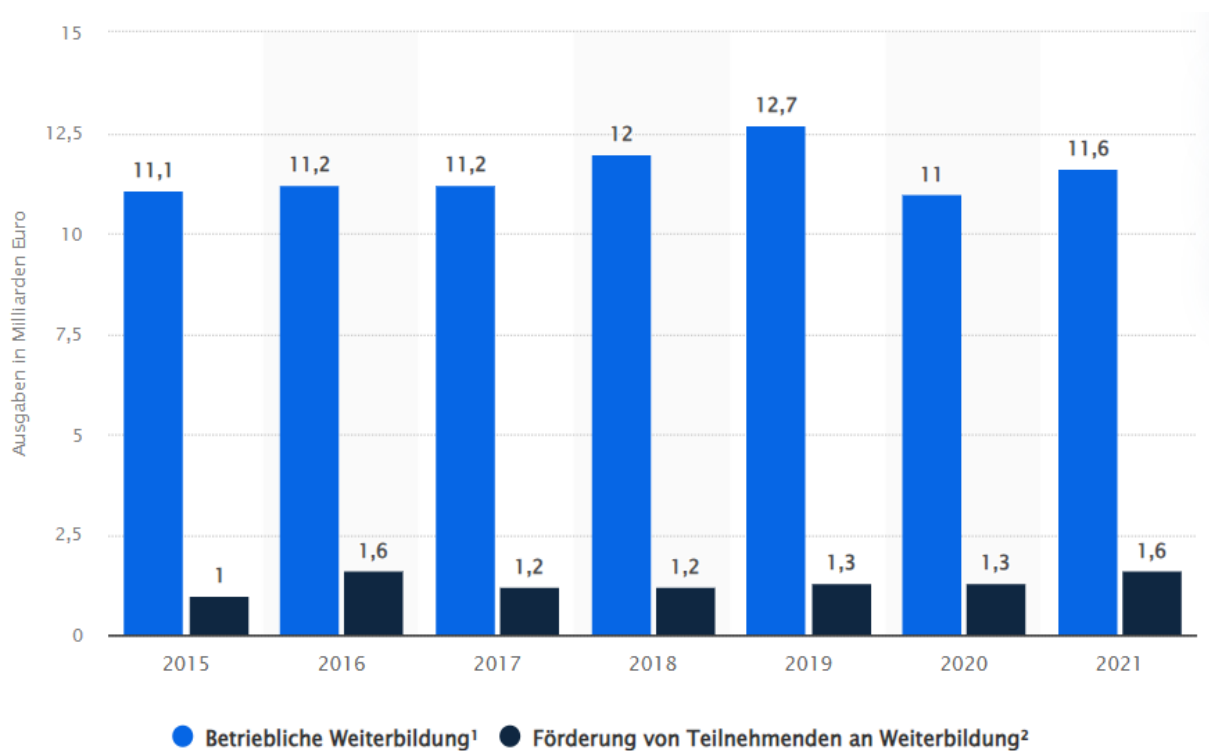


Abbildung 10: Schulungsausgaben in Deutschland (statist. Bundesamt, 2023)

Im Jahr 2021 betragen die Ausgaben für betriebliche Weiterbildung laut dem aktuellen Bildungsfinanzbericht 11,6 Milliarden Euro. Diese Finanzmittel, die sowohl aus öffentlichen als auch privaten Quellen stammen, sind Teil des Bildungsbudgets für Deutschland, das auch die dargestellte Weiterbildungsförderung einschließt. (vgl. statist. Bundesamt, 2023)

4. Auswirkungen der Implementierung und Zukunftsausblick

Im letzten Abschnitt vor dem Fazit sind zum einen die Auswirkungen auf die Wirtschaft und Gesellschaft durch das Implementieren neuer Produktionsnetzwerke thematisiert. Zum anderen sind hier Zukunftsausblicke beschrieben, welche potentielle Szenarien beinhalten, auf dessen Basis sich die Forschungsergebnisse zusammensetzen.

4.1 Auswirkungen auf die Wirtschaft und Gesellschaft

In diesem Unterkapitel der Arbeit wird konkret der Frage nachgegangen, welche Auswirkungen beziehungsweise Konsequenzen aus der Implementierung neuer Produktionsnetzwerke unmittelbar hervorgehen. Der Fokus liegt hierbei auf Wirtschaft und Gesellschaft. Unterteilt wird in ökonomische, soziale und umweltliche Aspekte.

4.1.1 Ökonomische Effekte

Die Einführung neuer oder die Erweiterung bestehender Produktionsnetzwerke rückblickend auf die aktuellen Trends der Digitalisierung und Globalisierung wirken sich entsprechend auf die Wirtschaft einer Region erheblich aus. Im Anschließendenden werden explizit einige potenzielle Auswirkungen abgeleitet.

Mittels neuer Netzwerke kann eine immense Steigerung der Effizienz erzielt werden, was unter anderem eine von Unternehmen angestrebte Auswirkung ist. Aufgrund fortschrittlicher Technologien und durch automatisierte sowie optimierte Prozesse können vorhersehbar die Produktionszeiten verkürzt und die Ressourcen effizienter genutzt werden. Somit geht aus dieser Auswirkung auch die Kosteneinsparung einher. Das Minimieren von Materialverschwendung und Fehlern ist hier von Bedeutung. Die Fallstudie von BMW bestätigt diese Hypothese. Mit dem Einsatz von fortschrittlicher Robotik und Automatisierung in den Fertigungslinien werden sowohl Montageprozesse beschleunigt, als auch mögliche Fehler minimiert, was im Gesamten die Kosteneffizienz steigert.

Ein weiterer positiver Effekt, unter anderem auch durch die Optimierung von Prozessen, ist die Förderung der Wertschöpfungskette zum Effizienteren. Aufgrund der Erneuerungen werden neue Möglichkeiten in Bezug auf das Straffen von Lieferketten, die Verbesserung der eigenen Produktqualität und die Beschleunigung

des Markteintrittsprozesses geschaffen. Das Zusammenführen dieser Möglichkeiten sorgt insgesamt für eine Optimierung der gesamten Wertschöpfungskette.

Parallel hierzu findet sich eine zusätzliche Folge in der Förderung der Innovationsbereitschaft von Unternehmen. Da die Erweiterung der Produktionsmethoden, vor dem Hintergrund des technologischen Wandels, oft innovative Technologien und neue Ansätze erfordern, resultiert dies im verstärkten Fokus auf Forschung und Entwicklung. Dieser Zustand leistet dann folglich einen wesentlichen Beitrag zum wirtschaftlichen Wachstum.

Folgendes Beispiel dient der Verdeutlichung der aufgestellten Hypothesen bezüglich der Wertschöpfungskettenoptimierung sowie der Innovationsförderung: Durch die Einbindung von 3D-Drucktechnologien in die Produktionsprozesse der Automobilhersteller, wird zeitgleich eine schnellere Iteration von Designprototypen, die Beschleunigung von Innovationszyklen und die Optimierung der gesamten Kette ermöglicht.

Des Weiteren spiegelt sich eine zusätzliche Auswirkung in der Wettbewerbsfähigkeit und Markteinführung wider. Rückblickend auf die Globalisierung werden die Fertigungssysteme flexibler gestaltet, was wiederum die Reaktionszeit der Hersteller auf Veränderungen deutlich verbessert. Somit können bei regionalen Marktbedingungen schneller entsprechend gehandelt werden, was die globale Wettbewerbsfähigkeit stärkt. Dadurch ist ebenfalls ein Anstieg der Exporte für den Produkthersteller voraussichtlich zu erwarten.

4.1.2 Soziale Auswirkungen

Neben den ökonomischen Aspekten hat das Folgen der gegebenen Trends der Produktionsnetzwerke auch eine Vielzahl von sozialen Auswirkungen auf die Gesellschaft zu verantworten. Die überwiegend betroffene Zielgruppe liegt in diesem Fall bei den jeweiligen Arbeitnehmern, welche unmittelbar durch die Veränderungen im Arbeitsumfeld beeinflusst werden. Es ist zu erwähnen, dass es sich bei den folgenden Punkten um potenzielle Auswirkungen handelt, die auf Basis der bereits definierten Entwicklungen aus der deutschen Praxis hergeleitet sind.

Die Veränderungen am Arbeitsplatz, vor allem im Zuge des Trends Industrie 4.0, ist für die Mehrheit von Automobilunternehmen unentbehrlich. Aufgrund der Tatsache,

dass zahlreiche herkömmliche Produktions- und Herstellungsprozesse durch automatisierte Vorgänge ersetzt werden, fallen zunehmend manuelle Arbeitsplätze weg. Direkt betroffen hiervon sind die Mitarbeiter, die zum Beispiel ursprünglich die Karosserie eines Fahrzeuges per Hand lackierten und mit dieser Vorgehensweise vertraut waren und nun künftig mit der Steuerung von Robotern für das Erfüllen solcher Aufgaben beschäftigt sein werden (siehe Abb. 11).

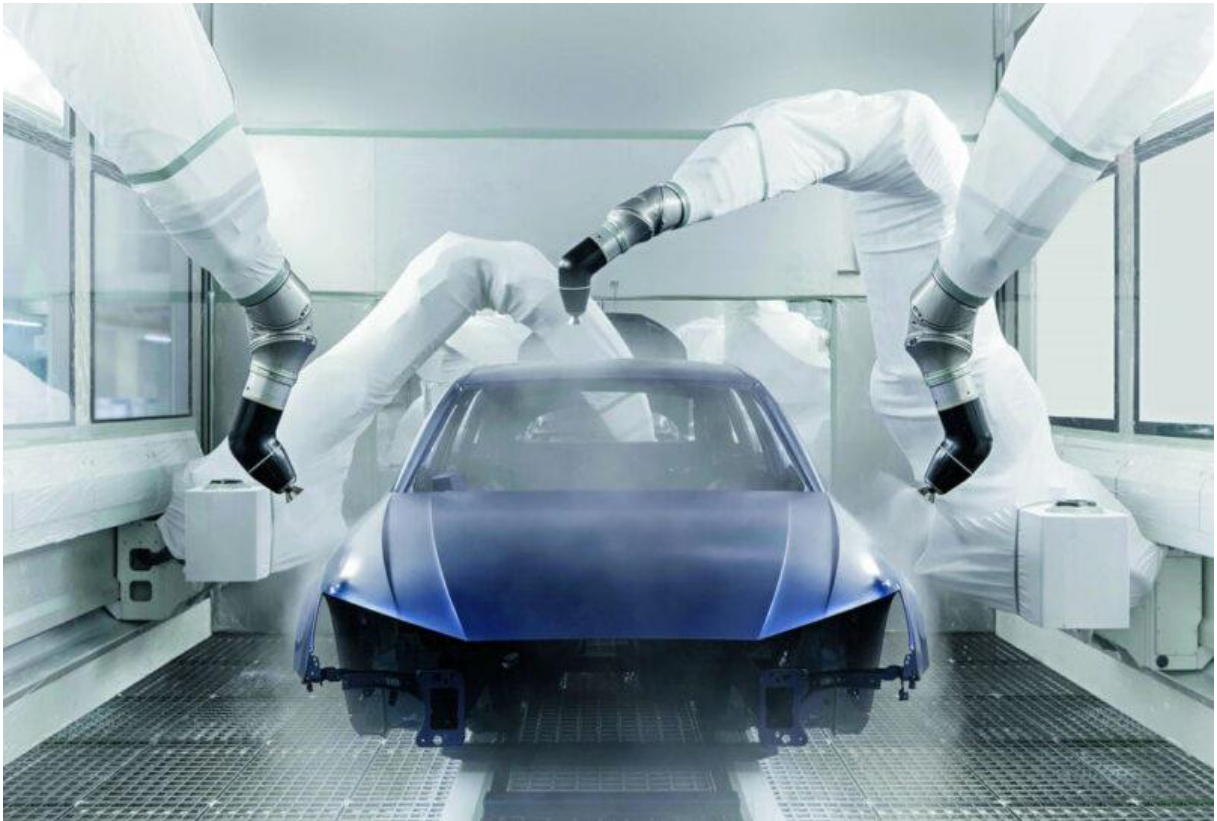


Abbildung 11: automatisierte Lackierung Audi (Vincentz Network, 2019)

Während die positive Auswirkung dieser Veränderung in der Entlastung der einzelnen Mitarbeiter liegt, sorgt diese Umstrukturierung von Arbeitsprozessen zeitgleich für eine erhöhte Nachfrage nach höheren Qualifikationen und neuen Fähigkeiten für modernisierte Stellen. Verallgemeinert auf mehrere Arbeitsfelder in der Produktion lassen solche Veränderungen die Bedeutung von hochqualifizierten Berufen, wie Ingenieuren oder Technikern, steigen, während die Berufe über traditionelle Verfahren an Wichtigkeit abnehmen.

Darüber hinaus beeinflusst die Automatisierung zudem die Arbeitssicherheit und Flexibilität. Durch die Verlagerung von körperlich anspruchsvollen und gefährlichen

Aufgaben der Mitarbeiter an Maschinen und Robotern wird das Risiko von Arbeitsunfällen und einer Überanstrengung des Körpers immens gemindert. Dies leistet einen beachtlichen Beitrag zum Wohlbefinden und somit auch zur Motivation des Arbeitnehmers. Unterstützt wird dieser Beitrag auch durch die zunehmende Flexibilität der Arbeitsbedingungen. Aus der Einbindung von anpassungsfähigeren Fertigungssystemen resultieren beispielsweise veränderte Arbeitszeitmodelle, wie Gleitzeit, welche besser auf die Bedürfnisse der Arbeiter zugeschnitten sind.

4.1.3 Umweltaspekte und Nachhaltigkeit

Abschließend zu den Auswirkungen werden im darauffolgenden einige Aspekte in Bezug auf die Umwelt und Nachhaltigkeit hergeleitet. Die Mercedes-Fallstudie fungiert hierbei teilweise als Basis für die Herleitung.

Mittels moderner Produktionsverfahren, wie der bereits erwähnten additiven Fertigung oder dem Recycling von Produktionsabfällen, sind Unternehmen in der Lage sowohl ihren Ressourcenverbrauch effizienter zu gestalten, als auch die entstehenden Abfallmengen zu minimieren. Durch die Integration solcher innovativen Technologien in ihre Produktionsprozesse können Unternehmen nicht nur ökologische Vorteile erzielen, sondern auch ihre Wettbewerbsfähigkeit stärken und den Anforderungen an nachhaltige Unternehmenspraktiken gerecht werden.

Weiterhin wird ermöglicht, dass parallel die Energieeffizienz verbessert und der CO₂-Ausstoß verringert wird. Hierbei wird der Gebrauch von intelligenten Steuerungssystemen, wie beispielsweise Regler für Heizkörper, Lampen und Lüftungsanlagen in Produktionsstätten, zukünftig mehr an Bedeutung gewinnen. Das Gleiche gilt für den Einsatz von erneuerbaren Energien, wie zum Beispiel Solarenergie oder Biomasse. Diese Maßnahmen resultieren bereits jetzt schon in der Reduzierung des CO₂-Fußabdrucks von zahlreichen Automobilunternehmen und werden sich voraussichtlich im weiteren Verlauf des Nachhaltigkeitstrends verschärfen.

Mit der Verwirklichung von Nachhaltigkeitsansätzen sollte idealerweise schon in einem frühen Stadium der Produktion, wie beispielsweise schon im Beschaffungsprozess, gestartet werden. Nachhaltige Materialien und Lieferketten sind hierbei Schlüsselbegriffe. Das Mercedes-Projekt „CO₂-freie Stähle“ macht erkenntlich, was für potentielle positive Auswirkungen hinter einem solchen Vorhaben verborgen sind.

Mit Hilfe der Umstellung auf nachhaltige Komponenten und der Förderung einer entsprechenden Lieferkette können die negativen Auswirkungen auf die Ökologie, wie unter anderem die Luftverschmutzung durch die Freisetzung von Schadstoffen, minimiert werden.

Anknüpfend an das Thema Beschaffung, wirken sich die gesetzten Nachhaltigkeitsziele ebenfalls auf sämtliche Transportprozesse und auf die Logistik aus. Die nachfolgende Abbildung zeigt den Transport der Fahrzeuge MINI per LKW durch einen Logistik-Dienstleister namens „Galliker“, welche per Bio-Kraftstoff angetrieben ist (siehe Abb.12).



Abbildung 12: Durch Biogas angetriebener LKW (Gruetzmacher, 2021)

Die BMW (Schweiz) AG hat gemeinsam mit dem Logistikdienstleister Galliker Maßnahmen ergriffen, um die Emissionen im Lieferverkehr erheblich zu reduzieren. Zukünftig wird beim Transport von BMW- und MINI-Fahrzeugen per Lkw hydriertes Pflanzenöl (HVO) eingesetzt, das aus Speiseölabfällen gewonnen wird. Diese umweltfreundliche Initiative führt zu einer beeindruckenden Reduzierung der CO₂-Emissionen um bis zu 85 Prozent in der Fahrzeuglogistik.

(vgl. Gruetzmacher, 2021)

Mit Hilfe von derartig nachhaltigen Transportmitteln und erneuerbaren Energien können die Treibhausgasemissionen der Unternehmen verringert werden. Zeitgleich wird die Relevanz von lokalen Produktionsstätten in Zusammenhang mit verkürzten Lieferwegen steigen. Somit können Beiträge für eine positivere ökologische Bilanz geleistet werden.

4.2 Zukunftsausblick über Produktionsnetzwerke

Die zukünftige Entwicklung und Gestaltung von Produktionsnetzwerken stehen zwangsläufig unter dem Einfluss von aktuellen Gegebenheiten. Diese deuten insgesamt auf eine fortschreitende Transformation dieser Netzwerke hin und werden durch eine Mehrzahl von Faktoren geprägt. Bei den folgenden Prognosen handelt es sich um potentielle Szenarien in der Zukunft, die auf eine Herleitung aus aktuellen Begebenheiten beruhen.

Der weltweite Trend Digitalisierung zählt zu einen der entscheidenden Faktoren in diesem Themengebiet. Das Verständnis darüber, wie entscheidend es ist, die digitalen Technologien in die eigenen Produktionsprozesse zu integrieren, ist bereits heute bei zahlreichen Unternehmen vorhanden. Diese vorangehende Integration, wie beispielsweise die Vernetzung der Produktionsanlagen und Systemen, wird sich in der Zukunft noch verstärkter zu einer Schlüsselposition entwickeln. Dies beingreift die Prinzipien der Industrie 4.0. Die Einbindung von künstlicher Intelligenz, Internet-of-Things-Geräten und fortschrittlicher Datenanalyse in den Fertigungsprozess wird zu intelligenten und selbstoptimierenden Produktionsnetzwerken führen.

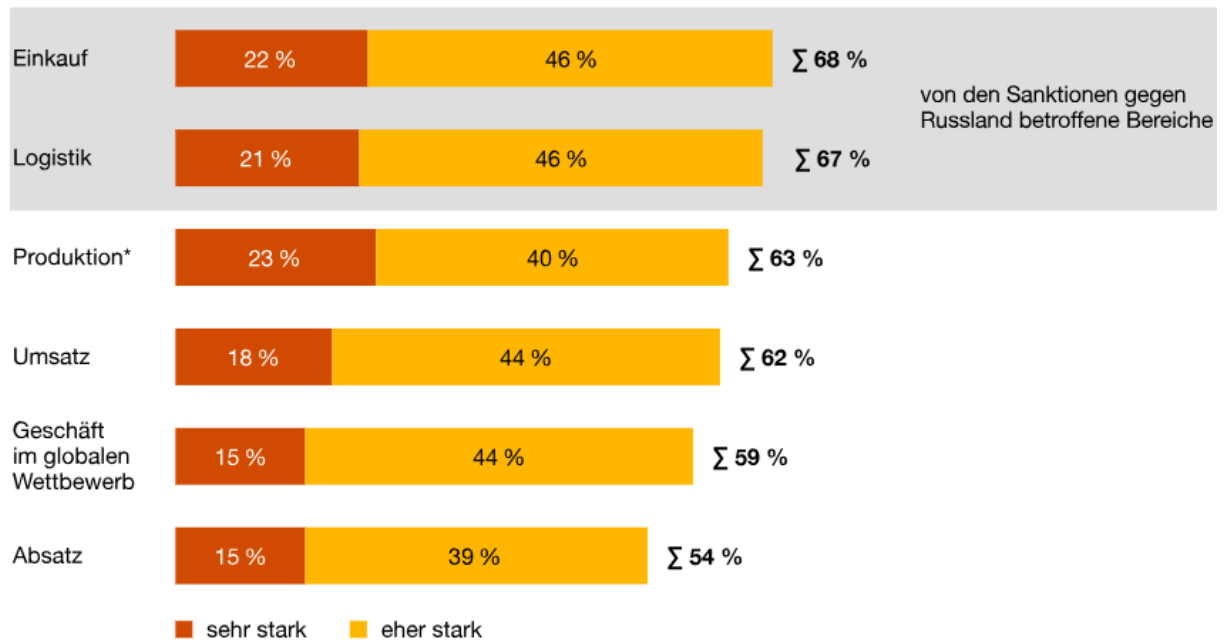
Aus dem Blickwinkel der Nachhaltigkeitsaspekte kann ebenfalls ein Zuwachs an Maßnahmen prognostiziert werden. Die künftige Ausrichtung von Fertigungsnetzwerken wird stark von nachhaltigen und kreislauforientierten Ansätzen bestimmt sein. Im Hinblick auf nachhaltige Materialien wird es zu einer verstärkten Tendenz zu biobasierten Werkstoffen kommen, welche vermehrt aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden. Somit wird sowohl der Verbrauch an begrenzten Ressourcen beschränkt, als auch der CO₂ – Fußabdruck verringert. Zusätzlich wird mittels der Auswahl von Materialien mit besserer biologischer Abbaubarkeit ein gesteigerter Beitrag zur umweltfreundlicheren Entsorgung geleistet.

Des Weiteren wird es im Rahmen der Kreislaufwirtschaft zu der vermehrten Nutzung von recycelten Materialien kommen. Vor allem die Automobilhersteller werden verstärkt auf die Verwendung von beispielsweise recyceltem Aluminium für die Fahrzeugkarosserie oder Kunststoff für die Innenverkleidung ihrer Produkte zurückgreifen. Dadurch können für die Zukunft bessere Ergebnisse in Bezug auf die produzierten Abfallmengen und den Verbrauch an Primärressourcen prognostiziert werden. Angetrieben wird dieser Zuwachs an Nachhaltigkeitsmaßnahmen unter anderem durch eine steigende Sensibilisierung für Umweltprobleme und der Knappheit an natürlichen Ressourcen.

In Bezug auf den Trend der Globalisierung haben unvorhersehbare Ereignisse der letzten Jahre die zukünftige Entwicklung und die Haltung vieler betroffener Unternehmen in Deutschland beeinflusst. Eine gewisse Neigung weg von der Globalisierung hin zur Lokalisierung ist für den zukünftigen Verlauf von Fertigungssystemen zu erwarten. Die Ereignisse die diesen Wandel zu verantworten haben sind mit unter anderem der Ukraine-Krieg und die COVID-19 Pandemie, welche jeweils in gestörten Lieferketten und Produktionsunterbrechungen resultierten.

Laut einer Studie im Sommer 2022, bei der 400 Führungskräfte aus Industrieunternehmen in Deutschland aus den Bereichen Automobil, Energie, Logistik und ähnliche befragt wurden, hatten diese Ereignisse erhebliche Auswirkungen auf Lieferketten, was zu Materialknappheit, steigenden Kosten für Rohstoffe und Energie sowie eingeschränkten Logistikkapazitäten führten. 80 Prozent der Führungskräfte empfinden die Auswirkungen als stark, besonders in der Automobilindustrie, wo 84 Prozent betroffen sind. Trotzdem können 86 Prozent der Unternehmen ihre Lieferketten anpassen, und zwei Drittel schaffen dies sogar innerhalb von zwölf Monaten. (vgl. PwC, 2022)

Die Hypothese, dass deutsche Automobilunternehmen zukünftig mehr Wert auf lokalisierte Produktionsnetzwerke legen werden, um somit sowohl die Abhängigkeit von globalen Lieferketten, als auch das Risiko von Materialknappheiten zu minimieren, wird zum einen von dieser Studie unterstützt. Zum anderen wird die Behauptung auch dadurch bestätigt, dass bestimmte Unternehmensbereiche am meisten von den Sanktionen gegen Russland betroffen sind. Die nachfolgende Abbildung beinhaltet eine Umfrage über die Frage, welche Unternehmensbereiche wie stark beeinflusst wurden (siehe Abb. 13).



* nur Industrial Manufacturing und Automotive (N = 200)

Abbildung 13: Einfluss der Russland Sanktionen auf Unternehmen (PwC, 2022)

Die in erster Linie betroffenen Bereiche sind der Einkauf mit 68 Prozent und die Logistik mit 67 Prozent. Den negativen Auswirkungen des Krieges auf diese beiden Unternehmensfelder können durch Lokalisierungsmaßnahmen, wie unter anderem durch ortsnahe Lieferketten, gegen gewirkt werden. Insgesamt können die Betriebe mittels Lokalisierung widerstandfähiger gegenüber globalen Unsicherheiten sein und weniger im Einfluss von unvorhersehbaren Ereignissen stehen, wie Kriegen und Pandemien, die in den letzten vergangenen Jahren ziemlich Aufsehen erregt haben.

5. Fazit

Das letzte und somit auch das abschließende Kapitel umfasst ein Fazit über die Arbeit. Zunächst werden die grundlegenden Ergebnisse zusammengetragen, die im Rahmen dieser Forschung ermittelt wurden. Im darauffolgenden wird die Forschungsfrage beantwortet und anschließend der weitere Forschungsbedarf erklärt.

5.1 Zusammenfassung wichtigster Ergebnisse

Die Arbeit verfolgte das Ziel, eine umfangreiche Wissensbasis über den aktuellen Stand der Trends von Produktionsnetzwerken zu schaffen, durch dessen Fundament in den weiteren Teilen die damit verbundenen Herausforderungen und Auswirkungen sowie potentielle Szenarien für die Zukunft hergeleitet werden können.

In erster Linie wurden hierfür die theoretischen Grundlagen definiert, aus dem die Globalisierung, die Digitalisierung und die Nachhaltigkeit als aktuelle Trends für Produktionsnetzwerke hervorgegangen sind. Der Fokus der Arbeit lag ebenfalls auf diesen Trends. Die Globalisierung zusammen mit der Digitalisierung gehen aus der Ursache hervor, dass Unternehmen, vor allem deutsche Automobilhersteller, ihre Wettbewerbsfähigkeit aufrechterhalten wollen. Dies wird unter anderem durch die Einbindung von kostengünstigeren Betriebsstandorten, beispielsweise in Niedriglohnländern, und durch die Implementierung moderner Technologien, wie kollaborativen Robotern, zur Prozessoptimierung, erzielt. Vergleichsweise entspringen die Aspekte der Nachhaltigkeit größtenteils aus der steigenden Sensibilisierung für Umweltprobleme und der Knappheit an natürlichen Ressourcen. Im Zuge dessen werden hauptsächlich Maßnahmen erhoben, um den eigenen unternehmerischen CO₂-Fußabdruck zu minimieren, durch beispielsweise der Förderung der Kreislaufwirtschaft und der Gestaltung von nachhaltigeren Lieferketten.

Um für diese Punkte einen Praxisbezug herzustellen, wurden Fallstudien von Automobilherstellern aus Deutschland herangezogen. Um Beispiele für Digitalisierungsprozesse zu nennen, wurden einige Projekte der BMW AG in den Fokus gerückt. Dies spiegelte Konzepte wie Innovative Automatisierung, bei dem die Kooperation von Mensch und Maschine ein Schlüsselbegriff ist, und Smart Logistics, wo der Gütertransport durch autonome Routenzüge beschrieben werden, wider.

Um zu verdeutlichen, wie Unternehmen die Globalisierung wahrnehmen, wurde eine weitere Fallstudie, diesmal von der Audi AG, herangezogen. Genauer analysiert wurde hierbei die Ausdehnung des Konzerns auf Mexiko. Getrieben durch Motive wie die Nähe zum US-Absatzmarkt, einer kostengünstigeren Produktion und strategischen Exportvorteilen, konnte das jüngste Werk des Unternehmens im Jahr 2022 eine Produktionszahl von knapp 178.000 Einheiten vermerken.

Für die praxisnahe Orientierung bezogen auf Nachhaltigkeitsmaßnahmen sorgte eine Fallstudie der Mercedes-Benz Group. Der Hersteller strebt bis 2039 eine komplett CO₂-neutrale Neuwagenflotte an. Um diesen und weiteren Umweltzielen gerecht zu werden, findet Mercedes die Lösung unter anderem in der „Bereinigung“ der genutzten Stähle. Laut einer Berechnung hat Stahl 20 Prozent der CO₂-Emissionen bei der Herstellung eines Elektrofahrzeuges zu verantworten. Um dem entgegen zusteuern, werden für die Primärstahlerzeugung, als Alternative zur herkömmlichen Hochofenroute, Elektrolichtbogenöfen mit Direktreduktions- und Elektrostahlverfahren eingesetzt. Kombiniert mit dem Einsatz von grünem Wasserstoff und erneuerbaren Energien statt Erdgas für diese Öfen, wird nahezu CO₂-frei Stahl produziert.

Um anschließend die Herausforderungen durch die Implementierung neuer Produktionsnetzwerke ableiten zu können, dienten die Fallstudien als Fundament. Es wurde herausgearbeitet, dass aus technischer Sicht Schwierigkeiten unter anderem bei der Einführung dieser Technologien aufkommen können. Da Großunternehmen meistens über traditionell verankerte Produktionsmethoden verfügen, ist für das Implementieren von neuen Methoden eine detailliert geplante Umstrukturierung vorausgesetzt. Aus der organisatorischen Perspektive ging hervor, dass die Abneigung der Mitarbeiter vor Erneuerungen und somit vor Unbekanntem eine Herausforderung darstellt. Um effizient mit dieser Situation umzugehen, müssen Unternehmen Changemanagement betreiben, um mittels klarer Transparenz über Veränderungen die aufkommenden Widerstände zu beseitigen und eine veränderungsfreundliche Umgebung zu schaffen.

Abgesehen von den Herausforderungen hat die Erweiterung von Fertigungsnetzwerken auch Auswirkungen auf die Wirtschaft und Gesellschaft. Zu den bedeutendsten ökonomischen Effekten zählt die Steigerung der Kosteneffizienz für einzelne Unternehmen. Durch den Bezug moderner Technologien, wie beispielsweise fortschrittlicher Robotik, wird der Automatisierungsgrad erhöht und dadurch eine

Verkürzung der Produktionszeiten, eine effizientere Ressourcennutzung und die Minimierung von Fehlern in der Herstellung erzielt. Zeitgleich entstehen hierdurch auch soziale Effekte. So sind unter anderem die Arbeitsplätze Veränderungen ausgesetzt, was zwangsläufig zu einem Wandel der Berufe führt. Da menschliche Tätigkeiten zunehmend durch Maschinen ersetzt oder unterstützt werden, gewinnen Berufe wie hochqualifizierte Techniker oder Ingenieure zukünftig mehr an Bedeutung. Weiterhin liegt ein entscheidender umweltlicher Aspekt darin, dass intelligente Steuerungssysteme für den Betrieb der Produktionsstätten und der Einsatz von erneuerbaren Energien steigend wichtiger werden.

Abschließend wurden in der Arbeit potentielle Zukunftsausblicke über Produktionssysteme gegeben. In Bezug auf Nachhaltigkeit und Digitalisierung werden Vertiefungen und kontinuierliche Verbesserungen der aktuellen Gegebenheiten und Entwicklungen erwartet. Hinblickend auf den Trend der Globalisierung wird aufgrund von unvorhersehbaren Ereignissen der letzten Jahre, wie die COVID-19 Pandemie und der Ukrainekrieg, ein Wandel hin zur Lokalisierung prognostiziert. Diese Haltung von Unternehmen wird erwartet, um künftig durch ähnliche Ereignisse Störungen in den Lieferketten und Produktionsunterbrechungen zu vermeiden.

5.2 Beantwortung der Forschungsfrage

Die Beantwortung der Forschungsfrage spiegelt sich im Aufbau der Arbeit wider. Aus den einzelnen Kapiteln gehen die detaillierten Antworten auf diese Fragestellung hervor. Dennoch wird in diesem Teil eine kurze Stellung genommen und konkret die Frage beantwortet.

Die anfangs definierte und für die Arbeit als Leitfaden dienende Forschungsfrage wurde wie folgt aufgestellt:

„Inwiefern wurden in den letzten Jahren die Struktur und die Effizienz von internationalen Produktionsnetzwerken durch die aktuellen Trends der Globalisierung, Digitalisierung und Nachhaltigkeitsbestrebungen aus Sicht der deutschen Automobilindustrie beeinflusst, welche beiläufigen Auswirkungen brachten diese mit sich und welche weiteren zukünftigen Entwicklungen in Bezug auf diese Netzwerke sind zu erwarten?“

In den letzten Jahren wurde die Struktur und Effizienz der internationalen Produktionsnetzwerke in der deutschen Automobilindustrie durch eine Reihe von Faktoren beeinflusst. Die Globalisierung führte dazu, dass Unternehmen zunehmend auf global verteilte Betriebsstandorte setzen, um Kosten zu optimieren und näher an angezielten Absatzmärkten zu sein. Die Digitalisierung hat im Zuge der Industrie 4.0 die Produktionsprozesse revolutioniert, indem sie intelligente Fertigungstechnologien, Datenanalyse und Automatisierung integriert hat. Dies führte zu erhöhter Kosteneffizienz und Flexibilität in den Produktionsnetzwerken. Gleichzeitig haben die Bestrebungen nach Nachhaltigkeit dazu geführt, dass Unternehmen vermehrt umweltfreundlichere Strategien entwickeln.

Bezüglich der beiläufigen Auswirkungen haben diese Veränderungen auch Effekte auf die Wirtschaft und Gesellschaft mit sich gebracht. Die Automobilindustrie in Deutschland hat von der Globalisierung profitiert, wurde jedoch auch mit neuen Herausforderungen konfrontiert, insbesondere im Hinblick auf die Anpassung an unterschiedliche Marktbedingungen. Die Digitalisierung hat Arbeitsplatzanforderungen verändert und neue Fähigkeiten erforderlich gemacht. Gleichzeitig haben Nachhaltigkeitsbemühungen für einen positiven Unternehmensruf beigetragen, aber auch zusätzliche Investitionen erfordert.

Für die Zukunft wird erwartet, dass die Produktionsnetzwerke weiterhin durch fortschreitende Digitalisierung und verstärkte Nachhaltigkeitsbemühungen beeinflusst werden. Eine Vertiefung und kontinuierliche Verbesserung in diesen Aspekten sind denkbar. Im Rahmen der Globalisierung wird jedoch eine Neigung zur Lokalisierung prognostiziert. Dieser Wandel lässt sich aus den Folgen der COVID-19 Pandemie und des Ukrainekrieges ableiten, wobei beide Ereignisse jeweils zu Störungen in den Lieferketten und zu Produktionsunterbrechungen führten.

Somit ist die Forschungsfrage dieser Arbeit konkret beantwortet.

5.3 Ausblick und weiterer Forschungsbedarf

Aufgrund von zeitlichem Engpass im Rahmen dieser Bachelorarbeit, beschränkte sich die Forschung auf deutsche Automobilhersteller. Für eine umfangreichere Beurteilung der Auswirkungen, Herausforderungen und zukünftigen Entwicklungen der Automobilindustrie, in Bezug auf die Trends der Produktionsnetzwerke, wäre eine Analyse auf internationale Ebene geboten. Hierfür könnten beispielsweise Hersteller außerhalb des europäischen Raumes, wie Tesla, Toyota und weitere, eingebunden werden.

Unter der Voraussetzung von höherer zeitlicher Kapazität, wird für die weitere Forschung und dem Erzielen von präziseren Ergebnissen die Erstellung eines makroökonomischen Modells ebenfalls empfohlen. Durch eine solche Modellierung von Wechselwirkungen innerhalb globaler Volkswirtschaften könnten dann Entscheidungsträger dabei unterstützt werden, entsprechende wirtschaftliche Strategien zu entwickeln und Risiken frühzeitig zu identifizieren.

6. Literaturverzeichnis

- (Audi, 2023, a) AUDI, 2023. *Produktionsstandorte Audi Konzern* [online]. Ingolstadt: Audi Mediacenter, 19.05.2023 [Zugriff am: 22.12.2023]. Verfügbar unter: <https://www.audi-mediacycenter.com/de/standorte-194>
- (Audi, 2023, b) AUDI, 2023. *Standort im Porträt* [online]. Ingolstadt: Audi Mediacenter, 16.03.2023 [Zugriff am: 22.12.2023]. Verfügbar unter: <https://www.audi-mediacycenter.com/de/audi-am-standort-san-jose-chiapa-2935/standort-im-portraet-14544>
- (Bendel, 2021, a) BENDEL, Oliver, 2021. Digitalisierung. In: *Gabler Wirtschaftslexikon* [online]. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 13.07.2021, 14:25 [Zugriff am: 16.12.2023]. Verfügbar unter: <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/digitalisierung-54195/version-384620>
- (Bendel, 2021, b) BENDEL, Oliver, 2021. Industrie 4.0. In: *Gabler Wirtschaftslexikon* [online]. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 13.07.2021, 12:57 [Zugriff am: 16.12.2023]. Verfügbar unter: <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/industrie-40-54032/version-384598>
- (Bengler, 2016) BENGLER, Klaus und Martin SCHMAUDER, 2016 Digitalisierung, *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft* [online]. **70**, 75-76 [Zugriff am: 16.12.2023]. Electronic ISSN 2366-4681. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/s41449-016-0021-z>
- (BKA, 2023) BUNDESKRIMINALAMT, 2023. Polizeilich erfasste Fälle von Cyberkriminalität in Deutschland von 2007 bis 2022. In: *Statista* [online]. Hamburg: Statista GmbH [Zugriff am: 24.12.2023]. Verfügbar unter: <https://de-statista-com.thi.idm.oclc.org/statistik/daten/studie/295265/umfrage/>
-

- [polizeilich-erfasste-faelle-von-cyberkriminalitaet-im-engeren-sinne-in-deutschland/](#)
- (BMW Group, 2018) BMW GROUP, 2018. *Industrie 4.0* [online]. *Digitalisierung in der Produktion*. München: BMW Group [Zugriff am: 21.12.2023]. Verfügbar unter: <https://www.bmwgroup.com/de/innovation/unternehmen/industrie-4-0.html#>
- (Brokamp, 2023) BROKAMP, Hans-Bernd, Lars ESSERS und Cathleen GUTGLÜCK, © 2023. *Verantwortung als Chance: das Transformations-thema Sustainability* [online]. München: Deloitte GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft [Zugriff am: 19.12.2023]. Verfügbar unter: <https://www2.deloitte.com/de/de/pages/risk/articles/sustainability-transformation.html>
- (Capgemini, 2020) CAPGEMINI, 2020. Welche dieser Nachhaltigkeitsinitiativen hat Ihr Automobilunternehmen bereits umgesetzt? In: *Statista* [online]. Hamburg: Statista GmbH [Zugriff am: 19.12.2023]. Verfügbar unter: <https://de-statista-com.thi.idm.oclc.org/statistik/daten/studie/1173148/umfrage/umfrage-zur-umsetzung-von-nachhaltigkeitsinitiativen-bei-automobilunternehmen/>
- (Edling, 2022) EDLING, Herbert, 2022. *Globalisierung: Internationale Rahmenbedingungen für unternehmerisches Handeln*. 1. Auflage. Stuttgart: Kohlhammer. ISBN 978-3-17-040554-7
- (Gauck, 2016) GAUCK, Joachim, 2016. Rede von Bundespräsident Dr. h. c. Joachim Gauck: „Gelebte Demokratie in den Kommunen“. In: *Bundesregierung* [online]. 23.05.2016 [Zugriff am: 03.12.2023]. Verfügbar unter: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/service/bulletin/rede-von-bundespraesident-dr-h-c-joachim-gauck-803802>
-

- (Gruetzmacher, 2021) GRUETZMACHER, Sven, 2021. *BMW (Schweiz) AG setzt auf nachhaltige Logistik* [online]. München: BMW AG, 02.11.2021 [Zugriff am: 21.01.2024]. Verfügbar unter: [https://www.press.bmwgroup.com/switzerland/article/detail/T0354312DE/bmw-schweiz-ag-setzt-auf-nachhaltige-logistik?language=de#:~:text=Die%20BMW%20\(Schweiz\)%20AG%20verst%C3%A4rkt,L%C3%B6sung%20beim%20Transport%20seiner%20Fahrzeuge.](https://www.press.bmwgroup.com/switzerland/article/detail/T0354312DE/bmw-schweiz-ag-setzt-auf-nachhaltige-logistik?language=de#:~:text=Die%20BMW%20(Schweiz)%20AG%20verst%C3%A4rkt,L%C3%B6sung%20beim%20Transport%20seiner%20Fahrzeuge.)
- (Haas, 2018) HAAS, Hans-Dieter, Simon-Martin NEUMAIR und Dieter SCHLESINGER, 2018. Kreatives Milieu. In: *Gabler Wirtschaftslexikon* [online]. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 19.02.2018, 16:05 [Zugriff am: 09.12.2023]. Verfügbar unter: <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/kreatives-milieu-39045/version-262464>
- (Industr., 2023) INDUSTR., 2023. *Interkonnektivität als Wachstumstreiber für Industrierobotik* [online]. München: publish-industry Verlag, 02.10.2023 [Zugriff am 17.12.2023]. Verfügbar unter: <https://www.industr.com/de/interkonnektivitaet-als-wachstumstreiber-fuer-die-industrierobotik-2720108>
- (Inray, 2021) INRAY, 2021. *Der Weg von Industrie 1.0 zu Industrie 4.0* [online]. Schenefeld: inray Industriesoftware GmbH, 06.08.2021 [Zugriff am: 16.12.2023]. Verfügbar unter: <https://www.inray.de/aktuelles/der-weg-von-industrie-1-0-nach-industrie-4-0>
- (Kirchgeorg, 2018) KIRCHGEORG, Manfred, 2018. Wettbewerbsstrategie. In: *Gabler Wirtschaftslexikon* [online]. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 15.02.2018, 15:05 [Zugriff am: 12.12.2023]. Verfügbar unter: <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/wettbewerbsstrategie-50653/version-273871>
-

-
- (Lackes, 2018) LACKES, Richard und andere, 2018. Netzwerk. In: *Gabler Wirtschaftslexikon* [online]. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 19.02.2018, 16:05 [Zugriff am: 09.12.2023]. Verfügbar unter: <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/netzwerk-37928/version-261357>
- (maintenance, 2023) MAINTENANCE-DORTMUND, 2023. *Fachkräftemangel regiert weiterhin den Arbeitsmarkt* [online]. *Viele offene Stellen auch bei der Instandhaltung*. München: Easyfairs Deutschland GmbH, 18.04.2023 [Zugriff am: 25.12.2023]. Verfügbar unter: <https://www.maintenance-dortmund.de/2023/04/18/fachkraeftemangel-regiert-weiterhin-den-arbeitsmarkt-viele-offene-stellen-auch-bei-der-instandhaltung/>
- (Mercedes, 2023) MERCEDES-BENZ, 2023. *CO₂-reduzierter Stahl aus Europa* [online]. Stuttgart: Mercedes-Benz AG, 13.06.2023 [Zugriff am: 23.12.2023]. Verfügbar unter: <https://group.mercedes-benz.com/verantwortung/nachhaltigkeit/klima-umwelt/co2-reduzierter-stahl-europa.html>
- (Neumair, 2018, a) NEUMAIR, Simon-Martin, Hans-Dieter HAAS und Dieter SCHLESINGER, 2018. Industriedistrikt. In: *Gabler Wirtschaftslexikon* [online]. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 19.02.2018, 16:05 [Zugriff am: 09.12.2023]. Verfügbar unter: <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/industriedistrikt-38009/version-261436>
- (Neumair, 2018, b) NEUMAIR, Simon-Martin, Hans-Dieter HAAS und Dieter SCHLESINGER, 2018. Globale Produktionsnetzwerke. In: *Gabler Wirtschaftslexikon* [online]. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 19.02.2018, 16:05 [Zugriff am: 10.12.2023]. Verfügbar unter:
-

-
- <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/globale-produktionsnetzwerke-51568/version-274729>
- (PwC, 2022) PWC, 2022. *Folgen des Ukraine-Kriegs für die deutsche Industrie* [online]. Frankfurt am Main: PricewaterhouseCoopers GmbH [Zugriff am 24.01.2024]. Verfügbar unter: <https://www.pwc.de/de/joint-crisis-center/folgen-des-ukraine-kriegs-fuer-die-deutsche-industrie.html#:~:text=Der%20Krieg%20zerrei%C3%9Ft%20globale%20Lieferketten,sowie%20reduzierten%20und%20kostenintensiven%20Logistikkapazit%C3%A4ten>.
- (Schaal, 2018) SCHAAL, 2018. *Mexiko ist der Hidden Champion der Exportmärkte* [online]. Düsseldorf: WirtschaftsWoche, 12.04.2018 [Zugriff am: 22.12.2023]. Verfügbar unter: <https://www.wiwo.de/unternehmen/mittelstand/hannovermesse/audi-bmw-mercedes-mexiko-ist-der-hidden-champion-der-exportmaerkte/21163970.html>
- (Siepermann, 2018) SIEPERMANN, Markus und Richard LACKES, 2018. Internet der Dinge. In: *Gabler Wirtschaftslexikon* [online]. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 19.02.2018, 13:18 [Zugriff am: 16.12.2023]. Verfügbar unter: <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/internet-der-dinge-53187/version-276282>
- (Siller, 2018) SILLER, Helmut, 2018. Offshore-Bank. In: *Gabler Wirtschaftslexikon* [online]. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 19.02.2018, 16:07 [Zugriff am: 10.12.2023]. Verfügbar unter: <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/offshore-bank-53397/version-276490>
- (statist. Bundesamt, 2023) STATISTISCHES BUNDESAMT, 2023. Ausgaben für betriebliche Weiterbildung und Weiterbildungsförderung in
-

- Deutschland von 2015 bis 2021. In: *Statista* [online]. Hamburg: Statista GmbH [Zugriff am: 29.12.2023]. Verfügbar unter: <https://de-statista-com.thi.idm.oclc.org/statistik/daten/studie/1093631/umfrage/ausgaben-fuer-betriebliche-weiterbildung-und-weiterbildungsfoerderung-in-deutschland/>
- (TWI, 2023) TWI, © 2023. *Was ist Nachhaltigkeit und warum ist sie so wichtig?* [online]. Cambridge: twi-global [Zugriff am: 19.12.2023]. Verfügbar unter: <https://www.twi-global.com/locations/deutschland/was-wir-tun/haeufig-gestellte-fragen/was-ist-nachhaltigkeit-und-warum-ist-sie-so-wichtig>
- (Vincentz Network, 2019) VINCENTZ NETWORK, 2019. *Innovative Materialtechniken* [online]. Hannover: Vincentz Network GmbH & Co. KG, 20.05.2019 [Zugriff am: 18.01.2024]. Verfügbar unter: <https://www.besserlackieren.de/industrielle-lackierpraxis/automobillackierung/innovative-materialtechniken/>
- (Vogel-Heuser, 2017) VOGEL-HEUSER, Birgit, Thomas BAUERNHANSL und Michael HOMPEL, 2017. *Handbuch Industrie 4.0 Bd.4* [online]. *Allgemeine Grundlagen*. 2. Auflage. Berlin: Springer Vieweg [Zugriff am: 16.12.2023]. ISBN: 978-3-662-53254-6. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-662-53254-6>
-