

Digitalisierung der hessischen Arbeitswelt

I. Technologische Dimension

Samuel Greef

Nr. **18** 07 / 2023

U N I K A S S E L
V E R S I T Ä T

Fachgebiet
Politisches System der BRD –
Staatlichkeit im Wandel



Editorial

Liebe Leser:innen,

wir freuen uns, dass Sie auf diese Ausgabe der *i3* aufmerksam geworden sind. Bei *i3* handelt es sich um eine Reihe politikwissenschaftlicher Diskussionspapiere. Sie werden herausgegeben von Prof. Dr. Wolfgang Schroeder und dem Fachgebiet „Politisches System der BRD – Staatlichkeit im Wandel“ an der Universität Kassel. In unregelmäßigen Abständen finden Sie in den Diskussionspapieren neue Forschungsergebnisse und Beiträge zu aktuellen politikwissenschaftlichen Debatten. Thematisch erwartet Sie ein breites Spektrum an Schwerpunkten mit besonderem Fokus auf die Parteien-, Verbände- und Wohlfahrtsstaatsforschung. Jede Ausgabe behandelt ein für den Lehrstuhl relevantes Thema, das sich perspektivisch etwa mit Wandlungsprozessen in Politikfeldern, Veränderungen von Akteuren und Akteursstrukturen oder dem Wandel von Regieren und Staatlichkeit befasst. Ein gemeinsamer Bezugspunkt, der auch den Titel der Diskussionspapier-Reihe inspiriert, ist der von Max Weber über Rainer M. Lepsius aufgenommene Spannungsbogen, welcher den Wandel von Ideen, Interessen und Institutionen thematisiert. Neben Artikeln von dem Lehrstuhl nahestehenden Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern sind auch Gastbeiträge gerne gesehen.

Wir wünschen Ihnen nun eine anregende Lektüre und würden uns freuen, Sie auch bei den nächsten Ausgaben der *i3* wieder als Leser begrüßen zu dürfen. Hinweise, Anregungen und Kommentare nehmen wir gerne über die Redaktionsadresse entgegen.

Das Herausgeber- und Redaktionsteam

redaktion-i3@uni-kassel.de

Herausgeber

Die Kasseler Diskussionspapiere werden von Prof. Dr. Wolfgang Schroeder, Leiter des Fachgebiets Politisches System der BRD – Staatlichkeit im Wandel an der Universität Kassel, herausgegeben.

Prof. Dr. Wolfgang Schroeder

Universität Kassel

Fachbereich Gesellschaftswissenschaften

Fachgebiet Politisches System der BRD - Staatlichkeit im Wandel

Nora-Platiel-Str. 1

34127 Kassel

Erscheinungsweise

Die *i3 - Kasseler Diskussionspapiere – Ideen, Interessen und Institutionen im Wandel* erscheinen in unregelmäßigen Abständen und sind nur als PDF-Version zum Download unter der Adresse <https://www.uni-kassel.de/go/i3> erhältlich.

ISSN 2363 – 7250

DOI: [10.17170/kobra-202301127376](https://doi.org/10.17170/kobra-202301127376)

BERICHTERSTATTUNG ARBEITSWELT HESSEN

Die "Arbeitsweltberichterstattung Hessen" ist am Fachgebiet von Prof. Dr. Wolfgang Schroeder (Universität Kassel) angesiedelt und wird seit Juli 2020 vom Hessischen Ministerium für Soziales und Integration gefördert. Dieses Projekt systematisiert aktuelle Daten und Studien. So wird eine empirische sowie analytisch-deutende Basis gelegt, um die sich vor unseren Augen vollziehende Transformation der Arbeitswelt in Hessen mit ihren branchen-, berufsgruppen- und regionenspezifischen Entwicklungsmustern nicht nur besser zu verstehen, sondern auch im Sinne der Betroffenen beeinflussen zu können. Weitere Infos unter: <https://www.uni-kassel.de/go/awh>

Autor

PD Dr. Samuel Greef ist Privatdozent am Fachbereich Gesellschaftswissenschaften der Universität Kassel und wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet Politisches System der BRD – Staatlichkeit im Wandel

greef@uni-kassel.de

Weitere Infos zur Arbeitsweltberichterstattung Hessen und thematische Ausarbeitungen:

<https://www.uni-kassel.de/go/awh>

Inhalt

1 Begrifflichkeit und Schwerpunkt	5
2 Rahmenbedingungen und Status Quo	7
2.1 Digitale Infrastruktur	7
2.1.1 Breitbandversorgung der Betriebe und Unternehmen	8
2.1.2 Breitbandversorgung der Haushalte.....	10
2.2 Digitalisierung am Arbeitsplatz	11
2.2.1 Robotik.....	12
2.2.2 Künstliche Intelligenz.....	14
2.2.3 Neue Softwaretools und Hardware.....	16
3 Herausforderungen	17
3.1 IT-Sicherheit und Cybersecurity.....	17
3.2 Big Data und Datenzugang	18
3.3 Plattformökonomie als neues digitales Geschäftsmodell	19
3.4 Digitalisierung und Nachhaltigkeit.....	22
3.5 Arbeitsschutz und Produktsicherheit	23
4 Digitales Hessen	25
4.1 Digitale Wirtschaft in Hessen.....	25
4.1.1 Blick auf die unterschiedlichen Wirtschaftssektoren.....	26
4.1.2 KMU und mangelnde Digitalisierungsaffinität.....	28
4.1.3 Plattformökonomie und Crowdfunding.....	30
4.1.4 Startups und Coworking	31
4.1.5 Industrie 4.0	32
4.2 Hessische Förderung und Schwerpunkte	34
4.2.1 digiLIFT.....	34
4.2.2 Distr@l.....	35
4.2.3 DIGI-Zuschuss	36
5 Fazit und weitere Entwicklung	37
6 Literatur	38

Digitalisierung der hessischen Arbeitswelt

I. Technologische Dimension¹

Samuel Greef

1 Begrifflichkeit und Schwerpunkt

Kaum eine Debatte über die Zukunft von Politik, Gesellschaft oder Wirtschaft kommt ohne das Buzzword der Digitalisierung aus. Dabei wird der Begriff nicht nur häufig unspezifisch genutzt, sondern erweckt zugleich den Eindruck eines einheitlichen, klar umrissenen Phänomens. Damit verdeckt er die unterschiedlichen Facetten der vielfältigen Digitalisierungsprozesse. Gleichwohl soll zum grundlegenden Verständnis zunächst eine allgemeine Definition von Klenk et al. (2020: 6) vorangestellt werden:

„Digitalisierung bezeichnet den Entwicklungsprozess, in dem gesellschaftliche Vorgänge auf digitale Kommunikation und Informationsvermittlung sowie auf die Nutzung digitalen [sic!] Medien umgestellt werden und dadurch zunehmend automatisiert und autonomisiert erfolgen.“

Für eine weitere Ausdifferenzierung des Phänomens der Digitalisierung bietet sich ein Blick in die englischsprachige Literatur an. Denn hier wird stellenweise ein dreidimensionaler Digitalisierungsbegriff zugrunde gelegt (siehe Tabelle 1), der zwischen *digitization* (der Umwandlung analoger Signale in digitale Daten), *digitalization* (der Überführung oder Abbildung von analogen Prozessen in digitalen Prozessen) und *digital transformation* (wie dem Entstehen neuer digitaler Geschäftsmodelle) unterscheidet (siehe etwa Vrana und Singh 2021 für den Bereich Industrie 4.0; Iyamu et al. 2021 für den Bereich Digital Public Health). In den deutschen Debatten vereint der Begriff der Digitalisierung dagegen alle Ebenen und Fallhöhen mit digitalem Kontext. Allenfalls findet sich mit den Begriffen der digitalen Transformation oder Revolution eine Hervorhebung des transformativen Potenzials einzelner Entwicklungen mit digitalen Aspekten. Aus dieser Perspektive meint der Begriff der Digitalisierung also zunächst nicht mehr, als Veränderungen, die einen digitalen Bezugspunkt aufweisen, wobei dieser zumeist im Einsatz von Mikroelektronik oder der Relevanz von Daten liegt (siehe etwa Passig/ Scholz 2015). Folglich zeigt sich in der tatsächlichen Umsetzung sowie der möglichen zukünftigen Anwendung eine erhebliche Bandbreite an Digitalisierungsaspekten (von digitaler Kommunikation, über digitale Tools bis hin zum Einsatz von autonomen Robotern oder Künstlicher Intelligenz auf Basis von riesigen Datenmengen), mit sehr unterschiedlicher Eingriffstiefe, Komplexität, Wirkung und Betroffenheit.

Tabelle 1: Drei Dimensionen der Digitalisierung

Begriff	digitization	Digitalization	digital transformation
Vorgang	Umwandlung analoger Signale in digitale Daten	Überführung oder Abbildung von analogen Prozessen in digitalen Prozessen	Entstehen neuer digitaler Geschäftsmodelle
Beispiel	Musikkassette ~> mp3-Datei	Brief-Kommunikation ~> E-Mail-Kommunikation	Personenbeförderung ~> Vermittlung von Fahrdienstleistungen über Plattformen

Quelle: Eigene Darstellung.

¹ Dies ist das erste von zwei Policy Papieren im Rahmen der Arbeitsweltberichterstattung Hessen zum Thema Digitalisierung der Arbeitswelt. Das zweite Policy Papier wird sich mit der sozialen Dimension der Digitalisierung beschäftigen.

Gleichwohl handelt es sich zunächst häufig um einen rein technischen Zugang, dem zumeist eine positive Konnotation – im Sinne von Innovation und Fortschrittserzählung – innewohnt. Erst wenn sich der Blick über den formalen Prozess der Digital(er)werdung hinaus auf die Aus- und Nebenwirkungen dieses Prozesses erweitert, geraten die gesellschaftlichen, politischen und individuellen Implikationen in den Blick. Auf dieser Ebene sind die Debatten sehr viel stärker von einem Chancen- und Risiken-Diskurs bestimmt, in dem es um die Frage geht, wie positive Potenziale der Digitalisierung genutzt und negative Effekte vermieden werden können. Digitalisierungsprozesse verlaufen also nicht deterministisch, womit zugleich eine (politische) Gestaltungsperspektive ins Spiel kommt. Diese hebt sowohl die Gestaltungsmöglichkeit als auch -notwendigkeit hervor. Wenn also gefordert wird, technologische und soziale Innovationen zusammen zu denken (siehe etwa Buhr et al. 2018), weist dies nicht auf eine technooptimistische Sicht und Fortschrittsgläubigkeit hin, sondern darauf, dass auch in der politischen Steuerung und Regulierung der Digitalisierung und ihrer Auswirkungen ein innovatives Vorgehen notwendig ist, um diese Prozesse zugleich sozial und ökologisch nachhaltig zu gestalten.

In der Corona-Pandemie – die häufig ganz grundsätzlich als Treiber der Digitalisierung wahrgenommen und beschrieben wird² – zeigte sich dies beispielhaft an den Debatten um Homeoffice als besonderer Form des mobilen Arbeitens (siehe hierzu etwa das Policy Papier von Berzel und Schroeder 2021). Mit dieser Digitalisierung von Kommunikations- und Arbeitsprozessen gehen vielfältige Auswirkungen auf individueller, familiärer und betrieblicher Ebene einher, die neue Fragen nach (notwendigen) gesetzlichen Regelungen aufwerfen. Zugleich wurden in der Pandemie – insbesondere durch Lockdowns – die anfälligen Liefer- und Wertschöpfungsketten in der globalisierten Ökonomie, etwa bei der Halbleiterversorgung, überdeutlich und befeuern die Diskussionen um eine stärkere *digitale Souveränität*. Wobei über diesen Bezugspunkt hinaus die Debatten um diesen Begriff aus unterschiedlichen Richtungen mit verschiedenen Schwerpunkten geführt werden: nationalstaatliche und europäische Souveränität, technologische Souveränität, Datensouveränität von Unternehmen oder Verbraucher:innen sowie digitale Souveränität mündiger Bürger:innen (siehe etwa Falk/ Schroeder 2022; Pohle 2020). Auch hieran zeigen sich die Verbindungen und Wechselwirkungen zwischen technischen und sozialen Aspekten der Digitalisierung, die häufig in einem Spannungsverhältnis zueinander stehen. Die Bearbeitung dieses Spannungsverhältnisses steht in vielen gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und politischen Bereichen – handelt es sich bei der Digitalisierung doch um ein allumfassendes Phänomen – auf der Agenda. Gleichwohl bedeutet dies nicht automatisch, dass beide Dimensionen immer und überall gleichzeitig beachtet und gleichgewichtig behandelt werden. Trotz ihres umfassenden Charakters kann die Digitalisierung also je nach Gegenstandsbereich sehr unterschiedlich verlaufen und muss entsprechend differenziert analysiert werden.

In diesem ersten von zwei Policy Papieren unter dem Großthema der Digitalisierung finden daher zwei Eingrenzungen des bearbeiteten Gegenstandsraums statt. Zum einen liegt der Fokus auf der digitalen Arbeitswelt und blendet andere gesellschaftliche und politische Bereiche aus. Zum anderen konzentriert sich das vorliegende erste Papier auf die *technologische Dimension* der Transformation, um hier den Status Quo für Hessen und die sich daraus ergebenden Herausforderungen in einer angemessenen Breite darstellen zu können. Das (Nicht-)Vorhandensein von digitalen Infrastrukturen oder der Grad der Digitalisierung von Unternehmen und Arbeitsplätzen liefern als zentrale Kenngrößen Hinweise darauf, wie es um die Transformation der Arbeitswelt bestellt ist. Sie zeigen aber nicht nur Handlungsbe-

² Beispielhaft sei hier der erste Absatz von Büchel und Engels (2022: 4) der Studie „Digitalisierung der Wirtschaft in Deutschland“ zum Digitalisierungsindex 2021 angeführt: „Immer noch sorgt die Corona-Pandemie für eine Ausnahmesituation in Wirtschaft und Gesellschaft. Der Digitalisierung in Deutschland hat sie einen Schub gegeben: Menschen wie Unternehmen haben gelernt, digital miteinander zu interagieren. Unternehmen wurden gezwungen, den Einsatz digitaler Technologien nicht mehr nur zu planen, sondern auch umzusetzen.“

darfe auf der technischen Ebene auf, sondern sind gleichzeitig Ausgangspunkt für eine Gestaltungsperspektive, die die Beschäftigten auf dem Weg ins digitale Zeitalter mitdenkt und mitnimmt. Auch wenn die technologische Dimension in diesem ersten Policy Paper im Zentrum steht, werden daher im Folgenden die mit der Digitalisierung einhergehenden *sozialen Fragen* – im Sinne grundsätzlicher Herausforderungen für die digitalisierte Arbeitswelt – bereits cursorisch aufgegriffen. Ihre tiefergehende Bearbeitung und die sich daraus ableitbaren politischen Handlungsbedarfe stehen jedoch erst im später folgenden zweiten Policy Paper im Zentrum.

In diesem Paper werden im Folgenden zunächst die Rahmenbedingungen in Form der digitalen Infrastrukturen sowie der Status Quo der (technischen) Digitalisierung am Arbeitsplatz dargestellt (Kapitel 2). Anschließend werden zentrale Herausforderungen technischer Art, von der IT-Sicherheit bis zur Produktsicherheit, aufgegriffen (Kapitel 3). Kapitel 4 geht dann zunächst auf die Struktur und den Stand der (digitalen) Wirtschaft ein, wobei regionale Unterschiede und Potenziale mit aufgegriffen werden. Daran schließt sich ein Blick auf die Schwerpunkte der hessischen Förderung zur Gestaltung einer digitaleren Wirtschaft und Arbeitswelt an. Abschließend widmet sich das Fazit der Frage, wie nachhaltig sich die Digitalisierung, angetrieben durch die Corona-Konstellation, beschleunigt hat, ob dieser Wandel sich eher als inkrementeller oder disruptiver Prozess verstehen lässt und welche Rückwirkungen sich daraus auf die politischen Gestaltungsnotwendigkeit sowie -potenziale der Digitalisierung ergeben.

2 Rahmenbedingungen und Status Quo

Dieses Policy Paper fokussiert sich auf Teilbereiche der technologischen und infrastrukturellen Ebene der Digitalisierung sowie die damit einhergehenden Herausforderungen. Im Folgenden wird daher zunächst ein kurzer Überblick zum Status Quo des technologischen Wandels unter dieser Perspektive gegeben. Hierzu zählen zum einen die technologischen Rahmenbedingungen im Sinne der digitalen Infrastruktur. Zum anderen geht es um den Stand der Digitalisierung am Arbeitsplatz. Soweit die Datenlage es ermöglicht, wird dabei bereits der aktuelle Stand in Hessen – verglichen mit den anderen Bundesländern beziehungsweise in Relation zu Gesamtdeutschland – referenziert.

2.1 Digitale Infrastruktur

Eine flächendeckende Verfügbarkeit von digitaler Infrastruktur ist eine Voraussetzung, um die sich mit der Digitalisierung ergebenden Möglichkeiten für digitale Arbeitsformen, Fernwartung oder -steuerung von Maschinen, vernetzte Produktion und Wertschöpfung sowie innovative Geschäftsmodelle ein- und umsetzen zu können. Die grundlegende Basisinfrastruktur³ stellt dabei der Breitbandanschluss – entweder leitungsgebunden über DSL/Vectoring, Kabelanschluss und Glasfaser oder über die Mobilfunknetze (4G/ 5G) – zur Internetanbindung dar. Auch wenn diese aktuell unter den Begriffen der Gigabitnetze (≥ 1.000 Mbit/s) und des 5G Mobilfunkstandards (≤ 20.000 Mbit/s) diskutiert wird, liegt der Darstellung und Bewertung der Breitbandversorgung bislang weiterhin insbesondere die Mindestmarke von 50 Mbit/s zugrunde. Bezogen auf die digitale Arbeitswelt spielt bei der Internetanbindung sowohl die Versorgung der Betriebe als auch – insbesondere durch den starken Zuwachs von Homeoffice in der Corona-

³ Auf Daten- und Rechenzentren als weitere zentrale Infrastrukturen in der digitalen Wirtschaft wird an dieser Stelle nicht weiter eingegangen. Allerdings weisen Gumz et al. (2022: 13f.) im Rahmen des für das hessische Ministerium für Digitale Strategie und Entwicklung erstellten hessischen Digitalindex auf die starke Position bei der Rechenzentrumsinfrastruktur, nicht zuletzt aufgrund des Frankfurter Alleinstellungsmerkmals mit dem DE-CIX Internetknoten, hin. Rund 50 Prozent der großen Rechenzentren Deutschlands sind in der Rhein-Main-Region ansässig (Hessische Ministerin für Digitale Strategie und Entwicklung 2023: 16).

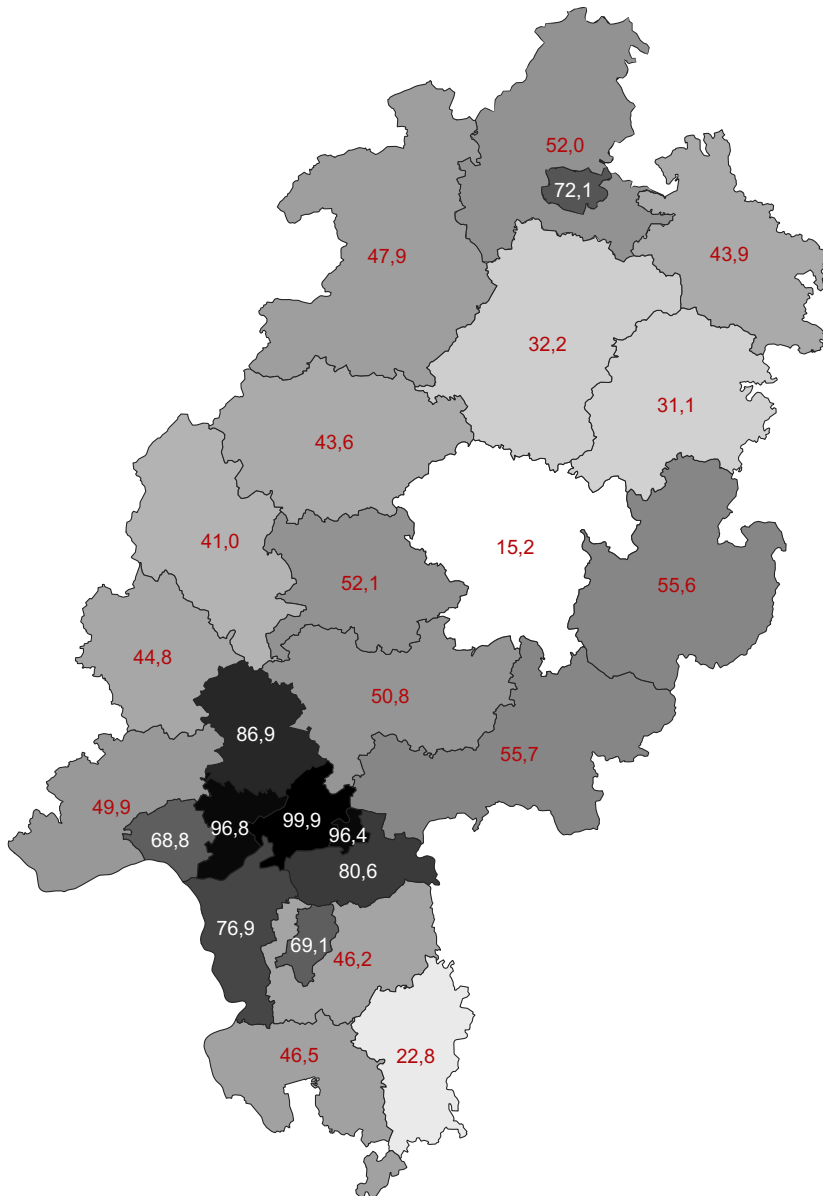
Pandemie⁴ – die Anbindung der Privathaushalte eine wichtige Rolle – nicht zuletzt im ländlichen Raum. Laut einer Studie von Pfnür et al. (2021: 59) sind zum einen diejenigen Beschäftigte im Homeoffice zufriedener und produktiver, deren Arbeitsplatz sich auf dem Land oder in Stadtrandlage befindet und nicht in der Innenstadt oder in Zentrumsnähe. Zum anderen spielt für die Zufriedenheit im Homeoffice die technologische Ausstattung, inklusive der Schnelligkeit und Zuverlässigkeit der Internetverbindung, eine sehr große Rolle (ebd.: 64). In einer repräsentativen Umfrage im Mai 2022 klagten rund 20 Prozent der Befragten über „Geschwindigkeitsprobleme bei der Arbeit im Homeoffice, zum Beispiel bei Videokonferenzen, Webinaren oder der Nutzung von Cloud-Anwendungen“ (Böhm 2022). Der Grad der (Nicht-)Verfügbarkeit einer schnellen und zuverlässigen Internetverbindung spielt mithin nicht nur für die Möglichkeit, von zuhause aus zur Arbeit, eine Rolle, sondern auch für die Zufriedenheit der Beschäftigten mit einem solchen Arbeitsarrangement. Grundlegende Daten zur Breitbandversorgung in beiden Bereichen liefert der regelmäßig aktualisierte Breitbandatlas der Bundesnetzagentur (2022), dem die Zahlen in den nachfolgenden Unterkapiteln – sofern nicht anders angegeben – mit Stand vom Dezember 2022 zugrunde liegen.

2.1.1 Breitbandversorgung der Betriebe und Unternehmen

Die Versorgung mit einer schnellen Internetanbindung (Breitband) stellt einen wichtigen Standortfaktor dar – unabhängig davon, ob es um Industrie oder Dienstleistungsunternehmen geht. Bezogen auf Gesamtdeutschland verfügen im Jahr 2022 knapp über 93 Prozent aller Unternehmen über eine Breitbandanbindung mit mindestens 50 Mbit/s. Dagegen können nur 65 Prozent bereits auf ein Gigabitnetz (≥ 1.000 Mbit/s) zurückgreifen. Daher ist es wenig verwunderlich, wenn in einer Umfrage des Deutschen Industrie- und Handelskammertags aus dem Jahr 2021 insgesamt 35 % der befragten Betriebe über eine unzureichende Versorgung mit schnellem Internet am Unternehmensstandort klagten. Hierunter verfügten neun Prozent über gar kein schnelles Internet und bei 26 Prozent der Unternehmen entsprach die verfügbare Geschwindigkeit nicht dem tatsächlichen Bedarf (DIHK 2021: 5). Eine ausreichende infrastrukturelle Anbindung ist jedoch notwendig, um zum einen die mit der Digitalisierung verknüpften Potenziale für neue Geschäftsmodelle (wie cloudbasierte As-A-Service-Angebote) zu heben. Zum anderen ist sie die Basis, um den Einsatz von Cloud-Anwendungen und der für Smart Factory und Industrie 4.0 grundlegenden Vernetzung von Prozessen, Maschinen und Werkstücken über Standorte und Unternehmen hinweg (Internet der Dinge) voranzutreiben. So lassen sich zusätzliche Wachstumsimpulse schaffen sowie die regionale Wirtschaft und Wertschöpfungsketten stärken. „Breitband stärkt die regionale Wirtschaft“ und ist eine „unverzichtbarer Standortfaktor“, so dass MOROdigital-Projekt des Verkehrs- und Digitalministeriums zum Breitbandausbau in strukturschwachen, ländlichen Regionen (BMVI 2016: 6). Bertschek et al. (2016a: 37) vom ZEW kommen in ihrer Metastudie zur Bedeutung schneller Internetinfrastrukturen für die Wirtschaft ebenfalls zu dem Schluss, dass diese „positive Auswirkungen auf das Wirtschaftswachstum und die Produktivität“ haben und darüber hinaus „zur Schaffung neuer Arbeitsplätze beitragen“ und „die wirtschaftliche Entwicklung in ländlichen Gebieten“ fördern. Damit stellt eine ausreichende Breitbandanbindung einen Standortvorteil dar und könnte die Attraktivität des ländlichen Raumes steigern – bisher gilt jedoch eher der umgekehrte Zusammenhang: der schlechtere Ausbau mit schnellem Internet auf dem Land stellt einen zusätzlichen Standortnachteil dar.

⁴ Lag der Anteil der Beschäftigten, die zumindest teilweise im Homeoffice arbeiten, vor der Pandemie bei nur 15 Prozent, stieg er in der Pandemie zur Zeit der Homeofficepflicht auf 31,7 Prozent im März 2021 an. Mit dem Ende der Pflicht sank er zwar wieder ab, stabilisierte sich aber gleichwohl mit 25 Prozent deutlich über dem vorpandemischen Niveau (ifo Institut 2022).

Abbildung 1: Gigabit-Anbindung* von Unternehmen in Hessen 2022



Anmerkung: * Anteil der hessischen Unternehmen die über eine Internetanbindung von mindestens 1.000 Mbit/s verfügen in den hessischen Kreisen und kreisfreien Städten in Prozent.

Quelle: Bundesnetzagentur (2022); eigene Darstellung.

Im Vergleich zum Bundesdurchschnitt fällt die Verfügbarkeit von 50 Mbit/s in Hessen nur geringfügig besser (94 %) und diejenige von mindestens 1.000 Mbit/s geringfügig schlechter (64 %) aus. Damit liegt Hessen einerseits bei 50 Mbit/s als Flächenland hinter Bayern und NRW insgesamt auf Platz fünf (Hamburg und Berlin liegen an der Spitze). Andererseits kommt Hessen beim Gigabitnetz nur auf Platz acht und liegt damit vor allen ostdeutschen Bundesländern sowie dem Saarland und Bayern. Innerhalb von Hessen sind es insbesondere die ländlicheren Räume – und damit eher Mittel- und Nordhessen –, in denen die Breitbandanbindung der Unternehmen schlechter ausfällt (siehe Abbildung 1). Besonders betroffen sind der Vogelsbergkreis in Mittel- und der Odenwaldkreis in Südhessen, in Nordosthessen sind es der Landkreis Hersfeld-Rotenburg und der Schwalm-Eder-Kreis.

Mit Blick auf die Unternehmen zeigt sich zunächst ein Größeneffekt. Großbetriebe sind besser mit schnellen Internetanbindungen versorgt als KMU. Gerade der für die deutsche Wirtschaft und Arbeits-

welt wichtige Mittelstand droht, den Anschluss an die digitale Entwicklung zu verlieren und damit langfristig seine Wettbewerbs- und damit Überlebensfähigkeit zu gefährden (siehe Kapitel 4.1.2). Im IAB-Betriebspanel 2019 für Hessen lag die Verfügbarkeit von Hochgeschwindigkeitsinternet bei Betrieben mit bis zu neun Beschäftigten bei 66 %, bei Unternehmen mit mehr als 250 Beschäftigten dagegen bei 87 %. Interessant erscheint in diesem Zusammenhang jedoch, dass Erstere die Leistungskapazität zu 84 % als ausreichend empfinden, während Letztere das nur zu 79 % so einschätzen. Für den Größeneffekt spielt die Standortverteilung von Großunternehmen und KMU eine Rolle, sodass sich hierin auch die Infrastrukturunterschiede zwischen städtischen und ländlichen Räumen widerspiegeln. So zeigt eine Studie der Stiftung Familienunternehmen, dass deren Anteil an allen ansässigen Unternehmen zwischen den Raumtypen Agglomeration bis hin zu geringverdichteten ländlichen Räumen von 45,4 % auf 54,1 % zunimmt (Kempermann et al. 2020: 9). Eine zweite Differenzierungsebene stellen die Branchen dar. Hier schwankt die Versorgung zwischen 61 % im verarbeitenden Gewerbe und 78 % in den wirtschaftlichen und wissenschaftlichen Dienstleistungen. Gleichzeitig variiert die Zufriedenheit (die verfügbare Geschwindigkeit wird als ausreichend gesehen) zwischen 70 % im Bereich Handel und Reparatur sowie 92 % in der öffentlichen Verwaltung (Lauxen et al. 2020: 13f.).

Der weitere Ausbau von schnellen Internetanbindungen stellt damit eine zentrale Aufgabe für eine zukunftsfähige Wirtschaft dar. Nachholbedarf gibt es dabei nicht nur bezogen auf Einzelunternehmen, sondern auch bei Gewerbegebieten. Auch diese sind 2022 nur zu 93 % mit mehr als 50 Mbit/s und zu 62 % mit mehr als 1.000 Mbit/s angebunden.

2.1.2 Breitbandversorgung der Haushalte

Ein schneller Internetanschluss ist heutzutage aber nicht nur für viele Unternehmen unabdingbar. Er ist auch Voraussetzung für gesellschaftliche Teilhabe und gehört damit zur digitalen Daseinsvorsorge (vgl. Klenk 2021). Die Bedeutung einer schnellen Internetanbindung der Haushalte auch für die Arbeitswelt ergibt sich aus der zunehmenden Bedeutung des heimischen Schreibtisches als mobilem Arbeitsplatz. Dies trifft nicht nur auf viele Freiberufler:innen und (Solo-)Selbstständige zu, sondern – mit der insbesondere in der Corona-Pandemie deutlich ausgeweiteten Nutzung von Homeoffice-Reglungen – auch auf immer mehr abhängig Beschäftigte. So besteht für 32,3 Prozent der hessischen Erwerbstätigen die Möglichkeit zur Homeoffice-Nutzung (vgl. Gumz et al. 2022: 23f.). In einer Sondererhebung des DGB-Index Gute Arbeit für Hessen gaben 2021 sogar 46,5 Prozent der Befragten an, seit Beginn der Corona-Pandemie zumindest gelegentlich („selten“) von zu Hause aus gearbeitet zu haben (27,9 Prozent aller Befragten sogar „sehr häufig“) (vgl. Greef 2022: 1).

Die Breitbandversorgung (Festnetz) der deutschen Haushalte fällt 2022 mit nur einem Prozentpunkt Unterschied nur geringfügig besser aus, als diejenige der Unternehmen. Über eine Anbindung mit mindestens 50 Mbit/s verfügen 94,2 Prozent der Haushalte, über 1.000 Mbit/s und mehr insgesamt 66,5 Prozent (für die zeitliche Entwicklung siehe Tabelle 2). Hessen liegt damit auf Platz sechs (≥ 50 Mbit/s) (hinter Hamburg, Berlin, Bremen, NRW und Bayern) respektive Platz acht (≥ 1.000 Mbit/s) (vor den ostdeutschen Bundesländern, Rheinland-Pfalz, dem Saarland und Bayern). Auf der Landkreisebene innerhalb von Hessen zeigen sich die gleichen Muster, wie bei der Breitbandversorgung der Betriebe. Insbesondere die Haushalte in ländlicheren Kreisen (neben dem Rheingau-Taunus-Kreis insbesondere in Nordhessen) verfügen seltener über schnelle Internetanbindungen. Darin unterscheidet sich Hessen allerdings nicht von den anderen Bundesländern. Insgesamt liegt die Breitbandverfügbarkeit (50 Mbit/s) der Haushalte in städtischen Gemeinden⁵ bei 98,3 Prozent, in halbstädtischen bei 93,5 Prozent und in

⁵ Städtisch: ≥ 500 Einwohner/km²; halbstädtisch: 100 bis < 500 Einwohner/km²; ländlich: < 100 Einwohner/km².

ländlichen Gemeinden bei 82,8 Prozent.⁶ Die hessischen Gemeinden kommen hierbei auf leicht überdurchschnittliche Werte von 98,7 Prozent, 94,9 Prozent und 86,2 Prozent (BMDV 2021: 14, 26).

Tabelle 2: Entwicklung der Gigabit-Anbindung der Haushalte in Hessen

2*/2018	1/2019	2/2019	1/2020	2/2020	1/2021	2/2022
19,2 %	20,2 %	25,5 %	51,5 %	53,0 %	53,5 %	66,5 %

Anmerkung: Daten jeweils aus dem ersten beziehungsweise zweiten Halbjahr.

Quelle: Bundesnetzagentur (2022).

Gleichwertige Lebensverhältnisse in Bezug auf digitale Infrastrukturen bestehen zwischen Stadt und Land also noch nicht. Die Erschließung Hessens mit digitaler Infrastruktur ist daher auch Bestandteil des Aktionsplans und Dialogprozesses „Starkes Land – Gutes Leben“. Bis 2025 sollen flächendeckend Gigabitanschlüsse verfügbar sein, wobei Schulen, Krankenhäuser und Gewerbegebiete vorrangig angeschlossen werden sollen. In der Legislaturperiode bis 2024 stehen hierfür 270 Millionen Euro für Gigabit-Festnetzanschlüsse zur Verfügung. Weiter 50 Millionen Euro für bis zu 300 zusätzliche Mobilfunkstandorte in ländlichen Regionen sollen weiße Flecken in der Mobilfunkversorgung abbauen (HMUKLV 2021a: 10). Dieser Ausbau ist Teil der bereits 2018 verabschiedeten Gigabitstrategie Hessens (HMWEVL 2018) und des Handlungsfeldes Digitalisierung in der Offensive „Land hat Zukunft“, die auch den Internetzugang über offene kommunale WLAN-Infrastrukturen – die sogenannten „Digitalen Dorflinden“ – fördert (siehe HMUKLV 2022, o. J.).

2.2 Digitalisierung am Arbeitsplatz

Die Auswirkungen der Digitalisierung in der Arbeitswelt und der von ihr ausgelösten Transformationsprozesse sind vielfältig. Jenseits von Fragen nach den Beschäftigungseffekten auf dem Arbeitsmarkt oder den Qualifizierungs- und Kompetenzbedarfen von Arbeitnehmer:innen verändert sich auch die Arbeitsplatzgestaltung, die Arbeitsorganisation und die Arbeitsmittel – wobei nicht jede technologische Neuerung von den Beschäftigten oder den betrieblichen Mitarbeiter:innenvertretungen automatisch als (beachtenswerter) Digitalisierungsprozess benannt oder wahrgenommen wird. Deutlich wird dies beispielsweise an einer europäischen Befragung unter gewerkschaftlich organisierten oder aktiven Beschäftigten, bei denen 32 % der Befragten nicht sicher beantworten konnten, ob ihr Unternehmen algorithmische Instrumente oder Software für die Einstellung, Bewertung der Arbeit oder für andere berufsbezogene Tätigkeiten einsetzt oder nicht (Holubová 2022: 3). Dies kann nicht nur die kritische Begleitung der Einführung neuer digitaler Tools oder Geräte und die Mitgestaltung sowie Regulierung von Digitalisierungsprozessen erschweren, sondern auch die Messung des Digitalisierungsstandes. Gleichwohl lässt sich aufzeigen, dass die Betroffenheit und der Stand der Digitalisierung zwischen Branchen, Unternehmen und Berufen variieren.

In einer für Unternehmen mit mehr als 500 Beschäftigten repräsentativen Umfrage kamen Reimann et al. (2020: 14) zu dem Ergebnis, dass der durchschnittliche *Digitalisierungsgrad* der Unternehmensorganisation nach Aussagen der Arbeitgeber:innen bei 52,8 von 100 möglichen Punkten liegt. Der Digitalisierungsgrad vereint hier die vier Teilindizes internes und externes Crowdsourcing, die Entwicklung der Voraussetzung von digitalen Kompetenzen, das Vorhandensein von verantwortlichen Personen

⁶ Gleichzeitig haben die halbstädtischen und ländlichen Gemeinden hier deutlich aufgeholt. Während der Zuwachs bei den städtischen Gemeinden zwischen Ende 2017 und Mitte 2021 bei sechs Prozentpunkten lag, kamen die halbstädtischen Gemeinden auf 20,3 und die ländlichen Gemeinden auf 39 Prozentpunkte (BMDV 2021: 14).

für Digitalisierung sowie das Entstehen oder der Wegfall von Jobs in den unterschiedlichen Qualifikationsstufen (ebd.: 11).⁷ Dabei lassen sich im Mittelwert auf Branchenebene Unterschiede zwischen 45,7 Punkten für den privaten und öffentlichen sozialen Dienstleistungsbereich und 59,6 Punkte im Bereich Finanzen und Versicherungen feststellen. Diese vergleichsweise geringen Unterschiede verdecken jedoch die erhebliche Varianz im Digitalisierungsgrad der einzelnen Unternehmen. Bei diesen schwankt der Digitalisierungsgrad zwischen 8,3 und 86,7 Punkten erheblich, wobei der Minimalwert auch hier von Unternehmen aus dem Dienstleistungsbereich bestimmt wird (in den anderen Branchen liegt der Minimalwert mit 21,7 bis 33,3 Punkten deutlich höher) (ebd.: 58).

Die Arbeitnehmer:innen bewerteten die *Digitalität ihrer Arbeit* insgesamt mit 38,8 von 100 möglichen Punkten. Hierbei wurde in vier Teilindizes nach der Zusammenarbeit mit Robotern, dem Anteil digitaler Information und Kommunikation sowie von digitalem Management und Kontrolle und dem insgesamt wahrgenommenen Wandel aufgrund von Digitalisierung gefragt (ebd.: 11). Dabei nahm deutlich mehr als die Hälfte der Beschäftigten für die zurückliegenden drei Jahren zum Befragungszeitpunkt noch keine großen Veränderungen ihres Arbeitsplatzes durch Digitalisierung wahr, wobei die Einschätzungen im Mittel zwischen den Bereichen Produktion, Verwaltung und Dienstleistungen nur leicht variiert. Allerdings streuen die Einschätzung innerhalb aller Bereiche sehr stark zwischen etwa 20 und 60 Punkten (ebd.: 18). Diese Unterschiede werden auch bei einigen konkreten Formen von digitalen Entwicklungen am Arbeitsplatz deutlich, die im Folgenden betrachtet werden.

2.2.1 Robotik

Für die digitale Transformation der Arbeitswelt ist eine Vision weiterhin prägend: die vollautomatisierte menschenleere Fabrik, in der ausschließlich Roboter arbeiten. Einem solchen revolutionären Umbruch der Industrie(-arbeit) – im Sinne einer disruptiven Entwicklung – steht jedoch in der Realität eine eher inkrementelle Weiterentwicklung und Modernisierung der Industrie gegenüber (vgl. Schroeder et al. 2021: 40f.; Hirsch-Kreinsen 2018: 249).⁸ Gleichwohl prägt eine verstärkte Nutzung der Robotik die (automatisierte) Industriearbeit. Allein im Jahr 2021 wurden weltweit 517.000 neue Industrieroboter installiert. Damit stieg der Gesamtbestand um 15 % im Vergleich zum Vorjahr auf 3,48 Millionen an (IFR 2022a: 10f.).⁹

Unter *Robotik* werden heute neben den klassischen Robotertypen wie stationären Industrierobotern auch Drohnen und andere sich autonom bewegende Einheiten verstanden. Sie können mit der physischen Welt auf vielfältigere Weise interagieren. Dafür nehmen sie über Sensoren (etwa eine Kamera oder Radar) ihre Umgebung wahr und können diese über Aktoren (wie einen hydraulischen Greifer) manipulieren. Diese Ebene der Hardware wird durch die Softwareebene ergänzt. Wenn Roboter nicht mehr ausschließlich vorher von Menschen festgelegten Steuerungsbefehlen folgen, sondern autonom Sensorinformationen auswerten und auf diese reagieren, wird davon gesprochen, dass diese autonom agieren und hierfür teilweise softwareseitig *Künstliche Intelligenz* (KI) einsetzen (siehe Kapitel 2.2.2).

⁷ Bei den Indizes handelt es sich um Selbsteinschätzungen der Unternehmen. So wird etwa zum externen Crowdsourcing auf einer 5er-Skala („Sehr stark“ bis „Gar nicht“) abgefragt, inwiefern Unternehmensaufgaben extern ausgelagert werden, indem Arbeitsaufträge an eine Vielzahl von Menschen über das Internet bzw. eine Internetplattform vergeben werden (Reimann et al. 2020: 76).

⁸ Gleichwohl kann auch ein evolutionärer, inkrementeller Prozess sowohl von sehr dynamischen Entwicklungsphasen gekennzeichnet sein als auch in seiner langfristigen Wirkung rückblickend revolutionäre Wirkungen hervorbringen (vgl. Obermaier 2019: 3).

⁹ Die Zahl an neu installierten professionellen Service-Robotern lag mit weltweit 121.000 deutlich niedriger. Mit knapp 50.000 entfiel der größte Anteil dabei auf den Bereich Transport und Logistik, gefolgt von 20.000 im Bereich Gastgewerbe und Kund:innenservice, 15.000 im Gesundheitsbereich, 13.000 in der professionellen Reinigung, 8.000 in der Landwirtschaft sowie 5.500 im Bereich Wartung und Instandhaltung (IFR 2022a: 38f.).

Auf diesem Weg können heute Tätigkeiten durch den Einsatz von Robotik automatisiert werden, für die dieses vor einigen Jahren noch nicht möglich war.

Deutschland war im Jahr 2021 zwar mit rund 246.000 Industrie-Robotern die am stärksten automatisierte Volkswirtschaft in der EU, gefolgt von Italien mit 89.000 Robotern (IFR 2022b). Der jährliche Zuwachs stieg dabei leicht und lag bei 24.000 Robotern. Zugleich beschäftigte die Industrie im Jahr 2021 weiterhin 7,4 Millionen Arbeitnehmer:innen. Insofern verwundert es nicht, dass auch in großen Unternehmen mit mehr als 500 Beschäftigten bundesweit nur 10 Prozent der Beschäftigten mit Robotern (stationär und mobil) zusammenarbeiten (Reimann et al. 2020: 18).¹⁰ Allerdings stieg weltweit der Anteil von *kollaborativen* Robotern an allen neu installierten Industrierobotern in den letzten Jahren an und lag 2021 bei 7,5 % (39.000 von 517.000 neuen Robotern). Im Vorjahr hatte er bei 6,6 % gelegen und 2017 bei nur 2,8 % (IFR 2022a: 14). Obwohl die Roboterichte insgesamt zunimmt, fiel verglichen mit anderen abgefragten Formen der Digitalisierung am Arbeitsplatz (Kommunikation, automatisierte Arbeitsaufträge, automatische Speicherung von Information) der wahrgenommene Digitalisierungsanstieg in den letzten drei Jahren am geringsten aus (vgl. Reimann et al. 2020: 51f.). Dies lässt sich dadurch erklären, dass die Einführungs- beziehungsweise Anschaffungskosten sowie der Unterhalt und die Wartung bei den anderen Formen der Digitalisierung nicht nur günstiger ausfallen, sondern diese Formen der Digitalisierung auch sehr viel größere Beschäftigtenanteile betreffen können.

Auch in Hessen hat sich zwischen 2014 und 2018 die Anzahl der pro Jahr in Betrieben eingesetzten Roboter fast verdreifacht (von 1.800 auf 5.100). Dabei wurden im Jahr 2018 fast genauso viele Roboter neu angeschafft, wie in den drei vorangegangenen Jahren zusammen (Lauxen et al. 2020: 11). Auch 18,8 Prozent der KMU außerhalb der IKT-Branche (Informations- und Kommunikationstechnik) setzen laut der Erhebungen für den hessischen Digitalindex Robotik und/oder 3-D-Druck ein (ein Zuwachs um etwa 7 Prozentpunkte seit 2017/2018) (Gumz et al. 2022: 25f., 47).

Die menschenleere Fabrik stellt trotz des technologischen Fortschritts bislang und auch in absehbarer Zukunft nicht die neue Realität in der Industrie dar. Damit ist zwar das immer wieder kolportierte Ende der Arbeitsgesellschaft aufgrund der technologischen Entwicklung kein realistisches Zukunftsszenario. Gleichwohl bringt die Ausweitung von Robotik nicht nur in der betrieblichen Arbeitsrealität große Veränderungen mit sich. Autonome Maschinen können Beschäftigte entlasten und ihre Gesundheit schützen, wenn sie in Bereichen eingesetzt werden, die für Menschen Gefahren bergen oder mit körperlichen Belastungen einhergehen. Jenseits der eigenständigen Übernahme von Tätigkeiten werden Roboter daher bereits heute zur direkten Unterstützung von Beschäftigten eingesetzt. Diese Form des Einsatzes wird sich bei weiteren Fortschritten der Technik und KI verstärken. Roboter existieren dabei nicht nur im Industriesektor und der Produktion. Auch im Dienstleistungsbereich finden sich erst Serviceroboter, die in der Gastronomie bedienen oder autonom in Einkaufszentren unterwegs sind, mit Kund:innen interagieren oder in Museen Besucher:innen mit Informationen versorgen. Und im Pflegebereich wird nicht nur über die Anwendbarkeit von Pflegerobotern (wie etwa Pepper) zur Unterstützung beim Umbetten von Klient:innen oder als Spielpartner:in in Altenheimen nachgedacht (vgl. Janowski et al. 2018), sondern etwa bereits Roboter-Tiere (wie die Robbe PARO) in der Betreuung von Alzheimerpatient:innen eingesetzt. Nicht zuletzt stellen sich hierbei ethische Fragen (vgl. Remmers 2018).

Der Einsatz von Robotern verringert dabei in der Wahrnehmung der betroffenen Beschäftigten eher die Arbeitsbelastung (2,0), als das dieser als Autonomieverlust (1,6) oder Kontrollverlust (1,3) gesehen oder mit der Gefahr des Jobverlusts (0,8) assoziiert wird. Zugleich geht jedoch aus der Zusammenarbeit mit Robotern aus Sicht der Beschäftigten insbesondere die Notwendigkeit für weitere Qualifikationen

¹⁰ Hierzu passt, dass in einer BAuA-Studie zwar 36 Prozent der abhängig Beschäftigten angaben, mit Werkzeugen, Maschinen, Geräten oder Anlagen zu arbeiten – aber nur 32 Prozent davon angaben, dass diese computergestützt oder intelligent vernetzt sind (vgl. Meyer et al. 2021b: 2).

einher (2,8 auf einer Skala von 0 bis 4 Punkten).(vgl. Reimann et al. 2020: 51f.). Neben dem Erwerb des notwendigen Wissens und der Fähigkeiten zum kollaborativen Arbeiten mit Robotern besteht eine grundlegende Herausforderung bei (neuen Formen) der Interaktion von Menschen mit Robotern und anderen teilautonomen, adaptiven (Assistenz-)Systemen, auch mit Blick auf den angemessenen Umgang mit den damit einhergehenden neuen Sicherheitsrisiken und Arbeitsschutzaspekten (siehe Kapitel 3.5).¹¹

2.2.2 Künstliche Intelligenz

Künstliche Intelligenz spielt nicht nur bei der (Selbst-)Steuerung autonomer Roboter eine Rolle. Sie steuert Chatbots als digitale Assistenten im Support, generiert automatisch Wetterberichte oder Zusammenfassungen von Sportereignissen oder wird in der Spracherkennung und -steuerung von Google, Amazon und Apple (Alexa, Echo, Siri, u.a.) eingesetzt. Aktuell wird in den Medien und der Wissenschaft viel über ChatGPT diskutiert, einen von dem US-amerikanischen Unternehmen OpenAI entwickelten Chatbot. Dieses auf Maschinenlernen in neuronalen Netzwerken aufsetzende Sprachmodell und Wissenssystem kann textbasierte Dialoge in natürlicher Sprache führen und erreicht dabei ein neues Niveau an Fragenverständnis, der Berücksichtigung früherer Eingaben von Nutzer:innen und bei der Generierung plausibel klingender Antworten (wobei allerdings nicht erkennbar ist, ob gegebene Antworten und Erklärungen tatsächlich richtig sind) (vgl. Moorstedt 2022). KI findet sich darüber hinaus auch in Softwareanwendungen, Recruiting-, Management- und Personaltools. Die dahinterstehenden Software-Algorithmen sind dabei nicht wirklich intelligent – es handelt sich vielmehr um maschinelles Lernen auf Basis großer Datenmengen, das menschliches Lernverhalten nachahmen soll. Im Ergebnis ermöglichen diese Lernprozesse autonome Entscheidungen (etwa einem Hindernis auszuweichen) aufgrund von Wahrscheinlichkeiten (etwa einen Menschen auf dem Kamerabild zu „erkennen“).

Mit dem veränderten Fokus auf Algorithmen und Künstliche Intelligenz (KI) in den Digitalisierungsdiskursen der letzten Jahre gerät daher auch der Dienstleistungssektor stärker in den Blick. 2019 setzten zwar erst 5,8 % der deutschen Unternehmen KI ein, wobei die IKT-Branche mit 17,8 % vor den Finanzdienstleistungen mit 12,2 % deutlich herausstach (Rammer et al. 2020: 3).

Auf der nicht repräsentativen KI-Landkarte der Plattform Lernende Systeme finden sich 44 Beispiele für KI-Entwicklungsprojekte und KI-Anwendungen in Hessen (<https://www.plattform-lernende-systeme.de/ki-landkarte.html>). Deutliche mehr hessische KI-Aktivitäten lassen sich auf der KI-Landkarte der Hessischen Ministerin für Digitale Strategie und Entwicklung (HMinD) finden (<https://best-practice.ki-hessen.de>). Hier sind 143 hessische Projekte verzeichnet. Dabei entfallen 34 auf Nord-, 10 auf Mittel- und der Großteil von 99 Projekten auf Südhessen. Cluster von KI-Projekten finden sich dabei vor allem in den Städte Darmstadt (48), Frankfurt (32) und Kassel (30) mit Hochschulstandort(en). Der Einsatz von KI ist dabei nicht auf Unternehmen aus der Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) beschränkt. So nutzen auch 11,8 % der KMU außerhalb der IKT-Branche bereits Künstliche Intelligenz (ein Zuwachs um 2,6 Prozentpunkte im Vergleich zu 2019) (Gumz et al. 2022: 25f., 47).

Der verstärkte Einsatz von Künstlicher Intelligenz im Kontext der Arbeitswelt bringt verschiedene Herausforderungen sehr unterschiedlicher Art mit sich (vgl. Özkiziltan/ Hassel 2021). Neben den Aspekten des möglichen Arbeitsplatzverlustes durch neue Formen der Automatisierung,¹² veränderten Be-

¹¹ Im Gegensatz zum englischen Sprachraum, wo stärker zwischen Security und Safety unterschieden wird, vermischen sich im deutschen Sprachgebrauch die Bedeutungen von Sicherheit und Schutz häufig. Gleichwohl wird der eigentlich unterschiedliche Fokus vereinzelt an Begriffspaaren wie Datenschutz und Datensicherheit oder Arbeitsschutz (Maßnahmen) und Arbeitssicherheit (Ziel, Aufgabe) deutlich.

¹² Dieser wird, seit der Studie von Frey und Osborne (2013), die für die USA 47 % aller Beschäftigten in Berufen verorteten, die in den nächsten 10 bis 20 Jahren mit hoher Wahrscheinlichkeit (>70 %) automatisiert werden

rufsprofilen durch den Wegfall bestimmter Tätigkeiten und neu benötigte Kompetenzen und damit Qualifizierungsbedarfen ergeben sich insbesondere zwei weitere Konfliktpotenziale beziehungsweise Problemlagen. Zum einen im Bereich des Managements und Personalwesens (Human Resources; HR). Hierbei geht es vor allem um den Einsatz von KI-Technologie bei Bewerbungsprozessen oder der Bewertung von Arbeitsleistung. Im ersten Fall bestehen ethische Herausforderungen, wie die begründete Gefahr der Fortschreibung von bestehenden Ungleichheiten und Diskriminierung in der Arbeitswelt. Wenn Algorithmen auf Basis von Realdaten etwa lernen, dass männliche Mitarbeiter in der Unternehmenshierarchie häufiger Spitzenpositionen einnehmen und länger arbeiten, könnten sie auf dieser Grundlage Männer gegenüber Frauen bei der Bewertung eingegangener Bewerbungen und Einstellungen bevorzugen. Gleiches gilt auch für andere Personengruppen, wie People of Color, Alleinerziehende mit Kindern oder Frauen im gebärfähigen Alter (siehe auch Verhoeven 2020: 237f.).¹³ Im zweiten Fall entstehen neue Potenziale zur Überwachung und Leistungskontrolle. Analysetools für Big Data im Bereich Human Resource Management (HRM) ermöglichen eine automatisierte Auswertung von Abwesenheitszeiten, Nutzungsdauer von Software oder das Tracking von Bewegungs- und Standortdaten. Somit stellen sich zentrale ethische Fragen beim Umgang mit diesen Beschäftigtendaten. Diese werden zwar bspw. durch die Datenschutzgrundverordnung (DSGVO), das Allgemeines Gleichbehandlungsgesetz (AGG) und die mitbestimmungspflichtige „Einführung und Anwendung von technischen Einrichtungen, die dazu bestimmt sind, das Verhalten oder die Leistung der Arbeitnehmer zu überwachen“ (§ 87 Abs. 1 Nr. 6 BetrVG),¹⁴ gerahmt, aber gerade bezogen auf den Einsatz von KI sind viele Fragen noch nicht geklärt (vgl. Gärtner 2020: 207ff.). Zugleich liegen erste Überlegungen zur Regulierung von KI-Systemen etwa durch den Entwurf der „Verordnung zur Festlegung harmonisierter Vorschriften für künstliche Intelligenz (Gesetz über künstliche Intelligenz)“ der Europäischen Kommission vor (siehe etwa 2023: 69ff.). Daher wird im zweiten Policy Papier zur Digitalisierung auch auf diesen Aspekt vertiefend eingegangen.

Zum anderen gehen mit dem Einsatz von KI in Arbeitsprozessen ebenfalls zwei Herausforderungen einher. Diese betreffen erstens den Arbeitsschutz, etwa wenn Menschen – wie bereits oben beschrieben

könnten, unter dem Begriff des Substituierbarkeitspotenzials diskutiert. Nach Bonin et al. (2015: 23) lag das Substituierbarkeitspotenzial auf Deutschland übertragen bei 42 %. In Hessen stieg der Anteil der Beschäftigten mit hohem Substituierbarkeitspotenzial (> 70 %) zwischen 2013 und 2019 von 13 auf 32 % (und lag damit im Ländervergleich auf Platz sieben; am besten schnitt Berlin mit 23 % und am schlechtesten das Saarland mit 39 % ab). Deutliche Unterschiede zeigten sich auch zwischen den beruflichen Anforderungsniveaus: lag das Substituierbarkeitspotenzial von Beschäftigten in Helfer:innenberufen bei 57 % und von Fachkräften bei 58 %, kamen Spezialist:innen nur auf 45 % und Expert:innen auf 26 %. Über alle Anforderungsniveaus hinweg lag dabei das Substituierbarkeitspotenzial von Frauen unter dem von Männern (die Differenz lag dabei zwischen 3 und 15 Prozentpunkten) (Burkert et al. 2021: 13, 15, 17ff.) Dies liegt daran, dass überproportional viele Frauen (73,7 bzw. 82,2 Prozent Frauenanteil in 2017) in sozialen und kulturellen Dienstleistungsberufen sowie den Gesundheitsberufen arbeiten, die das geringste Substituierbarkeitspotenzial aufweisen. Gleichzeitig handelt es sich bei den Fertigungs- und fertigungstechnischen Berufen, denen ein hohes Substituierbarkeitspotenzial attestiert wird, um Männerdomänen (17,1 bzw. 13,2 Prozent Frauenanteil) (IAB 2018; Weißler 2018).

¹³ So wertet etwa ein vom Arbeitsmarktservice Österreich (AMS) eingesetzter Algorithmus, der eine (Weiterbildungs-)Förderungsempfehlung auf Basis der Erfolgswahrscheinlichkeit auf dem Arbeitsmarkt berechnet, systematisch Frauen (insbesondere mit Kind) und Ältere ab, weil er bestehende gesellschaftliche Ungleichheiten und Benachteiligungen auf dem Arbeitsmarkt reproduziert. AMS-Chef Johannes Kopf (2019) sieht darin jedoch kein Problem: der Algorithmus liefere eine „realitätsgerechte Abbildung der Arbeitsmarktchancen inkl. der Diskriminierungen“ statt „weltfremde[r] Bilder“.

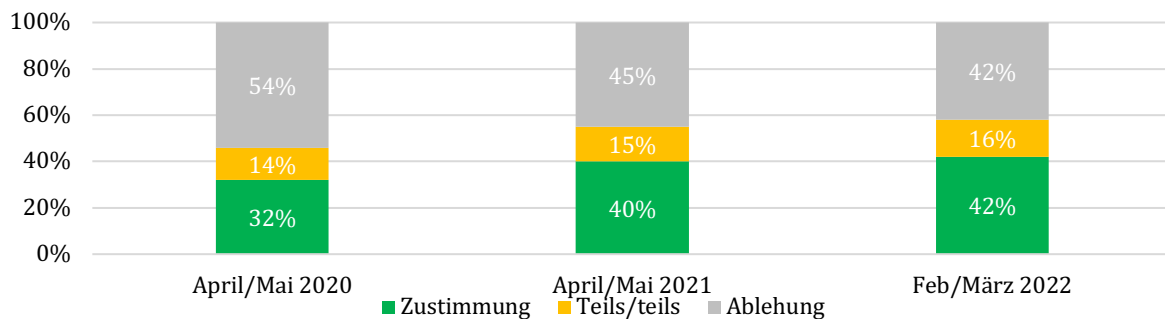
¹⁴ Hierbei ist zu berücksichtigen, dass technische Einrichtungen laut BAG-Urteil (BAG 1 ABR 7/15 vom 13.12.2016 und BAG 1 ABR 43/81 vom 06.12.1983) auch dann „dazu bestimmt“ sind, das Verhalten oder die Leistung der Arbeitnehmer zu überwachen, wenn sie dazu *geeignet* sind – „ob der Arbeitgeber dieses Ziel tatsächlich verfolgt oder die gewonnenen Daten auswertet, sei hingegen unerheblich“ (Wisskirchen/ Heinen 2021: 105).

– sich auf engem Raum mit autonom agierenden Systemen bewegen oder mit autonomen Robotern direkt zusammenarbeiten.¹⁵ Zweitens können bei um smarte Funktionen erweiterten Arbeitsmitteln personenbezogene (Leistungs-)Daten anfallen oder diese Geräte und Apps potenziell zur Überwachung und Kontrolle eingesetzt werden. Beide Punkte werden weiter unter in Kapitel 3.5 zu Arbeitsschutz und Produktsicherheit noch einmal aufgegriffen.

2.2.3 Neue Softwaretools und Hardware

Die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) wie PC, Notebook oder mobilen Endgeräten gehört für 85 Prozent der abhängig Beschäftigten zum Arbeitsalltag, wobei 42 Prozent von diesen angeben, dass ihre IKT bereits überwiegend oder vollständig intelligent vernetzt ist (vgl. Meyer et al. 2021b: 1f.). Insbesondere in der Corona-Pandemie beschleunigte sich die Digitalisierung der Arbeitswelt weiter. Dies zeigt sich etwa in einer 2020 bis 2022 bundesweit durchgeführten Befragung. Hier stieg der Anteil der Erwerbstätigen, die angaben, dass ihre Arbeit durch Corona viel digitaler geworden sei von 32 auf 42 Prozent (siehe Abbildung 2).

Abbildung 2: Arbeit durch die Pandemie viel digitaler geworden?



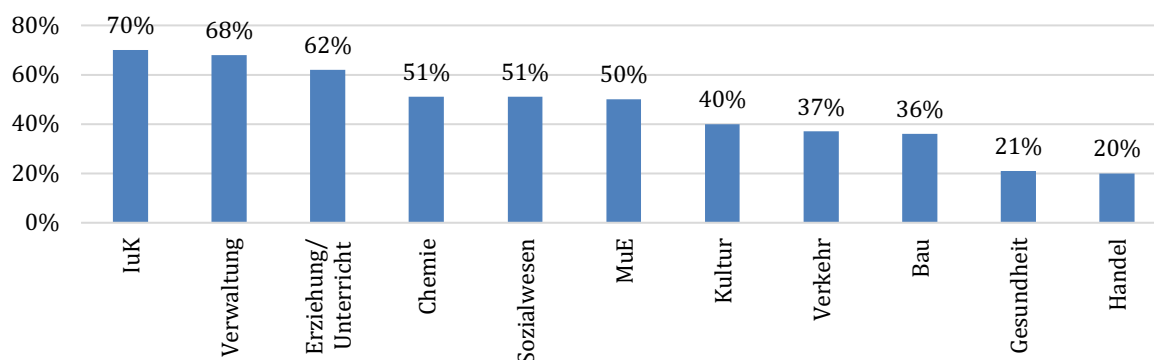
Quelle: Niehoff et al. (2022: 44).

Zugleich unterscheidet sich die Betroffenheit deutlich nach vier Branchen-Clustern (siehe Abbildung 3). Am geringsten (um 20 Prozent Zustimmung) fiel die Digitalisierungsstand 2022 im Bereich der personennahen Dienstleistungen (Gesundheit und Handel) aus. Besonders hoch lag sie dagegen bei Beschäftigten im Bereich IuK, Erziehung und Unterricht sowie der Öffentlichen Verwaltung (62-70 Prozent). Die Bereiche Metall und Elektro, Chemie sowie Sozialwesen lagen im oberen Mittelfeld (um 50 Prozent) – die Sektoren Verkehr und Logistik, Kultur und Baugewerbe im unteren Mittelfeld (36-40 Prozent) (ebd.: 45f.).

Dieser Digitalisierungsschub lässt sich auch für Hessen in der Sonderauswertung des DGB-Index Gute Arbeit 2021 nachzeichnen. Insbesondere Homeoffice-bedingt gaben fast zwei Drittel (64,9 %) der Beschäftigten an, dass in den vergangenen Monaten neue Software oder Apps eingesetzt wurden. Immerhin knapp ein Drittel (32,3 %) der Beschäftigten berichtete darüber hinaus, dass in den vergangenen Monaten an ihrem Arbeitsplatz auch neue digitale Geräte oder Maschinen zum Einsatz kamen.

¹⁵ Eine darüber hinausgehende Perspektive auf Sicherheit und KI betrifft ethische Gesichtspunkte. Einen Bezug zu Beschäftigten und der Digitalisierung der Arbeitswelt besteht dabei in Bezug auf Fragen der Verantwortung für Design und Programmierung autonomer Systeme. Ausführlich (theoretisch) diskutiert werden diese im Kontext des autonomen Fahrens und des sogenannten Trolley-Dilemmas: Können und sollen Algorithmen etwa entscheiden, ob ein Ausweichmanöver durchgeführt wird, wenn hierdurch die Kollision mit einer Person auf der Straße verhindert, gleichzeitig aber das Auto und damit sein:e Fahrer:in mit einem Brückenpfeiler kollidieren würde (siehe etwa Nolting 2021: 127f.).

Abbildung 3: Digitalisierung der Arbeit durch die Pandemie nach Branchen (2022)



Quelle: Niehoff et al. (ebd.: 45).

Zwar war dieser Digitalisierungsschub explizit mit der Corona-Sondersituation verbunden, die sowohl auf Seiten von Arbeitnehmer:innen wie Arbeitgeber:innen zu einer größeren Offenheit gegenüber technologischen Entwicklungen geführt hat. Es ist allerdings nicht davon auszugehen, dass neu eingeführte digitale Arbeitsprozesse oder Geräte nach der Pandemie einfach wieder aufgegeben werden. Vielmehr ist von einer nachhaltigen Etablierung auszugehen, wenngleich der Umfang der Nutzung (etwa von Homeoffice) nach der Pandemie durchaus rückläufig sein kann. Neue Hard- und Software erfordern häufig nicht nur eine Einarbeitung und Anpassungsleistungen von Arbeitsabläufen auf Beschäftigten-seite. Vielfach gehen mit digitalen Prozessen neue Möglichkeiten zur Leistungsmessung und Überwachung einer, weshalb deren Einführung – wie bereits oben zur KI ausgeführt – in der Regel auch mitbestimmungspflichtig ist – allerdings dann auch entsprechend geschulte Betriebsrät:innen voraussetzt, sofern überhaupt eine Mitarbeitendenvertretung existiert. Diese Problematik wird ebenfalls im zweiten Policy Paper zur Digitalisierung vertieft werden. Sie betrifft neben dem Einsatz von Software im Homeoffice oder Büro etwa auch die Nutzung von Apps und GPS im Logistik- und Lieferdienstbereich. Mit diesen lassen sich nicht nur die Paket- oder Essenslieferungen, sondern auch die damit beauftragten Beschäftigten verfolgen. Darüber hinaus unterscheidet sich die Digitalisierungserfahrung im Kontext der Pandemie nicht nur zwischen den Branchen, sondern auch innerhalb von Belegschaften. Von der Einführung neuer Softwaretools und Hardware sind insbesondere akademische Berufe, Hochqualifizierte und obere Einkommensklassen betroffen. Dagegen „erfahren Produktionsarbeitende und Dienstleistende auch nach zwei Jahren Pandemie keine nennenswerte Digitalisierung ihrer Arbeit“ (ebd.: 45). Diese Entwicklungen „verstärken bestehende Trennlinien zwischen Produktions-, Dienstleistungs- und Büroarbeitenden in den unteren Berufsständen“ (Holst et al. 2022: 43).

3 Herausforderungen

Im Folgenden werden einige zentrale Herausforderungen aufgegriffen, die mit der zunehmenden Digitalisierung der Arbeitswelt einhergehen. Hierbei steht die technologische Dimension im Vordergrund. Die sozialen Implikationen und Problemlagen werden in einem weiteren Policy Paper vertiefend behandelt und an dieser Stelle allenfalls skizziert.

3.1 IT-Sicherheit und Cybersecurity

In den letzten Jahren haben die öffentlich gewordenen, medienwirksamen Sicherheitsvorfälle stark zugenommen. So haben Ransomware-Angriffe, die alle Daten verschlüsseln und Lösegeld erpressen sollen, Unternehmen, Universitäten, Krankenhäuser und ganze Kommunalverwaltungen über Tage oder Wochen lahmgelegt. Sie sind damit neben anderen Angriffen wie Phishing oder dem Einsatz von Spyware, Trojanern oder der Überlastung von Servern (Distributed Denial-of-Service; DDoS) zu einer

zentralen Herausforderung nicht nur für die Wirtschaft, sondern auch für die (kritische) Infrastruktur geworden.

In einer Umfrage in Deutschland gaben 59,6 % der befragten Unternehmen an, bezogen auf die letzten 12 Monate (2019/2020), von mindestens einem Cyberangriff betroffen gewesen zu sein, wobei die Betroffenheit mit der Beschäftigtengrößenklasse ansteigt. Die Prävalenzrate ist dabei im Vergleich zur Vorbefragung 2017/2018 um fast 19 Prozentpunkte gewachsen (Dreißigacker et al. 2021: 52). Mit der zunehmenden Bedrohungslage und -wahrnehmung steigen auch die Ausgaben der Unternehmen für IT-Sicherheit. Sie belaufen sich im Jahr 2022 auf rund 7,8 Milliarden Euro. Das entspricht im Vergleich zum Vorjahr einem Anstieg um 13 % und für 2025 wird ein weiterer Anstieg der Ausgaben auf 10,3 Milliarden erwartet (bitkom 2022a). Gerade vor dem Hintergrund der weiter angestiegenen Nutzung von digitalen Tools im Zuge der Corona-Krise und der Ausweitung von Homeoffice-Angeboten kommen neue Angriffspunkte hinzu. Hiervon bleiben auch die Beschäftigten nicht unberührt, wenn diese als „Co-Sicherheitsbeauftragte[] (...) eine „stärkere Verantwortung für die IT-Sicherheit erhalten“ (Lernlabor Cybersicherheit 2021). Hierzu gehören nicht nur Aspekte wie die sichere Aufbewahrung von Unterlagen Zuhause oder die Sperrung von Bildschirmen und Computern in Abwesenheitszeiten. Der Faktor Mensch spielt neben Software-Sicherheitslücken eine entscheidende Rolle für die Gefahr von Cyberangriffen. Mitarbeiter:innen sind in der Regel das schwächste Glied in der Abwehrkette, weil sie (sicherheits-)technisch nicht versiert sind und häufig nicht ausreichend geschult werden. Entsprechend bedeutsam sind Angriffswege, die über präparierte E-Mails oder Social-Engineering-Techniken direkt bei Unternehmensmitarbeiter:innen ansetzen. Umso wichtiger sollte unter Sicherheitsgesichtspunkten die entsprechende Unterweisung von Beschäftigten über den richtigen Umgang mit Technik und zum Erkennen von Angriffsversuchen sein. Während sich Beschäftigte in Deutschland beispielsweise zu 87 Prozent (sehr) sicher sind, Phishing-Angriffe per E-Mail (etwa gefälschte E-Mail-Absender, um Mitarbeiter:innen zur Eingabe von Passwörtern zu verleiten) erkennen zu können, trifft dies bei Social Engineering (etwa Anrufe von vermeintlichen Vorgesetzten) nur auf 60 Prozent zu. Hierbei unterscheiden sie sich nur unwesentlich von anderen Ländern. Deutliche Abweichungen gibt es jedoch dabei, wie wohl sie sich fühlen, einen Sicherheitsvorfall dem Unternehmen zu melden. Mit 28 Prozent fühlen sich deutsche Beschäftigte sehr viel häufiger als im internationalen Durchschnitt (13 Prozent) (sehr) unwohl bei einer solchen Meldung. Hierbei kann die Unternehmens- und Fehlerkultur eine Rolle spielen – 31 Prozent haben Angst davor, einen Sicherheitsvorfall zu melden, weil sie etwa Verwarnungen, disziplinarische Maßnahmen oder andere Auseinandersetzungen mit der Personalabteilung erwarten (Grimes 2022).

3.2 Big Data und Datenzugang

Seitdem 2019 die EU-Verbraucherschutzkommissarin Meglena Kuneva (2009) in ihrer Keynote-Ansprache anlässlich des Runden Tisches zu Online Data Collection, Targeting and Profiling Daten als das neue Öl des digitalen Zeitalters bezeichnet hat, hält sich dieser Vergleich. Während Öl jedoch knapp ist und verbraucht wird, werden Daten in immer größeren Mengen produziert und könnten theoretisch verlustfrei vervielfältigt werden. Mit dem Aufstieg der großen, insbesondere US-amerikanischen Digitalkonzerne – allen voran Alphabet (Google), Meta (Facebook), Amazon, Apple und Microsoft –, die bei ihren digitalen Angeboten auf Netzwerk- und Lock-In-Effekte setzen¹⁶ und damit ihre Nutzer:innenbasis immer weiter vergrößern, sammeln diese jedoch immer mehr Daten in ihren Datensilos. Der Zugang zu Daten wird damit zum entscheidenden Wettbewerbsfaktor für Unternehmen und Startups. Zugleich

¹⁶ Da mit der Beteiligung an einem Netzwerk die Kosten zum Wechseln immer höher werden (Lock-In-Effekt) und der Nutzen für jede:n Nutzer:in mit jeder und jedem weiteren Nutzer:in steigt (Netzwerkeffekt), neigen solche Dienste zur Monopolbildung.

wird im deutschen Kontext die Rolle des Datenschutzes intensiv diskutiert, wobei unterschiedliche Argumente vom starken Datenschutz als Wettbewerbsvorteil und wichtige Schutzmaßnahme für Arbeitnehmer:innen (Beschäftigtendatenschutz) bis hin zum Hindernis für neue digitale Geschäftsmodelle vorgebracht werden.

Zugleich können Unternehmen durch die Digitalisierung von Prozessen und die Einführung digitaler Tools auch immer mehr Daten sammeln. Diese können eine dauerhafte direkte oder indirekte Überwachung des Arbeitsverhaltens oder der Leistung von Mitarbeiter:innen ermöglichen, deren Standort tracken oder eine biometrische Authentifizierung erfordern. Damit gewinnt nicht nur die Sicherstellung des Beschäftigtendatenschutzes eine immer größere Relevanz (Krause 2017). Zugleich kann sich das ohnehin bestehende Machtungleichgewicht zulasten von Arbeitnehmer:innen weiter verschärfen. Freiräume zur selbstbestimmten Arbeit sowie eigenverantwortlichen Gestaltung von Arbeitsprozessen werden kleiner – und jederzeit könnten auch kleinste Abweichungen von Vorgaben erfasst und geahndet werden.

3.3 Plattformökonomie als neues digitales Geschäftsmodell

Ein zentraler Teilbereich der digitalen Transformation bezieht sich auf neue digitale Geschäftsmodelle. Diese werden mitunter mit dem Begriff der *Disruption* in Verbindung gebracht. Damit sind Entwicklungen gemeint, die etablierte, traditionelle Dienstleistungs- oder Produktangebote durch neue Technologien teilweise verdrängen, vollständig ablösen oder die Wertschöpfung deutlich verschieben. Sie verändern damit nicht nur Märkte und setzen Unternehmen unter Druck, sondern zeigen auch Auswirkungen auf die Arbeitswelt, Beschäftigungsverhältnisse und Arbeitsorganisation. Das bekannteste Beispiel ist UBER, das als weltweit größtes Taxi(artiges)-Unternehmen in seinem eigentlichen Geschäftsmodell weder Fahrzeuge noch angestellte Fahrer:innen benötigt. UBER betreibt nur eine digitale Plattform, die eine Taxidienstleistung zwischen Angebot und Nachfrage vermitteln möchte. Diese Plattformökonomie stellt eine der bedeutendsten Neuerscheinungen bei den digitalen Geschäftsmodellen dar. Diese wird daher vielfach als eine *disruptive* Entwicklung beschrieben, die etablierte Märkte durcheinanderwirbelt und nachhaltig verändert. In dieser internetbasierten Ökonomie wird die Akteurskonstellation durch neu hinzukommende Plattformunternehmen neu austariert. Im Gegensatz zu klassischen Märkten, die von zwei Akteursgruppen – der Angebots- und Nachfrageseite – gekennzeichnet sind, kommen in der Plattformökonomie die Plattformbetreiber:innen als dritte Akteursgruppe hinzu. In vielen Bereichen existiert dabei eine Vormachtstellung US-amerikanischer Internetkonzerne.

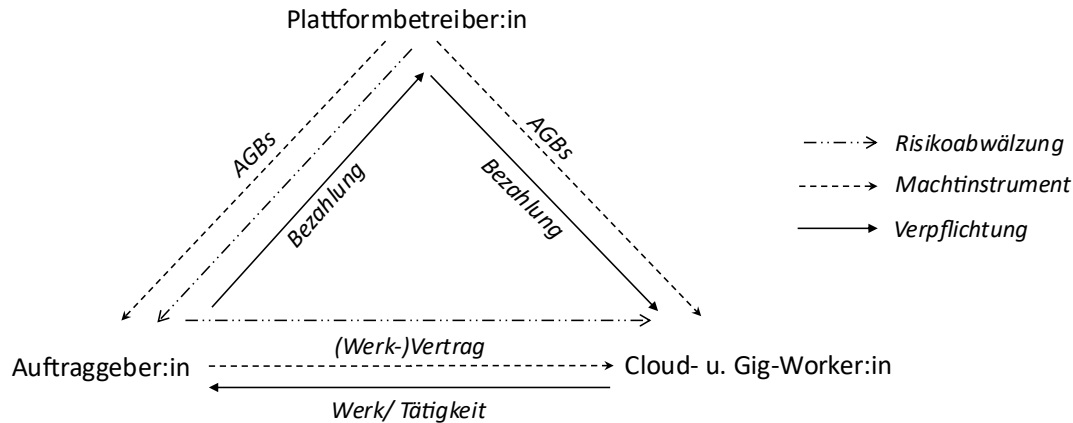
Die internetbasierten Plattformen sehen sich dabei ausschließlich in einer vermittelnden Rolle zwischen Angebot und Nachfrage, weshalb sie auch als intermediäre Akteure bezeichnet werden. Heute spielen Plattformen in unterschiedlichen Bereichen eine zentrale Rolle (Greef et al. 2020: 209). Grundsätzlich können dabei sechs Typen von Plattformen unterschieden werden (Schmidt 2016: 6):

1. Wissens- und Informationsplattformen wie Wikipedia oder Suchmaschinen
2. Soziale Medien und Kommunikationsplattformen wie Facebook oder WhatsApp
3. Medienplattformen wie YouTube oder Netflix
4. Handelsplattformen wie Amazon Marketplace oder eBay
5. Crowdfunding-/ Crowdinvesting-/ Finanzplattformen wie Kickstarter oder Startpage
6. Arbeitsauftragsplattformen für plattformvermittelte Arbeit wie clickworker oder Streetspotr

Für die Arbeitswelt von besonderer Bedeutung sind die letztgenannten internetbasierten Plattformen zur Vermittlung von Arbeitsaufträgen, die auch als Crowdfunding-Plattformen bezeichnet werden. Da dies in vielen Fällen als Auslagerung von Arbeit angesehen werden kann, wird auch von Crowdsourcing – als Abwandlung des Begriffs ‚Outsourcing‘ – gesprochen. Arbeitsaufträge werden dabei auf zentrali-

sierten Internetplattformen ausgeschrieben¹⁷ und eine unbestimmte Anzahl an potenziellen Auftragnehmer:innen – die namensgebende Crowd – konkurriert darum, diese zu übernehmen. Die Bezahlung erfolgt also für ein bestimmtes abgegebenes Werk(stück) oder eine erbrachte Dienstleistung. Die Art der Tätigkeit lässt sich dabei grundsätzlich danach unterscheiden, ob sie ortsunabhängig am Computer oder nur ortsabhängig (wie Handwerksleistungen, Lieferungen, etc.) erbracht werden kann. In ersterem Fall wird auch von Cloud-Work und im zweiten Fall von Gig-Work gesprochen.¹⁸

Abbildung 4: Dreiseitige Plattformarchitektur



Quelle: Eigene Darstellung.

Zentrales Kennzeichen der Plattformökonomie ist die bestimmende Position der Plattformen. Sie gestalten über ihre AGB das Verhältnis zwischen den Plattformnutzer:innen, übernehmen in der Regel die Zahlungsabwicklung und schalten sich zwischen die Kommunikation der Nutzer:innen. Die Plattformen besitzen damit in diesem Akteurs-Dreieck die zentrale Machtposition und können damit viele Risiken auf die Nutzer:innen externalisieren, weil sie sich selbst für viele Aspekte – wie die soziale Absicherung der Crowd- und Gigworker:innen oder die konkrete Vertragsgestaltung – nicht in der Verantwortung sehen und auf ihre Vermittlungsposition zurückziehen (siehe Abbildung 4). Die hier tätigen Menschen besetzen in der dreiseitigen Plattformarchitektur daher die schwächste Position,¹⁹ da sie sowohl von der Plattform (und ihren AGB) abhängig, als auch den Bedingungen der Auftraggeber:innen ausgeliefert sind. So ist etwa in der Regel nicht vorgesehen, dass Auftragsinhalte oder die Bedingungen der Auftragsvergabe – wie etwa die Bezahlung – (nach-)verhandelt werden können (Greef et al. 2020: 209). Trotz diesen Abhängigkeiten wird den in der Plattformökonomie tätigen Beschäftigten in der Regel der Status der Solo-Selbstständigkeit zugeschrieben. Es handelt sich weder aus Sicht der vermittelnden Plattform noch aus Sicht der Auftraggebenden um abhängig beschäftigte Arbeitnehmer:innen. In der Folge gibt es für sie keine Lohnfortzahlung im Krankheitsfall und es werden keine Sozialversicherungsbeiträge abgeführt. Die Regelung des Arbeitsrechts (jenseits der Sittenwidrigkeit) und des Arbeits-

¹⁷ Hiervon ist internes Crowdsourcing zu unterscheiden, bei dem Unternehmen zum Beispiel Projekte oder Arbeitsaufträge für Beschäftigte an unterschiedlichen Unternehmensstandorten ausschreiben.

¹⁸ Eine Sonderform stellen häufig künstlerische, architektonische oder Design-Ausschreibung dar. Diese folgen nicht selten dem „the winner takes it all“-Prinzip. Hierbei müssen alle teilnehmenden Crowdworker:innen zunächst in Vorleistung gehen, indem sie einen Entwurf erarbeiten und einreichen. Bezahlt wird am Ende aber nur der von Seite der Auftraggeber:innen ausgewählte Gewinner:innen-Entwurf.

¹⁹ Gleichwohl sind auch die auftraggebenden Unternehmen von der Plattform abhängig und dieser gegenüber in einer schwächeren Position.

und Gesundheitsschutzes gelten für sie genauso wenig, wie Mindestlöhne oder Tarifrecht. Ohne betriebliche Verortung entfällt die Mitbestimmung und eine gewerkschaftliche Organisation wird erschwert. Damit sind Crowdworker:innen allenfalls abgesichert, wenn sie hauptberuflich einer abhängigen Beschäftigung nachgehen und nur im Nebenerwerb auf Plattformen tätig sind (Keller/ Seifert 2020: 242f.).

Genauso vielfältig wie die Typen der Plattformen fallen die Tätigkeitsprofile der Plattformarbeitenden aus. Nicht immer handelt es sich dabei um prekäre Arbeit. Insbesondere im Bereich der hochqualifizierten Tätigkeiten (Programmierung, Design-Projekte, etc.) werden die anspruchsvollen Aufträge über Plattformen gut bezahlt. Hier bietet die Plattformökonomie für IT-Fachkräfte oder andere ohnehin selbstständig arbeitende hochqualifizierte Berufsgruppen eine einfache zusätzlich Möglichkeit, um neue Auftraggeber:innen und Aufträge zu akquirieren. Für sie geht Crowdfunding also möglicherweise mit einer höheren Flexibilität und Selbstbestimmung einher. Schlechter sind die Bedingungen für die sogenannten Clickworker:innen, die einfache Mikrotasks abarbeiten (am bekanntesten ist hierfür die Plattform Amazon Mechanical Turk). Hierbei handelt es sich um eine moderne Form der Stücklohnarbeit – so müssen etwa für wenige Cent je Einzelfall für E-Commerce-Unternehmen Kleidungsstücke mit wenige Begriffen beschrieben werden oder in Supermärkten Beweisfotos von Sonderaktionen geschossen werden.

In der Studie zu Mikrotasks von Bertschek et al. (2016b: 9, 35f.) verdienten 69 % der Befragten weniger als 4,99 Euro pro Woche und 97 % weniger als 20 Euro. Diese Ergebnisse sind nicht überraschend, da 54 % weniger als eine Stunde pro Woche in diesem Kontext arbeiteten. In der Studie von Serfling (2018: 45), die auch Makrotasks umfasst, fallen die Befunde zum Einkommen dementsprechend disparat aus: 22 % der Befragten verdienten weniger als 25 Euro pro Woche, 40 % dagegen mehr als 1.000 Euro. Diese Verdienstunterschiede spiegeln sich auch in der beruflichen Situation der Crowdworker:innen wider. Unter den Befragten auf Mikrotask-Plattformen machten Studierende, Schüler:innen, Auszubildende und Arbeitssuchende insgesamt 61 % aus – Freiberufler:innen und Solo-Selbstständige dagegen nur 9 %.²⁰ Für die Mehrheit handelte es sich daher um einen Neben- oder Zuverdienst. Aber auch auf den besser bezahlten Makrotask-Plattformen gaben nur 28 % der Befragten Crowdfunding als Haupteinnahmequelle an (ebd.: 48).²¹ In einer Studie von Leimeister et al. (2016: 49) lag das mittlere Monatseinkommen (Mittelwert) bei hauptberuflichen Crowdworker:innen bei 1.503,72 Euro – im Vergleich zu 326,17 Euro im Nebenberuf.

Zwischen Makro- und Mikrotasks ist die heute vielfach das Stadtbild prägende Personen- und Warenbeförderung (wie Essenslieferdienste) – oft mit eigenem PKW oder Fahrrad – einzuordnen (Greef et al. 2020: 210f.). Als ortsabhängige Gig-Worker:innen haben sie prinzipiell einen Vorteil: während Plattformen mitunter die Kommunikation zwischen Cloud-Worker:innen einfach unterbinden oder gar nicht erst anbieten, können sich Gig-Worker:innen physisch vor Ort treffen und damit theoretisch besser organisieren. Dies war zum Beispiel bei den Rider:innen (wie sich Crowdworker:innen im Bereich der Essenslieferung per Fahrrad selbst bezeichnen) der Fall. Dass Fahrer:innen häufig an denselben Stellen auf die nächste Essensbestellung warten, konnten sie nutzen, um sich etwa im Rahmen der Initiative „Liefern am Limit“, die mittlerweile Teil der Gewerkschaft Nahrung-Genuss-Gaststätten ist, selbst zu organisieren. Konflikte bestehen etwa darin, dass mitunter Arbeitsmittel (Mobiltelefon, Notebook, Auto, Fahrrad, etc.) selbst bezahlt und für Reparaturen aufgekommen werden muss oder sich die Rider:innen von der zu nutzenden App kontrolliert und der Technik ausgeliefert fühlen (Heiland/ Brinkmann 2020).

²⁰ Sehr viel mehr Selbstständige finden sich auf Design-Plattformen (53 %) (Bertschek et al. 2016b: 41f.).

²¹ Insgesamt stellte sich die Verteilung des Erwerbstätigenstatus bei den aktiven Crowdworker:innen im Crowdfunding Monitor 2019 wie folgt dar: 24,7 % Vollzeitangestellte, 4,7 % Teilzeitangestellte und 27,9 % Selbstständige. Hinzu kamen 18,4 % Rentner:innen, 7,1 % Studierende, 12,6 % Arbeitslose und 4,6 % nicht erwerbstätige oder arbeitssuchende Menschen (Serfling 2019: 21).

Aber auch bei Plattformen, wo die Fahrer:innen angestellt sind, gibt es immer wieder Probleme mit dem Arbeitsschutz, etwa wegen nicht Einhaltung der Höchstarbeitszeit, fehlenden Ruhepausen oder unerlaubter Sonn- und Feiertagsarbeit. Hieran wird bereits deutlich, weshalb davon gesprochen wird, dass mit der Plattformökonomie erhebliche Herausforderung für Beschäftigung, Arbeitsbedingungen und soziale Absicherung einhergehen.

Von besonderer Bedeutung für die häufig prekäre Arbeitssituation von Crowdworker:innen ist jedoch, wie oben geschildert, ihr Status also Solo-Selbstständige. Allerdings ist diese klare Zuschreibung durch die Plattformen und Auftraggeber:innen alles andere als eindeutig. Vielmehr hängt die tatsächliche Einstufung von Crowdfunding als selbstständige oder abhängige Tätigkeit von der „Gesamtwürdigung aller maßgeblichen Umstände des Einzelfalls“ ab, wie das Bundesarbeitsgericht (BAG) klarstellt, das dem klagenden Crowdworker:innen attestierte „in arbeitnehmertypischer Weise weisungsgebundene und fremdbestimmte Arbeit“ auszuführen und demnach ein abhängig beschäftigt zu sein (BAG, Urteil v. 1.12.2020 – 9 AZR 102/20, Rn. 38, 45). Mitunter sind Crowdworker:innen ausschließlich für eine:n Auftraggeber:in tätig, erhalten detaillierte Arbeitsanweisungen über eine App²² und werden damit in dessen Organisationsstruktur eingebunden. Gleichwohl gilt für die meisten Crowdworker:innen bislang weiterhin die Annahme, dass diese Solo-Selbstständige sind. In der Folge entscheiden Gerichte bislang in Einzelfallentscheidungen über den Status von Crowdworker:innen. Die vorgeschlagene EU-Richtlinie zum Schutz der Rechte von Plattformarbeitskräften (COM(2021) 762 final) setzt dagegen auf Seiten der Plattformen an (Europäische Kommission 2021). Sie sieht unter anderem einen Kriterienkatalog vor, anhand dessen sich der Arbeitgeber:innenstatus der Plattform einfach feststellen lassen soll. Dafür müssen sie zwei von fünf Kriterien erfüllen: Festlegung (der Obergrenze) der Vergütung; Überwachung der Arbeitsleistung; eingeschränkte Freiheit, Arbeitszeiten zu wählen oder Aufgaben an-/abzulehnen; verbindliche Vorgaben zum Erscheinungsbild oder Verhalten; eingeschränkte Möglichkeit, einen Kund:innenstamm aufzubauen oder für Dritte tätig zu werden (Europäischer Rat 2022).²³ Würden diese Kriterien beispielsweise bei der Plattform Helpling angelegt, spricht vieles dafür, dass es sich bei den hier vermittelten Reinigungskräften nicht wie bisher kolportiert um Solo-Selbstständige handelt. So können die Reinigungskräfte ihren Stundensatz nur innerhalb eines von der Plattform festgesetzten Rahmens (Ober- und Untergrenze) festlegen. Im Anschluss an die erbrachte Reinigungsleistung fordert die Plattform die Auftraggeber:innen zur Bewertung der Reinigungsqualität auf, womit deren Leistungen zu einem gewissen Grad kontrolliert wird (vgl. Gerold et al. 2022: 22, 26). Für kurzfristige Absagen durch die Reinigungskräfte verlangt Helpling (2022) in seinen AGB eine Stornierungsgebühr (Nr. 4.3 AGB). Eine Zahlung von 500 Euro wird fällig, wenn eine Reinigungskraft innerhalb von zwei Jahren den Folgeauftrag eines über Helpling vermittelten Auftraggebers annimmt, ohne dafür die Plattform zu nutzen (Nr. 5.4 AGB). Insgesamt könnten in diesem Fall daher sogar vier Kriterien der EU-Richtlinie erfüllt sein.

3.4 Digitalisierung und Nachhaltigkeit

Für das Gelingen der sozial-ökologischen Transformation spielt die Digitalisierung eine wichtige Rolle. Zum einen durch den Einsatz von digitalen Technologien in der Umsetzung der Energie- und Mobilitätswende. Zum anderen durch Potenziale zur nachhaltigeren Ausgestaltung von digitaleren Produkti-

²² Ohnehin spielen Konzepte von algorithmischem Management bei Plattformarbeit eine große Rolle, nicht nur bei der Auftragsvergabe und -durchführung, sondern auch bei den häufig zur indirekten Kontrolle und (Selbst-)Disziplinierung beitragenden Reputations-, Bewertungs- und Rankingverfahren (Gerber 2020).

²³ Die EU geht von mehr als 500 digitalen Arbeitsplattformen mit über 28 Millionen Plattformarbeitskräften in Europa aus, von denen bis zu 5,5 Millionen fälschlicherweise als Selbstständige eingestuft seien (Europäischer Rat 2022).

onsprozessen, smarter Instandhaltung oder digitaler Produkte. Digitalisierte Wertschöpfungsnetzwerke (wie sie etwa unter dem Label Industrie 4.0 diskutiert werden) ermöglichen es beispielweise, Prozesse in Echtzeit auf den Ressourcenverbrauch hin zu optimieren (Posch 2021: 15). Gleichzeitig bringt die Digitalisierung aber auch selbst Umweltprobleme, wie einen erhöhten Ressourcenverbrauch und Treibhausgasemissionen mit sich (Brüggemann 2021). Zum einen durch den steigenden Energieverbrauch für den Betrieb von Daten- und Rechenzentren durch Streaming von Videos und die Verlagerung von Daten in die Cloud, KI und Maschinelles Lernen oder Blockchain-Anwendungen. Zum anderen durch den Ressourcenverbrauch sowie die Recycling- und Müllproblematik immer kürzerer Produkt- und Konsumzyklen von Elektronik (insbesondere Mobiltelefonen). Damit existiert ein Spannungsverhältnis zwischen der notwendigen digitalen Transformation der deutschen Wirtschaft zum Erhalt deren zukünftiger Wettbewerbsfähigkeit auf der einen Seite und dem Ziel der Klimaneutralität auf der anderen Seite.

Um beide Aspekte miteinander in Einklang zu bringen, sind nicht nur politische Leitplanken, sondern auch Steuerung notwendig: „Um Energieeffizienzpotenziale in der IKT zu erschließen, sollten vor allem bestehende Instrumente zur Förderung von Green IT fortentwickelt und an die Innovationsdynamik digitaler Technologien angepasst werden“ (ebd.: 6). So können insbesondere innovative Startups²⁴ mit neuen Ideen eine nachhaltiger ausgestaltete Wirtschafts- und Arbeitswelt vorantreiben. Auch in diesem Feld wird die Relevanz von technologischer Entwicklung und Digitalisierung deutlich. Im Green Startup Monitor 2022 verfolgten 27 Prozent der grünen Startups hardware-basierte digitale Geschäftsmodelle und weitere 55 Prozent rein digitale Geschäftsmodelle. Damit entfielen auf den Bereich Sonstiges und rein analoge Geschäftsmodelle nur 18 Prozent (vgl. Fichter/ Olteanu 2022: 8).²⁵ Bei der regionalen Verteilung der Hauptstandorte grüner Startups liegt Hessen einerseits mit einem Anteil von sieben Prozent nur auf Platz sechs (NRW mit 19 % auf Platz eins, Berlin mit 17 % auf Platz zwei). Andererseits kommen in Hessen grüne Startups auf einen Anteil von 33 Prozent an allen Startups – nur in Mecklenburg-Vorpommern fällt dieses Verhältnis mit 34 Prozent leicht besser aus (vgl. ebd.: 11).

3.5 Arbeitsschutz und Produktsicherheit

Die Einführung von Robotern kann in bestimmten Tätigkeitsbereichen einen Beitrag zum Gesundheitsschutz leisten. Insbesondere können physische Belastungen verringert werden, etwa beim Anheben oder Transport schwerer Werkstücke, bei der Überkopfmontage oder beim Einsatz in gesundheitlich bedenklichen Umgebungen. Zugleich kann die Nutzung von robotischen Systemen mit psychosozialen Stressoren einhergehen. In einer Untersuchung aus 2019 berichteten Beschäftigte an Roboterarbeitsplätzen über weniger Entscheidungskompetenzen und geringere Handlungsspielräume durch stärker vorgegebene Arbeitsschritte – die darüber hinaus häufiger durch identische Wiederholungen geprägt waren – als bei stationären Produktionsmaschinen (vgl. Meyer et al. 2021a: 2f.).

Bezogen auf (datengetriebene) Algorithmen im Arbeitsalltag liegen die Gefahren (neben algorithmenbasierten autonomen Maschinen oder selbstfahrenden Transportsystemen) vor allem im Bereich des Beschäftigtendatenschutzes, der Überwachungspotenziale, der automatisierten Bewertung von Arbeitsleistungen und anderen Einsätzen von KI im Personalmanagement. So führt beispielsweise die Nutzung

²⁴ Der Begriff „Startup“ ist nicht eindeutig definiert. In der Regel werden solche jungen Unternehmen oder Existenzgründungen (mit häufig geringen eigenen finanziellen Ressourcen) als Startup bezeichnet, die sich durch ein innovatives Geschäftsmodelle bei gleichzeitig großem Wachstumspotential auszeichnen (vgl. bspw. Haag 2021: 2f.). Wann diese aus der Startup-Phase herausgewachsen sind, ist ebenfalls nicht einheitlich definiert. So setzen Studien beispielsweise die Altersgrenze für Startups auf fünf Jahre Unternehmensexistenz, andere aber auf 10 Jahre.

²⁵ Sie unterscheiden sich dabei nicht grundlegend von nicht-grünen Startups, die ebenfalls zu über 80 Prozent digitale oder hybride Geschäftsmodelle verfolgen.

von Algorithmen bei der Bewerber:innenauswahl – wie bereits beschrieben – nicht automatisch zu weniger Diskriminierung. Vielmehr können bestehende gesellschaftliche Ungleichheiten fortgeschrieben oder sogar verstärkt werden. Erklären lässt sich dies zum einen durch einen möglichen Bias der Programmierer:innen, der sich dann im Code des Algorithmus widerspiegelt. Zum anderen sind den Realwelt-Daten bestehende Ungleichheiten eingeschrieben. Werden diese als Trainingsdaten eines selbstlernenden Algorithmus genutzt, lernt er daher diese Diskriminierung zu reproduzieren (vgl. Bär 2022: 59ff.). Kommen Algorithmen in Form von Smart Devices wie 3D-Brillen oder Apps zum Einsatz, unterstützen diese einerseits Beschäftigte bei der Ausführung ihrer Tätigkeit. Andererseits stellen sie jedoch auch eine Form der Fremdbestimmung dar oder können als „Fernsteuerung“ und Autonomiebeschränkung empfunden werden. Darüber hinaus bergen auch die bei der Benutzung solche Smart Devices anfallenden Daten das Potenzial für Überwachung und Kontrolle.

Aus dieser Perspektive sind allerdings nicht nur neue technische Gerätegattungen zu bedenken, da Updates auch bekannte Hard- und Software um „intelligente“ Funktionen erweitern können. Damit gehen zugleich nicht nur mögliche neue Fehlfunktionen, sondern mitunter auch erhebliche Cyber-Sicherheitsrisiken einher. Insbesondere an das Internet angeschlossene Arbeitsgeräte, mobile Endgeräte, Maschinen und Produkte sind anfällig für (Hacker-)Angriffe von außen. Mit der zunehmenden Verwendung von solchen digitalisierten und vernetzten Arbeitsmitteln stellt sich an der Schnittstelle von Produktsicherheit und betrieblichem Arbeitsschutz die Herausforderung, die (neuen) Anforderungen an Cybersicherheit bei der Herstellung, der Einbindung und dem Betrieb dieser Arbeitsmittel zu definieren und ihre Einhaltung zu überwachen. So spezifizieren etwa die im März 2023 erschienenen technischen Regeln für Betriebssicherheit (TRBS 1115 Teil 1) die „Vorgehensweise zur Festlegung, Umsetzung und Prüfung von Cybersicherheitsmaßnahmen [die] auch geeignet [sind], um über sicherheitsrelevante MSR-Einrichtungen [Mess-, Steuer- und Regeleinrichtungen] hinausgehende Teile des Arbeitsmittels (z. B. notwendige Kommunikationsmittel) oder andere technische Infrastrukturen gegen Cyberbedrohungen zu schützen, wenn dieses als Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung als erforderlich angesehen wird“ (Ausschuss für Betriebssicherheit 2023: 2). Zugleich stellen sich aber nicht nur neue Anforderungen an das Sicherheitsmanagement des Unternehmens, sondern häufig wird auch den Beschäftigten ein höheres Sicherheitsbewusstsein abverlangt, womit neue Kompetenzen im Umgang mit und Wissen über potenzielle Risiken erforderlich werden.²⁶

Die menschengerechte Gestaltung von Arbeitsplätzen, die eine Interaktion mit Robotern erfordern, stellt auch die Frage danach, wie diese technisch sicher ausgestaltet werden können. Dies betrifft bspw. die Verhinderung von Kollisionen. Während etwa klassische, feststehende Industrieroboter (Kooperation) in Käfige verbannt werden können, erfordern autonom fahrende Transportsysteme (Ko-Existenz) andere Herangehensweisen (z.B. Sensorik zur Personen-/ Hinderniserkennung; angepasste Geschwindigkeit). Das gleiche gilt für eine noch engere direkte Zusammenarbeit von Menschen und (Roboter-)Systemen im selben Arbeitsraum (Kollaboration) (vgl. Onnasch et al. 2016: 5f.). Eine ganz neue Herausforderung liegt dabei darin, dass moderne Sicherheitssysteme für autonome Roboter und Maschinen beziehungsweise deren Steuerung selbst ebenfalls auf selbstlernenden Algorithmen beziehungsweise KI basieren (müssen), deren Verhalten nicht ohne weiteres vorhersagbar ist.²⁷ Ihre Leistung im Sinne der

²⁶ Dementsprechend wurden in einer Studie zur Cyber-Sicherheit bei KMU ungeschulte Mitarbeiter:innen deutlich häufiger als (sehr) große subjektive Sicherheitslücke (51 Prozent) genannt, als die zunehmende Nutzung von mobilen Endgeräten (37 Prozent), Social-Media-Aktivitäten (26 Prozent), interne Prozesse (22 Prozent) und Cloud Computing (21 Prozent) (Deloitte 2020: 16).

²⁷ Sehr deutlich wird diese Problematik an dem bereits erwähnten Sprachmodell ChatGPT. Hierbei zeigt sich, dass der Einsatz einfacher Filter gegen unerwünschte Antworten auf bestimmte Fragen (etwa zum Bombenbau) nicht

Risikominimierung zur Erreichung eines vorgegebenen Schutzniveaus kann daher nicht mit den etablierten Verfahren für Produktsicherheit bemessen werden (vgl. Mattiuzzo 2021). Für die Jahre 2005 bis 2012 wies die Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung jährlich im Durchschnitt 276 einfache und sieben schwere Arbeitsunfälle mit Industrierobotern, automatischen Maschinen und Transferanlagen aus. Ihr Anteil am Gesamtdurchschnitt von 932.000 Arbeitsunfällen im Jahr ist damit äußerst gering (DGUV 2015: 13). Allerdings ist damit zu rechnen, dass mit der steigenden Nutzung von Robotik, insbesondere in Bereichen mit direkter Mensch-Maschine-Interaktion, auch ihr Anteil an der Gesamtzahl der Unfälle zunimmt.

Insgesamt zeigt sich, dass bei der Einführung von neuen digitalen Arbeitstools – sei es Software oder Hardware – der Perspektive auf die Beschäftigten eine besondere Bedeutung zukommt, um angemessen mit Aus- und Nebenwirkungen umgehen zu können. Entsprechend wichtig ist es etwa, dass Beschäftigtenvertretungen dazu in die Lage versetzt werden, bestehende Mitwirkungs- und Mitbestimmungsrechte (bereits vor der Einführung neuer Tools) auch auszufüllen; Gefährdungsbeurteilungen die neuen potentiellen technischen Gefahren reflektieren – und nicht zuletzt die Beschäftigten selbst durch Unterweisung und Weiterbildung fit für den (täglichen) Umgang mit den neuen Hilfsmitteln gemacht werden.

4 Digitales Hessen

Aufgrund der eingangs geschilderten Breite des Digitalisierungsbegriffes ist es schwer, den Stand der Digitalisierung auf einen Nenner zu bringen. Zwar liegen verschiedene Indexwerte zum Digitalisierungsstand vor, diese messen aber jeweils nur bestimmte Aspekte von Digitalisierung, nicht immer dieselben und auch nicht immer auf die gleiche Art und Weise. Gleichwohl vermitteln sie einen Eindruck vom Stand der Dinge, insbesondere wenn sie im Querschnitt einen regionalen Vergleich – und damit ein Ranking – erlauben oder im Längsschnitt einen Vergleich im Zeitverlauf ermöglichen und damit die Dynamik von Digitalisierungsprozessen nachzeichnen.

Bezogen auf den Gesamtstand der Digitalisierung – wie ihn der Deutschland-Index der Digitalisierung 2021 des Kompetenzzentrums Öffentliche IT über Indikatoren aus den fünf Bereichen Infrastruktur²⁸, digitale Kommune, digitales Leben, Bürgerservices sowie dem in diesem Policy Paper im Fokus stehenden Bereich Wirtschaft & Forschung ausweist – steht Hessen gut dar. Mit 74,6 Punkten (+6,2 im Vergleich zu 2019 und damit die dritthöchste Steigerung nach Bayern und Thüringen) liegt Hessen auf Platz vier, knapp vor Bayern (74,4), und damit als Flächenland an vorderster Stelle, denn die Plätze drei bis eins belegen Bremen, Berlin und Hamburg (80,3 – 86,8) (vgl. Hölscher et al. 2021a).

4.1 Digitale Wirtschaft in Hessen

Einen ersten Eindruck für den Gesamtstand der Digitalisierung der Wirtschaft liefert der vom BMWK 2020 und 2021 verantwortete Digitalindex, der auf zehn Kategorien aufbaut.²⁹ Hier stieg der Indexwert

mehr funktioniert, weil diese durch geschickte, aufeinander aufbauende Fragen oder eine Veränderung des Fragekontextes umgangen werden können. Stattdessen wäre eine eigene künstliche Intelligenz nötig, um die Intention hinter diesen Fragen im Dialogverlauf zu erkennen.

²⁸ Jeder dieser fünf Bereiche setzt sich aus vier bis acht unterschiedlich gewichteten Einzelindikatoren zusammen. Der Bereich Infrastruktur umfasst etwa die Breitbandversorgung (40 Prozent), die LTE-Abdeckung (20 Prozent), die Vielfalt an verfügbaren Breitbandtechnologien (30 Prozent) sowie die Zahl aus Rechenzentren erreichbaren Internet-Teilnetze und die Anzahl der .de-Domains (10 Prozent) (Hölscher et al. 2021b: 10).

²⁹ Berücksichtigt werden fünf unternehmensinterne Indikatoren – Prozesse, Produkte, Geschäftsmodelle, Qualifizierung sowie Forschungs- und Innovationsaktivität – und fünf unternehmensexterne Indikatoren – technische Infrastruktur, administrativ-rechtliche Rahmenbedingungen, Gesellschaft, Humankapital, Innovationslandschaft (vgl. Büchel/ Engels 2022: 4f.).

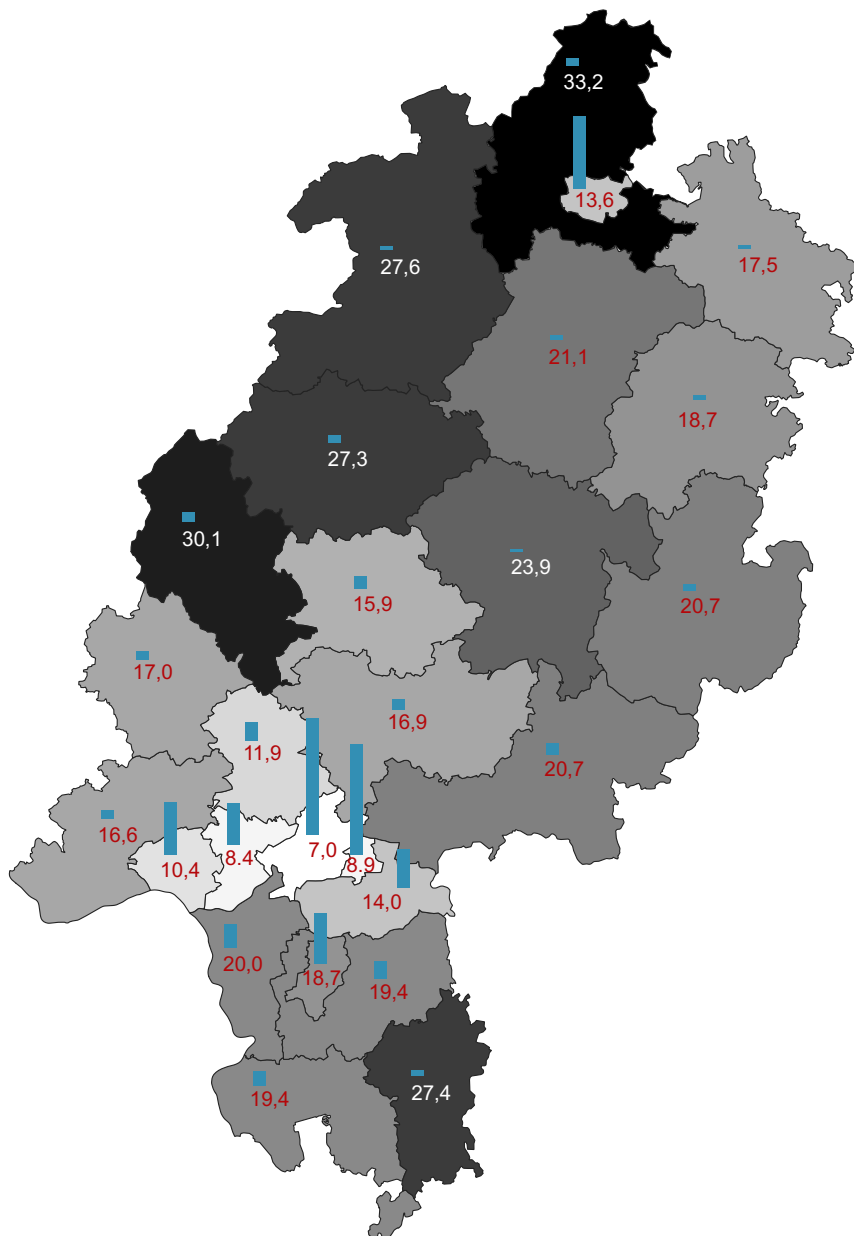
bezogen auf Gesamtdeutschland in der zweiten Erhebung um acht Punkte, wobei die höchsten Zuwächse in den Bereichen der Prozessdigitalisierung (+21,1), beim Humankapital (+16,9) sowie der technischen Infrastruktur (+16,4) zu verzeichnen waren. Dagegen war die Dimension der Qualifizierung (-12,5) rückläufig (vgl. Büchel/ Engels 2022: 7). Bezogen auf die Bundesländer weist der Index allerdings nur Werte auf der Ebene von vier Ländergruppen aus, wobei Hessen mit NRW, Rheinland-Pfalz und dem Saarland zur Bundeslandgruppe West zusammengefasst wird. Diese Gruppe wies 2020 den geringsten Gesamtindexwert auf (West: 93,4; Ost: 93,8; Nord: 97,2; Süd: 111,5). Sie konnte im Jahr 2021 zwar einen deutlichen Zuwachs (+14,6) verzeichnen und sich vor die Bundeslandgruppe Ost schieben (112,7 zu 97,8), allerdings vergrößerte sich zugleich der Abstand zu den beiden führenden Landesgruppen, da diese noch größere Zuwächse aufwiesen (Nord: +15,5; Süd: +17,6) (vgl. ebd.: 17).

Wie schwierig die Einordnung solcher Indizes ist, zeigt sich, wenn für den Blick auf Hessen der Unterindex Wirtschaft & Forschung des Deutschland-Index der Digitalisierung 2021 herangezogen wird. Hierbei liegt Hessen als Flächenland mit 69,9 ganz vorne (gefolgt von BaWü mit 68,8) und mit Platz drei nur hinter Berlin und Hamburg (76,2 bzw. 88,4) (vgl. Hölscher et al. 2021a). Allerdings fokussiert sich dieser Index in seinen acht Indikatoren (IKT-Förderung, -Beschäftigte, -Auszubildende, -Betriebe, -Fachkräfte, IT-Gründungen und Informatik-Student:innen) stark auf den Kern der Digitalwirtschaft, während der Digitalindex die Gesamtwirtschaft in den Blick nimmt. Diese Indizes sind damit grundsätzlich weniger dazu geeignet, den tatsächlichen Stand der Digitalisierung abzubilden, als vielmehr eine Tendenz der grundsätzlichen Entwicklungsrichtung zwischen zwei Zeitpunkten anzuzeigen. Für den Vergleich zwischen Ländern kommt erschwerend hinzu, dass ein daraus folgendes Ranking maßgeblich von den ausgewählten Indikatoren und deren jeweiliger Gewichtung abhängt.

4.1.1 Blick auf die unterschiedlichen Wirtschaftssektoren

Vielfach dominiert, insbesondere im internationalen Kontext, das Narrativ der postindustriellen Dienstleistungsgesellschaft. Die fortschreitende Digitalisierung wird dabei also vornehmlich in den Wissensbranchen verortet. Jenseits des auch in Europa stattfindenden Strukturwandels der Wirtschaft, der mit einer Verschiebung zwischen dem industriellen Sektor und dem Dienstleistungssektor einhergeht, spielt für den Arbeitsmarkt und die Wertschöpfung in Deutschland die Industrie jedoch weiterhin eine zentrale Rolle. Im europäischen Vergleich blieb der Beitrag der Industrie zur deutschen Wertschöpfung in den letzten 25 Jahren relativ stabil bei 25 Prozent, während in anderen klassischen Industrieländern (Frankreich, Großbritannien, USA) im gleichen Zeitraum eine drastische Reduzierung der industriellen Kapazitäten stattfand (vgl. OECD 2022). Auch der Anteil der Erwerbstätigen im verarbeitenden Gewerbe betrug im Jahr 2021 noch 23,8 Prozent (vgl. Statistisches Bundesamt 2022). Darüber hinaus ist das Wachstum der Dienstleistungen außerhalb der Industrie häufig ein Ergebnis unternehmerischer Auslagerungsstrategien. So strahlt die Nachfrage nach Industriegütern meist unmittelbar auf den Dienstleistungssektor aus und generiert dort Aufträge und Arbeitsplätze. Unternehmensnahe Dienstleistungen profitierten am deutlichsten davon. So entfallen mehr als die Hälfte der gesamten Dienstleistungsproduktion auf diesen Bereich (vgl. Edler/Eickelpasch 2013: 16ff.). Die Digitalisierung von Prozessen und Produkten im Industriesektor trägt ebenso dazu bei, dass Bereiche und Tätigkeiten ausgelagert werden können und damit mitunter dem Dienstleistungssektor zugeschlagen werden. Deshalb geht Kapitel 4.1.5 vertieft auf die Digitalisierung des Industriesektors – unter dem Begriff der Industrie 4.0 – ein.

Abbildung 5: Arbeitnehmer:innen im Produzierenden Gewerbe* und Bevölkerungsdichte** in Hessen 2020



Anmerkung: * Anteil der im Produzierenden Gewerbe beschäftigten Arbeitnehmer:innen an allen Arbeitnehmer:innen in den hessischen Kreisen und kreisfreien Städten in Prozent.

** Balkenhöhe entspricht der Bevölkerungsdichte zwischen 73 und 3.033 Menschen pro km².

Quelle: Statistische Ämter des Bundes und der Länder; eigene Darstellung.

Hessen lag beim Anteil der Arbeitnehmer:innen im Produzierenden Gewerbe (ohne Baugewerbe) im Jahresdurchschnitt 2020 mit 16 % unter dem bundesweiten Wert von 19,4 %. Zugleich variieren die Zahlen zwischen den Regierungsbezirken deutlich, wobei ein Zusammenhang mit der Bevölkerungsdichte erkennbar ist (siehe Abbildung 5). Ländliche Räume weisen einen höheren Anteil an Beschäftigten im Produzierende Gewerbe auf als Ballungsräume. Im Regierungsbezirk (RB) Darmstadt belief sich der Anteil daher nur auf 12,9 %, im RB Gießen dagegen auf 23 % und im RB Kassel auf 21,5 %. Auf Kreisebene lagen die Werte dabei zwischen 33,2 % im Landkreis Kassel – mit dem VW-Werk in Bannatal – und 7 % in der Stadt Frankfurt – mit dem Flughafen und als Finanzmetropole (Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2022). Entsprechend entgegengesetzt verläuft die Bedeutung des Dienstleis-

tungssektors. Aufgrund der oben geschilderten, sektorspezifisch unterschiedlichen Digitalisierungsprozesse, unterscheiden sich die Herausforderungen mit Blick auf Beschäftigte und Arbeitswelt damit auch regional. Während mit Blick auf Arbeitsschutzfragen autonome Roboter eher in den vom produzierenden Gewerbe geprägten Räumen eine Rolle spielen, sind die mitunter in prekären Beschäftigungsverhältnissen, app-gesteuert arbeitenden Fahrradkuriere eher ein Phänomen urbanen Ballungsgebiete.

Die regional unterschiedliche Bedeutung der Wirtschaftsbereiche wirkt sich aus Digitalisierungsperspektive auch als regionaler Innovationstreiber aus: im Rhein-Main-Gebiet sammeln sich mit Stand Juli 2021 insgesamt 118 von 639 bundesweiten FinTechs³⁰ (18,5 %), sodass sich hier nach Berlin (182) der zweitgrößte Hub in Deutschland entstanden ist. Von den 243 FinTech-Neugründungen zwischen 2018 und 2022 entfielen 39 (16 %) von 243 auf das Rhein-Main-Gebiet (Germany Finance 2021: 20). Insgesamt liegt Hessen bei der Gründungstätigkeit (im Durchschnitt der Jahre 2018 bis 2020) in Deutschland mit 99 jährlichen Gründungen pro 10.000 Erwerbstätigen auf Platz acht im Mittelfeld (Berlin liegt mit 181 Gründungen auf Platz eins, Bremen belegt mit 41 Gründungen den letzten Platz). Der Anteil internetbasierter Existenzgründungen liegt bei 31 %, der Anteil digitaler Gründungen bei 26 % (Metzger 2021: 2, 4).

Eine weitere Folge des unterschiedlichen Anteils an Beschäftigten im Produzierenden Gewerbe im Verhältnis zum Dienstleistungssektor in den Regionen liegt in abweichenden Substituierbarkeitspotenzialen. Da die Wahrscheinlichkeit, dass Tätigkeitsbereiche aufgrund der technologischen Entwicklung in Zukunft automatisiert werden können, in den fertigungs(-technischen) Berufen weit höher liegt als bei personennahen Dienstleistungen, fällt das Substituierbarkeitspotenzial entsprechend der Verteilung dieser Berufe in den Regionen unterschiedlich aus. In der Rhein-Main-Region und den größeren hessischen Städten ist es aufgrund des höheren Anteils an (personennahen) Dienstleistungen sowie hochqualifizierter Wissensarbeit am geringsten (17 bis 24 % der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten). Besonders hoch fällt das Potenzial für Substituierbarkeit dagegen im Lahn-Dill-Kreis sowie den Landkreisen Kassel und Hersfeld-Rotenburg (33 bis 34 %) aus (Weißler 2018: 17). Damit gehen regional unterschiedliche Bedarfe an Maßnahmen einher, um mit den sozialen Folgen der Automatisierung von Tätigkeiten und sich verändernden Anforderungsprofilen von Berufen umzugehen. Nur teilweise wird es dabei um den Wegfall ganzer Arbeitsplätze und berufliche Neu- beziehungsweise Umorientierung gehen. Erheblicher werden die Bedarfe an Weiterbildung und Qualifizierung ausfallen, um Beschäftigte für digitalere Berufsbilder fit zu machen, die ein neues, erweitertes oder verändertes Set an notwendigen Kompetenzen erfordern. Die Frage des (politischen) Umgangs mit dieser Herausforderung wird eine wichtige Rolle im zweiten Policy Paper zur Digitalisierung der Arbeitswelt spielen.

4.1.2 KMU und mangelnde Digitalisierungsaffinität

Bezogen auf die Digitalisierung der Wirtschaft geraten, insbesondere aufgrund der Bedeutung global agierender Internetkonzerne, häufig zunächst die (forschungs- und entwicklungsstarken) Großunternehmen in den Blick. Für die deutschen Wertschöpfungsketten sind jedoch die kleinen und mittleren Unternehmen (KMU),³¹ die sogenannten Hidden Champions, von entscheidender Bedeutung. Im Jahr 2020/21 zählten 99,5 % der hessischen Unternehmen zu den KMU. Auf sie entfielen 33,9 % aller Umsätze und 51,5 % aller abhängig Beschäftigten (HMWEVW 2022a: 6, 26). KMU sind daher wichtige Adressaten in der Struktur-, Regional-, Wirtschafts- und Industriepolitik.

³⁰ Als FinTech-Unternehmen (Kurzform für Financial Technology) werden Unternehmen bezeichnet, die versuchen, innovative digitale Produkte, Dienstleistungen oder Geschäftsmodelle im Sektor der Finanzindustrie zu entwickeln und anzubieten.

³¹ Zu den KMU zählen in der Regel Unternehmen mit weniger als 250 Beschäftigten und einem jährlichen Umsatz unter 50 Millionen Euro.

Zugleich handelt es sich bei den KMU um ein heterogenes Feld. So verteilen sich die Anteile an abhängig Beschäftigten mit 13,7 Prozent (Kleinstunternehmen mit weniger als 10 Beschäftigten), 18,4 Prozent (Kleinunternehmen mit 10 bis unter 50 Beschäftigten) und 19,4 Prozent (Mittlere Unternehmen mit 50 bis unter 250 Beschäftigten) relativ gleichmäßig über die drei KMU-Größenklassen. Bezogen auf ihren Anteil an allen Beschäftigten variiert die Bedeutung von KMU auch stark zwischen den Branchen. Besonders hoch liegt der Beschäftigtenanteil mit 90 Prozent im Baugewerbe, gefolgt vom Gastgewerbe; sehr niedrig liegt ihr Anteil mit 19,3 Prozent der Beschäftigten bei den Finanz- und Versicherungsdienstleistungen (ebd.: 19f.). Gleichwohl spielen damit KMU in allen Bereichen eine Rolle. Dies erschwert die Einordnung ihrer Digitalisierungsaffinität, weil der Digitalisierungsgrad zwischen den Branchen erheblich schwankt. Dementsprechend lagen auch im Digitalisierungsindex Mittelstand³² 2021/22 die Werte zwischen 53 (von 100 Punkten) im Baugewerbe und 65 in der Logistik (der Durchschnitt über alle Branchen hinweg betrug 59) (techconsult 2022: 2, 4). Der Stand der Digitalisierung im Mittelstand hängt also einerseits von den branchenspezifischen Digitalisierungspotenzialen und -notwendigkeiten ab. Andererseits spielt aber auch die im Vergleich zu Großunternehmen häufig geringere Digitalisierungsaffinität von KMU eine Rolle.

Dass hier ein Unterstützungsbedarf besteht und auch gesehen wird, lässt sich nicht zuletzt an den Digitalstrategien der Bundesländer erkennen. So unterstützt die hessische Landesregierung „gezielt den Mittelstand in Hessen durch Beratung, Vernetzung und Förderung, damit die Unternehmen noch zukunftsfester werden und die Chancen der Wirtschaft 4.0 erfolgreich nutzen können“ (Hessische Ministerin für Digitale Strategie und Entwicklung 2023: 32). Dabei werden im Feld Wirtschaft und Arbeit 4.0, als einem der sechs Schwerpunktbereiche in der Digitalstrategie,³³ die KMU mit unterschiedlichen Schwerpunkten verstärkt in den Blick genommen: so geht es nicht nur um (finanzielle) Förderung, sondern auch um Vernetzung sowie einen besseren Wissens- und Technologietransfer etwa mit dem Netzwerk Mittelstand-Digital Zentrum Darmstadt (Hessische Staatskanzlei 2021a: 70ff.). Unterstützung, gezielt für kleine und mittlere hessische Unternehmen und den Bereich KI, bietet das Zukunftszentrum für menschenzentrierte KI in der Produktionsarbeit (ZUKIPRO) (<https://zukupro.de/ueber-uns>). Und weitere Vernetzungsarbeit in diesem Kontext findet in dem für fünf Jahre (2020-2025) vom BMBF geförderten Verbundprojekt Kompetenzzentrum für Arbeit und Künstliche Intelligenz im Rhein-Main-Gebiet (KompAKI) statt (<https://kompaki.de/ueber-uns/ueber-kompaki>).

Einerseits stellen KMU damit in vielen Regionen zentrale Akteure der wirtschaftlichen Dynamik dar. Andererseits wurde gerade den KMU lange Zeit nachgesagt, sich nicht ausreichend um das Thema Digitalisierung zu kümmern. Noch 2016 lag der Anteil derjenigen KMU, die sich gar nicht oder in nur geringem Maß um Digitalisierung in der Unternehmensstrategie bemühen, bei über 45 Prozent – unter Großunternehmen waren es dagegen nur 26 Prozent. Zugleich zeigten sich erhebliche regionale Unterschiede im Entwicklungsstand der Digitalisierung von KMU auf, die sowohl ein deutliches Ost-West- als auch Stadt-Land-Gefälle aufzeigten (vgl. Lichtblau et al. 2018: 14, 19). Mit der geringeren Digitalisierungsaffinität von KMU geht nicht nur die Gefahr von Arbeitsplatzverlusten einher, weil nicht digitale Unternehmen im Wettbewerb weiter beziehungsweise schneller abgehängt werden. Für Arbeitnehmer:innen bedeutet dies zusätzlich schlechtere Chancen auf Weiterbildung und Qualifizierung. Unter-

³² Der Index basiert auf der Befragung von 2.000 Unternehmen auf 24 Kriterien in den vier Handlungsfeldern Beziehung zu Kunden, Produktivität im Unternehmen, Digitale Geschäftsmodelle, IT-Sicherheit und Datenschutz.

³³ Neben den beiden Grundlagenfeldern „Digitale Infrastruktur“ und „Digitale Spielregeln“ sind die sechs Schwerpunkt- beziehungsweise Handlungsfelder: „Digitale Innovationen“, „Wirtschaft und Arbeit 4.0“, „Digitale Bildung“, „Digitale Gesellschaft“, „Smarte Regionen“ und „Digitale Verwaltung“ (Hessische Ministerin für Digitale Strategie und Entwicklung 2023: 6).

nehmen, die für sich und ihr Geschäftsmodell keine Notwendigkeit einer stärkeren Digitalisierung erkennen, investieren weder von sich aus in eine zukunftsorientierte Weiterqualifikation ihrer Mitarbeiter:innen, noch nutzen sie die von Bund oder Land angebotenen Fördermittel zur Gestaltung der digitalen Transformation, die nicht zuletzt häufig Investitionen in die Qualifizierung der Beschäftigten einschließen. Analysen zeigen, „dass Betriebe, die in den letzten Jahren im Bereich der Arbeitswelt 4.0-Technologien investiert haben, stärker in Weiterbildung investieren als andere Betriebe“ (Janssen et al. 2018: 7).

Insgesamt schätzten nur 38 % der hessischen KMU außerhalb der IKT-Branche ihren Digitalisierungsgrad selbst als „hoch“ oder „sehr hoch“ ein. Die Corona-Krise stellte sich auch hier als Treiber heraus. Mehr als die Hälfte der KMU gaben an, dass ihre Digitalisierungsgrad in der Pandemie gestiegen sei (48,1 % „etwas zugenommen“; 15,9 % „deutlich zugenommen“) (Gumz et al. 2022: 25f., 47). Gleichzeitig lässt sich hieraus nicht automatisch ableiten, dass auch jenseits des Krisenkontextes die Digitalisierungsaffinität von KMU bereits nachhaltig gestiegen ist.

4.1.3 Plattformökonomie und Crowdfunding

Verlässliche Zahlen über die genaue Bedeutung von Crowdfunding als Beschäftigungsform liegen nicht vor.³⁴ Unterschiedliche Studien (auf Basis von telefonischen oder Online-Befragungen) zwischen 2017 und 2019 kommen auf eine Größenordnung des Phänomens von weniger als einem bis hin zu fünf Prozent der (Erwerbs-)Bevölkerung, was etwa 500.000 bis 3,2 Millionen Erwerbstätigen entsprechen würde (Schäfer 2020: 6).³⁵ Beim Crowdfunding Monitor des BMAS lag der hochgerechnete Anteil an Crowdfunder:innen bei 4 %. Hinzu kamen 2,9 %, die in der Vergangenheit bereits plattformvermittelte Arbeit verrichtet hatten, und weitere 2,3 %, die sich dies zukünftig vorstellen konnten. Damit lag das Gesamtpotenzial bei 9,2 % (Serfling 2019: 10). Alle diese Zahlen sind bislang jedoch mit großen Unsicherheiten behaftet, sodass kein zuverlässiges Bild über den Umfang des Phänomens Crowdfunding gezeichnet werden kann.

Dies gilt umso mehr für Hessen. Legt man die in den unterschiedlichen Studien vorzufindende Spannbreite von einem bis fünf Prozent der Erwerbstätigen an, könnten zwischen 35.000 und 175.000 Hess:innen auf Arbeitsplattformen aktiv sein. Zum Vergleich: 2021 gab es in Hessen 110.000 Solo-Selbstständige³⁶, 75.000 Zeitarbeitnehmer:innen und 134.000 geringfügig Beschäftigte (Hessisches Statistisches Landesamt 2022). Diese Zahlen sprechen dafür, das Phänomen Plattformarbeit und seine Auswirkungen im Blick zu behalten. Zumal auch die EU davon ausgeht, dass bis 2025 die Zahl der Plattformbeschäftigten von 28 auf 43 Millionen anwachsen und die Umsätze in der Plattformökonomie von 3 auf 14 Milliarden steigen werden (Europäischer Rat 2022).

³⁴ Wie üblich der Einsatz von Crowdsourcing ist, variiert auch bei großen Unternehmen mit mehr als 500 Beschäftigten erheblich. Insgesamt liegt der Nutzungsgrad nach Reimann et al. (2020: 58) bei 25,5 von 100. Dabei fällt er im sozialen privaten und öffentlichen Dienstleistungsbereich am niedrigsten (19,3) und im Bereich Finanzen und Versicherungen am höchsten (29,3) aus. Allerdings zeigt die große Standardabweichung von 20,9 Punkten, dass einige Betriebe dieses Instrument sehr häufig und andere überhaupt nicht nutzen.

³⁵ Die Zahl der Selbstständigen und mithelfenden Familienangehörigen lag 2021 laut Statistischem Bundesamt bei 3,9 von insgesamt 44,9 Millionen Erwerbstätigen. Da viele Crowdfunder:innen allerdings nur im Nebenerwerb auf Plattformen tätig sind, fallen alle diejenigen, die nicht auch sonst selbstständig arbeiten, in der Statistik unter die 41 Millionen Arbeitnehmer:innen.

³⁶ Diese Zahlen basieren auf dem Mikrozensus. Soloselbstständige sind dabei die Gruppe aus Freiberufler:innen und Selbstständigen ohne Beschäftigte, die diese Tätigkeit als Haupttätigkeit ausführen. Dementsprechend sind in den 110.000 Soloselbstständige zum einen viele Erwerbstätige enthalten, deren Tätigkeit nicht in den Bereich Crowdfunding fällt. Zum anderen fehlen alle Crowdfunder:innen, die dieser Tätigkeit nur im Nebenerwerb nachgehen.

4.1.4 Startups und Coworking

Laut dem Deutschen Startup Monitor 2022 besaßen nur 6,7 % der Startups ihren Hauptsitz in Hessen. Damit lag Hessen auf Platz sieben (an der Spitze stand NRW mit 19,8 %, dicht gefolgt von Berlin mit 19,1 %). Auch wenn Gründungen im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie mit 29,7 % branchenbezogen den größten Anteil ausmachen, spielen digitale Geschäftsmodelle weit über diese Branchen hinaus eine Rolle. Insgesamt setzen fast zwei Drittel (65,1 %) auf rein digitale und weitere 26,5 % auf hybride Geschäftsmodelle. Rein analoge Modelle spielen mit 8,4 % aller Startups kaum eine Rolle.

In Hessen bestimmen 2021 Startups aus der IKT-Branche stärker das Bild als im Bundesdurchschnitt (mit einem Anteil von 39,1 % im Vergleich zu 31,8 %). Deutlich höher als im Durchschnitt fiel der Anteil an Startups in den Bereichen Finanzen und Human Resources mit jeweils 7,2 % (im Vergleich zu 3,3 % respektive 3,2 % im Bundesdurchschnitt) aus. Nicht nur hierbei zeigen sich regionale Cluster, die die unterschiedlichen Wirtschaftsstrukturen in Hessen widerspiegeln. So fokussieren sich die Startups im Bereich Finanzen und Human Resources auf Frankfurt und die Bereiche IKT und Gesundheit auf Darmstadt. Insgesamt ballen sich die Startup-Neugründungen in der Rhein-Main-Region (und in kreisfreien Großstädten). Von 169 Gründungen im Jahr 2020 entfielen 70 auf Frankfurt und 22 auf Darmstadt. Damit kam Südhessen auf einen Anteil von 89,3 % (151), Mittelhessen auf 7,1 % (12) und Nordhessen auf 3,6 % (6) an allen Neugründungen (Bundesverband Deutsche Startups 2021: 7f., 13). Diese regional unterschiedliche Verteilung spiegelt das Nord-Süd-Gefälle der hessischen Wirtschaftskraft wider. Startups entstehen damit überproportional an ohnehin wirtschaftlich stärkeren Standorten. Zwar weist eine Untersuchung von Dienes et al. (2018) darauf hin, „dass Kreise mit hohen Gründungs-raten nicht automatisch ein höheres Wachstum generieren“ – aber der „Markteintritte junger Unternehmen [wirkt sich] grundsätzlich positiv auf die wirtschaftliche Entwicklung aus“.³⁷ Tendenziell verstärkt eine ungleiche Verteilung von Startup-Gründungen damit ohnehin bestehende regionale Disparitäten.

Startups spielen nicht nur als Innovationsmotoren eine Rolle, die durch Kooperationen mit KMU auch zu einer Steigerung der Digitalisierungsaffinität im Mittelstand beitragen.³⁸ Darüber hinaus schuf jedes Startup in 2020 bis 2022 im Mittel 18,4 neue Jobs und plante weitere 9,2 Neueinstellungen (Kollmann et al. 2022: 15ff.). Allerdings scheitert die Mehrzahl der Startups in den ersten drei Jahren,³⁹ sodass viele Arbeitsplätze wieder verloren gehen.

Auch in der hessischen Digitalstrategie wird die Förderung und Stärkung von Startups als zweiter Punkt, direkt nach der digitalen Transformation der KMU als zentrales Ziel genannt (Hessische Staatskanzlei 2021: 71). Hierbei spielt neben der (finanziellen) Gründungsförderung insbesondere die Vernetzung eine wichtige Rolle. Erkennbar wird dies an den 59 Akzeleratoren und Inkubatoren⁴⁰ sowie 18 Technologie- und Gründerzentren in Hessen. Dies sind aber nicht die einzigen neu entstehenden Infrastrukturangebote.

³⁷ Gleichwohl wird dieser Effekt „bei höheren Startup-Raten aber immer geringer und kann sich schließlich sogar ins Negative umkehren“, woraus Dienes et al. (2018) ableiten, dass Förderprogramme für Startup-Gründungen kein Allheilmittel sind und der Gestaltung der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen ein Vorrang eingeräumt werden sollte.

³⁸ Im Bitkom Startup Report 2022 gaben 82 % der befragten Startups an, mit etablierten Unternehmen zu kooperieren (bitkom 2022b: 28).

³⁹ Ohne verlässliche Statistiken für Deutschland wird davon ausgegangen, dass 80 bis 90 Prozent aller Startups in den ersten drei Jahren scheitern (siehe bspw. Collatz 2021; Gründerpilot 2022).

⁴⁰ Inkubatoren und Acceleratoren unterstützen Startups in der Frühphase ihrer Gründung und Entwicklung. Hierzu bieten sie beispielsweise Infrastrukturen (wie günstige Arbeitsplätze) oder Wissen und Coaching (etwa zur Weiterentwicklung von Geschäftsideen) selbst oder über ihre professionellen Netzwerke an. Darüber existieren auch finanzielle Förderprogramme oder es werden Investor:innen vermittelt (siehe bspw. Für-Gründer.de o. J.; Gründerküche.de 2022).

Denn neben dem Betrieb und der Arbeit im Homeoffice hat sich in bestimmten Branchen die Bedeutung von Coworking-Spaces⁴¹ als drittem Arbeitsort etabliert. Bislang zielte dieses Angebot vor allem auf Freelancer und Selbstständige und fand sich primär in urbanen Ballungsräumen. Mit der zunehmenden Bedeutung von mobiler Arbeit könnte jetzt jedoch aus „Beschäftigtensicht ein flexibel nutzbares, wohnortnahes Satellitenbüro die Vorteile des Homeoffice (wie kürzere Pendelzeiten) und des betrieblichen Arbeitsplatzes (wie stärkere soziale Interaktion und bessere Qualität der Arbeitsmittel) miteinander verbinden“ (Bonin et al. 2022: 8). Damit bieten sich auch Potenziale, um die Attraktivität des ländlichen Raums zu steigern. Bislang befinden sich laut der Webseite coworking-spaces.info 56 von 607 (9,2 %) eingetragenen Coworking-Spaces in Hessen. Das Bundesland liegt damit auf Platz fünf hinter Bayern (110), NRW (105), Baden-Württemberg (87) und Berlin (82). Auch das Hessische Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz betont im Rahmen der bereits erwähnten Initiative „Land hat Zukunft“ den möglichen Beitrag von Coworking zur „neue[n] Perspektive für ein Leben auf dem Land“ (HMUKLV 2021b: 3). Coworking-Angebote können nicht nur die Attraktivität ländlicher Räume als Lebensraum steigern, zum Klimaschutz durch die Vermeidung arbeitsbedingten Pendelns sowie zur besseren Vereinbarkeit von Arbeit und Leben beitragen. Sie können auch den Ausgangspunkt für positive Strukturentwicklungen und eine weitere Belebung ländlicher Sozialräume darstellen (vgl. Bähr et al. 2020: 6). Sie „liefern Anreize für eine innovative Gesundheits- und Lebensmittelversorgung in der Region – zum Beispiel die Förderung von Projekten von und für Kommunen wie Kulturtreffpunkte, Cafés und Dorfläden“, weshalb die hessische Landesregierung mit der Zusammenstellung eines Infopakets mit guten Praxisbeispielen zum Coworking in Hessen einen „praxisorientierten Wissenstransfer“ vorantreibt, um mit innovativen Konzepten die Chancen dieses Instruments für den ländlichen Raum zu heben (HMUKLV 2021b: 3). Vorteile von Coworking im Vergleich zum Homeoffice liegen zum Beispiel in den sozialen Interaktionsmöglichkeiten, einer besseren technischen Ausstattung und Infrastruktur oder der Entkopplung von Arbeitsplatz und Wohnung. Gleichzeitig weist etwa die Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV 2022: 20ff.) auf ungeklärte Fragen und mögliche Konflikte hin, wie den geringen Einfluss des Arbeitgebers auf die Arbeitsumgebung und fehlendes Wissen über die Arbeitsbedingungen für eine Gefährdungsbeurteilung.

4.1.5 Industrie 4.0

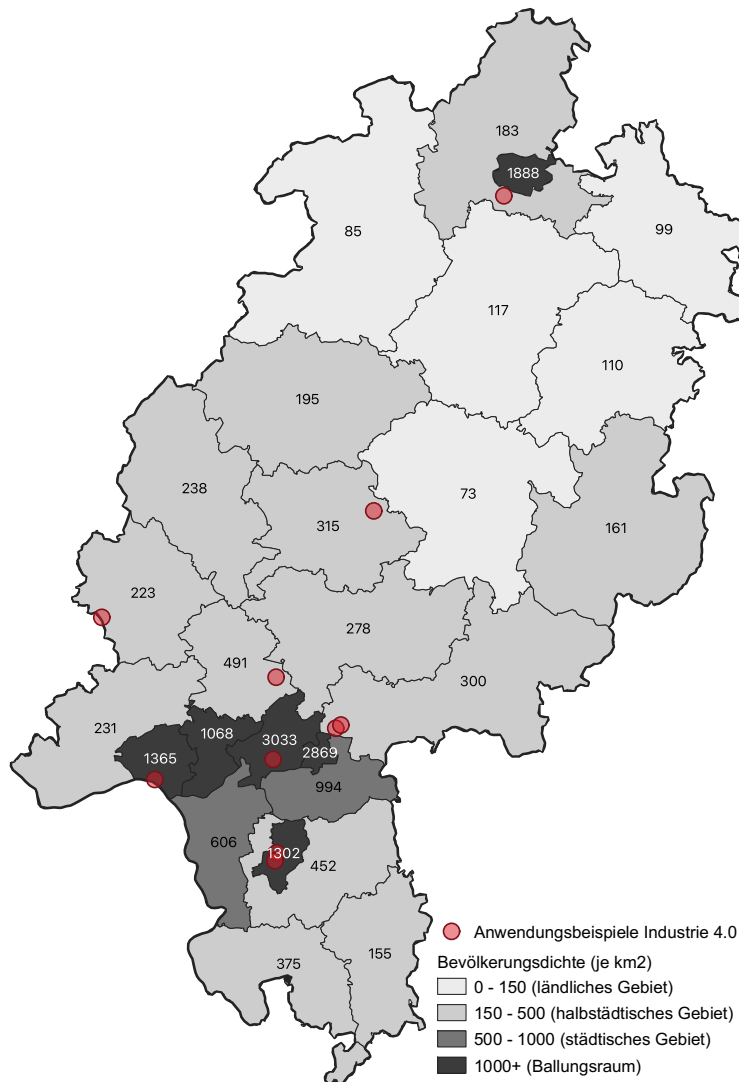
Im deutschen Kontext wird die Debatte um die Digitalisierung des Industriesektors vor allem unter dem Begriff Industrie 4.0 geführt.⁴² Kern dieser vierten industriellen Revolution ist die neue Qualität selbstgesteuerter cyber-physikalischer Systeme (CPS), womit die allgegenwärtige, dezentrale Vernetzung und autonome Kommunikation von IT-gesteuerten Maschinen, Produkten und Menschen gemeint ist. In CPS integrierte physische und digitale Prozesse, Mensch-Maschine-Interaktionen, die Vernetzung verteilter Systeme über das Internet der Dinge (IoT), Robotik und KI sind nicht isoliert, sondern als vernetzte Dimensionen zu sehen (vgl. Deckert 2019: 7, 12f.). Die Industrie 4.0 stellt damit eine Gesamtsicht dar, die so in dieser Form häufig nicht anzutreffen ist. Von 2014 bis 2019 nahm so zwar der Anteil derjenigen Unternehmen, die sich „noch nicht konkret“ mit Smart Factory und Industrie 4.0 beschäftigt

⁴¹ Unter Coworking-Spaces werden professionell, meist privatwirtschaftlich betriebene Büroinfrastrukturen bezeichnet. Diese stellen Arbeitsplätze, Internetanschluss, Drucker und Büromaterialien, Meetingräume und unterschiedliche weitere, etwa gastronomische Angebote zur Verfügung. Arbeitsplätze können dann zeitweise von Einzelpersonen oder Unternehmen angemietet werden.

⁴² Der Begriff Industrie 4.0 wurde auf der Hannover Messe 2011 erstmals der breiten Öffentlichkeit gegenüber verwendet. Die Wortschöpfung entsprang dem Umfeld von acatech, der Deutschen Akademie der Technikwissenschaft und deren Präsident Henning Kagermann. Der aus der Softwareentwicklung stammende Zusatz 4.0 – als Versionsnummer – übernimmt eine Zählweise, die für den historischen Verlauf der industriellen Entwicklung genutzt wird. Sie verläuft von der ersten industriellen Revolution (Dampfmaschine), über die zweite (Fließband) und die dritte (Computer) hin zur vierten industriellen Revolution (Vernetzung) (vgl. Schwab 2016: 16f.).

haben, von 34 auf neun Prozent ab – zugleich stieg der Anteil derjenigen Unternehmen, die „operative Einzelprojekte in Sachen Industrie 4.0“ verfolgen von 15 auf 48 Prozent (Staufen 2019: 8). Allerdings fand damit 2019 eine umfassende operative Umsetzung von Industrie 4.0 nur in acht Prozent der befragten Unternehmen statt. Damit zeigt sich vielmehr eine inkrementelle Entwicklung der industriellen Modernisierung. Zugleich sind jedoch in vielfältigen Teilbereichen – von der Entwicklung über die Fertigung und Produktion bis zum Service – einzelne Aspekte von Industrie 4.0 bereits in der Umsetzung.

Abbildung 6: Anwendungsbeispiele für Industrie 4.0 in Hessen



Quelle: Plattform Industrie 4.0 o.J., eigene Darstellung.

Wie sieht dies in Hessen aus? Einen exemplarischen Einblick⁴³ bietet die Landkarte der Anwendungsbeispiele von Industrie 4.0. Bezogen auf den Bereich der produzierenden Industrie – wofür die Landkarte 181 Standort ausweist – liegt Hessen mit zehn Anwendungsbeispielen auf Platz vier im Bundeslandvergleich (Baden-Württemberg liegt mit 59 Standorten auf Platz eins) (vgl. Plattform Industrie 4.0

⁴³ Die Landkarte „Anwendungsbeispiele Industrie 4.0“ bietet die „umfangreichste und bekannteste Sammlung in der Praxis realisierter Industrie 4.0-Anwendungen“ (Fay et al. 2018: 2), erhebt aber nicht den Anspruch, repräsentativ zu sein. Die Sammlung der Anwendungsbeispiele ist darüber hinaus nicht abgeschlossen. Weiterhin können Beispiele von Unternehmen selbst eingereicht oder über die Webseite vorgeschlagen werden. Eine Aufnahme erfolgt jedoch erst nach inhaltlicher Prüfung durch die Plattform Industrie 4.0.

o. J.). Die Standorte befinden sich dabei – wie auch in den anderen Bundesländern – häufig im Einzugsgebiet der Universitäten und städtischen Ballungsräumen. In Hessen also konkret in den Regionen Frankfurt, Darmstadt, Kassel und Gießen (siehe Abbildung 6). Wobei der Metropolregion Frankfurt, Rhein-Main für den Bereich Innovation in Hessen eine überragende Bedeutung zukommt.

Der Regierungsbezirk Darmstadt sticht bei Forschung und Innovation mit Ausgaben in Höhe von 5,1 Milliarden Euro im Jahr 2017 und fast 32.000 F&E-Beschäftigten in Hessen deutlich heraus – wobei sicherlich die TU Darmstadt, mit einem entsprechenden Unternehmensumfeld, eine zentrale Triebkraft darstellt. Diese Region liegt damit um den Faktor zehn über den anderen beiden Regierungsbezirken. Gießen kommt auf 505 Millionen Euro und 3.865 Beschäftigte, Kassel auf 543 Millionen Euro und 4.553 Beschäftigte (Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft 2019).

4.2 Hessische Förderung und Schwerpunkte

Als Querschnittsthema finden sich Digitalisierungsbezüge in Strategien und Maßnahmen aller Ressorts auf Bundes- wie Länderebene. Darüber hinaus soll vielfach die herausgehobene Bedeutung eines Ministeriums für zentrale Aspekte der Digitalisierung durch eine entsprechende Ergänzung im Namen (etwa beim Bundesministerium für Digitales und Verkehr oder beim Ministerium für Infrastruktur und Digitales des Landes Sachsen-Anhalt)⁴⁴ hervorgehoben werden. Allerdings gehört Hessen neben Bayern zu den beiden Bundesländern, die auch über dezidierte Digitalministerien verfügen. Bayern etablierte im November 2018 das Staatsministerium für Digitales und Hessen richtete im Januar 2019 den Geschäftsbereich der Ministerin für Digitale Strategie und Entwicklung (HMind) in der Hessischen Staatskanzlei ein.⁴⁵ Gleichwohl spielen mit Blick auf zentrale Fördermaßnahmen und -schwerpunkte im digitalen Bereich auch die anderen Ressorts weiterhin eine zentrale Rolle.

Bezogen auf Hessen zeigt sich dies an drei Initiativen, die im Folgenden in ihrer Ausrichtung, Zielsetzung und Umsetzung kurz aufgegriffen werden sollen. Dabei handelt es sich um das Projekt digiLIFT in Verantwortung des Sozialministeriums (HMSI), den DIGI-Zuschuss des Wirtschaftsministeriums (HMWEVW) sowie das Förderprogramm Distr@l des Digitalministeriums (HMinD).

4.2.1 digiLIFT

Mit dem Projekt „Digitale Regiestelle digiLIFT“ verfolgt das hessische Ministerium für Soziales und Integration (HMSI) das Ziel, Berufs- und Qualifizierungsträger dabei zu unterstützen, digitale Bildungskonzepte umzusetzen (digiLIFT 2022a). Dafür basiert es auf zwei Säulen (siehe Tabelle 3). Zum einen statet digiLIFT Qualifizierungsträger bedarfsorientiert mit digitaler Infrastruktur (PC, Notebook, Beamer, Konferenz-, Netzwerktechnik, Software, etc.) aus. Zum anderen wird das Lehrpersonal im Umgang mit digitalen Lernmitteln und im Einsatz von digitalen Lernkonzepten (Digitalkompetenz) geschult (HMSI 2022b). Während die Bildungsangebote auch einzeln genutzt werden können, erfolgt eine Finanzierung digitaler Infrastruktur und Geräte nur in Kombination mit Schulungen.

Förderungsfähig sind dabei alle Bildungs- und Qualifizierungsträger (BQT), die juristischen Personen des Privatrechts, mit Sitz in Hessen sind und laut Satzung ein gemeinnütziges Ziel verfolgen. Zudem werden eine AZAV-Zertifizierung⁴⁶ und Erfahrungen mit Programmen der Benachteiligtenförderung

⁴⁴ Für eine Übersicht siehe etwa den Sachstandsbericht der Wissenschaftlichen Dienste (2021: 13f.) des Bundestages.

⁴⁵ Brunner et al. (2020: 41f.) weisen darauf hin, dass es sich beim bayerischen Digitalministerium um eine völlig eigenständiges Ministerium handelt – im Gegensatz zum hessischen Pendant, das in der Staatskanzlei eingerichtet wurde und unmittelbar dem Ministerpräsidenten zugeordnet ist.

⁴⁶ Nach Akkreditierungs- und Zulassungsverordnung Arbeitsförderung (AZAV) zertifizierte Bildungsträger erfüllen die notwendigen Anforderungen, um an Ausschreibungen im Rahmen der Arbeitsförderung teilzunehmen und entsprechende Maßnahmen anzubieten.

im Rahmen des SGB II oder SGB III vorausgesetzt. Die Förderung des Programms durch die hessische Landesregierung wurde Ende Januar 2022 bekanntgegeben. Alle Maßnahmen im Programm sollten bis zum Ende des Jahres 2022 beendet werden (digiLIFT 2022a).

Tabelle 3: Förderungsangebote im Programm digiLIFT

Infrastruktur (Hard-/ Software)	Bildungsangebote (Digitalkompetenz)
Endgeräte (PC, Notebook, Tablets)	Medienpädagogik und Didaktik
Raumausstattung (Beamer, Whiteboard, Netzwerk- und Videotechnik)	Lernmedien erstellen
Software (Basis, Bildung, Video)	Umgangsformen und digitale Ethik
Lieferung und technischer Support	Digitale Außenwirkung (Social Media)
	Sicherheit und Recht
	Digitale Grundkompetenzen

Quelle: digiLIFT (2022b); eigene Darstellung.

Träger des Projektes ist die gemeinnützige GmbH digiFORT, die nach eigener Darstellung, das Ziel verfolgt, „benachteiligte Menschen durch Bildungsinhalte in digitaler Form zu unterstützen“ (digiFORT 2022). Neben dem Projekt digiLIFT betreibt die digiFORT gGmbH weitere Qualifizierungsprogramme, die ebenfalls durch das Land Hessen gefördert werden (ebd.)

Finanziert wird das Projekt digiLIFT aus Mitteln des EU-Programms „Recovery Assistance for Cohesion and the Territories of Europe“ (REACT-EU), welches im Rahmen der Corona-Pandemie aufgesetzt wurde (HMSI o. J.). Dem Land Hessen stehen dabei für die Durchführung im Rahmen des ESF insgesamt 54 Millionen Euro (41 Millionen Euro für 2021 und weitere 13 Millionen für 2022) zur Verfügung. Verwendet werden die Mittel für zwei Schwerpunkte. Zum einen geht es um Maßnahmen zur Bewältigung der Folgen der Corona-Pandemie in der Arbeitswelt. Zum anderen steht die Digitalisierung der Arbeitsmarktförderung im Fokus. Mit seiner Ausrichtung adressiert digiLIFT beide Schwerpunktbereiche. Dafür erhält das Projekt den höchsten Förderbetrag aus dem Programm (HMSI 2022a). Insgesamt sind bis zu 33,8 Millionen Euro für digiLIFT vorgesehen, so Minister Klose auf der Pressekonferenz zur Vorstellung des Programms am 27.1.2022.

4.2.2 Distr@l

Das Förderprogramm „distr@l“ liegt in der Zuständigkeit des hessischen Digitalministeriums (HMinD). Die Abkürzung steht für „Digitalisierung stärken – Transfer leben“ und das Programm verfolgt das Ziel, innovative Digitalisierungsvorhaben sowie Forschungs- und Entwicklungsvorhaben mit digitalem Bezug finanziell zu fördern, um die Wettbewerbsfähigkeit des Standortes Hessen zu stärken. Hierzu existieren vier Förderlinien, die sich insbesondere an kleine und mittelständische Unternehmen, Start-Ups sowie Hochschulen und anwendungsorientierte Forschungseinrichtungen richten (siehe Tabelle 4).

Tabelle 4: Förderlinien im Programm Distr@l

Förderlinie	Förderung	Antragsberechtigte⁴⁷	Förderbetrag
Machbarkeitsstudien (1)	Tätigkeiten zur Bewertung/ Analyse/ Prüfung des Potenzials und technischer Machbarkeit digitaler Projekte	KMU, nach EU-Definition Hochschulen	Bis 50% der zuwendungsfähigen Ausgaben Max. 100.000 Euro

⁴⁷ Alle Antragsberechtigten müssen ihren Sitz in Hessen haben und die Umsetzung der Projekte muss in Hessen stattfinden.

Digitale Innovationsprojekte (2)	(2a) Innovative digitale Produktvorhaben/ Dienstleistungen	KMU, nach EU-Definition	50-90% der Ausgaben, max. 500.000 Euro
	(2b) Digitale Optimierungen/ Innovationen von Wertschöpfungs- und Produktionsprozessen	KMU, nach EU-Definitionen	50-100% der Ausgaben, max. 500.000
	(2c) Umsetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse in Betrieben	Hochschulen, die in Kooperation mit Unternehmen digitale Projekte bearbeiten.	Bis 100% der Ausgaben, max. 100.000
Wissens- und Transferprojekte zur Digitalisierung (3)	Projekte, die Erkenntnisse zum Thema Digitalisierung von Wissenschaft in Unternehmen transferieren	Hochschulen, Einrichtungen für Forschungs- und Wissensverbreitung	Bis 100% der Ausgaben, max. 1 Million
Validierungs-/Wachstumsförderung (4)	(4a) Validierungsforschung zur wirtschaftlichen Nutzbarkeit von Forschungsergebnissen zur Digitalisierung	Hochschulen	Bis 100% der Ausgaben, max. 1 Million
	(4b) Personalausgaben, die zur Umsetzung digitaler Vorhaben mit Wachstumspotenzial anfallen	Unternehmen, die nicht länger als 8 Jahre am Markt sind	Bis 100% (1. Jahr), bis 60% (2. Jahr), max. 160.000

Quellen: Hessische Staatskanzlei (2021b); HMinD (o. J.); eigene Darstellung.

Der Förderzeitraum startete im Dezember 2019. Das Fördervolumen von distr@l beläuft sich für den Zeitraum von 2020 bis 2025 auf rund 55 Millionen Euro.⁴⁸

4.2.3 DIGI-Zuschuss

Der DIGI-Zuschuss ist ein Förderprogramm aus dem Bereich des hessischen Wirtschaftsministeriums. Sein Ziel ist es, „Betrieben die Möglichkeit zu bieten, ihren individuellen Digitalisierungsfortschritt in den Bereichen Produktion und Verfahren, Produkte, Prozesse und Dienstleistungen oder Strategie und Organisation des Unternehmens zu realisieren“. Gefördert werden KMU mit weniger als 250 Beschäftigten und einem maximalen Jahresumsatz von 50 Millionen Euro sowie Freie Berufe (HTAI o. J.). Rund 83 % der bewilligten Zuwendungen entfallen auf Kleinst- und kleine Unternehmen mit weniger als 50 Beschäftigten.⁴⁹

Tabelle 5: Förderungsfähige Vorhaben im Programm DIGI-Zuschuss

Beschäftigte/Schnittstellen	Prozesse/ Produkte
Schaffung digitaler Infrastruktur für Homeoffice/ mobiles Arbeiten	Digitalisierung unternehmensinterner Prozesse
Verbesserungen Mensch-Maschine-Interaktionen	Einführung digitaler Vertriebswege
Datensicherheitskonzepte	Digitalisierung von Logistikprozessen
Schaffung digitaler Kundenschnittstellen	Vernetzung von Produktions- und Managementsystemen
Digitalisierung von Lieferantenschnittstellen	Methoden zur Vorrorausschauenden Wartung
Erhebung und Analyse von Daten	Additive Fertigungsverfahren
Integration mobiler Betriebsgeräte	Optimierungsvorhaben von Produkten/ Dienstleistungen durch digitale Technologien

Quelle: HMWEVW (ebd.); eigene Darstellung.

⁴⁸ Angaben nach Auskunft des HMinD vom 09.06.2023.

⁴⁹ Angaben nach Auskunft des HMWEVW vom 19.05.2023.

Das Programm bietet Zuschüsse zu Digitalisierungsvorhaben für 50 % der zuwendungsfähigen Sachausgaben. Gefördert werden Maßnahmen ab zuwendungsfähigen Sachausgaben in Höhe von 4.000 Euro. Die maximale Fördersumme beträgt 10.000 Euro. Förderungsfähig sind vielfältige Vorhaben die konkrete Digitalisierungsmaßnahmen im Unternehmen betreffen (siehe Tabelle 5) (HMWEVW 2022b).

Seit Beginn der Förderung im Jahr 2018 konnten bis Ende 2022 rund 4.500 Förderanträge im DIGI-Zuschuss beschieden werden. Zusammengenommen belaufen sich die dabei ausgezahlten Fördersummen auf rund 35,7 Mio. Euro (Hessische Ministerin für Digitale Strategie und Entwicklung 2023: 8). Das Förderprogramm wird auch 2023 durch das Land Hessen fortgeführt.

5 Fazit und weitere Entwicklung

Die Digitalisierung betrifft alle Bereiche der Arbeitswelt, wobei die Bandbreite an unterschiedlichen Facetten von notwendigen (neuen) digitalen Infrastrukturen, über eine veränderte Arbeitsorganisation in den Betrieben bis hin zu digitalen Arbeitsplätzen und -instrumenten sowie neuen Tätigkeitsprofilen reicht. Dabei stattfindende Wandlungsprozesse verlaufen jedoch nicht automatisch und autonom. Die Digitalisierung stellt keinen deterministischen, unaufhaltsamen Prozess dar. Vielmehr wird sie von verschiedenen Akteuren mit unterschiedlichen Interessen vorangetrieben oder verlangsamt und auf unterschiedliche Art und Weise gestaltet – was sich unter anderem an der anhaltenden Diskussion um die weiterhin mangelnde Digitalisierungsaffinität von KMU zeigt.

Eine zentrale Grundlage für die Nutzung der mit der Digitalisierung einhergehenden neuen Möglichkeiten (digitale Arbeitsformen, Fernwartung oder -steuerung von Maschinen, vernetzte Produktion und Wertschöpfung sowie innovative Geschäftsmodelle) ist die flächendeckende Verfügbarkeit von Breitbandanschlüssen. Dies gilt sowohl für eine schnelle Internetanbindung von Betrieben als auch von Haushalten – insbesondere mit Blick auf die zunehmende Nutzung von Homeoffice-Möglichkeiten. Darüber hinaus kann eine gute Breitbandversorgung auch zur Attraktivitätssteigerung des ländlichen Raumes – für Unternehmen wie auch Beschäftigte – beitragen. Hessen liegt bei der Versorgung insgesamt eher im Mittelfeld, unternimmt aber unterschiedliche Initiativen, um den Ausbau voranzutreiben.

Dies ist umso wichtiger, als bestehende Transformationsprozesse in den vergangenen beiden Jahren der Corona-Pandemie noch einmal beschleunigt wurden, wenngleich der Digitalisierungsgrad von Unternehmen sowie die Digitalität von Arbeit weiterhin zwischen Branchen und Berufsgruppen erheblich variiert. Dabei zeigen sich auch deutliche Unterschiede bei der Form der Digitalisierung am Arbeitsplatz. Während etwa die Zusammenarbeit mit kollaborativen Robotern nur langsam voranschreitet wird beispielsweise mit Bezug auf die Arbeit im Homeoffice von der „neuen Normalität“ gesprochen. Sowohl Arbeitnehmer:innen als auch viele Arbeitgeber:innen wünschen sich den Erhalt dieser Form des Arbeitens als flexibles Angebot auch nach dem Ende der Pandemie. Zugleich gehen mit Chancen wie der flexibleren Wahl des Arbeitsortes und der besseren (zeitlichen) Vereinbarkeit von Arbeit und Leben auch Risiken wie das Verschwimmen der Grenzen zwischen Arbeits- und Freizeit, ständige Erreichbarkeit und Selbstüberlastung einher. Darüber hinaus profitieren nicht alle Beschäftigten (etwa in der Produktion) gleichermaßen von diesen neuen Möglichkeiten.

Entwicklungen im Kontext der Digitalisierung der Arbeitswelt müssen dementsprechend begleitet und gestaltet werden. Zwar verlaufen die durch sie ausgelösten Entwicklungen vielfach nicht disruptiv, sondern inkrementell, wie das Beispiel der Industrie 4.0-Debatte zeigt. Die Entwicklung in der Industrie ist eher durch inkrementelle Modernisierung als durch revolutionäre Umbrüche gekennzeichnet. Allerdings bedeutet dies nicht, dass damit mittel- und langfristig nicht trotzdem erhebliche Verschiebungen und Veränderungen verbunden sein können. Dies macht der häufig gebrauchte Transformationsbegriff deutlich. In der Folge zeigen sich deutliche Auswirkungen auf die Arbeitsabläufe und Arbeitsbedingungen in der digitalen Arbeitswelt, die in den nächsten Jahren nicht nur anhalten, sondern sich weiter

verstärken werden. So besitzt der Einsatz von autonomen Robotern und Transport- sowie Assistenzsystemen einerseits das Potenzial für eine menschengerechtere Gestaltung von Arbeit, indem Gefährdungen und physische Belastungen von Beschäftigten reduziert werden. Andererseits stellen sich neue Anforderungen an den Arbeitsschutz und die Produktsicherheit, wenn Mensch und Maschine direkt zusammenarbeiten und neue Sicherheitssysteme notwendig werden, um die Gefahr von Unfällen zu minimieren. Zugleich nimmt der Einsatz von maschinellem Lernen und KI-Systemen in den unterschiedlichsten Bereichen, von der Bewerber:innenauswahl über das Personalmanagement bis hin zur Unterstützung bei der Ausübung von Tätigkeiten, zu. Hierbei besteht etwa die Gefahr, dass sich durch den Einsatz von Algorithmen Diskriminierungen fortschreiben, wenn sich in den Lerndaten bestehende soziale Ungleichheiten widerspiegeln. Die verstärkte digitale Aufwertung und Erweiterung von Arbeitsmitteln und -geräten können auch die Autonomie von Beschäftigten einschränkt, weil etwa die Abhängigkeit von Arbeitsanweisungen durch Apps oder Smarte Brillen zunehmen könnte. Sie bieten darüber hinaus nicht nur das Potenzial für Überwachung und Kontrolle, sondern sind durch ihre Vernetzung auch ein größeres Sicherheitsrisiko. Damit stellen neue Anforderungen an das Sicherheitsmanagement des Unternehmens – häufig aber auch an die Beschäftigten, wenn ihnen etwa ein höheres Sicherheitsbewusstsein abverlangt wird.

Darüber hinaus ist zwar nicht davon auszugehen, dass die zunehmenden Automatisierungsmöglichkeiten durch Robotik und KI zu einem umfassenden Wegfall von Arbeitsplätzen führen. Allerdings ändern sich Kompetenzanforderungen und Komplexitätsniveaus. Dementsprechend spielen Qualifizierung und Weiterbildung eine entscheidende Rolle. Dabei ist jedoch keinesfalls automatisch sichergestellt, dass alle Betroffenen die dazu notwendigen Angebote erhalten oder diese wahrnehmen. Wenn bereits heute Weiterbildungsmöglichkeiten deutlich häufiger von ohnehin hoch qualifizierten Beschäftigten in Anspruch genommen werden, kann der weiter steigende Bedarf an neuen Kompetenzen und Wissen zu einer Vergrößerung der Schere zwischen Beschäftigtengruppen mit unterschiedlichen Anforderungs- und Qualifikationsniveaus beitragen (sich hierzu auch das Policy Paper von Hälbig und Schroeder 2022).

An den hier aufgezeigten Aspekten zeigt sich exemplarisch, dass die unterschiedlichen Digitalisierungsprozesse sowohl mit Chancen als auch mit Risiken einhergehen. Damit wird die *Notwendigkeit* von politischer Steuerung und Regulierung deutlich. Zugleich weist die Gestaltbarkeit der Digitalisierung auf die grundsätzliche *Möglichkeit* zur gezielten Steuerung dieser Prozesse hin. Die sich damit ergebenden Gestaltungsaufgaben zeigen sich in allen Bereichen einer stärker digitalisierten Arbeitswelt. Grundlage einer solchen Gestaltung muss eine Vision über den erwünschten Zielzustand sein, sonst ist keine zielgerichtete Steuerung möglich. In diesem Policy Paper stand zwar die technologische Dimension der Digitalisierung der Arbeitswelt im Fokus. Dass der sozialen Dimension für eine nachhaltige Gestaltung der Prozesse jedoch eine ebenso bedeutende Rolle zukommen muss, ist bereits vielfach angeklungen und wird im zweiten Policy Paper vertieft werden. Schon jetzt ist aber klar, dass eine angemessene Vision der digitalen Arbeitswelt der Zukunft beide Dimensionen – die technologische sowie die soziale – gleichzeitig berücksichtigen und adressieren muss.

6 Literatur

- Ausschuss für Betriebssicherheit (2023): Technische Regel für Betriebssicherheit. Cybersicherheit für sicherheitsrelevante Mess-, Steuer- und Regeleinrichtungen, TRBS 1115 Teil 1, Berlin: BMAS.
- Bähr, Ulrich/ Biemann, Juli/ Lietzau, Jule/ Hentschel, Philipp (2020): Coworking im ländlichen Raum. Menschen, Modelle, Trends, Bertelsmann Stiftung/ CoWorkLand, https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/user_upload/Coworking_im_laendlichen_Raum.pdf (abgerufen am 13.2.2023).

- Bär, Tobias (2022): Algorithmic Bias. Verzerrungen durch Algorithmen verstehen und verhindern. Ein Leitfaden für Entscheider und Data Scientists, New York: Springer Vieweg.
- Bertschek, Irene/ Briglauer, Wolfgang/ HHSchelrath, Kai/ Niebel, Thomas (2016a): The Economic Impacts of Telecommunications Networks and Broadband Internet: A Survey, Discussion Paper 16–056, Mannheim: ZEW, <http://www.ssrn.com/abstract=2828085> (abgerufen am 12.2.2023).
- Bertschek, Irene/ Ohnemus, Jörg/ Viète, Steffen (2016b): Befragung zum sozioökonomischen Hintergrund und zu den Motiven von Crowdworkern - Endbericht -, Forschungsbericht 462, Berlin: BMAS.
- Berzel, Alexander/ Schroeder, Wolfgang (2021): Homeoffice – eine Transformation der Arbeitswelt. Systematischer Überblick und Perspektiven der Gestaltung, i3 Kasseler Diskussionspapiere 12, Kassel: Universität Kassel.
- bitkom (2022a): 7,8 Milliarden Euro: Markt für IT-Sicherheit wächst 2022 um 13 Prozent, bitkom.org, <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/IT-Sicherheit-waechst-2022> (abgerufen am 16.11.2022).
- bitkom (2022b): Bitkom Startup Report 2022, Berlin: bitkom, https://www.bitkom.org/sites/main/files/2022-08/22020811_Bitkom_Startup_Report_2022_AS.pdf (abgerufen am 4.1.2023).
- BMDV (2021): Bericht zum Breitbandatlas. Teil 1: Ergebnisse, Berlin: BMDV.
- BMVI (2016): Digitale Infrastruktur als regionaler Entwicklungsfaktor, MORO Information 15/1, Berlin: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/ministerien/moro-info/15/moroinfo-15-1-dl.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (abgerufen am 12.2.2023).
- Böhm, Markus (2022): Internetprobleme: Mehr als jeder Dritte hat laut Umfrage Ärger mit dem Netz, in: Der Spiegel, 15. Juni 2022, <https://www.spiegel.de/netzwelt/web/internetprobleme-mehr-als-jeder-dritte-hat-laut-umfrage-aerger-mit-dem-netz-a-f27da735-705b-48d3-9589-73a34276252e> (abgerufen am 12.2.2023).
- Bonin, Holger/ Eichhorst, Werner/ Krause-Pilatus, Annabelle (2022): Bedeutung von Coworking Spaces als Dritter Arbeitsort in Deutschland, Bonn: IZA, https://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publikationen/Forschungsberichte/fb-595-expertise-bedeutung-von-coworking-spaces.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (abgerufen am 3.5.2022).
- Bonin, Holger/ Gregory, Terry/ Zierahn, Ulrich (2015): Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland, Kurzexperte 57, BMAS.
- Brüggemann, Anke (2021): Digitalisierung und Klimaschutz im Spannungsfeld: Warum eine nachhaltige Ausrichtung der Digitalisierung wichtig ist, KfW Research 341, o. A.: KfW.
- Brunner, Katharina/ Jäger, Andreas/ Hess, Thomas/ Münch, Ursula (2020): Digitalisierungsstrategien bundesdeutscher Länder. Eine Bestandsaufnahme ihrer Entwicklung und Implementierung, Analysen und Studien 4, München: bidt, <https://www.bidt.digital/studie-digitalstrategien/> (abgerufen am 27.4.2022). publisher: bidt - Bayerisches Forschungsinstitut für Digitale Transformation.
- Büchel, Jan/ Engels, Barbara (2022): Digitalisierung der Wirtschaft in Deutschland. Digitalisierungsindex 2021, Berlin: BMWK, https://www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/DE/Digitalisierungsindex/Publikationen/publikation-download-Langfassung-digitalisierungsindex-2021.pdf?__blob=publicationFile&v=4 (abgerufen am 18.6.2022).
- Buhr, Daniel/ Dietzel, Nikolas/ Gold, Stewart/ Kohler, Harald (2018): Digitalisierung politisch gestalten. Mehr. Besser. Anders. Für eine soziale Innovationspolitik, WISO DISKURS 09/2018, Bonn: Friedrich-Ebert-Stiftung.
- Bundesnetzagentur (2022): Breitbandatlas, <https://www.bundesnetzagentur.de/GIGA/DE/Breitbandatlas/Vollbild/start.html> (abgerufen am 11.1.2023).

- Bundesverband Deutsche Startups (2021): Hessen Startup Monitor 2021, Berlin: Bundesverband Deutsche Startups, https://startupverband.de/fileadmin/startupverband/mediaarchiv/research/regionalstudien/2021_hessen_sm.pdf (abgerufen am 4.1.2023).
- Burkert, Carola/ Röhrig, Annette/ Schaade, Peter (2021): Digitalisierung der Arbeitswelt: Mögliche Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt in Hessen - Aktualisierung, IAB-Regional 1/2021, Nürnberg: IAB, https://doku.iab.de/regional/H/2021/regional_h_0121.pdf (abgerufen am 14.6.2022).
- Collatz, Frank (2021): 5 typische Fehler, woran innovative Start-ups scheitern, VentureCapital Magazin, <https://www.vc-magazin.de/blog/2021/03/23/5-typische-fehler-woran-innovative-start-ups-scheitern/> (abgerufen am 4.1.2023).
- Deckert, Ronald (2019): Digitalisierung und Industrie 4.0. Technologischer Wandel und individuelle Weiterentwicklung, Wiesbaden: Springer Gabler.
- Deloitte (2020): Cyber Security im Mittelstand, Erfolgsfaktoren im Mittelstand, München: Deloitte, https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/Mittelstand/DP_Erfolgsfaktorenstudie_Cyber_Security_im_Mittelstand.pdf (abgerufen am 21.2.2023).
- DGUV (2015): Industrieroboter, DGUV Information 209–074, Berlin: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, <https://publikationen.dguv.de/widgets/pdf/download/article/270> (abgerufen am 18.6.2022).
- DGUV (2022): Sicherheit und Gesundheit in Coworking Spaces. Eine Bestandsaufnahme aus Sicht der Prävention, Berlin: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung.
- Dienes, Christian/ Schneck, Stefan/ Wolter, Hans-Jürgen (2018): Die Auswirkungen des Gründungsgeschehens auf das regionale Wirtschaftswachstum, IfM-Materialien 270, Bonn: Institut für Mittelstandsforschung.
- digiLIFT (2022a): digiLIFT. Digitale Regiestelle zur Unterstützung der Bildungsträger in Hessen, digiLIFT, <https://digilift.de/> (abgerufen am 4.11.2022).
- digiLIFT (2022b): Kick-Off Präsentation, digiLIFT, <https://digilift.de/kick-off-praesentation/> (abgerufen am 4.11.2022).
- DIHK (2021): Digitalisierung mit Herausforderungen. Die IHK-Umfrage zur Digitalisierung, Berlin: Deutscher Industrie- und Handelskammertag, <https://www.dihk.de/resource/blob/35410/e090fd44f3ced7d374ac3e17ae2599/ihk-digitalisierungsumfrage-2021-data.pdf> (abgerufen am 20.7.2022).
- Dreißigacker, Arne/ Skarczynski, Bennet von/ Wollinger, Gina Rosa (2021): Cyberangriffe gegen Unternehmen in Deutschland: Ergebnisse einer Folgebefragung 2020, Hannover: Kriminologisches Forschungsinstitut Niedersachsen e.V. (KFN).
- Europäische Kommission (2021): Vorschlag für eine Richtlinie des europäischen Parlaments und des Rates zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen in der Plattformarbeit, Vorschlag für eine Richtlinie des europäischen Parlaments und des Rates COM(2021) 762 final, Brüssel: Europäische Kommission, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021PC0762&from=EN> (abgerufen am 24.10.2022).
- Europäischer Rat (2022): EU-Vorschriften zur Plattformarbeit, <https://www.consilium.europa.eu/de/policies/platform-work-eu/> (abgerufen am 13.10.2022).
- Falk, Svenja/ Schroeder, Wolfgang (2022): Digitale Souveränität - Ein Narrativ des Fortschritts, Berlin: Das Progressive Zentrum.
- Fay, Alexander/ Gausemeier, Jürgen/ Hompel, Michael ten (2018): Einordnung der Beispiele der Industrie 4.0-Landkarte in die Anwendungsszenarien, München: acatech.
- Fichter, Klaus/ Olteanu, Yasmin (2022): Green Startup Monitor 2022, Berlin: Borderstep Institut/ Bundesverband Deutsche Startups, <https://www.borderstep.de/wp-content/uploads/2022/03/GreenStartupMonitor2022.pdf> (abgerufen am 20.7.2022).

- Frey, Carl Benedikt/ Osborne, Michael A. (2013): *The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation?* Oxford Martin Programme on the Impacts of Future Technology, Oxford: University of Oxford, <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0040162516302244> (abgerufen am 3.12.2019).
- Für-Gründer.de (o. J.): *Accelerator: Zahlreiche Programme auf einen Blick*, <https://www.fuer-gruender.de/kapital/eigenkapital/accelerator/programme/> (abgerufen am 4.1.2023).
- Gärtner, Christian (2020): *Smart HRM. Digitale Tools für die Personalarbeit*, Wiesbaden: Springer Gabler.
- Gerber, Christine (2020): *Crowdworker*innen zwischen Autonomie und Kontrolle*, in: *WSI-Mitteilungen*, 73 (3), S. 182–192.
- Germany Finance (2021): *German FinTech Report 2021. Hubs und Trends im deutschen FinTech-Ökosystem*, Stuttgart: Germany Finance, <https://www.startbase.de/downloads/fintech-report/2021/fintech-report.pdf> (abgerufen am 29.8.2022).
- Gerold, Stefanie/ Gruszka, Katarzyna/ Pillinger, Anne/ Theine, Hendrik (2022): *Putzkraft aus dem Netz. Perspektiven und Erfahrungen von Reinigungskräften in der plattformvermittelten Haushaltsreinigung*, Working Paper Forschungsförderung 259, Düsseldorf: Hans-Böckler-Stiftung.
- Greef, Samuel (2022): *Mobiles Arbeiten, Fact Sheet 3*, Kassel: Universität Kassel.
- Greef, Samuel/ Schroeder, Wolfgang/ Sperling, Hans Joachim (2020): *Plattformökonomie und Crowdfunding als Herausforderungen für das deutsche Modell der Arbeitsbeziehungen*, in: *Industrielle Beziehungen*, 27 (2), S. 205–226.
- Grimes, Roger A. (2022): *Security Approaches Around the Globe*, KnowBe4 PR, Clearwater: KnowBe4.
- Gründerküche.de (2022): *Überblick: Die wichtigsten deutschen Inkubatoren, die ihr 2022 kennen solltet*, <https://www.gruenderkueche.de/fachartikel/liste-die-wichtigsten-inkubatoren-inkubator-programme-in-deutschland/> (abgerufen am 4.1.2023).
- Gründerpilot (2022): *Wie viele Startups scheitern*, Gründerpilot, <https://www.gruenderpilot.com/wie-viele-startups-scheitern/> (abgerufen am 4.1.2023).
- Gumz, Jan Dennis/ Hölscher, Ines/ Weber, Mike/ Zouagui, Jaouhara (2022): *Hessischer Digitalindex*, Berlin: Fraunhofer FOKUS, https://digitales.hessen.de/sites/digitales.hessen.de/files/2022-05/hessen_digitalindex_fokus_barrierearm_mai2022_fin.pdf (abgerufen am 3.6.2022).
- Haag, Patrick (2021): *Einführung: Management von Start-ups und KMU. Individuelle Betrachtung und synthetische Auseinandersetzung*, in: Haag, Patrick (Hrsg.): *KMU- und Start-up-Management. Strategische Aspekte, operative Umsetzung und Best-Practice*, 2. Aufl., Wiesbaden: Springer Gabler, S. 1–13.
- Hällbig, Alissa/ Schroeder, Wolfgang (2022): *Weiterbildung: Institutionelle Grundlagen und Handlungsfelder. Policy Paper – Arbeitsweltberichterstattung Hessen, i3 - Kasseler Diskussionspapiere 16*, Kassel: Universität Kassel, <https://kobra.uni-kassel.de/handle/123456789/13751> (abgerufen am 12.1.2023). publisher: Universität Kassel.
- Heiland, Heiner/ Brinkmann, Ulrich (2020): *Lieferrn am Limit. Wie die Plattformökonomie die Arbeitsbeziehungen verändert*, in: *Industrielle Beziehungen*, 27 (2), S. 120–140.
- Helpling (2022): *AGB zur Nutzung der Plattform*, Helpling, <https://www.helpling.de/nutzungsbedingungen> (abgerufen am 14.2.2023).
- Hessische Ministerin für Digitale Strategie und Entwicklung (2023): *Wo Zukunft zuhause ist. Fortschrittsbericht 2023 zur Strategie Digitales Hessen*, Wiesbaden: Hessische Staatskanzlei.
- Hessische Staatskanzlei (2021a): *Digitales Hessen. Wo Zukunft zuhause ist*, Wiesbaden: Hessische Staatskanzlei.

- Hessische Staatskanzlei (2021b): Förderprogramme - Förderung digitaler Technologien und Innovationen – Distr@l: Digitalisierung stärken – Transfer leben, Förderdatenbank Bund, Länder und EU, <https://www.foerderdatenbank.de/FDB/Content/DE/Foerderprogramm/Land/Hessen/digitale-technologien-und-innovationen-distral.html> (abgerufen am 4.11.2022).
- Hessisches Statistisches Landesamt (2022): Erwerbstätige in Hessen 2021 nach Altersgruppen, Geschlecht und Erwerbsformen, Wiesbaden: Hessisches Statistisches Landesamt, https://statistik.hessen.de/sites/statistik.hessen.de/files/2022-08/erwerbstaetige_2021_altersgruppen_geschlecht_erwerbsformen_04082022.xlsx (abgerufen am 27.9.2022).
- Hirsch-Kreinsen, Hartmut (2018): Die Pfadabhängigkeit digitalisierter Industriearbeit, in: Arbeit, 27 (3), S. 239–259.
- HMinD (o. J.): Distr@l: Digitalisierung stärken - Transfer leben, digitales.hessen.de, <https://digitales.hessen.de/foerderprogramme/distr> (abgerufen am 4.11.2022).
- HMSI (2022a): REACT-EU: Landesregierung startet Innovations- und Digitalisierungsoffensive in der Arbeitsmarktförderung, Arbeitswelt Hessen, <https://arbeitswelt.hessen.de/aktuelles/artikel/react-eu-landesregierung-startet-innovations-und-digitalisierungsoffensive-in-der-arbeitsmarktforderung/> (abgerufen am 4.11.2022).
- HMSI (2022b): Anforderungen an interessierte Nutzer*innen im Projekt „Digitale Regiestelle digiLIFT“, gefördert durch REACT-EU, Wiesbaden: Hessisches Ministerium für Soziales und Integration, https://digilift.de/wp-content/uploads/2022/02/Anforderungskatalog_Digitale-Regiestelle.pdf (abgerufen am 4.11.2022).
- HMSI (o. J.): Förder-Initiative REACT-EU - Arbeitswelt Hessen, Arbeitswelt Hessen, <https://arbeitswelt.hessen.de/foerder-initiative-react-eu/> (abgerufen am 4.11.2022).
- HMUKLV (2021a): Starkes Land – gutes Leben. Aktionsplan für den ländlichen Raum, Wiesbaden: Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz.
- HMUKLV (2021b): Infopakete für die ländlichen Räume Hessens. Coworking, Wiesbaden: Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, https://www.land-hat-zukunft.de/files/content/downloads/Infopakete/Infopaket_Coworking_bf.pdf (abgerufen am 13.2.2023).
- HMUKLV (2022): Kompetenznetzwerk. Ländliche Räume attraktiver machen, umwelt.hessen.de, <https://umwelt.hessen.de/presse/laendliche-raeume-attraktiver-machen> (abgerufen am 9.1.2023).
- HMUKLV (o. J.): Gute Verbindung: digitale Infrastrukturen ausbauen, <https://www.land-hat-zukunft.de/digitalisierung.html> (abgerufen am 9.1.2023).
- HMWEVL (2018): Die Gigabitstrategie für Hessen. Unsere Infrastruktur für die digitale Zukunft, Wiesbaden: Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung, https://digitales.hessen.de/sites/digitales.hessen.de/files/2021-09/gigabitstrategie_web.pdf (abgerufen am 12.2.2023).
- HMWEVW (2020): Wirtschaftsförderprogramm: „Digital-Zuschuss – Zuschuss zu Digitalisierungsmaßnahmen“, Kleine Anfrage, Wiesbaden: Hessischer Landtag, <https://starweb.hessen.de/cache/DRS/20/8/02738.pdf> (abgerufen am 4.11.2022).
- HMWEVW (2022a): Hessischer Mittelstandsbericht 2022, Wiesbaden: Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen.
- HMWEVW (2022b): Merkblatt zum Förderprogramm Zuschuss zu Digitalisierungsmaßnahmen (DIGI-Zuschuss), Wiesbaden: Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie Verkehr und Wohnen, <https://www.wibank.de/source/blob/wibank/464736/8bb7be06078550f3785d5a8fee6e89a4/download-merkblatt-digitalisierungsmassnahmen-data.pdf> (abgerufen am 4.11.2022).

- HMWEVW (o. J.): Gründungs- und Mittelstandsförderung – Zuschuss zu Digitalisierungsmaßnahmen, Förderdatenbank Bund, Länder und EU, <https://www.foerderdatenbank.de/FDB/Content/DE/Foerderprogramm/Land/Hessen/zuschuss-digitalisierungsmassnahmen.html> (abgerufen am 4.11.2022).
- Hölscher, Ines/ Opiela, Nicole/ Tiemann, Jens/ Gumz, Jan Dennis/ Goldacker, Gabriele/ Thapa, Basanta/ Weber, Mike (2021a): Deutschland-Index der Digitalisierung 2021. Detailauswertung für Hessen, Berlin: Fraunhofer FOKUS, https://www.oeffentliche-it.de/documents/10181/209394/D-Index-2021-regional_Hessen.pdf (abgerufen am 20.7.2022).
- Hölscher, Ines/ Opiela, Nicole/ Tiemann, Jens/ Gumz, Jan Dennis/ Goldacker, Gabriele/ Thapa, Basanta/ Weber, Mike (2021b): Deutschland Index der Digitalisierung 2021, Berlin: Kompetenzzentrum Öffentliche IT.
- Holst, Hajo/ Niehoff, Steffen/ Fessler, Agnes (2022): Ein Jahr Corona - Die mittelfristige Auswirkungen der Pandemie auf die Arbeitswelt. Ein Vergleich der Erhebungswellen aus den beiden „harten Lock-downs“ April/Mai 2022 und April/Mai 2021, Arbeitswelt-Monitor „Arbeiten in der Corona Krise“, Osnabrück: Universität Osnabrück.
- Holubová, Barbora (2022): Algorithmisches Management. Bewusstsein, Risiken und Reaktion der Sozialpartner. Abschlussbericht, Brüssel: FES.
- HTAI (o. J.): Förderung für Digitalisierungsvorhaben in Hessen, Technologieland Hessen, <https://www.technologieland-hessen.de/DIGI-Zuschuss> (abgerufen am 4.11.2022).
- IAB (2018): Berufe im Spiegel der Statistik, <http://bisds.iab.de/Default.aspx?beruf=BSK22®ion=1&qualifikation=0> (abgerufen am 19.9.2022).
- ifo Institut (2022): Homeoffice setzt sich durch – aber nicht überall, <https://www.ifo.de/pressemitteilung/2022-12-09/homeoffice-setzt-sich-durch-aber-nicht-ueberall> (abgerufen am 11.2.2023).
- IFR (2022a): World Robotics 2022, Frankfurt am Main: International Federation of Robotics.
- IFR (2022b): World Robotics Report: „All-Time High“ with Half a Million Robots Installed in One Year, IFR International Federation of Robotics, <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/wr-report-all-time-high-with-half-a-million-robots-installed> (abgerufen am 25.10.2022).
- Iyamu, Ihoghosa/ Xu, Alice X T/ Gómez-Ramírez, Oralia/ Ablona, Aidan/ Chang, Hsiu-Ju/ Mckee, Geoff/ Gilbert, Mark (2021): Defining Digital Public Health and the Role of Digitization, Digitalization, and Digital Transformation: Scoping Review, in: JMIR Public Health and Surveillance, 7 (11), S. e30399.
- Janowski, Kathrin/ Ritschel, Hannes/ Lugrin, Birgit/ André, Elisabeth (2018): Sozial interagierende Roboter in der Pflege, in: Bendel, Oliver (Hrsg.): Pflegeroboter, Wiesbaden: Springer Gabler, S. 63–87.
- Janssen, Simon/ Leber, Ute/ Arntz, Melanie/ Gregory, Terry/ Zierahn, Ulrich (2018): Betriebe und Arbeitswelt 4.0. Mit Investitionen in die Digitalisierung steigt auch die Weiterbildung, IAB-Kurzbericht 26/2018, Nürnberg: IAB.
- Keller, Berndt/ Seifert, Hartmut (2020): Soziale Risiken der Digitalisierung – Regulierungsbedarfe der Beschäftigungsverhältnisse, in: Industrielle Beziehungen, 27 (2), S. 227–249.
- Kempermann, Hanno/ Krause, Manuela/ Demary, Vera/ Röhl, Klaus-Heiner (2020): Die Bedeutung der Familienunternehmen für ländliche Räume. Beitrag zum Wohlstand und Zusammenhalt, München: Stiftung Familienunternehmen.
- Klenk, Tanja (2021): Digitale Daseinsvorsorge. Voraussetzung für soziale und kulturelle Teilhabe im 21. Jahrhundert, in: Blank, Florian/ Schäfer, Claus/ Spannagel, Dorothee (Hrsg.): Grundsicherung weiterdenken, Bd. 198, Bielefeld: transcript, S. 155-.

- Klenk, Tanja/ Nullmeier, Frank/ Wewer, Göttrik (2020): Auf dem Weg zum Digitalen Staat? Stand und Perspektiven der Digitalisierung in Staat und Verwaltung, in: Klenk, Tanja/ Nullmeier, Frank/ Wewer, Göttrik (Hrsg.): Handbuch Digitalisierung in Staat und Verwaltung, Wiesbaden: Springer VS, S. 3–23.
- Kollmann, Tobias/ Strauß, Christina/ Pröpper, Anna/ Faasen, Caroline/ Hirschfeld, Alexander/ Gilde, Jannis/ Walk, Vanusch (2022): Deutscher Startup Monitor 2022. Innovation - gerade jetzt!, Berlin: Bundesverband Deutsche Startups, https://startupverband.de/fileadmin/startupverband/mediaarchiv/research/dsm/DSM_2022.pdf (abgerufen am 17.11.2022).
- Kopf, Johannes (2019): Der Beipackzettel zum AMS-Algorithmus, futurezone, <https://futurezone.at/meinung/der-beipackzettel-zum-ams-algorithmus/400641347> (abgerufen am 22.12.2020).
- Krause, Rüdiger (2017): Digitalisierung und Beschäftigtendatenschutz, Forschungsbericht 482, Berlin: BMAS.
- Kuneva, Megiena (2009): Keynote Speech, Brüssel, 31. März 2009, http://europa.eu/rapid/press-release_SPEECH-09-156_en.htm (abgerufen am 27.12.2018).
- Lauxen, Oliver/ Demireva, Lora/ Larsen, Dr Christa (2020): Innovationen in hessischen Betrieben. IAB-Betriebspanel Report Hessen 2019, Frankfurt am Main: IWAK, <https://www.arbeitsagentur.de/vor-ort/rd-h/download/1533741641016.pdf> (abgerufen am 3.6.2022).
- Leimeister, Jan Marco/ Durward, David/ Zogaj, Shkodran (2016): Crowd worker in Deutschland. Eine empirische Studie zum Arbeitsumfeld auf externen Crowdsourcing-Plattformen, Bd. 323, Düsseldorf: Hans-Böckler-Stiftung.
- Lernlabor Cybersicherheit (2021): Zuhause ist man Co-Sicherheitsbeauftragter, Fraunhofer Academy, <https://blog.academy.fraunhofer.de/blogbeitraege/llcs-zuhause-ist-man-co-sicherheitsbeauftragter/> (abgerufen am 16.11.2022).
- Lichtblau, Karl/ Schleiermacher, Thomas/ Goecke, Henry/ Schützdeller, Peter (2018): Digitalisierung der KMU in Deutschland, IW Consult.
- Mattiuzzo, Corrado (2021): Produktsicherheit mit komplexer künstlicher Intelligenz? KANBrief 1/21, <https://www.kan.de/publikationen/kanbrief/1/21/produktsicherheit-mit-komplexer-kuenstlicher-intelligenz> (abgerufen am 11.7.2022).
- Metzger, Georg (2021): KfW-Gründungsmonitor 2021, KfW Research , Frankfurt am Main: KfW Bankengruppe.
- Meyer, Sophie-Charlotte/ Hartwig, Matthias/ Tisch, Anita/ Rosen, Patricia Helen/ Wischniewski, Sascha (2021a): Stressoren und Ressourcen an Roboterarbeitsplätzen, baua: Bericht kompakt , Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, https://www.baua.de/DE/Angebote/Publicationen/Bericht-kompakt/Digitalisierte-Arbeitswelt-2.html?pk_campaign=DOI (abgerufen am 2.6.2022). publisher: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.
- Meyer, Sophie-Charlotte/ Hartwig, Matthias/ Tisch, Anita/ Wischniewski, Sascha (2021b): Veränderte Arbeitsanforderungen in der digitalisierten Arbeitswelt: Unterschiede nach Digitalisierungsgrad des Arbeitsmittels, baua: Bericht kompakt , Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, https://www.baua.de/DE/Angebote/Publicationen/Bericht-kompakt/Digitalisierte-Arbeitswelt.html?pk_campaign=DOI (abgerufen am 2.6.2022). publisher: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA).
- Moorstedt, Michael (2022): Künstliche Intelligenz. Chat GPT beantwortet Fragen verblüffend klug, in: Sueddeutsche, <https://www.sueddeutsche.de/kultur/chatgpt-kuenstliche-intelligenz-1.5708877> (abgerufen am 11.1.2023).
- Niehoff, Steffen/ Fessler, Agnes/ Holst, Hajo (2022): Zwei Jahre Corona – Arbeit unter anhaltendem Pandemiedruck. Ein Vergleich der Erhebungsrunden 2020, 2021 und 2022, Arbeitswelt-Monitor „Arbeiten in der Corona Krise“, Osnabrück: Universität Osnabrück.

- Nolting, Michael (2021): Künstliche Intelligenz in der Automobilindustrie. Mit KI und Daten vom Blechbieger zum Techgiganten, Wiesbaden: Springer.
- Obermaier, Robert (2019): Industrie 4.0 und Digitale Transformation als unternehmerische Gestaltungsaufgabe, in: Obermaier, Robert (Hrsg.): Handbuch Industrie 4.0 und Digitale Transformation. betriebswirtschaftliche, technische und rechtliche Herausforderungen, Wiesbaden: Springer Gabler, S. 3–46.
- OECD (2022): Value Added by Activity, theOECD, <http://data.oecd.org/natincome/value-added-by-activity.htm> (abgerufen am 26.7.2022).
- Onnasch, Linda/ Maier, Xenia/ Jürgensohn, Thomas (2016): Mensch-Roboter-Interaktion - Eine Taxonomie für alle Anwendungsfälle, baua: Fokus , Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, <http://www.baua.de/dok/8026758> (abgerufen am 18.6.2022). publisher: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA).
- Özkiziltan, Didem/ Hassel, Anke (2021): Artificial Intelligence at Work: An Overview of the Literature, in: SSRN Electronic Journal, DOI: 10.2139/ssrn.3796746, <https://www.ssrn.com/abstract=3796746>.
- Passig, Kathrin/ Scholz, Aleks (2015): Schlamm und Brei und Bits. Warum es die Digitalisierung nicht gibt, in: Merkur, 69 (798), S. 75–81.
- Pfnür, Andreas/ Gauger, Felix/ Bachtal, Yassien/ Wagner, Benjamin (2021): Homeoffice im Interessenkonflikt. Ergebnisbericht einer empirischen Studie, Arbeitspapiere zur immobilienwirtschaftlichen Forschung und Praxis 41, Darmstadt: TU Darmstadt, https://www.real-estate.bwl.tu-darmstadt.de/media/bwl9/dateien/forschungsberichte/work_from_home/210223_Ergebnisbericht_Work_from_Home_final_2.pdf (abgerufen am 12.2.2023).
- Plattform Industrie 4.0 (o. J.): Landkarte Industrie 4.0 - Anwendungsbeispiele, Plattform Industrie 4.0, <https://www.plattform-i40.de/PI40/Navigation/Karte/SiteGlobals/Forms/Formulare/karte-anwendungsbeispiele-formular.html?queryResultId=null&pageNo=0> (abgerufen am 23.8.2022).
- Pohle, Julia (2020): Digitale Souveränität. Ein neues digitalpolitisches Schlüsselkonzept in Deutschland und Europa, #KAS4 INNOVATION , Berlin: Konrad-Adenauer-Stiftung.
- Posch, Wolfgang (2021): Digitalisierung und Energiemanagement in Zeiten der Energiewende. Herausforderungen und neue Möglichkeiten, in: Biedermann, Hubert/ Posch, Wolfgang/ Vorbach, Stefan (Hrsg.): Digitalisierung im Kontext von Nachhaltigkeit und Klimawandel, Baden-Baden: Nomos, S. 11–24.
- Reimann, Mareike/ Abendroth, Anja-Kristin/ Diewald, Martin (2020): How Digitalized Is Work in Large German Workplaces, and How Is Digitalized Work Perceived by Workers? A New Employer-Employee Survey Instrument, IAB-Forschungsbericht 8/2020, Nürnberg: IAB.
- Remmers, Hartmut (2018): Pflegeroboter: Analyse und Bewertung aus Sicht pflegerischen Handelns und ethischer Anforderungen, in: Bendel, Oliver (Hrsg.): Pflegeroboter, Wiesbaden: Springer Gabler, S. 161–179.
- Schäfer, Holger (2020): Crowdwork, IW-Report 63/2020, Köln: Institut der deutschen Wirtschaft Köln.
- Schmidt, Florian A. (2016): Arbeitsmärkte in der Plattformökonomie – Zur Funktionsweise und den Herausforderungen von Crowdwork und Gigwork, gute gesellschaft – soziale demokratie #2017plus , Bonn: Friedrich-Ebert-Stiftung.
- Schroeder, Wolfgang/ Greef, Samuel/ Berzel, Alexander (2021): Digitalisierung industrieller Wertschöpfung. Industrie 4.0 und regionale Ungleichheit in Deutschland, WISO Diskurs 10/2021, Bonn: Friedrich-Ebert-Stiftung.
- Schwab, Klaus (2016): Die Vierte Industrielle Revolution, München: Pantheon.
- Serfling, Oliver (2019): Crowdworking Monitor Nr. 2. Für Das Verbundprojekt „Crowdworking Monitor“, Discussion Papers in Behavioural Sciences and Economics 5, Kleve: Hochschule Rhein-Waal.

- Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2022): Arbeitnehmer nach Wirtschaftszweigen - Jahresdurchschnitt - regionale Tiefe: Kreise und krfr. Städte, regionalstatistik.de, <https://www.regionalstatistik.de/genesis/online?operation=abruftabelleBearbeiten&levelindex=0&levelid=1668523439076&auswahloperation=abruftabelleAuspraegungAuswaehlen&auswahlverzeichnis=ordnungsstruktur&auswahlziel=werteabruf&code=13312-02-03-4&auswahltext=&werteabruf=Werteabruf#abreadcrumb> (abgerufen am 15.11.2022).
- Statistisches Bundesamt (2022): Erwerbstätige im Inland nach Wirtschaftssektoren, Statistisches Bundesamt, <https://www.destatis.de/DE/Themen/Wirtschaft/Konjunkturindikatoren/Lange-Reihen/Arbeitsmarkt/lrwr13a.html> (abgerufen am 26.7.2022).
- Staufen (2019): Industrie 4.0 Index. Deutscher Industrie 4.0 Index 2019, Köngen: Staufen.
- Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft (2019): Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft. Zahlenwerk 2019, Essen: SV Wissenschaftsstatistik.
- techconsult (2022): Digitalisierungsindex Mittelstand 2021/2022 Der digitale Status quo des deutschen Mittelstands, Deutsche Telekom AG, https://telekom-digitalx-content-develop.s3.eu-central-1.amazonaws.com/Telekom_Digitalisierungsindex_Gesamtbericht_aa52009fad.pdf (abgerufen am 21.2.2023).
- Verhoeven, Tim (2020): Die Risiken der Digitalisierung. Wie Fakes, Betrug und die Frage der Moral unseren Arbeitsalltag verändern wird, in: Verhoeven, Tim (Hrsg.): Digitalisierung im Recruiting. Wie sich Recruiting durch künstliche Intelligenz, Algorithmen und Bots verändert, Wiesbaden: Springer Gabler, S. 226–244.
- Vrana, Johannes/ Singh, Ripi (2021): Digitization, Digitalization, and Digital Transformation, in: Meyendorf, Norbert/ Ida, Nathan/ Singh, Ripi/ Vrana, Johannes (Hrsg.): Handbook of Nondestructive Evaluation 4.0, Cham: Springer, S. 1–17.
- Waas, Bernd (2023): Künstliche Intelligenz und Arbeitsrecht, Frankfurt am Main: Bund-Verlag.
- Weißler, Marco (2018): Digitalisierung der Arbeitswelt in Hessen. Höheres Substituierbarkeitspotenzial nach Neubewertung bei ähnlicher Struktur, IAB-Regional 5/2018, Nürnberg: IAB, https://doku.iab.de/regional/H/2018/regional_h_0518.pdf (abgerufen am 14.6.2022).
- Wissenschaftliche Dienste (2021): Digitalministerien auf Bundes-, Landes-, und internationaler Ebene, Sachstand WD 10-3000-019/21, Berlin: Deutscher Bundestag, <https://www.bundestag.de/resource/blob/844920/53939cd9de1c3c435c9af2d0dc75149c/WD-10-019-21-pdf-data.pdf> (abgerufen am 25.6.2022).
- Wisskirchen, Gerlind/ Heinen, Marcel (2021): Das Mitbestimmungsrecht des Betriebsrats nach § 87 Abs. 1 Nr. 6 BetrVG beim Einsatz von KI-Systemen im Betrieb. Ein Überblick über die Rechtsprechungsentwicklung und Herausforderungen in der Praxis, in: Knappertsbusch, Inka/ Gondlach, Kai (Hrsg.): Arbeitswelt und KI 2030. Herausforderungen und Strategien für die Arbeit von morgen, Wiesbaden: Springer Gabler, S. 103–111.