

Seminararbeit im Seminar Trends der Softwaretechnik

# Vernichtet die Digitalisierung Industriearbeitsplätze?

vorgelegt von  
Anonym

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	4
1.1	Grundlagen .....	4
1.1.1	Digitalisierung.....	4
1.1.2	Die deutsche Industrie .....	4
1.2	Problemstellung.....	4
1.2.1	Die Bedeutung der Digitalisierung für die Politik.....	5
1.2.2	Die Digitalisierung der Industrieproduktion .....	5
1.2.3	Potenzielle Kritik am Stellenabbau .....	6
1.3	Ziel der Arbeit .....	6
2	Systematische Literaturrecherche .....	7
2.1	Definition relevanter Literaturquellen .....	7
2.1.1	Google Scholar.....	7
2.1.2	IEEE Xplore.....	7
2.1.3	Google .....	7
2.2	Rechercheziele.....	7
2.3	Systematisches Vorgehen.....	8
2.3.1	Führt die Digitalisierung zu einem nachweisbaren Jobverlust?.....	8
2.3.2	Schafft die Digitalisierung potenziell neue Arbeitsplätze in der Industrie?.....	8
2.3.3	Gibt es unterschiedliche Entwicklungen bei unterschiedlichen Qualifikationsniveaus? .....	9
3	Hauptteil.....	11
3.1	Vergangene Phänomene .....	11
3.1.1	Aktueller Zustand .....	11
3.1.2	Vergangener Stellenabbau.....	11
3.1.3	Vergangene Veränderung der Qualität von Industriearbeitsplätzen .....	12
3.2	Prognose für die Zukunft .....	12
3.2.1	Szenario der Qualifikationsgewinne und Handlungsfreiheiten (Positiv) .....	13
3.2.2	Szenario der Job- und Qualifikationsverluste (Negativ).....	14
3.2.3	Szenario der Polarisierung.....	15
3.2.4	Szenario der Entgrenzung .....	16

3.3	Fazit und gesellschaftliche Folgen .....	16
4	Zusammenfassung und Ausblick .....	18
4.1	Zusammenfassung.....	18
4.2	Kritische Reflektion.....	18
4.3	Ausblick.....	18
5	Anhang.....	20
5.1	Literaturverzeichnis .....	20
5.2	Literaturlisten zum Rechercheprotokoll.....	23

# 1 Einleitung

## 1.1 Grundlagen

Der Begriff Digitalisierung bietet die Grundlage für diese Arbeit. Um auf diese aufzubauen zu können, soll er im Folgenden zunächst definiert werden. Darüber hinaus wird in der Arbeit der Fokus auf die deutsche Industrie und ihre Arbeitsplätze gelegt, was ebenfalls erläutert wird. Da diese Arbeit das Thema neben einer technischen und betriebswirtschaftlichen, auch aus einer gesellschaftskritischen Position heraus betrachtet, richtet sich diese Arbeit vorrangig an Studenten der Informatik. Diese sollen dabei einerseits lernen sich kritisch mit den gesellschaftlichen Auswirkungen ihres Fachbereichs auseinanderzusetzen. Andererseits sollen sie als angehende potenzielle Führungskräfte darauf vorbereitet werden, dass Entscheidungen in der Digitalisierung immer Auswirkungen auf alle Bereiche eines Unternehmens und der Gesellschaft haben, was stets mitbedacht werden sollte.

### 1.1.1 Digitalisierung

Da der Begriff der Digitalisierung ein breites Feld umfassen kann, wird hier auf eine vorgefertigte Definition zurückgegriffen. Die Autoren Thomas Wolf und Jacqueline-Helena Strohschen formulieren es im Fachmagazin *Informatik Spektrum* aus dem Jahr 2018 wie folgt: „Wir sprechen von Digitalisierung, wenn analoge Leistungserbringung durch Leistungserbringung in einem digitalen, computerhandhabbaren Modell ganz oder teilweise ersetzt wird.“ [1]

Demnach beschreibt die Digitalisierung im Zuge der Arbeit diejenigen Vorgänge, die dazu dienen, vormals analoge Vorgänge automatisiert in einem digitalen Modell zu verarbeiten. Ein Beispiel für einen derartigen Digitalisierungsprozess wäre unter anderem eine Förderstraße in der Automobilindustrie, die etliche Verarbeitungsschritte automatisiert, welche zuvor noch händisch von Mechanikern ausgeführt wurden.

### 1.1.2 Die deutsche Industrie

Die Industrie jeden Landes weltweit wird von der Digitalisierung beeinflusst. Dies schließt sowohl Industrie- als auch Schwellen- und Entwicklungsländer mit ein. Und auch wenn renommierte Ökonomen wie Enzo Weber speziell die Auswirkungen auf Schwellenländer in den Betrachtungsfokus rücken [2], soll in dieser Arbeit der Fokus auf deutsche Industriearbeitsplätze gelegt werden. Der Grund dafür ist einerseits, dass Deutschland das Industrieland mit dem höchsten Industrieanteil an der eigenen Volkswirtschaft ist [3]. Andererseits rückt die Betrachtung damit einhergehender Verwerfungen bereits seit Längerem stärker in den Fokus der deutschen Politik und Gesellschaft (siehe bspw. [4], was durch diese Arbeit unterstützt werden soll).

## 1.2 Problemstellung

Die Möglichkeit von Stellenabbau im Zuge der Digitalisierung lässt sich aus verschiedenen Perspektiven betrachten. So ist es einerseits ein politisch relevantes Thema, da die

verschiedenen politischen Akteure innerhalb der Republik verschiedene Zielsetzungen und Vorgehensweisen diesbezüglich aufweisen. Andererseits ist auch für Unternehmen die Betrachtung dieses Themas relevant. Die Digitalisierung der Industrie schreitet immer weiter voran, was sich einerseits positiv auf die Entwicklung eines Unternehmens auswirken kann, auf der anderen Seite aber auch Risiken birgt, mit denen sich beschäftigt werden muss.

### 1.2.1 Die Bedeutung der Digitalisierung für die Politik

Nicht nur die Digitalisierung des Privatlebens der Bürger, sondern auch die Digitalisierung der Industrie ist für die politischen Parteien Deutschlands immer wichtiger. Dies umfasst neben den Parteien der aktuellen Ampelregierung auch die parlamentarischen Oppositionsparteien CDU, Linkspartei und AFD. Dies spiegelten auch die Bundestagswahlprogramme der letzten Bundestagswahl aus dem Jahr 2021 wider. Wie unterschiedlich die politischen Positionen bei diesem Thema sind, geht hier aus den unterschiedlichen Schwerpunkten der politischen Akteure hervor [5]. So spricht die regierende SPD beispielsweise davon, die bestehende deutsche Industrie hinsichtlich der Digitalisierung zu fördern [6], wohingegen die ebenfalls mitregierenden Bündnis 90/Die Grünen verstärkt den Aufbau neuer digitalisierter Industrien in ihrem Programm erwähnen [7]. Aus den unterschiedlichen Positionen der einzelnen politischen Gruppierungen zur Digitalisierung der Industrie [5] geht hervor, wie unterschiedlich die einzelnen Positionen zu diesem Prozess sind. Da Parteien auch die politischen Interessen der Bevölkerung repräsentieren, lässt sich daraus schließen, dass auch innerhalb der Bevölkerung unterschiedliche Standpunkte dazu vorhanden sind, weshalb es für den politischen Diskurs wichtig ist, sich auch mit potenziellen Verwerfungen am Arbeitsmarkt als Folge der Digitalisierung zu beschäftigen.

### 1.2.2 Die Digitalisierung der Industrieproduktion

Für Industrieunternehmen wird die Digitalisierung ein immer wichtiger Erfolgsfaktor. So ergab eine Studie der Felton-Group aus dem Jahr 2018 im Vergleich zu den vorherigen gleichartig durchgeföhrten Studien, dass die Attraktivität der Digitalisierung von Produktionen stetig zunimmt, wohingegen Hindernisse und Probleme abnehmen. [8]

Auch die Finanzierung derartiger Modernisierungen und Umstellungen wurde mit der Zeit immer einfacher, häufiger genutzt und auch stark ausgeweitet. So weist beispielsweise die bedeutende KfW-Bank ausweislich ihres Digitalisierungsberichtes für das Jahr 2021 als Folge der Coronapandemie einen starken Anstieg der Digitalisierungsvorhaben innerhalb mittelständiger Unternehmen aus der Wirtschaft und der Industrie aus [9].

Aufgrund dieses steigenden Interesses und auch der steigenden Umsetzung von Digitalisierungsvorhaben wird auch für die teilnehmenden Industrieunternehmen eine kritische Auseinandersetzung mit der Frage nach der Umstrukturierung ihres Personalbestandes in Zukunft bedeutender.

### 1.2.3 Potenzielle Kritik am Stellenabbau

Der Stellenabbau aufgrund von Modernisierung und Digitalisierung hat nicht nur vorteilhafte Effekte für Unternehmen. So kann Unternehmen auch öffentliche Kritik und damit ein Abwandern von Kunden drohen, wenn sie aus Sicht der Gesellschaft unmoralisches Verhalten aufweisen. So weist beispielsweise das vom Verlag J.B. Metzler herausgegebene Handbuch Wirtschaftsethik darauf hin, dass Stellenabbau im Allgemeinen als unmoralisch empfunden wird und sich dies sogar verstärkt, sofern das besagte Unternehmen im gleichen Zeitraum wächst, investiert oder auch Gewinne einfährt [10]. Um sich dem Risiko negativer Kritiken aufgrund von Stellenwegfall nicht leichtfertig auszusetzen, lohnt es sich für Unternehmen demnach, sich mit den sozialen Folgen ihrer Digitalisierung auseinanderzusetzen.

## 1.3 Ziel der Arbeit

Das Ziel dieser Arbeit ist es, dass (angehende) Softwareentwickler dabei unterstützt werden sich kritisch mit gesellschaftlichen Folgen für Arbeitsplätze. Durch die von ihnen mitgetragene Digitalisierung auseinanderzusetzen. Prominente Fälle der jüngsten Geschichte, wie beispielsweise der Konflikt vom US-Unternehmen Facebook und dem amerikanischen Senat [11], zeigen, dass die gesellschaftliche Verantwortung digitaler Wertschöpfung und ihrer Akteure immer mehr in den Vordergrund rückt. Diese gesellschaftliche Perspektive nimmt demnach einen immer stärkeren Einfluss auf digitale Prozesse und damit die Jobs der Softwareentwickler.

Um dieses Ziel zu erreichen, wird sich in der Arbeit mit folgenden Leitfragen auseinandergesetzt:

1. Führt die Digitalisierung zu einem nachweisbaren Jobverlust? Sollte kein signifikanter Jobverlust auftreten, würden nur geringfügige negative Auswirkungen der Digitalisierung bestehen.
2. Schafft die Digitalisierung potenziell neue Arbeitsplätze in der Industrie? Es besteht die Möglichkeit, dass die Digitalisierung in der Industrie mehr Arbeitsplätze schafft als beseitigt, was die Digitalisierung in ein positiveres Licht rücken würde.
3. Betrifft dies alle Formen von Arbeitsplätzen? In vielen gesellschaftlichen Debatten wird vor allem der spaltende Charakter der Digitalisierung diskutiert. Dies könnte auch beim Abbau von Industriearbeitsplätzen der Fall sein, was die gesellschaftliche Debatte verstärken könnte.

## 2 Systematische Literaturrecherche

Bei der Literaturauswahl dieser Arbeit soll systematisch vorgegangen werden. Dabei wird sich an den „Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering“ [12] von Barbara Kitchenham und Stuart Charters orientiert.

### 2.1 Definition relevanter Literaturquellen

Um die Rechercheziele zu erreichen, muss in einem ersten Schritt definiert werden, welche Datenbanken und Suchmaschinen als relevante Quellen für Informationen gewählt werden können. Dafür kommen ausschließlich Onlinedatenbanken zum Einsatz, da eine analoge Suche in beispielsweise Bibliotheken zu ineffizient wäre. Im Folgenden wird erläutert welche Suchmaschinen und Datenbanken genutzt wurden und auch weshalb sie sich als Quelle für Literatur eignen.

#### 2.1.1 Google Scholar

Google Scholar ist eine Suchmaschine, die sich auf die Suche von wissenschaftlicher Literatur spezialisiert hat. Als größte akademische Suchmaschine der Welt bietet sie den größten Umfang an wissenschaftliche Veröffentlichungen weltweit. Neben des breiten Quellenangebots von Google Scholar bietet die Suchmaschine auch die Möglichkeit Ergebnisse vorzusortieren. So kann man Suchergebnisse beispielsweise nach Relevanz, also die Angabe wie häufig die jeweilige Quelle zitiert wurde, sortieren.

#### 2.1.2 IEEE Xplore

IEEE Xplore ist eine große Datenbank, die einen Webzugriff auf über 5 Millionen Dokumente aus den Themenbereichen Informatik, Elektrotechnik. Sie enthält Texte, die aufgrund regelmäßiger Überprüfung externer Experten ein hohes Maß an Qualität besitzen. Aufgrund der thematischen Nähe dieser Arbeit zur Informatik und des Qualitätsanspruches des IEEEs eignet sich auch diese Datenbank als Literaturquelle für diese Arbeit.

#### 2.1.3 Google

Google ist weniger präzise als die anderen genannten Suchmaschinen und umfasst eine viel größere Menge an unbrauchbaren Inhalten. Allerdings ist es hierüber möglich sich einen groben Überblick über ein Thema und deren Umfang zu verschaffen. Auch nicht wissenschaftliche Quellen wie beispielsweise Parteiprogramme lassen sich über Google leicht finden und beziehen, weshalb auch diese Suchmaschine in Teilen für die Arbeit verwendet werden kann.

### 2.2 Rechercheziele

Die Arbeit und auch die damit verbundene Literaturrecherche unterliegen zwei zentralen Forschungsfragen. Als Grundlage für diese Forschungsfragen dienen die in Abschnitt 1.3 festgelegten Leitfragen:

1. Führt die Digitalisierung zu einem nachweisbaren Jobverlust?

2. Schafft die Digitalisierung potenziell neue Arbeitsplätze in der Industrie?
3. Lassen sich die etwaigen Phänomene bei allen Qualifikationsniveaus im gleichen Maße identifizieren?

### 2.3 Systematisches Vorgehen

Die zuvor definierten Rechercheziele dienen nun als Ausgangspunkt für die Literaturrecherche. Im Folgenden wird das Vorgehen beschrieben, nachdem die Quellen für die einzelnen Ziele gesucht wurden. Zu jedem Rechercheziel wurden dabei zu Beginn formale Kriterien festgelegt, denen die Quellen genügen müssen, um in Betracht zu kommen.

#### 2.3.1 Führt die Digitalisierung zu einem nachweisbaren Jobverlust?

##### **Kriterien:**

Für dieses Rechercheziel wurden zwei wichtige Kriterien definiert. Einerseits ist es erforderlich, dass alle Quellen mit Zahlen hinterlegt sind, da ohne diese keine Veränderungstendenz abgebildet werden kann. Andererseits sollten die gewählten Quellen auch möglichst neutral geschrieben sein, da es hierbei um ein sehr aufgeladenes Thema handelt, was dementsprechend auch etwaige Prognosen zu Jobverlusten beeinflussen kann.

##### **Relevante Suchbegriffe:**

Es empfehlen sich Suchbegriffe wie Digitalisierung und Jobabbau, Digitalisierung und Industriearbeit oder soziale Folgen der Automatisierung. Der Fokus sollte darauf liegen, Quellen mit Bezug auf Veränderungen in Beschäftigungszahlen, die im Zusammenhang mit Digitalisierung stehen, zu wählen.

Es fanden folgende Begriffe in unterschiedlicher Form Anwendung: Digitalisierung der Industrie, Digitalisierung und Jobabbau, Folgen Automatisierung, Arbeit Industrie 4.0, Industriearbeitsplätze, Industrie 4.0, Zukunftsangst Industrie.

##### **Protokoll und Bewertung:**

Am 07.10, 08.10 und 09.10 wurde mit den oben genannten Suchbegriffen gesucht. Dabei wurde der Fokus auf die Arbeiten gelegt, die etwaige Veränderungen nicht bewerten, sondern wertfrei Zahlen liefern. Beispiele für die hierbei identifizierten Quellen wären der KfW-Digitalisierungsbericht [9] oder auch eine Arbeitsmarktstudie des Ifo Instituts [13]. Unter Hinzunahme der zuvor beschriebenen Kriterien wurde die Ergebnismenge auf das im Anhang der Arbeit befindliche Portfolio verdichtet.

#### 2.3.2 Schafft die Digitalisierung potenziell neue Arbeitsplätze in der Industrie?

##### **Kriterien:**

Die an dieses Rechercheziel angelegten Kriterien ähneln sehr stark denen zu der Frage nach nachweisbarem Abbau von Arbeitsplätzen. Auch hier ist es wichtig, dass alle verwendeten Quellen auf ein ausgeprägtes Zahlenwerk zurückgreifen, um verlässliche Aussagen treffen zu

können. Auch muss hier wieder darauf geachtet werden, dass keine politische oder gesellschaftliche Strömung bei der Quellenauswahl überwiegt, um eine wertfreie Grundlage daraus bilden zu können.

#### **Relevante Suchbegriffe:**

Im Gegensatz zur Frage des Jobabbaus sollten sich Suchbegriffe für dieses Rechercheziel daran orientieren, dass sie Bezug zu den Begriffen Digitalisierung, Chancen oder auch Industrie 4.0 haben.

Folgende Suchbegriffe fanden auf verschiedene Art und Weise bei der Recherche zu diesem Zielkriterium Anwendung: Chancen Industrie 4.0, Veränderung durch Digitalisierung, Industriearbeitsplätze 4.0, Arbeitswelt 4.0, Chancen Akademiker Industrie 4.0.

#### **Protokoll und Bewertung:**

Die Recherche für dieses Rechercheziel fand am 09.10 und 10.10 statt. Dabei wurden alle zuvor genannten Suchbegriffe in verschiedenen Formen und Kombinationen verwendet. Viele der sich hier ergebenden Suchergebnisse ähnelten denen aus 2.3.1. Nicht wenige Quellen verwiesen sowohl auf die Chancen als auch auf die Risiken für Industriearbeitsplätze. Allgemein lässt sich festhalten, dass vor allem arbeitgebernahe Quellen deutlich mehr Chancen als Risiken für die Entwicklung von Industriearbeitsplätzen sehen. Aus den Ergebnissen und den zuvor aufgestellten Suchkriterien ergab sich auch hier die im Anhang befindliche Ergebnismenge an Quellen.

### 2.3.3 Gibt es unterschiedliche Entwicklungen bei unterschiedlichen Qualifikationsniveaus?

#### **Kriterien:**

Die hier gewählten Quellen sollten ohne ethische Wertung und auf der Grundlage von Zahlen ihre Prognosen stellen. Da es sich hierbei um Erwartungen und Prognosen handelt, sollten die Quellen auch kein reines schwarz-weiß Denken aufzeigen, sondern vielmehr verschiedene Szenarien aufstellen. Ebenfalls sollten sie möglichst aktuell sein und demnach nicht älter als 10 Jahre alt sein, um aktuelle Digitalisierungstendenzen in ihre Bewertung mit einbeziehen zu können.

#### **Relevante Suchbegriffe:**

Für eine Quellsuche sollten Begriffe genutzt werden, die verschiedene Szenarien adressieren. Auch Begriffe auch den Bereichen Bildung, Qualifikation oder Gesellschaft können hierbei Anwendung finden.

So wurden die folgenden Begriffe in verschiedenen Formen angewandt: Industrie 4.0 Bildung, Qualifikation Digitalisierung, Digitalisierung Gesellschaft, Qualifikation Industrie, Jobwandel Industrie 4.0, Arbeitsmarktstruktur Industrie 4.0.

#### **Protokoll und Bewertung:**

Diese Recherchefrage wurde im Zeitraum vom 07.10 bis zum 11.10 durchgeführt. Nicht selten wurden hier Meinungsartikel oder Kommentare gefunden, die jedoch den Kriterien nicht entsprachen. Am ausgewogensten waren hierbei wissenschaftliche Bücher und Artikel, die ohne einen klaren Auftraggeber von Arbeitnehmer- oder Arbeitgeberseiten ihre Werke verfasst haben. Ein Beispiel wäre hierbei das Buch “Digitalisierung industrieller Arbeit” [14]. Da hier sehr viele Rechercheergebnisse nicht den definierten Kriterien entsprachen, musste hier am meisten gefiltert werden, sodass die große Menge an ursprünglichen Suchergebnissen auf eine geringere Ergebnismenge im Anhang verdichtete.

### 3 Hauptteil

Innerhalb dieses Kapitels soll sich der Hauptfrage der Arbeit, ob die Digitalisierung Industriearbeitsplätze innerhalb von Deutschland vernichtet, gewidmet werden. Dazu wird zunächst erarbeitet, welchen Einfluss die Digitalisierung in der Vergangenheit auf Industriearbeitsplätze hatte. Dies dient als Basis dafür, dass sich im daran anschließenden Unterkapitel mit Prognosen für zukünftige Veränderungen der Industriearbeitsplätze auseinandergesetzt werden kann. Zu guter Letzt soll sich mit den gesellschaftlichen Folgen auseinandergesetzt werden, die sowohl die vergangenen als auch potenzielle zukünftige Veränderungen auf Industriearbeitsplätze haben.

#### 3.1 Vergangene Phänomene

##### 3.1.1 Aktueller Zustand

Um sich der Frage des drohenden Jobverlustes anzunehmen, muss zunächst erarbeitet werden, was der aktuelle Stand bei deutschen Industriearbeitsplätzen ist. Die deutsche Industrie beschäftigt zum Zeitpunkt der letzten gesamtheitlichen Erhebung im Jahr 2021 10.702.000 Arbeitnehmer. Dies bezieht neben dem produzierenden Gewerbe auch das Baugewerbe mit ein. Wenn man die Beschäftigtenzahl auf das produzierende Gewerbe und die damit verbundene industrielle Kernleistung reduziert, ergibt sich trotz dessen noch eine Beschäftigtenzahl von 8.081.000 Arbeitnehmern, die im Jahr 2021 in der deutschen Industrie beschäftigt waren. [3]

##### 3.1.2 Vergangener Stellenabbau

Nun soll sich der Frage nach etwaigen Abbauten von Arbeitsplätzen genähert werden. Das IFO-Institut hat zur Klärung dieser Frage von Oktober 2017 bis September 2018 eine umfassende Studie durchgeführt, in der Daten von den Jahren 1999 bis 2016 ausgewertet wurden. Neben einer Analyse vergangener Entwicklungen wurde hier auch versucht, Prognosen für die Zukunft zu erstellen.

Allein zwischen den Jahren 1994 und 2014 führt die Studie 275.000 verlorene Arbeitsplätze innerhalb der Industrieproduktion auf die Digitalisierung und Automatisierung zurück. Dies entspricht fast einem Viertel (23%) der in diesem Zeitraum verloren gegangenen Industriearbeitsplätze, inklusiver aller Verwerfungen wie der Dotcom-Blase oder auch der Weltfinanzkrise. Dieser Verlust an Industriearbeitsplätzen ist aber nicht maßgeblich auf die Entlassungen bestehender Mitarbeiter zurückzuführen. Vielmehr wurden in den Bereichen, in denen aufgrund von Digitalisierung Jobs verloren gegangen sind, die Neueinstellungen zurückgefahren, sodass diese vielmehr kontinuierlich abgebaut anstatt hart wegrationiert wurden. [13]

Neben den Arbeitsplätzen innerhalb der Produktion sind noch weitere Jobs des industriellen Sektors in dieser Zeit abgebaut worden. Demnach sind zwischen 1991 und 2020 die Jobs im gesamten industriellen Sektor in Deutschland von 13 Millionen Stellen auf bis zu 10 Millionen

gesunken, obwohl im gleichen Zeitraum die Gesamterwerbstätigkeit innerhalb Deutschlands zugenommen hat. Diese Arbeitsplatzrückgänge werden größtenteils auf Produktivitätssteigerungen und demnach auch auf Auswirkungen digitalisierter Prozesse zurückgeführt. [15]

Die beschriebenen Stellenabbauten innerhalb der Industrieproduktion führten in den Beschäftigungsstrukturen Deutschlands zu zwei Effekten. Einerseits sind in Unternehmen, innerhalb derer Jobs aus der Industrieproduktion verloren gingen die Beschäftigungen nicht immer gänzlich aus dem jeweiligen Unternehmen verschwunden. Es lässt sich eine Wanderungsbewegung innerhalb der einzelnen Unternehmen nachweisen, sodass Angestellte aus der Produktion beispielsweise in die Logistik oder Verwaltung wechselten. Zusätzlich dazu haben die Stellenabbauten innerhalb der Industrie nicht zu steigender Arbeitslosigkeit geführt. Denn zeitgleich zum Abbau von Beschäftigungsplätzen innerhalb der Industrie ließ sich in den beschriebenen Zeiträumen ein Anstieg der Beschäftigungen im Dienstleistungssektor verzeichnen. [13]

### 3.1.3 Vergangene Veränderung der Qualität von Industriearbeitsplätzen

Neben dem Abbau von Industriearbeitsplätzen haben sich auch die Arbeitsplätze in der Vergangenheit verändert, die nicht abgebaut wurden.

So wurden zwar, wie bereits beschrieben, auf die Digitalisierung und Automatisierung zurückzuführende hohe Produktivitätszuwächse erzielt, die jedoch nicht zu signifikanten Einkommenszuwächsen in weiten Teilen der Belegschaft geführt haben. So sind weite Teile der hierdurch erzielten Mehrgewinne den Investoren der entsprechenden Unternehmen oder auch den hoch qualifizierten Arbeitskräften wie Ingenieuren oder auch Softwareentwicklern zugeflossen. Die geringer oder auch nur mittelmäßig qualifizierten Angestellten, die weiterhin im industriellen Sektor tätig sind, mussten hingegen Einkommensverluste oder das Aussetzen von Gehaltssteigerungen hinnehmen. [16]

## 3.2 Prognose für die Zukunft

Es lassen sich für die vergangenen Jahre und Jahrzehnte im Nachhinein klare Auswirkungen der Digitalisierung und damit verbundener Produktivitätsveränderungen auf den deutschen Arbeitsmarkt ausmachen. Prognosen für die Auswirkungen der Digitalisierung in der Zukunft zu stellen, wird von vielen Autoren und Studien hingegen als deutlich schwieriger beschrieben. Dies liegt unter anderem daran, dass es schwer ist abzusehen, welche digitalen Innovationen in der Zukunft ihren Weg in die Industrie finden und auf welche Art sie diese beeinflussen. Auch ist es schwer abzuschätzen, welche weiteren Effekte neben der Digitalisierung noch auf die Industriearbeitsplätze einwirken und wie diese sich auf die Digitalisierung auswirken oder auch wie sich die digitale Bildung in der Arbeitnehmerschaft in der Zukunft entwickelt. Das und noch viele andere Gründe werden als Hürde dafür gesehen, hierbei genaue Prognosen zu der Auswirkung der Digitalisierung auf Industriearbeitsplätze zu treffen. [17]

Um sich einer möglichen Prognose treffsicher zu nähern, werden im Folgenden vier Zukunftsszenarien besprochen, im Rahmen derer verlässlichere Prognosen gestellt werden können.

### 3.2.1 Szenario der Qualifikationsgewinne und Handlungsfreiheiten (Positiv)

Speziell jene Experten, die das Konzept einer digitalen Industrie vorantreiben wollen, gehen davon aus, dass die Digitalisierung einen Zuwachs an Beschäftigung und auch eine Zunahme an Vergütung und Selbstbestimmung der Arbeitnehmer in der Industrie zur Folge hat. So schrieb der deutsche Physiker Henning Kagermann in einem Gastbeitrag der FAZ über seine Forschung zum digitalen Wandel der Gesellschaft, dass eine der wichtigsten Folgen für die Industrie die steigende Arbeitsplatzsicherheit und Erhöhung der Lebensqualität von Arbeitnehmern darstellen [18].

In einem positiven Szenario erwartet beispielsweise das US-amerikanische Beratungsunternehmen Boston Consulting Group für das Jahr 2025 einen auf die Digitalisierung zurückzuführenden Anstieg der Industriebeschäftigung von 390.000 Arbeitsplätzen im Vergleich zum Jahr 2015. Diese Beschäftigungsanstiege wären in dem Szenario vor allem auf den durch die Digitalisierung ansteigenden Bedarf an hochqualifizierten Fachkräften wie Ingenieuren und Softwareentwicklern zurückzuführen. Die Anstiege würden dabei vor allem in den deutschen Kernindustriebereichen der Automobilindustrie und des Maschinenbaus erwartet. [19] Auch das Bundesministerium für Arbeit und Soziales konnte in verschiedenen Modellrechnungen erarbeiten, dass die Beschäftigungszahlen im industriellen Sektor bis zum Jahr 2030 um bis zu eine Millionen Beschäftigte steigen kann. Dies setzt ausweislich der dazu durchgeföhrten Modellrechnungen voraus, dass die Digitalisierung in Deutschland in stärkerem Tempo als bisher durchgeführt wird und vor allem von Unternehmensseite stärker forciert wird. [20]

Auch die Qualität der Arbeit entwickelt sich in einem von steigenden Qualifikationszuwächsen und Handlungsfreiheiten der Arbeitnehmer definierten Szenario positiv. So gehen viele Autoren auch vonseiten des Bundesarbeitsministeriums davon aus, dass sich durch eine bessere Zugänglichkeit von Fachwissen und sich ausweitender Qualifikationsmöglichkeiten die Einkommen und auch Arbeitnehmerfreiheiten wie beispielsweise Urlaubszeiten oder Aufstiegschancen verbessern werden. [21] Die Qualifikationspotenziale werden dabei neben fachlichen Verbesserungen auch im informellen Bereich wie etwa der Kreativität oder sozialen Kompetenzen gesehen. [14]

Eine Besonderheit dieses Szenarios ist, dass entgegen der Entwicklung der vergangenen Jahre (siehe bspw. 3.1.3) die weniger bis mittelmäßig komplexen Tätigkeiten im vergleichbaren Maße an der industriellen Digitalisierung partizipieren wie die hochqualifizierten. So sollen einerseits die bestehenden Arbeitsplätze durch die Automatisierung sicherer und

gesundheitlich verträglicher gemacht werden und andererseits auch neue einfache Tätigkeiten geschaffen werden. [22]

Diese Annahmen setzen neben verschiedenen Annahmen zur positiven Auswirkung der Digitalisierung auf die Arbeitsplätze allerdings auch eine sich beschleunigende Digitalisierung voraus, damit die deutsche Industrie diese für sich nutzen kann. Um diese beschleunigte Digitalisierung zu erreichen, sind allerdings selbst einige Voraussetzungen zu erfüllen, die im Folgenden aufgelistet sind:

- Ein deutlich verstärkter Ausbau der digitalen Netze
- Öffentlich und private Förderung der digitalen Forschung und Entwicklung in der Industrie
- Eine Öffnung des Datenschutzes beispielsweise im Bereich des Einsatzes von Open-Source-Lösungen
- Vereinfachung der Informations- und Datenverarbeitung
- Eine Ausweitung der Ausbildung in IT-Berufen
- Eine Modernisierung des Arbeitsförderung im Bereich der Berufsweiterbildung, der Arbeitslosenförderung oder der Soloselbstständigen

Dieses hier beschriebene positive Szenario ist eines der beiden in der fachfremden Bevölkerung am weitesten verbreitete und stellt vor allem die Chancen der Digitalisierung in den Fokus. [14]

### 3.2.2 Szenario der Job- und Qualifikationsverluste (Negativ)

Konträr zum in 3.2.1 vorgestellten positiven Szenario stellt das andere der beiden am weitesten verbreiteten Szenarien potenziell negative Folgen der Digitalisierung in den Fokus. [23]

Viele Befürworter des negativen Szenarios erwarten eine hohe Gefahr für Substituierbarkeit der Jobs in industriellen Berufen. Das Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) prognostizierte in einem 2015 veröffentlichten Forschungsbericht, dass im Zuge der Digitalisierung weite Teile der Industriearbeitsplätze der Gefahr von Substituierbarkeit ausgesetzt sind. So kann dies knapp 76 % aller geringqualifizierten Berufe und 75 % aller Fachkräfte betreffen. Und auch bei hochqualifizierten Spezialisten und Experten wird eine Substituierbarkeit von 50 bzw. 25 % gesehen. Demnach sind laut Aussagen des IABs die geringer und mittelqualifizierten nicht akademischen Berufe zwar stärker gefährdet als die Arbeitnehmer mit akademischer Ausbildung, aber auch in deren Berufsfeldern werden große Mengen der Jobs substituierbar sein. [24]

Auch eine Forschungsgruppe der niederländischen ING-Bank sieht in Deutschland eine Gefahr für Jobabbau in allen Teilen des Qualifikationsspektrums und errechnet, dass im Mittel bis zu 59 % aller Jobs der Gefahr ausgesetzt sind, dass sie im Zuge der Digitalisierung verschwinden werden. [25]

Im Gegensatz zu der deutlich positiveren Erwartung für neu entstehende Jobs im positiven Szenario, siehe 3.2.1, ist für den Fall, dass die Digitalisierung den Arbeitsmarkt der Industrie negativ beeinflusst, nicht damit zu rechnen, dass etwaige neu entstehende Arbeitsplätze den Jobabbau kompensieren können. Speziell wenn die Effizienzsteigerungen in der Industrie durch die Digitalisierung stärker als bisher ausfallen sollten, wird das allgemeine Beschäftigungssaldo deutlich ins Negative rutschen. [26]

Diese negativen Ausblicke deuten jedoch nicht darauf hin, dass die Jobs sicher wären, wenn die deutsche Industrie in der Digitalisierung an Tempo abbauen würde. Denn die Digitalisierung wird auch in Zukunft ein wichtiger Faktor dafür sein, Produkte und Unternehmen konkurrenzfähig zu halten. Würde die Digitalisierung in der deutschen Industrie verpasst werden, dürften ausweislich vieler Studien deutlich mehr Arbeitsplätze gefährdet werden als für den Fall, dass die deutsche Industrie an der Digitalisierung partizipiert. Diese Ambivalenz wird dadurch noch weiter verstärkt, dass andere Industrienationen und deren Unternehmen verstärkt auf die Digitalisierung ihrer Industrie setzen und die deutsche Industrie damit weiter unter Druck setzen. [27]

Zusätzlich zum Abbau von Arbeitsplätzen sinkt in dem Szenario auch die Qualität der Arbeitsplätze. Dies bezieht sowohl die Vergütung von Arbeitnehmern als auch der Qualität von deren Tätigkeit und Qualifikation mit ein. [23]

### 3.2.3 Szenario der Polarisierung

Das dritte Szenario stellt eine Verbindung des positiven und des negativen Szenarios dar. Es geht von einem hohen Maß an Polarisierung in der Arbeitnehmerschaft aus, sodass die eine Arbeitnehmergruppe positiv und die andere negativ durch die Digitalisierung beeinflusst wird. Dieses Polarisierungsszenario trennt die Arbeitnehmerschaft in gering- und hochqualifizierte Beschäftigte auf. Dabei erodiert die Gruppe der mittelmäßig qualifizierten und verteilt sich auf die beiden Pole. Eine derartige Tendenz lässt sich im gesamten europäischen Arbeitsmarkt der letzten Jahrzehnte beobachten. Eine Vielzahl von Forschern spricht, was die Beschäftigungsentwicklung angeht, davon, dass eine partielle Substitution auftritt, in der ein Teil der Beschäftigten Angst um ihre Arbeitsplätze haben muss und andere mehr Chancen und Auswahl an Arbeitsplätzen erhalten. [28]

In diesem Szenario steigt vor allem die Arbeitsqualität von hochqualifizierten Arbeitern aus den Bereichen des Ingenieurswesens, der Informatik oder der Kreativarbeit. Hier wird vom Institut der deutschen Wirtschaft prognostiziert, dass vor allem in diesen Bereichen die Marktmacht der Arbeitnehmer und damit auch deren Einkommen steigen werden, da hier in der digitalisierten Industrie ein höherer Bedarf herrscht, als es selbst in einigen Jahren an Arbeitskräfteangebot gibt. [29]

Die aktuell bestehenden niedrigqualifizierten Jobs werden auch in diesem Szenario nicht gänzlich verschwinden und durch neu entstehende Jobs ergänzt, die in direktem

Zusammenhang mit digitalen Prozessen stehen. So sprechen Autoren beispielsweise davon, dass im Zusammenhang mit Roboter einfach qualifizierte Arbeitnehmer zum Füllen von Funktionslücke oder zur Absicherung eingesetzt werden dürften. [30]

### 3.2.4 Szenario der Entgrenzung

Ein vierter Szenario beschreibt die Entkopplung von räumlichen, institutionellen und zeitlichen Abhängigkeiten aufgrund von digitalen Transformationen und Möglichkeiten. Hierbei würden digitalen Vernetzungen und weitere Technologien dazu führen, dass Produktionsprozesse viel weiter aufgespalten und ausdifferenziert werden, sodass verstärkt mit unternehmensexternen Arbeitskräften gearbeitet wird. Dies soll in letzter Instanz dazu führen, Kompetenzen in festen Strukturen abzubauen, um sie extern und räumlich vom eigentlichen Unternehmen getrennt bedarfsgerecht hinzuzuführen. Dadurch würde das klassische festangestellte Arbeitsverhältnis zugunsten einer flexibleren und temporären Zusammenarbeit zwischen Unternehmen und Beschäftigten weichen. [31]

Dies ist ein Szenario, was mit Konzepten wie Freelancertum oder Crowd- und Clickworking in der IT-Branche bereits seit Jahren bekannt und verbreitet ist. In der Industrie gibt es zum gegenwärtigen Zeitpunkt aber noch kaum Daten dazu, ob sich ein derartiges Modell großflächig auf die Industrie übertragen ließe. [32]

Im Vergleich zu den vorher beschriebenen Szenarien kann hier nicht eindeutig zwischen Arbeitsplatzverlust oder Zuwachs unterschieden werden. Hier wird vielmehr davon ausgegangen, dass Beschäftigungszahlen stärker schwanken und von Unternehmensseite aus bedarfsgerecht angepasst werden. Auch in Fragen der Arbeitsqualität zeigen sich eher ambivalente Prognosen. Einerseits werden potenzielle neue Belastungen für Industrierarbeiter, wie noch stärkere Angst vor Arbeitsplatzverlust oder fehlender regulatorischer Schutz erwartet [33]. Andererseits wird aber auch die Chance auf eine sich verbessende Work-Life-Balance betont, die sich aus besseren Kommunikationsmöglichkeiten und Berufswahlfreiheiten ergeben. [34]

Für dieses Szenario, was wie eingangs beschrieben wurde, am unwahrscheinlichsten ist, lässt sich zusammenfassen, dass schwer abschätzbar ist, wie es sich entwickeln würde, wenn es einträte. Durch die Erosion von bisher bekannten Betriebsstrukturen können sowohl positive Ergebnisse für die Beschäftigten entstehen, aber auch noch mehr bisher schwer abschätzbare Risiken. Auch die Menge an prekärer Arbeit dürfte vielen Autoren zufolge steigen, was vor allem den geringqualifizierten Arbeitnehmern schaden würde.

## 3.3 Fazit und gesellschaftliche Folgen

Jedes der beschriebenen Szenarien geht davon aus, dass die höher qualifizierten Angestellten aus den Bereichen der Informatik und den Ingenieurwissenschaften im besten Fall stärker von der Industrialisierung profitieren und im schlechtesten Fall weniger stark getroffen werden als die geringer qualifizierten. Auch wenn die meisten Quellen keine sichere Aussage

darüber treffen, welches der beschriebenen Szenarien am wahrscheinlichsten ist, lässt sich aus weiten Teilen der Literatur herausarbeiten, dass die Qualifikation von Arbeitnehmern ein immer wichtigerer Faktor dafür ist, dass es nicht dazu kommt, dass die Digitalisierung bereits bestehende Ungleichheiten der Einkommen noch weiter verstärkt. [35]

Selbst die Vertreter der Prognose eines positiven Effekts der Digitalisierung für Beschäftigte in der deutschen Industrie sehen die Förderung der Bildung und konsequenter Digitalisierung innerhalb des Landes als zwingende Bedingung dafür, dass diese nicht zu großen Nachteilen für deutsche Industriearbeitsplätze wird (siehe 3.2.1). Für den Fall, dass die Digitalisierung verpasst wird oder die Arbeitnehmer nicht dementsprechend gefördert werden, sind sich die Vertreter aller der zuvor bezeichneten vier Szenarien einig, dass dies zu einem hohen Jobverlust innerhalb der deutschen Industrie führen kann. Ein massiver Verlust von Industriearbeitsplätzen hätte unter anderem weil Industriearbeitsplätze überdurchschnittlich gut bezahlt werden, einen starken Abschwung deutscher Einkommen und Vermögen zur Folge, was wiederum zu starken sozialen Spannungen führen kann. Dies würde dadurch verstärkt, dass technisch höher qualifizierte Arbeitnehmer selbst im Falle massiver Jobabbauten weniger von dieser Gefahr betroffen wären als geringer qualifizierte mit ohnehin niedrigeren Einkommen. [36]

Es lässt sich zusammenfassen, dass sowohl die Auswirkung der Digitalisierung auf die Industriearbeitsplätze als auch die daraus resultierenden gesellschaftlichen Folgen schwer abzuschätzen sind. Ein nicht unbeträchtlicher Faktor ist hierbei einerseits die staatliche Förderung der Digitalisierung von Industrie und Arbeitnehmern. Andererseits ist aber auch die Bereitschaft der Industriearbeitnehmer elementar wichtig dafür, dass die Digitalisierung sich positiv auf die Arbeitsplätze in der Industrie auswirkt. Sollten diese sich der dadurch entstehenden Veränderungen nämlich großflächig verweigern und sie ablehnen, würde dies zu einem sehr negativen Szenario und dem Abschwung weiter Teile der Arbeitsplätze führen.

## 4 Zusammenfassung und Ausblick

### 4.1 Zusammenfassung

Es ist schwierig, eine exakte Prognose für den zukünftigen Einfluss der Digitalisierung auf Industriearbeitsplätze zu treffen. Die Erwartungen sind hierbei neben den politischen und ethischen Positionen der prognostizierenden Person auch stark davon abhängig, welche technologischen Innovationen diese Person in der Zukunft für die Industrie erwartet. Was sich allerdings abzeichnet, ist, dass keines der erwarteten optimistischen oder pessimistischen Szenarien ausschließlich eintritt. Vielmehr wäre erwartbar, dass eine Mischung verschiedener Szenarien erkennbar wird, sodass sowohl von negativen als auch von positiven Szenarien ausgegangen werden kann. Da jedes der genannten Szenarien erwartet, dass die Digitalisierung für technisch hochqualifiziertes Personal bessere Auswirkungen hat als für geringer qualifizierte, kann dies in jedem der Szenarien zu gesellschaftlichen Spannungen führen. Je negativer sich die Arbeitsplatzsituation der Industrie entwickelt, desto stärker würden diese Spannungen ausfallen.

Alle erwartbaren Entwicklungen haben zwei Gemeinsamkeiten. Einerseits würden sie bei einem etwaigen Verdrängen oder Verschleppen der Digitalisierung deutlich negativere Folgen für die Arbeitnehmer sehen, als wenn die Unternehmen in die Digitalisierung investieren. Andererseits werden Voraussetzungen für eine positive Entwicklung durch die Digitalisierung gesehen, wie beispielsweise Bildungsprogramme oder auch die Bereitschaft der Arbeitnehmerschaft, sich entsprechend weiterzuentwickeln.

### 4.2 Kritische Reflektion

Das Thema ist ein sehr breit gefächertes und birgt als solches die Gefahr, den Fokus zu verlieren. Dies ist vor allem zu Beginn der Arbeit auch geschehen und ließ sich bis zum Ende hin nicht gänzlich vermeiden. Da es sich hierbei um ein Thema handelt, das politisch und ideologisch stark aufgeladen ist, fiel es auch schwer, dieses Thema objektiv zu recherchieren und die Arbeit musste auch teilweise im Nachhinein umformuliert werden, um die persönliche Wertung aus dem Text herauszufiltern. Ebenfalls ist es in weiten Teilen nicht gänzlich gelungen herauszuarbeiten, weshalb diese Arbeit gerade für Softwareentwickler lesenswert sein könnte, was im Verlaufe des Schreibprozesses mehrfach nachgebessert werden musste. Die zentrale Frage der Arbeit konnte nur bedingt beantwortet werden, weshalb eine genaue Prognose innerhalb dieser Arbeit auch zu kurz kommt.

Eine Herausforderung, die aber bewältigt werden konnte, war es, objektive von wertenden Quellen zu unterscheiden, was bei diesem Thema von enormer Bedeutung ist.

### 4.3 Ausblick

Dieses Thema besitzt eine hohe gesellschaftliche Sprengkraft und wird als solches auch in der Zukunft für Akteure aller Wissens- und Gesellschaftsbereiche von Interesse sein. Als Folge dessen wird auch die Forschung und Bewertung dazu stets voranschreiten und sich auch

bereits getroffene Prognosen verändern, anpassen oder als richtig beziehungsweise falsch herausstellen. Auch wird die zukünftige Entwicklung zeigen, ob sich eines der hier in den Fokus genommenen Szenarien als wahr herausstellt oder ob sich eventuell neue Szenarien ergeben.

Jedes der Szenarien ist derart vielschichtig und von so vielen Entwicklungen abhängig, dass sich jedem Einzelnen in einer eigenen Arbeit mit dem Format einer Bachelor- oder Masterarbeit gewidmet werden kann. So wäre es beispielsweise interessant zu betrachten, ob durch eine Verbreitung von Techniken wie dem 3D-Druck nicht doch Möglichkeiten der Entgrenzung von Arbeit in allen Bereichen der Industrie möglich wären und damit dieses Szenario mehr in den Fokus rückt.

## 5 Anhang

### 5.1 Literaturverzeichnis

- [1] T. Wolf und J.-H. Strohschen, „Digitalisierung: Definition und Reife,“ *Informatik-Spektrum*, p. 58, 22 Januar 2018.
- [2] R. Lehweß-Litzmann und K. Tullius, „Digitalisierung: Gestaltungsfeld statt Schreckgespenst. Rezension zu "Disruption der Arbeit? Zu den Folgen der Digitalisierung im Dienstleistungssektor",“ *Soziopolis: Gesellschaft beobachten*, p. 2, 25 März 2022.
- [3] S. Bundesamt, „statista.com,“ 19 Oktober 2022. [Online]. Available: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/37088/umfrage/anteile-der-wirtschaftssektoren-am-bip-ausgewaehler-laender/>.
- [4] F. Specht, „Bis zu elf Millionen Arbeitsplätze: Kollege Computer könnte ein Drittel der Jobs übernehmen,“ *Handelsblatt*, 13 Juli 2021.
- [5] H. Belitz und M. Gornig, „Industriepolitik: Technologieorientierte öffentliche Investitionsfonds als neues Element,“ Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), Berlin, 2021.
- [6] SPD, „Das Zukunftsprogramm der SPD,“ *Aus Repsekt vor deiner Zukunft*, pp. 8 - 10, 2021.
- [7] B. 9. G. Grünen, „Bundestagswahlprogramm 2021,“ *Deutschland. Alles ist drin.* , p. 13, 2021.
- [8] Felton-Group, „Felton-Group.com,“ 03 Oktober 2020. [Online]. Available: <https://www.felten-group.com/de/innovation-vision/studien/studie-digitalisierung-der-produktion-nimmt-deutlich-fahrt-auf/>.
- [9] D. V. Zimmermann, „KfW Digitalisierungsbericht Mittelstand 2021 Seite 7,“ KfW Bankengruppe, Frankfurt am Main, 2022.
- [10] M. S. Aßländer, Handbuch Wirtschaftsethik S. 113 - 114, Stuttgart: J.B. Metzler, 2021, pp. 113-114.
- [11] T. Teichmann, „Tagesschau.de,“ Arbeitsgemeinschaft der öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten der Bundesrepublik Deutschland (ARD), 5 Oktober 2021. [Online]. Available: <https://www.tagesschau.de/ausland/amerika/facebook-anhoerung-whistleblowerin-101.html>. [Zugriff am 9 Oktober 2022].

- [12] B. Kitchenham und S. M. Charters, „Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering,“ Software Engineering Group School of Computer Science and Mathematics, Keele (UK), 2007.
- [13] N. Czernich, T. Fackler, A. Fichtl und F. Oliver, „Auswirkungen der Digitalisierung auf den Arbeitsmarkt (S. 16 - 18),“ ifo Institut für Wirtschaftsforschung, München, 2018.
- [14] H. Hirsch-Kreinsen, P. Ittermann und J. Niehaus, „Digitalisierung industrieller Arbeit,“ Baden-Baden, Nomos Verlagsgesellschaft, 2018, pp. 40-41.
- [15] O. Emons, H. Steinhaus und S. Kraft, „Volkswirtschaftliche Bedeutung des Industriellen Sektors (S. 6 - 7),“ Institut für Mitbestimmung und Unternehmensführung, Düsseldorf, 2022.
- [16] W. Dauth, S. Findeisen, J. Südekum und N. Wößner, „German robots: The impact of industrial robots on workers,“ Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesagentur für Arbeit , Nürnberg, 2017.
- [17] P. Trompisch, „Industrie 4.0 und die Zukunft der Arbeit,“ *e & i Elektrotechnik und Informationstechnik*, pp. 370-371, November 2017.
- [18] H. Kagermann und W. Wahlster, „Zehn Jahre Industrie 4.0,“ *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 29 März 2021.
- [19] M. Rüßmann, M. Lorenz, P. Gerbert, M. Waldner, P. Engel, M. Harnisch und J. Justus, „Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries,“ Boston Consulting Group, München, 2015.
- [20] K. Vogler-Ludwig, N. Düll und B. Kriegel, „Arbeitsmarkt 2030 - Wirtschaft und Arbeitsmarkt im digitalen Zeitalter S- 105.- S.107,“ W. Bertelsmann Verlag, Bielefeld, 2016.
- [21] K. Vogler-Ludwig, N. Düll und B. Kriegel, „Arbeitsmarkt 2030 - Wirtschaft und Arbeitsmarkt im digitalen Zeitalter S.132- S.134,“ W. Bertelsmann Verlage, Bielefeld, 2016.
- [22] H. Hirsch-Kreinsen, P. Ittermann und J. Niehaus, „Digitalisierung industrieller Arbeit,“ Baden-Baden, Nomos Verlagsgesellschaft, 2018, p. 42.
- [23] H. Hirsch-Kreinsen, P. Ittermann und J. Niehaus, „Digitalisierung industrieller Arbeit,“ Baden-Baden, Nomos Verlagsgruppe, 2018, pp. 42-45.
- [24] K. Dengler und B. Matthes, „Folgen der Digitalisierung für die Arbeitswelt S. 15-S.16,“ Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, Nürnberg, 2015.

- [25] C. Brzeski und I. Burk, „Die Roboter kommen,“ ING DiBa, Frankfurt, 2015.
- [26] D. S. Schlund, M. Hämerle und T. Strölin, „Industrie 4.0 - Eine Revolution der Arbeitsgestaltung S.19-S.20,“ Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation, Stuttgart, 2014.
- [27] D. S. Schlund, M. Hämerle und T. Strölin, „Industrie 4.0 - Eine Revolution der Arbeitsgestaltung S.20,“ Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation, Stuttgart, 2014.
- [28] H. Hirsch-Kreinsen, P. Ittermann und J. Niehaus, „Digitalisierung industrieller Arbeit,“ Baden-Baden, Nomos Verlagsgesellschaft, 2018, pp. 45-48.
- [29] P. D. M. Hüther, „Digitalisierung: Systematisierung der Trends im Strukturwandel - Gestaltungsaufgabe für die Wirtschaftspolitik S.19-S.21,“ Institut der deutschen Wirtschaft Köln, Köln, 2016.
- [30] M. Naumann, T. Dietz und A. Kuss, „Mensch-Maschine-Interaktion,“ in *Handbuch Industrie 4.0 Bd.4*, München, Springer-Verlag GmbH, 2017, pp. 203-217.
- [31] T. Redlich, M. Moritz und J. P. Wulfsberg, „Entgrenzung und Entbetrieblichung von Arbeitsverhältnissen als Herausforderung für die betriebliche Mitbestimmung,“ in *Interdisziplinäre Perspektiven zur Zukunft der Wertschöpfung*, Wiesbaden, Springer Gabler, 2018, pp. 177-178.
- [32] H. Hirsch-Kreinsen, P. Ittermann und J. Niehaus, „Digitalisierung industrieller Arbeit,“ Baden-Baden, Nomos Verlagsgesellschaft, 2018, pp. 48-51.
- [33] A. Boes, T. Kämpf und T. Lühr, „Informatisierung und neue Entwicklungstendenzen von Arbeit,“ *Arbeits- und Industriesoziologische Studien Jahrgang 7*, pp. 16-17, 2014.
- [34] U. Dombrowski und T. Wagner, „Arbeitsbedingungen im Wandel der Industrie 4.0 - Mitarbeiterpartizipation als Erfolgsfaktor zur Akzeptanzbildung und Kompetenzentwicklung,“ *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, Bd. 109, pp. 351-353, 2014.
- [35] H. Hirsch-Kreinsen, P. Ittermann und J. Niehaus, „Digitalisierung industrieller Arbeit,“ Baden-Baden, Nomos Verlagsgesellschaft, 2018, pp. 37-54.
- [36] D. M. Franzmann, *Der beschleunigte gesellschaftliche Strukturwandel als Herausforderung für Bildung und biografische Transformationen* pp. 13-20, Kiel: Universität Kiel, 2021.

- [37] M. Schenk, Produktion und Logistik mit Zukunft S. 28-31, Heidelberg: Springer Vieweg, 2015.
- [38] B. K. u. S. Charters, „Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering,” School of Computer Science and Mathematics Keele University, Großbritannien, 2007.
- [39] S. Bundesamt, „Statista.com,” 27 Oktober 2022. [Online]. Available: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1248/umfrage/anzahl-der-erwerbstaeitigen-in-deutschland-nach-wirtschaftsbereichen/>.

## 5.2 Literaturlisten zum Rechercheprotokoll

Ergebnisse	Notizen
<b>T. Wolf und J.-H. Strohschen,</b> „Digitalisierung: Definition und Reife,“ <i>Informatik-Spektrum</i> , p. 58, 22 Januar 2018.	07.10.2022  Zeitschrift, Definition des Begriffs Digitalisierung, nützlich für die Grundlagendefinition
<b>R. Lehweß-Litzmann und K. Tullius,</b> „Digitalisierung: Gestaltungsfeld statt Schreckgespenst. Rezension zu "Disruption der Arbeit? Zu den Folgen der Digitalisierung im Dienstleistungssektor",“ <i>Soziopolis: Gesellschaft beobachten</i> , p. 2, 25 März 2022.	07.10.2022  Vergleich der Digitalisierungspotenziale Schwellenländer zu Industriegesellschaften, eher als Beleg für den Unterschied von Industrie- zu Schwellenländern nützlich
<b>S. Bundesamt, „statista.com,“ 19 Oktober 2022. [Online]. Available:</b> <a href="https://de.statista.com/statistik/daten/studie/37088/umfrage/anteile-der-wirtschaftssektoren-am-bip-ausgewaehler-laender/">https://de.statista.com/statistik/daten/studie/37088/umfrage/anteile-der-wirtschaftssektoren-am-bip-ausgewaehler-laender/</a> .	07.10.2022  Bedeutung der Industrie für den deutschen Arbeitsmarkt
<b>F. Specht, „Bis zu elf Millionen Arbeitsplätze: Kollege Computer könnte ein Drittel der Jobs übernehmen,“ <i>Handelsblatt</i>, 13 Juli 2021.</b>	07.10.2022  Eventuell als Aussage für die Änderung durch Digitalisierung?

<b>H. Belitz und M. Gornig, „Industriepolitik: Technologieorientierte öffentliche Investitionsfonds als neues Element,“ Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), Berlin, 2021.</b>	07.10.2022  Guter Zahlenbeleg, kann an verschiedenen Stellen der Einleitung und Grundlagen verwendet werden
<b>SPD, „Das Zukunftsprogramm der SPD,“ Aus Repsekt vor deiner Zukunft, pp. 8 - 10, 2021.</b>	07.10.2022  Ist politisch, sollte belegt werden
<b>B. 9. G. Grünen, „Bundestagswahlprogramm 2021,“ Deutschland. Alles ist drin. , p. 13, 2021.</b>	07.10.2022  -
<b>Felton-Group, „Felton-Group.com,“ 03 Oktober 2020. [Online]. Available: <a href="https://www.felten-group.com/de/innovation-vision/studien/studie-digitalisierung-der-produktion-nimmt-deutlich-fahrt-auf/">https://www.felten-group.com/de/innovation-vision/studien/studie-digitalisierung-der-produktion-nimmt-deutlich-fahrt-auf/</a>.</b>	07.10.2022  Ist eine Unternehmensquelle, also mit Vorsicht genießen
<b>D. V. Zimmermann, „KfW Digitalisierungsbericht Mittelstand 2021 Seite 7,“ KfW Bankengruppe, Frankfurt am Main, 2022.</b>	08.10.2022  Starkes Zahlenwerk
<b>M. S. Aßländer, Handbuch Wirtschaftsethik S. 113 - 114, Stuttgart: J.B. Metzler, 2021, pp. 113-114.</b>	08.10.2022  Bietet die Möglichkeit die moralische Wertung einer Gesellschaft mit Zahlen abzudecken
<b>T. Teichmann, „Tagesschau.de,“ Arbeitsgemeinschaft der öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten der Bundesrepublik Deutschland (ARD), 5 Oktober 2021. [Online]. Available: <a href="https://www.tagesschau.de/ausland/amerika/facebook-anhoerung-whistleblowerin-101.html">https://www.tagesschau.de/ausland/amerika/facebook-anhoerung-whistleblowerin-101.html</a>. [Zugriff am 9 Oktober 2022].</b>	10.10.2022  Muss nicht zwingend mit Quelle belegt werden, wurde nur der Vollständigkeit halber nachrecherchiert
<b>B. Kitchenham und S. M. Charters, „Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software</b>	-  Wurde nicht selbst recherchiert

<b>Engineering,“ Software Engineering Group School of Computer Science and Mathematics, Keele (UK), 2007.</b>	
<b>N. Czernich, T. Fackler, A. Fichtl und F. Oliver, „Auswirkungen der Digitalisierung auf den Arbeitsmarkt (S. 16 - 18),“ ifo Institut für Wirtschaftsforschung, München, 2018.</b>	08.10.2022  Kann zum Beleg vergangener Digitalisierungsabhängiger Arbeitsmarkteffekte genutzt werden. Solides Zahlenwerk liegt zugrunde
<b>H. Hirsch-Kreinsen, P. Ittermann und J. Niehaus, „Digitalisierung industrieller Arbeit,“ Baden-Baden, Nomos Verlagsgesellschaft, 2018, pp. 40-41.</b>	08.10.2022  Kann als wichtigste Einzelquelle genutzt werden. Wird an verschiedenen Stellen eingesetzt und dabei aus verschiedenen Stellen zitiert
<b>O. Emons, H. Steinhaus und S. Kraft, „Volkswirtschaftliche Bedeutung des Industriellen Sektors (S. 6 - 7),“ Institut für Mitbestimmung und Unternehmensführung, Düsseldorf, 2022.</b>	08.10.2022  Gewerkschaftsnah, ebenfalls solides Zahlenwerk. Dient der Diversifizierung der Quellenlage
<b>W. Dauth, S. Findeisen, J. Südekum und N. Wößner, „German robots: The impact of industrial robots on workers,“ Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesagentur für Arbeit , Nürnberg, 2017.</b>	09.10.2022  Guter Überblick über den Einsatz von Industrierobotern und deren Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt
<b>P. Trompisch, „Industrie 4.0 und die Zukunft der Arbeit,“ <i>e &amp; i Elektrotechnik und Informationstechnik</i>, pp. 370-371, November 2017.</b>	09.10.2022  Ein konkreter Beleg für die Probleme beim Treffen klarer Zukunftsprognosen
<b>H. Kagermann und W. Wahlster, „Zehn Jahre Industrie 4.0,“ <i>Frankfurter Allgemeine Zeitung</i>, 29 März 2021.</b>	09.10.2022  Hier wird ein renommierter Autor und Verfechter eines positiven Szenarios direkt zitiert
<b>M. Rüßmann, M. Lorenz, P. Gerbert, M. Waldner, P. Engel, M. Harnisch und J. Justus, „Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing</b>	09.10.2022  Arbeitnehmernahe Prognose innerhalb eines positiven Szenarios. Die den Zahlen

<b>Industries,” Boston Consulting Group, München, 2015.</b>	zugrundeliegenden Modellrechnungen werden hier erläutert
<b>K. Vogler-Ludwig, N. Düll und B. Kriegel, „Arbeitsmarkt 2030 - Wirtschaft und Arbeitsmarkt im digitalen Zeitalter S- 105.-S.107,” W. Bertelsmann Verlag, Bielefeld, 2016.</b>	09.10.2022 Politiknahe Quelle die ebenfalls (eventuell politisch motiviert) ein positives Szenario zeichnet. Dieses Szenario ist jedoch mit transparenten Modellrechnungen belegt
<b>K. Vogler-Ludwig, N. Düll und B. Kriegel, „Arbeitsmarkt 2030 - Wirtschaft und Arbeitsmarkt im digitalen Zeitalter S.132-S.134,” W. Bertelsmann Verlage, Bielefeld, 2016.</b>	09.10.2022 -
<b>H. Hirsch-Kreinsen, P. Ittermann und J. Niehaus, „Digitalisierung industrieller Arbeit,“ Baden-Baden, Nomos Verlagsgesellschaft, 2018, p. 42.</b>	10.10.2022 -
<b>H. Hirsch-Kreinsen, P. Ittermann und J. Niehaus, „Digitalisierung industrieller Arbeit,“ Baden-Baden, Nomos Verlagsgruppe, 2018, pp. 42-45.</b>	10.10.2022 -
<b>K. Dengler und B. Matthes, „Folgen der Digitalisierung für die Arbeitswelt S. 15-S.16,“ Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, Nürnberg, 2015.</b>	09.10.2022 Eine gute Übersicht über vertrauenswürdigen Zahlen zur potenziellen Substituierbarkeit von Arbeitsplätzen
<b>C. Brzeski und I. Burk, „Die Roboter kommen,“ ING DiBa, Frankfurt, 2015.</b>	10.10.2022 Ein wertfreies Zahlenwerk zur Substituierbarkeit ohne direkte Zugehörigkeit zu Politik, Arbeitnehmer- oder Arbeitgeberseite
<b>D. S. Schlund, M. Hämerle und T. Strölin, „Industrie 4.0 - Eine Revolution der Arbeitsgestaltung S.19-S.20,“ Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation, Stuttgart, 2014.</b>	10.10.2022 Eine glaubwürdige Quelle für eine negative Entwicklung eines gesamten Beschäftigungssaldos. Die Studie wurde wertfrei finanziert.

<b>D. S. Schlund, M. Hämerle und T. Strölin, „Industrie 4.0 - Eine Revolution der Arbeitsgestaltung S.19-S.20,“ Fraunhofer- Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation, Stuttgart, 2014.</b>	10.10.2022 -
<b>H. Hirsch-Kreinsen, P. Ittermann und J. Niehaus, „Digitalisierung industrieller Arbeit,“ Baden-Baden, Nomos Verlagsgesellschaft, 2018, pp. 45-48.</b>	10.10.2022 -
<b>P. D. M. Hüther, „Digitalisierung: Systematisierung der Trends im Strukturwandel - Gestaltungsaufgabe für die Wirtschaftspolitik S.19-S.21,“ Institut der deutschen Wirtschaft Köln, Köln, 2016.</b>	10.10.2022  Herr Hüther ist seit längerem als Vertreter der Polarisierung bekannt. Siehe letzte Auftritte bei Gabor Steingart oder dem Economy Briefing von ThePioneer
<b>M. Naumann, T. Dietz und A. Kuss, „Mensch-Maschine-Interaktion,“ in <i>Handbuch Industrie 4.0 Bd.4</i>, München, Springer-Verlag GmbH, 2017, pp. 203-217.</b>	11.10.2022  Hier wird sich massiv für die Chancen geringerer Qualifikationen in der Digitalisierung stark gemacht. Diese Quelle setzt aber trotzdem auf ein ausgeprägtes Zahlenwerk
<b>T. Redlich, M. Moritz und J. P. Wulfsberg, „Entgrenzung und Entbetrieblichung von Arbeitsverhältnissen als Herausforderung für die betriebliche Mitbestimmung,“ in <i>Interdisziplinäre Perspektiven zur Zukunft der Wertschöpfung</i>, Wiesbaden, Springer Gabler, 2018, pp. 177-178.</b>	10.11.2022  Eine juristische Quelle für die Beschreibung sich verändernder Arbeitsverträge und Beschäftigungsmodelle
<b>H. Hirsch-Kreinsen, P. Ittermann und J. Niehaus, „Digitalisierung industrieller Arbeit,“ Baden-Baden, Nomos Verlagsgesellschaft , 2018, pp. 48-51.</b>	11.10.2022 -
<b>A. Boes, T. Kämpf und T. Lühr, „Informatisierung und neue Entwicklungstendenzen von Arbeit,“</b>	11.10.2022  Diese Quelle zeigt sich abbildende Veränderungen von Arbeitnehmerschutz in der digitalen Arbeitswelt auf

<b>Arbeits- und Industriesoziologische Studien</b> <b>Jahrgang 7, pp. 16-17, 2014.</b>	
<b>U. Dombrowski und T. Wagner,</b> „Arbeitsbedingungen im Wandel der Industrie 4.0 - Mitarbeiterpartizipation als Erfolgsfaktor zur Akzeptanzbildung und Kompetenzentwicklung,“ <i>Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb</i> , Bd. 109, pp. 351-353, 2014.	11.10.2022 Schwerpunkt Mitarbeiterpartizipation
<b>H. Hirsch-Kreinsen, P. Ittermann und J. Niehaus,</b> „Digitalisierung industrieller Arbeit,“ Baden-Baden, Nomos Verlagsgesellschaft, 2018, pp. 37-54.	11.10.2022 -
<b>D. M. Franzmann, <i>Der beschleunigte gesellschaftliche Strukturwandel als Herausforderung für Bildung und biografische Transformationen</i> pp. 13-20, Kiel: Universität Kiel, 2021.</b>	11.10.2022 Eine gute Zusammenfassung der vom Verpassen der Digitalisierung ausgehenden Gefahren
<b>M. Schenk, Produktion und Logistik mit Zukunft S. 28-31, Heidelberg: Springer Vieweg, 2015.</b>	Verworfen weil bessere Alternative gefunden
<b>B. K. u. S. Charters, „Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering,“ School of Computer Science and Mathematics Keele University, Großbritannien, 2007.</b>	Nicht benötigt
<b>S. Bundesamt, „Statista.com,“ 27 Oktober 2022. [Online]. Available:</b> <a href="https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1248/umfrage/anzahl-der-erwerbstaeitigen-in-deutschland-nach-wirtschaftsbereichen/">https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1248/umfrage/anzahl-der-erwerbstaeitigen-in-deutschland-nach-wirtschaftsbereichen/</a> .	Nicht benötigt