ECONSTOR
Make Your Publications Visible.

A Service of

ZBW Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft
Leibniz Information Centre for Economics

Burkert, Carola; Röhrig, Annette; Jahn, Daniel

Research Report

Digitalisierung der Arbeitswelt: Mögliche Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt in Hessen. Aktualisierung 2022

IAB-Regional. IAB Hessen, No. 2/2024

Provided in Cooperation with:
Institute for Employment Research (IAB)

Suggested Citation: Burkert, Carola; Röhrig, Annette; Jahn, Daniel (2024) : Digitalisierung der Arbeitswelt: Mögliche Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt in Hessen. Aktualisierung 2022, IAB-Regional. IAB Hessen, No. 2/2024, Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB), Nürnberg, https://doi.org/10.48720/IAB.REH.2402

This Version is available at:
https://hdl.handle.net/10419/302907

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.de

WWW.ECONSTOR.EU

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

INSTITUT FÜR ARBEITSMARKT- UND BERUFSFORSCHUNG
Die Forschungseinrichtung der Bundesagentur für Arbeit

IAB-REGIONAL

Berichte und Analysen aus dem Regionalen Forschungsnetz

2|2024 IAB Hessen

Digitalisierung der Arbeitswelt: Mögliche Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt in Hessen – Aktualisierung 2022

Carola Burkert, Annette Röhrig, Daniel Jahn

ISSN 1861-3578

Digitalisierung der Arbeitswelt: Mögliche Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt in Hessen – Aktualisierung 2022

Carola Burkert (IAB Hessen)
Annette Röhrig (IAB Hessen)
Daniel Jahn (IAB Baden-Württemberg)

IAB-Regional berichtet über die Forschungsergebnisse des Regionalen Forschungsnetzes des IAB. Schwerpunktmäßig werden die regionalen Unterschiede in Wirtschaft und Arbeitsmarkt – unter Beachtung lokaler Besonderheiten – untersucht. IAB-Regional erscheint in loser Folge in Zusammenarbeit mit der jeweiligen Regionaldirektion der Bundesagentur für Arbeit und wendet sich an Wissenschaft und Praxis.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung **3**

1 Einleitung **4**

1.1 Generative Künstliche Intelligenz als Treiber des technologischen Wandels 4

1.2 Kurz erklärt: Substituierbarkeitspotenzial 5

1.3 Aufbau des Berichts 6

1.4 Zusätzliche Informationen und Analysen für Berufe und hessische Kreise sowie kreisfreie Städte 6

2 Potenzielle Auswirkungen der Digitalisierung für den hessischen Arbeitsmarkt **7**

2.1 Vor allem Hochqualifizierte bekommen die Digitalisierung verstärkt zu spüren 8

2.2 Hohe Zuwächse in den IT- und naturwissenschaftlichen Dienstleistungsberufen und in den Handelsberufen 9

3 Betroffenheit der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Hessen **11**

3.1 Beschäftigung in Hessen insgesamt: Mehr Beschäftigte von hohem Substituierbarkeitspotenzial betroffen 11

3.2 Regionale Betroffenheit auf Bundeslandebene: Hessen ist unterdurchschnittlich betroffen 12

3.3 Regionale Betroffenheit auf hessischer Kreisebene: erhebliche Unterschiede – geringe Betroffenheit im Rhein-Main-Gebiet 14

4 Beschäftigungsentwicklung in Hessen in Abhängigkeit vom Substituierbarkeitspotenzial **16**

5 Zusammenfassung und Fazit **18**

5.1 Zusammenfassung 18

5.2 Fazit: Die Anpassung von Kompetenzen ist zentral für die Transformation 19

Literatur **21**

Anhang **23**

Definition und Berechnung des Substituierbarkeitspotenzials **24**

Abbildungsverzeichnis **25**

Tabellenverzeichnis **25**

Zusammenfassung

Der Einsatz von neuen digitalen Technologien wird die Arbeitswelt verändern, und auch – oder gerade – Hochqualifizierte werden betroffen sein. Das Substituierbarkeitspotenzial gibt an, in welchem Ausmaß Berufe gegenwärtig potenziell durch den Einsatz von Computern oder computergesteuerten Maschinen ersetzbar sind. Es entspricht dem Anteil an Tätigkeiten in einem Beruf, die schon heute durch den Einsatz moderner Technologien ersetzt werden könnten (für mehr Details siehe Anhang Seite 24). Das Substituierbarkeitspotenzial in den Helfer- und Fachkraftberufen ist nach wie vor am höchsten. Neu ist aber, dass die Zuwachsraten in den Expertenberufen (u. a. durch generative Künstliche Intelligenz) am höchsten sind. Fertigungs- und Fertigungstechnische Berufe haben zwar nach wie vor den höchsten Anteil digitalisierbarer Tätigkeiten, aber die höchsten Zuwachsraten für den Zeitraum 2019 bis 2022 betreffen die IT- und Naturwissenschaftlichen Dienstleistungsberufe.

Die vorliegende Studie zeigt, wie sehr sich die Arbeitswelt in Hessen bereits verändert hat. Allerdings ist zu betonen, dass die Studie das technisch Mögliche der Ersetzbarkeit des Menschen durch die Maschine untersucht. Ob dies am Ende wirklich so eintrifft, steht nicht fest. Was technisch machbar ist, wird am Ende vielleicht nicht umgesetzt werden, weil sich vieles als zu komplex herausstellen könnte. Die Herausforderung liegt nicht im Arbeitsplatzabbau, sondern in den sich stark wandelnden Tätigkeiten der Beschäftigten. Auch wenn einerseits Tätigkeiten durch Digitalisierung wegfallen, entstehen andererseits neue Tätigkeiten und Berufe. Wir betrachten die hohen Substituierbarkeitspotenziale nicht als Indikator für drohende Arbeitslosigkeit, sondern für den Wandel der Arbeitswelt, der am besten mit passgenauen Qualifizierungs- und Weiterbildungsmaßnahmen unterstützt werden kann. Denn die Anpassung der Kompetenzen ist zentral für die Transformation.

Link für regionale Ergebnisse: https://iab.de/datentool-2024-substituierbarkeitspotenzial-in-hessen/ Abruf am 31.7.2024

Keywords

Arbeitsmarkt, Digitalisierung, Generative KI, Hessen, Substituierbarkeitspotenzial

Danksagung

Wir danken Katharina Grienberger und Britta Matthes für die Bereitstellung der regionalen Daten. Darüber hinaus gilt unser Dank Anna-Maria Kindt sowie Doris Wiethölter für hilfreiche Anmerkungen und Kommentare und Andrea Stöckmann für die Endredaktion.

1 Einleitung

1.1 Generative Künstliche Intelligenz als Treiber des technologischen Wandels

Ein Treiber des gesellschaftlichen Wandels ist die Digitalisierung. Die Einführung digitaler Technologien seit Ende der 1990er Jahre, markieren den Beginn der vierten industriellen Revolution (Kagermann/Wahlster/Helbig 2013: 17). Diese neuen digitalen Technologien hatten und haben Auswirkungen auf die Arbeitswelt. Frey/Osborne (2017, zuerst publiziert als Arbeitspapier 2013) analysierten die Auswirkungen der Digitalisierung bzw. Automatisierung auf den US-amerikanischen Arbeitsmarkt: Sie kamen zu dem Ergebnis, dass 47 Prozent der Beschäftigten in Berufen arbeiten, die in den kommenden 20 Jahren mit hoher Wahrscheinlichkeit automatisiert sein könnten. Ähnlich wie in der Studie von Frey/Osborne (2017) wurden auch für den Arbeitsmarkt und die Berufsstruktur in Deutschland Studien zur Automatisierbarkeit ganzer Berufe durchgeführt, mit ähnlichen Ergebnissen (Bonin/Gregory/Zierahn 2015; Bowles 2014; Brzeski/Burk 2015). Die vom IAB (Dengler/Matthes 2015, 2018, 2021 sowie Grienberger/Matthes/Paulus 2024) durchgeführten Analysen zu Substituierbarkeitspotenzialen von Berufen auf der Grundlage von Einschätzungen zur Substituierbarkeit der dazugehörigen Tätigkeiten sind deutlich differenzierter und werden daher im vorliegenden Bericht herangezogen.

Grienberger/Matthes/Paulus (2024) zeigen auf, dass die Grundlagen der Künstlichen Intelligenz (KI) bereits in den 1960er Jahren entwickelt wurden, die Rechenleistung heute mittlerweile ausreichend ist, Daten in ausreichendem Umfang verfügbar und die Algorithmen als selbstlernende Systeme konzipiert sind, sodass KI auch komplexe Arbeitsaufgaben übernehmen kann.

Doch seit 2019 haben sich neue technologische Potenziale durch eine generative KI ergeben, denn durch die gestiegenen Rechnerleistungen kann KI nun auch neue Inhalte erzeugen, also generieren. Grienberger/Matthes/Paulus (2024) führen Beispiele für die Verwendung von generativer KI und deren Auswirkungen auf die Arbeitswelt bzw. bestimmte Berufe (z. B. Substituierbarkeitspotenziale von Programmierer*innen durch Low- und No-Coding oder die Auswirkungen der Automatisierbarkeit des Erstellens und Bearbeitens von Bildern, Videos und Musik) auf. Beispielhaft werden im Folgenden die Auswirkungen von großen Sprachmodellen aufgezeigt, die Texte verfassen, Fragen beantworten und Geschichten erzählen können.

Large Language Modells (LLMs) können große Datenmengen auswerten und somit ein Verständnis für die Strukturen, Muster und Zusammenhänge von Sprache entwickeln. Durch die statistische Vorhersage des jeweils nächsten Wortes eines Textes werden sie befähigt, gut lesbare Texte zu schreiben, Denkaufgaben zu lösen oder auf komplexe Konversationen zu reagieren. Die Ergebnisse der Modelle sind teilweise fehlerhaft (z. B. Wissenslücken, Interpretationsfehler, Logikfehler), doch die Modelle werden ständig verbessert und ihre Möglichkeiten sind noch lange nicht ausgeschöpft. Seemann (2023) zeigt, dass LLMs eine rasche Anwendung in der Arbeitswelt finden, da diese potenziell Prozesse beschleunigen, Kosten senken und Personal einsparen. Aufgaben, die bisher von Menschen ausgeführt werden, könnten automatisiert werden, z. B. das

Verfassen von Texten oder das Beantworten von Kundenanfragen. Der Einsatz von LLMs kann vor allem Medienberufe oder Berufe in der Lehre, Verwaltung oder Management verändern. Beispielsweise arbeiten in Legal-Tech-Unternehmen Mensch und Technik bereits zusammen. Über eine digitale Plattform können Mieter Ansprüche aus der Mietpreisbremse einfordern, doch bezahlt wird nur im Erfolgsfall. Der gesamte Ablauf erfolgt nahezu vollständig automatisiert und ein Algorithmus ermittelt die Ansprüche, mögliche Mietersparnis und Erfolgsaussichten und das Programm übernimmt die Anschreiben, evtl. Mahnungen und Rügen. Fachanwält*innen prüfen und unterschreiben. LLMs werden heute bereits von vielen Anwält*innen als Tool genutzt um Verträge zu entwerfen.[1]

Der digitale Wandel hat Auswirkungen auf unsere Arbeitsweise. Neue Technologien wie KI haben schon in zahlreichen Berufen die Anforderungen an Qualifikationen geändert. Vom theoretischen Standpunkt aus kann der technologische Wandel unsere Arbeitsrealität in unterschiedlicher Weise beeinflussen. Einerseits besteht die Möglichkeit eines Verdrängungseffekts, bei dem computergesteuerte Maschinen Aufgaben übernehmen, die zuvor von Menschen ausgeführt wurden. Dadurch wird die Notwendigkeit von Arbeitskräften entfallen. Andererseits können neue Technologien eine Steigerung der Produktivität bestehender Arbeitskräfte und eine Erhöhung der Nachfrage nach Arbeitskräften in nicht automatisierten Bereichen bewirken. Dies führt zu neuen Arbeitsplätzen und Aufgaben.

Insgesamt herrscht ein hoher Grad an Unsicherheit, wie KI die Arbeitswelt verändern wird. Studien zeigen eine große Bandbreite möglicher Zukunftsszenarien auf und widersprechen sich teilweise. Einerseits wird oft befürchtet, dass der Einsatz von KI zu einem massiven Stellenabbau führen könnte (Arntz/Blesse/Dörrenberg 2022). Andere gehen jedoch davon aus, dass durch den Einsatz von KI die Produktivität steigt und somit auch die Gesamtnachfrage und Beschäftigung (Rammer/Fernández/Czarnitzki 2022). Die Frage nach den Entwicklungsperspektiven KI-basierter Arbeit stellt sich auch deshalb, weil die einschlägige öffentliche Diskussion hierzu bislang stark von Spekulationen und nur wenig Evidenz geprägt ist.

1.2 Kurz erklärt: Substituierbarkeitspotenzial

Schon in den Jahren 2016, 2018 und 2021 veröffentlichte das IAB Hessen Berichte zu den Auswirkungen einer fortschreitenden Digitalisierung auf den Arbeitsmarkt in Hessen (Bennewitz et al. 2016; Weißler 2018; Burkert/Schaade/Röhrig 2021). Grundlage der dort vorgestellten Ergebnisse war das Substituierbarkeitspotenzial nach Dengler und Matthes (2015, 2018, 2021). Dieses beschreibt den Anteil der Tätigkeiten in einem Beruf, der potenziell schon heute durch Computer oder computergesteuerte Maschinen durchgeführt werden könnte. Das Substituierbarkeitspotenzial ist somit ein berufsspezifisches Maß für den möglichen Einsatz von Computern oder Maschinen zum Ersatz oder zur Unterstützung von Beschäftigten. Daher führt die jeweilige Anzahl der Beschäftigten in einem Beruf zu einem unterschiedlich starken Einfluss einer weitergehenden Digitalisierung in verschiedenen Regionen.

Eine ausführliche Beschreibung bzgl. der Daten und des Substituierbarkeitspotenzials ist im Anhang (Seite 24) zu finden.

[1] Siehe beispielsweise: https://www.anwalt-suchservice.de/rechtstipps/legal_tech_was_bedeutet_das_und_was_ist_erlaubt_25867.html, Abruf am 9.7.2024.

1.3 Aufbau des Berichts

Im Kapitel 2 präsentieren wir die neuen Werte des Substituierbarkeitspotenzials 2022 für Hessen anhand der Anforderungsniveaus (2.1), der Berufssegmente (2.2) und stellen teilweise auch die Entwicklung von 2013 bis 2022 dar. Anschließend (3.1) gehen wir auf die Betroffenheit von Auswirkungen des Einsatzes neuer Technologien ein, indem wir die Anteile von sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Berufen in Hessen mit niedrigem, mittlerem und hohem Substituierbarkeitspotenzial analysieren. Der regionale Blickwinkel zeigt sowohl im Vergleich der Bundesländer (3.2) als auch der hessischen Kreise und kreisfreien Städte (3.3) jenen Anteil von Beschäftigten auf, die von einem hohen Substituierbarkeitspotenzial betroffen sind. Kapitel 4 untersucht den Zusammenhang zwischen Substituierbarkeitspotenzialen und Beschäftigungsentwicklung. Das Fazit schließt mit einer kurzen Zusammenfassung und betont die Wichtigkeit von Weiterbildung und Qualifizierung (Kapitel 5.2).

1.4 Zusätzliche Informationen und Analysen für Berufe und hessische Kreise sowie kreisfreie Städte

Detailinformationen über Berufe – das Substituierbarkeitspotenzial einzelner Berufe

Berufe verschwinden in der Regel nicht, Berufe verändern sich. Es verändern sich die Tätigkeitsprofile von Berufen und Berufsbezeichnungen werden oftmals entsprechend angepasst. So verbinden sich im Ausbildungsberuf Mechatroniker*in Aufgaben, die früher von Mechaniker*innen erledigt wurden, mit Tätigkeiten, die Elektroniker*innen vorbehalten waren. Ähnlich ist es bei der Digitalisierung: Meistens verlieren Tätigkeiten, die von Computern oder computergesteuerten Maschinen ausgeübt werden können, an Bedeutung; während andere Tätigkeiten neu hinzukommen oder an Relevanz gewinnen. Dabei sind die zukünftigen Kompetenzanforderungen hochgradig berufsspezifisch und reichen von der Fähigkeit, ein Assistenzsystem richtig zu verstehen oder sich mit den jeweils aktuellsten Hard- und Softwaresystemen auseinanderzusetzen; über den datenschutzgerechten Umgang mit elektronischen Daten; bis hin zum kreativen Designen neuer Produkte, Geschäfts- oder Produktionsprozesse in agiler Kooperation mit Kund*innen und Kolleg*innen. Der Job-Futuromat des IAB (https://job-futuromat.iab.de/) zeigt auf, wie digitale Technologien die Arbeitswelt verändern können.

Berufssegmente fassen Einzelberufe nach inhaltlichen Gesichtspunkten anhand berufsfachlicher Kriterien qualitativ zusammen, also entsprechend ihrer berufsfachlichen Homogenität. Dennoch lohnt sich der Blick auf Einzelberufe, deren Substituierbarkeitspotenzial und deren Entwicklung. Diese Möglichkeit bietet der IAB-Job-Futuromat. Er stellt für alle rd. 4.400 Einzelberufe das Substituierbarkeitspotenzial detailliert nach Tätigkeiten dar. Dort besteht zusätzlich die Möglichkeit, das Substituierbarkeitspotenzial eines konkreten beruflichen Tätigkeitsprofils zu ermitteln. Es können Kerntätigkeiten abgewählt werden, die in einem konkreten Job keine Rolle spielen; man kann weitere Tätigkeiten ergänzen, die manchmal im Beruf zu erledigen sind. Außerdem kann man mithilfe von Schiebereglern einstellen, wie häufig die ausgewählten Tätigkeiten ausgeführt werden. Informationen über die Entwicklung des Stellenbestands, der Arbeitslosigkeit und des Entgelts werden angezeigt. Zusätzlich sind einerseits digitale

Technologien dargestellt, welche diesen Beruf verändern könnten und andererseits gibt es Informationen über hilfreiche Weiterbildungen in diesem Beruf.

Detailinformationen für hessische Kreise und kreisfreie Städte

In Abschnitt 3.1 zeigen wir für hessische Kreise und kreisfreie Städte den Anteil der Beschäftigten, die Tätigkeiten ausüben, die einem hohen Substituierbarkeitspotenzial unterliegen. Die Situation ist sehr unterschiedlich für die Regionen. Um diesen Sachverhalt der regionalen Disparitäten für verschiedene Aspekte der Substituierbarkeitspotenziale darzustellen, haben wir auf der Internetseite des Instituts für Arbeitsmarkt – und Berufsforschung (IAB) eine interaktive Excelanwendung (Datentool 2024 zum Substituierbarkeitspotenzial 2013 bis 2022 für Berufe in Hessen und in den hessischen Kreisen) mit regionalspezifischen Analysen des Substituierbarkeitspotenzials für Hessen, die hessischen Kreise und kreisfreien Städte hinterlegt (https://iab.de/datentool-2024-substituierbarkeitspotenzial-in-hessen/ Abruf am 31.7.2024). Unter anderem sind folgende Tabellen enthalten:

- **Tabelle 1: Entwicklung des hohen Substituierbarkeitspotenzials (>70 %)**
  Hessen, Hessische Kreise, 2013, 2016, 2019 und 2022, Anteile in Prozent, Veränderungen in Prozentpunkten
- **Tabelle 2: Entwicklung des hohen Substituierbarkeitspotenzials (>70 %) nach dem Anforderungsniveau**
  Hessen, Hessische Kreise, 2013, 2016, 2019 und 2022, Anteile in Prozent, Veränderungen in Prozentpunkten
- **Tabelle 3: Durchschnittliches Substituierbarkeitspotenzial der Berufe nach Berufssegmenten 2022**
  Deutschland, Hessen und hessische Kreise, Anteile in Prozent
- **Tabelle 4: Beschäftigungsanteile nach Berufssegmenten 2022**
  Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte am Arbeitsort, Deutschland, Hessen und hessische Kreise, Anteile in Prozent

2 Potenzielle Auswirkungen der Digitalisierung für den hessischen Arbeitsmarkt

Im Folgenden betrachten wir die Substituierbarkeitspotenziale zunächst nach Anforderungsniveaus und anschließend nach Berufssegmenten. Im Vordergrund steht jeweils die Aktualisierung 2022. Um diese einzuordnen, wird häufig die Entwicklung in der Vergangenheit aufgezeigt. Wie bereits in 1.4 stehen sämtliche nachfolgende Ausführungen (Kapitel 2 bis 4) für alle hessischen Kreise zur Verfügung.

2.1 Vor allem Hochqualifizierte bekommen die Digitalisierung verstärkt zu spüren

Die Betrachtung der nach Anforderungsniveau differenzierten Substituierbarkeitspotenziale geht der Frage nach, ob auch zunehmend komplexere Tätigkeiten potenziell automatisiert werden könnten. Das Anforderungsniveau ist eine Kennzahl für die Komplexität der ausgeübten Tätigkeit. Sie ist immer für einen bestimmten Beruf typisch und häufig eng mit der formalen, für den Beruf notwendigen Qualifikation verknüpft. Tätigkeiten auf Helferniveau weisen eine geringe Komplexität auf und setzen in der Regel keinen formalen beruflichen Bildungsabschluss oder lediglich eine einjährige (geregelte) Berufsausbildung voraus. Das Anforderungsniveau einer Fachkraft ist komplexer als das von Helfer*innen und stärker fachlich ausgerichtet und setzt den Abschluss einer zwei- oder dreijährigen Berufsausbildung voraus. Tätigkeiten auf dem Niveau Spezialist*in sind im Vergleich wiederum komplexer und setzen ein hohes Kenntnis- und Fähigkeitsniveau voraus. Hierfür ist in der Regel ein Meister-/Techniker- oder Bachelorabschluss erforderlich. Tätigkeiten auf dem Niveau Expert*in weisen einen sehr hohen Komplexitätsgrad auf und setzen in der Regel eine mindestens vierjährige (Fach-) Hochschulausbildung (Master, Diplom, Staatsexamen) oder eine entsprechende Berufserfahrung voraus (Bundesagentur für Arbeit 2020). Im Allgemeinen gilt die Annahme: Je einfacher bzw. routinierter eine Tätigkeit ausgeübt werden kann, umso leichter ist diese durch Maschinen ersetzbar. Daher wäre davon auszugehen, dass das Substituierbarkeitspotenzial auf der Ebene des Helferniveaus am höchsten ist und mit steigendem Anforderungsniveau abnimmt.

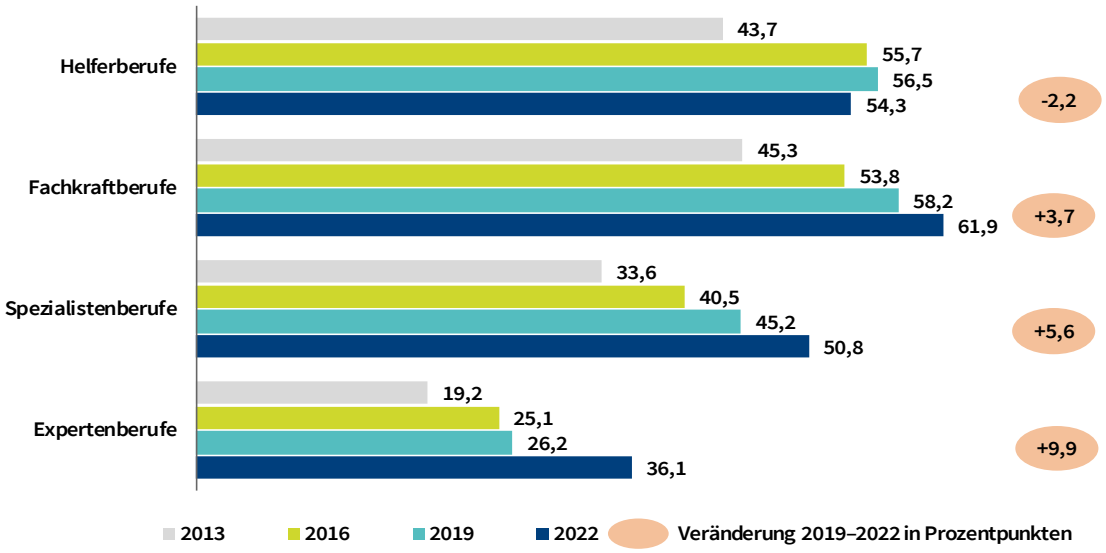
Abbildung 1 zeigt die durchschnittlichen Substituierbarkeitspotenziale nach Anforderungsniveau für die Jahre 2013, 2016, 2019 und 2022. Wie bereits in den vergangenen Jahren, ist auch 2022 der Anteil der substituierbaren Tätigkeiten in Helfer- und Fachkraftberufen am höchsten. In den Helferberufen beträgt er 2022 etwas mehr als 54 Prozent – das heißt im Jahr 2022 könnten im Durchschnitt 54 Prozent der in Helferberufen zu erledigenden Tätigkeiten durch Computer oder computergesteuerte Maschinen erledigt werden.

Das Substituierbarkeitspotenzial stieg im Zeitraum 2019 bis 2022 stärker, je höher das Anforderungsniveau war. Besonders groß war der Anstieg in den Expertenberufen – ein Plus von knapp zehn Prozentpunkten. Dabei sind in den Expertenberufen die Anteile substituierbarer Tätigkeiten mit rund 36 Prozent noch immer am niedrigsten. In den Spezialistenberufen sind inzwischen durchschnittlich etwa 51 Prozent der zu erledigenden Aufgaben substituierbar, hier stieg das Substituierbarkeitspotenzial um 5,6 Prozentpunkte. Bei den Fachkraftberufen beträgt der Anstieg 3,7 Prozentpunkte. Mit knapp 62 Prozent ist das Substituierbarkeitspotenzial in den Fachkraftberufen mittlerweile am höchsten im Vergleich aller Anforderungsniveaus, während es in den Helferberufen in etwa gleich hoch geblieben ist.[2] Es gilt also weiterhin - mit einer Ausnahme -, dass das Substituierbarkeitspotenzial mit steigendem Anforderungsniveau abnimmt. Diese Situation ist beinahe identisch mit den Ergebnissen für den Bund (Grienberger/Matthes/Paulus 2024).

[2] Durch die Überarbeitung der Klassifikation der Berufe 2010 haben sich insbesondere Verschiebungen von Fachkraft- in Helfer- und Spezialistenberufe ergeben (siehe auch Härpfer/Neuhauser 2021), sodass man – wenn man diesen Umstellungseffekt berücksichtigt – nicht von einem zwischen 2019 und 2022 sinkenden, sondern einem in etwa gleichbleibenden durchschnittlichen Substituierbarkeitspotenzial bei den Helferberufen sprechen muss.

Abbildung 1: Durchschnittliches Substituierbarkeitspotenzial nach Anforderungsniveau in Hessen, 2013, 2016, 2019 und 2022

Anteil der Tätigkeiten, die heute schon potenziell von Computern erledigt werden könnten, in Prozent



Quelle: BERUFENET (2013, 2016, 2019, 2022); Statistik der Bundesagentur für Arbeit (Stand 31.12.2013, 2016, 2019, 2022); eigene Berechnungen. © IAB

2.2 Hohe Zuwächse in den IT- und naturwissenschaftlichen Dienstleistungsberufen und in den Handelsberufen

Das durchschnittliche Substituierbarkeitspotenzial nach Berufssegmenten in Hessen für die Jahre 2013, 2016, 2019 und 2022 findet sich in Abbildung 2. In den Berufssegmenten sind Berufe zusammengefasst, die eine Ähnlichkeit von Tätigkeiten, Kenntnissen und Fertigkeiten aufweisen. Wie bereits in früheren Jahren haben Fertigungsberufe und fertigungstechnische Berufe auch 2022 den höchsten Anteil an Tätigkeiten, die potenziell automatisiert werden könnten (87,3 % bzw. 74,5 %). Diese Anteile sind seit 2019 etwas gestiegen. Das geringste Substituierbarkeitspotenzial findet sich 2022 – wie in der Vergangenheit – bei sozialen und kulturellen Dienstleistungsberufen (13,0 %). Nur in diesem Berufssegment erfolgte ein marginaler Anstieg unter einem Prozentpunkt (+0,3 Prozentpunkte) gegenüber 2019. Bei den Gesundheitsberufen liegt das Substituierbarkeitspotenzial mit 26,8 Prozent ebenfalls recht niedrig. Auch im Bau- und Ausbaugewerbe lassen sich Tätigkeiten wie die der Dachdecker*in oder Heizungsinstallateur*in schwer durch Maschinen ersetzen.

Auffallend sind zwei Berufssegmente, deren Substituierbarkeitspotenziale im Zeitraum 2019 auf 2022 sehr stark anstiegen: IT- und naturwissenschaftliche Dienstleistungsberufe (+9,2 Prozentpunkte) und Handelsberufe (+6,1 Prozentpunkte). Grienberger/Matthes/Paulus (2024) führen aus, dass generative KI gelernt hat, selbständig zu programmieren und dass es inzwischen möglich ist mit geringen oder sogar ohne Programmierkenntnisse (Low- und No-Coding) zu programmieren. Dies erklärt u. a. den hohen Anstieg. Allerdings ist aus Sicht der Autorinnen auch festzuhalten, dass „bislang in keinem Beruf durch den Einsatz von KI-Programmier-Generatoren alle für die jeweiligen Berufe typischen Tätigkeiten automatisch

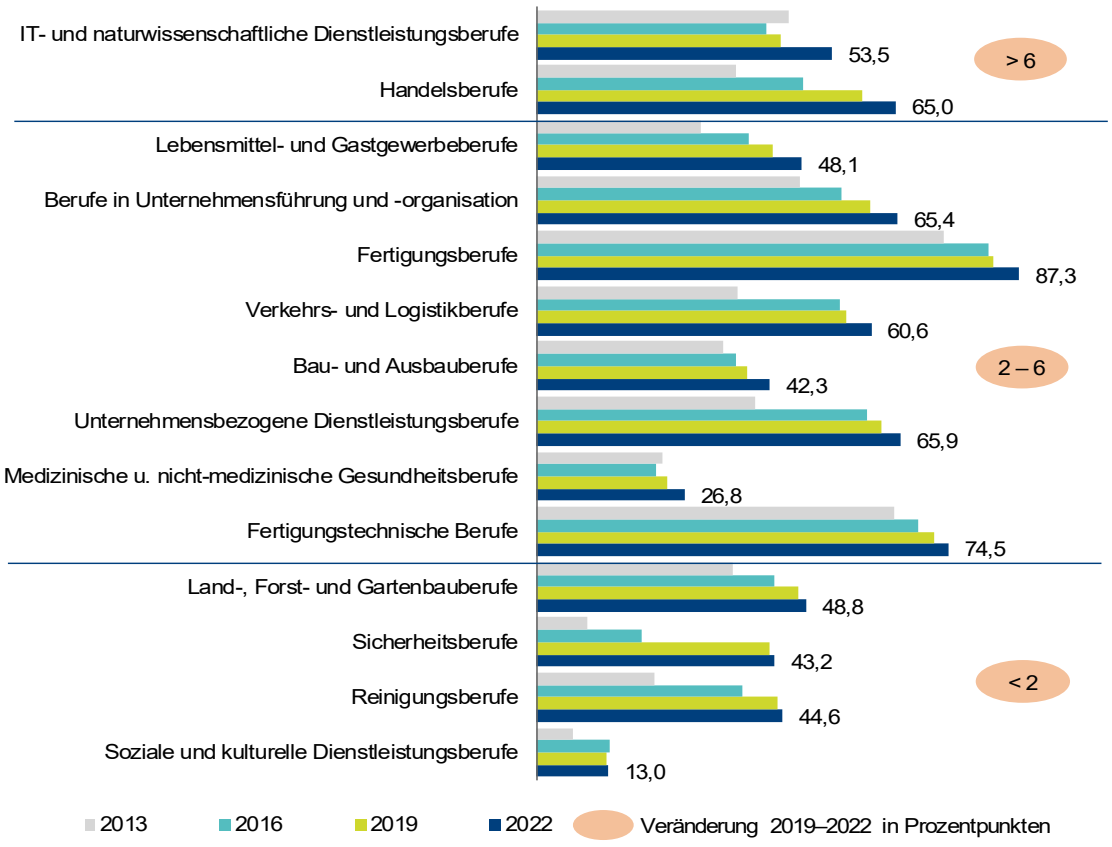
erledigt werden könnten. Programmieren ist in diesen Berufen nur eine von vielen Anforderungen. Außerdem kann generative KI zwar bei der Erstellung neuer Codeabschnitte, bei der Fehlersuche oder bei der Vervollständigung von Programmcodes unterstützen“ (Grienberger/Matthes/Paulus 2024: 3).

Die übrigen Berufssegmente verzeichnen moderate Anstiege der Anteile an Tätigkeiten, die potenziell automatisiert werden könnten, z. B. Lebensmittel- und Gastgewerbeberufe (+4,4 Prozentpunkte), Reinigungsberufe (+6,1 Prozentpunkte) (z. B. werden Staubsaugerroboter leistungsfähiger) oder Unternehmensbezogene Dienstleistungsberufe (+2,7 Prozentpunkte). Sachbearbeiter-Tätigkeiten in Unternehmen sind nicht davor gefeit, automatisiert zu werden, denn hier könnte die Blockchain-Technologie für Veränderungen sorgen. Beispielsweise führt die Tatsache, dass eine wachsende Zahl an Geldgeschäften automatisiert wird und ein Ende dieser Entwicklung noch nicht abzusehen ist, auch zu höheren Substituierbarkeitspotenzialen v. a. auf Fachkraftebene bei Finanz- und Versicherungsdienstleistungen (siehe auch Burkert 2019).

Insgesamt ähnelt die Situation in Hessen (Veränderung, Werte in 2022) der bundesdeutschen Lage (siehe Grienberger/Matthes/Paulus 2024).

Abbildung 2: Durchschnittliches Substituierbarkeitspotenzial nach Berufssegmenten in Hessen, 2013, 2016, 2019 und 2022

Anteil der Tätigkeiten, die heute schon potenziell von Computern erledigt werden könnten, in Prozent



Anm.: Sortierung nach Ausmaß der Veränderung zwischen 2019 und 2022.

Quelle: BERUFENET (2013, 2016, 2019, 2022); Statistik der Bundesagentur für Arbeit (Stand 31.12.2013, 2016, 2019, 2022); eigene Berechnungen. © IAB

3 Betroffenheit der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Hessen

3.1 Beschäftigung in Hessen insgesamt: Mehr Beschäftigte von hohem Substituierbarkeitspotenzial betroffen

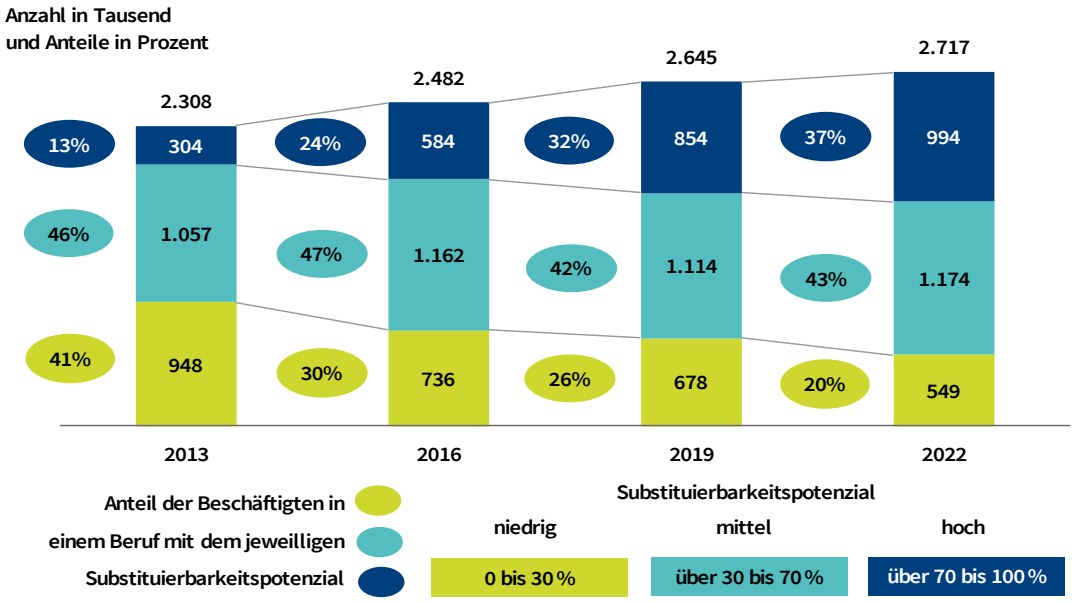
Nach der Darstellung der Substituierbarkeitspotenziale aus unterschiedlichen Blickwinkeln, beantworten wir nun die Frage, in welchem Umfang die sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Hessen sowie den hessischen Kreisen und kreisfreien Städten von den aufgezeigten Substituierbarkeitspotenzialen der Berufe betroffen sind.

Abbildung 3 zeigt für die Jahre 2013, 2016, 2019 und 2022, wie viele sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in Berufen mit niedrigem, mittlerem oder hohem Substituierbarkeitspotenzial arbeiten. Dabei gilt das Substituierbarkeitspotenzial als niedrig, wenn der Anteil an Tätigkeiten, die durch Computer oder computergesteuerte Maschinen erledigt werden könnten, bei maximal 30 Prozent liegt. Ein mittleres Substituierbarkeitspotenzial bedeutet, dass der Anteil der substituierbaren Tätigkeiten über 30 bis maximal 70 Prozent beträgt. Unter einem hohen Substituierbarkeitspotenzial ist zu verstehen, dass mehr als 70 Prozent der anfallenden Tätigkeiten von Computern oder computergesteuerten Maschinen erledigt werden könnten.

Der Anteil der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten, die in Berufen mit einem niedrigen Substituierbarkeitspotenzial beschäftigt waren, sank von 41 Prozent (948 Tsd.) in 2013 auf 20 Prozent (549 Tsd.) in 2022. Zugleich stieg der Anteil der Beschäftigten in Berufen mit einem hohen Substituierbarkeitspotenzial von 13 Prozent (304 Tsd.) auf 37 Prozent (994 Tsd.).

Abbildung 3: Betroffenheit der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten vom Substituierbarkeitspotenzial der Berufe

Hessen, 2013, 2016, 2019 und 2022



Lesebeispiel: Im Jahr 2013 waren 13 Prozent (304 Tsd.) der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial beschäftigt. Bis 2022 stieg dieser Anteil auf 37 Prozent (994 Tsd.).

Anm.: Die Daten wurden auf eine Nachkommastelle gerundet. Rundungsbedingt kann die Gesamtsumme der Anteile von 100 Prozent abweichen.

Quelle: BERUFENET (2013, 2016, 2019, 2022); Statistik der Bundesagentur für Arbeit (Stand 31.12.2013, 2016, 2019, 2022); eigene Berechnungen. © IAB

Vergleicht man diesen Anstieg (in Berufen mit einem hohen Substituierbarkeitspotenzial) mit den Jahren zuvor, ist festzustellen, dass es sich mit fünf Prozentpunkten von 2019 auf 2022 um einen eher moderaten Anstieg handelt; zwischen 2013 und 2016 war dieser Anteil noch um elf Prozentpunkte, zwischen 2016 und 2019 um acht Prozentpunkte gestiegen. Die Verschiebungen über die Zeit sind vor allem auf die potenziellen Einsatzmöglichkeiten der neuen Technologien zurückzuführen und weniger darauf, dass sich die Zahl der Beschäftigten in den Berufen verändert hat.

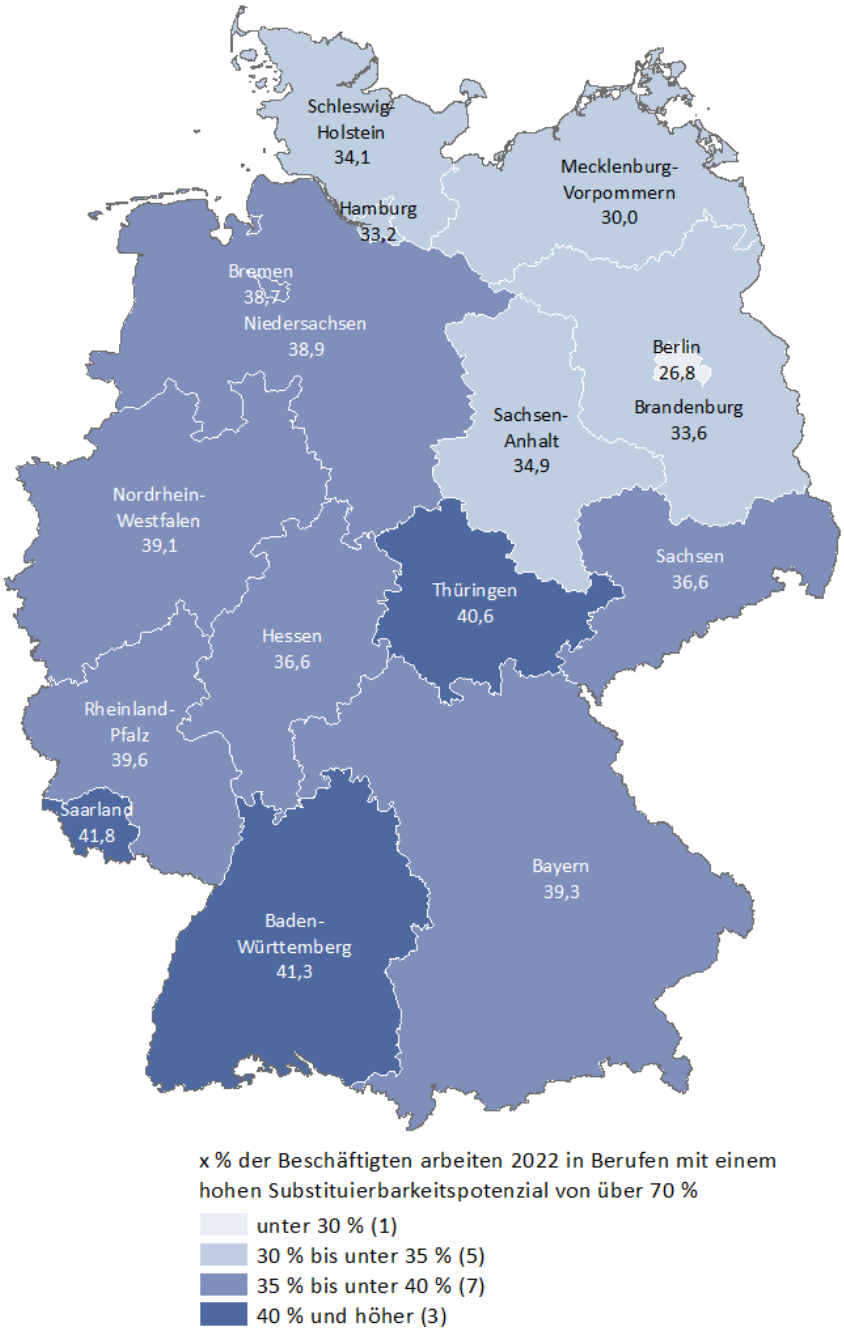
3.2 Regionale Betroffenheit auf Bundeslandebene: Hessen ist unterdurchschnittlich betroffen

Abbildung 4 zeigt für die einzelnen Bundesländer, wie hoch der Anteil der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigungsverhältnisse ist, die mit über 70 Prozent ein hohes Substituierbarkeitspotenzial aufweisen. Im Bund beträgt dieser Anteil 38 Prozent, doch dieser Anteil variiert erheblich zwischen 26,8 Prozent (Berlin) und 41,8 Prozent (Saarland). Neben den beiden Stadtstaaten Berlin und Hamburg weisen die Flächenländer Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein einen unterdurchschnittlichen Anteil an Beschäftigungsverhältnissen auf, die einem hohen Substituierungspotenzial unterliegen. Noch leicht unterdurchschnittlich ist der Anteil von Beschäftigungsverhältnissen in Sachsen-Anhalt, Hessen und Sachsen. Eine leicht über dem Durchschnitt liegende Betroffenheit zeigen Bremen,

Niedersachen, Nordrhein-Westfalen, Bayern und Rheinland-Pfalz. Überdurchschnittlich betroffen sind Baden-Württemberg, Thüringen und das Saarland. Im Vergleich zu 2019 sind die Anteile für alle Bundesländer gestiegen. Dabei gab es kaum Veränderungen in der Reihenfolge.

Abbildung 4: Betroffenheit der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Berufen mit einem hohen Substituierbarkeitspotenzial (über 70 Prozent)

Bundesländer, 2022, in Prozent



Lesebeispiel: 2022 waren in Hessen 36,6 Prozent aller Beschäftigten in Berufen tätig, in denen potenziell schon heute mehr als 70 Prozent aller Tätigkeiten von Computern oder computergesteuerten Maschinen durchgeführt werden könnten.

Quelle: BERUFENET (2022); Statistik der Bundesagentur für Arbeit (Stand 31.12.2022); GeoBasis-DE/BKG 2018; eigene Berechnungen. © IAB

3.3 Regionale Betroffenheit auf hessischer Kreisebene: erhebliche Unterschiede – geringe Betroffenheit im Rhein-Main-Gebiet

Die Betrachtung auf Kreisebene für Hessen zeigt erhebliche Unterschiede. In Abbildung 5 sind die Anteile der Beschäftigungsverhältnisse mit einem Substituierbarkeitspotenzial von über 70 Prozent für die Kreise und kreisfreien Städte in Hessen abgetragen.

In fünf Städten und fünf Kreisen liegen diese Anteile unter dem Landesdurchschnitt von 36,6 Prozent. Im Gesamtbild zeigt sich dabei mit Ausnahme der Stadt Kassel (35,4 %) eine klare Konzentration auf das Rhein-Main-Gebiet. Die Städte Wiesbaden (32,8 %) und Frankfurt/Main (32,1 %) weisen neben dem Hochtaunuskreis (30,0 %) und dem Kreis Rheingau-Taunus (32,1 %) eine vergleichsweise geringe Betroffenheit auf.

Auch in den Städten Offenbach und Darmstadt sowie in den Kreisen Werra-Meißner, Wetterau und Gießen liegt die Betroffenheit jeweils unter dem Landes- und dem Bundesdurchschnitt. Der Main-Taunus-Kreis liegt im Landesdurchschnitt und die Kreise Limburg-Weilburg und Darmstadt-Dieburg leicht darüber.

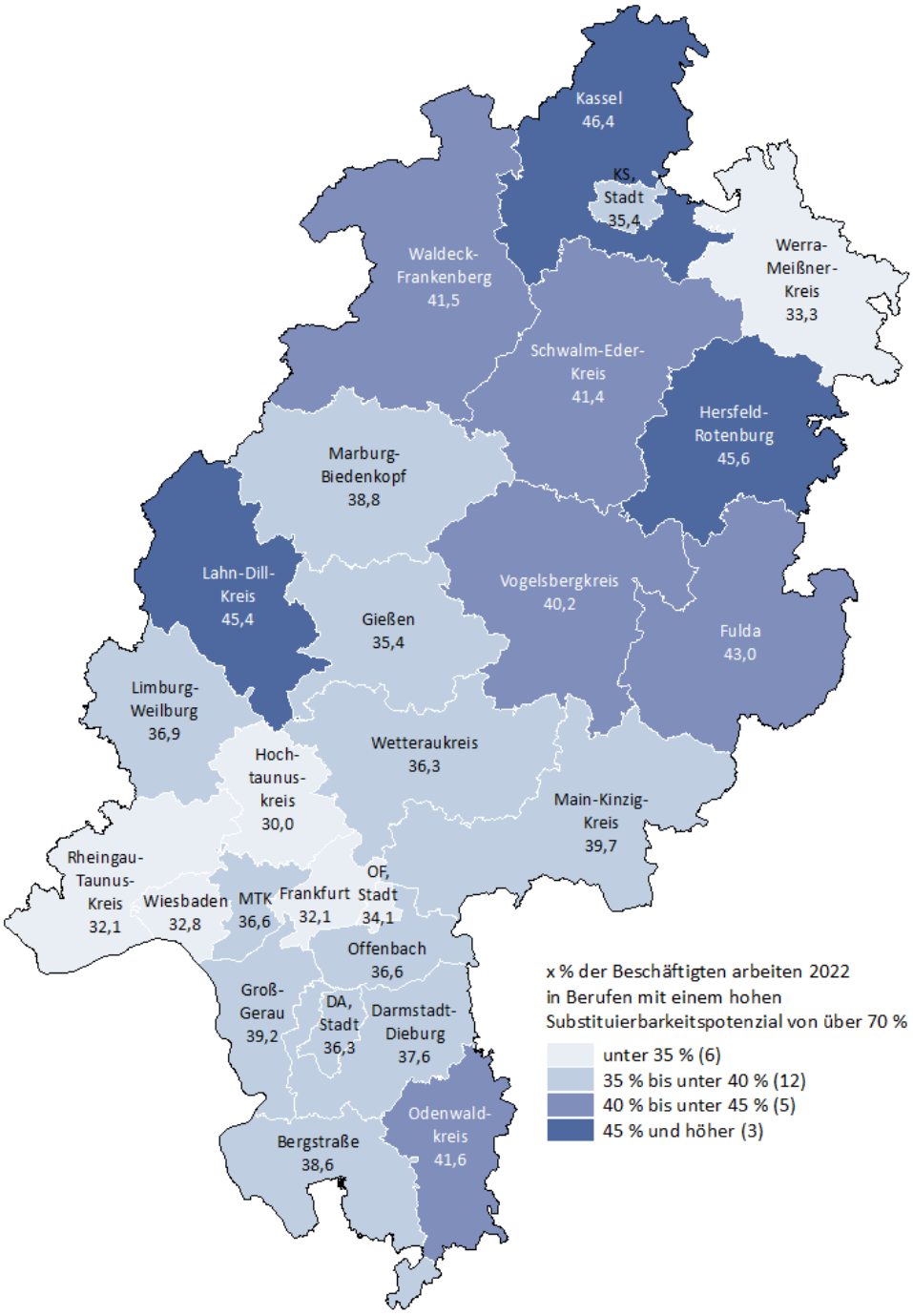
Im nördlichen Hessen sind dagegen eher überdurchschnittlich viele von einem hohen Substituierbarkeitspotenzial betroffene Beschäftigte tätig.

In Hessen variiert bedingt durch die regional unterschiedliche Wirtschaftsstruktur die Spanne der Beschäftigungsverhältnisse, die ein hohes Substituierbarkeitspotenzial aufweisen, zwischen 30,0 Prozent im Hochtaunuskreis und 46,4 Prozent im Landkreis Kassel.

Somit liegt fast in der Hälfte der hessischen Landkreise und kreisfreien Städte der Anteil der Beschäftigungsverhältnisse, die ein hohes Substituierbarkeitspotenzial von über 70 Prozent aufweisen, über dem Bundesdurchschnitt. Das dürfte durch die zum Teil erkennbar überdurchschnittliche Bedeutung der Fertigungs- und/oder fertigungstechnischen Berufe zu erklären sein.

Abbildung 5: Betroffenheit der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Berufen mit einem hohen Substituierbarkeitspotenzial (über 70 Prozent)

Hessische Kreise und kreisfreie Städte, 2022, in Prozent



Anm.: Bedeutung der Abkürzungen: DA = Darmstadt; KS = Kassel; MTK = Main-Taunus-Kreis; OF = Offenbach.

Lesebeispiel: 2022 waren in Frankfurt 32,1 Prozent aller Beschäftigten in Berufen tätig, in denen potenziell schon heute mehr als 70 Prozent aller Tätigkeiten von Computern oder computergesteuerten Maschinen durchgeführt werden könnten.

Quelle: BERUFENET (2022); Statistik der Bundesagentur für Arbeit (Stand 31.12.2022); GeoBasis-DE/BKG 2018; eigene Berechnungen. © IAB

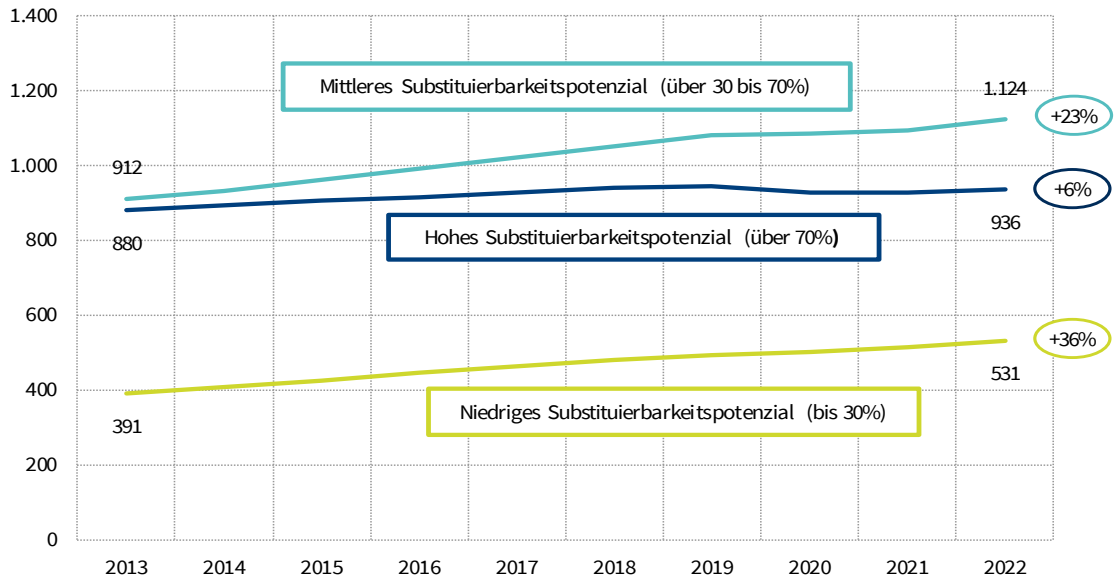
4 Beschäftigungsentwicklung in Hessen in Abhängigkeit vom Substituierbarkeitspotenzial

Im Mittelpunkt der empirischen Analysen standen bisher die technologischen Potenziale der Digitalisierung. Doch die Substituierbarkeitspotenziale werden nicht immer und nicht sofort ausgeschöpft bzw. realisiert. Z. B. kann menschliche Arbeit wirtschaftlicher, flexibler oder sogar von besserer Qualität sein, sodass daher nicht automatisiert wird. Oder der Automatisierung stehen ethische oder rechtliche Hürden, wie z. B. fahrerlose Transportsysteme entgegen.

In den nachfolgenden Analysen liegt der Fokus auf folgender Frage: Wie entwickelte sich in Hessen die Beschäftigung zwischen 2013 und 2022 in Berufen mit einem hohen, mittleren und niedrigen Substituierbarkeitspotenzial gemessen in 2022. Wir untersuchen somit, ob und welche Zusammenhänge zwischen der Beschäftigungsentwicklung und der Betroffenheit der Beschäftigten von Substituierbarkeitspotenzialen vorliegen. Dies ist insofern relevant, da das vorliegende Konzept der Substituierbarkeitspotenziale nach Dengler/Matthes (2015, 2018, 2021) und Grienberger/Matthes/Paulus (2024) die technologischen Möglichkeiten zum jeweils aktuellen Zeitraum berücksichtigt und sich nicht auf Prognosen oder potenzielle zukünftige Lösungen, die großer Unsicherheit unterliegen, bezieht. Um hier Zusammenhänge abbilden zu können, betrachten wir den Zusammenhang zwischen der Beschäftigungsentwicklung und der Entwicklung des Substituierbarkeitspotenzials. Dabei teilen wir die gesamte Beschäftigungsentwicklung in die in Kapitel 3.1 dargestellten drei Kategorien von Berufen mit einem niedrigen (bis 30 %), einem mittleren (über 30 bis 70 %) und einem hohen Substituierbarkeitspotenzial (über 70 %) ein. Die Ergebnisse hierfür sind nachfolgend in Abbildung 6 für Hessen dargestellt.

Abbildung 6: Beschäftigungsentwicklung nach der Höhe des Substituierbarkeitspotenzials

Sozialversicherungspflichtig Beschäftige (ohne Auszubildende), gleitende Jahresdurchschnitte, Anzahl in Tausend und Veränderung in Prozent, Arbeitsort, Hessen



Hinweis: Der technische Stand der Digitalisierung bezieht sich auf 2022.

Quelle: Beschäftigtenstatistik der Bundesagentur für Arbeit; eigene Berechnungen. © IAB

Die Zahl der Beschäftigten[3] in Berufen mit einem hohen Substituierbarkeitspotenzial (bezogen auf das Jahr 2022) ist in Hessen seit 2013 um sechs Prozent gewachsen. Im Jahr 2020 ist ihre Zahl jedoch gegenüber dem Vorjahr coronabedingt leicht zurückgegangen. Diese Gruppe der Beschäftigten liegt mit 936 Tsd. Betroffenen zahlenmäßig im Mittelfeld. Für Beschäftigte im mittleren Substituierbarkeitssegment, die die größte Gruppe darstellen, ist mit 23 Prozent ein deutliches Wachstum zwischen 2013 und 2020 zu verzeichnen. Dieses Wachstum flacht jedoch ab 2020 etwas ab. Die Gruppe der Beschäftigten in Berufen mit einem niedrigen Substituierbarkeitspotenzial erzielt mit 36 Prozent den stärksten Beschäftigungsaufbau. Im Coronajahr 2020 ist kaum ein Rückgang des Wachstums zu erkennen.

Es zeigt sich, dass Beschäftigte in Berufen mit einem hohen Substituierbarkeitspotenzial das geringste Beschäftigungswachstum aufweisen, im Vergleich zu den Berufen mit mittlerem und niedrigem Substituierbarkeitspotenzial. Das könnte damit zusammenhängen, dass Digitalisierung nur ein Treiber und damit ein relevanter Einflussfaktor des Strukturwandels und dessen Auswirkungen am Arbeitsmarkt ist. Weitere Treiber sind beispielweise die ökologische Transformation (Defossilisierung, Dekarbonisierung), der demografische Wandel (Alterung und Schrumpfung des inländischen Erwerbspersonenpotenzials, Migration) oder die Globalisierung (Off- und Reshoring, internationale Arbeitsteilung), die den Strukturwandel bewirken und somit den Arbeitsmarkt verändern.

[3] Nicht aufgeführt in der Abbildung sind Beschäftigte in Berufen, für die kein Substituierbarkeitspotenzial ermittelt werden konnte (2013: rd. 5.600 und 2022: rd. 8.100) und Beschäftigte, die keinem Beruf zuordenbar sind (2013: rd. 29.800 und 2022: rd. 11.800). Anteilmäßig an der Gesamtzahl der SVB (ohne Azubis) betragen diese Differenzen im Jahr 2013: 1,6 Prozent und im Jahr 2022: 0,8 Prozent.

Es gibt eine breite Diskussion um den Zusammenhang zwischen Beschäftigungsentwicklung und Auswirkungen von digitalen Technologien auf den Arbeitsmarkt. Einerseits wird befürchtet, dass der Einsatz von KI zu einem massiven Stellenabbau führen könnte (Arntz/Blesse/Dörrenberg 2022). Andere gehen jedoch davon aus, dass durch den Einsatz von KI die Produktivität steigt und somit auch die Gesamtnachfrage und Beschäftigung (Rammer/Fernández/Czarnitzki 2022). Die Darstellung dieser Diskussion soll hier nicht ausgeführt werden, da die Zielsetzung dieser Publikation in der Darstellung der Substituierbarkeitspotenziale liegt – also in der Darstellung einer empirischen und transparenten Methode.

5 Zusammenfassung und Fazit

5.1 Zusammenfassung

Der Einsatz von neuen digitalen Technologien wird die Arbeitswelt verändern, und auch – oder gerade – Hochqualifizierte werden betroffen sein. Das Substituierbarkeitspotenzial in den Helfer- und Fachkraftberufen ist nach wie vor am höchsten. Neu ist aber, dass die Zuwachsraten in den Expertenberufen (u. a. durch generative Künstliche Intelligenz) am höchsten sind. Das Substituierbarkeitspotenzial stieg im Zeitraum 2019 bis 2022 stärker, je höher das Anforderungsniveau war. Besonders groß war der Anstieg in den Expertenberufen – ein Plus von knapp zehn Prozentpunkten. Dabei sind in den Expertenberufen die Anteile substituierbarer Tätigkeiten mit rund 36 Prozent noch immer am niedrigsten und insgesamt ähnelt die Situation in Hessen der Situation im Bund.

Fertigungs- und Fertigungstechnische Berufe haben zwar nach wie vor den höchsten Anteil digitalisierbarer Tätigkeiten und das geringste Substituierbarkeitspotenzial findet sich 2022 – wie in der Vergangenheit – bei sozialen und kulturellen Dienstleistungsberufen. Die höchsten Zuwachsraten für den Zeitraum 2019 bis 2022 betreffen die IT- und Naturwissenschaftlichen Dienstleistungsberufe.

Der Anteil der der Beschäftigten in Berufen mit einem hohen Substituierbarkeitspotenzial (>70 %) stieg von 13 Prozent (2013: 304 Tsd.) auf 37 Prozent (2022: 994 Tsd.). Damit liegt Hessen noch knapp unter dem Bundesdurchschnitt, doch es zeigen sich innerhalb von Hessen deutliche Unterschiede bei der hohen Betroffenheit. In Hessen variiert bedingt durch die regional unterschiedliche Wirtschaftsstruktur die Spanne der Beschäftigungsverhältnisse, die ein hohes Substituierbarkeitspotenzial aufweisen, zwischen 30,0 Prozent im Hochtaunuskreis und 46,4 Prozent im Landkreis Kassel. Insgesamt wuchs die Beschäftigung in Berufen mit einem hohen Substituierbarkeitspotenziale unterproportional im Vergleich mit dem Wachstum der Beschäftigung in Berufen mit mittleren und niedriges Substituierbarkeitspotenzial.

Die vorliegende Studie zeigt, wie sehr sich die Arbeitswelt bereits verändert hat. Allerdings ist zu betonen, dass die Studie das technisch Mögliche der Ersetzbarkeit des Menschen durch die Maschine untersucht. Ob dies am Ende wirklich so eintrifft, steht nicht fest, denn ob jedes Automatisierungspotential auch tatsächlich ausgeschöpft wird, hängt von vielen Entscheidungsparametern ab. Was technisch machbar ist, wird am Ende nicht umgesetzt werden, weil sich vieles als zu komplex herausstellen könnte oder wirtschaftlich nicht sinnvoll ist.

Wenn Arbeitsschritte durch Software oder Roboter erledigt werden können, heißt das eben noch nicht, dass Unternehmen auf jeden Fall in die entsprechende Automatisierung investieren. Es ist durchaus möglich, dass die Investitionskosten in neue Technik, die menschliche Arbeitskraft ersetzen soll, höher wären als die einzusparenden Lohnkosten für die betroffenen Beschäftigten. Die Digitalisierung kann aber auch dazu führen, dass mehr zu geringeren Kosten produziert werden kann und folglich Mitarbeiter*innen an anderer Stelle benötigt werden. Außerdem kann es durch sinkende Kosten zu einer steigenden Nachfrage kommen und Stellen werden nicht abgebaut, sondern es entstehen zusätzlich neue Arbeitsplätze (Blien et al. 2018). Neben diesen ökonomischen Aspekten sind außerdem ethische Hürden, beispielsweise bei der Pflege durch Roboter, sowie rechtliche Einschränkungen, wie die vollautomatische Lenkung von Verkehrsmitteln und die Konsequenzen im Falle eines Unfalls, zu beachten. Die Herausforderung liegt nicht im Arbeitsplatzabbau, sondern in den sich stark wandelnden Tätigkeiten der Beschäftigten. Auch wenn einerseits Tätigkeiten durch Digitalisierung wegfallen, entstehen andererseits neue Tätigkeiten und Berufe. Wir betrachten die hohen Substituierbarkeitspotenziale nicht als Indikator für drohende Arbeitslosigkeit, sondern für den Wandel der Arbeitswelt, der am besten mit passgenauen Qualifizierungs- und Weiterbildungsmaßnahmen unterstützt werden kann.

5.2 Fazit: Die Anpassung von Kompetenzen ist zentral für die Transformation

Da der Anstieg der Substituierbarkeitspotenziale in den letzten Jahren verstärkt die Fachkraft- und Spezialistenberufe betroffen hat, sind Qualifizierung und Weiterbildung nicht nur auf Helferniveau, sondern auch bei den qualifizierten Arbeitskräften erforderlich. In vielen Branchen sollen und müssen sich die Arbeitgeber*innen und die Belegschaft darauf einstellen, dass Weiterbildung und Qualifizierung unerlässlich sind, um die Tätigkeiten von morgen bewerkstelligen zu können. Für Unternehmen und Beschäftigte wird vor allem die permanente Weiterqualifizierung bzw. lebenslanges Lernen noch mehr an Bedeutung gewinnen.

Nachfolgende Tabelle 1 zeigt diese Thematik auf.

Tabelle 1: Notwendige Anpassung der Kompetenzen als zentrale Gelingensbedingung für die Transformation

	Herausforderung der Transformation	Mögliche Lösungsansätze durch Anpassung der Kompetenzen
1	Weiterentwicklung und Anpassung von Kompetenzen und Qualifikationen stellen eine wesentliche Gelingensbedingung der Transformation des Arbeitsmarktes dar	• Betriebe: Investieren in die Weiterentwicklung ihrer Belegschaften • Beschäftigte: willens und in der Lage sein, an Weiterbildung teilzunehmen • Sicherstellen, dass die vermittelten Kompetenzen und Qualifikationen den aktuellen und vor allem zukünftigen Bedarfen am Arbeitsmarkt entsprechen
2	Herausforderung der Weiterqualifizierung von Beschäftigten stellt sich für verschiedene Personengruppen unterschiedlich dar	• Passgenaue, bedarfsorientierte Ansätze der (Weiter-)Qualifizierung, Bereitschaft/Fähigkeit beeinflusst durch unterschiedliche Lebenslagen • Unterschiedliche Personen: in Beschäftigung, in Arbeitslosigkeit, in Nichterwerbstätigkeit, Zugewanderte, etc.
3	Augenmerk: Beschäftigte, die wenig/keine Perspektive in ihrer aktuellen Beschäftigung haben und sich für einen neuen Arbeitsplatz/neue Branche/neuen Beruf qualifizieren müssen	• Zusätzlich unterstützen, da kaum Anreize bestehen dürften, in die Qualifikation von Mitarbeitenden zu investieren, die mittel- bis langfristig nicht mehr im Betrieb beschäftigt werden
4	Wesentliche Hemmnisse für eine intensivere Weiterbildungsbeteiligung auf individueller wie betrieblicher Ebene	• Fehlende Informationen über die eigenen Bedarfe wie auch über die Erträge der erworbenen bzw. neu zu erwerbenden Qualifikationen (+Motivation) • Unternehmensebene: fehlende bedarfsorientierten Qualifikations- und Personalstrategie, insbesondere in den KMU

Quelle: Arntz et al. 2023; eigene Darstellung © IAB

Offen bleibt, ob Fachkräfteengpässe durch Einsatz von KI und anderen digitalen Technologien gemildert werden können. Es gibt fast keine Berufe, die vollständig durch KI substituiert werden könnten und die Substitution von Tätigkeiten ist ein Ergebnis von Aushandlungsprozessen und keineswegs durch Technologie vorgegeben. Der Mensch wird aber auch völlig neue Tätigkeiten ausführen müssen. Neue Technologien unterstützen den Menschen und die neuen Herausforderungen bestehen weniger im Arbeitsplatzabbau, sondern in der sich stark verändernden Berufsstruktur, Weiterbildung und beruflichen Umorientierung.

Die Digitalisierung führt branchen- und berufsübergreifend zu umfassenden Veränderungen. Für den Großteil der Beschäftigten gehen diese mit steigenden Anforderungen einher und erfordern daher ein erhebliches Maß an Weiterbildung und Qualifizierung. Wo diese Möglichkeiten fehlen, stellt der digitale Wandel eine große Herausforderung dar und kann dazu führen, dass Beschäftigte den Anschluss an aktuelle Kompetenzanforderungen verlieren und eine unzureichende Weiterbildungsbeteiligung die berufliche (Aufstiegs-)Mobilität erschwert.

Literatur

Arntz, Melanie; Blesse, Sebastian; Dörrenberg, Philipp (2022): The End of Work is Near, Isn't It? Survey Evidence on Automation Angst, ZEW – Centre for European Economic Research Discussion Paper, Nr. 22–036, Mannheim.

Arntz, Melanie; Donner, Franz; Evans, Michaela; Friedrich, Alexandra; Horvat, Sinischa; Kaiser, Anna; Mallmann, Luitwin; Möreke, Mathias; Pfeiffer, Sabine; Rothe, Isabel; Schroeder, Wolfgang; Stowasser, Sascha; Walwei, Ulrich (2023): Transformation in bewegten Zeiten. Nachhaltige Arbeit als wichtigste Ressource, Berlin.

Bennewitz, Emanuel; Kislat, Julia; Buch, Tanja; Dengler, Katharina (2016): Digitalisierung der Arbeitswelt: Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt in Hessen. IAB-Regional. Berichte und Analysen aus dem Regionalen Forschungsnetz. IAB Hessen, 3/2016, Nürnberg.

Blien, Uwe; Ludewig, Oliver; Rossen, Anja; Roth, Duncan (2018): Technologischer Wandel und die Folgen für den Arbeitsmarkt (Serie "Leben und Arbeiten in der Zukunft"). In: IAB-Forum, 26.03.2018. https://www.iab-forum.de/technologischer-wandel-und-die-folgen-fuer-den-arbeitsmarkt/ (Abruf am 3.6.2024).

Bonin, Holger; Gregory, Terry; Zierahn, Ulrich (2015): Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland, Mannheim.

Bowles, Jeremy (2014): The Computerisation of European Jobs - who will win and who will lose from the Impact of New Technology onto Old Areas of Employment? Bruegel, Brussels.

Bundesagentur für Arbeit (2020): Methodische Hinweise zum Thema Beschäftigung: ausgeübte Tätigkeit und Anforderungsniveau (KldB 2010). https://statistik.arbeitsagentur.de/DE/Navigation/Grundlagen/Methodik-Qualitaet/Methodische-Hinweise/BST-Meth-Hinweise/BST-Meth-Hinweise-Nav.html (Abruf am 3.6.2024).

Brzeski, Carsten; Burk, Inga (2015): Die Roboter kommen. Folgen der Automatisierung für den deutschen Arbeitsmarkt, INGDiBa Economic Research.

Burkert, Carola (2019): Strukturwandel und Beschäftigungsentwicklung in der Finanzbranche in Hessen. IAB-Regional. Berichte und Analysen aus dem Regionalen Forschungsnetz. IAB Hessen, 1/2019, Nürnberg.

Burkert, Carola; Schaade, Peter; Röhrig, Annette (2021): Digitalisierung der Arbeitswelt: Mögliche Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt in Hessen – Aktualisierung. IAB-Regional. Berichte und Analysen aus dem Regionalen Forschungsnetz. IAB Hessen 1/2021, Nürnberg.

Dengler, Katharina; Matthes, Britta (2015): Folgen der Digitalisierung für die Arbeitswelt: In kaum einem Beruf ist der Mensch vollständig ersetzbar. IAB-Kurzbericht 24/2015, Nürnberg. https://doku.iab.de/kurzber/2015/kb2415.pdf (Abruf am 3.6.2024)

Dengler, Katharina; Matthes, Britta (2018): Substituierbarkeitspotenziale von Berufen: Wenige Berufsbilder halten mit der Digitalisierung Schritt. IAB-Kurzbericht 4/2018, Nürnberg. https://doku.iab.de/kurzber/2018/kb0418.pdf (Abruf am 3.6.2024)

Dengler, Katharina; Matthes, Britta (2021): Folgen des technologischen Wandels für den Arbeitsmarkt: Auch komplexere Tätigkeiten könnten zunehmend automatisiert werden. IAB-

Kurzbericht 13/2021, Nürnberg. https://doku.iab.de/kurzber/2021/kb2021-13.pdf (Abruf am 23.5.2024).

Frey, Carl; Osborne, Michael (2017): The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? Technological Forecasting & Social Change, p. 114, 254–280.

Grienberger, Katharina; Matthes, Britta; Paulus, Wiebke (2024): Folgen des technologischen Wandels für den Arbeitsmarkt: Vor allem Hochqualifizierte bekommen die Digitalisierung verstärkt zu spüren. (IAB-Kurzbericht 05/2024), Nürnberg. DOI:10.48720/IAB.KB.2405 (Abruf am 3.6.2024).

Härpfer, Jens; Neuhauser, Petra (2021): Einführung der „Klassifikation der Berufe 2010 – überarbeitete Fassung 2020“ in die Arbeitsmarktstatistiken (Methodenbericht der Statistik der Bundesagentur für Arbeit), Nürnberg.

Kagermann, Henning; Wahlster, Wolfgang; Helbig, Johannes (Hrsg.) (2013): Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0: Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0. Berlin.

Matthes, Britta; Meinken, Holger; Neuhauser, Petra (2015): Berufssektoren und Berufssegmente auf Grundlage der KldB 2010. Methodenbericht der Statistik der BA, Nürnberg.

Rammer, Christian; Fernández, Gastòn P.; Czarnitzki, Dirk (2022): Artificial intelligence and industrial innovation: Evidence from German firm-level data. Research Policy 51 (7).

Seemann, Michael (2023): Künstliche Intelligenz, Large Language Models, ChatGPT und die Arbeitswelt der Zukunft. Forschungsförderung Working Paper 304, Düsseldorf (Online: https://www.boeckler.de/fpdf/HBS-008697/p_fofoe_WP_304_2023.pdf) (Abruf am 23.5.2024).

Weißler, Marco (2018): Digitalisierung der Arbeitswelt in Hessen: Höheres Substituierbarkeitspotenzial nach Neubewertung bei ähnlicher Struktur. IAB-Regional. Berichte und Analysen aus dem Regionalen Forschungsnetz. IAB Hessen, 5/2018, Nürnberg.

Anhang

Tabelle A 1: Berufssektoren und Berufssegmente auf Grundlage der KldB 2010

Berufssektor		Berufssegment		Berufshauptgruppe der KldB 2010	
S1	Produktionsberufe	S11	Land-, Forst- und Gartenbauberufe	11	Land-, Tier-, Forstwirtschaftsberufe
				12	Gartenbauberufe, Floristik
		S12	Fertigungsberufe	21	Rohstoffgewinn, Glas, Keramikverarbeitung
				22	Kunststoff- und Holzherstellung, -verarbeitung
				23	Papier-, Druckberufe, technische Mediengestaltung
				24	Metallerzeugung, -bearbeitung, Metallbau
				28	Textil- und Lederberufe
				93	Produktdesign, Kunsthandwerkliche Berufe
		S13	Fertigungstechnische Berufe	25	Maschinen- und Fahrzeugtechnikberufe
				26	Mechatronik-, Energie- und Elektroberufe
				27	Technische Entwicklungs-, Konstruktions-, Produktionssteuerungsberufe
		S14	Bau- und Ausbauberufe	31	Bauplanung, Architektur, Vermessungsberufe
				32	Hoch- und Tiefbauberufe
				33	(Innen-) Ausbauberufe
				34	Gebäude- und versorgungstechnische Berufe
S2	Personenbezogene Dienstleistungs-berufe	S21	Lebensmittel- und Gastgewerbeberufe	29	Lebensmittelherstellung und -verarbeitung
				63	Tourismus-, Hotel- und Gaststättenberufe
		S22	Medizinische und nicht-medizinische Gesundheitsberufe	81	Medizinische Gesundheitsberufe
				82	Nichtmedizinische Gesundheits-, Körperpflege- und Wellnessberufe, Medizintechnik
		S23	Soziale und kulturelle Dienstleistungsberufe	83	Erziehung, soz. u. hauswirtschaftliche Berufe, Theologie
				84	Lehrende und ausbildende Berufe
				91	Geistes-, gesellschafts-, wirtschaftswissenschaftl. Berufe
				94	Darstellende, unterhaltende Berufe
S3	Kaufmännische und unternehmens-bezogene Dienst-leistungsberufe	S31	Handelsberufe	61	Einkaufs-, Vertriebs- und Handelsberufe
				62	Verkaufsberufe
		S32	Berufe in Unternehmensführung u. -organisation	71	Berufe Unternehmensführung, -organisation
		S33	Unternehmensbezogene Dienstleistungsberufe	72	Berufe in Finanzdienstleistung, Rechnungswesen, Steuerberatung
				73	Berufe in Recht und Verwaltung
				92	Werbung, Marketing, kaufmännische, red. Medienberufe
S4	IT- und naturwissenschaftliche Dienstleistungsberufe	S41	IT- und naturwissenschaftliche Dienstleistungsberufe	41	Mathematik-, Biologie-, Chemie-, Physikberufe
				42	Geologie-, Geografie-, Umweltschutzberufe
				43	Informatik- und andere IKT-Berufe
S5	Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungs-berufe	S51	Sicherheitsberufe	01	Angehörige der regulären Streitkräfte
				53	Schutz-, Sicherheits-, Überwachungsberufe
		S52	Verkehrs- und Logistikberufe	51	Verkehr, Logistik (außer Fahrzeugführ.)
				52	Führer von Fahrzeug- und Transportgeräten
		S53	Reinigungsberufe	54	Reinigungsberufe

Hinweis: KldB 2010 = Klassifizierung der Berufe aus dem Jahr 2010.

Quelle: Matthes/Meinken/Neuhauser (2015). © IAB

Definition und Berechnung des Substituierbarkeitspotenzials

Das Substituierbarkeitspotenzial gibt an, in welchem Ausmaß Berufe gegenwärtig potenziell durch den Einsatz von Computern oder computergesteuerten Maschinen ersetzbar sind. Es entspricht dem Anteil an Tätigkeiten in einem Beruf, die heute durch den Einsatz moderner Technologien ersetzt werden könnten. In dieser Analyse wird auf Basis der Substituierbarkeitspotenziale aus den Jahren 2013, 2016, 2019 und 2022 auf die potenziellen Folgen der fortschreitenden Digitalisierung für den Arbeitsmarkt eingegangen. Substituierbarkeitspotenziale eines Berufes bilden in dieser Analyse den Kern der messbaren Auswirkung der Digitalisierung. Im Gegensatz zu anderen Forschungsansätzen (bspw. Frey/Osborne 2017) liegt hier der Fokus nicht auf den Berufen der Beschäftigten, sondern auf den im jeweiligen Beruf ausgeübten Tätigkeiten. Berufe können sich wandeln, indem berufliche Tätigkeiten wegfallen, sich verändern oder neue hinzukommen. Das Substituierbarkeitspotenzial ist somit ein berufsspezifisches Maß für den möglichen Einsatz von Computern oder Maschinen zum Ersatz oder zur Unterstützung von Beschäftigten und könnte eine Veränderung der Tätigkeiten in der Zukunft bedeuten.

Dengler/Matthes (2015, 2018, 2021) und Grienberger/Matthes/Paulus (2024) verwenden als Datengrundlage ihrer Berechnungen berufskundliche Informationen aus der Expertendatenbank BERUFENET der Bundesagentur für Arbeit (BA). Die hier zugrundeliegenden Tätigkeiten sind dieser Datenbank entnommen, in der Informationen zu den „Kerntätigkeiten“ der Berufe erfasst sind. Zunächst wird jede der rund 8.000 Tätigkeiten in der Datenbank im Hinblick auf ihre Automatisierbarkeit bzw. Ersetzbarkeit durch Computer oder Maschinen bewertet. Jede einzelne Tätigkeit ist also entweder automatisierbar oder nicht. Anschließend wird für rund 4.400 Berufe ermittelt, wie hoch der Anteil der typischerweise in diesen Berufen zu erledigenden Kerntätigkeiten ist, der durch den Einsatz von Computern oder computergesteuerten Maschinen automatisiert werden könnte.

Das Substituierbarkeitspotenzial wird berechnet, indem für jeden Beruf die Zahl der durch Computer ersetzbaren Kerntätigkeiten durch die gesamte Anzahl der Kerntätigkeiten dividiert wird. Für einen guten Überblick müssen die Berufe jedoch zusammengefasst dargestellt werden. Um zu berücksichtigen, dass Einzelberufe mit hohen Beschäftigtenzahlen das Substituierbarkeitspotenzial stärker beeinflussen als Einzelberufe mit einer kleinen Beschäftigtenzahl, werden die Substituierbarkeitspotenziale auf Einzelberufsebene mit einem Gewicht, das auf Basis der Beschäftigtenzahlen ermittelt wird, zusammengefasst (Dengler/Matthes 2021; Dengler/Matthes/Paulus 2014).

Es ist zu betonen, dass die technische Machbarkeit der Automatisierung von Tätigkeiten nicht zwangsläufig dessen Umsetzung zur Folge haben muss. Im Gegenteil kann es durchaus sein, dass die Investitionskosten in Maschinen, die menschliche Arbeitskraft ersetzen sollen, höher wären als die Lohnkosten für die betroffenen Arbeitnehmer*innen. Neben diesen ökonomischen Bedenken gilt es auch, ethische Hürden, beispielsweise die Pflege älterer Menschen durch Roboter, sowie rechtliche Barrieren, wie etwa die vollautomatische Lenkung von öffentlichen Verkehrsmitteln und die Konsequenzen im Falle eines Unfalls, in Betracht zu ziehen.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Durchschnittliches Substituierbarkeitspotenzial nach Anforderungsniveau in Hessen, 2013, 2016, 2019 und 2022 9

Abbildung 2: Durchschnittliches Substituierbarkeitspotenzial nach Berufssegmenten in Hessen, 2013, 2016, 2019 und 2022 10

Abbildung 3: Betroffenheit der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten vom Substituierbarkeitspotenzial der Berufe 12

Abbildung 4: Betroffenheit der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Berufen mit einem hohen Substituierbarkeitspotenzial (über 70 Prozent) 13

Abbildung 5: Betroffenheit der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Berufen mit einem hohen Substituierbarkeitspotenzial (über 70 Prozent) 15

Abbildung 6: Beschäftigungsentwicklung nach der Höhe des Substituierbarkeitspotenzials 17

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Notwendige Anpassung der Kompetenzen als zentrale Gelingensbedingung für die Transformation 20

Anhang

Tabelle A 1: Berufssektoren und Berufssegmente auf Grundlage der KldB 2010 23

In der Reihe IAB-Regional Hessen zuletzt erschienen

Nummer	Autoren	Titel
1/2024	Carola Burkert, Christian Teichert, Annette Röhrig	MINT-Berufe in Hessen
1/2022	Christian Teichert, Carola Burkert, Michael Stops, Anna-Maria Kindt, Antje Wey	Kompetenz-Kompass Hessen
1/2021	Carola Burkert, Annette Röhrig, Peter Schaade	Digitalisierung der Arbeitswelt: Mögliche Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt in Hessen – Aktualisierung
1/2020	Carola Burkert, Peter Schaade	Adäquat beschäftigt? Formale Überqualifizierung von Beschäftigten in Hessen
2/2019	Schaade, Peter, Stefan Böhme, Uwe Harten	Die Bedeutung des Handwerks in Hessen

Eine vollständige Liste aller Veröffentlichungen der Reihe **„IAB-Regional Hessen“** finden Sie unter:
https://iab.de/publikationen/iab-publikationsreihen/iab-regional/iab-regional-hessen/

Eine vollständige Liste aller Veröffentlichungen der Reihe **„IAB-Regional“** finden Sie unter:
https://iab.de/publikationen/iab-publikationsreihen/iab-regional/

Impressum

IAB-Regional ·IAB Hessen 2|2024

Veröffentlichungsdatum

14. August 2024

Herausgeber

Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung
der Bundesagentur für Arbeit
Regensburger Straße 104
90478 Nürnberg

Nutzungsrechte

Diese Publikation ist unter folgender Creative-Commons-Lizenz veröffentlicht:
Namensnennung – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International (CC BY-SA 4.0)
https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.de

Bezugsmöglichkeit

https://doku.iab.de/regional/H/2024/regional_h_0224.pdf

Website

https://iab.de/

ISSN

1861-3578

DOI

10.48720/IAB.REH.2402

Rückfragen zum Inhalt

Dr. Carola Burkert

Telefon 069 6670-319
E-Mail carola.burkert@iab.de