

Bachmann, Ronald; Storm, Eduard

Research Report

Wie groß ist die Gefahr eines Fachkräftemangels in Zukunftsberufen? Evidenz für deutsche Metropolregionen

RWI Materialien, No. 166

Provided in Cooperation with:

RWI – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung, Essen

Suggested Citation: Bachmann, Ronald; Storm, Eduard (2024) : Wie groß ist die Gefahr eines Fachkräftemangels in Zukunftsberufen? Evidenz für deutsche Metropolregionen, RWI Materialien, No. 166, ISBN 978-3-96973-275-5, RWI - Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung, Essen

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/302174>

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.

Ronald Bachmann

Eduard Storm

Diskussionspapier

Wie groß ist die Gefahr eines Fachkräftemangels in Zukunftsberufen?

Evidenz für deutsche Metropolregionen

Herausgeber

RWI – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung
Hohenzollernstraße 1-3 | 45128 Essen, Germany
Fon: +49 201-81 49-0 | E-Mail: rwi@rwi-essen.de
www.rwi-essen.de

Vorstand

Prof. Dr. Dr. h. c. Christoph M. Schmidt (Präsident)
Prof. Dr. Thomas K. Bauer (Vizepräsident)
Dr. Stefan Rumpf (Administrativer Vorstand)
Prof. Dr. Kerstin Schneider (Mitglied des erweiterten Vorstands)

© RWI 2024

Der Nachdruck, auch auszugsweise, ist nur mit Genehmigung des RWI gestattet.

RWI Materialien Heft 166

Schriftleitung: Prof. Dr. Dr. h. c. Christoph M. Schmidt
Konzeption und Gestaltung: Claudia Lohkamp, Daniela Schwindt

Wie groß ist die Gefahr eines Fachkräftemangels in Zukunftsberufen? Evidenz für deutsche Metropolregionen

ISSN 1612-3573 - ISBN 978-3-96973-275-5

Bei den in der Reihe veröffentlichten Diskussionspapieren handelt es sich um unfertige Arbeiten, die publiziert werden, um Diskussionen und kritische Kommentare anzuregen. Die darin geäußerten Ansichten geben ausschließlich die Meinung der Autoren wieder und spiegeln nicht unbedingt die Meinung des Herausgebers wider.

Materialien

Diskussionspapier

Ronald Bachmann und Eduard Storm

Wie groß ist die Gefahr eines Fachkräftemangels in Zukunftsberufen?

Evidenz für deutsche Metropolregionen

Heft 166

Bibliografische Informationen der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der deutschen Nationalbibliografie;
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über: <http://dnb.ddb.de> abrufbar.



Das RWI wird vom Bund und vom Land Nordrhein-Westfalen gefördert.

ISSN 1612-3573

ISBN 978-3-96973-275-5

Ronald Bachmann und Eduard Storm*

Wie groß ist die Gefahr eines Fachkräftemangels in Zukunftsberufen?

Evidenz für deutsche Metropolregionen

Zusammenfassung

Die digitale und ökologische Transformation verändert die Arbeitsnachfrage sowie die geforderten Kompetenzen auf dem Arbeitsmarkt. Dieses Papier untersucht die resultierende Gefahr eines Fachkräftemangels in zehn Zukunftsberufen und fünf deutschen Metropolregionen. Erstens wird die Entwicklung der Beschäftigung mittels administrativer Daten untersucht. Dabei zeigt sich ein überdurchschnittliches Beschäftigungswachstum in Zukunftsberufen, besonders in digitalen Berufen wie der Softwareentwicklung oder grünen Berufen wie der Ver- und Entsorgung. Zweitens werden mit Hilfe von Online-Stellenanzeigen die Höhe der Arbeitsnachfrage nach Beschäftigten sowie die Nachfrage nach digitalen und grünen Kompetenzen innerhalb der Zukunftsberufe untersucht. Diese Analysen weisen auf unterschiedliche regionale Bewältigungsstrategien hin: Während digitale Berufe eine gleichmäßig hohe Nachfrage aufweisen, bestehen in grünen Berufen erhebliche regionale Unterschiede. Drittens zeigt eine Untersuchung des Arbeitsangebots aus dem tertiären und dualen Bildungssystem, dass das Arbeitsangebot, insbesondere in MINT-Fächern und dualen Ausbildungsberufen, hinter der wachsenden Nachfrage zurückbleibt. Abschließend wird erörtert, in welchen Berufen und Regionen zukünftig ein starker Fachkräftemangel zu erwarten ist und welche Maßnahmen zur Bewältigung dieser Herausforderung geeignet erscheinen.

JEL Classification: J11, J23, J24, J63, R12

Keywords: Ökologische Transformation; Digitalisierung; Arbeitsnachfrage; Arbeitsangebot; Fachkräftemangel; Online-Stellenanzeigen

August 2024

* Ronald Bachmann, RWI, DICE/HHU Düsseldorf und IZA; Eduard Storm, RWI. – Korrespondenz: Eduard Storm, RWI, Hohenzollerstr. 1-3, D-45128 Essen, www.rwi-essen.de/storm, E-mail: Eduard.Storm@rwi-essen.de

1. Einleitung

Der deutsche Arbeitsmarkt ist zurzeit einer Reihe von Megatrends ausgesetzt. Hierzu zählen die digitale und die grüne Transformation der Wirtschaft, der demographische Wandel, die Nachwirkungen der Corona-Pandemie und die Verwerfungen in der Weltwirtschaft aufgrund des Krieges in der Ukraine (Bonin und Rinne 2022). Die Digitalisierung und die grüne Transformation der Wirtschaft spielen für den Arbeitsmarkt eine besonders wichtige Rolle, da sie einen bedeutenden Einfluss auf die Arbeitsnachfrage ausüben (Bachmann et al. 2024a; Weber 2024). Dies betrifft sowohl die Stärke der Arbeitsnachfrage nach bestimmten Berufen als auch die Kompetenzen, die in bestimmten Berufen nachgefragt werden (Cedefop, 2024). Durch diese Verschiebungen in der Arbeitsnachfrage können sich Diskrepanzen zwischen der Nachfrage nach und dem Angebot an bestimmten Qualifikationen und Kompetenzen ergeben, die zu einem Fachkräftemangel in bestimmten Bereichen führen (Brunello und Wruuck, 2021). Laut Fachkräfteengpassanalyse der Bundesagentur für Arbeit sind 2023 35 % aller Berufe von einem Arbeitskräftemangel betroffen, wobei ein Großteil dieser Engpässe auf Fachkräfteberufe entfällt (BA, 2024a).

Vor diesem Hintergrund beleuchtet der vorliegende Artikel die Entwicklung des Beschäftigungsbestands und der Arbeitsnachfrage in ausgewählten Berufen und Metropolregionen Deutschlands. Hierbei ist die Arbeitsnachfrage von besonderem Interesse, da sie schneller auf exogene Faktoren reagiert als der Beschäftigungsbestand und daher einen besseren Indikator für kurzfristige Entwicklungen auf dem Arbeitsmarkt darstellt (Forsythe et al., 2020). Es werden zehn Berufsgruppen untersucht, die besonders stark von der digitalen und ökologischen Transformation betroffen sind, konkret: (1) Informatik, (2) IT-Systemanalyse, IT-Anwendungsberatung und IT-Vertrieb, (3) IT-Netzwerktechnik, IT-Koordination, IT-Admin. u. IT-Organisation, (4) Softwareentwicklung und Programmierung, (5) Mechatronik und Automatisierungstechnik, (6) Energietechnik, (7) Elektrotechnik, (8) Bauplanung und -überwachung, Architektur, (9) Hochbau, (10) Ver- und Entsorgung.

Ebenso wird ein Fokus auf fünf ausgewählte Metropolregionen gelegt, da sich die Arbeitsnachfrage in dynamischen Metropolregionen deutlich stärker entwickelt (Europäische Kommission, 2023). Da der nationale Innovationsgrad gut durch die Betrachtung besonders dynamischer Metropolregionen abgebildet werden kann (Bloom et al., 2024), erlaubt dieser Fokus Rückschlüsse auf die Auswirkungen der doppelten Transformation in Deutschland. Diese Metropolregionen umfassen (1) Berlin, (2) Hamburg, (3) München, (4) Rheinland, sowie das (5) Ruhrgebiet. Diese Metropolregionen zeichnen sich auch durch eine höhere Produktivität von Firmen und Arbeitskräften aus, als dies in ländlicheren Regionen der Fall ist (Dauth et al., 2022). Dadurch ergeben sich in Metropolregionen höhere Kosten, wenn offene Stellen aufgrund des Fachkräftemangels nicht besetzt werden können.

Das Papier untersucht die folgenden Forschungsfragen. Erstens: Wie entwickeln sich die Beschäftigung und die Arbeitsnachfrage – sowohl bzgl. der Höhe als auch bzgl. der Nachfrage nach digitalen und grünen Kompetenzen – in den ausgewählten Berufen und Metropolregionen im Zeitraum 2017 – 2022? Zweitens: Inwiefern ist das Bildungssystem in der Lage, Berufseinsteigern notwendige Kompetenzen zu vermitteln, um die ansteigende Arbeitsnachfrage zu erfüllen? Drittens: Was implizieren diese Entwicklungen für zukünftige Fachkräfteengpässe und welche Politikmaßnahmen eignen sich, um diese zu überwinden?

Zur Beantwortung der Forschungsfragen wird auf eine Reihe von Datenquellen zurückgegriffen, die in Abschnitt 2 erläutert werden. Hierbei handelt es sich unter anderem um Online-Stellenanzeigen, die zur Analyse der Arbeitsnachfrage in Abschnitt 3 herangezogen werden. Diese Datenquelle ermöglicht es, zwei entscheidende Aspekte der Arbeitsnachfrage zu analysieren: zum einen die Höhe der Arbeitsnachfrage, also die Anzahl der offenen Stellen in den berücksichtigten Berufen, zum anderen die Intensität der Nachfrage nach digitalen und grünen Kompetenzen in diesen Berufen. Für die Analyse des Arbeitskräfteangebots in Abschnitt 4 werden verschiedene Datensätze verwendet, die sich auf die Zahl der Hochschulabsolventen und den Ausbildungsmarkt beziehen. In Abschnitt 5 werden die Ergebnisse zum Arbeitsangebot und zur Arbeitsnachfrage zusammengeführt und im Kontext des Fachkräftemangels diskutiert. Abschnitt 6 fasst die wichtigsten Ergebnisse zusammen und diskutiert mögliche Ansätze zur Reduzierung des Fachkräftemangels.

2. Daten

Die vorliegende Studie beantwortet die Forschungsfragen mittels dreier Datenquellen, die im Folgenden genauer beschrieben werden. Die erste Datengrundlage bildet die amtliche Statistik für die Jahre 2018 bis 2022. Dies sind erstens Statistiken der Bundesagentur für Arbeit zum Beschäftigungsstand und zur Entwicklung der betrieblichen Ausbildung. Zur Ermittlung dieser Größen für die Zukunftsberufe und Metropolregionen wird eine Sonderauswertung dieser Statistiken genutzt (Statistik der Bundesagentur für Arbeit, 2023). Zweitens wird auf Bildungsstatistiken der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder zurückgegriffen, um die Anzahl der MINT-Studierenden und Bewerbenden darzustellen (Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2023). Aufgrund der verwendeten Datenquelle beziehen sich die Analysen ausschließlich auf sozialversicherungspflichtige Beschäftigungsverhältnisse (SV-Beschäftigung).

Die zweite Datengrundlage stellen Online-Stellenanzeigen dar, welche eine detaillierte Analyse der Arbeitsnachfrage auf regionaler und beruflicher Ebene ermöglichen. Online-Stellenanzeigen (Online Job Vacancies, OJV) bieten aktuelle Einblicke in die Nachfrage nach spezifischen Kompetenzen und Berufen. Die verwendeten Daten umfassen den Zeitraum von Januar 2017 bis Dezember 2022 und

repräsentieren nahezu die gesamte Bandbreite an Online-Stellenangeboten in Deutschland. Der Zugang zu den verwendeten OJV-Daten wird durch eine Zusammenarbeit mit der IT-Firma Palturai GmbH / Finbot AG ermöglicht, die täglich Unternehmenswebseiten, Stellenbörsen und andere Plattformen nach Stellenanzeigen durchsucht und diese abspeichert.

Die erhobenen Daten werden anschließend von Finbot bereinigt, um Duplikate und irrelevante Informationen wie Werbetexte zu entfernen. Im Anschluss überführt das RWI die Textinformationen der Stellenanzeigen in übliche Klassifizierungen. Dies erfolgt insbesondere für Berufe, die in die Klassifizierung der Berufe (KldB 2010, 3-steller Ebene) überführt werden, und für in den Stellenanzeigen beschriebene Anforderungen hinsichtlich Kompetenzen und auszuübenden Tätigkeiten, mit denen z.B. das grüne und digitale Profil von Stellenausschreibungen identifiziert werden kann.¹ Von besonderer Bedeutung für die vorliegende Studie sind zudem die in den OJV-Daten enthaltenen Informationen zum Arbeitsort. In der vorliegenden Studie werden ausschließlich Ausschreibungen für SV-Beschäftigung betrachtet. Da Stellenausschreibungen von Zeitarbeitsunternehmen in den Stellenanzeigendaten überrepräsentiert sind und zudem ungewöhnliche Muster aufweisen (Stops et al., 2021), werden Stellenanzeigen von Zeitarbeitsunternehmen nicht in die Analysen aufgenommen.

Die dritte Datengrundlage sind Qualifikations- und Berufsfeldprojektionen des Bundesinstituts für berufliche Bildung (BIBB) und des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) (Zika et al., 2023), um Rückschlüsse auf die zukünftig erwartete Arbeitskräftenachfrage und das Angebot innerhalb der Zukunftsberufe zu schließen. Diese Projektionen wiederum basieren auf verschiedenen Datenquellen: dem Mikrozensus, der Beschäftigtenhistorik der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten, der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung, der Bevölkerungsfortschreibung sowie Schüler- und Absolvierendenzahlen. Dementsprechend wird verschiedenen (auch zukünftigen) Entwicklungen in der Bevölkerung, der Gesamtwirtschaft, dem Arbeitsmarkt und dem Bildungssystem Rechnung getragen.

3. Methodik

Im Folgenden wird die verwendete Methodik dargestellt. Dabei wird zunächst in Abschnitt 3.1 auf die Vorgehensweise bei der Auswahl der Zukunftsberufe eingegangen. In Abschnitt 3.2 wird die Auswahl

¹ Zur Erhöhung der Datenqualität wurden verschiedene Validierungsverfahren durchgeführt, darunter manuelle Annotationen zur Überprüfung und Anpassung der Klassifikationen. Diese Schritte gewährleisteten eine hohe Genauigkeit der Klassifizierungsmodelle (Details sind in Bachmann et al., 2024b, enthalten).

der Metropolregionen erläutert. In Abschnitt 3.3 wird die Identifikation der digitalen und grünen Profile innerhalb der Zukunftsjobs beschrieben.

3.1 Auswahl der Zukunftsberufe

Die Auswahl der Zukunftsberufe erfolgt anhand zweier Arten von Literaturquellen. Als erste Quelle wird auf Erkenntnisse aus der Literatur zum „routine-biased technological change“ (Autor et al. 2003, Arntz et al. 2024) zurückgegriffen, welche die polarisierende Wirkung neuer Technologien aufzeigt.² Einerseits können neue Technologien Arbeitskräfte in regelbasierten Routinetätigkeiten substituieren, was zu einer erhöhten Automatisierung führt und mit Beschäftigungsverlusten einhergehen kann. Andererseits unterstützen neue Technologien Arbeitskräfte bei komplexen Nicht-Routinetätigkeiten, die keinen repetitiven Regeln folgen, und tendenziell mit Beschäftigungsgewinnen einhergehen. Aus diesen Erkenntnissen lässt sich ableiten, dass die Zukunftsfähigkeit von Berufen von der zugrundeliegenden Tätigkeitsstruktur abhängt: je niedriger der Routineanteil und je höher der Anteil an kognitiven Nicht-Routinetätigkeiten, desto höher ist das Zukunftspotenzial eines Berufs.³

Als zweite Quelle werden anwendungsorientierte Studien herangezogen, die Berufe hinsichtlich ihrer Zukunftsträchtigkeit analysieren.⁴ Oftmals liegt der Fokus in diesen (deskriptiven) Studien auf der „Zukunft der Arbeit“, was in vielen Fällen auch die Identifikation von „Zukunftsjobs“ betrifft, also Berufen, die vermutlich von Megatrends wie der doppelten Transformation profitieren werden und ein vergleichsweise geringes Substituierbarkeitspotenzial von Beschäftigung durch Technologien aufweisen. Diese Zukunftsjobs weisen ein hohes Beschäftigungswachstum in den vergangenen 5 – 10 Jahren auf (World Economic Forum, 2023) bzw. ihnen wird basierend auf modellgestützten Prognosen ein hohes Wachstum prognostiziert (U.S. Bureau of Labor Statistics, 2022). Zudem werden Prognosen über erwartete Fachkräfteengpässe einzelner Berufe herangezogen, z. B. vom Institut der deutschen Wirtschaft (IW, 2023). Bei Berufen mit hohem erwartetem Fachkräfteengpass wird per Definition prognostiziert, dass die Arbeitsnachfrage das Arbeitsangebot zukünftig übersteigen wird. Somit bietet dieser Indikator einen weiteren Anhaltspunkt für Berufe mit hoher zukünftiger Arbeitsnachfrage.

² Nachfolgende Studien bestätigen diese Ergebnisse und liefern Details zur Arbeitsmarktpolarisierung (z.B. Autor et al. 2006; Goos et al. 2009; Bachmann et al. 2019). Neuere Studien zu „Industrie 4.0“ Technologien, wie Künstliche Intelligenz und Cloud-Technologien, betonen deren Einfluss auf höherqualifizierte Berufe (Webb 2020; Felten et al. 2023).

³ Stand 2015 haben etwa 25 % der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Deutschland in einem Beruf mit einem hohen Substituierbarkeitspotenzial gearbeitet (Dengler und Matthes, 2018).

⁴ Hierzu zählen Cedefop (2023), Lane und Williams (2023), LinkedIn (2023), RWI et al. (2022), Schmidt (2023), U.S. Bureau of Labor Statistics (2022) und World Economic Forum (2023).

Tab. 1 Übersicht der zehn Zukunftsberufe

Nr.	Berufsbezeichnung	Zukunftsberuf (Kategorie)	KldB- Code
1	Informatik	Digital	431
2	IT-Systemanalyse, IT-Anwendungsberatung und IT-Vertrieb	Digital	432
3	IT-Netzwerktechnik, IT-Koordination, IT-Admin. u. IT-Organisation	Digital	433
4	Softwareentwicklung und Programmierung	Digital	434
5	Mechatronik und Automatisierungstechnik	Grün	261
6	Energietechnik	Grün	262
7	Elektrotechnik	Grün	263
8	Bauplanung und -überwachung, Architektur	Grün	311
9	Hochbau	Grün	321
10	Ver- und Entsorgung	Grün	343

Auf Basis der genannten Quellen werden zehn Zukunftsberufe identifiziert, die sowohl akademische als auch betriebliche Ausbildungsberufe umfassen und somit eine breite Bevölkerungsschicht abdecken. Die Einteilung der Berufe erfolgt auf Basis der Klassifikation der Berufe 2010 (KldB 2010, 3-steller Ebene), um ausreichende Fallzahlen und differenzierte Analysen zu ermöglichen. Die ausgewählten Berufe sind in Tabelle 1 dargestellt. Die Berufe 1. – 4. spielen eine besonders wichtige Rolle für die digitale Transformation und werden daher als „digitale Berufe“ klassifiziert. Die Berufe 5. – 10. wiederum stehen primär mit der ökologischen Transformation in Verbindung und werden als „grüne Berufe“ kategorisiert.

3.2 Identifikation digitaler und grüner Anforderungsprofile aus Stellenanzeigen

Die Identifikation digitaler und grüner Anforderungsprofile basiert auf der Analyse spezifischer Schlüsselbegriffe in den Stellenanzeigen. Zu diesem Zweck wird auf die Volltexte der Stellenanzeigen zurückgegriffen, um das digitale und grüne Profil der Zukunftsberufe zu bestimmen. Es wird quantifiziert, wie „grün“ oder wie „digital“ die Arbeitsnachfrage in einem Zukunftsberuf ist und inwiefern diese Strukturmerkmale sich innerhalb der Metropolregionen unterscheiden. Letztlich weist

diese Weise 430 grüne Schlüsselwörter. Die wichtigsten dieser grünen Kompetenzen sind in Abb. 1b dargestellt.

3.3 Auswahl der Metropolregionen

Für die Analyse werden Metropolregionen ausgewählt, die aufgrund ihrer Innovationskraft und ihrer führenden Rolle in der digitalen und ökologischen Transformation besonders relevant sind. Die Metropolregionen Berlin, München, Hamburg und das Rheinland werden berücksichtigt, da sie als zentrale Innovationsstandorte in Deutschland gelten und eine hohe Konzentration von Unternehmen und Forschungseinrichtungen aufweisen sowie die treibenden Kräfte der doppelten Transformation sind (Europäische Kommission 2023). Darüber hinaus wird das Ruhrgebiet als industrieprägte Region einbezogen, um die historische Bedeutung der Industrie in Deutschland und deren aktuelle Herausforderungen abzubilden. Diese Regionen bieten einen umfassenden Einblick in die vielfältigen Dynamiken des deutschen Arbeitsmarktes und ermöglichen eine differenzierte Analyse der regionalen Unterschiede in der Nachfrage nach Zukunftsberufen.

Zusammen repräsentieren diese fünf Metropolregionen im Zeitraum 2017 – 2022 durchschnittlich 37% aller sozialversicherungspflichtig (SV) Beschäftigten in den Zukunftsberufen. Dementsprechend erlauben unsere Analysen auch Rückschlüsse auf deutschlandweite Trends im Kontext der doppelten Transformation und ihren Implikationen für Fachkräfteengpässe. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass die Metropolregionen mit 39 - 43 % aller SV-Beschäftigten innerhalb der vier digitalen Zukunftsberufe einen etwas höheren Gesamtanteil als bei den sechs grünen Zukunftsberufen stellen, wo dieser Anteil bei 29 - 36 % liegt.

4. Analyse des Bestands an Zukunftsjobs

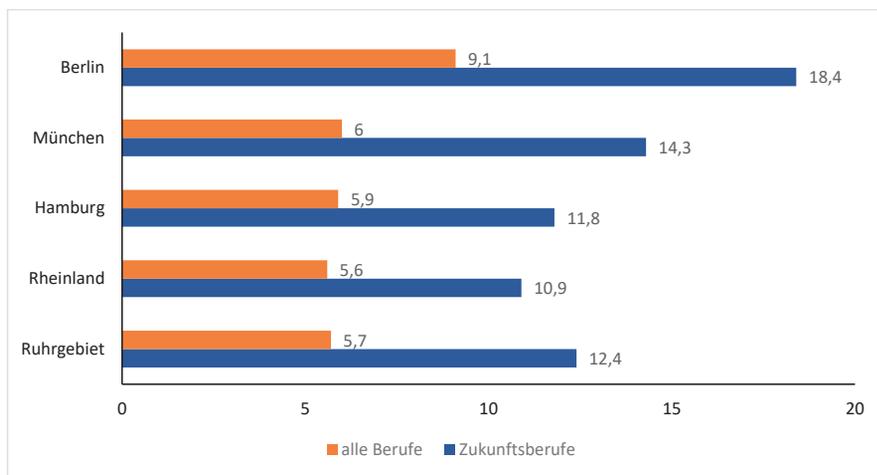
In diesem Abschnitt analysieren wir die Beschäftigungsentwicklung in den zehn Zukunftsberufen. Neben der allgemeinen Beschäftigungsentwicklung wird ein Fokus auf sozio-demografische Merkmale sowie regionale Disparitäten gelegt. Aufgrund der verwendeten Datenquelle beziehen sich die Analysen ausschließlich auf SV-Beschäftigung .

Abbildung 2 zeigt das Wachstum der SV-Beschäftigung in den Zukunftsberufen zwischen 2018 und 2022. Betrachtet man die Entwicklung des relativen Wachstums der SV-Beschäftigung für alle zehn Zukunftsberufe zusammen, zeigt sich ein überproportionales Wachstum im Vergleich zur gesamten SV-Beschäftigung in den betrachteten Metropolregionen. Insbesondere die Metropolregionen Berlin

wohingegen Saussay et al. (2023) einen breiteren Fokus auf Kompetenzen legen, die oftmals in Berufen mit geringen Emissionen gefordert werden. Da diese Kompetenzen in englischer Sprache vorliegen, die Stellenanzeigen jedoch überwiegend in deutscher Sprache, übersetzen wir diese Schlüsselwörter mit Hilfe von ChatGPT ins Deutsche.

und München weisen mit 18,4 % bzw. 14,3 % hohe Wachstumsraten der SV-Beschäftigung in Zukunftsberufen auf, im Vergleich zu 9,1 % bzw. 6 % Beschäftigungswachstum in anderen Berufen. Ähnlich große Unterschiede finden sich auch für die anderen Metropolregionen, was die dynamische Entwicklung und hohe Relevanz dieser Berufe für die zukünftige Arbeitsmarktstruktur unterstreicht.

Abb. 2: Wachstum der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung insgesamt und in allen Zukunftsberufen zwischen 2018 und 2022 (in Prozent)

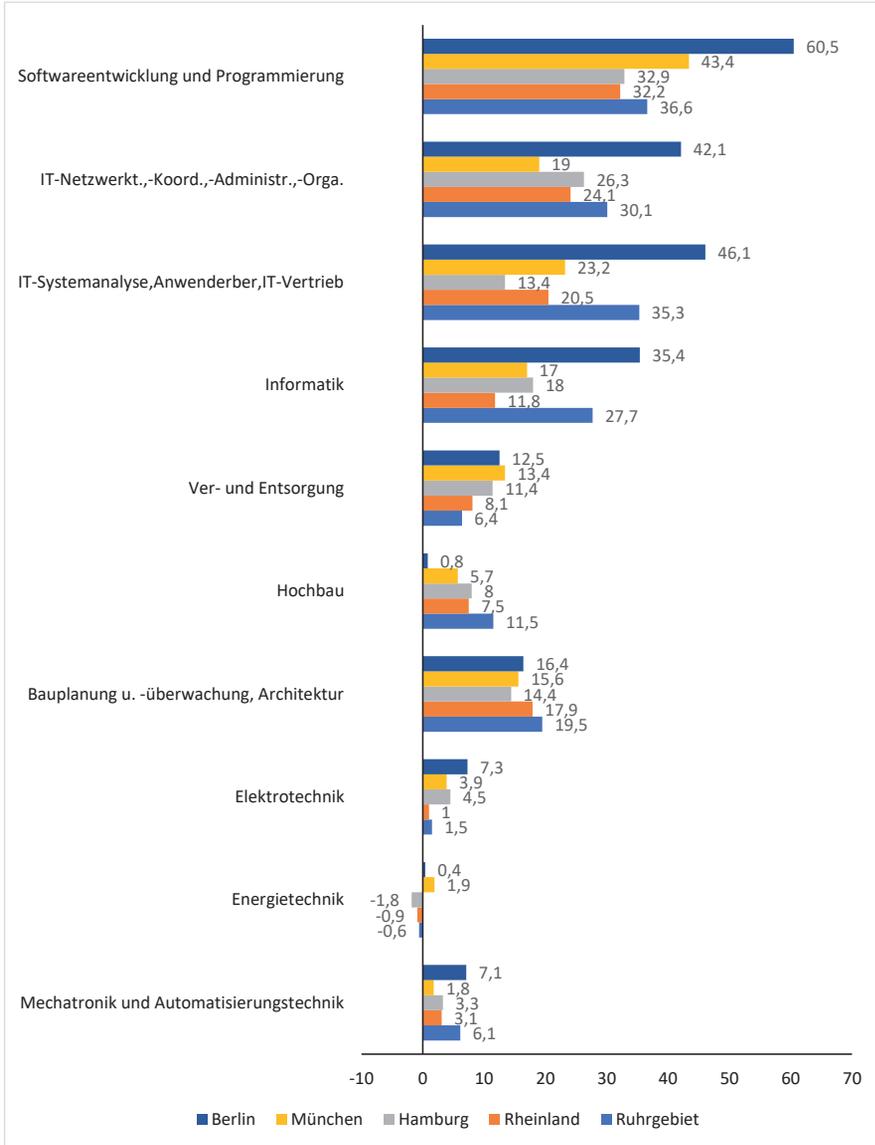


Quelle: Bundesagentur für Arbeit, eigene Berechnungen.

Um detaillierte Einblicke in die primären Treiber des Beschäftigungswachstums der SV-Beschäftigung in den zehn Zukunftsberufen aufzuzeigen, stellt Abbildung 3 die prozentuale Veränderung der SV-Beschäftigung in den einzelnen Zukunftsberufen zwischen 2018 und 2022 für jede Metropolregion dar. Die Grafik zeigt, dass das hohe Beschäftigungswachstum innerhalb der Zukunftsberufe primär auf die digitalen Berufe zurückzuführen ist, allen voran im Bereich Softwareentwicklung und Programmierung, in dem die Beschäftigung seit 2018 über alle Metropolregionen hinweg um mehr als 30 % zugenommen hat. Besonders in Berlin ist das Beschäftigungswachstum für diese Berufsgruppe um mehr als 60 % gewachsen.

In den grünen Berufen fällt das SV-Beschäftigungswachstum im direkten Vergleich gedämpfter aus. Für einzelne Berufsgruppen wie Ver- und Entsorgung sowie Bauplanung und –überwachung, Architektur ist ein deutliches Beschäftigungswachstum, oftmals im zweistelligen Bereich, für alle Metropolregionen zu beobachten. Für andere Berufsgruppen wie die Elektrotechnik oder Energietechnik fällt das Beschäftigungswachstum deutlich geringer aus, zum Teil sogar negativ.

Abb. 3: Veränderung der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung in den zehn Zukunftsberufen zwischen 2018 und 2022 (in Prozent)

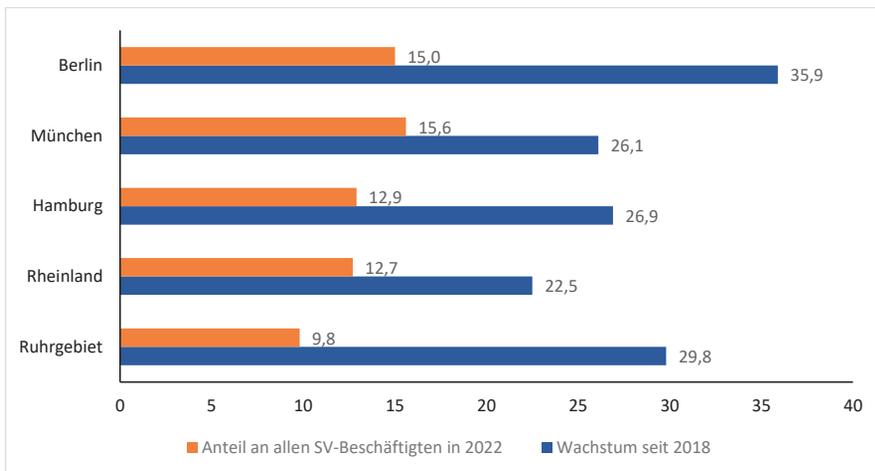


Quelle: Bundesagentur für Arbeit, eigene Berechnungen.

Zwar spiegelt das positive Beschäftigungswachstum der grünen Berufe die zunehmende Bedeutung der ökologischen Transformation wider. Jedoch legen das gedämpfte Beschäftigungswachstum und die regionalen Disparitäten nahe, dass grüne Berufe (verglichen mit digitalen Berufen) eine geringere Dynamik aufweisen. Nichtsdestotrotz fällt das Beschäftigungswachstum in Zukunftsberufen tendenziell stärker aus im Vergleich zum aggregierten Beschäftigungswachstum über alle Berufsgruppen hinweg, welches für den Zeitraum 2018 bis 2022 knapp 5 % betrug (BA, 2024b).

Um die regionalen Disparitäten innerhalb der Zukunftsberufe besser zu verstehen, betrachten wir im Folgenden Unterschiede in sozio-ökonomischen Merkmalen zwischen den Regionen. Es fällt auf, dass die SV-Beschäftigung in sämtlichen Zukunftsjobs von Männern dominiert wird (Abb. 4). Insbesondere im Ruhrgebiet fällt der Frauenanteil in der SV-Beschäftigung mit 9,8 % gering aus, am höchsten ist der Frauenanteil wiederum in Berlin (15 %) und München (15,6 %). Seit 2018 hat der Beschäftigungsanteil von Frauen in Zukunftsberufen jedoch stark zugenommen. Besonders in Berlin (35,9 %) sowie auch dem Ruhrgebiet (29,8 %) sticht diese Dynamik hervor. Diese Analyse verdeutlicht somit, dass Zukunftsberufe seit 2018 tendenziell diverser geworden sind.

Abb. 4: Wachstum der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung von Frauen in den Zukunftsberufen seit 2018 und deren Anteil an der gesamten sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung in 2022 (in Prozent)

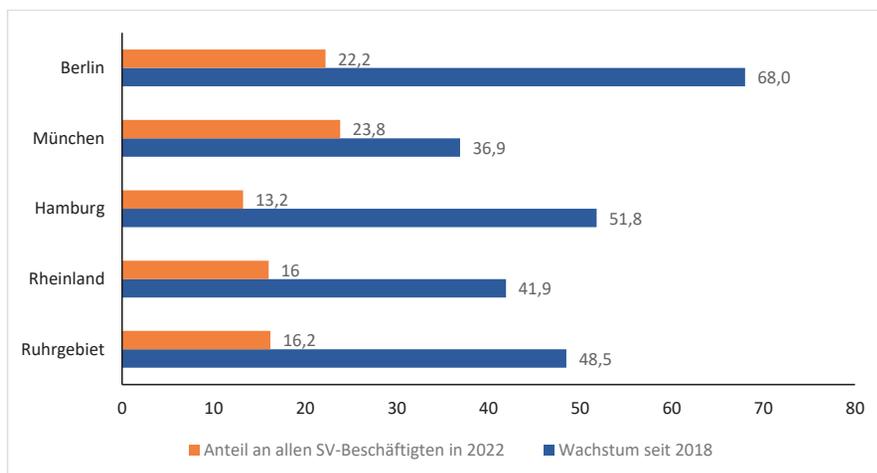


Quelle: Bundesagentur für Arbeit, eigene Berechnungen.

Ähnliche Rückschlüsse lassen sich für Beschäftigungszahlen von Personen mit ausländischer Nationalität ziehen (Abb. 5). Auch hier fällt der Beschäftigungsanteil in den zwei Metropolen Berlin (22,2 %) und München (23,8 %) am stärksten aus. Das Wachstum der ausländischen SV-Beschäftigung

in den Zukunftsjobs ist seit 2018 sogar noch stärker ausgeprägt als der Frauenanteil. Besonders in Berlin (68 %), Hamburg (51,8 %), und dem Ruhrgebiet (48,5 %) fällt das Wachstum der ausländischen SV-Beschäftigung hoch aus, aber auch in den anderen Metropolregionen sind hohe Wachstumsraten von mehr als 35 % zu verzeichnen. Der wachsende Anteil der ausländischen SV-Beschäftigten in den Zukunftsberufen unterstreicht somit die zunehmende Bedeutung der Fachkräftezuwanderung, die eine wichtige Rolle bei der Deckung des Fachkräftebedarfs spielen kann.

Abb. 5: Wachstum der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung von Ausländer:innen in den Zukunftsberufen seit 2018 und deren Anteil an der gesamten sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung in 2022 (in Prozent)



Quelle: Bundesagentur für Arbeit, eigene Berechnungen.

5. Entwicklung der Arbeitsnachfrage in den Zukunftsberufen

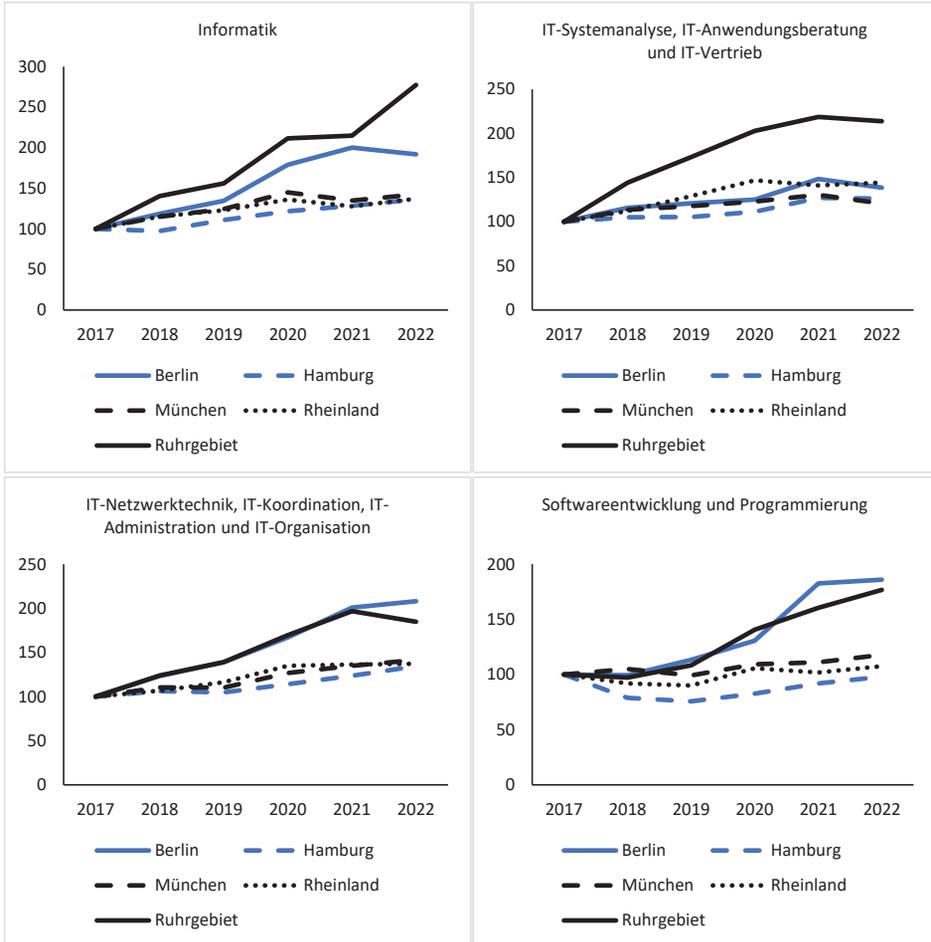
In diesem Abschnitt wird die Entwicklung der Arbeitsnachfrage in den digitalen und grünen Zukunftsberufen unter Berücksichtigung regionaler Disparitäten analysiert. Diese Analyse basiert auf Auswertungen von Online-Stellenanzeigen der Jahre 2017 bis 2022 und erlaubt neben aktuellen Trends in der Arbeitsnachfrage nach Zukunftsjobs auch Einblicke in deren Strukturmerkmale. Bei diesen Merkmalen liegt der Fokus auf digitalen und grünen Kompetenzen, welche über die in Abschnitt 3.3 beschriebenen Schlüsselwörter identifiziert werden.

5.1 Digitale Zukunftsberufe

Wir beginnen mit der Analyse der Arbeitsnachfrage in den vier digitalen Berufen. Abbildung 6 illustriert das Wachstum der Anzahl der Stellenanzeigen in diesen Berufen zwischen 2017 und 2022, wobei das Jahr 2017 zwecks besserer Vergleichbarkeit für alle Vergleichsregionen auf den Wert 100 normalisiert

wird. Die Analyse legt dar, dass die Nachfrage nach digitalen Zukunftsberufen seit 2017 zugenommen hat, am stärksten im Bereich Informatik. Jedoch zeigen sich auch deutliche regionale Disparitäten.

Abb. 6: Arbeitsnachfrage (Wachstum) in den vier digitalen Berufen (2017=100)



Quelle: Stellenanzeigendaten der Palturai GmbH/Finbot AG, eigene Berechnungen. Beschreibung der Grafik: Wachstum der Anzahl der Stellenanzeigen in den Metropolregionen. Das Ausgangsjahr 2017 ist für jede Metropolregion auf den Wert 100 normalisiert um unterschiedliche Entwicklungen in der Arbeitsnachfrage vergleichbarer zu machen.

Besonders stark fällt das Wachstum im Ruhrgebiet aus, wo sich die Arbeitsnachfrage nach Zukunftsberufen in allen betrachteten digitalen Berufen um mindestens 50 % erhöht hat. Ein Teil dieser Dynamik ist jedoch auch auf das vergleichsweise geringe Niveau der Arbeitsnachfrage im Ruhrgebiet zu Beginn der Beobachtungsperiode zurückzuführen, was mechanisch höhere Wachstumsraten zulässt (siehe Bachmann et al. 2024b). Berlin weist ähnlich hohe Wachstumsraten

auf, ausgenommen die Berufsgruppe „IT-Systemanalyse, IT-Anwendungsberatung und IT-Vertrieb“. Vor dem Hintergrund eines höheren Niveaus der Arbeitsnachfrage in dieser Millionenmetropole scheint Berlin somit die größte Dynamik hinsichtlich der Nachfrage nach Zukunftsberufen zu entfalten. Die anderen Metropolregionen – Hamburg, München und das Rheinland – weisen mit 20-30 % im Vergleich dazu ein moderateres Wachstum der Arbeitsnachfrage in digitalen Berufen auf. Insbesondere im Bereich Softwareentwicklung und Programmierung hat die Dynamik in diesen drei Regionen seit 2017 stagniert.

Die grundsätzlich positive Entwicklung der Arbeitsnachfrage in den Zukunftsberufen unterstreicht die zentrale Rolle, die digitale Berufe vor dem Hintergrund der fortschreitenden Digitalisierung haben. Um ein tieferes Verständnis der spezifischen Kompetenzanforderungen zu erlangen, die in diesen Berufen nachgefragt werden, wird im Folgenden das „digitale Profil“, also die Nachfrage nach digitalen Kompetenzen, innerhalb dieser Berufe beleuchtet.

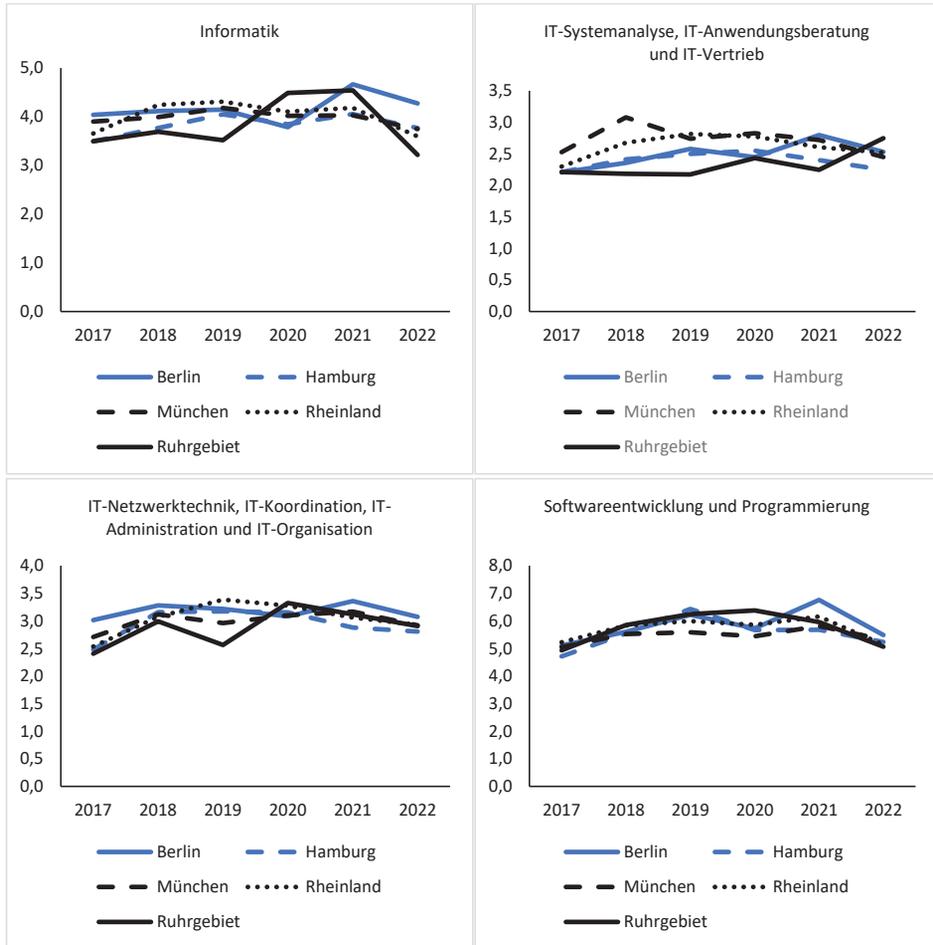
Abbildung 7 zeigt das digitale Profil in den vier digitalen Berufen für die Jahre 2017-2022 für die fünf Metropolregionen. Die Analyse zeigt, dass sich die digitalen Profile in den Metropolregionen nur unwesentlich voneinander unterscheiden. Das digitale Profil ist dabei im Bereich der Softwareentwicklung und Programmierung (durchschnittlich 5,6 digitale Kompetenzen pro Stellenanzeige) sowie der Informatik (vier digitale Kompetenzen) am stärksten ausgeprägt. Im Vergleich dazu werden durchschnittlich drei digitale Kompetenzen für die Berufsgruppe IT-Netzwerktechnik, IT-Koordination, IT-Administration und IT-Organisation bzw. 2,5 digitale Kompetenzen für die Berufsgruppe IT-Systemanalyse, IT-Anwendungsberatung und IT-Vertrieb in den Stellenanzeigen gefunden. Jedoch sind unterschiedliche Dynamiken im Zeitverlauf sichtbar.

Zwischen 2017-2019 zeigt sich ein Anstieg des digitalen Profils in allen digitalen Berufen. Über alle vier Berufe hinweg hat sich die Nachfrage nach digitalen Kompetenzen in dieser Zeit um knapp 12 % erhöht, wobei der Anstieg im Bereich Softwareentwicklung und Programmierung mit 19 % am stärksten ausgefallen ist.⁶ Zu Beginn der Corona-Pandemie weisen viele Regionen innerhalb der digitalen Zukunftsberufe ein kurzweilig höheres digitales Profil auf, womöglich bedingt durch einen pandemiebedingten Digitalisierungsschub (Gathmann et al. 2024). Im weiteren Verlauf zeigt sich jedoch eine stagnierende bzw. rückläufige Entwicklung der Nachfrage nach digitalen Kompetenzen. Im Vergleich zum Referenzjahr 2017 beträgt der Anstieg des digitalen Profils im Jahr 2022 nur noch 3,6 %.

⁶ Im Jahr 2017 wurden über alle vier digitalen Berufe und fünf Metropolregionen hinweg durchschnittlich 3,65 digitale Kompetenzen in einer Stellenanzeige gefunden. Im Jahr 2019 wurden bereits 4,11 digitale Kompetenzen gefunden, jedoch nur 3,8 digitale Kompetenzen im Jahr 2022. In der Softwareentwicklung und Programmierung wurden für das Jahr 2017 durchschnittlich fünf digitale Kompetenzen nachgefragt. Im Jahr 2019 waren es bereits rund sechs digitale Kompetenzen pro Stellenanzeige.

Somit ergibt sich zwar weiterhin eine positive Entwicklung des digitalen Profils in Zukunftsberufen, die jedoch seit 2021 merklich abgekühlt ist. Da diese kurzfristige, negative Entwicklung für alle Metropolregionen zu beobachten ist, liegt die Vermutung nahe, dass es sich hierbei ebenfalls um Corona-Effekte bzw. deren Nachwirkungen handelt.

Abb. 7: Digitales Profil in den vier digitalen Berufen

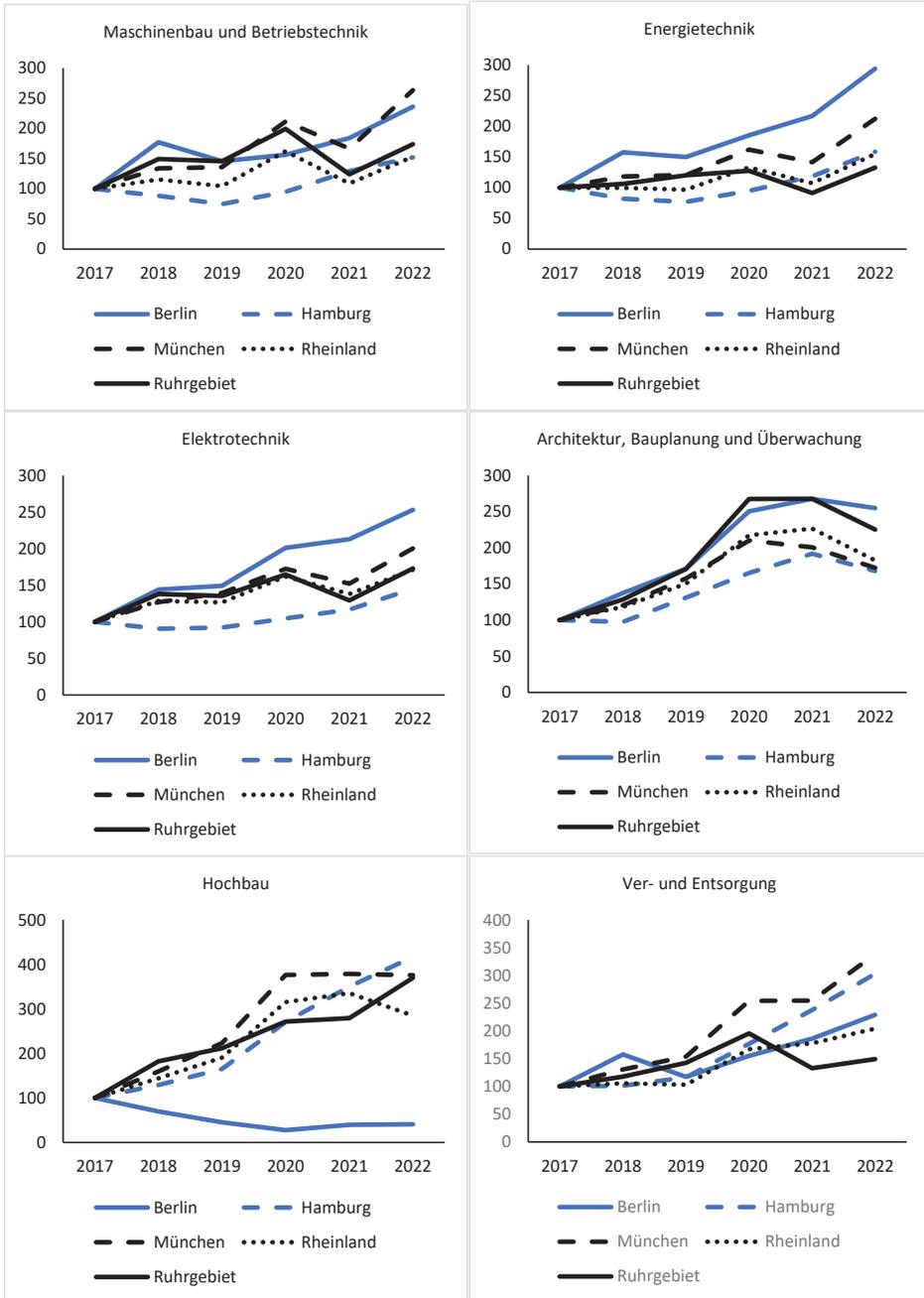


Quelle: Stellenanzeigen der Palturai GmbH/Finbot AG, eigene Berechnungen. Beschreibung der Grafik: Entwicklung der Digitalisierungs-Intensität der digitalen Berufe in den Metropolregionen.

5.2 Grüne Zukunftsberufe

Im nächsten Analyseschritt betrachten wir die Arbeitsnachfrage in den sechs grünen Berufen. Die Darstellung der Ergebnisse sowie deren Interpretation sind analog zur Diskussion der digitalen Berufe.

Abb. 8: Arbeitsnachfrage (Wachstum) in den sechs grünen Berufen (2017=100)



Quelle: Stellenanzeigendaten der Palturai GmbH/Finbot AG, eigene Berechnungen. Beschreibung der Grafik: Entwicklung der Arbeitsnachfrage in den sechs grünen Berufen.

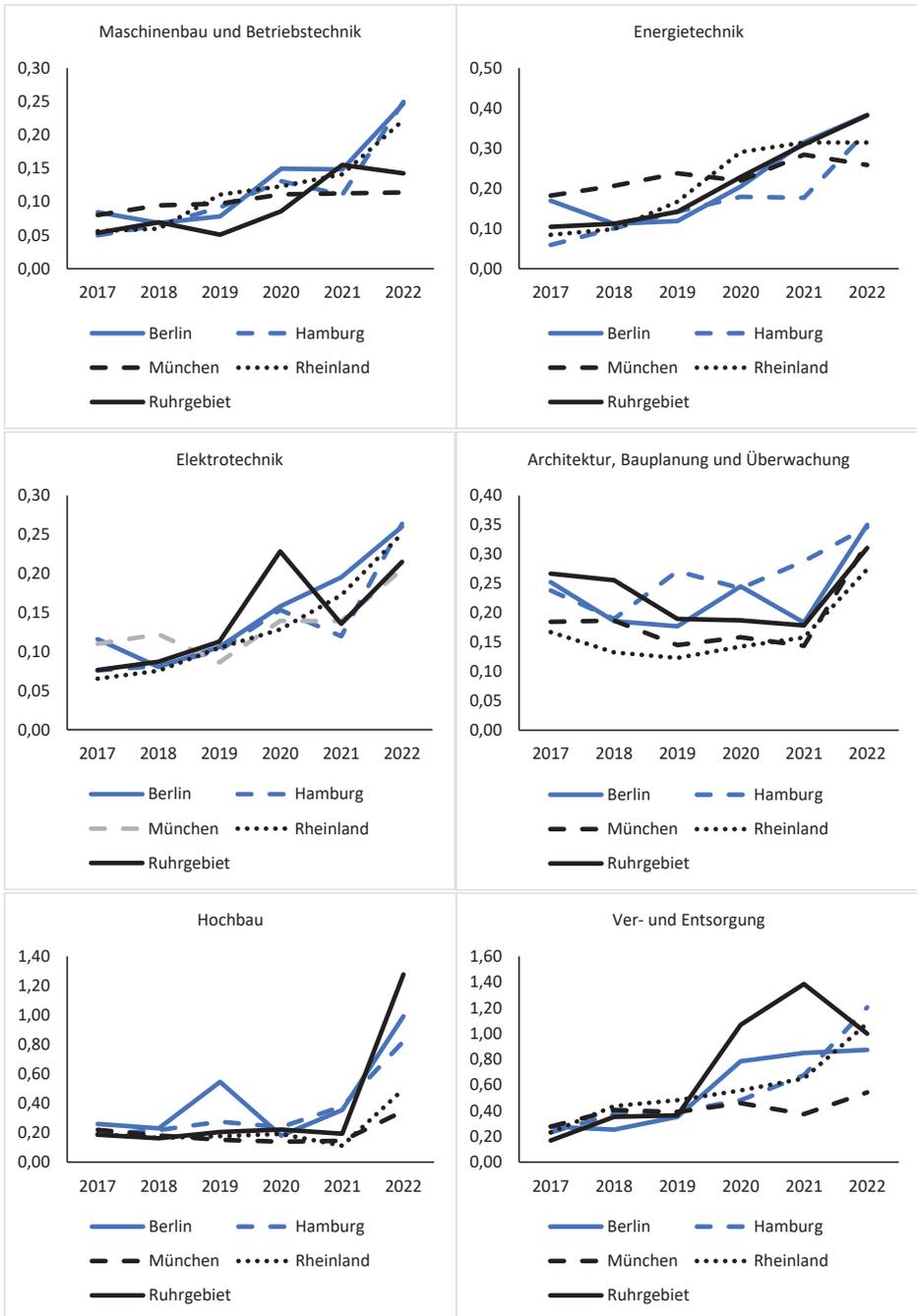
Auch für die sechs grünen Berufe illustriert Abbildung 8 einen rapiden Anstieg in der absoluten Arbeitsnachfrage, d.h. der ausgeschriebenen Stellen in diesen Berufen, zwischen 2017-2022. Insbesondere in den Berufsgruppen Ver- und Entsorgung sowie Architektur, Bauplanung und -überwachung finden wir mit einem prozentualen Anstieg von durchschnittlich 143 % bzw. 98 % einen hohen Anstieg der Arbeitsnachfrage. Zwar ist diese positive Entwicklung grundsätzlich für alle fünf Metropolregionen zu beobachten, jedoch bestehen auch durchaus bedeutende regionale Disparitäten. So ist der durchschnittliche Anstieg in der Arbeitsnachfrage nach grünen Berufen am stärksten in den Metropolregionen Berlin (105 %) und München (115 %) ausgeprägt, dagegen vergleichsweise moderat in Hamburg (67 %) und dem Rheinland (71 %).

Die grundsätzlich positive Entwicklung der Arbeitsnachfrage in den grünen Zukunftsberufen unterstreicht die zentrale Rolle, die diese Berufe vor dem Hintergrund der ökologischen Transformation haben. Um ein tieferes Verständnis der spezifischen Kompetenzanforderungen zu erlangen, die in diesen Berufen nachgefragt werden, wird im Folgenden das „grüne Profil“, also die Nachfrage nach grünen Kompetenzen, innerhalb dieser Berufe beleuchtet.

Abbildung 9 zeigt das grüne Profil in den sechs grünen Berufen für die Jahre 2017-2022 für die fünf Metropolregionen. Das grüne Profil ist dabei im Bereich der Ver- und Entsorgung (durchschnittlich 0,62 grüne Kompetenzen pro Stellenanzeige) am stärksten ausgeprägt. Dahinter folgen die Berufsgruppen Hochbau (0,35), Energietechnik (0,22) sowie Architektur, Bauplanung und Überwachung (0,22). In den Berufen Maschinenbau und Betriebstechnik (0,12) und Elektrotechnik (0,15) wiederum ist das grüne Profil im direkten Vergleich schwächer ausgeprägt.

Im Gegensatz zur Analyse der digitalen Kompetenzen, die überregional eine ähnliche Entwicklung aufgezeigt hat, ist die Entwicklung des grünen Profils über die Regionen hinweg deutlich heterogener. So finden wir für die Metropolregionen Hamburg, Rheinland und das Ruhrgebiet die durchschnittlich stärksten Anstiege hinsichtlich ihrer grünen Profile in der Größenordnung von 200 % (Ruhrgebiet) bis 300 % (Hamburg). Im Vergleich dazu ist der Anstieg des durchschnittlichen Profils in den grünen Zukunftsberufen in Berlin (100 %) und München (72 %) moderat. Diese Ergebnisse legen somit nahe, dass einige Regionen (Berlin, München) ihre Arbeitsnachfrage nach grünen Jobs primär über eine Erhöhung der Arbeitsnachfrage für grüne Berufe zeigen, wohingegen andere Regionen (Hamburg, Rheinland, Ruhrgebiet) eine Erhöhung der grünen Kompetenzen, d.h. des grünen Profils, innerhalb der Zukunftsberufe aufweisen. Dieser Kontrast weist auf unterschiedliche regionale Strategien zur Bewältigung der mit der ökologischen Transformation verbundenen Herausforderungen hin.

Abb. 9: Grünes Profil in den sechs grünen Berufen



Quelle: Stellenanzeigen der Palturai GmbH/Finbot AG, eigene Berechnungen. Beschreibung der Grafik: Entwicklung des grünen Profils der grünen Berufe in den Metropolregionen.

Zusammenfassend illustrieren die Ergebnisse eine wachsende Arbeitsnachfrage nach digitalen und grünen Zukunftsberufen - eine Beobachtung, die konsistent ist mit der zunehmenden Bedeutung der digitalen und ökologischen Transformation. Dabei zeigt sich eine vergleichbar positive Entwicklung in der Nachfrage nach digitalen Zukunftsberufen über alle Metropolregionen hinweg, wohingegen grüne Berufe ausgeprägte regionale Disparitäten in der Arbeitsnachfrage aufweisen. Diese Unterschiede in der Höhe der Arbeitsnachfrage deuten darauf hin, dass die Digitalisierung in Deutschland insgesamt weiter fortgeschritten ist als die ökologische Transformation. Zudem weist das Kompetenzprofil der digitalen Berufe eine regional gleichförmigere Entwicklung auf, was die breite Durchdringung digitaler Technologien unterstreicht. Im Gegensatz dazu erhöhen Firmen in einigen Regionen die Nachfrage nach grünen Berufen, während Firmen in anderen Regionen verstärkt grüne Kompetenzen in ihren Stellenanzeigen fordern. Somit verfolgen Regionen offenbar unterschiedliche Strategien zur Bewältigung der ökologischen Transformation.

6. Voraussichtliche Entwicklung des Arbeitsangebots

In diesem Abschnitt betrachten wir die voraussichtliche Entwicklung des Arbeitsangebots in den digitalen und grünen Zukunftsberufen unter Berücksichtigung regionaler Unterschiede. Ein besonderes Augenmerk liegt dabei auf MINT-Studiengängen und der Entwicklung von Ausbildungsplätzen, um aktuelle und zukünftige Trends im Arbeitsangebot zu identifizieren.

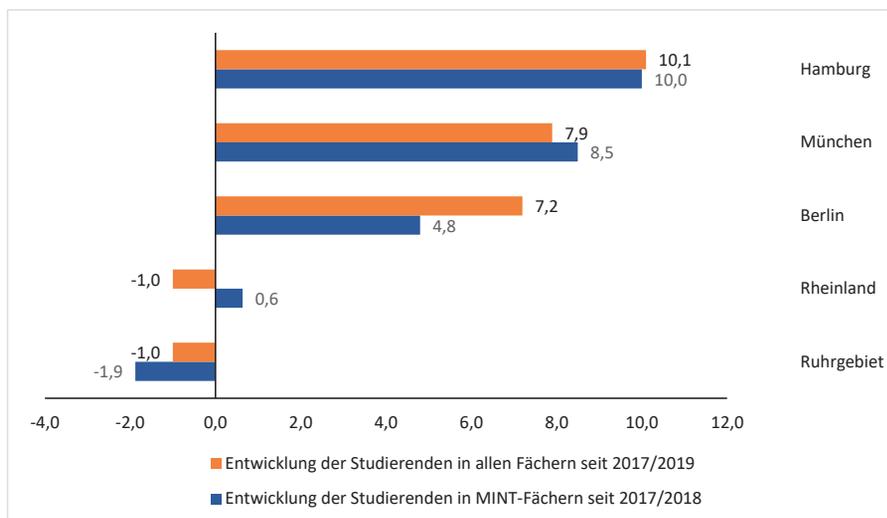
Die Qualifikations- und Berufsfeldprojektionen, die vom Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) und dem Bundesinstitut für berufliche Bildung (BIBB) erstellt werden, weisen auf einen weiteren Anstieg des Arbeitsangebots in digitalen Berufen bis 2030 hin (Zika et al. 2023). Anschließend wird das Arbeitsangebot aufgrund demographischer Veränderungen, insbesondere zunehmender Renteneintritte, zurückgehen (siehe Bachmann et al. 2024b). In vielen Zukunftsberufen wird das Arbeitsangebot im Jahr 2040 zwar nahezu der Nachfrage entsprechen. Bis dahin ist jedoch in vielen Fällen mit Fachkräfteengpässen zu rechnen (vgl. Abb. 72 in Bachmann et al. 2024b).

Eine wichtige Rolle für das Arbeitsangebot in den Zukunftsberufen spielt das Hochschulstudium. Hierbei weist das Wachstum der Studierendenzahlen zwischen dem Wintersemester 2017/2018 und dem Wintersemester 2021/2022, sowohl in den MINT-Studiengängen als auch über alle Studiengänge hinweg, auf starke regionale Disparitäten hin (Abb. 10). Einerseits beobachten wir mit 10,1 % das stärkste Wachstum der Anzahl der MINT-Studierenden in der Metropolregion Hamburg. Eine ähnlich positive Entwicklung ist in den Metropolregionen München (8,5 %) und Berlin (4,8 %) zu beobachten. Auffällig ist, dass München und, in deutlich geringerem Maße, das Rheinland die einzigen Metropolregion darstellen, in denen das Wachstum der Anzahl der MINT-Studierenden stärker ausfällt im Vergleich zu Studierenden aller Fächer. Andererseits finden wir einen Rückgang der MINT-

Studierendenzahlen um 1,9 % im Ruhrgebiet, der sogar im Vergleich zum generellen Rückgang der Studierendenzahlen im Ruhrgebiet fast doppelt so stark ausfällt. Auch in Berlin ist die Dynamik in MINT-Fächern schwächer ausgeprägt als in anderen Fächern, wenn auch weiterhin ein Wachstum zu verzeichnen ist.

Vor dem Hintergrund dieser Ergebnisse sind insbesondere die Metropolregionen Hamburg und München gut aufgestellt im Hinblick auf das potenzielle Angebot an zukünftigen MINT-Fachkräften. Die Metropolregion Berlin folgt mit einer moderateren Dynamik. Das Rheinland und insbesondere das Ruhrgebiet weisen jedoch tendenziell stagnierende bzw. rückläufige Trends auf, die hinsichtlich der zukünftigen Fachkräftesicherung problematisch erscheinen.

Abb. 11: Entwicklung der Anzahl der Studierenden in MINT-Studiengängen und in allen Studiengängen zwischen dem Wintersemester 2017/2018 und dem Wintersemester 2021/22 (in Prozent)



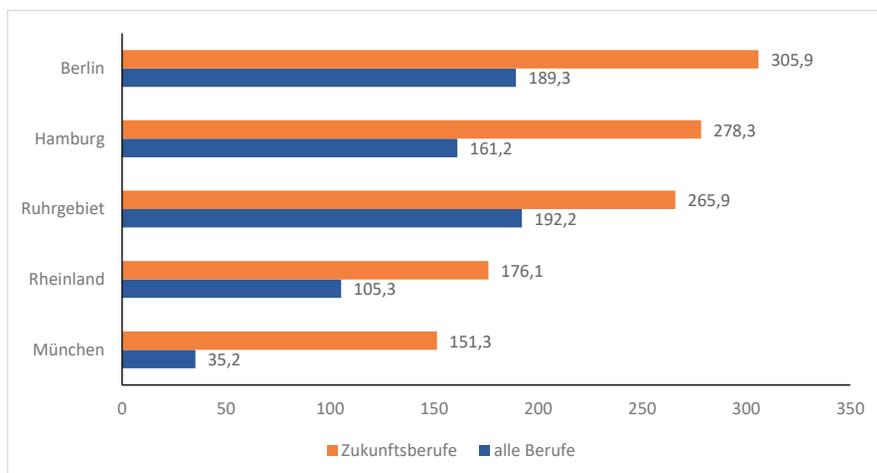
Quelle: Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2023), eigene Berechnungen.

Eine weitere wichtige Quelle für Fachkräfte ist die duale Ausbildung. Hier betrachten wir die Anzahl der unbesetzten Ausbildungsstellen, um potenzielle Probleme bei der Fachkräftesicherung für Berufe mit betrieblicher Ausbildung zu identifizieren. Die Anzahl der unbesetzten Ausbildungsstellen in den Zukunftsberufen ist in den letzten Jahren in allen Metropolregionen gestiegen, zudem wächst sie stärker als in anderen Berufen (Abb. 11). Die mit Abstand größten Steigerungen bei den unbesetzten Ausbildungsstellen gab es in der Metropolregion Berlin (+305,9 %), gefolgt von der Metropolregion Hamburg (+278,3 %) und der Metropole Ruhr (+265,9 %). Mit deutlichem Abstand dahinter – aber

dennoch mit einem starken Anstieg – folgen die Metropolregionen Rheinland (+176,1 %) und München (+151,3 %). Diese hohen Wachstumszahlen sind teilweise darauf zurückzuführen, dass die absolute Zahl der unbesetzten Ausbildungsstellen im Ausgangsjahr relativ gering ist.

Die steigende Zahl unbesetzter Ausbildungsstellen in Zukunftsberufen deutet auf die zunehmende Akademisierung dieser Berufe hin (Boelmann 2024). Die steigende Zahl an unbesetzten Ausbildungsstellen hat vermutlich negative Auswirkungen auf die zukünftige Fachkräftesicherung, da Auszubildende oftmals nach Ende der Ausbildung im ausbildenden Betrieb verbleiben (Hell et al. 2023).

Abb. 12: Veränderung der Zahl der unbesetzten Ausbildungsstellen in den zehn Zukunftsberufen und in allen Berufen, Ausbildungsjahr 2011/2012 – Ausbildungsjahr 2021/2022 (in Prozent)



Quelle: Statistik der Bundesagentur für Arbeit (2023), eigene Berechnungen.

7. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Der Artikel untersucht die Auswirkungen der digitalen und ökologischen Transformation auf den Fachkräftebedarf und -mangel in Zukunftsberufen. Hierzu werden zehn Berufe identifiziert, die angesichts dieser doppelten Transformation gute Zukunftschancen haben: vier „digitale“ Berufe und sechs „grüne“ Berufe. Dabei werden fünf Metropolregionen in Deutschland betrachtet, die einen hohen Anteil der Beschäftigung in Deutschland repräsentieren, und deren Entwicklung als ein guter vorlaufender Indikator für die gesamtdeutsche Entwicklung angesehen werden kann (ähnlich wie in

Bloom et al. 2024 für die USA). Die wichtigsten Ergebnisse der Studie hinsichtlich Beschäftigung und Arbeitsnachfrage lassen sich wie folgt zusammenfassen.

Bei der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung zeigt sich in allen Metropolregionen ein überdurchschnittliches Wachstum in den Zukunftsberufen, das regional jedoch unterschiedlich stark ausfällt. Zwar kann die steigende Arbeitsnachfrage in diesen Berufen zumindest teilweise abgedeckt werden. Da bis 2030 verstärkt ältere Generationen den Arbeitsmarkt verlassen werden und Prognosen erst für 2040 eine Annäherung des Arbeitsangebots und der -nachfrage erwarten lassen, ist für die kommenden Jahre aber mit verstärkten Fachkräftengpässen zu rechnen. In diesem Zusammenhang spielt das beobachtete starke Wachstum der Beschäftigung von Frauen sowie von Ausländer:innen eine besonders wichtige Rolle.

Hinsichtlich der digitalen Zukunftsberufe lässt sich festhalten, dass alle Metropolregionen ein starkes Wachstum der Höhe der Arbeitsnachfrage in den meisten digitalen Zukunftsberufen aufzeigen. Im Gegensatz dazu verzeichnen die Metropolregionen innerhalb dieser digitalen Zukunftsberufe geringere Zuwächse bei der Nachfrage nach digitalen Kompetenzen, eine Entwicklung, die seit der Corona-Pandemie zu beobachten ist und womöglich Nachwirkungen der Pandemie darstellt. Bei den grünen Zukunftsberufen ist ebenfalls ein generelles Wachstum der Arbeitsnachfrage zu verzeichnen. Jedoch weist die Arbeitsnachfrage in grünen Berufen stärkere regionale Disparitäten auf als in digitalen Zukunftsberufen. Während in einigen Regionen die Nachfrage nach grünen Berufen stark ansteigt, erhöhen Firmen in anderen Regionen stattdessen die Nachfrage nach grünen Kompetenzen in ihren Stellenanzeigen. Daher unterscheiden sich die Anpassungsmechanismen auf regionaler Ebene in Bezug auf die grüne Transformation offenbar erheblich stärker als bei der digitalen Transformation.

Im Hinblick auf das künftige Arbeitsangebot zeigt sich, dass die Zahl der MINT-Studierenden tendenziell wächst, jedoch oftmals nicht deutlich stärker als in anderen Studienfächern. In einigen Regionen ist aber auch eine stagnierende bzw. rückläufige Entwicklung zu beobachten, was negative Implikationen für das zukünftige Arbeitsangebot in Zukunftsberufen haben kann. Hingegen nimmt der Anteil der ausländischen Studierenden in den MINT-Studiengängen in allen Regionen stark zu. Bei den weiblichen MINT-Studierenden ist die Entwicklung ebenfalls positiv, wenn auch weniger dynamisch als bei den Ausländer:innen.

Im Bereich der betrieblichen Ausbildung in den Zukunftsberufen ist in den vergangenen Jahren in allen fünf Metropolregionen ein Anstieg der Zahl der unbesetzten Stellen zu beobachten, wobei sehr unterschiedliche Niveaus zu verzeichnen sind. Insgesamt zeigt sich eine unterschiedliche Entwicklung in den Bereichen Studium und betrieblicher Ausbildung, die auf eine zunehmende Akademisierung in den Zukunftsberufen hindeutet.

Aus den empirischen Ergebnissen ergeben sich Handlungsbedarfe und Politikimplikationen. Erstens besteht die Gefahr, dass das Beschäftigungswachstum in den Zukunftsberufen dadurch gebremst wird, dass das Arbeitsangebot sich schwächer entwickelt als die Arbeitsnachfrage. Diese Gefahr erscheint bei den digitalen Berufen und den Regionen Rheinland und Ruhrgebiet am größten, sowohl aufgrund einer vergleichsweise geringen Dynamik in der Anzahl der MINT-Studierenden als auch einer Erhöhung der unbesetzten Ausbildungsstellen. In diesen Bereichen sind somit weitere Maßnahmen zur Steigerung des Arbeitsangebots erforderlich, wobei insbesondere die Bildungspolitik im Hinblick auf eine zeitgemäße Vermittlung von Kompetenzen gefragt ist (Bachmann & Hertweck 2023).

Zweitens besteht bei der Arbeitsnachfrage in den digitalen und grünen Zukunftsberufen eine hohe Dynamik. Diese fällt in den digitalen Berufen regional recht homogen, bei der ökologischen Transformation recht heterogen aus, was auf unterschiedliche regionale Anpassungsprozesse schließen lässt. Drittens tragen Frauen und Migrant:innen deutlich zum Beschäftigungswachstum in den Zukunftsberufen bei. Dieser Beitrag kann durch geeignete Politikmaßnahmen noch erhöht werden. Hierzu zählen z.B. der weitere Ausbau der Kinderbetreuung und eine vereinfachte Anerkennung von im Ausland erworbenen beruflichen Qualifikationen (Achleitner et al. 2023). Viertens zeigen die vorliegenden Analysen generell sehr unterschiedliche regionale Entwicklungen, die unter anderem auf unterschiedliche Ausgangsvoraussetzungen und wirtschaftspolitische Rahmenbedingungen zurückzuführen sind, beispielsweise regionale Unterschiede in der Komposition von Wirtschaftszweigen und der Größe von Firmen. Diese Bestimmungsfaktoren sollten daher in Folgeforschung eingehender untersucht werden, um sicherzustellen, dass alle Regionen in Deutschland die ökologische Transformation des Arbeitsmarktes erfolgreich bewältigen können. Weiter untersucht werden sollte auch, inwiefern sich die Abschwächung der Nachfrage nach digitalen Kompetenzen seit Ende der Corona-Pandemie in den nächsten Jahren fortsetzt.

Danksagung

Der vorliegende Artikel basiert auf dem Projektbericht „Berufe der Zukunft im Ruhrgebiet“, der im Auftrag des Regionalverbands Ruhr durchgeführt wurde. Wir danken Julian Evans für die Zusammenarbeit im Rahmen des Projekts, Myrielle Gonschor für hilfreiche Kommentare, sowie Heike Ermert für wissenschaftliche Unterstützung.

Literatur

- Achleitner, A.-K., Kussel, G., Pavleka, S., Schmidt, C. M. (2023), Innovationssystem Deutschland: Die Fachkräftesicherung in Deutschland unterstützen, acatech STUDIE.
- Autor, D. H., F. Levy, R. J. Murnane (2003), The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Exploration, *The Quarterly Journal of Economics* 118 (4): 1279-1333.
- Autor, D. H., L. F. Katz, M. S. Kearney (2006), The Polarization of the U.S. Labor Market, *American Economic Review*, 96 (2): 189–194. DOI: 10.1257/000282806777212620.
- Arntz, M., S. Genz, T. Gregory, F. Lehmer, U. Zierahn-Weilage (2024), De-Routinization in the Fourth Industrial Revolution - Firm-Level Evidence, IZA DP No. 16740.
- Bachmann, R., M. Cim, C. Green (2019), Long-Run Patterns of Labour Market Polarization: Evidence from German Micro Data, *British Journal of Industrial Relations* 57 (2): 350-376.
- Bachmann, R., & Hertweck, F. (2023), The gender gap in digital literacy: a cohort analysis for Germany, *Applied Economics Letters*, 1-6
- Bachmann, R., M. Janser, F. Lehmer, C. Vonnahme (2024a), Disentangling the greening of the labour market: The role of changing occupations and worker flows. *Ruhr Economic Paper*, im Erscheinen.
- Bachmann, R., M. Gonschor, E. Storm, J. Evans (2024b), Berufe der Zukunft im Ruhrgebiet: Studie im Auftrag des Regionalverbands Ruhr. Endbericht, RWI - Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung. <https://hdl.handle.net/10419/296884>.
- Bloom, N, Kalyani, A., Carvalho, M., Hassan, T. A., Lerner, J., & Tahoun, A. (2024). The Diffusion of New Technologies. Working Paper 28999.
- Boelmann, B. (2024), Women's missing mobility and the gender gap in higher education: Evidence from Germany's university expansion, *ECONtribute Discussion Paper* No. 280.
- Bonin, H. und U. Rinne (2022), Die Zeitenwende erreicht den deutschen Arbeitsmarkt, *Wirtschaftsdienst*, 102(9), 665-668.
- Brunello, G., & P. Wruuck (2021), Skill shortages and skill mismatch: A review of the literature. *Journal of Economic Surveys* 35:1145–1167.
- Bundesagentur für Arbeit (2024a), Statistik/Arbeitsmarktberichterstattung, Berichte: Blickpunkt Arbeitsmarkt – Fachkräfteengpassanalyse 2023.
- Bundesagentur für Arbeit (2024b), Statistik/Zeitreihen zu Beschäftigung. Abgerufen am 15. August 2024.
- Cedefop (2023), Employment growth in high-tech occupations. <https://www.cedefop.europa.eu/en/tools/skills-intelligence/employment-growth-high-tech-occupations?year=2022-2035&country=DE#6>, abgerufen am 10.08.2023.
- Cedefop (2024). Untangling labour shortages in Europe: unmet skill demand or bad jobs? <http://data.europa.eu/doi/10.2801/023297>.
- Curtis, E. M., und I. Marinescu (2022), Green energy jobs in the US: What are they, and where are they? National Bureau of Economic Research Working Paper, No. 30332, Cambridge.
- Dauth, W., S. Findeisen, E. Moretti, J. Südekum (2022), Matching in Cities, *Journal of the European Economic Association* 20(4): 1478-1521.
- Dengler, K., B. Matthes und G. Wydra-Somaggio (2018), Digitalisierung in den Bundesländern: Regionale Branchen- und Berufsstrukturen prägen die Substituierbarkeitspotenziale. IAB-Kurzbericht 22/2018. Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung

ESCO (European Skills/Competences, qualifications, and Occupations) (2024), 'Classification of skills, competences, qualifications, and occupations'. Verfügbar unter: https://esco.ec.europa.eu/de/classification/skill_main#overlayspin. Abgerufen am 31. Januar 2024.

Europäische Kommission-Directorate-General for Research and Innovation (2023), Regional Innovation Scoreboard 2023 – Regional profiles Germany, European Commission. https://ec.europa.eu/assets/rtd/ris/2023/ec_rtd_ris-regional-profiles-germany.pdf.

Felten, E., M. Raj, R. Seamans (2023), Occupational Heterogeneity in Exposure to Generative AI, Social Science Research Network (SSRN) Working Paper.

Forsythe, E., L. B. Kahn, F. Lange, D. Wiczer (2020), Labor demand in the time of COVID-19: Evidence from vacancy postings and UI claims, *Journal of Public Economics*, 189, 104238.

Gathmann, C., Kagerl, C., Pohlen, L., Roth, D. (2024), The Pandemic Push: Digital technologies and workforce adjustments, *Labour Economics*, 89 (102541).

Goos, M., A. Manning, A. Salomons (2009), Job Polarization in Europe, *The American Economic Review*, Vol. 99, No. 2, Papers and Proceedings of the One Hundred Twenty-First Meeting of the American Economic Association, pp. 58-63.

Hell, S., Wydra-Somaggio, G. (2023), Duale Ausbildung im Handwerk: Der Anteil der jungen Menschen, die nach der Ausbildung im Ausbildungsbetrieb bleiben, steigt, *IAB-Forum*, 14. September 2023. <https://www.iab-forum.de/duale-ausbildung-im-handwerk-der-anteil-der-jungen-menschen-die-nach-der-ausbildung-im-ausbildungsbetrieb-bleiben-steigt/>, abgerufen am 9. August 2024.

IW, Institut der deutschen Wirtschaft (2023), Die IW-Arbeitsmarktfortschreibung, *IW-Report 8/2023*. Bearb.: Alexander Burstedde.

Janser, M. (2018), The greening of jobs in Germany: First evidence from a text mining based index and employment register data. IAB-Discussion Paper 14/2018. Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB), Nürnberg.

Lane, M. und M. Williams (2023), Defining and classifying AI in the workplace, *OECD Social, Employment and Migration Working Papers*, No. 290.

LinkedIn (2023), Workforce Report March 2023, United States. <https://economicgraph.linkedin.com/resources/linkedin-workforce-report-march-2023>, abgerufen am 10.08.2023.

RWI, CEIT, SV Wissenschaftsstatistik, ZEW (2022), Innovationsbericht Nordrhein-Westfalen. Projekt im Auftrag des Ministeriums für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen. Essen u.a.

Saussay, A., M. Sato, F. Vona (2023), Who's fit for the low-carbon transition? Emerging skills and wage gaps in job ad data. FEEM Working Paper No. 31.

Schmidt, C. (2023), Digitainability. Digitale Schlüsseltechnologien für ökologisch nachhaltiges Wirtschaften: Marktpotenziale und strategische Implikationen (acatech STUDIE), München.

Statistik der Bundesagentur für Arbeit (2023): Sonderauswertung im Auftrag des Regionalverbands Ruhr: Seit Beginn des Berichtsjahres gemeldete Bewerberinnen und Bewerber sowie gemeldete Berufsausbildungsstellen.

Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2023): Studierende nach Geschlecht, Nationalität und Fächergruppen - regionale Tiefe: Kreise und krfr. Städte. URL: <https://www.regionalstatistik.de/genesis/online?operation=table&code=21311-01-01-4&byypass=true&levelindex=1&levelid=1697449445630#abreadcrumb>, abgerufen am 22.08.2023.

Stops, M., Bächmann, A. C., Glassner, R., Janser, M., Matthes, B., Metzger, L. J. Metzger, C. Müller und J. Seitz (2021), Extracting skill requirements from job ads-the Machbarkeitsstudie Kompetenz-Kompass. IAB-Forschungsbericht 7/221. Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB), Nürnberg.

U.S. Bureau of Labor Statistics (2022), Occupational Outlook Handbook, Fastest Growing Occupation. <https://www.bls.gov/ooh/fastest-growing.htm>, abgerufen am 10.08.2023.

Webb, M. (2020), The Impact of Artificial Intelligence on the Labor Market, Social Science Research Network (SSRN) Working Paper.

Weber, E. (2024), Digitalisierung und Regulierung am Arbeitsmarkt. List Forum für Wirtschafts- und Finanzpolitik 50: 107–117.

World Economic Forum (2023), Future of Jobs Report. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2023.pdf, abgerufen am 10.08.2023.

Zika, G., M. Hummel, T. Maier, M. I. Wolter (2023), Das QuBe-Projekt: Modelle, Module, Methoden, IAB-Bibliothek 374.