



Projektbericht

RWI – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung

Berufe der Zukunft im Ruhrgebiet

Studie im Auftrag des Regionalverbands Ruhr

Endbericht

Mai 2024



Impressum

Herausgeber:

RWI – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung
Hohenzollernstraße 1-3 | 45128 Essen, Germany

Postanschrift:

Postfach 10 30 54 | 45030 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)

© RWI 2024

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

RWI Projektbericht

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

Berufe der Zukunft im Ruhrgebiet
Studie im Auftrag des Regionalverbands Ruhr
Endbericht
Mai 2024

Projektteam

RWI: Prof. Dr. Ronald Bachmann, Myrielle Gonschor und Dr. Eduard Storm
RVR: Julian Evans

Das Projektteam dankt Heike Ermert, Sarah Höne, Rachel Kühn, Marianne Kutzner und Alina Niemann für Unterstützung bei der Erstellung des Berichts.

Projektbericht

RWI – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung

Berufe der Zukunft im Ruhrgebiet

Studie im Auftrag des Regionalverbands Ruhr

Endbericht

Mai 2024

Inhalt

1	Einleitung	7
2	Methodik	9
2.1	Auswahl der Zukunftsberufe	9
2.2	Online-Stellenanzeigen: Datenbeschreibung und grundlegende Aufbereitung	14
2.3	Identifikation digitaler und grüner Profile	15
3	Analyse des Bestands	19
3.1	Entwicklung der Gesamtbeschäftigung in den Zukunftsberufen	19
3.2	Entwicklung der Beschäftigung in den zehn Zukunftsberufen	23
3.2.1	Digitale Berufe – Veränderungen der SV-Beschäftigung seit 2018	25
3.2.2	Grüne Berufe – Veränderungen der SV-Beschäftigung seit 2018	27
4	Analyse der Arbeitsnachfrage nach Zukunftsberufen	31
4.1	Entwicklung der Arbeitsnachfrage in den Zukunftsberufen	31
4.1.1	Digitale Berufe	31
4.1.2	Grüne Berufe	33
4.2	Digitales und grünes Profil: 2017-2022	37
4.2.1	Digitale Zukunftsberufe	37
4.2.2	Grüne Zukunftsberufe	43
4.3	Ranking	50
5	Akademische und berufliche Bildung	52
5.1	Akademische Bildung in MINT-Studiengängen	52
5.2	Entwicklung der Berufsausbildung in den zehn Zukunftsberufen	57
5.2.1	Entwicklung bei den Bewerber:innen	58
5.2.2	Entwicklung bei den Ausbildungsstellen	63
6	Prognostizierte Entwicklung der Zukunftsberufe	68
7	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	74
8	Literaturverzeichnis	77
9	Anhang A: Abbildungen und Tabellen	80
10	Anhang B: Technische Details zur Textanalyse	88

Verzeichnis der Tabellen

Tab. 1:	Gesamtranking	51
Tab. A 1:	Übersicht über Zuordnungen der Kreise und kreisfreien Städte auf Metropolregionen	81
Tab. A 2:	Detailliertes Ranking – Digitales Profil (Grüne Berufe)	82
Tab. A 3:	Detailliertes Ranking – Digitales Profil (Digitale Berufe)	83
Tab. A 4:	Detailliertes Ranking – Grünes Profil (Grüne Berufe)	84
Tab. A 5:	Detailliertes Ranking – Grünes Profil (Digitale Berufe)	85
Tab. A 6:	Detailliertes Ranking – KI-Profil (Grüne Berufe)	86
Tab. A 7:	Detailliertes Ranking – KI-Profil (Digitale Berufe)	87

Verzeichnis der Abbildungen

Abb. 1: Darstellung der Schlüsselbegriffe zu digitalen Kompetenzen 17

Abb. 2: Darstellung der Schlüsselbegriffe zu KI-Kompetenzen 17

Abb. 3: Darstellung der Schlüsselbegriffe zu grünen Kompetenzen 18

Abb. 4: Wachstum der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten insgesamt und
in allen Zukunftsberufen seit 2018 19

Abb. 5: Anteil der in Zukunftsberufen Beschäftigten an allen sozialversicherungspflichtig
Beschäftigten 20

Abb. 6: Wachstum der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in den Zukunftsberufen
mit akademischem Abschluss seit 2018 und deren Anteil an der gesamten
sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung in 2022 20

Abb. 7: Wachstum der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in den Zukunftsberufen
unter 25 Jahren seit 2018 und deren Anteil an der gesamten
sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung in 2022 20

Abb. 8: Wachstum der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten Ausländer:innen in den
Zukunftsberufen seit 2018 und deren Anteil an der gesamten
sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung in 2022 22

Abb. 9: Wachstum der sozialversicherungspflichtig beschäftigten Frauen in den
Zukunftsberufen seit 2018 und deren Anteil an der gesamten
sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung in 2022 22

Abb. 10: Verteilung der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten nach Beschäftigungsart
im Ruhrgebiet im Jahr 2022 23

Abb. 11: Veränderung der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung in den zehn
Zukunftsberufen seit 2018 24

Abb. 12: Veränderung der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung in der
Informatik seit 2018 25

Abb. 13: Veränderung der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung in IT-Netzwerktechnik,
IT-Koordination, IT-Administration und IT-Organisation seit 2018 26

Abb. 14: Veränderung der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung in
IT-Systemanalyse, IT-Anwendungsberatung und IT-Vertrieb seit 2018 26

Abb. 15: Veränderung der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung in
Softwareentwicklung und Programmierung seit 2018 27

Abb. 16: Veränderung der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung in Mechatronik
und Automatisierungstechnik seit 2018 28

Abb. 17: Veränderung der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung in der
Elektrotechnik seit 2018 28

Abb. 18: Veränderung der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung in der
Energietechnik seit 2018 29

Abb. 19: Veränderung der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung im
Hochbau seit 2018 29

Abb. 20: Veränderung der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung in Bauplanung,
Bauüberwachung und Architektur seit 2018 30

Abb. 21: Veränderung der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung in der Ver- und
Entsorgung seit 2018 30

Abb. 22: Arbeitsnachfrage in der Berufsgruppe Informatik 31

Abb. 23: Arbeitsnachfrage in der Berufsgruppe IT-Systemanalyse, IT-Anwendungsberatung
und IT-Vertrieb 32

Abb. 24: Arbeitsnachfrage in der Berufsgruppe IT-Netzwerktechnik, IT-Koordination, IT-Administration und IT-Organisation	32
Abb. 25: Arbeitsnachfrage in der Berufsgruppe Softwareentwicklung und Programmierung...	33
Abb. 26: Arbeitsnachfrage in der Berufsgruppe Maschinenbau und Betriebstechnik	34
Abb. 27: Arbeitsnachfrage in der Berufsgruppe Energietechnik	34
Abb. 28: Arbeitsnachfrage in der Berufsgruppe Elektrotechnik.....	35
Abb. 29: Arbeitsnachfrage in der Berufsgruppe Architektur, Bauplanung und Überwachung ..	35
Abb. 30: Arbeitsnachfrage in der Berufsgruppe Hochbau	36
Abb. 31: Arbeitsnachfrage in der Berufsgruppe Ver- und Entsorgung	36
Abb. 32: Digitales und grünes Profil in der Berufsgruppe Informatik.....	39
Abb. 33: Digitales und grünes Profil in der Berufsgruppe IT-Systemanalyse, IT-Anwendungsberatung und IT-Vertrieb	39
Abb. 34: Digitales und grünes Profil in der Berufsgruppe IT-Netzwerktechnik, IT-Koordination, IT-Administration und IT-Organisation	40
Abb. 35: Digitales und grünes Profil in der Berufsgruppe Softwareentwicklung und Programmierung.....	40
Abb. 36: KI-Profil in der Berufsgruppe Informatik	41
Abb. 37: KI-Profil in der Berufsgruppe IT-Systemanalyse, IT-Anwendungsberatung und IT-Vertrieb.....	41
Abb. 38: KI-Profil in der Berufsgruppe IT-Netzwerktechnik, IT-Koordination, IT-Administration und IT-Organisation	42
Abb. 39: KI-Profil in der Berufsgruppe Softwareentwicklung und Programmierung	42
Abb. 40: Digitales und grünes Profil in der Berufsgruppe Mechatronik und Automatisierungstechnik.....	44
Abb. 41: Digitales und grünes Profil in der Berufsgruppe Energietechnik.....	44
Abb. 42: Digitales und grünes Profil in der Berufsgruppe Elektrotechnik	45
Abb. 43: Digitales und grünes Profil in der Berufsgruppe Architektur, Bauplanung und Überwachung.....	45
Abb. 44: Digitales und grünes Profil in der Berufsgruppe Hochbau	46
Abb. 45: Digitales und grünes Profil in der Berufsgruppe Ver- und Entsorgung	46
Abb. 46: KI-Profil in der Berufsgruppe Mechatronik und Automatisierungstechnik.....	47
Abb. 47: KI-Profil in der Berufsgruppe Energietechnik	47
Abb. 48: KI-Profil in der Berufsgruppe Elektrotechnik.....	48
Abb. 49: KI-Profil in der Berufsgruppe Architektur, Bauplanung und Überwachung	48
Abb. 50: KI-Profil in der Berufsgruppe Hochbau	49
Abb. 51: KI-Profil in der Berufsgruppe Entsorgung	49
Abb. 52: Anzahl der Studierenden in MINT-Studiengängen im Wintersemester 2021/2022 ...	53
Abb. 53: Entwicklung der Anzahl der Studierenden in MINT-Studiengängen und in allen Studiengängen seit dem Wintersemester 2017/2018	53
Abb. 54: Anteil der Studierenden in MINT-Studiengängen an allen Studiengängen.....	54
Abb. 55: Entwicklung der ausländischen Studierenden in MINT-Studiengängen	55
Abb. 56: Anteil der ausländischen Studierenden in MINT-Studiengängen.....	56
Abb. 57: Entwicklung der weiblichen Studierenden in MINT-Studiengängen.....	56
Abb. 58: Anteil der weiblichen Studierenden in MINT-Studiengängen.....	57
Abb. 59: Anzahl der Bewerber:innen auf eine berufliche Ausbildung in allen zehn Zukunftsberufen	58
Abb. 60: Wachstum der Anzahl der Bewerber:innen in den zehn Zukunftsberufen und in allen Berufen, Ausbildungsjahr 2011/2012 – Ausbildungsjahr 2021/2022	59

Abb. 61: Anteil der Bewerber:innen in den Zukunftsberufen an den Bewerber:innen in allen Berufen	59
Abb. 62: Veränderung der Zahl der Bewerber:innen, Ausbildungsjahr 2011/2012 bis Ausbildungsjahr 2021/2022	61
Abb. 63: Anzahl der unversorgten Bewerber:innen in den zehn Zukunftsberufen	62
Abb. 64: Veränderung der Zahl der unversorgten Bewerber:innen in den zehn Zukunftsberufen und in allen Berufen, Ausbildungsjahr 2011/2012 – Ausbildungsjahr 2021/2022.....	63
Abb. 65: Anzahl der angebotenen Ausbildungsstellen in den zehn Zukunftsberufen	64
Abb. 66: Veränderung der Zahl der Stellen in den zehn Zukunftsberufen und in allen Berufen, Ausbildungsjahr 2011/2012 – Ausbildungsjahr 2021/2022.....	64
Abb. 67: Anteil der angebotenen Ausbildungsstellen in den Zukunftsberufen an den angebotenen Ausbildungsstellen in allen Berufen	65
Abb. 68: Veränderung der Zahl der Stellen, Ausbildungsjahr 2011/2012 – Ausbildungsjahr 2021/2022.....	66
Abb. 69: Anzahl der unbesetzten Ausbildungsstellen in den zehn Zukunftsberufen	67
Abb. 70: Veränderung der Zahl der unbesetzten Ausbildungsstellen in den zehn Zukunftsberufen und in allen Berufen, Ausbildungsjahr 2011/2012 – Ausbildungsjahr 2021/2022.....	67
Abb. 71: Entwicklung des Bedarfs in den Zukunftsberufen, Deutschland, 2015-2040.....	69
Abb. 72: Arbeitsangebot und Arbeitsnachfrage in Zukunftsberufen, Deutschland, 2015.....	70
Abb. 73: Arbeitsangebot und Arbeitsnachfrage in Zukunftsberufen, Deutschland, 2040.....	71
Abb. 74: Entwicklung des Arbeitskräftebedarfs in Berufshauptgruppen, NRW, 2015-2040	72
Abb. 75: Arbeitsangebot und Arbeitsnachfrage in Berufshauptgruppen, NRW, 2015	73
Abb. 76: Arbeitsangebot und Arbeitsnachfrage in Berufshauptgruppen, NRW, 2040	73
Abb. A 1: Übersicht über ESCO Taxonomie (Beispielkategorie: Nutzung digitaler Tools für Zusammenarbeit und Produktivität).....	80

1 Einleitung

Die deutsche Wirtschaft befindet sich in einem starken Wandel. Megatrends wie die Digitalisierung und die grüne Transformation führen zu strukturellen Veränderungen. Diese zeigen sich einerseits dadurch, dass bestimmte Branchen kleiner werden und an Bedeutung verlieren. Jedoch bietet der Wandel auch Chancen, da die genannten Entwicklungen auch die Nachfrage in bestimmten Branchen erhöhen.

Von diesen gesamtwirtschaftlichen Entwicklungen ist auch der Arbeitsmarkt stark betroffen. Dabei verändert sich die Arbeitsnachfrage durch Firmen sowohl durch Firmenschließungen und -neugründungen als auch durch Schrumpfen und Wachsen von Firmen. Dies hat wiederum einen Einfluss auf die Arbeitskräfte, die teilweise ihre Beschäftigung oder ihren Beruf wechseln oder neue Qualifizierungen erlangen müssen. Der jeweilige Beruf ist hierbei von entscheidender Bedeutung, da er in engem Zusammenhang mit den ausgeübten Tätigkeiten steht. Diese Tätigkeiten bestimmen letztlich, ob ein Beruf stärker oder weniger stark nachgefragt wird.

Das Ruhrgebiet steht angesichts dieser Veränderungen vor einer besonderen Herausforderung, da der seit längerem andauernde Strukturwandel noch nicht erfolgreich abgeschlossen ist (RWI et al., 2022). Eine zentrale Frage ist daher, ob die neuen Megatrends den seit längerem vorhandenen strukturellen Wandel im Ruhrgebiet weiter verstärken und inwiefern sich durch diese Trends neue Chancen für die Region ergeben.

Vor diesem Hintergrund verfolgt die Studie „Berufe der Zukunft im Ruhrgebiet“ das Ziel, fünf Forschungsfragen zu beantworten:

1. Welche Berufe haben angesichts des digitalen Wandels und der ökologischen Transformation der Wirtschaft gute Zukunftschancen?
2. Wie stark sind diese Zukunftsberufe bereits ausgeprägt?
3. Wie entwickelt sich bei den Zukunftsberufen die Höhe der Arbeitsnachfrage und inwiefern werden digitale und grüne Kompetenzen nachgefragt?
4. Welche Rolle spielen Studium und Ausbildung für das zu erwartende Arbeitsangebot in den Zukunftsberufen?
5. Welche Entwicklungen sind vor diesem Hintergrund für die Zukunft zu erwarten?

Bei der Beantwortung dieser Fragen wird eine vergleichende Perspektive eingenommen, wobei das Ruhrgebiet mit vier anderen Metropolregionen in Bezug gesetzt wird: Berlin, München, Hamburg und das Rheinland. Diese zählen zu den dynamischsten Wirtschaftsräumen Deutschlands und stellen daher für das Ruhrgebiet einen sinnvollen und ambitionierten Benchmark für eine Untersuchung der Zukunftsfähigkeit von Berufen dar.

Die vorliegende Studie beantwortet die genannten Forschungsfragen auf Grundlage einer breiten Datenbasis. Hierzu zählen amtliche Statistiken unter anderem der Bundesagentur für Arbeit zum Beschäftigungsstand und zum Ausbildungsgeschehen sowie online-Stellenanzeigen, die eine detaillierte Analyse der Arbeitsnachfrage auf regionaler und beruflicher Ebene ermöglichen.

Die Studie ist wie folgt gegliedert. Zunächst wird in Kapitel 2 auf die empirische Methodik eingegangen, insbesondere auf die Auswahl der Zukunftsberufe sowie die Analyse der online-Stellenanzeigen, die aufgrund der in Textform vorliegenden Informationen methodisch anspruchsvoll ist. Kapitel 3 liefert eine Analyse der Entwicklung des Beschäftigungsstands in den Zukunftsberufen. In Kapitel 4 wird auf Basis von Online-Stellenanzeigen die Arbeitsnachfrage untersucht. Hierbei wird sowohl die Höhe der Arbeitsnachfrage als auch die Intensität der Nachfrage nach digitalen und grünen Kompetenzen innerhalb der Zukunftsberufe analysiert. In Kapitel 5 wird die

Rolle des Bildungsbereichs für das zu erwartende Arbeitsangebot untersucht, wobei sowohl die Hochschulbildung als auch der Bereich der beruflichen Ausbildung betrachtet werden. Kapitel 6 liefert eine Abschätzung der zukünftigen Entwicklung der Zukunftsberufe, wobei auf die BIBB-Berufsfeldprojektionen zurückgegriffen wird. Das abschließende Kapitel 7 fasst die wichtigsten Ergebnisse zusammen und zieht Schlussfolgerungen.

2 Methodik

Im Folgenden wird die eingesetzte Methodik dargestellt. Dabei wird zunächst in Abschnitt 2.1 auf die Vorgehensweise bei der Auswahl der Zukunftsberufe eingegangen. In Abschnitt 2.2 wird die Datenquelle der Online-Stellenanzeigen erläutert, die die Basis für die Analysen der Arbeitsnachfrage in Abschnitt 4 darstellt. In Abschnitt 2.3 wird dargestellt, wie anhand der Stellenanzieldaten digitale und grüne Berufe identifiziert sowie deren genaues digitales und grünes Profil berechnet wird.

2.1 Auswahl der Zukunftsberufe

Die Auswahl der Zukunftsberufe, die in diesem Bericht näher untersucht werden, erfolgte anhand zweier Quellenarten: der wissenschaftlichen Literatur zu technologischem Wandel und ökologischer Transformation einerseits, und existierenden Analysen zur Zukunftsfähigkeit und zum Ranking von Berufen andererseits.

Die wissenschaftliche Literatur zu den Auswirkungen des technologischen Fortschritts – insbesondere Computerisierung und Digitalisierung – auf die Beschäftigung ist sehr umfangreich. Einer der wichtigsten Erklärungsansätze ist hierbei der „routine-biased technological change“. In einer der frühesten Studien untersuchen Autor et al. (2003) für die USA, welche Aufgaben von Computern erledigt werden und welche Interaktionseffekte mit Arbeitskräften entstehen. Sie kommen zu dem Schluss, dass Computer Arbeitskräfte einerseits in klar definierten, kognitiven und manuellen Tätigkeiten ersetzen, da diese durch Regeln (d.h. Routinen) festgelegt sind, die durch Computer ausgeführt werden können. Andererseits unterstützen Computer Arbeitskräfte beim Lösen komplexer Probleme und bei interaktiven, kommunikativen Tätigkeiten – die sogenannten Nicht-Routinetätigkeiten. Der erste Effekt führt dementsprechend zu Beschäftigungsverlusten, der zweite zu Beschäftigungsgewinnen. Welcher Effekt für eine Person bzw. eine Berufsgruppe überwiegt hängt letztlich von den ausgeführten Tätigkeiten ab: Beschäftigte, die überwiegend Routinetätigkeiten ausführen, laufen Gefahr, durch Computer ersetzt zu werden; Beschäftigte, die überwiegend kognitive Nicht-Routinetätigkeiten durchführen, profitieren eher von Computern, da ihre Produktivität steigt; und Beschäftigte, die überwiegend manuelle Nicht-Routinetätigkeiten durchführen, sind vom technologischen Wandel relativ wenig betroffen.

Nachfolgende Studien bestätigen diese Ergebnisse und liefern Details zur sogenannten „Arbeitsmarktpolarisierung“ (z.B. Autor et al., 2006; Goos et al. 2019; Bachmann et al., 2019). Dieses Phänomen beschreibt einen Rückgang der Beschäftigung im mittleren Teil der Lohnverteilung und ein Wachstum im oberen und unteren Teil der Lohnverteilung. Dies lässt sich darauf zurückführen, dass am oberen Teil der Lohnverteilung vor allem kognitive Nicht-Routinetätigkeiten und unteren Rand der Lohnverteilung manuelle Nicht-Routinetätigkeiten ausgeführt werden, in der Mitte der Lohnverteilung hingegen überwiegend Routinetätigkeiten. Entsprechend findet eine Verschiebung der Beschäftigung nach oben (zu kognitiven Nicht-Routinetätigkeiten) und unten (manuelle Nicht-Routinetätigkeiten) statt.

Ein Konzept, um die möglichen Beschäftigungsverluste durch Automatisierung und Digitalisierung abzuschätzen, ist die Automatisierungswahrscheinlichkeit, die von Frey und Osborne (2017) bekannt gemacht wurde. Die Autoren kamen für die USA zu dem Ergebnis, dass fast 50 Prozent der Beschäftigten einem hohen Automatisierungsrisiko ausgesetzt sind, wobei ein hohes Automatisierungsrisiko einer Wahrscheinlichkeit von größer als 70 Prozent entspricht. Eine Übertragung auf Deutschland erfolgte unter der Annahme, dass sich Kerntätigkeiten in Berufen in den USA und in Deutschland nicht unterscheiden. Ergebnis der Studie war, dass 42 Prozent der Beschäftigten in Deutschland in einem Beruf mit einem hohen Automatisierungsrisiko arbeiten und

Personen mit einem höheren Einkommen und höherer Bildung weniger stark betroffen sind (Bonin et al., 2015). Die genannten Ergebnisse beruhen auf der Annahme, dass Technologien ganze Berufe ersetzen, nicht Tätigkeiten innerhalb von Berufen, was unrealistisch erscheint. Daher führen Bonin et al. (2015) und Arntz et al. (2017) auch eine Schätzung der Automatisierungswahrscheinlichkeit durch, die auf Tätigkeiten statt auf Berufen basiert. Die Ergebnisse zeigen eine durchschnittliche Automatisierungswahrscheinlichkeit der Berufe in Deutschland von 12 Prozent und in den USA von 9 Prozent, also deutlich niedrigere Werte als die der berufsbasierten Schätzungen.

Ein verwandtes Konzept stellt das Substituierbarkeitspotenzial dar, das vom Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) entwickelt wurde. Es dient dazu, die spezifischen Tätigkeitsprofile der Berufe in Deutschland abbilden zu können und basiert auf berufskundlichen Informationen der Expertendatenbank BERUFENET der Bundesagentur für Arbeit (Dengler et al., 2014). Dengler und Matthes (2015) definieren das Substituierbarkeitspotenzial als den Anteil der Kerntätigkeiten in einem Beruf, der nach dem gegenwärtigen Stand der Technik durch den Einsatz von Computern und computergesteuerten Maschinen ersetzt werden kann. Einem Beruf wird eine hohe Substituierbarkeit zugeordnet, wenn mehr als 70 Prozent der Tätigkeiten von einem Computer erledigt werden können. Hierbei wird die Ersetzbarkeit dieser Berufe durch die Anteile an Routinetätigkeiten in den Berufen gemessen. Dengler und Matthes (2015) kommen für das Jahr 2013 zu dem Ergebnis, dass 15 Prozent der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Deutschland im Jahr 2013 einem sehr hohen Substituierbarkeitspotenzial ausgesetzt sind.

In einer aktuelleren Studie zeigt sich für den Zeitraum 2013-2016 ein Anstieg des Substituierbarkeitspotenzials für alle Berufsgruppen, der bei Berufen mit einfachen Tätigkeiten am stärksten ausfällt (Dengler und Matthes, 2018). Zudem zeigt sich, dass das Substituierbarkeitspotenzial mit steigendem Anforderungsniveau sinkt: im Jahr 2015 liegt es für Helferberufe bei 58 Prozent, für Fachkräfte bei 54 Prozent, für Spezialisten bei 40 Prozent, für Experten bei 24 Prozent. Insgesamt arbeiteten im Jahr 2015 etwa 25 Prozent der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Deutschland, d.h. 7,9 Millionen Personen, in einem Beruf mit einem hohen Substituierbarkeitspotenzial. Betrachtet man den Zeitraum zwischen 2013 und 2016, zeigt sich für Berufe mit hohem Substituierbarkeitspotenzial ein geringerer Beschäftigungszuwachs (bzw. sogar ein Rückgang) als für Berufe mit geringem Substituierbarkeitspotenzial (Dengler und Matthes, 2018).

Für die vorliegende Studie ist die existierende Evidenz aus der wissenschaftlichen Literatur zum Einfluss von Technologie auf die Beschäftigung in zweierlei Hinsicht relevant. Erstens zeigt sie, dass die von Beschäftigten ausgeübten Tätigkeiten für die Auswirkungen des technologischen Wandels entscheidend sind. Zweitens macht sie in diesem Zusammenhang deutlich, welche Berufstypen mehr und welche weniger zukunftssträftig sind: je niedriger der Routineanteil und je höher der Anteil an kognitiven nicht-Routinetätigkeiten, desto höher ist das Zukunftspotenzial eines Berufs.

Im Gegensatz zur wissenschaftlichen Literatur zu den Auswirkungen des technologischen Wandels auf die Beschäftigung gibt es bisher relativ wenige Studien zu den Auswirkungen der grünen Transformation bzw. der Dekarbonisierung auf die Beschäftigung. Die bisherige Evidenz konzentriert sich primär auf die USA. So analysieren Vona et al. (2018) mithilfe der Berufsdatenbank O*NET (vergleichbar mit BERUFENET für Deutschland), welche Kompetenzen jeweils in Berufen mit Green Skills erforderlich sind, wie sich diese Berufe über die Regionen der USA verteilen, und was dies für die Arbeitsmarkteffekte der ökologischen Transformation impliziert. Saussay et al. (2022) erweitern diese Analyse, indem sie die Nachfrage nach Green Skills und Brown Skills in Online-Stellenanzeigen für die USA untersuchen. Für Deutschland existieren diesbezüglich bisher

kaum Studien. Eine Ausnahme hiervon ist Janser (2019), der mithilfe der BERUFENET-Daten einen Index umweltschutzbezogener Kompetenzanforderungen erstellt. Die genannten Studien bilden die methodische Grundlage für die Identifikation und Analyse von grünen Berufen und der diesbezüglichen Kompetenzen.

Wir ergänzen die oben genannte, grundlegende Literatur mit Studien der vergangenen Jahre. Diese Ergänzung ist sinnvoll, weil die oben genannten Studien sich in der Regel mit sogenannten „Industrie 3.0-Technologien“ beschäftigen, also Technologien, die ab den 1980er Jahren im Zuge der dritten industriellen Revolution zunehmend an Bedeutung gewonnen haben. Hierzu zählen insbesondere Computer, Anwendungssoftware, Industrieroboter, etc. Wie oben beschrieben, haben diese Technologien zu einer Polarisierung der Beschäftigung geführt.

Die neueste Literatur beschäftigt sich verstärkt mit „4.0 Technologien“, also Technologien, die ab den 2010er-Jahren im Zuge der vierten industriellen Revolution („Industrie 4.0“) zunehmend an Bedeutung gewonnen haben. Hierzu zählen insbesondere Künstliche Intelligenz (KI), Cloudtechnologien sowie Technologien im Kontext von Autonomem Fahren. Neueste wissenschaftliche Studien legen nahe, dass 4.0 Technologien aufgrund höherer kognitiver Kapazitäten und Autonomie tendenziell andere Berufe betreffen werden als dies bei 3.0 Technologien der Fall war (Webb, 2020; Felten et al., 2021; 2023; Bloom et al., 2021; Gonschor & Storm, 2023). So zeigen Felten et al. (2023) für die USA beispielsweise, dass Generative KI-Technologien (wie Chat-GPT) verstärkt Tätigkeiten ausüben können, die in kreativen Berufen mit hoher Entlohnung und hohen Zugangsvoraussetzungen (bspw. Universitätsabschluss) wichtig sind, z. B. Lehrkräfte, Medien- und Marketingberufe, sowie juristische Berufe. Aufgrund der unterschiedlichen Wirkung von 3.0 und 4.0 Technologien auf Berufe ist die Berücksichtigung neuester Technologien für diese Studie somit essenziell. Neueste Studien für Deutschland zeigen auf, dass knapp 20% aller Firmen 4.0 Technologien nutzen (Genz et al., 2021), mit steigendem Trend, insbesondere seit der Corona-Pandemie (Gathmann et al., 2023). Somit legen aktuelle wissenschaftliche Studien nahe, dass 4.0 Technologien an Bedeutung gewinnen.

Neben der rein wissenschaftlichen Literatur wurde zur Identifikation der Zukunftsberufe auch auf vergleichbare Studien zurückgegriffen, die eher anwendungsorientiert sind und Berufe direkt hinsichtlich ihrer Zukunftsträchtigkeit analysieren und beschreiben. 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).

Diese Studien identifizieren grundlegende Trends auf Arbeitsmärkten vor dem Hintergrund globaler Megatrends. Die am stärksten berücksichtigten Megatrends sind insbesondere die Automatisierung, die Digitalisierung, der demographische Wandel, IT-Security & Cyberschutz, der Klimawandel, die Kreislaufwirtschaft sowie die Urbanisierung. Oftmals liegt der Fokus in diesen Studien auf der „Zukunft der Arbeit“, was in vielen Fällen auch die Identifikation von „Zukunftsjobs“ betrifft, also Berufen, die vermutlich von den oben genannten Megatrends profitieren werden. Diese Berufe 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). Zusammen betrachtet verwenden diese Studien eine Vielzahl von Datensätzen, um Zukunftsjobs zu beleuchten. Dies beinhaltet Befragungsdaten, öffentlich zugängliche Statistiken sowie, teils proprietäre, große Datensätze („Big Data“) wie beispielsweise von Stellenportalen (z. B. LinkedIn). Diese breite Datengrundlage liefert somit verschiedene Perspektiven und Einschätzungen zur Identifikation der Zukunftsjobs.

Zuletzt betrachten wir Prognosen über erwartete Fachkräfteengpässe einzelner Berufe, z. B. vom Institut der deutschen Wirtschaft (IW, 2023). Bei Berufen mit hohem erwartetem Fachkräfteengpass, beispielsweise Softwareentwicklung, wird per Definition prognostiziert, dass die Arbeitsnachfrage das Arbeitsangebot zukünftig deutlich übersteigen wird. Somit bietet dieser Indikator einen weiteren Anhaltspunkt für Berufe, die in den kommenden Jahren (überdurchschnittlich) stark nachgefragt sein werden.

Für die vorliegende Studie identifizieren wir zehn Zukunftsberufe, die möglichst alle oben genannten Megatrends abdecken und eine breite Bevölkerungsschicht abbilden. Von daher berücksichtigen wir neben Berufen, die in der Regel einen Hochschulabschluss voraussetzen, auch Berufe, für die eine betriebliche Ausbildung nötig ist. Zudem konzentrieren wir uns auf Berufe, für die in den kommenden fünf Jahren Fachkräfteengpässe erwartet werden, d.h. Berufe mit hoher erwarteter Arbeitsnachfrage (relativ zum Arbeitsangebot). Für die Operationalisierung der Berufsanalysen verwenden wir die Klassifikation der Berufe 2010 (KLdB 2010) auf 3-steller Ebene. Diese Klassifikation erlaubt uns einerseits, zwischen 144 breit angelegten Berufe unterscheiden zu können, andererseits genügend Fallzahlen für jeden Beruf zu haben, um aussagekräftige empirische Analysen durchzuführen. Das Ergebnis unserer oben beschriebenen Vorgehensweise führt zur Identifikation der folgenden zehn Zukunftsberufe:

1. Mechatronik und Automatisierungstechnik (KLdB 2010: 261)
2. Energietechnik (262)
3. Elektrotechnik (263)
4. Bauplanung und -überwachung, Architektur (311)
5. Hochbau (321)
6. Ver- und Entsorgung (343)
7. Informatik (431)
8. IT-Systemanalyse, IT-Anwendungsberatung und IT-Vertrieb (432)
9. IT-Netzwerktechnik, IT-Koordination, IT-Administration und IT-Organisation (433)
10. Softwareentwicklung und Programmierung (434)

Die Berufe 1. – 6. spielen eine wichtige Rolle für die ökologische Transformation der Wirtschaft, sind aber auch stark von Automatisierung, Urbanisierung und dem demographischen Wandel betroffen. Daher kategorisieren wir diese sechs Berufe als „grüne Berufe“. Die Berufe 7. – 10. stehen primär mit der Digitalisierung in Verbindung, können aber auch über Tätigkeiten in Verbindung mit grünen Technologien zur Dekarbonisierung beitragen. Daher kategorisieren wir diese vier Berufe in der nachfolgenden Analyse als „digitale Berufe“. Im Folgenden beschreiben wir konkrete Beispiele für die jeweiligen Beiträge der Berufe zu Digitalisierung und Dekarbonisierung genauer.¹

Im Bereich der Digitalisierung sind Mechatroniker und Automatisierungstechniker als Fachkräfte an der Schnittstelle zwischen Mechanik, Elektronik und Informatik tätig. Dabei leisten sie durch die Bedienung von rechnergesteuerten Anlagen einen wesentlichen Beitrag zur Integration digitaler Technologien in unterschiedlichsten Bereichen der industriellen und kommerziellen Infrastruktur. Diese beinhalten beispielsweise Gebäudeautomationssysteme, die für die Effizienz

¹ Grundsätzliche Informationen zur Tätigkeitsbeschreibung der Zukunftsberufe sind Berufsbeschreibungen der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder entnommen (Quelle: DeStatis 2023), sowie Berufsbeschreibungen der Bundesagentur für Arbeit, insbesondere des Online-Tools BERUFENET (Bundesagentur für Arbeit 2023). Die berufsspezifischen Schilderungen zu Beiträgen zur Digitalisierung und Dekarbonisierung basieren auf Informationen aus online-Stellenanzeigen. Die genannten Beispiele repräsentieren typische Jobbeschreibungen in Stellenanzeigen, in denen wir relevante Schlüsselwörter identifiziert haben.

moderner Infrastrukturen unerlässlich sind, oder auch die Steuerung von modernen Industrierobotern.

Ebenfalls wichtige Beiträge zur Digitalisierung liefern Fachkräfte aus der Energietechnik und Elektrotechnik. Diese Fachkräfte arbeiten unter Zuhilfenahme immer komplexerer Software mit verschiedensten Steuerungssystemen und elektronischen Anlagen, was den zunehmenden Dateneinsatz in Produktionsprozessen ermöglicht. So tragen beispielsweise Energietechniker:innen mit der Erstellung von datenreichen Simulationsmodellen und Tests für Elektrofahrzeuge zur Fortentwicklung der Automobilindustrie bei. Elektrotechniker, beispielsweise spezialisiert als CAD-Konstrukteure, sind wiederum unverzichtbar für die digitale Planung elektrischer Systeme. Parallel dazu leisten diese zwei Berufsgruppen einen entscheidenden Beitrag zur Dekarbonisierung. Die Fachleute in der Energietechnik und Elektrotechnik sind besonders in der Installation, Wartung und dem Service von Photovoltaikanlagen und Windenergieanlagen aktiv, was für die nachhaltige Energiegewinnung unverzichtbar ist.

In der Berufsgruppe Bauplanung und Architektur sind Beschäftigte mit der Planung, Organisation und Durchführung verschiedenster Baumaßnahmen beschäftigt. Diese Expertise ist entscheidend für die Nutzung von Sensoren und anderen fortgeschrittenen Technologien, die für die Digitalisierung urbaner Räume unerlässlich sind. Zudem liefert diese Berufsgruppe wertvolle Beiträge zu einer nachhaltigeren Stadtplanung, beispielsweise durch verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien sowie der Schaffung von Grünflächen.

Beschäftigte in der Berufsgruppe Hochbau unterstützen durch Ausführung und Qualitätskontrolle viele dieser Baumaßnahmen. Dabei leisten insbesondere Dachdecker und Monteure von Photovoltaikanlagen wesentliche Beiträge zur Dekarbonisierung, aber auch beispielsweise Betonsanierer, die sich mit Wärmedämmung beschäftigen und somit entscheidend für die Energieeffizienz in Alt- und Neubauten sind. Auch im Kontext der Digitalisierung gibt es vereinzelt spezialisierte Fachkräfte, die mit AutoCAD und ähnlichen digitalen Werkzeugen vertraut sind und diese Technologien für Bauplanungen und -ausführungen einsetzen.

Im Kontext der Dekarbonisierung sind die Beiträge von Fachkräften für Ver- und Entsorgung hervorzuheben. Angehörige dieser Berufsgruppe übernehmen wichtige Aufgaben in der Wasserversorgung, Rohrleitungsbau sowie Abfallwirtschaft. Somit sind diese Beschäftigten unverzichtbar für die Entwicklung und Umsetzung effizienter Recyclingprozesse und Kreislaufwirtschaftssysteme. Sie tragen maßgeblich dazu bei, die Abfallmengen zu reduzieren und die Wiederverwendung von Materialien zu maximieren. Darüber hinaus verwenden Spezialisten wie Ingenieure für Entsorgungstechnik oder Recycling verstärkt Sensortechnologien und intelligente Software zur Abfallerfassung und -analyse, was auch wichtige Beiträge zur Digitalisierung leistet.

Die IT-Berufe sind allesamt unentbehrlich für die digitale Transformation. Sie ermöglichen fortschrittliche Lösungen in der Datenanalyse, dem Datenmanagement, der Datensicherheit und der Entwicklung von Software. So sind beispielsweise Beschäftigte in der Informatik mit der vielseitigen Betreuung von Hard- und Softwarelösungen in vielen Anwendungsgebieten beschäftigt, unter anderem auch industrielle Anwendungen wie „Mensch-Roboter Kollaborationen“. Datenanalyse sowie Unterstützung von Kunden bei IT-Lösungen, wiederum, sind Kernbereiche der Berufsgruppe Systemanalyse, Anwendungsberatung und Vertrieb. In Berufen wie Netzwerktechnik, IT-Koordination und Administration sind Datenmanagement sowie IT-Security Kernkompetenzen vieler Beschäftigter. Diese Kompetenzen werden aufgrund der steigenden Bedeutung von „Big Data“ und der Vielzahl von Cyberattacken weiter an Bedeutung gewinnen. Der zunehmende Einsatz von Software in betrieblichen Produktionsprozessen erfordert zudem die stetige

Entwicklung komplexer Softwarelösungen, eine Kernkompetenz von Beschäftigten in der Softwareentwicklung und Programmierung.

Zudem leisten obige IT-Berufe durch die Entwicklung von Software und datengetriebenen Ansätzen zur Optimierung des Energiemanagements wertvolle Beiträge zur Dekarbonisierung. So kommen die Hard- und Softwarelösungen von Informatiker:innen der Optimierung von Produktionsprozessen zugute. Dieser Umstand wirkt sich somit positiv auf den Ressourcenverbrauch in der Produktion aus. Die datengetriebene Unterstützung bei IT-Lösungen durch Beschäftigte innerhalb von Netzwerktechnik, IT-Koordination und Administration sowie Systemanalyse, Anwendungsberatung und Vertrieb wiederum kann bei der Steigerung der Energieeffizienz helfen. Aufgrund der vielseitigen Anwendung von Software in grünen Technologien, beispielsweise im Rahmen der E-Mobilität, liefern Beschäftigte in der Softwareentwicklung und Programmierung ebenfalls wertvolle Beiträge zu einem geringeren Ressourcenverbrauch.

2.2 Online-Stellenanzeigen: Datenbeschreibung und grundlegende Aufbereitung

Online-Stellenangebote (online job vacancies – OJV) sind eine Schlüsseldatenquelle für die Studie. OJV-Daten werden aktuell in der Arbeitsmarktforschung ausgiebig genutzt, da sie eine hohe Aktualität aufweisen und da die hohe Anzahl an Beobachtungen es Forschenden ermöglicht, die Arbeitsnachfrage aus verschiedenen Blickwinkeln und in einem sehr hohen Detailgrad, z.B. nach Berufen und Regionen, zu untersuchen (Hershbein & Kahn, 2018; Deming & Kahn, 2018; Janser, 2018; Stops et al., 2021). Die in der vorliegenden Studie verwendeten OJV-Daten repräsentieren nahezu die Grundgesamtheit der Online-Stellenangebote von Unternehmen in Deutschland und decken derzeit den Zeitraum von Januar 2017 bis Dezember 2022 ab. Im Durchschnitt beobachten wir 4,5 Millionen Stellenangebote pro Jahr. Informationen über den Arbeitsort (auf Postleitzahl-Ebene) sowie weitere von uns vorgenommene Arbeitsschritte, insbesondere die Klassifizierung von Berufen (3-stellig, KldB 2010), erlauben somit Einblicke in die Arbeitsnachfrage, die konventionelle Daten (beispielsweise basierend auf Umfragen) nicht bieten können.

Der Zugang zu den verwendeten OJV-Daten wird durch eine Zusammenarbeit mit der Firma Finbot AG, einem IT-Unternehmen aus Meerbusch, Deutschland, ermöglicht. Finbot ist ein Tochterunternehmen der Palturai GmbH, ansässig in Hofheim, Hessen, und durchsucht täglich Unternehmenswebseiten, Stellenbörsen und andere Plattformen nach Stellenanzeigen. Durch dieses Vorgehen wird der eigene Datenbestand kontinuierlich aktualisiert. Anschließend führt Finbot grundlegende Datenbereinigungsverfahren durch, wie das Entfernen von Werbetexten und Duplikaten. Im Anschluss überführt das RWI die Textinformationen in übliche Klassifizierungen. Dies erfolgt insbesondere für Berufe, die in die Klassifizierung der Berufe (KldB 2010) überführt werden, und für in den Stellenanzeigen beschriebenen Anforderungen hinsichtlich Kompetenzen und auszuübenden Tätigkeiten, mit denen das grüne und digitale Profil von Stellenausschreibungen identifiziert werden kann (siehe Abschnitt 2.3). Von besonderer Bedeutung für die vorliegende Studie sind zudem die in den OJV-Daten enthaltenen Informationen zum Arbeitsort (auf Postleitzahl-Ebene), zur Branchenzugehörigkeit (5-stellige Ebene, WZ08) und zum Beruf (3-stellig, KldB 2010). In der vorliegenden Studie werden ausschließlich Ausschreibungen für reguläre Beschäftigungsverhältnisse betrachtet, insbesondere werden Stellenanzeigen von Zeitarbeitsunternehmen nicht in die Analysen aufgenommen.

Zur Erhöhung der Datenqualität werden verschiedene Validierungsverfahren durchgeführt. Dieser Schritt beinhaltet insbesondere manuelle Annotation. Hierbei wird eine Vielzahl von klassifizierten Stellenanzeigen darauf geprüft, ob die erfolgte Klassifizierung sinnvoll erscheint. Im Falle von Fehlklassifikationen wird die korrekte Klassifizierung in den Trainingsdatensatz überführt,

wodurch das für die Klassifizierung genutzte Machine-Learning-Modell lernt, zukünftig ähnliche Fehlklassifizierungen zu vermeiden. Anhang B enthält weitere technische Details der Datenaufbereitung.

2.3 Identifikation digitaler und grüner Profile

Mithilfe der berufsspezifischen Anzahl der Stellenanzeigen kann die Höhe der Arbeitsnachfrage in den zehn Zukunftsberufen für die ausgewählten Metropolregionen bestimmt werden (siehe Abschnitt 4.1). Zusätzlich können die Volltexte der Stellenanzeigen verwendet werden, um das digitale und grüne Profil der Zukunftsberufe zu bestimmen, d.h. es wird quantifiziert, wie „grün“ oder wie „digital“ die Arbeitsnachfrage in einem Zukunftsberuf ist. Die grundlegende Vorgehensweise hierbei ist, Schlüsselbegriffe zu identifizieren, die digitale und grüne Kompetenzen und Tätigkeiten erfassen. Im Anschluss wird in den OJV-Daten nach diesen Schlüsselbegriffen gesucht. Vereinfacht ausgedrückt weist ein Beruf letztlich ein „digitaleres“ oder ein „grüneres“ Profil auf, wenn mehr der entsprechenden Schlüsselbegriffe in den Stellenanzeigen für diesen Beruf gefunden werden.

Die grundlegende Vorgehensweise für die beiden Profile ist dieselbe. Da zur Generierung der Schlüsselbegriffe unterschiedliche Literatur- und Datenquellen genutzt werden, unterscheidet sich jedoch die spezifische Methodik zur Identifikation von digitalen und grünen Profilen. Die Arbeitsschritte zur Identifikation dieser beiden Profile werden daher im Folgenden getrennt dargestellt.

Zur Messung des **digitalen Profils** der Zukunftsjobs wird von der ESCO Skill Taxonomie ausgegangen, um eine für das vorliegende Projekt geeignete Taxonomie zu erstellen. ESCO (European Skills, Competences, Qualifications and Occupations) ist eine von der Europäischen Kommission aufgesetzte Datenbank, die Beschreibungen von berufsspezifischen Merkmalen bietet und regelmäßig aktualisiert wird. Im Folgenden wird dargestellt, wie wir anhand von ESCO digitale Kompetenzen und Tätigkeiten extrahieren, um das digitale Profil in den Stellenanzeigen zu beschreiben.

Schritt 1: Extraktion von Kompetenzen und Tätigkeitsbeschreibungen aus ESCO

Zunächst entnehmen wir der Datenbank Angaben zu Kompetenzen und Tätigkeitsbeschreibungen aus den zwei folgenden Kategorien:

- (i) Fähigkeiten: Arbeiten mit Computern (ESCO Gruppe S5)
- (ii) Kenntnisse: Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT, ESCO Gruppe K)

Abb. A 1 im Anhang veranschaulicht dies am Beispiel von Kompetenzen im Kontext der „Nutzung digitaler Tools für Zusammenarbeit und Produktivität“. Manche dieser Kompetenzen sind prägnant und können entsprechend einfach in Stellenanzeigen identifiziert werden. Eine prägnante Beschreibung von Kompetenzen und Tätigkeiten ist vorteilhaft, da damit verschiedene Formulierungen von Berufsmerkmalen besser identifiziert werden können. Dies wird am Beispiel der Tätigkeit „Organisationssoftware verwenden“ deutlich. Dieses Beispiel beschreibt eine konkrete Tätigkeit (etwas „verwenden“) in Verbindung mit einer digitalen Anwendung („Organisationssoftware“). Gleichzeitig ist diese Beschreibung hinreichend allgemein, sodass sie auf verschiedenste Anwendungsbereiche übertragbar ist.

Andere Beschreibungen wiederum sind vage oder sehr spezifisch. Diese Eigenschaften erschweren die Identifikation von Berufsmerkmalen in Stellenanzeigen. Dies wird am Beispiel der Tätigkeit „Computerplanung für Radiotherapie erstellen“ deutlich. Diese Beschreibung ist (zu) spezifisch und somit nicht auf Anwendungsbereiche außerhalb der Radiotherapie anwendbar. Somit

erhöht sich das Risiko, dass entsprechende Kompetenzen aufgrund leicht abgewandelter Form in den Stellenanzeigen nicht gefunden werden. Daher erfolgen im folgenden Schritt notwendige Anpassungen der ESCO-Taxonomie.

Schritt 2: Anpassungen der ESCO-Taxonomie

Um sehr spezifische und vage Berufsmerkmale für die weitere Analyse nutzbar zu machen, extrahieren wir zunächst die relevanten Tätigkeiten und Anwendungen aus den ESCO-Beschreibungen. In obigem Beispiel wird somit aus „Computerplanung für Radiotherapie erstellen“ das Schlüsselwort „Computerplanung erstellen“ gebildet. Somit ergibt sich wieder eine konkrete Tätigkeit (etwas „erstellen“) in Verbindung mit einer digitalen Anwendung („Computerplanung“). Für diesen Arbeitsschritt verwenden wir Open AI's Software ChatGPT 4.0, um die Anpassungen zu automatisieren. Des Weiteren ergänzen wir die ESCO-Taxonomie um Synonyme. So werden beispielsweise digitale Anwendungen wie „Organisationssoftware verwenden“ mitunter auch als „Organisationssoftware nutzen“ beschrieben. Auch bei diesem Arbeitsschritt ist ChatGPT hilfreich, diesmal allerdings als eine Art Synonymwörterbuch (Thesaurus). Dieser Anpassungsschritt der Taxonomie verbessert die Identifikation der digitalen Berufsmerkmale unter Berücksichtigung verschiedener Formulierungen in Stellenanzeigen. Für einige sehr breit anwendbare Kompetenzen, wie bspw. Programmiersprachen oder Statistikenntnisse, verwenden wir jeweils nur ein Schlüsselwort zur Identifikation von digitalen Kompetenzen.

Schritt 3: Erweiterung und Validierung der ESCO-Taxonomie

Ein wichtiger Schritt bei der Aufbereitung von Textdaten ist die Validierung der Texte, um die Qualität der Daten zu gewährleisten. Zu diesem Zweck validieren wir die angepasste Taxonomie durch manuelle Annotation, d.h. ein Teil der Stellenanzeigen wird manuell begutachtet.² Dabei wird geprüft, ob die Zuordnung von Stellenanzeigen zu Zukunftsberufen korrekt erfolgt. Mögliche Ursachen für eine falsche Zuordnung sind irreführende Schlüsselbegriffe oder in ESCO fehlende Schlüsselbegriffe. Daher werden entsprechende Schlüsselbegriffe eliminiert bzw. hinzugefügt.

Ein Kerninteresse gilt hier insbesondere Kompetenzen und Tätigkeiten in Verbindung mit Künstlicher Intelligenz. Das Interesse an KI-Kompetenzen ist insbesondere seit der Veröffentlichung von OpenAI's ChatGPT angestiegen, ist aber auch in der rapiden zunehmenden Einführung von KI-Technologien in deutschen Firmen begründet (Rammer, 2022; Schaller, 2023). Auch wenn ESCO regelmäßig aktualisiert wird, so ist die Taxonomie doch unvollständig, insbesondere bei neuartigen digitalen Technologien wie KI. Zu diesem Zweck erweitern wir die ESCO-Taxonomie um eine separate „KI-Taxonomie“. Diese KI-spezifischen Schlüsselwörter basieren im Wesentlichen auf der in Gonschor & Storm (2023) entwickelten KI-Taxonomie.³ Neben übergeordneten KI-Methoden wie „Natural Language Processing“ oder „Deep Learning“, enthält diese Taxonomie auch viele anwendungsbezogene Schlüsselwörter, z. B. im Kontext der Industrie 4.0 und E-Mobilität.

Nach Abschluss der drei beschriebenen Arbeitsschritte identifizieren wir mehr als 1.200 digitale Kompetenzen und Tätigkeiten. Davon sind 230 Schlüsselwörter KI-spezifisch. Abb. 1 illustriert die wichtigsten digitalen Kompetenzen, Abb. 2 die wichtigsten KI-Kompetenzen.

² Die manuelle Annotation kommt bei vergleichbaren Verfahren immer zum Einsatz, da eine rein computergestützte Anwendung von Konzepten und Taxonomien mithilfe von Machine-Learning-Methoden in der Regel zu relativ hohen Fehlerquoten führt.

³ Die von Gonschor & Storm (2023) entwickelte Taxonomie basiert wiederum in Teilen auf Schlüsselbegriffen der Literatur, insbesondere Bessen et al. (2021), Büchel & Mertens (2021) und Lightcast (2023).

Abb. 1: Darstellung der Schlüsselbegriffe zu digitalen Kompetenzen

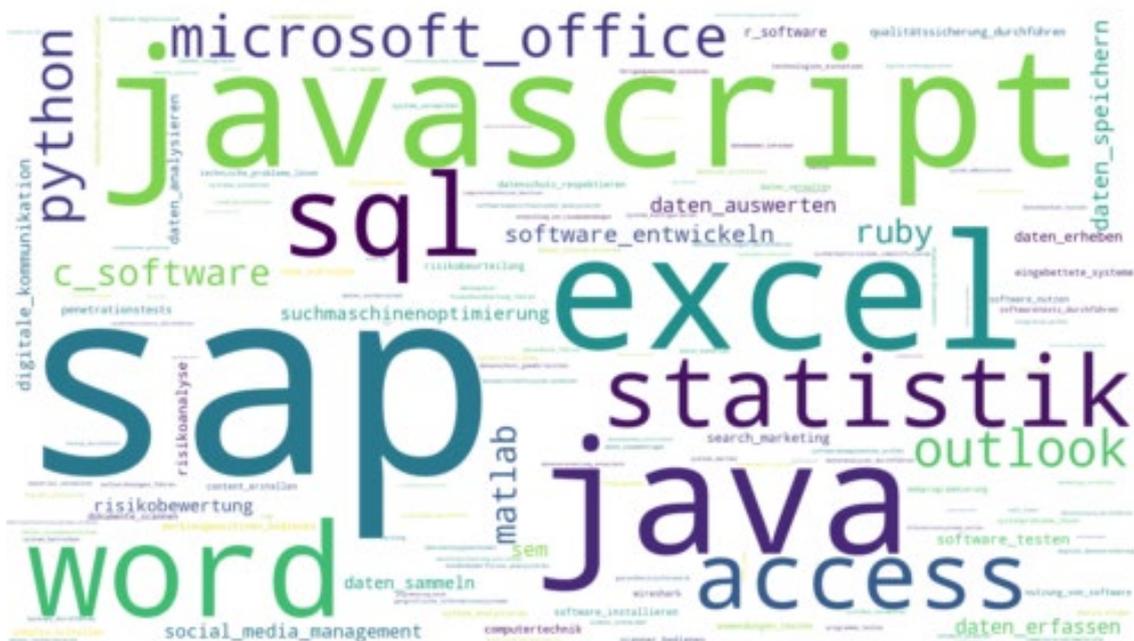


Abb. 2: Darstellung der Schlüsselbegriffe zu KI-Kompetenzen



Die Identifikation des **grünen Profils** der Zukunftsjobs basiert auf Erkenntnissen der wissenschaftlichen Literatur. Im Vergleich zu digitalen Kompetenzen haben sich bisher keine offiziellen Kategorisierungen von grünen Kompetenzen etabliert. Zudem sind grüne Kompetenzen deutlich schwieriger zu identifizieren. Dies liegt einerseits an mangelnden großflächigen Datenbanken wie ESCO. Andererseits ist das Interesse an grünen Kompetenzen noch vergleichsweise neu. Dementsprechend ist die wissenschaftliche Literatur noch sehr jung, kann aber für die vorliegende Studie als sinnvoller Ausgangspunkt dienen. Die Identifikation des grünen Profils erfolgt in drei Schritten.

3 Analyse des Bestands

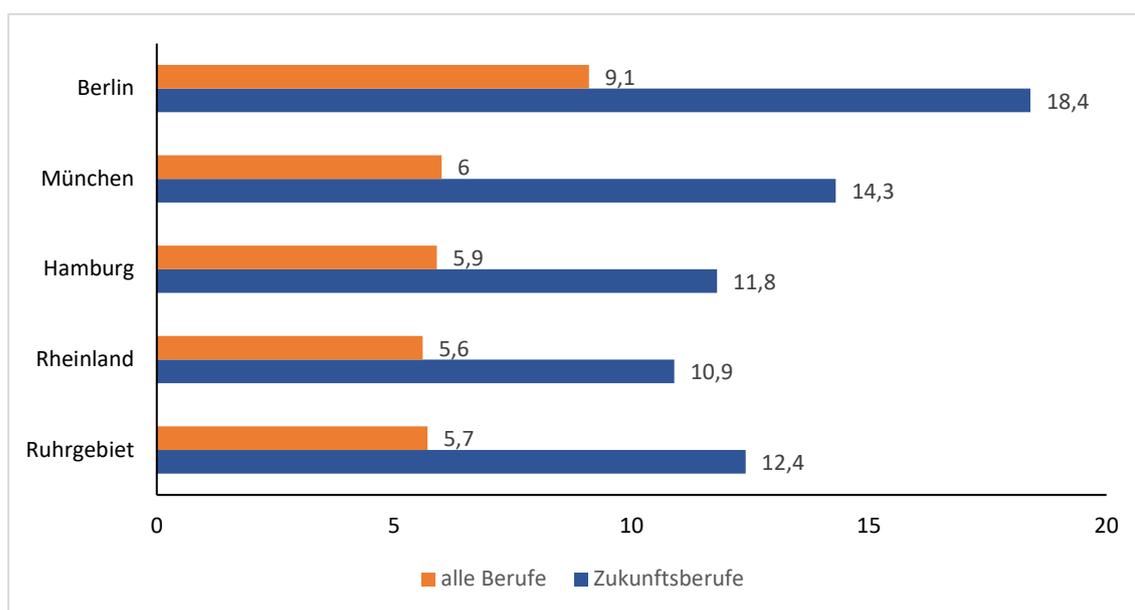
In diesem Abschnitt analysieren wir die Beschäftigungsentwicklung in den zehn identifizierten Zukunftsberufen. Neben der allgemeinen Beschäftigungsentwicklung wird ein Fokus auf die sozio-demografischen Merkmale gelegt. Aufgrund der verwendeten Datenquelle beziehen sich die Analysen ausschließlich auf sozialversicherungspflichtige Beschäftigungsverhältnisse.

3.1 Entwicklung der Gesamtbeschäftigung in den Zukunftsberufen

Betrachtet man die Entwicklung des relativen Wachstums der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten (SV-Beschäftigte) für alle zehn Zukunftsberufe zusammen, lässt sich konstatieren, dass es über alle fünf Vergleichsregionen hinweg ein überproportionales Wachstum im Vergleich zur Entwicklung der gesamten SV-Beschäftigung gegeben hat. Das relative Wachstum der SV-Beschäftigung in den zehn Zukunftsberufen war in etwa doppelt so hoch wie das Wachstum der SV-Beschäftigung insgesamt (Abb. 4). Die Zukunftsberufe kennzeichnet also insgesamt eine hohe Dynamik.

In der Metropole Ruhr fällt das Wachstum der gesamten SV-Beschäftigung seit 2018 mit 5,7 Prozent zwar am geringsten aus, betrachtet man jedoch die Zukunftsberufe, liegt man mit einem Wachstum von 12,4 Prozent vor dem Rheinland und der Metropolregion Hamburg im Mittelfeld.

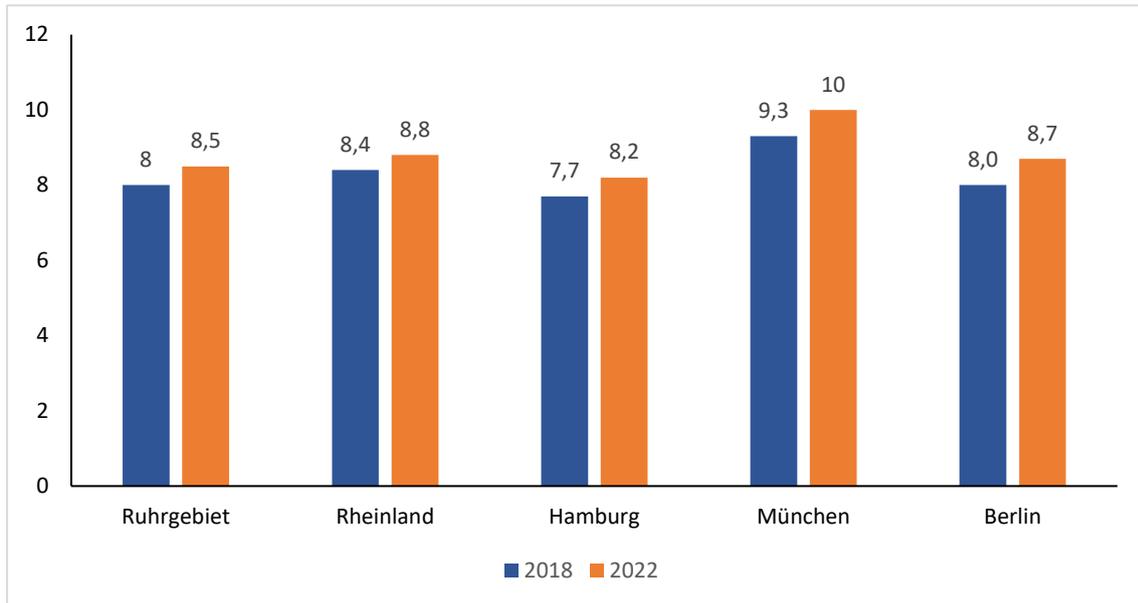
Abb. 4: Wachstum der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten insgesamt und in allen Zukunftsberufen seit 2018 in Prozent



Quelle: Bundesagentur für Arbeit, eigene Berechnungen.

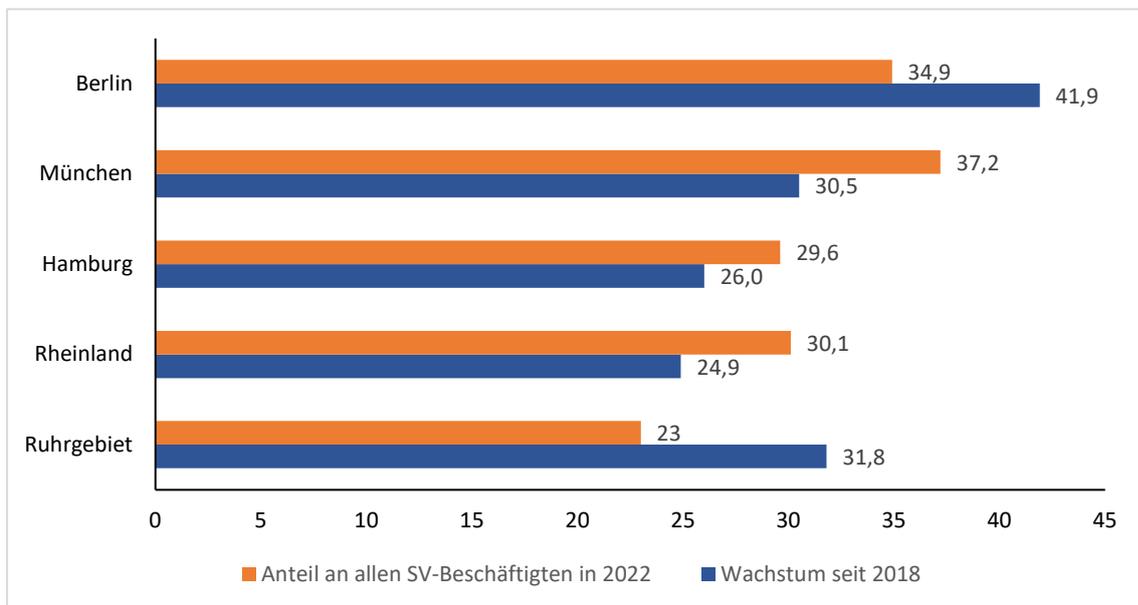
Der Anteil der in den Zukunftsberufen SV-Beschäftigten an allen SV-Beschäftigten fällt in den untersuchten Regionen relativ ähnlich aus. Dies gilt auch für die Entwicklung seit 2018. So arbeitete im Jahr 2022 in der Metropole Ruhr mehr als jede:r 12. SV-Beschäftigte in einem Zukunftsberuf (Abb. 5).

Abb. 5: Anteil der in Zukunftsberufen Beschäftigten an allen sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Prozent



Quelle: Bundesagentur für Arbeit, eigene Berechnungen.

Abb. 6: Wachstum der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in den Zukunftsberufen mit akademischem Abschluss seit 2018 und deren Anteil an der gesamten sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung in 2022 in Prozent



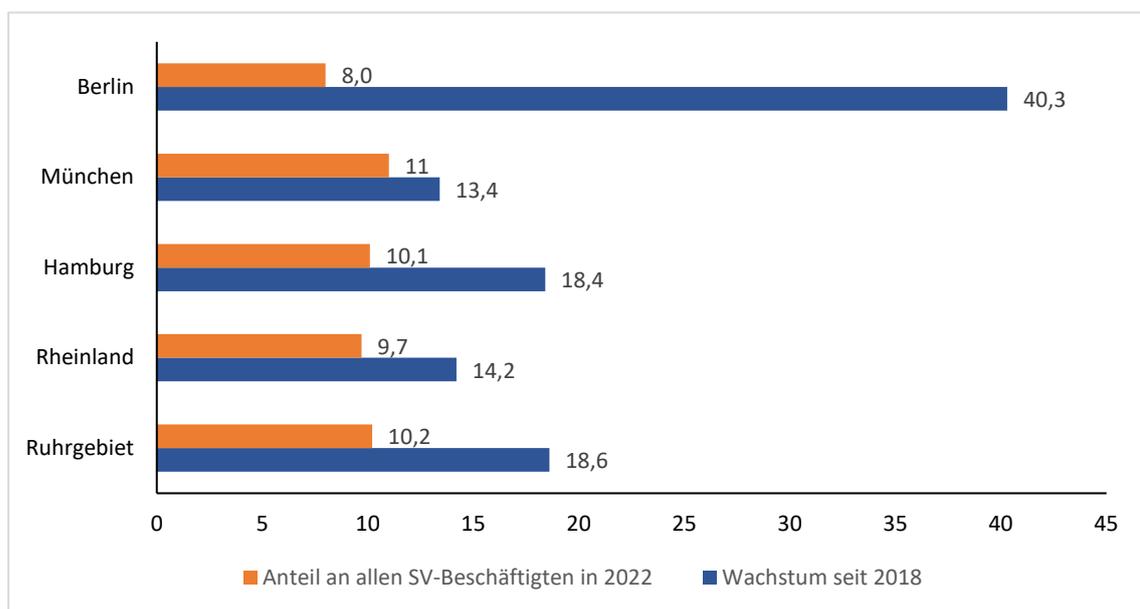
Quelle: Bundesagentur für Arbeit, eigene Berechnungen.

Bei den SV-Beschäftigten mit einem akademischen Abschluss steht das Ruhrgebiet beim relativen Wachstum seit 2018 gemeinsam mit der Metropolregion München an zweiter Stelle (Abb. 6). Lediglich die Metropolregion Berlin-Brandenburg weist ein größeres Wachstum auf. Nimmt man den Anteil der akademisch Qualifizierten an allen in den Zukunftsberufen Beschäftigten hinzu, kommt hier zum Tragen, dass sich das Ruhrgebiet derzeit in einem Aufholprozess befindet

und mit 23 Prozent einen deutlich geringeren Anteil von Akademiker:innen verzeichnet als die übrigen Vergleichsregionen. Ein allgemeiner Trend zur Akademisierung ist jedoch in allen fünf Regionen erkennbar.

Mit Blick auf die SV-Beschäftigten unter 25 Jahren steht das Ruhrgebiet beim relativen Wachstum seit 2018 ebenfalls an zweiter Stelle (Abb. 7). Lediglich die Metropolregion Berlin-Brandenburg weist ein größeres Wachstum auf. Auch beim Anteil der unter 25-jährigen an allen in den Zukunftsberufen Beschäftigten liegt das Ruhrgebiet mit 10,2 Prozent an zweiter Stelle.

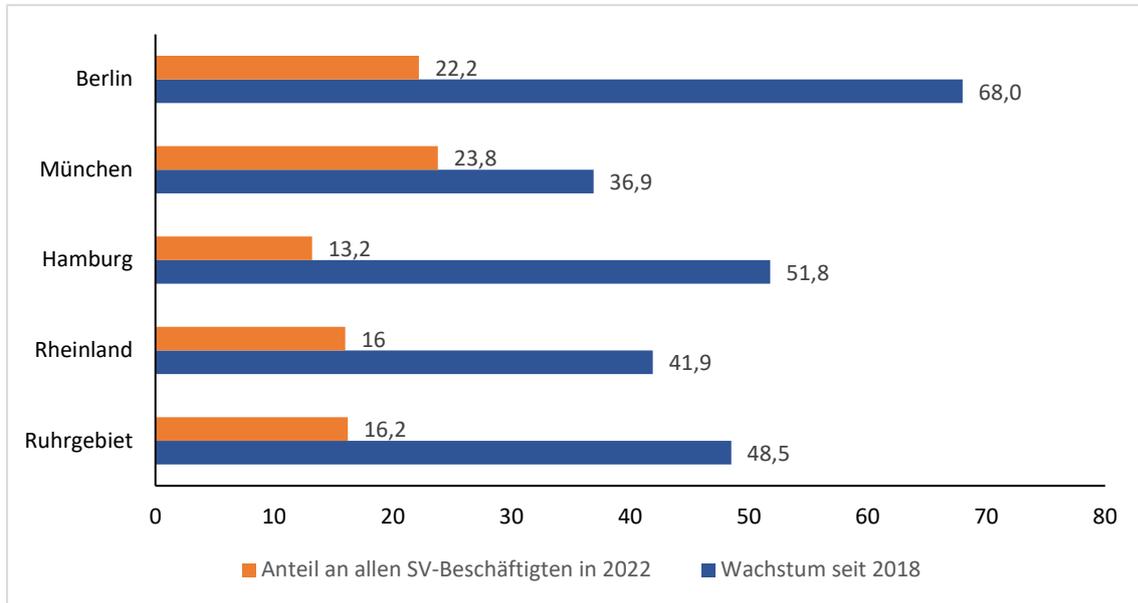
Abb. 7: Wachstum der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in den Zukunftsberufen unter 25 Jahren seit 2018 und deren Anteil an der gesamten sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung in 2022 in Prozent



Quelle: Bundesagentur für Arbeit, eigene Berechnungen.

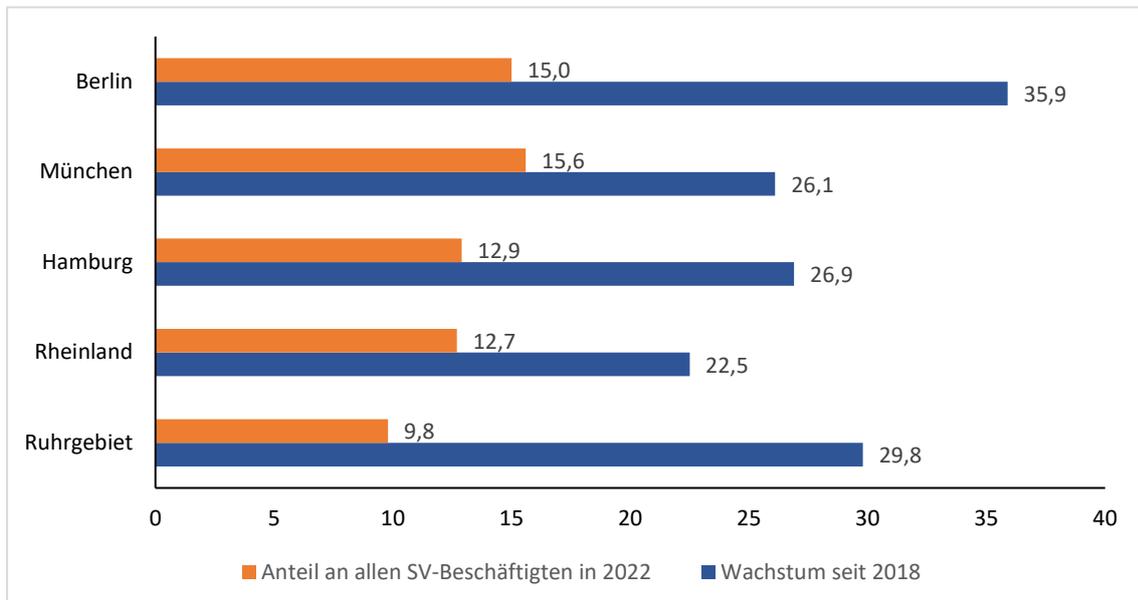
Mit Blick auf die SV-beschäftigten Ausländer:innen, d.h. Personen mit einer ausländischen Nationalität, ist eine klare Entwicklung erkennbar: in allen untersuchten Regionen nimmt die Zahl der SV-Beschäftigten Ausländer:innen stark zu (Abb. 8). Sowohl beim Anteil der Ausländer:innen (16,2 Prozent) als auch beim prozentualen Wachstum (48,5 Prozent) der Beschäftigtenzahlen liegt das Ruhrgebiet im Mittelfeld.

Abb. 8: Wachstum der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten 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.

Abb. 9: Wachstum der sozialversicherungspflichtig beschäftigten Frauen in den Zukunftsberufen seit 2018 und deren Anteil an der gesamten sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung in 2022 in Prozent



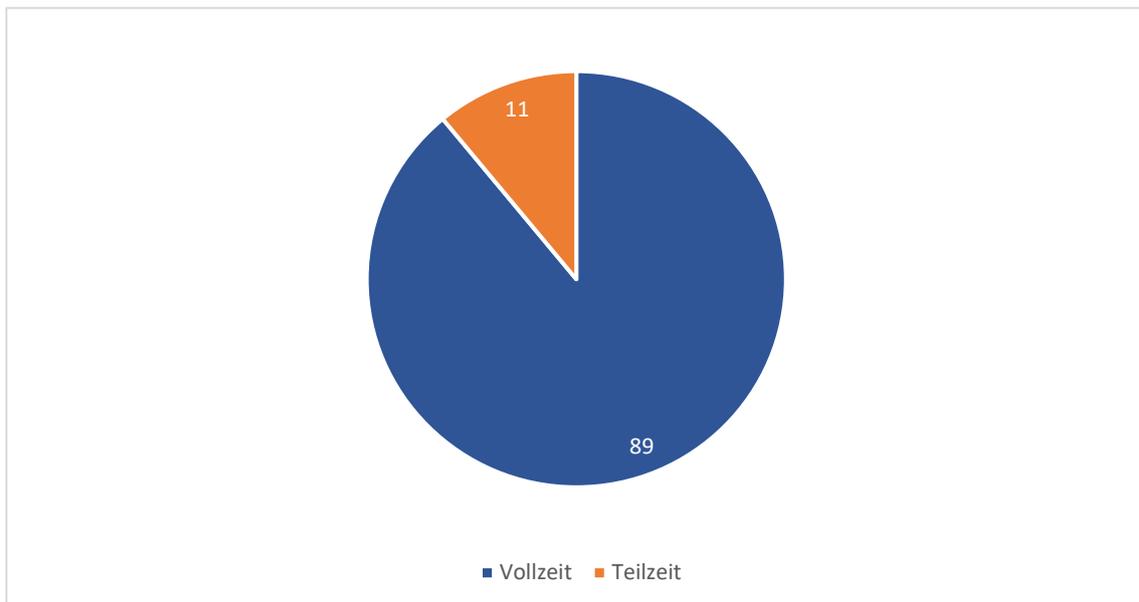
Quelle: Bundesagentur für Arbeit, eigene Berechnungen.

Bei den SV-beschäftigten Frauen steht das Ruhrgebiet beim relativen Wachstum seit 2018 an zweiter Stelle (Abb. 9). Lediglich die Metropolregion Berlin-Brandenburg weist ein größeres Wachstum auf. Nimmt man den Anteil der Frauen an allen in den Zukunftsberufen Beschäftigten hinzu, kommt hier zum Tragen, dass sich das Ruhrgebiet – analog zu den akademisch Qualifizierten – derzeit in einem Aufholprozess befindet und mit lediglich 9,8 Prozent den im regionalen

Vergleich mit Abstand geringsten Frauenanteil verzeichnet. Auch der Vergleich zum Frauenanteil in der gesamten Beschäftigung verdeutlicht nicht genutzte Potentiale. Für das Ruhrgebiet liegt dieser Anteil im Jahr 2022 bei 46,1 Prozent, also wesentlich höher als in den Zukunftsberufen. Ein allgemeiner Trend ist jedoch in allen fünf Regionen erkennbar: Die Zukunftsberufe sind zwar noch stark von Männern dominiert, werden aber tendenziell weiblicher.

Betrachtet man die Art der Beschäftigung (Abb. 10), ist eine klare Verteilung erkennbar: 9 von 10 SV-Beschäftigten in den Zukunftsberufen arbeiten in Vollzeit. In diesem Punkt unterscheiden sich die Metropolregionen kaum voneinander. Interessant ist hier jedoch der Vergleich der Verteilung von Vollzeit und Teilzeit bei allen Berufsgruppen. Hier liegt der Anteil der Vollzeitbeschäftigten lediglich bei 70 Prozent. Hier scheint eine Korrelation zwischen dem Frauenanteil und der Vollzeitquote plausibel.

Abb. 10: Verteilung der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten nach Beschäftigungsart im Ruhrgebiet im Jahr 2022 in Prozent

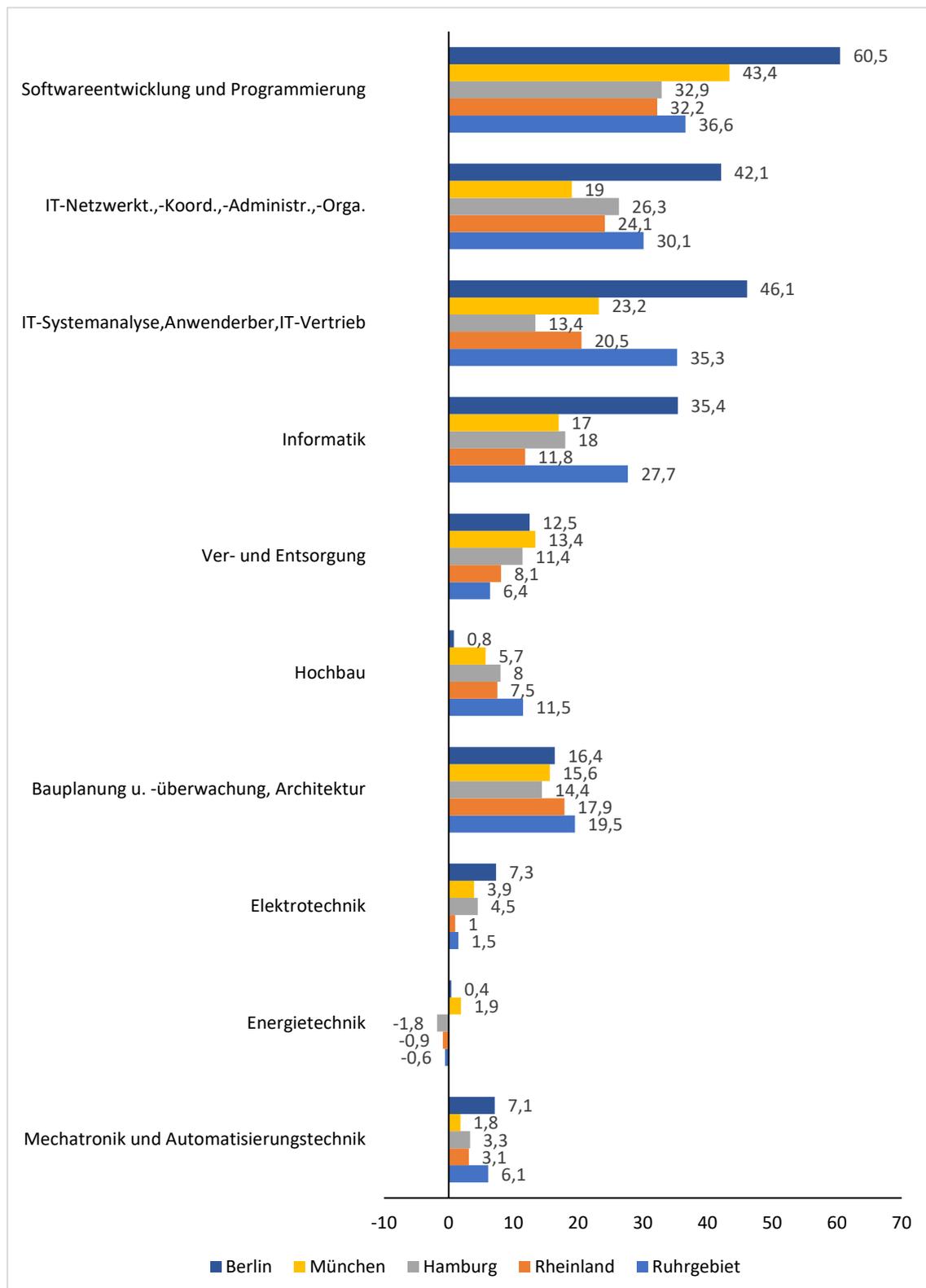


Quelle: Bundesagentur für Arbeit, eigene Berechnungen.

3.2 Entwicklung der Beschäftigung in den zehn Zukunftsberufen

In diesem Abschnitt beschreiben wir die Veränderungen der SV-Beschäftigung in den zehn Zukunftsberufen für alle fünf Metropolregionen. Wir betrachten dabei Wachstumsraten seit 2018, um so eine Aussage über die jeweilige Dynamik in den einzelnen Regionen und Berufen treffen zu können. Abb. 11 stellt die Veränderung der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigungen in den 10 Zukunftsberufen je Region dar.

Abb. 11: Veränderung der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung in den zehn Zukunftsberufen seit 2018 in Prozent

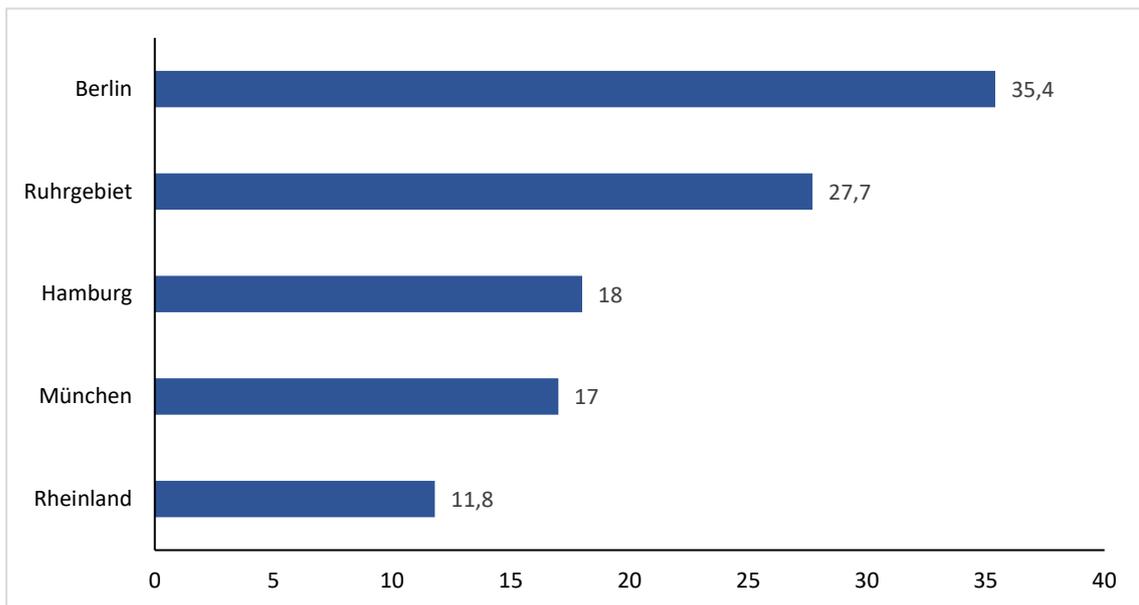


Quelle: Bundesagentur für Arbeit, eigene Berechnungen.

3.2.1 Digitale Berufe – Veränderungen der SV-Beschäftigung seit 2018

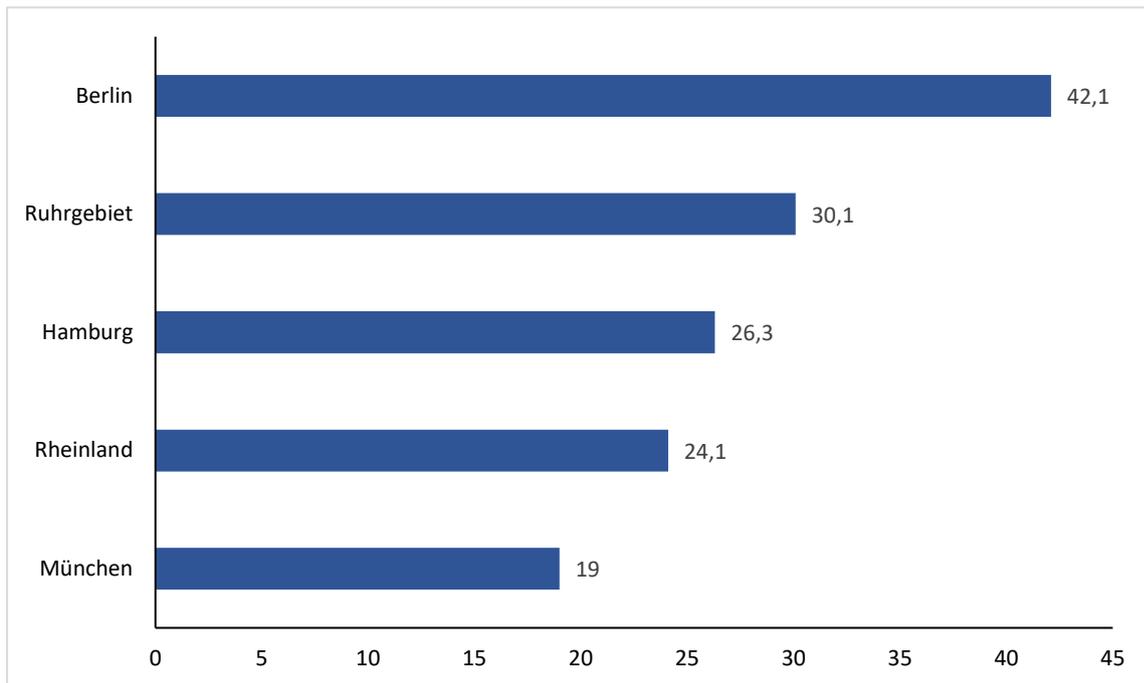
In den digitalen Berufen kann die Metropole Ruhr im Vergleich mit den anderen Metropolregionen signifikante Zuwachsraten verbuchen. Hinter der Metropolregion Berlin-Brandenburg verzeichnet das Ruhrgebiet in den Bereichen Informatik (+27,7 Prozent, Abb. 12), IT-Netzwerkkoordination und Administration (+30,1 Prozent, Abb. 13), sowie IT-Systemanalyse und IT-Vertrieb (+35,3 Prozent, Abb. 14) die größten Zuwächse bei der SV-Beschäftigung. Auch im Bereich Softwareentwicklung und Programmierung stieg die SV-Beschäftigung um bemerkenswerte 36,6 Prozent an (Abb. 15).

Abb. 12: Veränderung der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung in der Informatik seit 2018 in Prozent



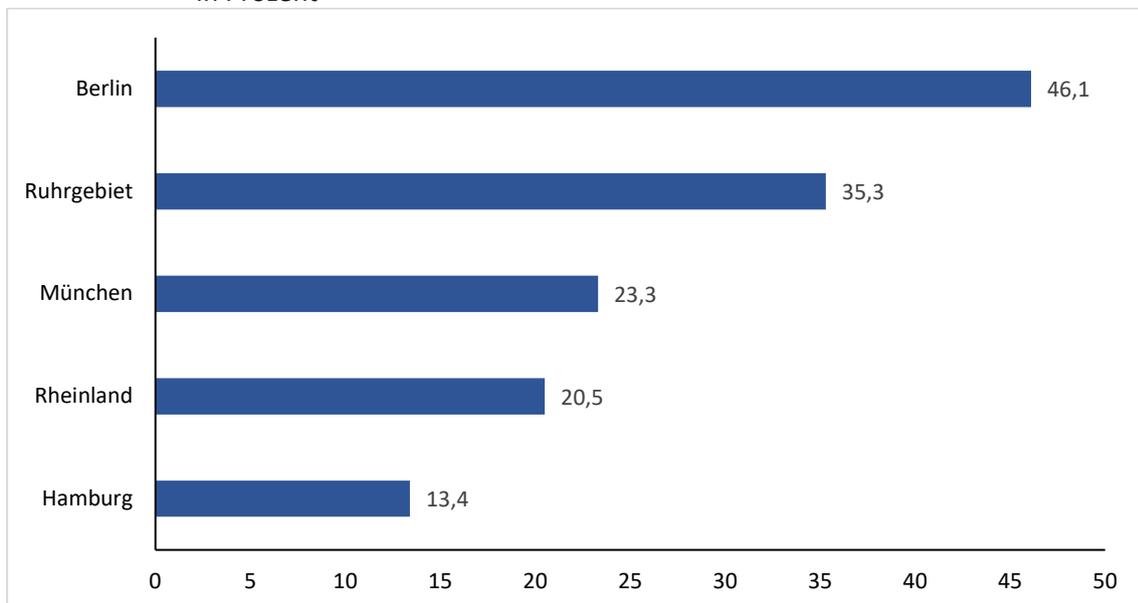
Quelle: Bundesagentur für Arbeit, eigene Berechnungen.

Abb. 13: Veränderung der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung in IT-Netzwerktechnik, IT-Koordination, IT-Administration und IT-Organisation seit 2018 in Prozent



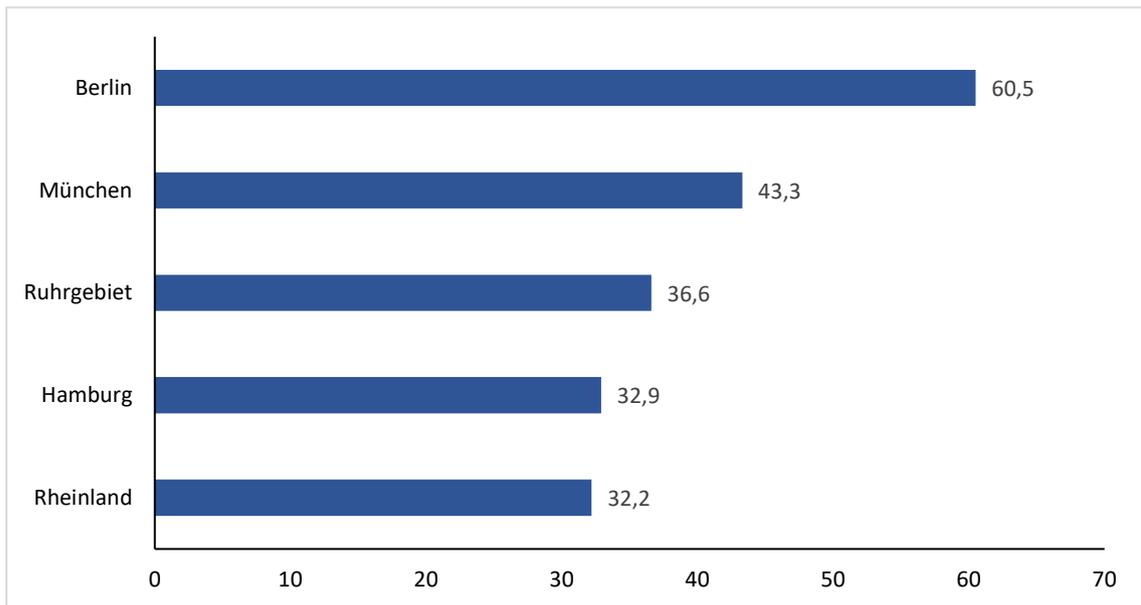
Quelle: Bundesagentur für Arbeit, eigene Berechnungen.

Abb. 14: Veränderung der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung in IT-Systemanalyse, IT-Anwendungsberatung und IT-Vertrieb seit 2018 in Prozent



Quelle: Bundesagentur für Arbeit, eigene Berechnungen.

Abb. 15: Veränderung der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung in Softwareentwicklung und Programmierung seit 2018 in Prozent

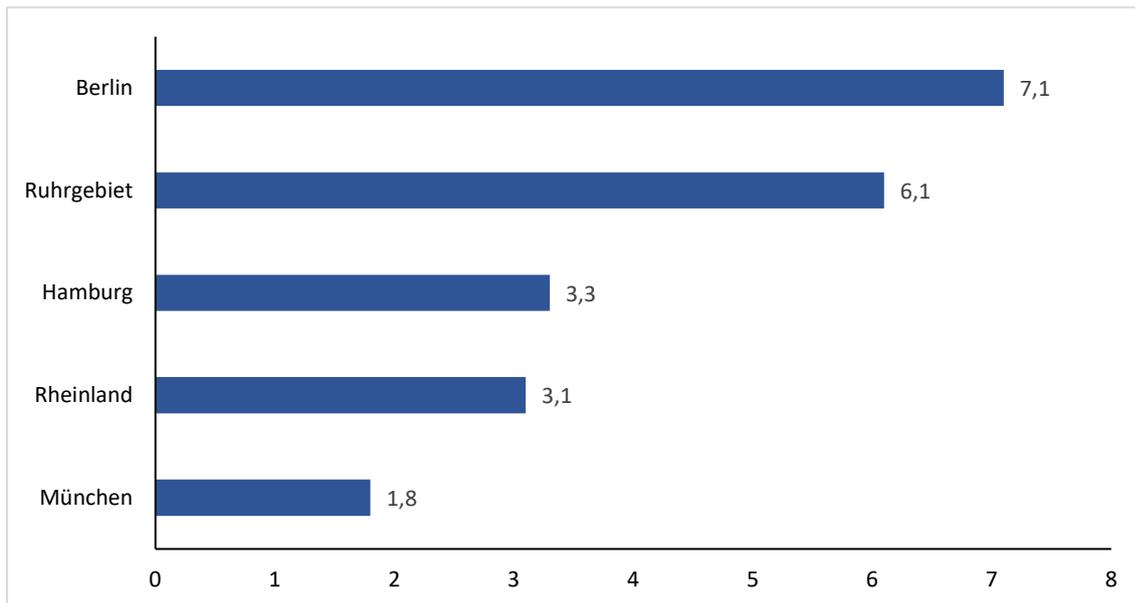


Quelle: Bundesagentur für Arbeit, eigene Berechnungen.

3.2.2 Grüne Berufe – Veränderungen der SV-Beschäftigung seit 2018

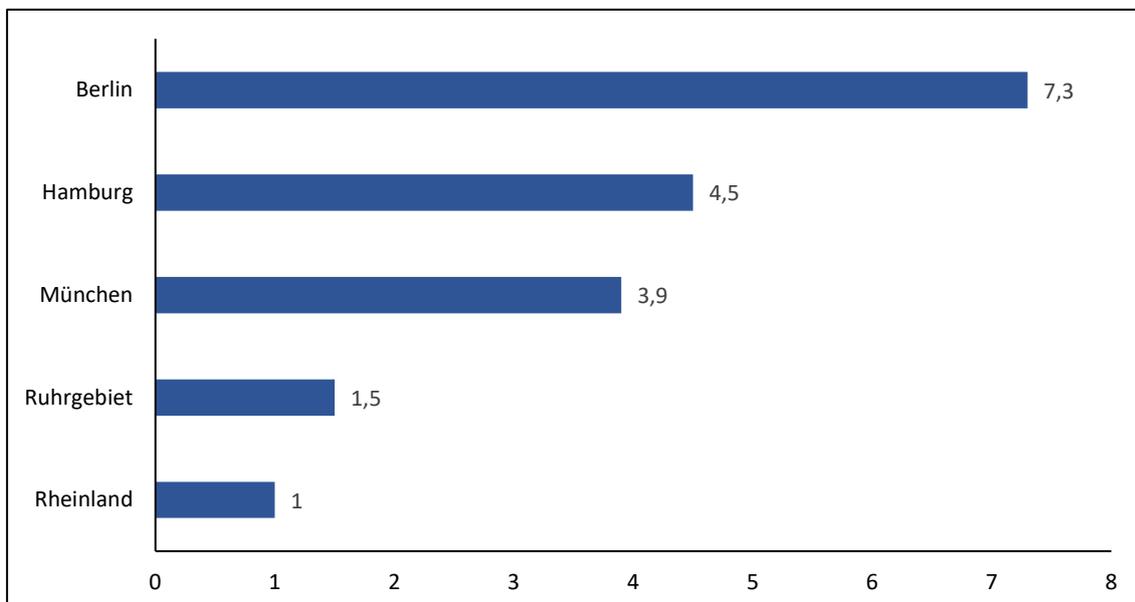
Mit Blick auf die grünen Zukunftsberufe ergibt sich ein differenziertes Gesamtbild (Abb. 16-21). Im Baubereich weist das Ruhrgebiet im regionalen Vergleich die größten Zuwachsraten auf. Im Hochbau stieg die SV-Beschäftigung seit 2018 um 11,5 Prozent an, und auch in den Bereichen Bauplanung, Bauüberwachung und Architektur belegt das Ruhrgebiet mit einem Wachstum von 19,5 Prozent den Spitzenplatz. In den Bereichen Mechatronik und Automatisierungstechnik (+6,1 Prozent), sowie Energietechnik (-0,6 Prozent), liegt die Metropole Ruhr hinsichtlich ihrer Entwicklung im Mittelfeld. Am schlechtesten schneidet das Ruhrgebiet im Vergleich mit den anderen Metropolregionen in den Bereichen Ver- und Entsorgung (+6,4 Prozent) sowie Elektrotechnik (+1,5 Prozent) ab.

Abb. 16: Veränderung der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung in Mechatronik und Automatisierungstechnik seit 2018 in Prozent



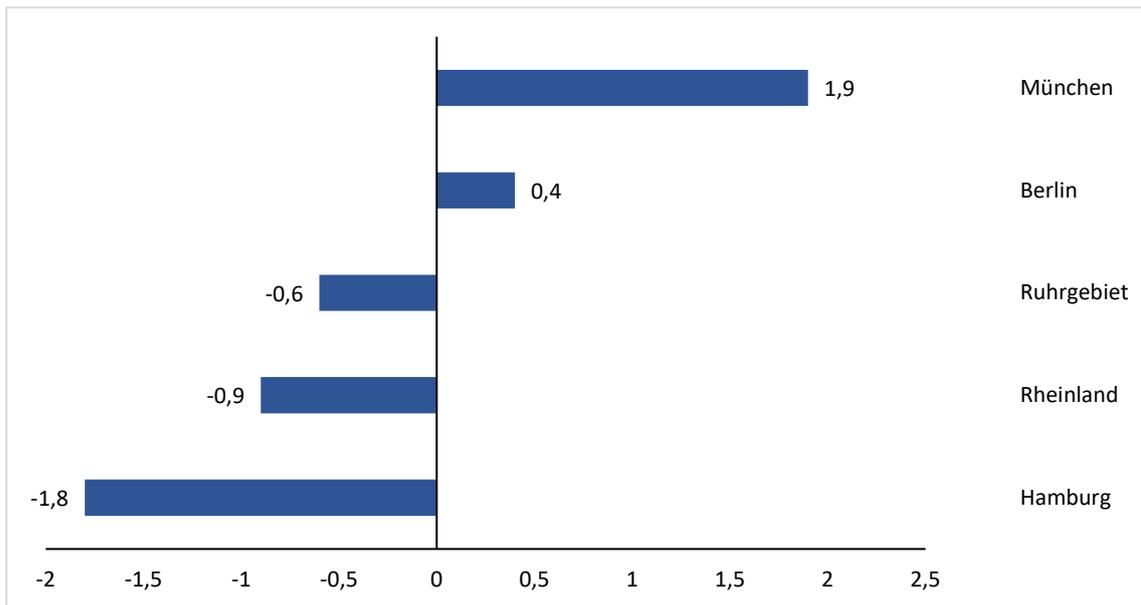
Quelle: Bundesagentur für Arbeit, eigene Berechnungen.

Abb. 17: Veränderung der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung in der Elektrotechnik seit 2018 in Prozent



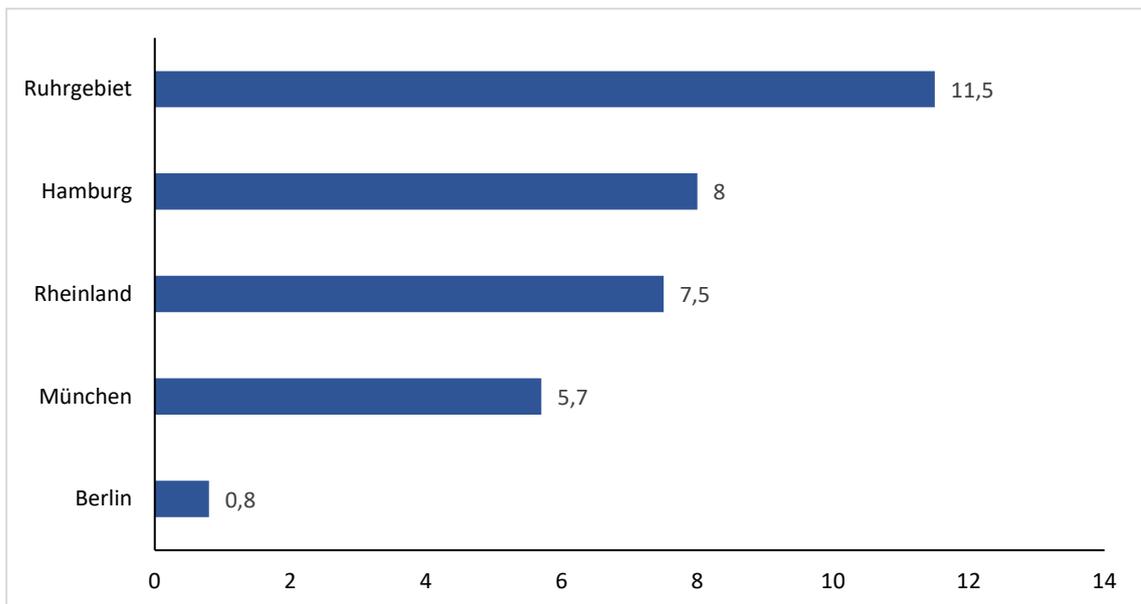
Quelle: Bundesagentur für Arbeit, eigene Berechnungen.

Abb. 18: Veränderung der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung in der Energietechnik seit 2018 in Prozent



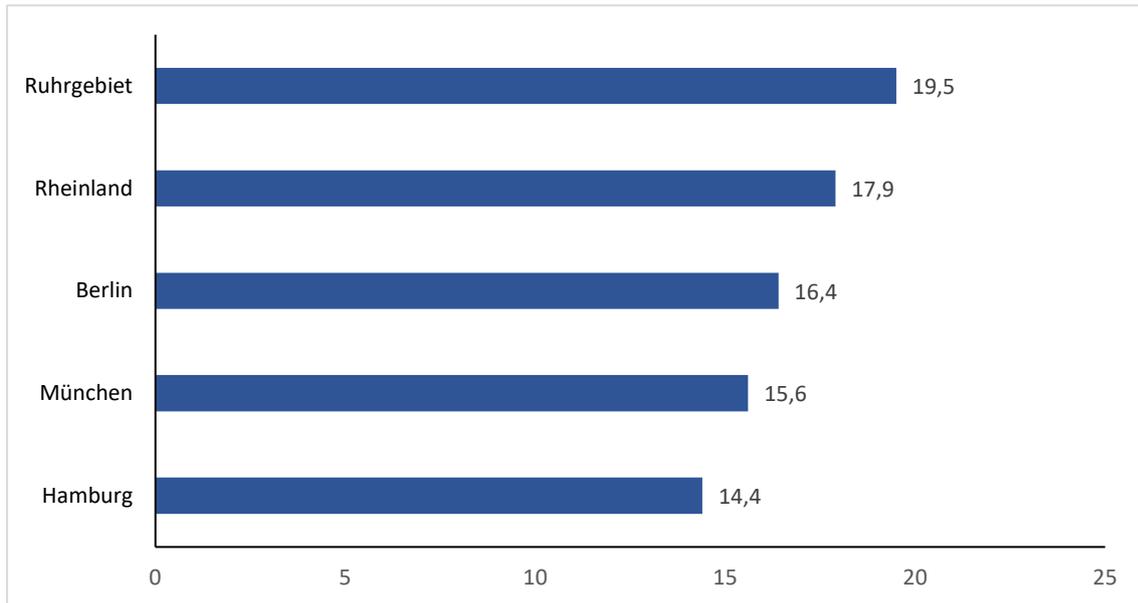
Quelle: Bundesagentur für Arbeit, eigene Berechnungen.

Abb. 19: Veränderung der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung im Hochbau seit 2018 in Prozent



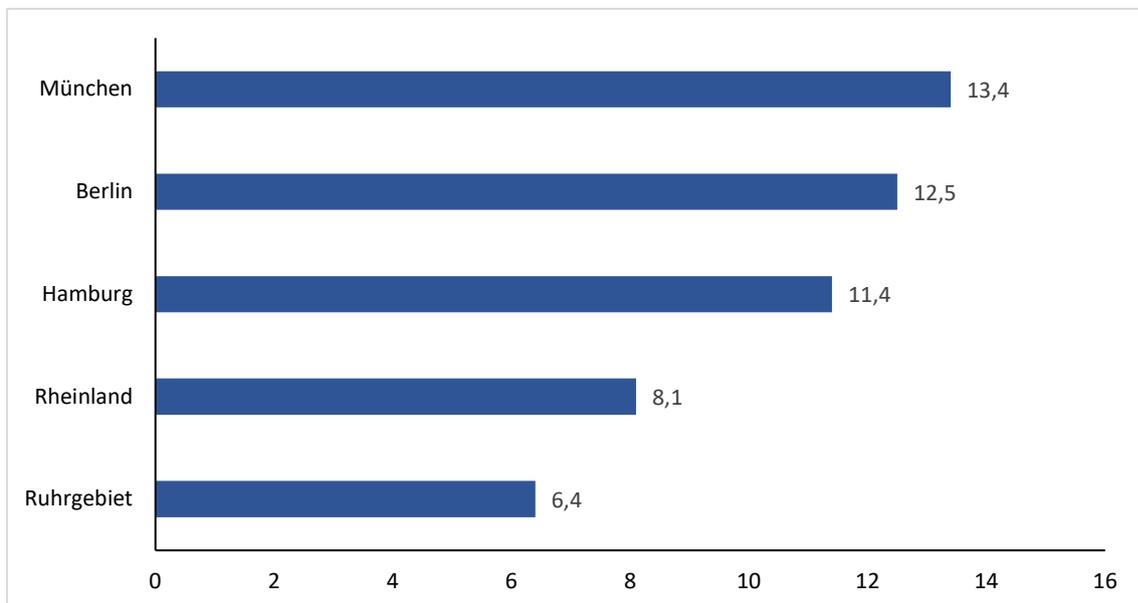
Quelle: Bundesagentur für Arbeit, eigene Berechnungen.

Abb. 20: Veränderung der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung in Bauplanung, Bauüberwachung und Architektur seit 2018 in Prozent



Quelle: Bundesagentur für Arbeit, eigene Berechnungen.

Abb. 21: Veränderung der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung in der Ver- und Entsorgung seit 2018 in Prozent



Quelle: Bundesagentur für Arbeit, eigene Berechnungen.

4 Analyse der Arbeitsnachfrage nach Zukunftsberufen

4.1 Entwicklung der Arbeitsnachfrage in den Zukunftsberufen

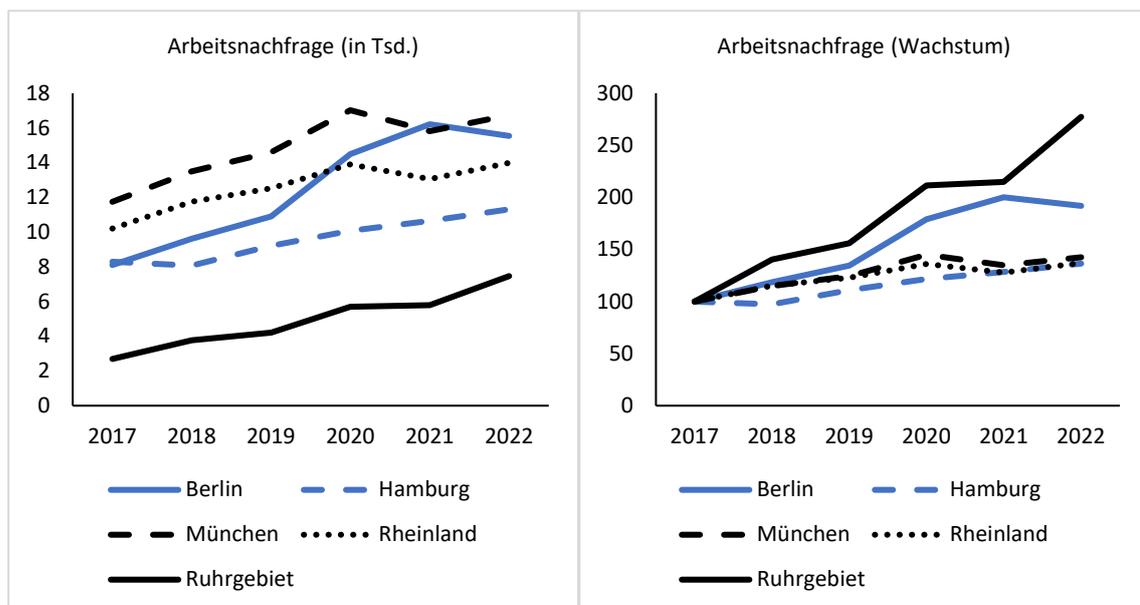
In diesem Abschnitt wird die Entwicklung des Niveaus der Arbeitsnachfrage in den zehn Zukunftsberufen untersucht. Hierzu wird die Anzahl der Stellenausschreibungen für diese Berufe für die fünf Metropolregionen ausgewertet. Die Ergebnisse werden im Folgenden grafisch dargestellt. Dabei illustriert die linke Grafik in jeder Abbildung das absolute Niveau der Nachfrage nach einem Beruf, gemessen an der Anzahl der Online-Stellenanzeigen, für jedes Jahr zwischen 2017 und 2022. Die rechte Abbildung illustriert jeweils das Wachstum der Nachfrage nach einem Beruf über die Zeit, wobei das Jahr 2017 das Referenzjahr darstellt.

4.1.1 Digitale Berufe

Bei Betrachtung des Niveaus der Nachfrage nach digitalen Zukunftsjobs zeigt im Ruhrgebiet eine niedrigere Nachfrage als in den anderen Metropolregionen. Dies gilt für alle vier ausgewählten digitalen Zukunftsberufe, Informatik (Abb. 22), IT-Systemanalyse, IT-Anwendungsberatung und IT-Vertrieb (Abb. 23), IT-Netzwerktechnik, IT-Koordination, IT-Administration und IT-Organisation (Abb. 24) und Softwareentwicklung und Programmierung (Abb. 25).

Bei Betrachtung des Wachstums zeigt sich allerdings ein anderes Bild. Das Wachstum ist in den digitalen Berufen im Ruhrgebiet stärker ausgeprägt: In allen vier Berufsgruppen verzeichnet das Ruhrgebiet einen deutlichen Anstieg der Arbeitsnachfrage. Im Vergleich zum Referenzjahr 2017 hat sich die Arbeitsnachfrage in allen vier Berufen über die letzten fünf Jahre deutlich erhöht: die digitalen Zukunftsberufe verzeichnen kumulative Wachstumsraten von 175 Prozent (Informatik), 115 Prozent (IT-Systemanalyse, IT-Anwendungsberatung und IT-Vertrieb), 85 Prozent (IT-Netzwerktechnik, IT-Koordination, IT-Administration und IT-Organisation) und 75 Prozent (Softwareentwicklung und Programmierung).

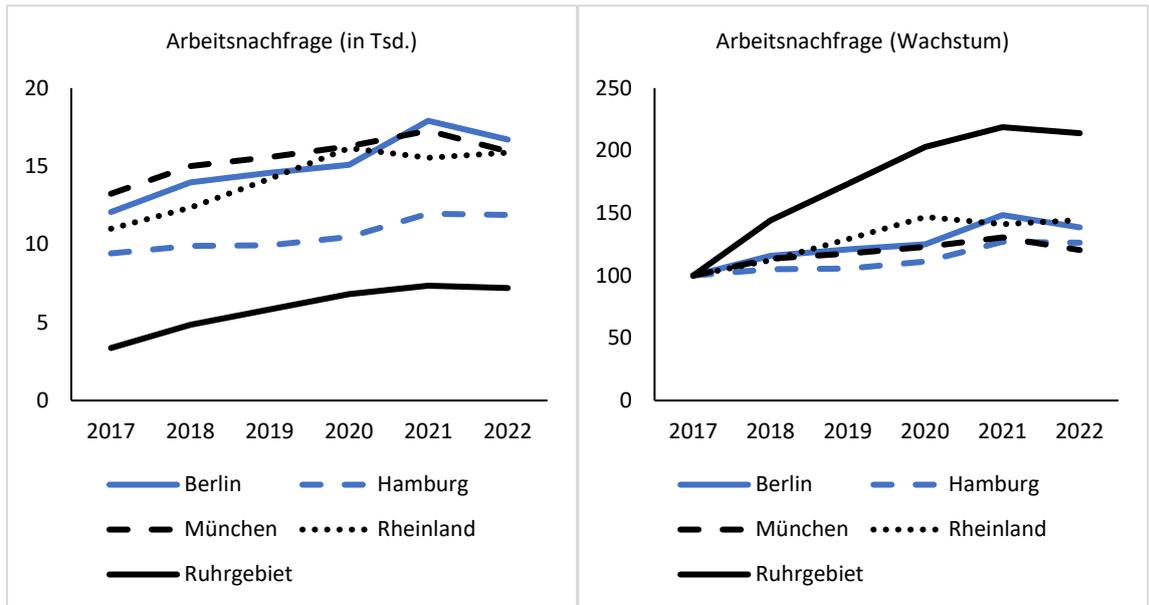
Abb. 22: Arbeitsnachfrage in der Berufsgruppe Informatik



Quelle: Stellenanzeigen der Palturai GmbH/Finbot AG, eigene Berechnungen. Linke Grafik: absolute Anzahl der Stellenausschreibungen pro Metropolregion. Rechte Grafik: Wachstum der Anzahl der Stellenausschreibungen pro Metropolregion.

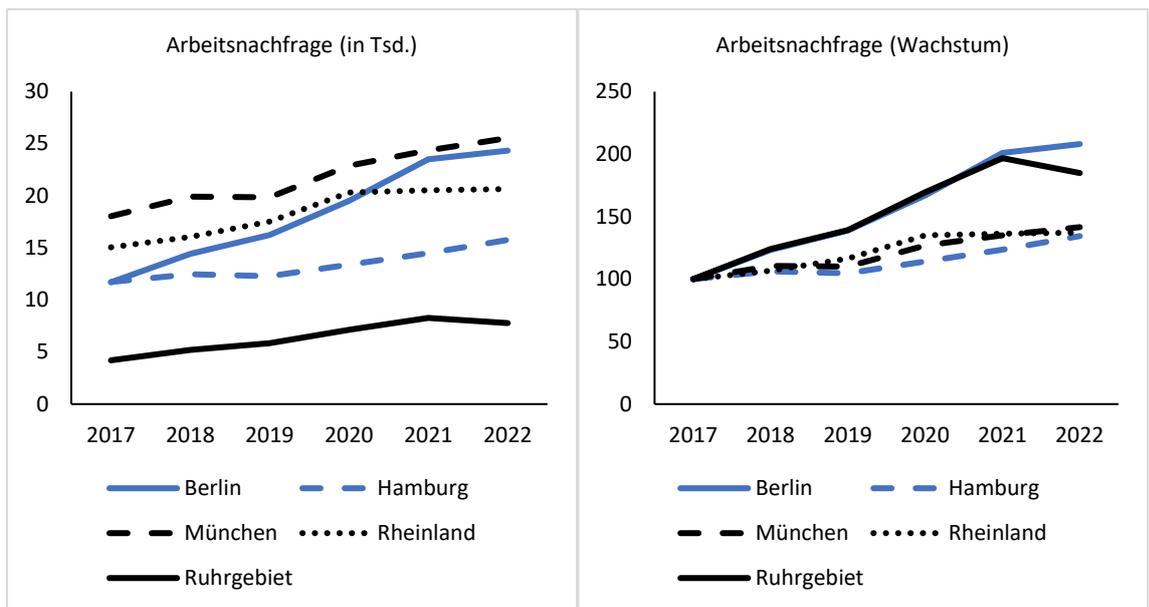
Diese Dynamik ist somit insbesondere in der Informatik und der Berufsgruppe IT-Systemanalyse, IT-Anwendungsberatung und IT-Vertrieb stark ausgeprägt, wo sich die Arbeitsnachfrage seit 2017 mehr als verdoppelt hat. Auch wenn diese Entwicklung zum Teil auf ein teilweise deutlich geringeres Ausgangsniveau der Arbeitsnachfrage in diesen Berufen zurückzuführen ist, so verdeutlicht diese erste Analyse das Potenzial dieser Berufe für die wirtschaftliche Entwicklung des Ruhrgebiets.

Abb. 23: Arbeitsnachfrage in der Berufsgruppe IT-Systemanalyse, IT-Anwendungsberatung und IT-Vertrieb



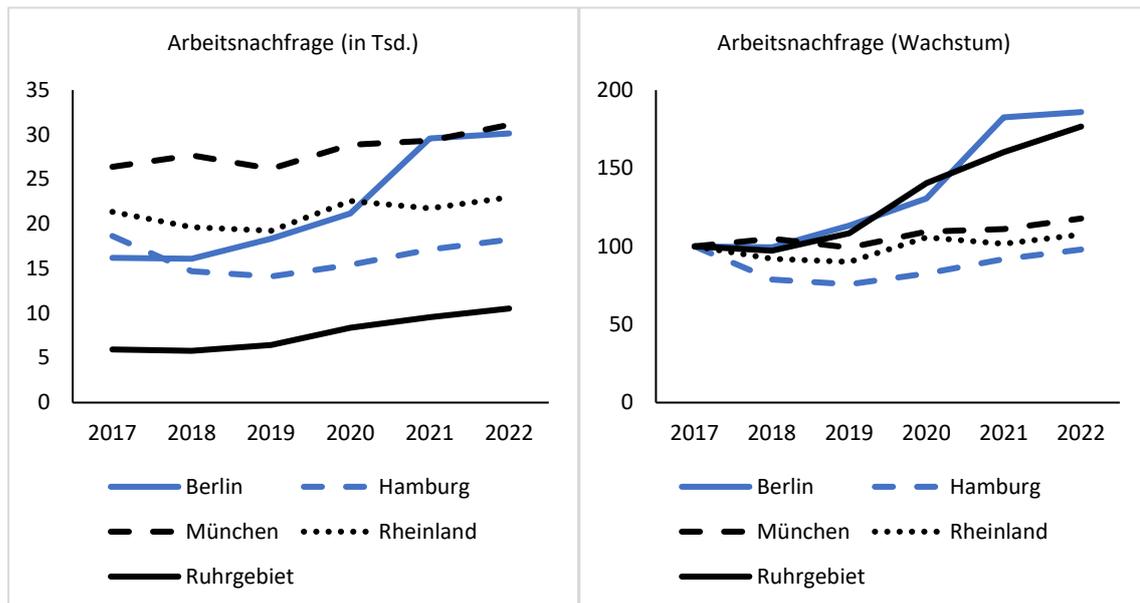
Quelle: Stellenanzeigen Daten der Palturai GmbH/Finbot AG, eigene Berechnungen. Linke Grafik: absolute Anzahl der Stellenanzeigen pro Metropolregion. Rechte Grafik: Wachstum der Anzahl der Stellenanzeigen pro Metropolregion.

Abb. 24: Arbeitsnachfrage in der Berufsgruppe IT-Netzwerktechnik, IT-Koordination, IT-Administration und IT-Organisation



Quelle: Stellenanzeigen Daten der Palturai GmbH/Finbot AG, eigene Berechnungen. Linke Grafik: absolute Anzahl der Stellenanzeigen pro Metropolregion. Rechte Grafik: Wachstum der Anzahl der Stellenanzeigen pro Metropolregion.

Abb. 25: Arbeitsnachfrage in der Berufsgruppe Softwareentwicklung und Programmierung



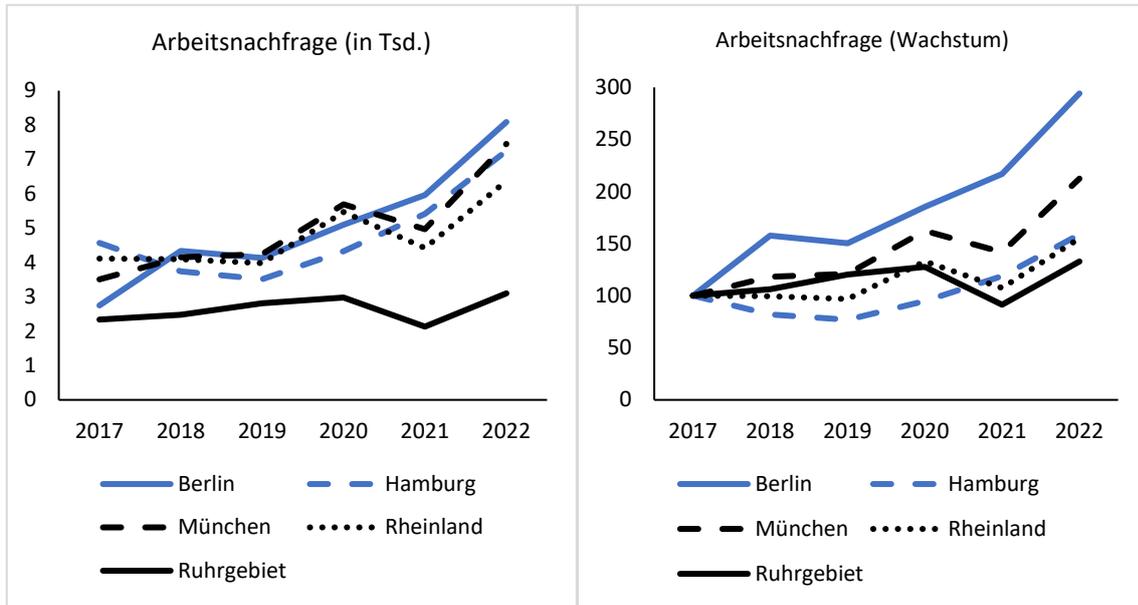
Quelle: Stellenanzeigendaten der Palturai GmbH/Finbot AG, eigene Berechnungen. Linke Grafik: absolute Anzahl der Stellenanzeigen pro Metropolregion. Rechte Grafik: Wachstum der Anzahl der Stellenanzeigen pro Metropolregion.

4.1.2 Grüne Berufe

Die Ergebnisse für die grünen Zukunftsberufe werden in den Abbildungen Abb. 26 – Abb. 31 dargestellt. Dabei zeigt sich ein ähnliches Bild wie bei den digitalen Zukunftsberufen: Im Vergleich zu den anderen Metropolregionen fällt die absolute Arbeitsnachfrage im Ruhrgebiet geringer aus. Diese absoluten Unterschiede könnten jedoch unterschiedliche Wachstumsdynamiken überdecken. Wie bei den digitalen Berufen betrachten wir daher auch hier das Wachstum der Arbeitsnachfrage, d.h. das Wachstum der Anzahl an Stellenanzeigen seit 2017.

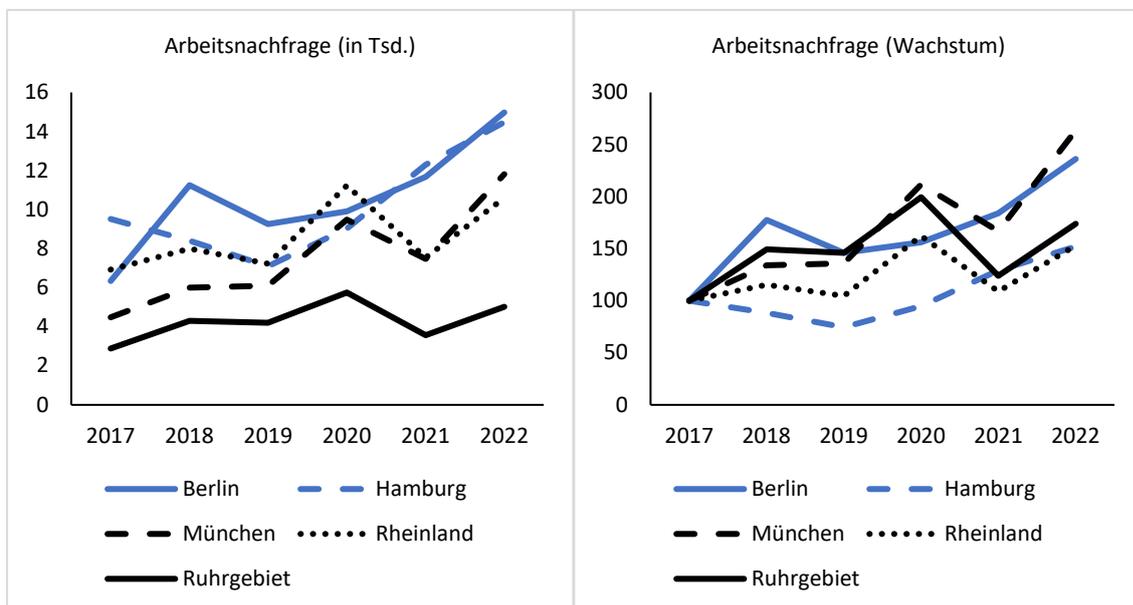
Bei Betrachtung des Wachstums der Arbeitsnachfrage ergibt sich ein deutlich positiveres Bild für die Metropolregion Ruhrgebiet. Im Vergleich zu 2017 hat sich die Nachfrage nach grünen Zukunftsberufen im Ruhrgebiet in den vergangenen Jahren überdurchschnittlich positiv entwickelt. Insbesondere in den Berufen Bauplanung & Überwachung, Architektur (125 Prozent, Abb. 29) und Hochbau (270 Prozent, Abb. 30) ist eine hohe Dynamik zu beobachten, auch im Vergleich zu den anderen Metropolregionen. Für diese Berufsgruppen hat sich die Arbeitsnachfrage im Ruhrgebiet seit 2017 somit mehr als verdoppelt. Allerdings ist anzumerken, dass dieses Wachstum zum Teil darauf zurückzuführen ist, dass hohe Wachstumsraten von einem niedrigeren Ausgangsniveau aus einfacher zu erzielen sind als in Regionen mit einem höheren Ausgangsniveau. Nichtsdestotrotz zeigen die Wachstumsraten, dass das Ruhrgebiet in vielen Fällen einen Aufholprozess im Vergleich zu den anderen Metropolregionen aufweist.

Abb. 26: Arbeitsnachfrage in der Berufsgruppe Maschinenbau und Betriebstechnik



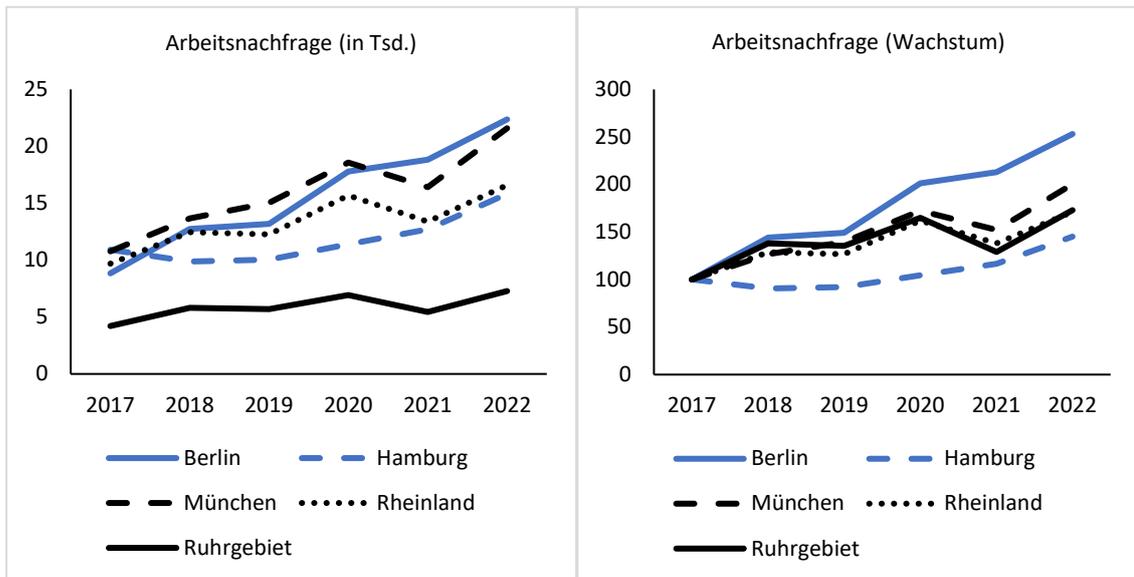
Quelle: Stellenanzeigen­daten der Palturai GmbH/Finbot AG, eigene Berechnungen. Linke Grafik: absolute Anzahl der Stellenanzeigen pro Metropolregion. Rechte Grafik: Wachstum der Anzahl der Stellenanzeigen pro Metropolregion.

Abb. 27: Arbeitsnachfrage in der Berufsgruppe Energietechnik



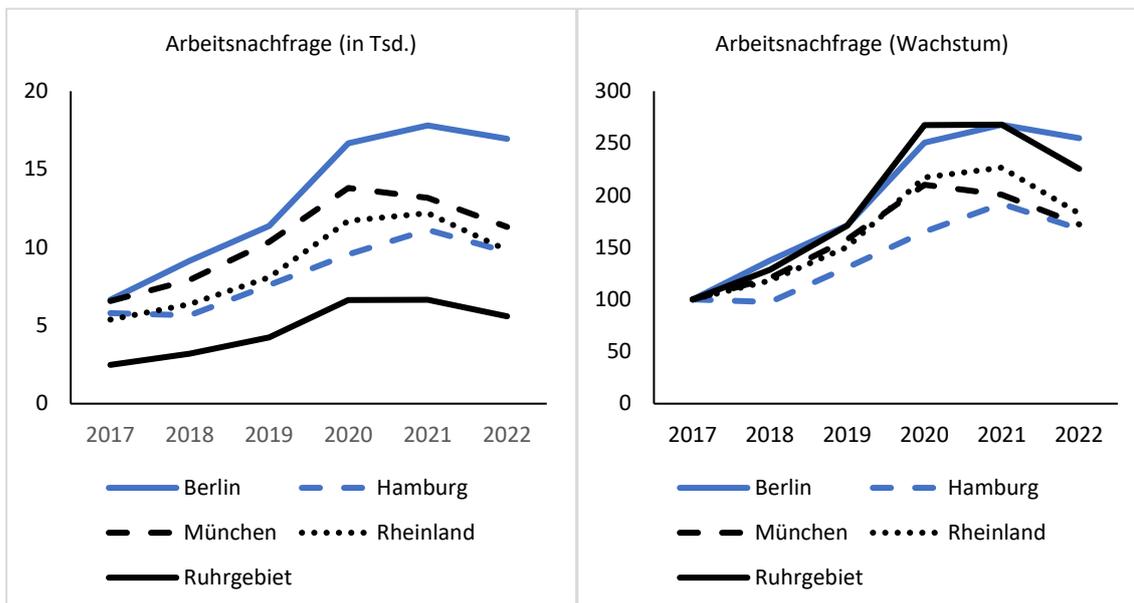
Quelle: Stellenanzeigen­daten der Palturai GmbH/Finbot AG, eigene Berechnungen. Linke Grafik: absolute Anzahl der Stellenanzeigen pro Metropolregion. Rechte Grafik: Wachstum der Anzahl der Stellenanzeigen pro Metropolregion.

Abb. 28: Arbeitsnachfrage in der Berufsgruppe Elektrotechnik



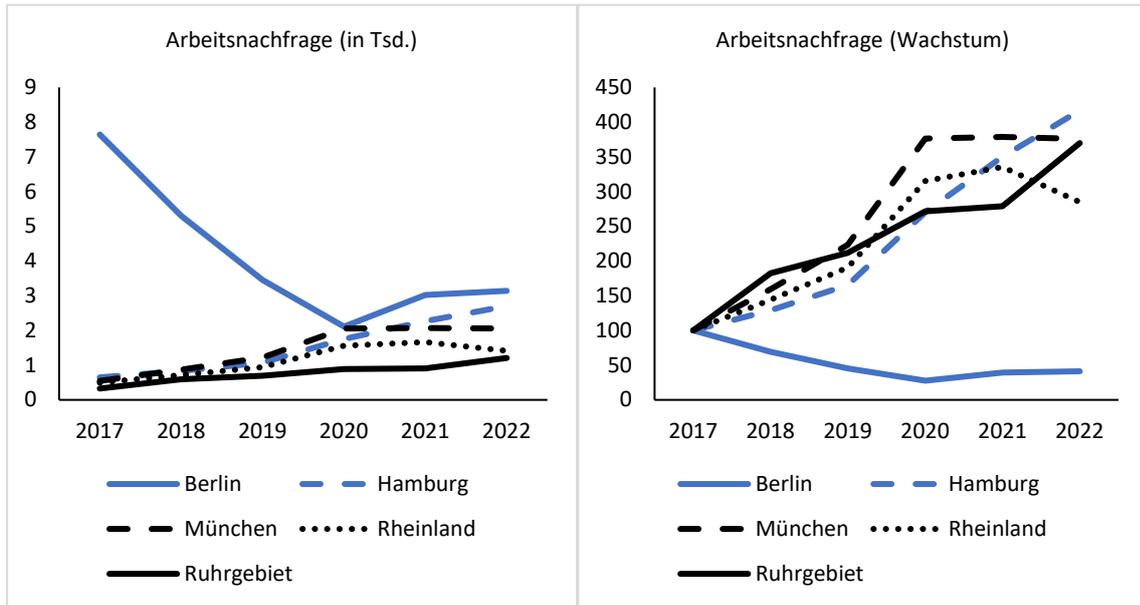
Quelle: Stellenanzeigen der Palturai GmbH/Finbot AG, eigene Berechnungen. Linke Grafik: absolute Anzahl der Stellenanzeigen pro Metropolregion. Rechte Grafik: Wachstum der Anzahl der Stellenanzeigen pro Metropolregion.

Abb. 29: Arbeitsnachfrage in der Berufsgruppe Architektur, Bauplanung und Überwachung



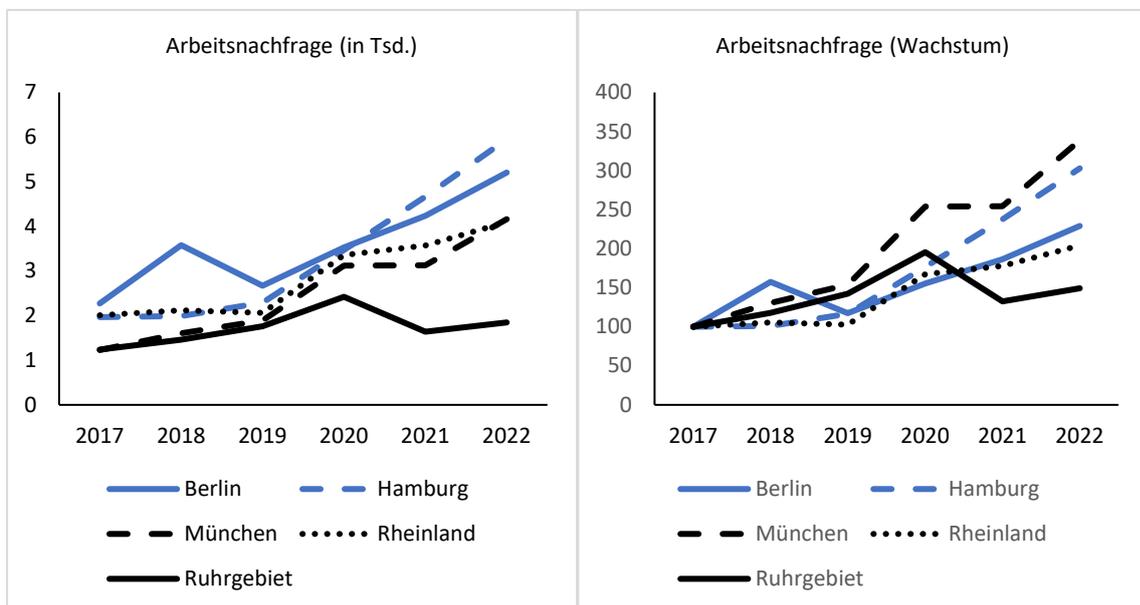
Quelle: Stellenanzeigen der Palturai GmbH/Finbot AG, eigene Berechnungen. Linke Grafik: absolute Anzahl der Stellenanzeigen pro Metropolregion. Rechte Grafik: Wachstum der Anzahl der Stellenanzeigen pro Metropolregion.

Abb. 30: Arbeitsnachfrage in der Berufsgruppe Hochbau



Quelle: Stellenanzeigen­daten der Palturai GmbH/Finbot AG, eigene Berechnungen. Linke Grafik: absolute Anzahl der Stellenanzeigen pro Metropolregion. Rechte Grafik: Wachstum der Anzahl der Stellenanzeigen pro Metropolregion.

Abb. 31: Arbeitsnachfrage in der Berufsgruppe Ver- und Entsorgung



Quelle: Stellenanzeigen­daten der Palturai GmbH/Finbot AG, eigene Berechnungen. Linke Grafik: absolute Anzahl der Stellenanzeigen pro Metropolregion. Rechte Grafik: Wachstum der Anzahl der Stellenanzeigen pro Metropolregion.

4.2 Digitales und grünes Profil: 2017-2022

In diesem Abschnitt wird das digitale und grüne Profil der zehn Zukunftsberufe beschrieben. Ziel dieser Analyse ist es herauszufinden, wie „digital“ bzw. wie „grün“ die Zukunftsberufe sind, d.h. die Intensität dieser beiden Eigenschaften für jeden Zukunftsberuf zu quantifizieren. Im Gegensatz zu Abschnitt 4.1 geht es hierbei somit nicht um die Höhe der Arbeitsnachfrage nach einem bestimmten Beruf, sondern um die Art der Arbeitsnachfrage, d.h. wie digital oder grün die Arbeitsnachfrage ist. Daher wird, wie in Abschnitt 2 im Detail dargestellt, in einem ersten Schritt für jede Region und jeden Beruf die Anzahl der digitalen bzw. grünen Schlüsselwörter aufsummiert. In einem zweiten Schritt wird die Summe der jeweiligen Schlüsselwörter mit der Anzahl der berufsspezifischen Stellenanzeigen in einer Region und in einem bestimmten Jahr normalisiert, wodurch Niveauunterschiede zwischen Regionen eliminiert werden. Somit ergibt sich eine Kennzahl, die die durchschnittliche Anzahl an digitalen oder grünen Schlüsselwörtern pro berufsspezifischer Stellenanzeige misst.

Die Betrachtung dieser Kennzahl über die Zeit und Regionen hinweg ermöglicht somit Vergleiche über die digitale und die grüne Dimension. Im Folgenden interpretieren wir die digitale Kennzahl als Indikator für die berufsspezifische Digitalisierung und die grüne Kennzahl als Indikator für berufsspezifische Dekarbonisierung. Innerhalb des digitalen Profils untersuchen wir zudem noch das KI-Profil der Zukunftsberufe. Dieses wird analog zum digitalen Profil gemessen, jedoch anhand von KI-spezifischen Schlüsselwörtern (Abb. 2).

Im Folgenden werden die Ergebnisse grafisch dargestellt. Für jeden Zukunftsberuf wird hierbei die Entwicklung der Digitalisierung zwischen 2017 und 2022 illustriert.

4.2.1 Digitale Zukunftsberufe

Im Hinblick auf Beiträge der digitalen Berufe zur Digitalisierung liegt das Ruhrgebiet im Vergleich zu den anderen Metropolregionen etwas zurück. Allerdings sind diese Unterschiede für die drei Berufe Informatik (Abb. 32), IT-Netzwerktechnik, IT-Koordination, IT-Administration und IT-Organisation (Abb. 34) und Softwareentwicklung und Programmierung (Abb. 35) nicht signifikant. Einzig für die Berufsgruppe IT-Systemanalyse, IT-Anwendungsberatung und IT-Vertrieb (Abb. 33) ergeben sich signifikante Unterschiede im digitalen Profil.

Ein genauer Blick über den Zeitraum 2017 – 2022 hinweg illustriert jedoch weitere Erkenntnisse über Trends und Dynamiken in den vergangenen Jahren. So gibt es bspw. Anhaltspunkte für einen Aufholeffekt im Ruhrgebiet, was das digitale Profil in der Berufsgruppe IT-Systemanalyse, IT-Anwendungsberatung und IT-Vertrieb (Abb. 33) betrifft. Dies wird an folgendem Beispiel deutlich: Zwischen 2017 – 2019 wurden für die vier Vergleichsregionen im Durchschnitt 2,5 Schlüsselbegriffe gefunden, für das Ruhrgebiet jedoch nur 2,2. Dieser Vergleich impliziert, dass das digitale Profil im Ruhrgebiet um knapp 12 Prozent niedriger war als in den Vergleichsregionen. Seit 2019 ist jedoch ein starker Anstieg des digitalen Profils dieser Berufsgruppe im Ruhrgebiet zu beobachten. Im letzten Beobachtungsjahr, 2022, ist das digitale Profil in der Berufsgruppe IT-Systemanalyse, IT-Anwendungsberatung und IT-Vertrieb im Ruhrgebiet sogar höher (2,75) als in den vier anderen Metropolregionen (2,44).

Andere Dynamiken lassen sich für die drei anderen digitalen Berufe beobachten. So ist bspw. das digitale Profil in der Softwareentwicklung und Programmierung (Abb. 35) im Ruhrgebiet vor und zu Beginn der Pandemie überdurchschnittlich ausgeprägt. Konkret ist die durchschnittliche Anzahl der digitalen Schlüsselwörter zwischen 2017 und 2020 von 5,0 auf 6,5 angestiegen, also ein Anstieg des digitalen Profils um knapp 30%. Diese Entwicklung erscheint primär durch die Großstädte Essen und Dortmund getrieben und konsistent mit Berichten über die zunehmende

Bedeutung von Softwareentwicklern in diesen Städten.⁴ Seit 2020 ist das digitale Profil in dieser Berufsgruppe allerdings wieder auf das Ausgangsniveau von 2017 gefallen. Ähnliche Entwicklungen finden sich auch für die Berufsgruppen Informatik (Abb. 32) und IT-Netzwerktechnik, IT-Koordination, IT-Administration und IT-Organisation (Abb. 34). Es ist hervorzuheben, dass diese kurzfristige, negative Entwicklung prinzipiell für alle Metropolregionen zu beobachten ist. Dies legt die Vermutung nahe, dass es sich hierbei um Corona-Effekte handelt, die jedoch im Ruhrgebiet besonders stark ausgeprägt sind.

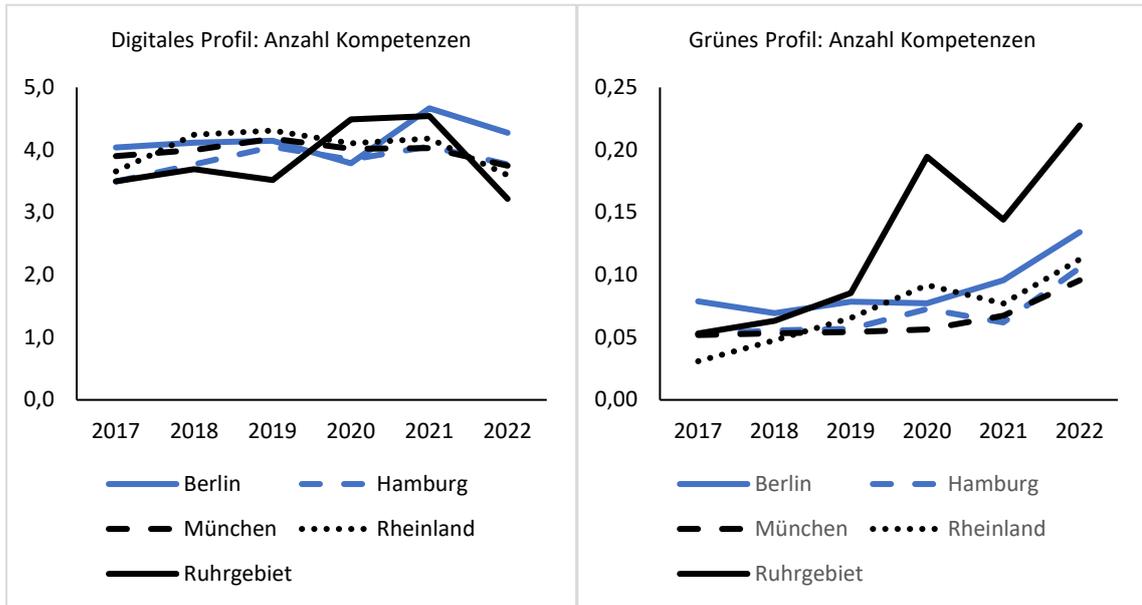
Ein interessanter Aspekt der digitalen Berufe ist deren grünes Profil, also der Beitrag der digitalen Berufe zur Dekarbonisierung. In dieser Hinsicht liegt das Ruhrgebiet im Vergleich zu den anderen Metropolregionen vorne. Dabei ist die Nachfrage nach grünen Kompetenzen besonders stark angestiegen in den Berufen Informatik (Abb. 32), IT-Systemanalyse, IT-Anwendungsberatung und IT-Vertrieb (Abb. 33) und IT-Netzwerktechnik, IT-Koordination, IT-Administration und IT-Organisation (Abb. 34). Im Jahr 2017 wurden nur durchschnittlich 0,05 Schlüsselbegriffe pro Anzeige in diesen Berufen gefunden, sodass grüne Kompetenzen lediglich in einer von 20 Anzeigen nachgefragt wurden. Dieses grüne Profil war über alle Vergleichsregionen hinweg ähnlich schwach ausgeprägt, ist jedoch über die nächsten fünf Jahre stetig angestiegen.

Von diesem positiven Trend hat das Ruhrgebiet überdurchschnittlich profitiert. Im Jahre 2022 finden wir beispielsweise bereits 0,2 Schlüsselbegriffe pro Anzeige in Informatikberufen. Dies impliziert, dass grüne Kompetenzen aktuell in einer von fünf Informatikanzeigen im Ruhrgebiet nachgefragt werden. Ähnlich stark finden wir diesen positiven Trend mit jeweils 0,15 gefundenen Schlüsselbegriffen für die Berufsgruppen IT-Systemanalyse, IT-Anwendungsberatung und IT-Vertrieb sowie IT-Netzwerktechnik, IT-Koordination, IT-Administration und IT-Organisation. Im Vergleich zu den anderen Metropolregionen ist die Nachfrage nach grünen Kompetenzen im Ruhrgebiet demnach doppelt so stark angestiegen. In den anderen Regionen finden wir lediglich in bis zu einer von zehn Stellenanzeigen einen Bedarf an grünen Kompetenzen.

Diese positive Entwicklung im Ruhrgebiet ist auch auf ganz bestimmte grüne Kompetenzen zurückzuführen. So finden wir in den Stellenanzeigen vergleichsweise viele Bezüge zu Windenergie, Gebäudeautomation sowie Wasserwirtschaft, die im Ruhrgebiet verhältnismäßig stark ausgeprägt sind. In diesen Bereichen haben die digitalen Berufe daher ein recht hohes grünes Profil. So profitiert das Ruhrgebiet womöglich auch von der Tatsache, dass sich relativ viele Windkraftanlagen in Nordrhein-Westfalen befinden, anders als beispielsweise in Bayern (Metropolregion München), wo die digitalen Berufe das geringste grüne Profil aufweisen. Hierdurch ergeben sich somit auch mehr Möglichkeiten zum Einsatz von grünen Technologien, sodass digitale Berufe zu einem geringeren Ressourcenverbrauch und einem effizienteren Energiemanagement beitragen.

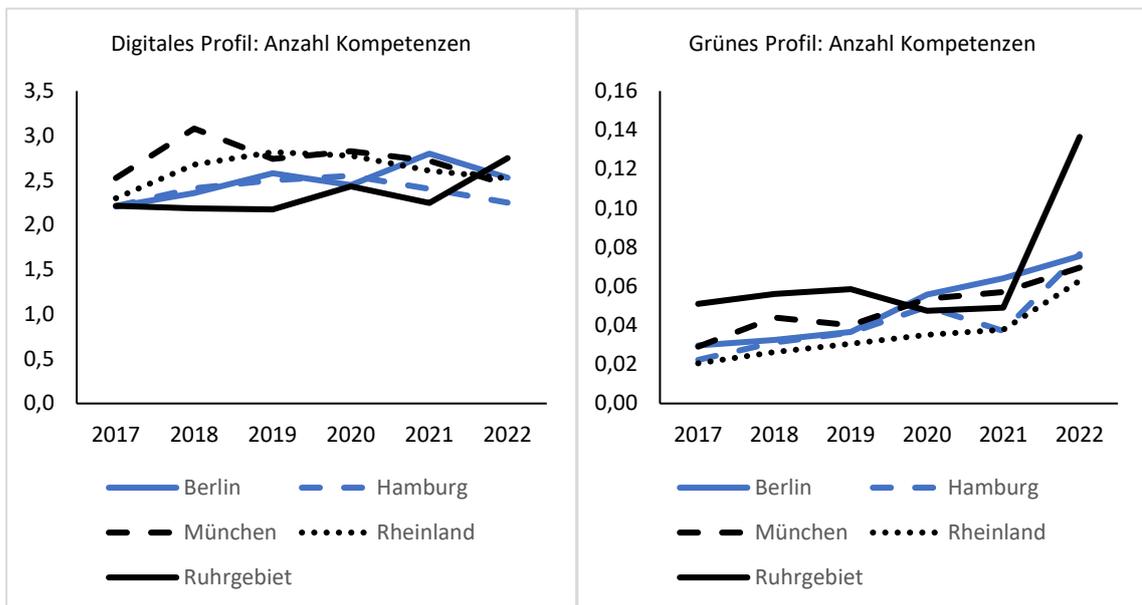
⁴ Beispielsweise sind im Ruhrgebiet häufig kleine und mittlere Unternehmen als Softwareentwickler für maßgeschneiderte Lösungen anzutreffen (Metropole Ruhr, 2023a), zunehmend auch digitale Start-Ups in diesem Wirtschaftsbereich (NRW, 2019).

Abb. 32: Digitales und grünes Profil in der Berufsgruppe Informatik



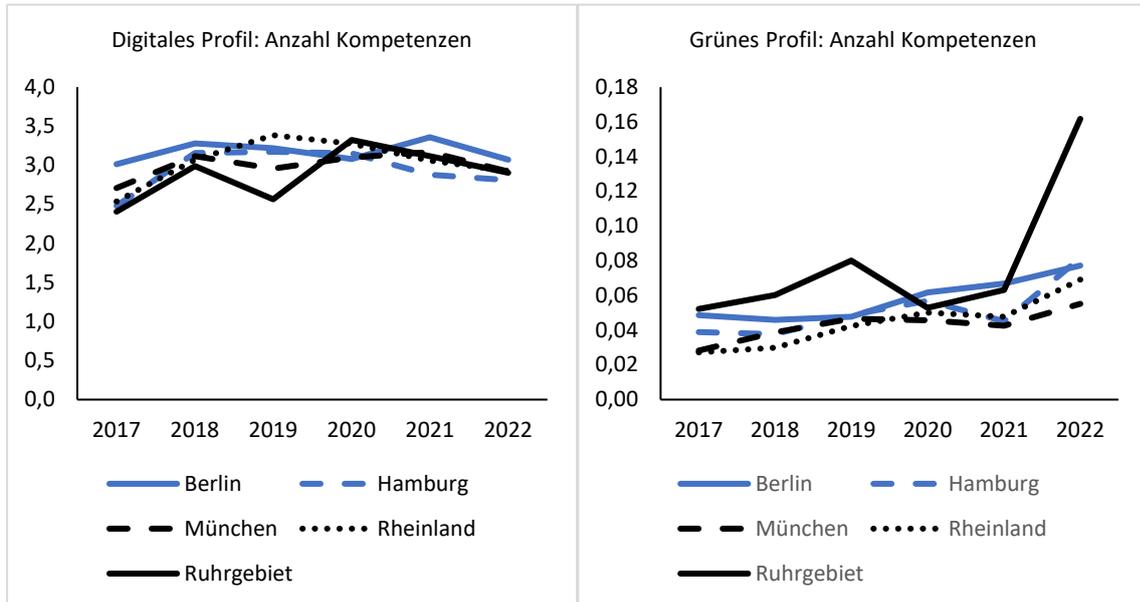
Quelle: Stellenanzeigendaten der Palturai GmbH/Finbot AG, eigene Berechnungen. Beschreibung der Grafik: Digitalisierungs-Intensität des Berufs pro Metropolregion.

Abb. 33: Digitales und grünes Profil in der Berufsgruppe IT-Systemanalyse, IT-Anwendungsberatung und IT-Vertrieb



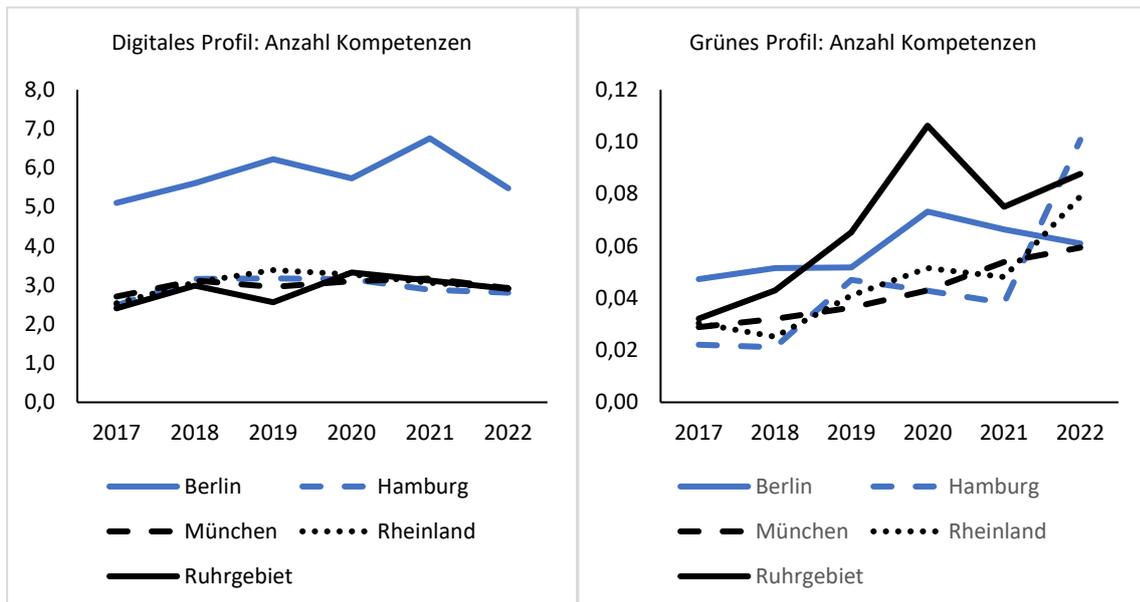
Quelle: Stellenanzeigendaten der Palturai GmbH/Finbot AG, eigene Berechnungen. Beschreibung der Grafik: Digitalisierungs-Intensität des Berufs pro Metropolregion.

Abb. 34: Digitales und grünes Profil in der Berufsgruppe IT-Netzwerktechnik, IT-Koordination, IT-Administration und IT-Organisation



Quelle: Stellenanzeigen der Palturai GmbH/Finbot AG, eigene Berechnungen. Beschreibung der Grafik: Digitalisierungs-Intensität des Berufs pro Metropolregion.

Abb. 35: Digitales und grünes Profil in der Berufsgruppe Softwareentwicklung und Programmierung

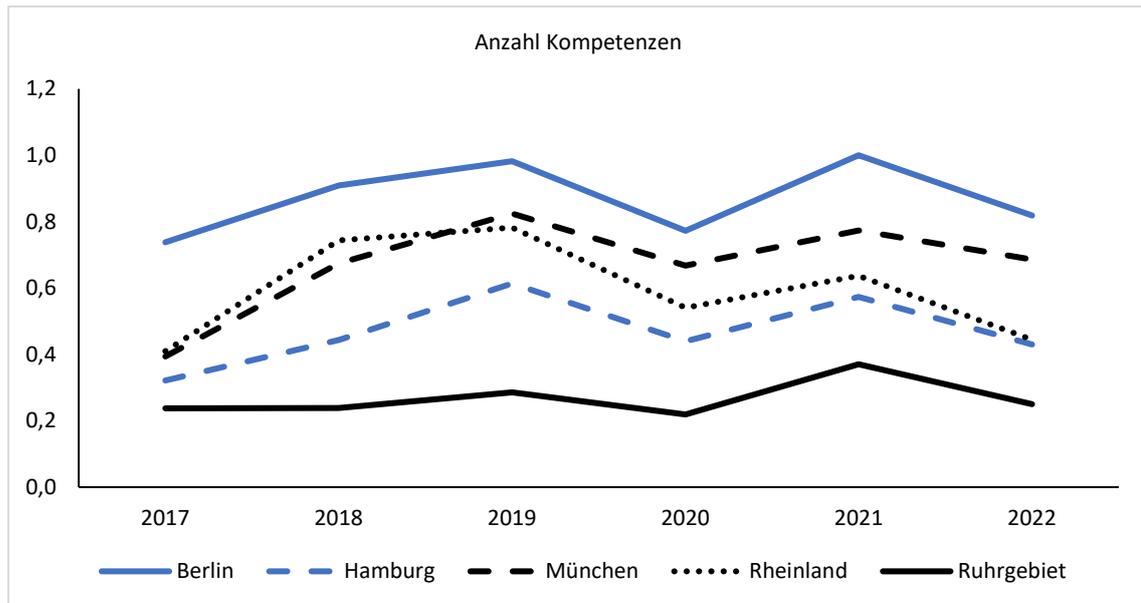


Quelle: Stellenanzeigen der Palturai GmbH/Finbot AG, eigene Berechnungen. Beschreibung der Grafik: Digitalisierungs-Intensität des Berufs pro Metropolregion.

In einem weiteren Schritt betrachten wir das KI-Profil der digitalen Berufe. Wie beim digitalen Profil, fällt das Ruhrgebiet auch hinsichtlich KI-Kompetenzen im Vergleich zu den anderen Metropolregionen zurück. Dies ist nicht überraschend, da KI noch eine sehr neuartige Technologie ist, die primär in großen Ballungszentren wie Berlin und München Verwendung findet (Gathmann & Grimm, 2022, Gonschor & Storm, 2023, Rammer, 2022). Nichtsdestotrotz gibt es auch im

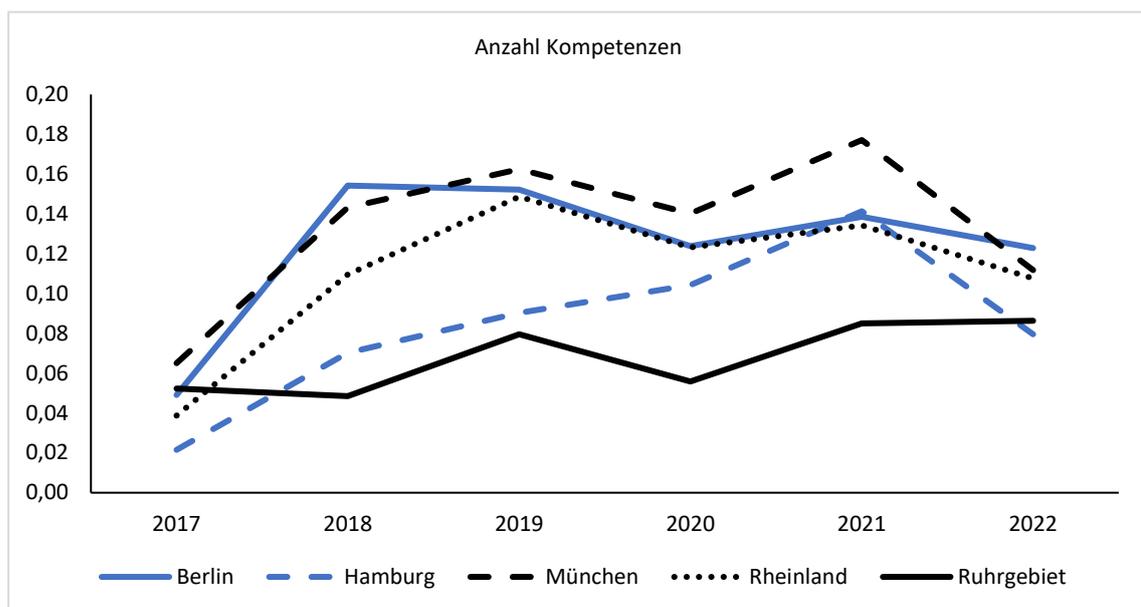
Ruhrgebiet einen steigenden Trend zu beobachten. So ist das KI-Profil innerhalb der Berufsgruppe Softwareentwicklung und Programmierung bspw. zwischen 2017 – 2022 von 0,05 auf fast 0,15 gestiegen (Abb. 39). Dies impliziert, dass im Jahr 2017 im Ruhrgebiet eine von zwanzig Stellenanzeigen in diesem Beruf KI-Kompetenzen nachgefragt hat. Im Jahr 2022 war dies bereits bei durchschnittlich einer von zehn Stellenanzeigen der Fall. Im Vergleich dazu ist das KI-Profil in dieser Berufsgruppe in den anderen Metropolregionen zwischen 2017 – 2022 im Durchschnitt von 0,1 auf fast 0,2 gestiegen, also fast doppelt so hoch wie im Ruhrgebiet.

Abb. 36: KI-Profil in der Berufsgruppe Informatik



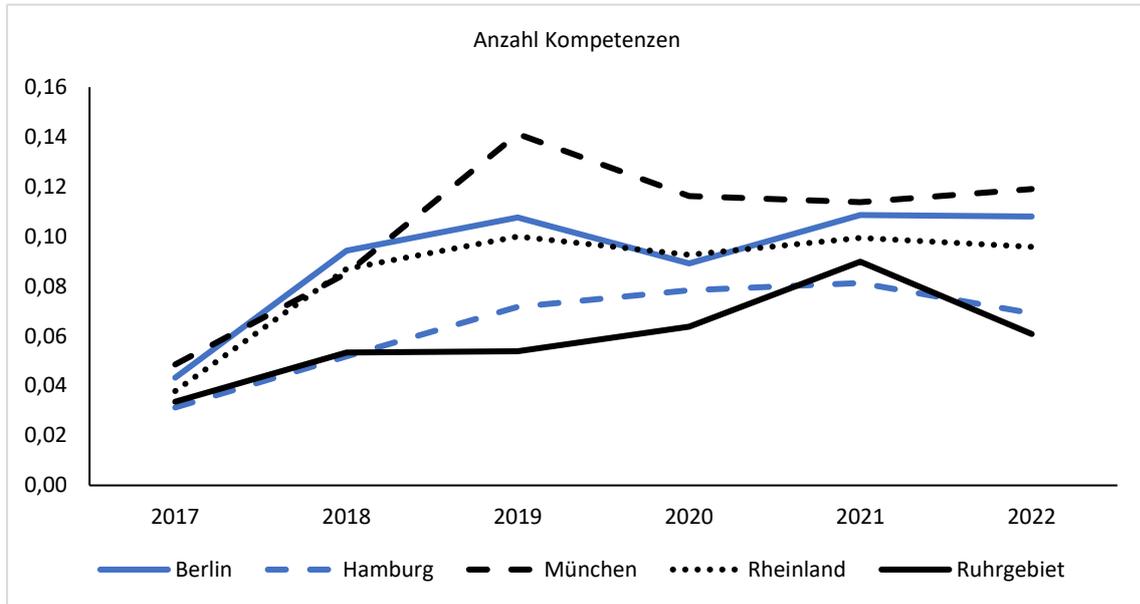
Quelle: Stellenanzeigendaten der Palturai GmbH/Finbot AG, eigene Berechnungen. Beschreibung der Grafik: KI-Intensität des Berufs pro Metropolregion.

Abb. 37: KI-Profil in der Berufsgruppe IT-Systemanalyse, IT-Anwendungsberatung und IT-Vertrieb



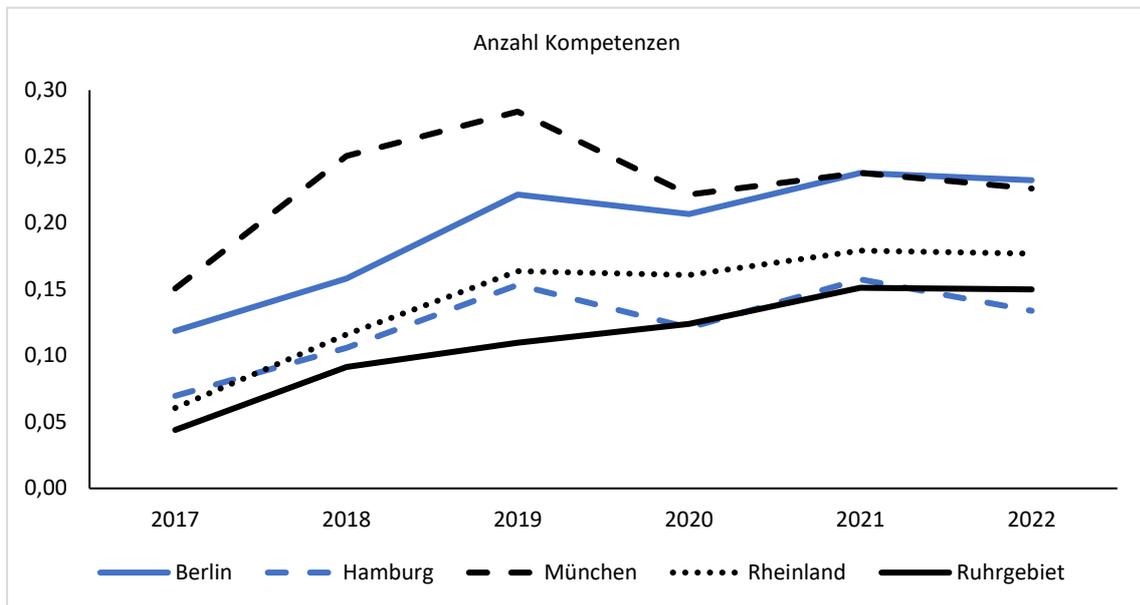
Quelle: Stellenanzeigendaten der Palturai GmbH/Finbot AG, eigene Berechnungen. Beschreibung der Grafik: KI-Intensität des Berufs pro Metropolregion.

Abb. 38: KI-Profil in der Berufsgruppe IT-Netzwerktechnik, IT-Koordination, IT-Administration und IT-Organisation



Quelle: Stellenanzeigendaten der Palturai GmbH/Finbot AG, eigene Berechnungen. Beschreibung der Grafik: KI-Intensität des Berufs pro Metropolregion.

Abb. 39: KI-Profil in der Berufsgruppe Softwareentwicklung und Programmierung



Quelle: Stellenanzeigendaten der Palturai GmbH/Finbot AG, eigene Berechnungen. Beschreibung der Grafik: KI-Intensität des Berufs pro Metropolregion.

4.2.2 Grüne Zukunftsberufe

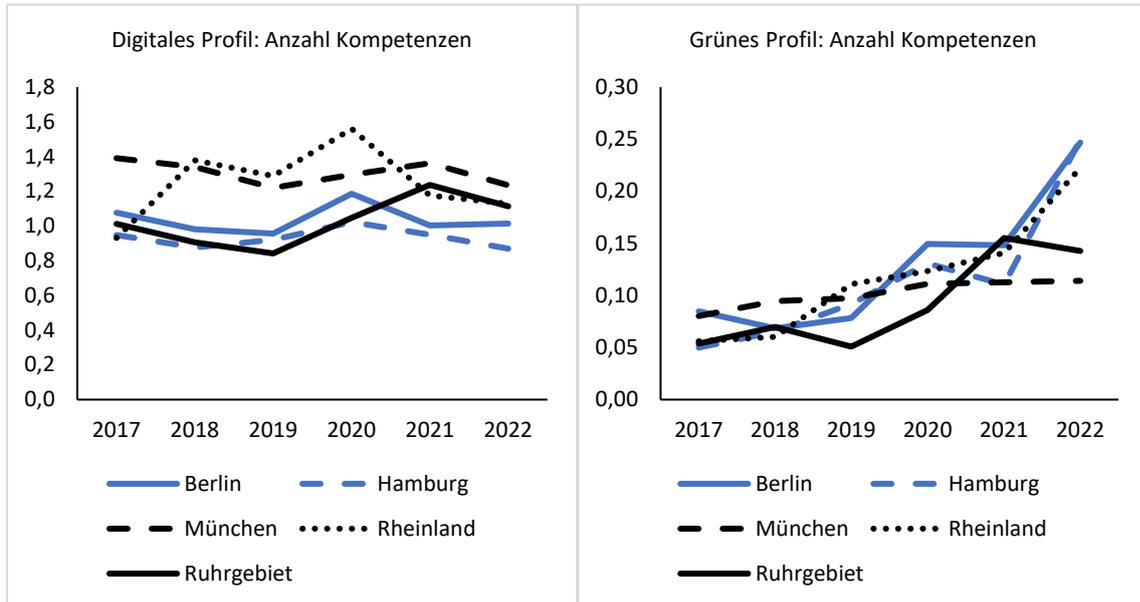
Bei den grünen Zukunftsberufen betrachten wir zunächst, wie „grün“ deren Stellenanzeigen sind. Dabei zeigt sich bei einer Betrachtung der Niveaus, dass das grüne Profil in grünen Berufen im Ruhrgebiet weitestgehend im Durchschnitt der Metropolregionen liegt. So finden sich bspw. für die Mechatronik und Automatisierungstechnik (Abb. 40), Energietechnik (Abb. 41), Elektrotechnik (Abb. 42) sowie Architektur, Bauplanung und Überwachung (Abb. 43) im Durchschnitt 0,1 – 0,22 Schlüsselbegriffe über alle betrachteten Regionen hinweg. Dies impliziert, dass durchschnittlich in 10 – 20 Prozent der Stellenanzeigen in diesen Berufen grüne Kompetenzen nachgefragt werden. In den Berufen Hochbau (Abb. 44) und Ver- und Entsorgung (Abb. 45) weist das Ruhrgebiet sogar ein stärkeres grünes Profil auf als die Vergleichsregionen. Im Hochbau bspw. werden im Ruhrgebiet 0,48 grüne Schlüsselwörter gefunden, im Vergleich zu 0,34 in den anderen Regionen. Somit ist das grüne Profil im Ruhrgebiet im Hochbau um knapp 50 Prozent höher. Ähnlich verhält es sich in der Berufsgruppe Ent- und Versorgung, wo das grüne Profil im Ruhrgebiet um 28 Prozent höher ausfällt.⁵

Diese positive Entwicklung im Ruhrgebiet wird verdeutlicht, wenn man die Entwicklung in diesen Berufen über die Zeit hinweg betrachtet. Gemessen an den grünen Schlüsselwörtern, finden wir für das Ruhrgebiet einen Anstieg von 0,2 im Jahr 2017 auf 1,2 im Jahr 2022. Diese Ergebnisse implizieren, dass im Jahr 2017 in jeder fünften Stellenanzeige für den Hochbau im Ruhrgebiet grüne Kompetenzen gefragt waren. Im Jahr 2022 war, im Durchschnitt, bereits in jeder Stellenanzeige mindestens eine grüne Kompetenz gefordert. Auch wenn dies qualitativ ähnlich für die anderen Metropolregionen zu beobachten ist, so ist diese Entwicklung im Ruhrgebiet am stärksten ausgeprägt. Ähnlich positive Entwicklungen finden sich auch für die Energietechnik sowie die Berufsgruppe Architektur, Bauplanung und Überwachung, wo das Ruhrgebiet hinsichtlich des grünen Profils zur Spitzengruppe gehört bzw. aufgeschlossen hat. Diese Beobachtung über mehrere Berufe hinweg ist konsistent mit der wachsenden Bedeutung von grünen Kompetenzen (Saussay et al., 2023).

Im Rahmen der „doppelten Transformation“ lässt sich häufig ein Zusammenspiel von digitaler und ökologischer Transformation beobachten. Daher untersuchen wir für die grünen Zukunftsberufe auch deren digitales Profil. Es lässt sich beobachten, dass das digitale Profil in grünen Berufen im Ruhrgebiet im Vergleich zu den anderen Metropolregionen zurückfällt. Diese Beobachtung ist konsistent mit der Analyse des digitalen Profils in digitalen Berufen (siehe Abschnitt 4.2.1), ist jedoch im Falle der grünen Berufe sogar stärker ausgeprägt. Insbesondere in den Berufen Mechatronik und Automatisierungstechnik (Abb. 40), Energietechnik (Abb. 41), Elektrotechnik (Abb. 42) sowie Ver- und Entsorgung ist das digitale Profil im Ruhrgebiet signifikant geringer. Gemessen an den gefundenen Schlüsselbegriffen liegt das digitale Profil in den Vergleichsregionen im Durchschnitt um 10-20 Prozent höher. Positiver fällt das Resultat bspw. für die Berufsgruppe Architektur, Bauplanung und Überwachung (Abb. 43) aus. Sowohl für das Ruhrgebiet als auch für die Vergleichsregionen werden hier knapp 1,2 Schlüsselbegriffe gefunden. Diese Beobachtung impliziert, dass durchschnittlich in jeder Stellenanzeige für diesen Beruf mindestens eine grüne Kompetenz nachgefragt wird.

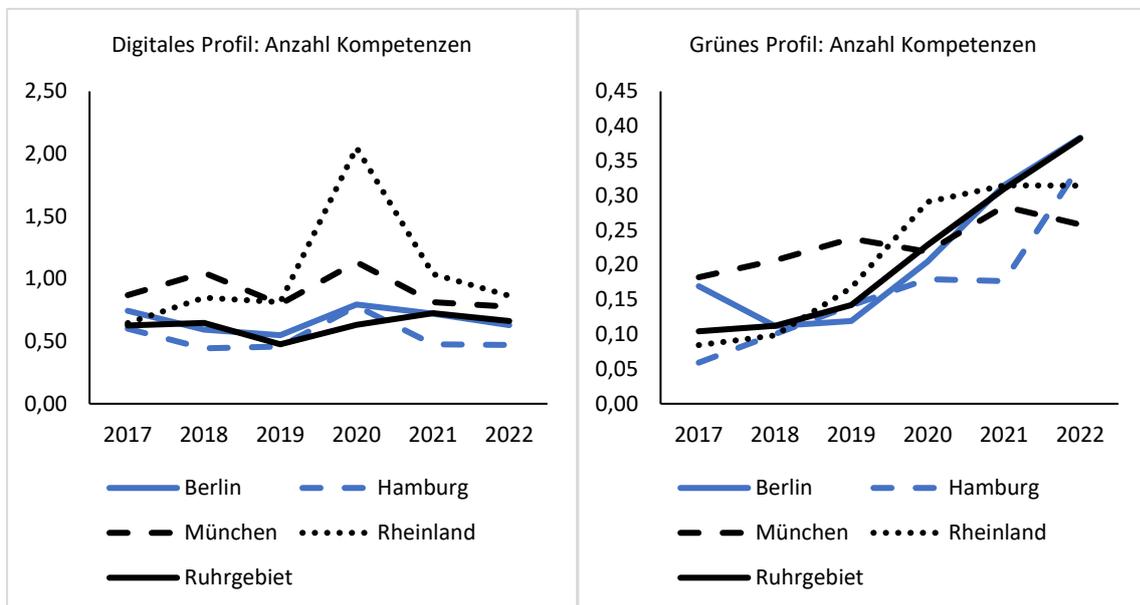
⁵ Die scheinbaren Vorteile des Ruhrgebiets hinsichtlich des grünen Profils im Hochbau sowie Ent- und Versorgung sind womöglich auch auf den verstärkten Fokus auf nachhaltiges Bauen und Sanieren (Metropole Ruhr 2023b) sowie dem Recycling von Baustoffen (NRZ 2022) zurückzuführen.

Abb. 40: Digitales und grünes Profil in der Berufsgruppe Mechatronik und Automatisierungstechnik



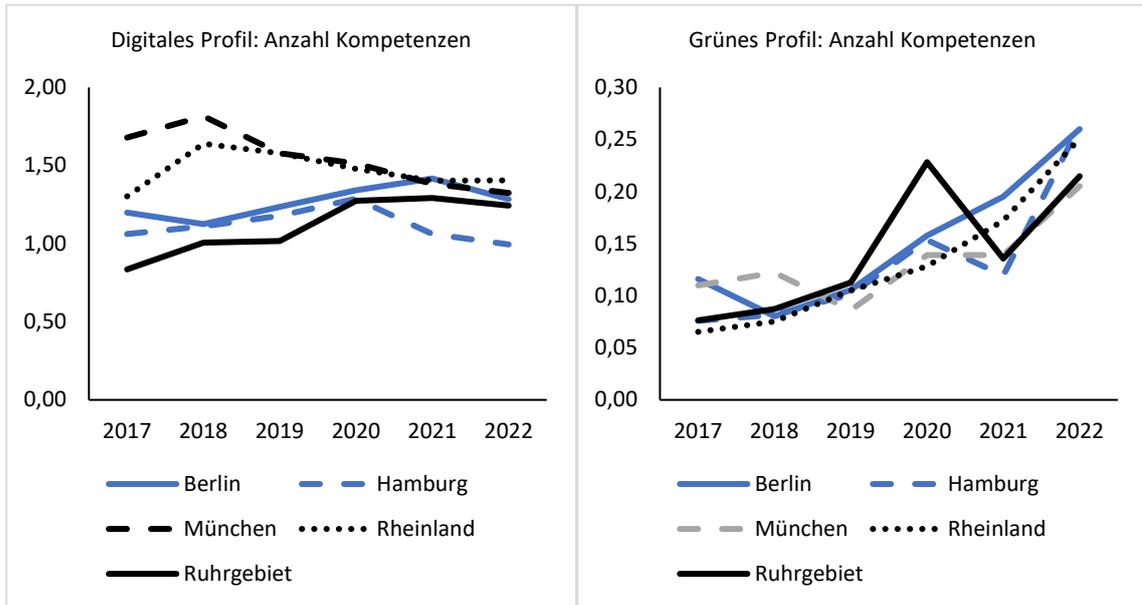
Quelle: Stellenanzeigendaten der Palturai GmbH/Finbot AG, eigene Berechnungen. Linke Grafik: Digitalisierungs-Intensität des Berufs pro Metropolregion. Rechte Grafik: Grüne Intensität des Berufs pro Metropolregion.

Abb. 41: Digitales und grünes Profil in der Berufsgruppe Energietechnik



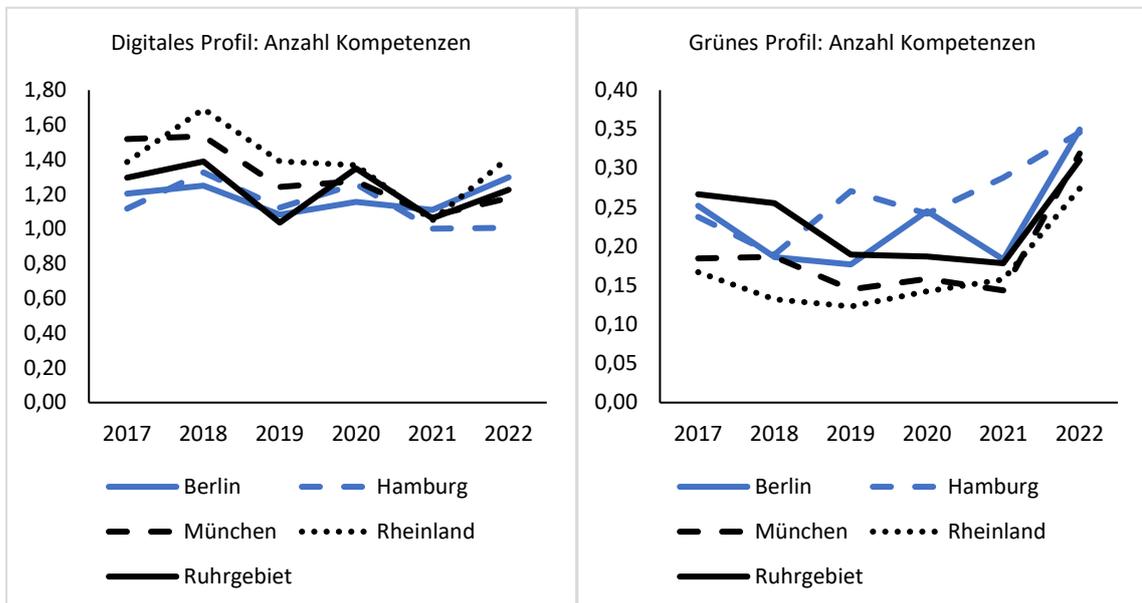
Quelle: Stellenanzeigendaten der Palturai GmbH/Finbot AG, eigene Berechnungen. Linke Grafik: Digitalisierungs-Intensität des Berufs pro Metropolregion. Rechte Grafik: Grüne Intensität des Berufs pro Metropolregion.

Abb. 42: Digitales und grünes Profil in der Berufsgruppe Elektrotechnik



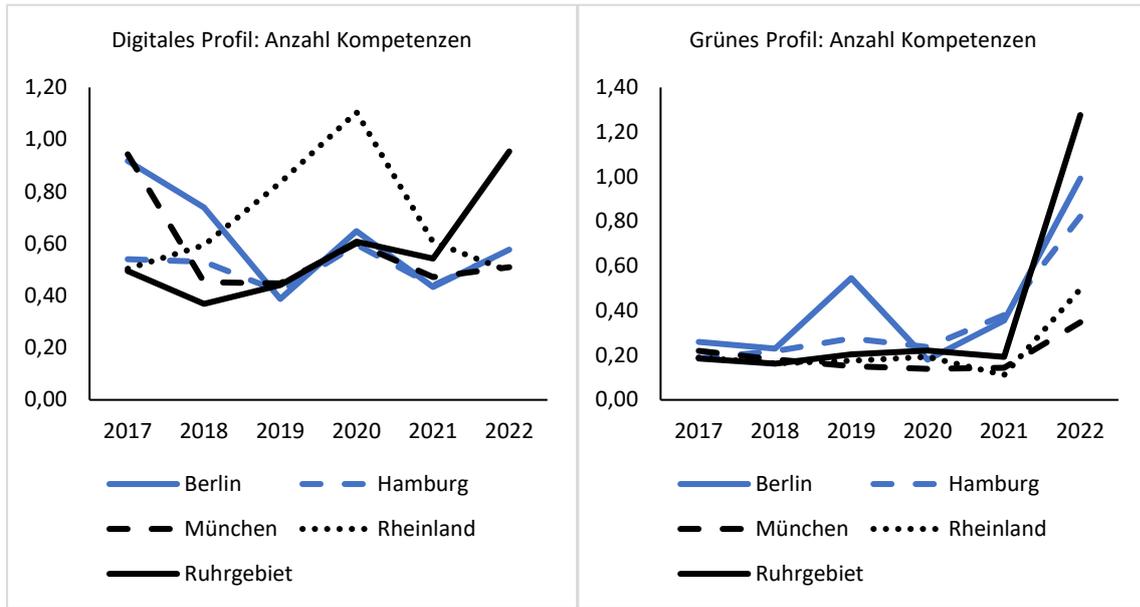
Quelle: Stellenanzeigendaten der Palturai GmbH/Finbot AG, eigene Berechnungen. Linke Grafik: Digitalisierungs-Intensität des Berufs pro Metropolregion. Rechte Grafik: Grüne Intensität des Berufs pro Metropolregion.

Abb. 43: Digitales und grünes Profil in der Berufsgruppe Architektur, Bauplanung und Überwachung



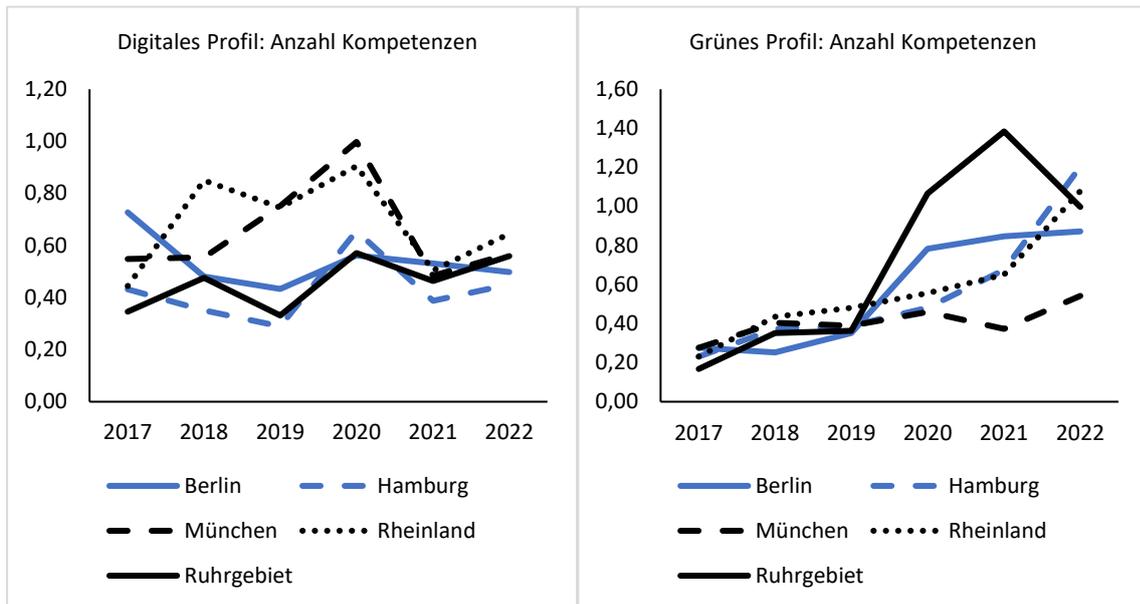
Quelle: Stellenanzeigendaten der Palturai GmbH/Finbot AG, eigene Berechnungen. Linke Grafik: Digitalisierungs-Intensität des Berufs pro Metropolregion. Rechte Grafik: Grüne Intensität des Berufs pro Metropolregion.

Abb. 44: Digitales und grünes Profil in der Berufsgruppe Hochbau



Quelle: Stellenanzeigen der Palturai GmbH/Finbot AG, eigene Berechnungen. Linke Grafik: Digitalisierungs-Intensität des Berufs pro Metropolregion. Rechte Grafik: Grüne Intensität des Berufs pro Metropolregion.

Abb. 45: Digitales und grünes Profil in der Berufsgruppe Ver- und Entsorgung

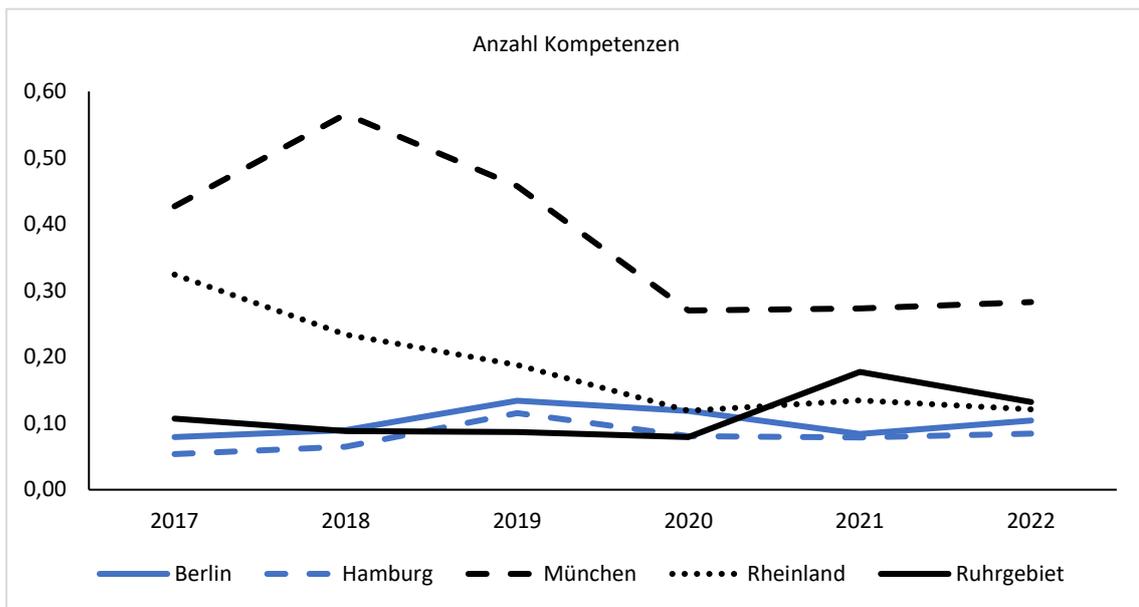


Quelle: Stellenanzeigen der Palturai GmbH/Finbot AG, eigene Berechnungen. Linke Grafik: Digitalisierungs-Intensität des Berufs pro Metropolregion. Rechte Grafik: Grüne Intensität des Berufs pro Metropolregion.

Wie auch bei den digitalen Berufen, betrachten wir ebenso für grüne Berufe deren KI-Profil. Dieser Analyseschritt ist begründet in der steigenden Bedeutung von KI für die Industrie („Industrie 4.0“), siehe auch Rammer (2022) für Evidenz auf Basis von Firmenumfragen. Dabei ziehen wir ähnliche Schlussfolgerungen wie für die digitalen Berufe. In grünen Berufen liegt das Ruhrgebiet hinsichtlich KI-Kompetenzen im Vergleich zu den anderen Metropolregionen teils deutlich zurück. Das durchschnittliche KI-Profil in den sechs grünen Berufen beträgt 0,04, d.h. in diesen Berufen fragen im Durchschnitt eine von 25 Stellenanzeigen KI-Kompetenzen nach. Im Vergleich hierzu beträgt das durchschnittliche KI-Profil in den Vergleichsregionen 0,06, somit erfordern im Durchschnitt eine von 17 Stellenanzeigen KI-Kompetenzen.

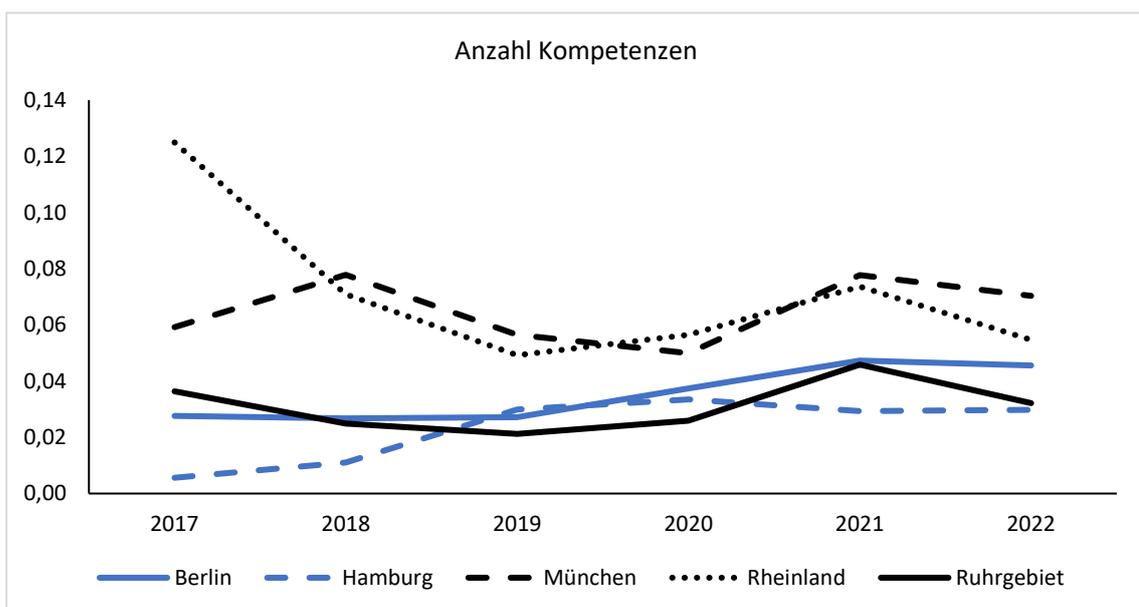
Die Diskrepanzen zwischen dem Ruhrgebiet und den Vergleichsregionen sind jedoch primär auf vergleichsweise hohe KI-Profile in München (0,09) und dem Rheinland (0,06) zurückzuführen. Für Hamburg und Berlin sind die KI-Profile in den grünen Berufen durchaus vergleichbar mit dem Ruhrgebiet. Aus dieser Perspektive ist das Ruhrgebiet somit kompetitiv. Dieser positivere Befund wird auch durch die zeitliche Entwicklung bestärkt. Während das KI-Profil in München und dem Rheinland stagniert hat bzw. gefallen ist, ist das KI-Profil in den meisten grünen Berufen im Ruhrgebiet seit 2017 gestiegen. Diese Beobachtung weist Anhaltspunkte für einen Aufholeffekt im Ruhrgebiet aus, der sich seit der Corona-Pandemie nochmal verstärkt hat.

Abb. 46: KI-Profil in der Berufsgruppe Mechatronik und Automatisierungstechnik



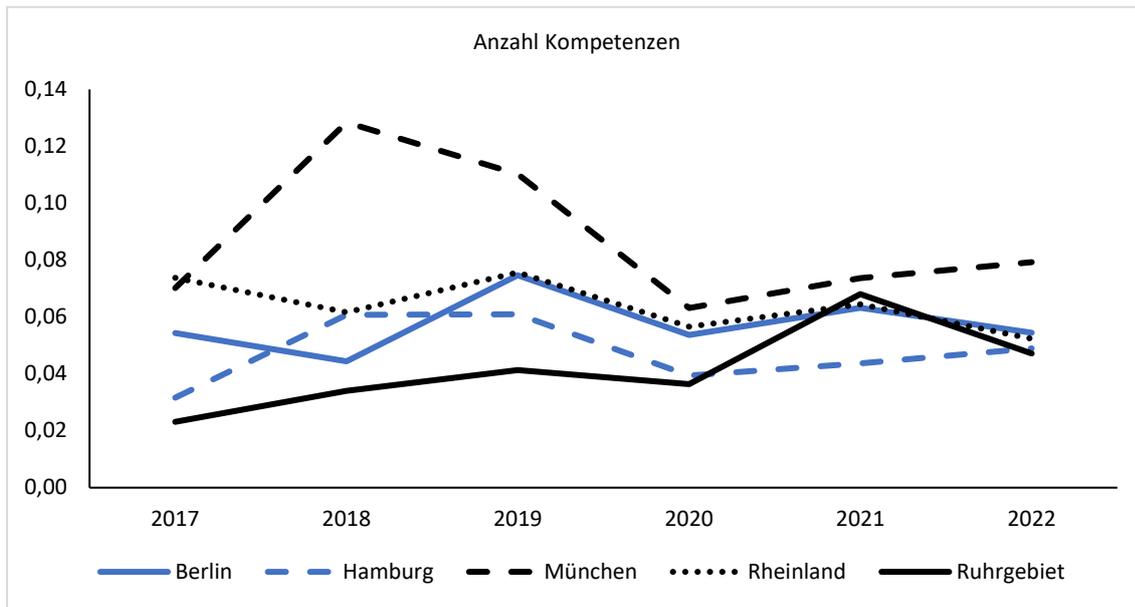
Quelle: Stellenanzeigendaten der Palturai GmbH/Finbot AG, eigene Berechnungen. Beschreibung der Grafik: KI-Intensität des Berufs pro Metropolregion.

Abb. 47: KI-Profil in der Berufsgruppe Energietechnik



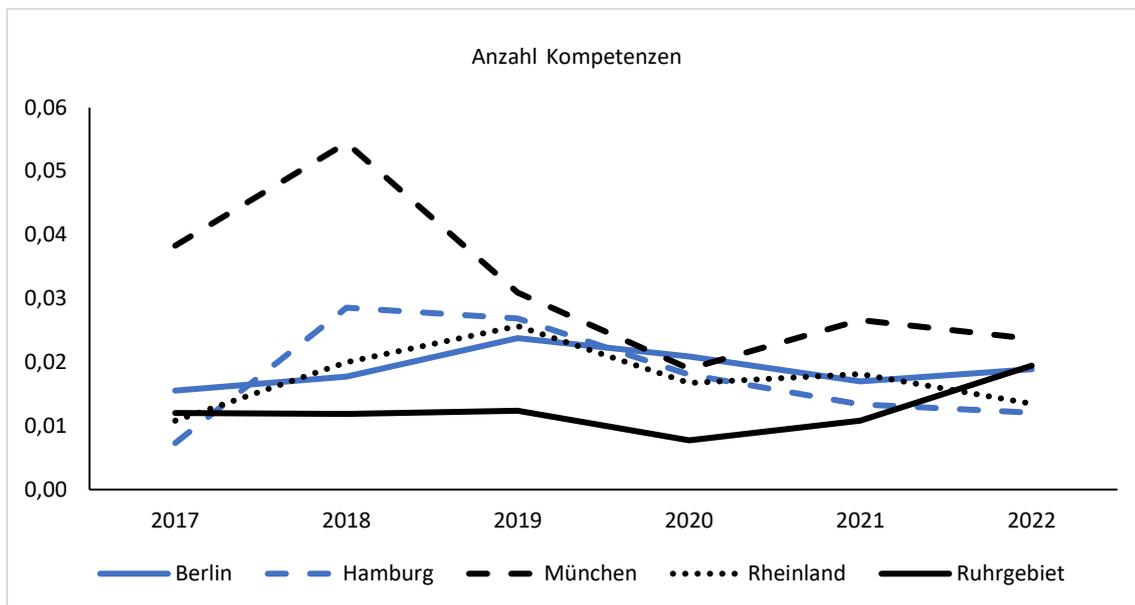
Quelle: Stellenanzeigendaten der Palturai GmbH/Finbot AG, eigene Berechnungen. Beschreibung der Grafik: KI-Intensität des Berufs pro Metropolregion.

Abb. 48: KI-Profil in der Berufsgruppe Elektrotechnik



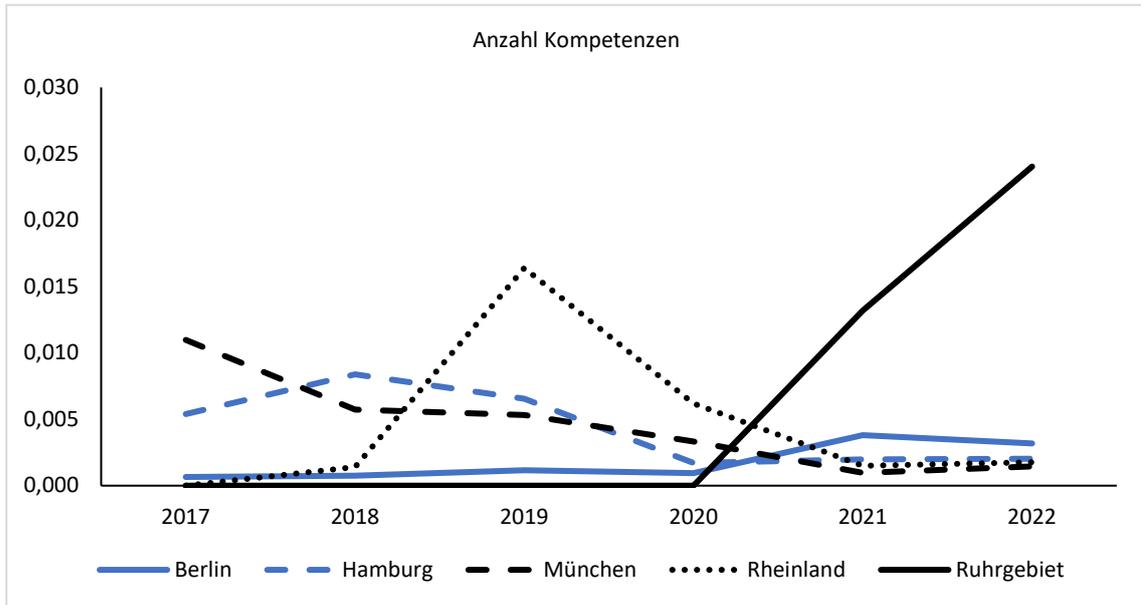
Quelle: Stellenanzeigen der Palturai GmbH/Finbot AG, eigene Berechnungen. Beschreibung der Grafik: KI-Intensität des Berufs pro Metropolregion.

Abb. 49: KI-Profil in der Berufsgruppe Architektur, Bauplanung und Überwachung



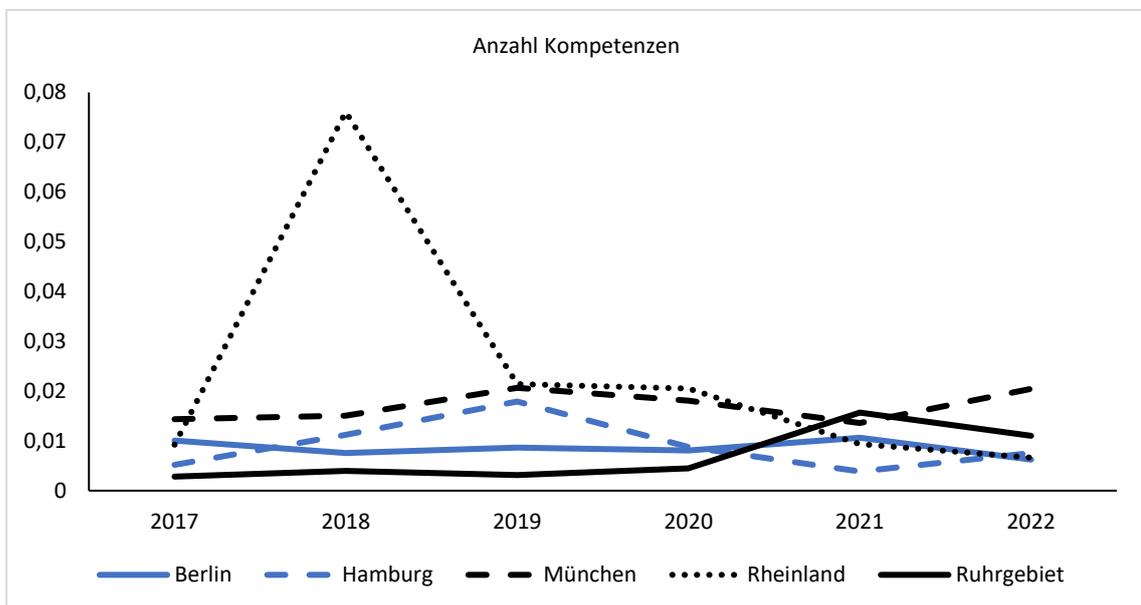
Quelle: Stellenanzeigen der Palturai GmbH/Finbot AG, eigene Berechnungen. Beschreibung der Grafik: KI-Intensität des Berufs pro Metropolregion.

Abb. 50: KI-Profil in der Berufsgruppe Hochbau



Quelle: Stellenanzeigendaten der Palturai GmbH/Finbot AG, eigene Berechnungen. Beschreibung der Grafik: KI-Intensität des Berufs pro Metropolregion.

Abb. 51: KI-Profil in der Berufsgruppe Entsorgung



Quelle: Stellenanzeigendaten der Palturai GmbH/Finbot AG, eigene Berechnungen. Beschreibung der Grafik: KI-Intensität des Berufs pro Metropolregion.

4.3 Ranking

Auf Grundlage der vorhergehenden Auswertungen von Stellenanzeigen wird im Folgenden ein Ranking erstellt, in dem das Ruhrgebiet mit den anderen Metropolregionen verglichen wird. Dieses Ranking erfolgt für jeden Zukunftsberuf hinsichtlich des digitalen, grünen sowie KI-Profiles. Zur Erstellung des Rankings wird in drei Schritten vorgegangen.

Im ersten Schritt berechnen wir einen durchschnittlichen Profilwert (grün, digital und KI) für jede Region über alle Jahre im Zeitraum 2017 bis 2022. Dies ermöglicht eine Gegenüberstellung, die die letzten fünf Jahre berücksichtigt. Im zweiten Schritt fassen wir die vier Vergleichsregionen – Berlin, Hamburg, München und das Rheinland – zusammen. Hierfür verwenden wir die berechneten Profilwerte für jede dieser vier Metropolregionen und gewichten sie mit der Anzahl der in der jeweiligen Region beobachteten Stellenanzeigen. Somit erhält Berlin beispielsweise ein höheres Gewicht als Hamburg, da in Berlin mehr Stellenanzeigen gepostet werden. Mit dieser Vorgehensweise tragen wir systematischen Unterschieden in der Arbeitsnachfrage Rechnung, welche ausführlich in Abschnitt 4.1 dokumentiert wurden. Im dritten Schritt normieren wir diesen gewichteten Durchschnittswert auf 100. Diese Normierung erlaubt einen Vergleich zwischen den verschiedenen Berufen, der widerspiegelt, wie stark das Ruhrgebiet von den Vergleichsregionen abweicht.

Tab. 1 fasst dieses Gesamtranking zusammen. Es ergeben sich drei übergeordnete Schlussfolgerungen. Erstens, das Ruhrgebiet fällt im Hinblick auf das digitale Profil bei den meisten Zukunftsberufen hinter den anderen Metropolregionen zurück. Innerhalb der vier digitalen Zukunftsberufe sind diese Unterschiede jedoch äußerst gering. Beispielsweise fällt das digitale Profil im Ruhrgebiet für die Berufsgruppen Informatik sowie IT-Netzwerktechnik, IT-Koordination, IT-Administration und IT-Organisation mit einem Wert von 96 nur um 4 Prozent geringer aus als in den anderen Metropolregionen. Somit ist das Ruhrgebiet in diesen Berufen hinsichtlich seines Digitalisierungsfortschritts nahezu gleichrangig. Innerhalb der sechs grünen Berufe ist dies allerdings nur bedingt der Fall. In einigen Berufen wie Bauplanung und Hochbau weist das Ruhrgebiet zwar sehr ähnliche digitale Profile auf. In den anderen grünen Berufen jedoch fällt das Ruhrgebiet teils deutlich zurück hinsichtlich des Digitalisierungsfortschrittes.

Zweitens, im Hinblick auf das KI-Profil sind die Nachteile im Ruhrgebiet nochmal stärker ausgeprägt. Zum Teil liegt das KI-Profil im Ruhrgebiet um bis zu 60 Prozent unter dem der Alternativregionen. KI-Kompetenzen repräsentieren eine spezifische, neuartige Unterform von digitalen Kompetenzen, werden jedoch von vielen Beobachtenden als zukunftsweisend wahrgenommen. Da diese Kompetenzen in Zukunft wahrscheinlich an Bedeutung gewinnen werden (Schaller et al., 2023), besteht hier offenbar Aufholbedarf für das Ruhrgebiet.

Drittens, das Ruhrgebiet schneidet im Hinblick auf das grüne Profil im Vergleich zu den anderen Metropolregionen positiv ab. So ist das grüne Profil im Ruhrgebiet für die Berufsgruppen Hochbau und Ver- und Entsorgung um 39 Prozent bzw. 28 Prozent höher als in den anderen Regionen. Ein ähnlich positives Bild ergibt sich für die drei Berufsgruppen Energietechnik, Elektrotechnik sowie Bauplanung und -überwachung, Architektur. Einzig in der Berufsgruppe Mechatronik und Automatisierungstechnik fällt das grüne Profil im Ruhrgebiet geringer aus.

In Anhang A findet sich eine detaillierte Aufbereitung des Rankings, die auch Vergleiche zwischen einzelnen Regionen zulässt.

Tab. 1: Gesamtranking

Beruf	Region	Digitales Profil		Grünes Profil		KI Profil	
Mechatronik und Automatisierungstechnik	Vergleichsregionen	1,13	100	0,13	100	0,180	100
	Ruhrgebiet	1,02	91	0,09	73	0,110	61
Energietechnik	Vergleichsregionen	0,78	100	0,22	100	0,047	100
	Ruhrgebiet	0,63	80	0,22	102	0,030	65
Elektrotechnik	Vergleichsregionen	1,36	100	0,15	100	0,065	100
	Ruhrgebiet	1,13	83	0,15	102	0,042	65
Bauplanung und -überwachung, Architektur	Vergleichsregionen	1,23	100	0,22	100	0,021	100
	Ruhrgebiet	1,21	99	0,22	103	0,012	58
Hochbau	Vergleichsregionen	0,63	100	0,34	100	0,003	100
	Ruhrgebiet	0,62	99	0,48	139	0,009	345
Ver- und Entsorgung	Vergleichsregionen	0,57	100	0,61	100	0,013	100
	Ruhrgebiet	0,47	83	0,78	128	0,007	53
Informatik	Vergleichsregionen	4,02	100	0,07	100	0,668	100
	Ruhrgebiet	3,85	96	0,15	195	0,270	40
IT-Systemanalyse, IT-Anwendungsberatung und IT-Vertrieb	Vergleichsregionen	2,58	100	0,05	100	0,118	100
	Ruhrgebiet	2,36	92	0,07	152	0,071	60
IT-Netzwerktechnik, IT-Koordination, IT-Administration und IT-Organisation	Vergleichsregionen	3,05	100	0,05	100	0,091	100
	Ruhrgebiet	2,93	96	0,08	163	0,063	69
Softwareentwicklung und Programmierung	Vergleichsregionen	5,64	100	0,05	100	0,182	100
	Ruhrgebiet	5,73	102	0,07	149	0,119	65

Quelle: Stellenanzeigen der Palturai GmbH/Finbot AG, eigene Berechnungen. Beschreibung der Tabelle: Digitalisierungs-Intensität, Grüne Intensität und KI-Intensität des Berufs pro Metropolregion. Vergleichsregionen bestehen aus den Metropolregionen Berlin, Hamburg, München und Rheinland. Die erste Zahl in Verbindung mit jedem der drei Profile beschreibt die durchschnittliche Anzahl gefundener Schlüsselwörter für den Zeitraum 2017-2022. Die zweite Zahl in Verbindung mit jedem der drei Profile ist auf 100 normiert, basierend auf den gefundenen Schlüsselwörtern in den Vergleichsregionen. Der Wert für das Ruhrgebiet ist relativ zum normierten Wert. Ein Wert über 100 impliziert relative Stärken des Ruhrgebiets. Zum Beispiel ist das grüne Profil im Ruhrgebiet für den Beruf Ver- und Entsorgung um 28% höher als in den Vergleichsregionen. Ein Wert unter 100 impliziert relative Schwächen des Ruhrgebiets. Zum Beispiel ist das grüne Profil im Ruhrgebiet für den Beruf Mechatronik und Automatisierungstechnik um 27% geringer als in den Vergleichsregionen.

5 Akademische und berufliche Bildung

Ein entscheidender Faktor für ein nachhaltiges und ausreichendes Angebot an Fachkräften im Bereich der Zukunftsberufe liegt in entsprechenden Qualifizierungen. Im Bereich der akademischen Bildung sind hier die sogenannten MINT-Studiengänge die qualifikatorische Basis für eine spätere Beschäftigung in einem der durch die vorliegende Studie identifizierten Zukunftsberufe. Die Abkürzung „MINT“ steht für die Fachrichtungen Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik und umfasst eine Vielzahl von Studiengängen. Wer sich für ein MINT-Studium interessiert, kann aus einer sehr großen Anzahl an MINT-Studiengängen wählen. Neben den klassischen Studiengängen wie Informatik, Wirtschaftsinformatik, Medieninformatik, Elektrotechnik oder Softwareentwicklung, stehen auch weniger bekannte Studiengänge wie Umweltingenieurwesen, Game Design, Digital Health oder Digital Transformation Management zur Auswahl.

Für die Zukunftsberufe ist jedoch nicht nur eine ausreichende Anzahl an akademischen Fachkräften von Bedeutung, auch die berufliche Qualifizierung spielt eine wichtige Rolle. Hierzu gehören beispielsweise Ausbildungsberufe wie Elektroniker, Industriemechaniker, Baustoffprüfer, Fachinformatiker oder Umweltschutztechniker.

In Abschnitt 5.1 wird daher die aktuelle Entwicklung der Studierendenzahlen und der Anteil der MINT-Studierenden an allen Studierenden dargestellt. Zudem wird darauf eingegangen, welche Bedeutung ausländische und weibliche Studierende in den MINT-Studiengängen haben. Im darauffolgenden Schritt wird in Kapitel 5.2 der Bereich der beruflichen Bildung betrachtet. Hierbei wird neben der Entwicklung der Zahl der Bewerber:innen auch die der angebotenen Ausbildungsstellen analysiert und interpretiert.

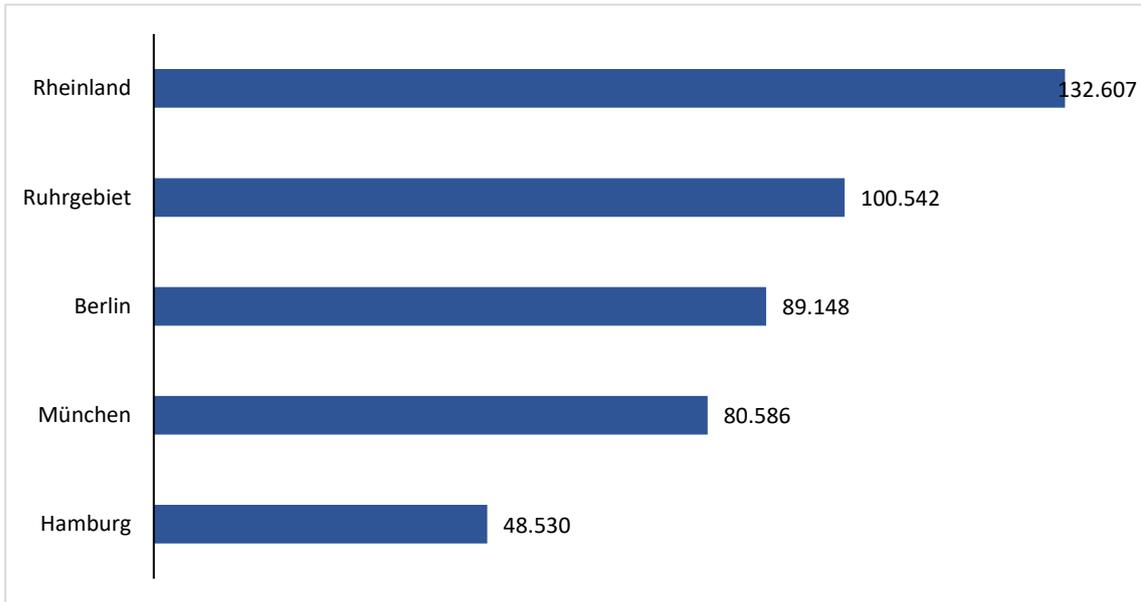
5.1 Akademische Bildung in MINT-Studiengängen

Betrachtet man die Anzahl der Studierenden in MINT-Studiengängen im Wintersemester 2021/2022 (Abb. 52), lassen sich klare regionale Unterschiede feststellen. Die mit Abstand meisten MINT-Studierenden sind in der Metropolregion Rheinland zu finden. Hier studieren fast drei Mal so viele Personen in MINT-Studiengängen wie in der Metropolregion Hamburg, die auf dem letzten Platz liegt. Die Metropole Ruhr folgt auf dem zweiten Platz und verzeichnet knapp 20% mehr MINT-Studierende wie die Metropolregion München, die auf dem vierten Platz liegt. Im Mittelfeld landet die Metropolregion Berlin.

Das potenzielle Angebot an zukünftigen Fachkräften ist folglich rein quantitativ in den beiden westlichen Regionen deutlich höher als in den anderen drei Vergleichsregionen.

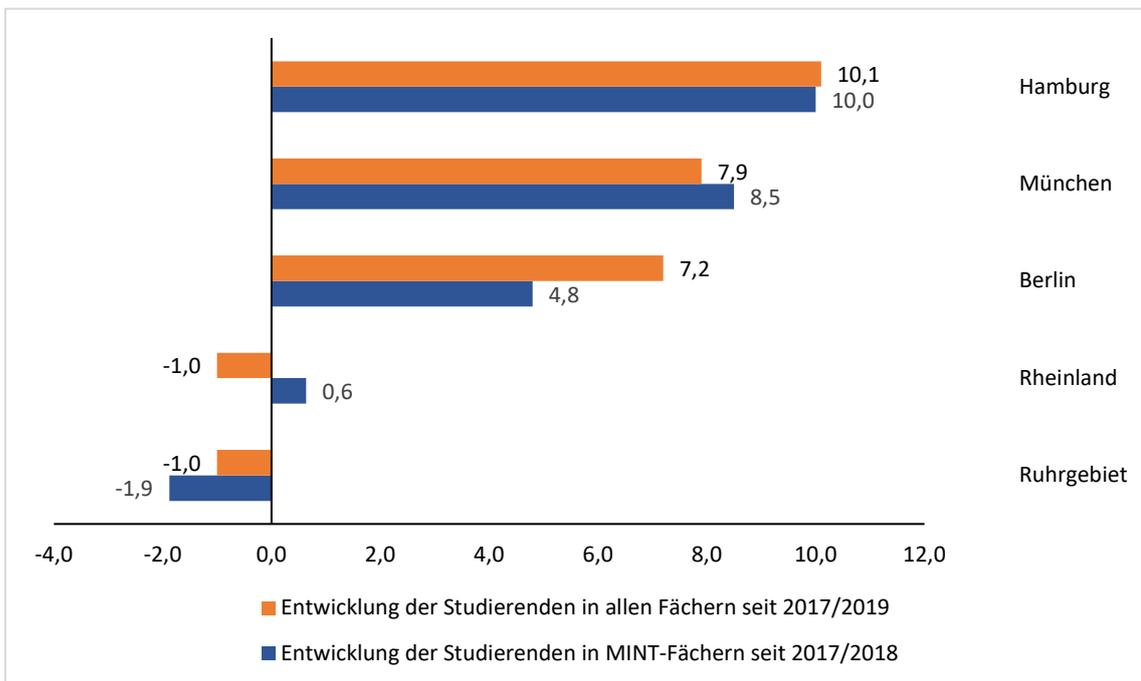
Betrachtet man die Entwicklung des Wachstums der Studierendenzahlen zwischen dem Wintersemester 2017/2018 und dem Wintersemester 2021/2022, sowohl in den MINT-Studiengängen als auch über alle Studiengänge hinweg, ergibt sich ein gegenläufiges Bild.

Abb. 52: Anzahl der Studierenden in MINT-Studiengängen im Wintersemester 2021/2022



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

Abb. 53: Entwicklung der Anzahl der Studierenden in MINT-Studiengängen und in allen Studiengängen seit dem Wintersemester 2017/2018 in Prozent



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

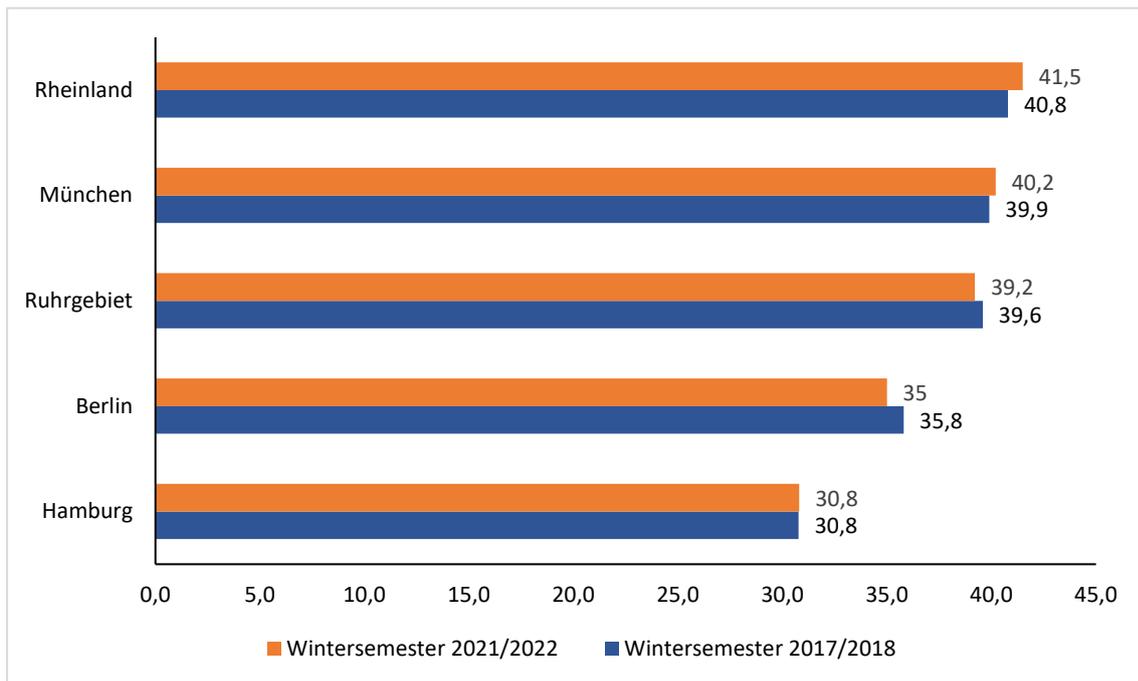
Am dynamischsten entwickelte sich hier die Metropolregion Hamburg, welche mit einem Wachstum von je 10,1 Prozent, sowohl bei allen Studierenden als auch bei den MINT-Studierenden, deutlich vor den anderen Regionen liegt. In absoluten Zahlen legte die Metropolregion Hamburg in den MINT-Studiengängen um 4.438 Studierende zu. Auffällig ist, dass bei der Metropolregion Berlin das Wachstum der MINT-Studierenden deutlich niedriger ausfällt als das Wachstum über

alle Studiengänge hinweg. In der Metropolregion Berlin stieg die Zahl der MINT-Studierenden um 4.088 Personen, in der Metropolregion München sogar um 6.326 Personen.

Dagegen sind in der Metropole Ruhr sowohl die Studierendenzahlen insgesamt (-1,0 Prozent), und auch in den MINT-Studiengängen (-1,9 Prozent) leicht rückläufig. In absoluten Zahlen ging die Zahl der MINT-Studierenden um 1.925 Personen zurück. Auch in der Metropolregion Rheinland sind die Wachstumsraten gering, allerdings gibt es hier ein minimales Wachstum bei den MINT-Studierenden (+0,6 Prozent), während die Studierendenzahlen insgesamt rückläufig waren. Hier stieg die absolute Anzahl der MINT-Studierenden um 841 Personen.

Beim Anteil der MINT-Studierenden an allen Studierenden (Abb. 54) lagen im Wintersemester 2021/2022 die Metropolregion Rheinland (41,5 Prozent) und die Metropolregion München (40,2 Prozent) vor den anderen untersuchten Regionen. Das Schlusslicht im regionalen Vergleich stellt die Metropolregion Hamburg mit einem Anteil von 30,8 Prozent dar. Interessant ist zudem, dass der Anteil der MINT-Studierenden in allen Metropolregionen nahezu konstant blieb: während lediglich in den Metropolregionen Rheinland und München von Wintersemester 2017/2018 bis Wintersemester 2021/2022 ein leichtes Wachstum zu verzeichnen ist, blieb der Anteil in der Metropolregion Hamburg unverändert und ging in den Regionen Ruhr und Berlin leicht zurück.

Abb. 54: Anteil der Studierenden in MINT-Studiengängen an allen Studiengängen in Prozent



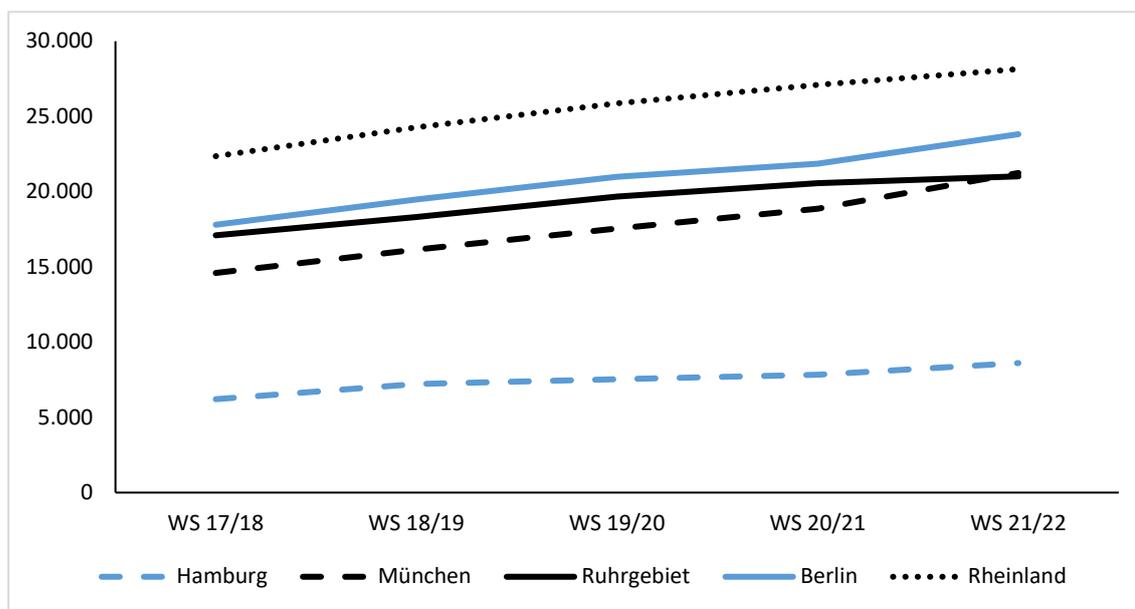
Quelle: Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2023), eigene Berechnungen.

Mit Blick auf die Anzahl der ausländischen Studierenden in MINT-Studiengängen (Abb. 55) steht die Metropolregion Rheinland mit 28.143 ausländischen Studierenden im Wintersemester 2021/2022 deutlich vor allen anderen Metropolregionen. An zweiter Stelle liegt die Metropolregion Berlin mit 23.816 ausländischen Studierenden, gefolgt von den Metropolregionen München (21.241) und der Metropole Ruhr mit 21.016 ausländischen Studierenden. Mit einigem Abstand folgt dann die Metropolregion Hamburg (8.609).

Betrachtet man die Entwicklung von Wintersemester 2017/2018 bis Wintersemester 2021/2022, ist in allen untersuchten Regionen eine klare Tendenz zum Wachstum erkennbar. Allerdings ist

dieses Wachstum deutlich unterschiedlich ausgeprägt. Das mit Abstand größte relative Wachstum seit dem Wintersemester 2017/2018 fand in der Metropolregion München (+45,5 Prozent) statt, gefolgt von der Metropolregion Hamburg (+38,7 Prozent) und der Metropolregion Berlin (+33,8 Prozent), die sich ebenfalls überproportional stark entwickelten. Aber auch in den anderen Regionen (Metropolregion Rheinland: +25,9 Prozent; Metropole Ruhr: +22,9 Prozent) wuchs die Zahl der ausländischen Studierenden in den MINT-Studiengängen deutlich an.

Abb. 55: Entwicklung der ausländischen Studierenden in MINT-Studiengängen



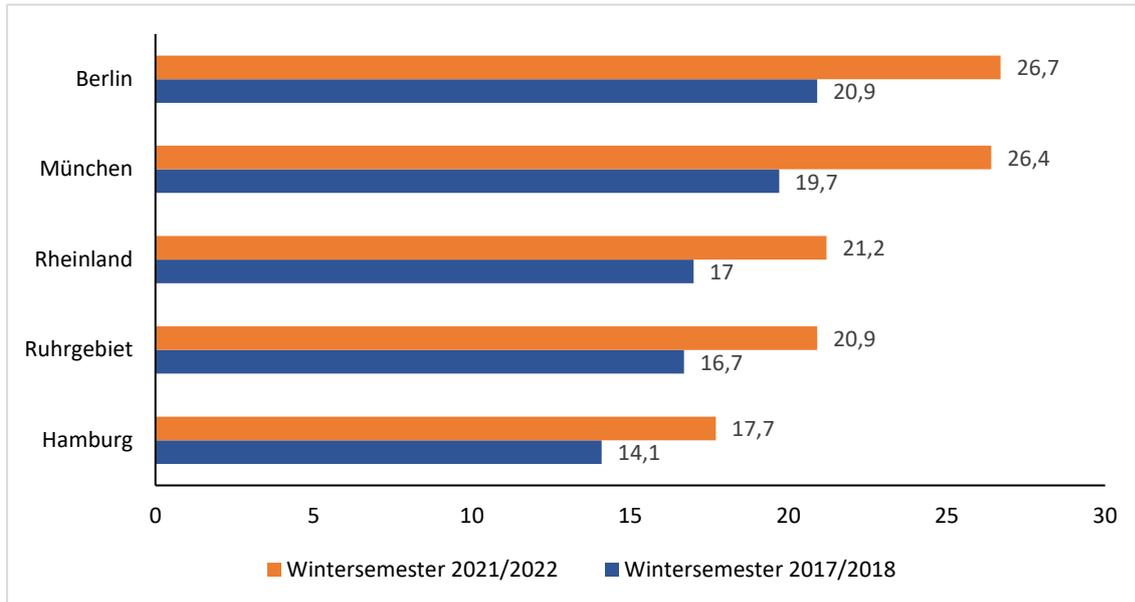
Quelle: Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2023), eigene Berechnungen.

Auch beim Anteil der ausländischen Studierenden in MINT-Studiengängen (Abb. 56) spiegelt sich die quantitative Entwicklung seit dem Wintersemester 2017/2018 eindrucksvoll wider: in allen fünf Vergleichsregionen stieg der Anteil deutlich an. Spitzenreiter dieser Entwicklung ist die Metropolregion Berlin, sowohl was die Entwicklung seit dem Wintersemester 2017/2018 betrifft (+5,8 Prozent), als auch beim Anteil insgesamt (26,7 Prozent), dicht gefolgt von der Metropolregion München die besonders stark zugelegt Die Metropolregion Rheinland sowie die Metropole Ruhr entwickelten sich auf vergleichbarem Niveau, während der Anteil in der Metropolregion Hamburg insgesamt deutlich niedriger liegt und auch das Wachstum auf einem niedrigeren Niveau stattfand.

Insgesamt kann festgehalten werden, dass ausländische Studierende eine immer größere Gruppe darstellen und diese Entwicklung voraussichtlich längerfristig Bestand haben wird.

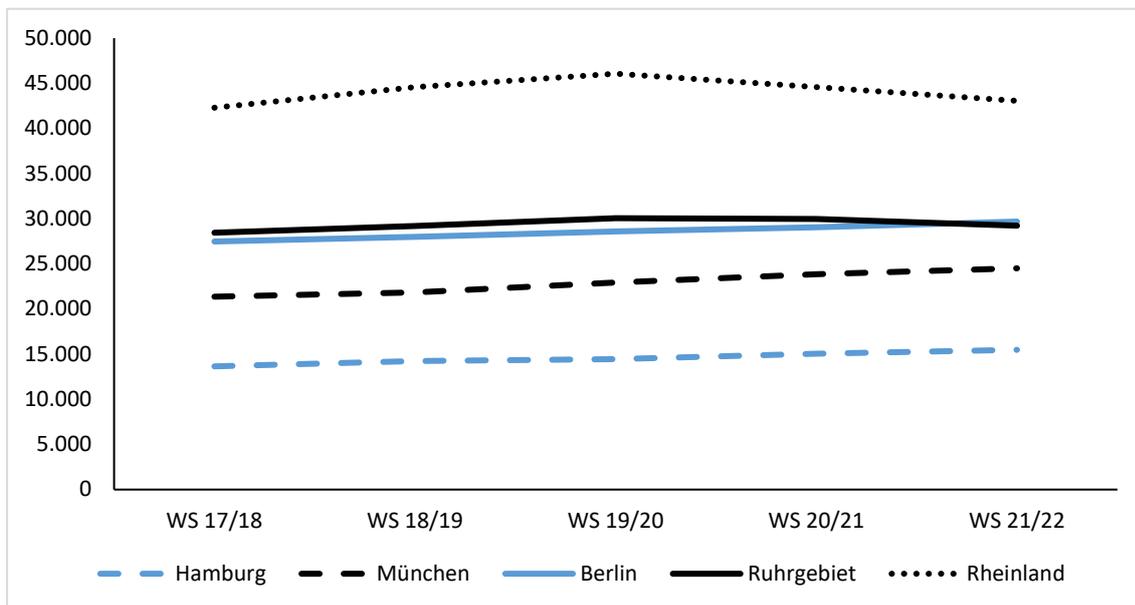
Bei den weiblichen MINT-Studierenden (Abb. 57) ist die Entwicklung weit weniger dynamisch als bei den Ausländer:innen. So stieg die Zahl der Studentinnen zwar in allen Regionen an, allerdings auf einem deutlich niedrigeren Niveau. Lediglich die Metropolregionen Hamburg (+13,4 Prozent) und München (+14,7 Prozent) können hier ein zweistelliges Wachstum aufweisen. Die Metropolregion Berlin (+8,0 Prozent) folgt mit einigem Abstand auf dem dritten Platz. Deutlich dahinter liegen die Metropole Ruhr (+2,9 Prozent) und die Metropolregion Rheinland (+1,8 Prozent), die wesentlich niedrigeren Zuwachsraten für sich verzeichnen können und seit dem Wintersemester 2019/2020 sogar leicht rückläufige Zahlen zu beklagen haben. Dennoch haben die beiden letztgenannten Regionen nach wie vor eine große Anzahl weiblicher Studierender in MINT-Studiengängen insgesamt.

Abb. 56: Anteil der ausländischen Studierenden in MINT-Studiengängen in Prozent



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

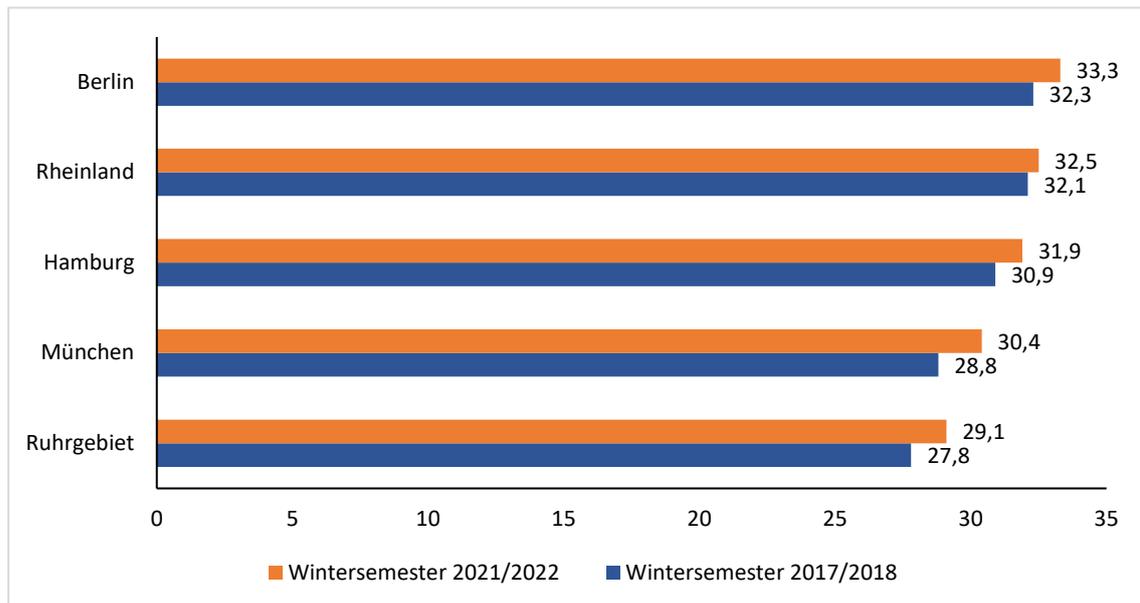
Abb. 57: Entwicklung der weiblichen Studierenden in MINT-Studiengängen



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

Betrachtet man den Anteil der Frauen an allen MINT-Studierenden (Abb. 58), weisen die Metropolregionen recht ähnliche Niveaus auf. Den höchsten Frauenanteil in den MINT-Studiengängen hatte im Wintersemester 2021/2022 die Metropolregion Berlin, wo mit 33,3 Prozent jeder dritte Platz im Hörsaal von einer Studentin eingenommen wurde. Die Metropolregionen Rheinland (32,5 Prozent), Hamburg (31,9 Prozent) und München (30,4 Prozent) folgen dicht dahinter. Die Metropole Ruhr kommt auf einen Frauen-Anteil von 29,1 Prozent und belegt im Metropolvergleich mit geringem Abstand den letzten Platz.

Abb. 58: Anteil der weiblichen Studierenden in MINT-Studiengängen in Prozent



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

Die Entwicklung des Frauenanteils ist in allen Regionen leicht positiv, in allen Metropolregionen konnte eine Steigerung erreicht werden. Hierbei weist die Metropolregion Ruhr das zweithöchste Wachstum des Frauenanteils in MINT-Studiengängen auf und hat somit in den letzten Jahren den Rückstand auf die meisten anderen Metropolregionen verkürzt.

Somit ist ein allgemeiner Trend in allen fünf Regionen erkennbar: die MINT-Studiengänge sind nach wie vor stark von Männern dominiert, werden aber tendenziell weiblicher.

5.2 Entwicklung der Berufsausbildung in den zehn Zukunftsberufen

Im Folgenden werden die Entwicklungen im Bereich der Berufsausbildung dargestellt. Hierbei wird die Ausbildungsstellenmarktstatistik der Bundesagentur für Arbeit (BA) genutzt. Von Vorteil für diese Studie ist dabei, dass die Ausbildungsberufe analog zur SV-Beschäftigung der systematischen Klassifikation der Berufe unterliegen und somit identisch zu den untersuchten Zukunftsberufen sind.

Die Statistiken über den Ausbildungsmarkt werden aus Prozessdaten der BA in Form einer Vollerhebung gewonnen. Basis sind die Daten der bei den Agenturen für Arbeit und Jobcentern gemeldeten Bewerber:innen für Berufsausbildungsstellen, die die individuelle Vermittlung in eine betriebliche oder außerbetriebliche Berufsausbildungsstelle in Anspruch nehmen, sowie Berufsausbildungsstellen, die zur Ausbildungsvermittlung gemeldet sind.

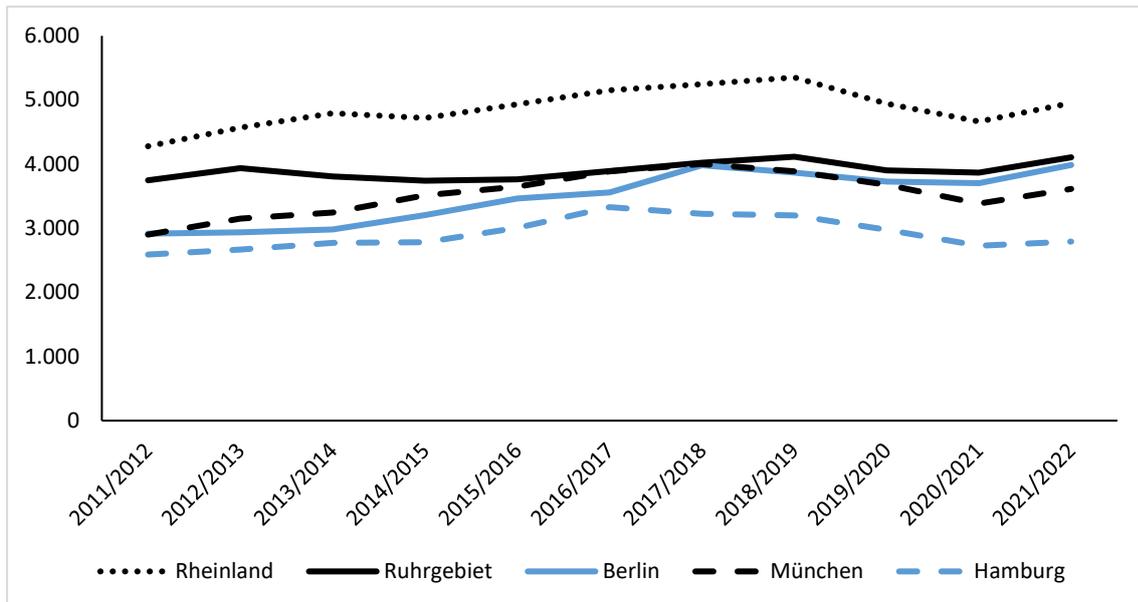
Die Berichterstattung konzentriert sich dabei nur auf anerkannte Ausbildungsberufe nach dem Berufsbildungsgesetz (BBiG) und den Bezug auf das Berichtsjahr, das den Zeitraum vom 1. Oktober bis zum 30. September des folgenden Jahres umfasst. Da die Inanspruchnahme der Ausbildungsvermittlung durch Arbeitgeber und Jugendliche freiwillig erfolgt, kann die darauf basierende Statistik nur einen Ausschnitt der gesamten Abläufe am Ausbildungsmarkt abbilden. Die berichteten Kennzahlen sind die im Laufe des Berichtsjahres gemeldeten Bewerber:innen und Berufsausbildungsstellen sowie die am Stichtag unversorgten Bewerber:innen und unbesetzten Stellen.

Vor diesem Hintergrund beschreiben die folgenden Abschnitte die Entwicklung der gemeldeten Bewerber:innen in den Zukunftsberufen, sowie die der gemeldeten Ausbildungsstellen. Dabei werden sowohl regionale als auch zeitliche Entwicklungen untersucht, um darauf aufbauend mögliche Rückschlüsse für potenzielle Herausforderungen und Chancen der Beschäftigung in den Zukunftsberufen zu ziehen.

5.2.1 Entwicklung bei den Bewerber:innen

Betrachtet man die quantitative Entwicklung der Bewerber:innen für eine Berufsausbildung in den zehn Zukunftsberufen (Abb. 59), fällt zunächst die „Corona-Delle“, also der pandemiebedingte Rückgang der Anzahl der Bewerber:innen nach einigen Jahren des Anstiegs, auf. Insgesamt gibt es in der langjährigen Entwicklung über das vergangene Jahrzehnt ein Anwachsen der Bewerber:innenzahl in den Zukunftsberufen in allen fünf Metropolregionen. Ähnlich wie bei den Studierendenzahlen ist zudem das rein quantitative Potential in den beiden westlichen Vergleichsregionen, den Metropolregionen Ruhr und Rheinland, am größten.

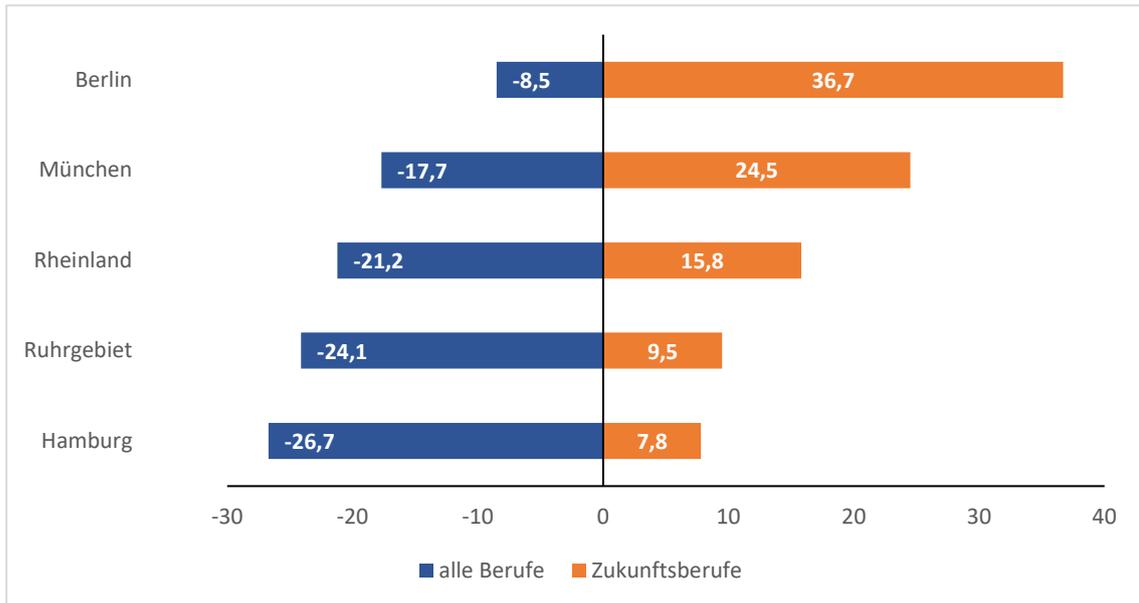
Abb. 59: Anzahl der Bewerber:innen auf eine berufliche Ausbildung in allen zehn Zukunftsberufen



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

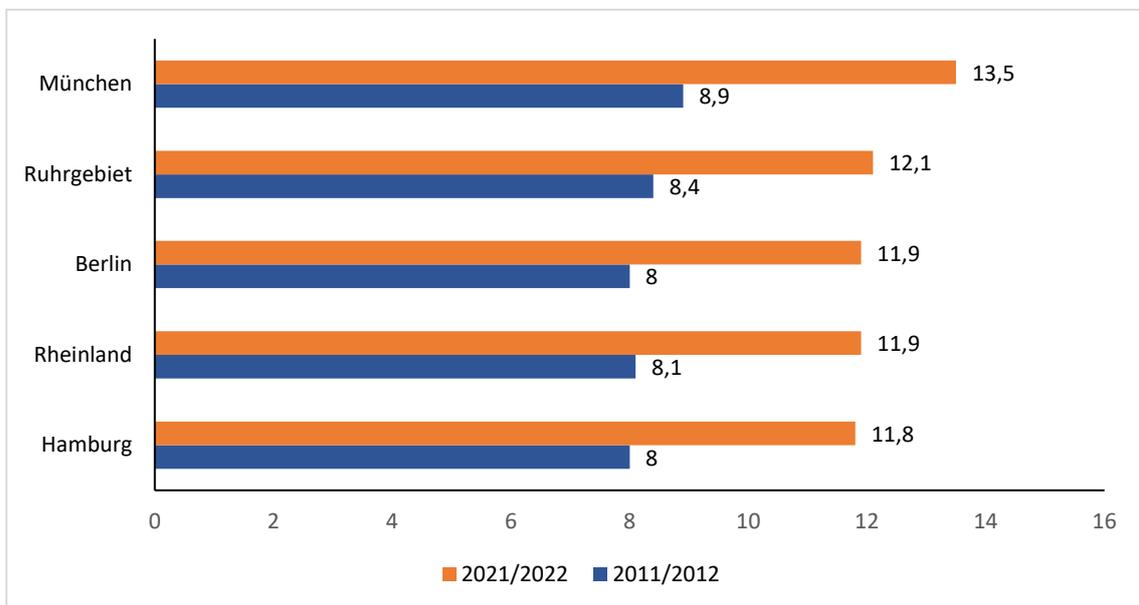
Um diese Zahlen besser interpretieren zu können, ist es sinnvoll, einen Blick auf die Entwicklung der Bewerber:innenzahlen in allen Ausbildungsgängen zu werfen. Vergleicht man die Veränderung der Zahl der Bewerber:innen in den zehn Zukunftsberufen mit der in allen Berufen seit dem Ausbildungsjahr 2011/2012 (Abb. 60), tritt ein deutlicher Unterschied zutage. So stiegen die Bewerber:innenzahlen in den Zukunftsberufen in allen Vergleichsregionen an, während parallel hierzu die Bewerber:innenzahlen für alle Ausbildungsberufe (inklusive Zukunftsberufe) rückläufig waren. Allerdings fiel das Wachstum in den Zukunftsberufen dort besonders stark aus, wo die Bewerber:innenzahlen über alle Berufsgruppen hinweg nicht so stark rückläufig waren.

Abb. 60: Wachstum der Anzahl der Bewerber:innen 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.

Abb. 61: Anteil der Bewerber:innen in den Zukunftsberufen an den Bewerber:innen in allen Berufen in Prozent



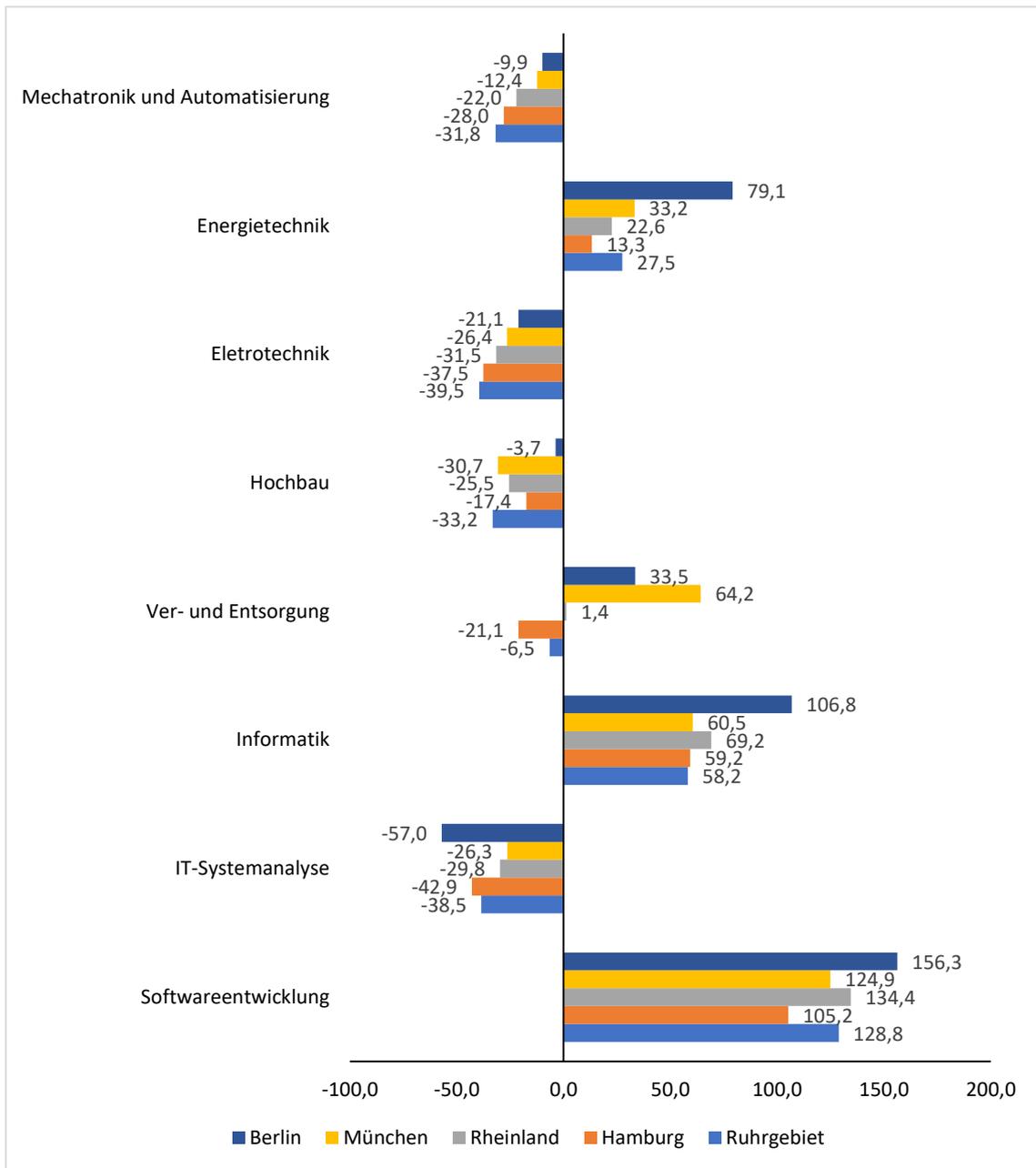
Quelle: Statistik der Bundesagentur für Arbeit (2023), eigene Berechnungen.

Diese Entwicklung spiegelt sich zudem beim Anteil der Bewerber:innen in den Zukunftsberufen an den Bewerber:innen in allen Berufen wider (Abb. 61). Hervorzuheben ist hier außerdem, dass die Metropole Ruhr beim Wachstum der Anzahl der Bewerber:innenzahlen nach der Metropolregion Rheinland den zweitniedrigsten Wert verzeichnet (1), dafür aber insgesamt den zweitgrößten Anteil der Bewerber:innen in den Zukunftsberufen an allen Bewerber:innen aufweist (Abb. 61). Den größten Anteil weist hier die Metropolregion München auf. Insgesamt liegen die Metropolregionen dicht beieinander und konnten in der letzten Dekade vergleichbare Steigerungsraten verzeichnen.

Angesichts der positiven Entwicklungen der Bewerber:innenzahlen um eine duale Ausbildung stellt sich die Frage, auf welche Berufsgruppen dies zurückzuführen ist. Dabei ergibt sich ein klares Bild: die Zuwächse bei der Zahl der Bewerber:innen zwischen den Ausbildungsjahren 2011/2012 und 2021/22 beruhen im Wesentlichen auf den drei Berufsgruppen Energietechnik, Softwareentwicklung und Informatik (Abb. 62). Insbesondere bei den beiden IT-Berufsgruppen sind die Bewerber:innenzahlen in allen Metropolregionen stark überproportional gewachsen.

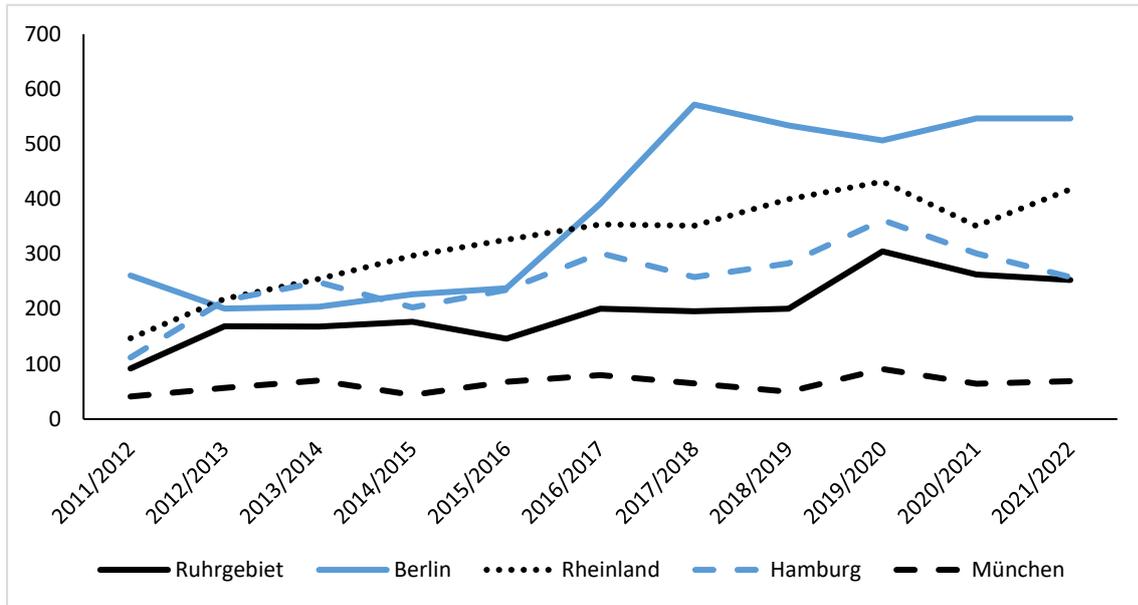
Weitere wichtige Indikatoren zur Beurteilung der Situation auf dem Ausbildungsmarkt sind einerseits die unversorgten Bewerber:innen und andererseits die unbesetzten Ausbildungsstellen. Sie erlauben Rückschlüsse darauf, ob es sogenannte Passungsprobleme gibt. Unter Passungsproblemen versteht man eine mangelnde Übereinstimmung zwischen Angebot und Nachfrage, die zu erfolglosen Teilnehmer:innen auf beiden Seiten des Marktes führt, also bei den Betrieben und bei den Suchenden nach einem Ausbildungsplatz. Auf dem Ausbildungsmarkt manifestieren sich Passungsprobleme, wenn nicht nur die Zahl der erfolglos angebotenen Ausbildungsplätze relativ hoch ist (Besetzungsprobleme), sondern zugleich auch die Zahl der erfolglosen Ausbildungsplatznachfrager:innen (Versorgungsprobleme). Passungsprobleme gelten bereits seit einigen Jahren als zentrale Herausforderung auf dem Ausbildungsmarkt.

Abb. 62: Veränderung der Zahl der Bewerber:innen, Ausbildungsjahr 2011/2012 bis Ausbildungsjahr 2021/2022 in Prozent



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

Abb. 63: Anzahl der unversorgten Bewerber:innen in den zehn Zukunftsberufen



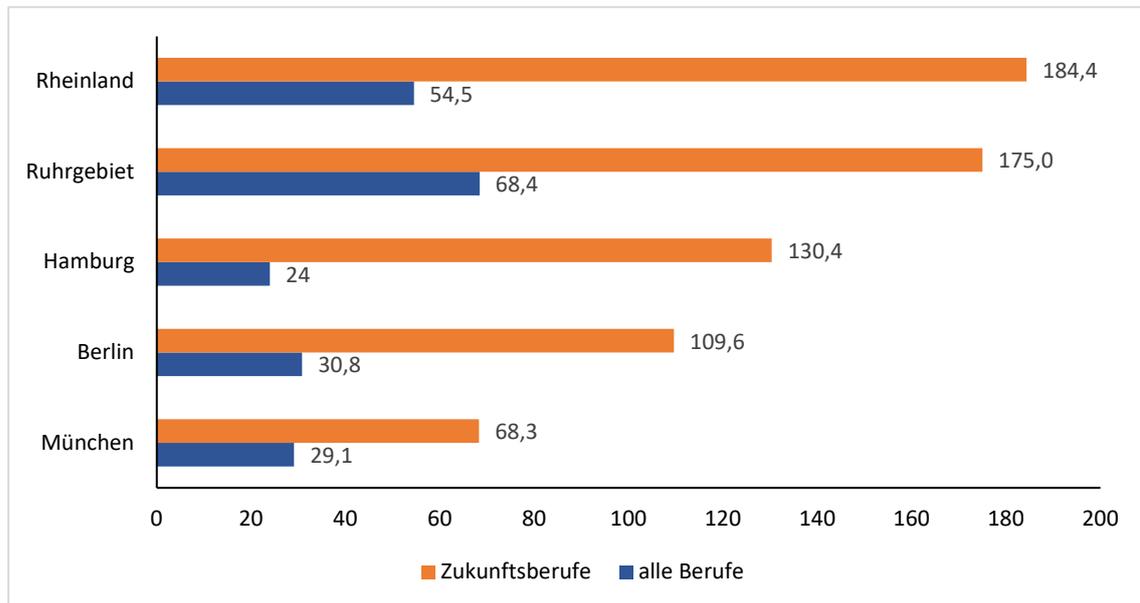
Quelle: Statistik der Bundesagentur für Arbeit (2023), eigene Berechnungen.

Mit Blick auf die unversorgten Bewerber:innen, also gemeldete Bewerber:innen, für die weder die Einmündung in eine Berufsausbildung noch ein weiterer Schulbesuch, eine Teilnahme an einer Fördermaßnahme oder eine andere Alternative bekannt ist und für die Vermittlungsbemühungen (weiter)laufen, kann festgehalten werden, dass in vier von fünf der untersuchten Metropolregionen über die letzten Jahre ein starker Anstieg erkennbar ist. Eine Ausnahme bildet hier die Metropolregion München, wo die Zahl lediglich auf einem sehr moderaten Niveau angestiegen ist (4).

Ein zentraler Grund für die Passungsprobleme auf dem Ausbildungsmarkt liegt in regionalen Marktungleichgewichten. So gibt es oftmals in Regionen mit besonders starken Besetzungsproblemen eher wenige Nachfrager:innen, die zum Abschluss des Ausbildungsjahres noch auf Ausbildungsplatzsuche sind. In Regionen mit besonders starken Versorgungsproblemen stehen umgekehrt am Ende des Jahres nur noch wenige offene Ausbildungsstellen zur Verfügung. Für die Zukunftsberufe ist dies so nicht erkennbar. Für die untersuchten Metropolregionen kann jedoch festgehalten werden, dass diese für die Zukunftsberufe von Besetzungs- und Versorgungsproblemen zugleich betroffen sind.

Betrachtet man die prozentuale Steigerung, fällt zudem auf, dass der Anstieg der unversorgten Bewerber:innen in den Zukunftsberufen deutlich höher ausfällt als über alle Berufsgruppen hinweg. Die mit Abstand größten Steigerungen bei den unversorgten Bewerber:innen gab es in den beiden westlichen Regionen (5). Danach folgen die Regionen Hamburg und Berlin. Die niedrigsten Werte weist die Metropolregion München auf. Auch hier gab es relativ gesehen Zuwächse bei den unversorgten Bewerber:innen, diese fanden aber auf einem deutlich niedrigeren Niveau als in den anderen Metropolregionen statt.

Abb. 64: Veränderung der Zahl der unversorgten Bewerber:innen in den zehn Zukunftsberufen und in allen Berufen, Ausbildungsjahr 2011/2012 – Ausbildungsjahr 2021/2022 in Prozent



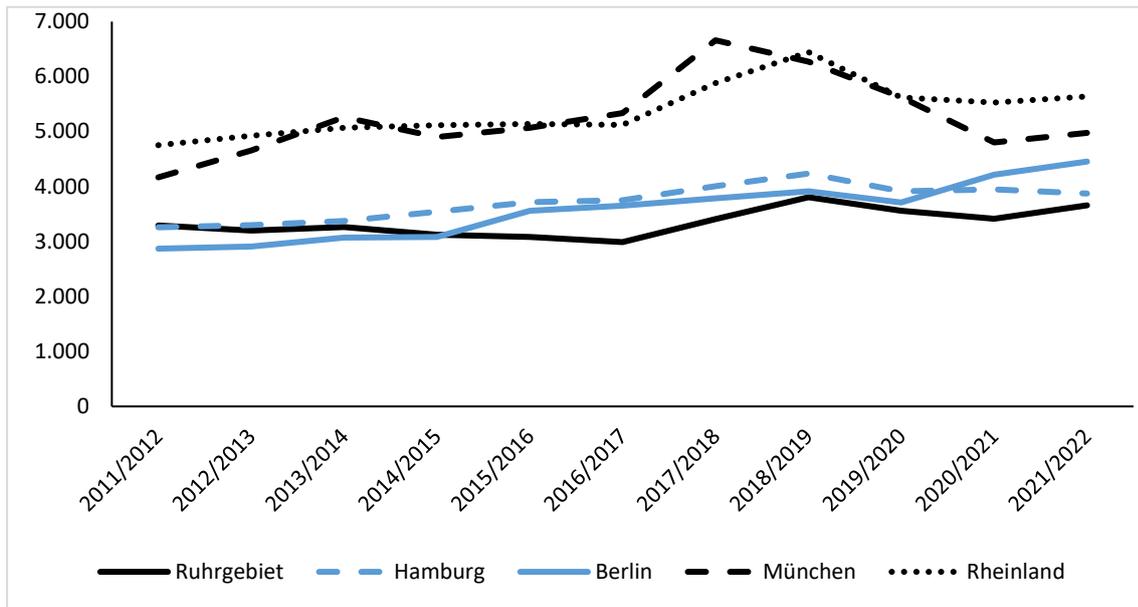
Quelle: Statistik der Bundesagentur für Arbeit (2023), eigene Berechnungen.

5.2.2 Entwicklung bei den Ausbildungsstellen

Ein bedeutender Faktor für die Anzahl der Auszubildenden ist die Anzahl der durch die Betriebe angebotenen Ausbildungsstellen. Hierbei fällt bei den Zukunftsberufen auf, dass es in allen betrachteten Metropolregionen einen Anstieg über die letzten zehn Jahre gegeben hat (6). Allerdings ist auch hier ein kurzfristiger Rückgang in Folge der Corona-Pandemie erkennbar, von dem sich der Ausbildungsmarkt nach wie vor erholt. Insbesondere in der Metropolregion München fällt dieser Einbruch wesentlich deutlicher aus als in den anderen Vergleichsregionen. Rein quantitativ gab es im Ausbildungsjahr 2021/2022 in der Metropolregion Rheinland mit 5.638 die mit Abstand meisten Ausbildungsstellen, gefolgt von der Metropolregion München mit 4.975 Ausbildungsstellen. Im Mittelfeld liegt die Metropolregion Berlin (4.454), während in der Metropolregion Hamburg (3.874) und der Metropole Ruhr (3.658) die wenigsten Ausbildungsstellen in den Zukunftsberufen angeboten werden. Damit unterscheidet sich die Ausgangslage des regionalen Ausbildungsmarktes in der Metropole Ruhr deutlich von der Situation in der akademischen Bildung, wo das Ruhrgebiet zu den führenden Regionen gehört.

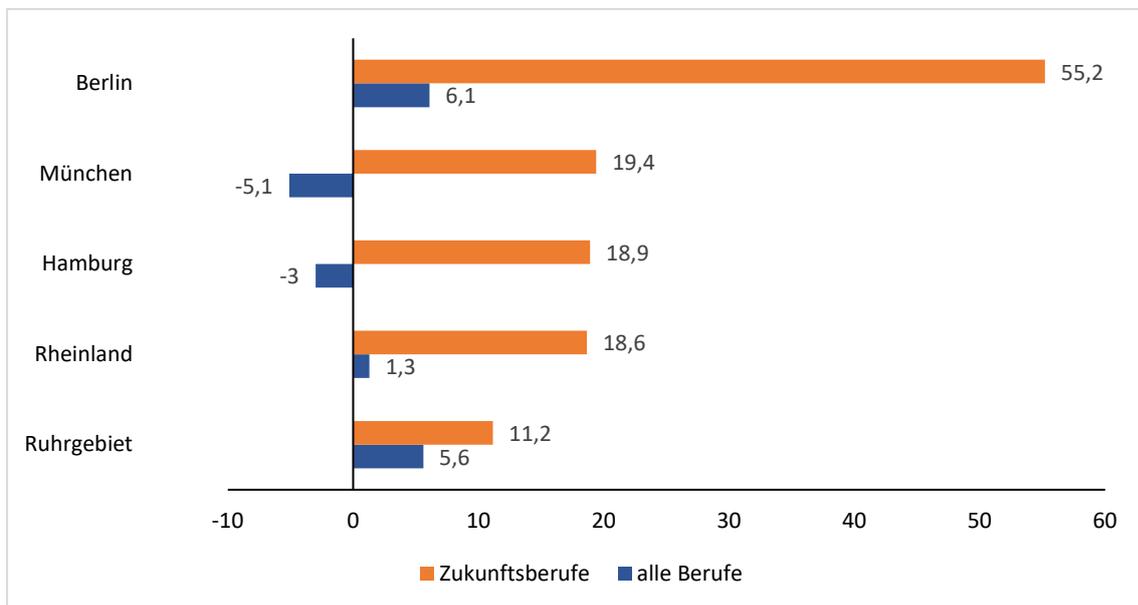
Betrachtet man die prozentualen Veränderungen seit dem Ausbildungsjahr 2011/2012, sowohl bei den Ausbildungsstellen in den Zukunftsberufen als auch über alle Berufe hinweg (7), fällt auf, dass es in allen Regionen ein Wachstum bei den angebotenen Stellen in den Zukunftsberufen gegeben hat. Dieses war jedoch unterschiedlich stark ausgeprägt und fand auf unterschiedlichen Niveaus statt. Besonders dynamisch präsentierte sich die Metropolregion Berlin mit einem Wachstum von 55,2 Prozent. Die drei Metropolregionen München (19,4 Prozent), Hamburg (18,9 Prozent) und Rheinland (18,6 Prozent) entwickelten sich auf einem vergleichbaren Niveau, während die Metropole Ruhr mit einer Wachstumsrate von 11,2 Prozent deutlich dahinter liegt. Allerdings verzeichnete die Metropole Ruhr ein Wachstum von 5,6 Prozent bei allen Ausbildungsstellen, während die Metropolregionen München und Hamburg hier rückläufige Zahlen aufweisen.

Abb. 65: Anzahl der angebotenen Ausbildungsstellen in den zehn Zukunftsberufen



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

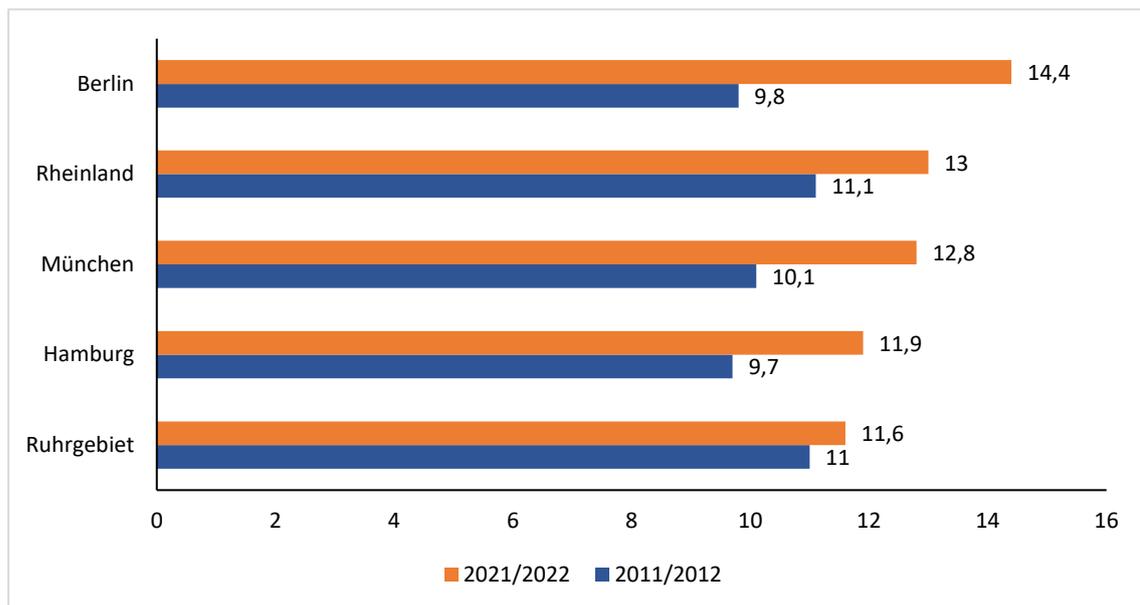
Abb. 66: Veränderung der Zahl der Stellen in den zehn Zukunftsberufen und in allen Berufen, Ausbildungsjahr 2011/2012 – Ausbildungsjahr 2021/2022 in Prozent



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

Mit Blick auf den prozentualen Anteil der angebotenen Ausbildungsstellen in den Zukunftsberufen an den angebotenen Ausbildungsstellen in allen Berufen kann für alle fünf Metropolregionen festgehalten werden, dass dieser im zweistelligen Bereich liegt (8). Die Metropolregion Berlin hat mit 14,4 Prozent den höchsten Anteil von Stellen in den Zukunftsberufen, gefolgt von den Metropolregionen Rheinland (13 Prozent) und München (12,8 Prozent). Dahinter folgen die Metropolregion Hamburg (11,9 Prozent) und die Metropole Ruhr (11,6 Prozent).

Abb. 67: Anteil der angebotenen Ausbildungsstellen in den Zukunftsberufen an den angebotenen Ausbildungsstellen in allen Berufen in Prozent



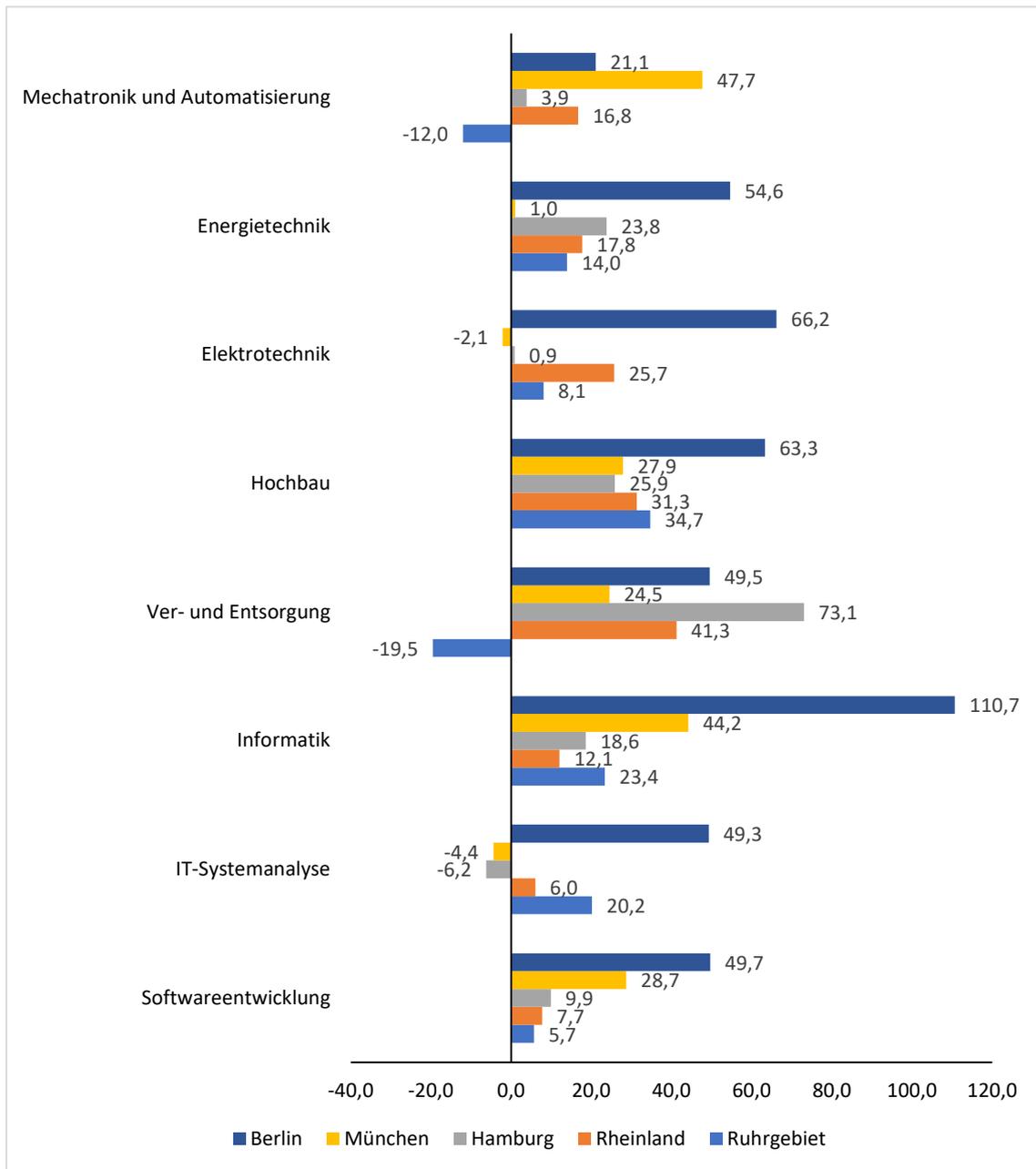
Quelle: Statistik der Bundesagentur für Arbeit (2023), eigene Berechnungen.

Interessant ist nun, auf welche Berufsgruppen diese positive Entwicklung zurückzuführen ist. Hierbei zeigen sich in fast allen Berufsgruppen Zuwächse (9). Ausnahmen bilden die Metropole Ruhr, wo in der Ver- und Entsorgung (-19,5 Prozent), sowie in der Mechatronik und Automatisierung (-12 Prozent), die Zahl der Stellen rückläufig war. Auch in der Metropolregion Hamburg gab es einen Rückgang von 6,2 Prozent der Stellen in der IT-Systemanalyse. In der Metropolregion München sind in der IT-Systemanalyse (-4,4 Prozent) und der Elektrotechnik (-2,1 Prozent) rückläufige Zahlen zu verzeichnen.

Mit Blick auf die unbesetzten Ausbildungsstellen ergeben die Zahlen ebenfalls ein klares Bild (Abb. 69). Analog zur Entwicklung bei den unversorgten Bewerber:innen nahm die Zahl der unbesetzten Stellen in allen Metropolregionen in den letzten Jahren deutlich zu. Allerdings vollzog sich diese Entwicklung auf sehr unterschiedlichen Niveaus. So gab es in der Metropole Ruhr die wenigsten unbesetzten Ausbildungsstellen. Im Ausbildungsjahr 2021/2022 blieben in der Metropole Ruhr in den Zukunftsberufen lediglich 8,2 Prozent der Ausbildungsstellen unbesetzt. Einen vergleichbar niedrigen Wert hatte die Metropolregion Rheinland (8,6 Prozent) aufzuweisen, während der Anteil der unbesetzten Ausbildungsstellen in den Metropolregionen Hamburg (12,6 Prozent), München (13,4 Prozent) und Berlin (18 Prozent) deutlich darüber lag.

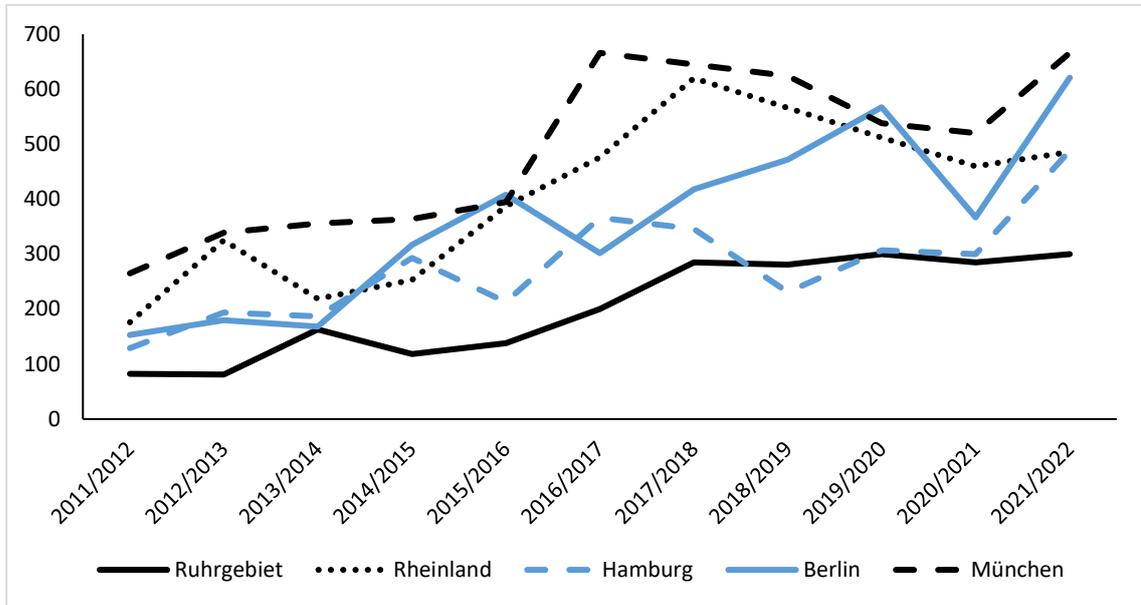
Betrachtet man die prozentuale Steigerung, fällt zudem auf, dass der Anstieg der unbesetzten Stellen in den Zukunftsberufen deutlich höher ausfällt als über alle Berufsgruppen hinweg (Abb. 70). Die mit Abstand größten Steigerungen bei den unbesetzten Ausbildungsstellen gab es in der Metropolregion Berlin (+305,9 Prozent), gefolgt von der Metropolregion Hamburg (+278,3 Prozent) und der Metropole Ruhr (+265,9 Prozent). Mit deutlichem Abstand dahinter – aber dennoch einem signifikanten Anstieg – folgen die Metropolregionen Rheinland (+176,1 Prozent) und München (151,3 Prozent).

Abb. 68: Veränderung der Zahl der Stellen, Ausbildungsjahr 2011/2012 – Ausbildungsjahr 2021/2022 in Prozent



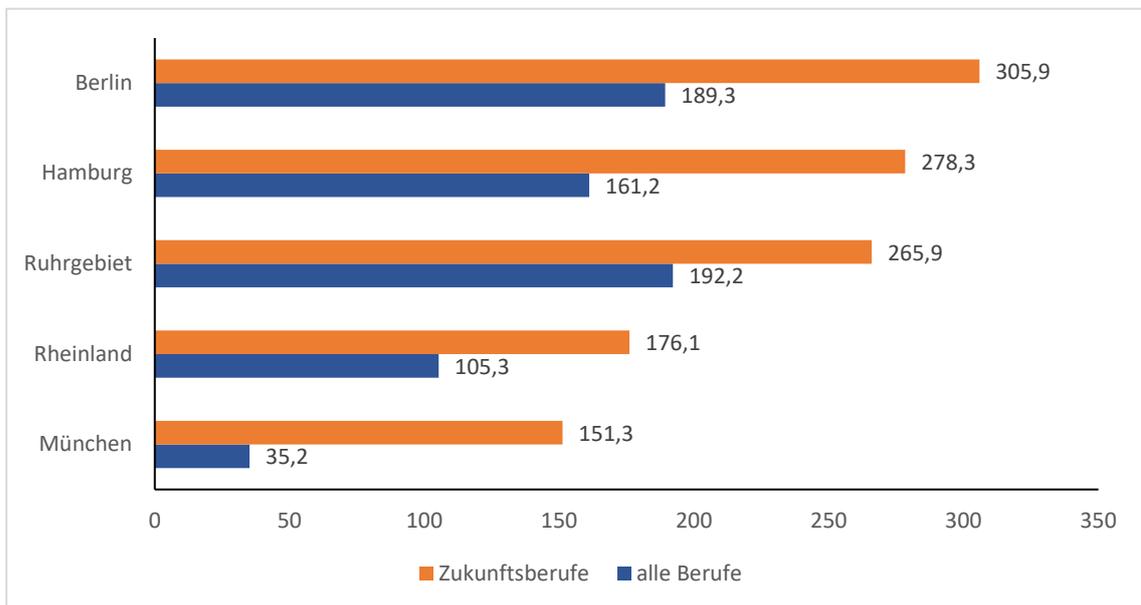
Quelle: Statistik der Bundesagentur für Arbeit (2023), eigene Berechnungen.

Abb. 69: Anzahl der unbesetzten Ausbildungsstellen in den zehn Zukunftsberufen



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

Abb. 70: 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.

6 Prognostizierte Entwicklung der Zukunftsberufe

Im Folgenden wird auf die voraussichtliche zukünftige Entwicklung der in dieser Studie untersuchten Berufe eingegangen. Grundlage hierfür ist die Qualifikations- und Berufsfeldprojektion des Bundesinstituts für berufliche Bildung (BIBB) und des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) (Zika et al., 2023). Diese 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.

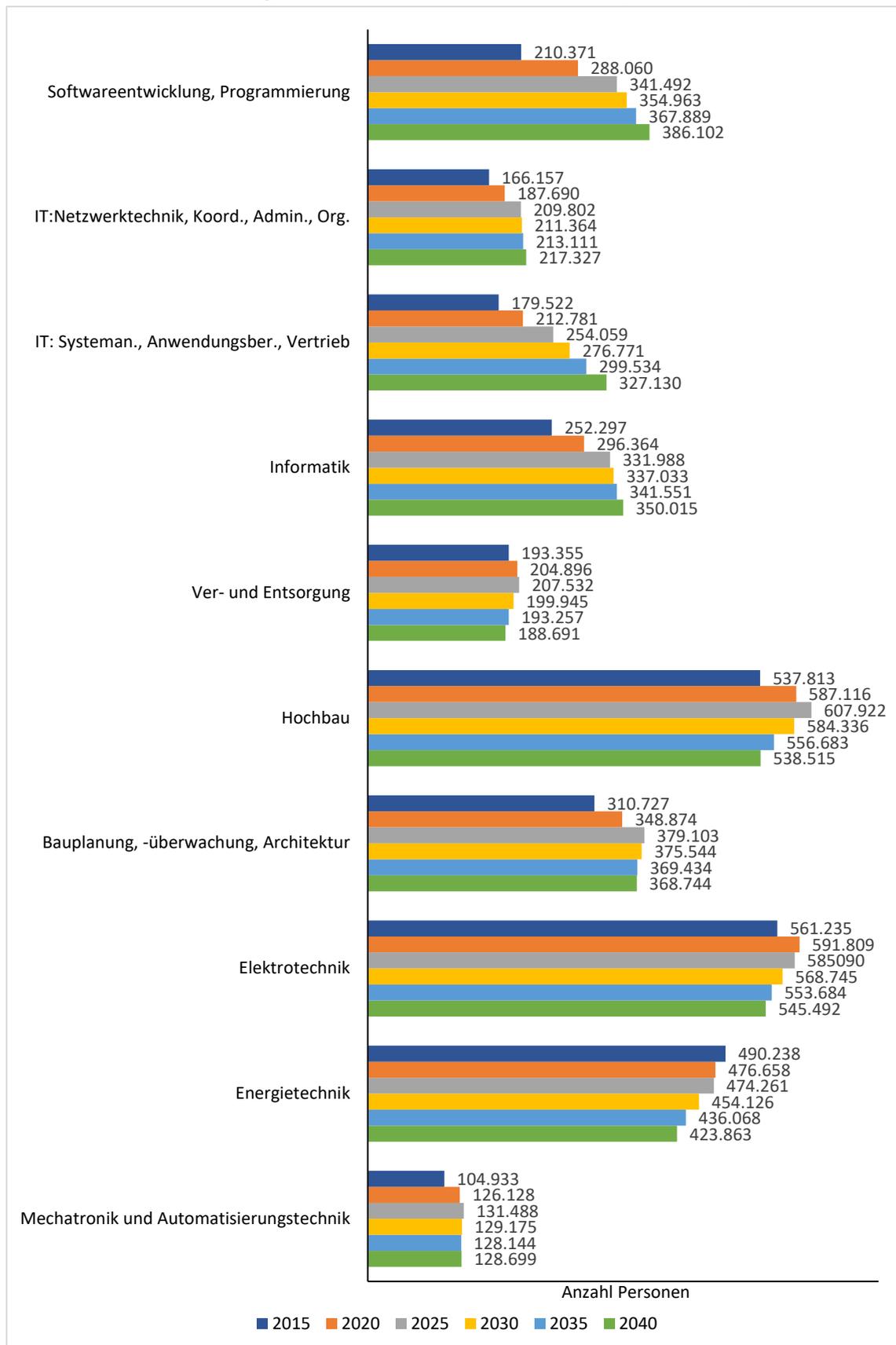
Die Berufsfeldprojektionen stehen für den gesamten deutschen Arbeitsmarkt und auf Ebene der Bundesländer für die Jahre 2015 und 2020 (realisierte Größen) und 2025, 2030, 2035 und 2040 (Prognosen) zur Verfügung. Für Gesamtdeutschland können Auswertungen für Berufsgruppen durchgeführt werden, wodurch sich die in dieser Studie untersuchten Berufe identifizieren lassen. Für die regionale Gliederung nach Bundesländern steht nur eine höhere Aggregationsebene nach Berufshauptgruppen zur Verfügung, eine feinere regionale Unterteilung (z.B. separat für das Ruhrgebiet) existiert nicht. Dies bedeutet, dass für Bundesländer statt den zehn Zukunftsberufen fünf Berufshauptgruppen betrachtet werden:

- Die Berufshauptgruppe Mechatronik-, Energie- und Elektroberufe umfasst die Zukunftsberufe Mechatronik und Automatisierungstechnik, Energietechnik und Elektrotechnik;
- Bauplanungs-, Architektur- und Vermessungsberufe umfassen Bauplanung und -überwachung, Architektur;
- die Hoch- und Tiefbauberufe umfassen den Hochbau;
- die Gebäude- und versorgungstechnische Berufe umfassen die Ver- und Entsorgung;
- die Informatik-, Informations- und Kommunikationstechnologieberufe umfassen die Zukunftsberufe (i) Informatik, (ii) IT-Systemanalyse, IT-Anwendungsberatung und IT-Vertrieb, (iii) IT-Netzwerktechnik, IT-Koordination, IT-Administration und IT-Organisation, und (iv) Softwareentwicklung und Programmierung.

Es wird zunächst die Entwicklung des erwarteten Bedarfs in den Zukunftsberufen für Deutschland dargestellt, der mithilfe eines komplexen Schätz- und Simulationsmodells ermittelt wird (Zika et al., 2023). Dabei zeigt sich, dass die Mehrzahl der Zukunftsberufe ein Wachstum des Beschäftigungsbedarfs im Zeitraum 2015 bis 2040 erwarten lässt (Abb. 71). Hierbei handelt es sich um die Mechatronik, die Bauplanung und besonders stark die vier genannten Informations- und Kommunikationstechnologieberufe. Der Bedarf in der Ver- und Entsorgung bleibt voraussichtlich relativ konstant, ebenso der Hochbau mit einem hohen erwarteten Bedarf (in absoluten Zahlen). Für die Berufe Energietechnik und Elektrotechnik ist mit abnehmenden Bedarfswerten zu rechnen.

Als genereller Trend ist insbesondere bei den digitalen Berufen erkennbar, dass die Arbeitsnachfrage bis 2025 bzw. 2030 ansteigen und einen Höchststand erreichen wird, danach geht das Niveau wieder zurück. Dies ist durch die allgemeine demographische Entwicklung zu erklären, die mit dem Austritt vieler älterer Erwerbstätiger aus dem Arbeitsmarkt verbunden ist.

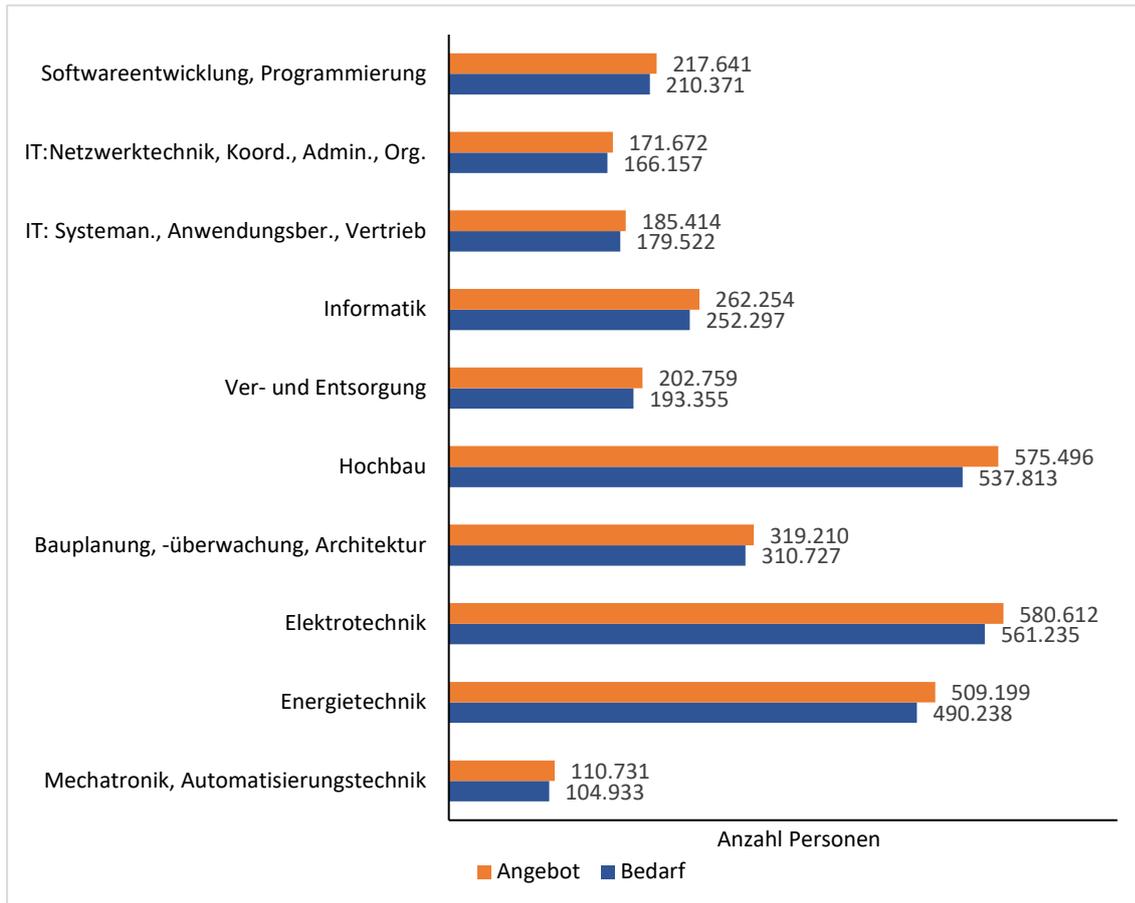
Abb. 71: Entwicklung des Bedarfs in den Zukunftsberufen, Deutschland, 2015-2040



Quelle: BIBB/IAB (2023).

Eine Betrachtung von Arbeitsangebot und -nachfrage liefert Hinweise auf zu erwartende unterschiedliche Entwicklungen zwischen den Zukunftsberufen. In das Arbeitsangebot gehen auch Migrationsbewegungen und das künftige Neuangebot aus dem Bildungssystem ein. Dabei zeigt sich zunächst für das Jahr 2015, dass das Arbeitsangebot in allen Zukunftsberufen die Arbeitsnachfrage teilweise deutlich übersteigt (Abb. 72).

Abb. 72: Arbeitsangebot und Arbeitsnachfrage in Zukunftsberufen, Deutschland, 2015

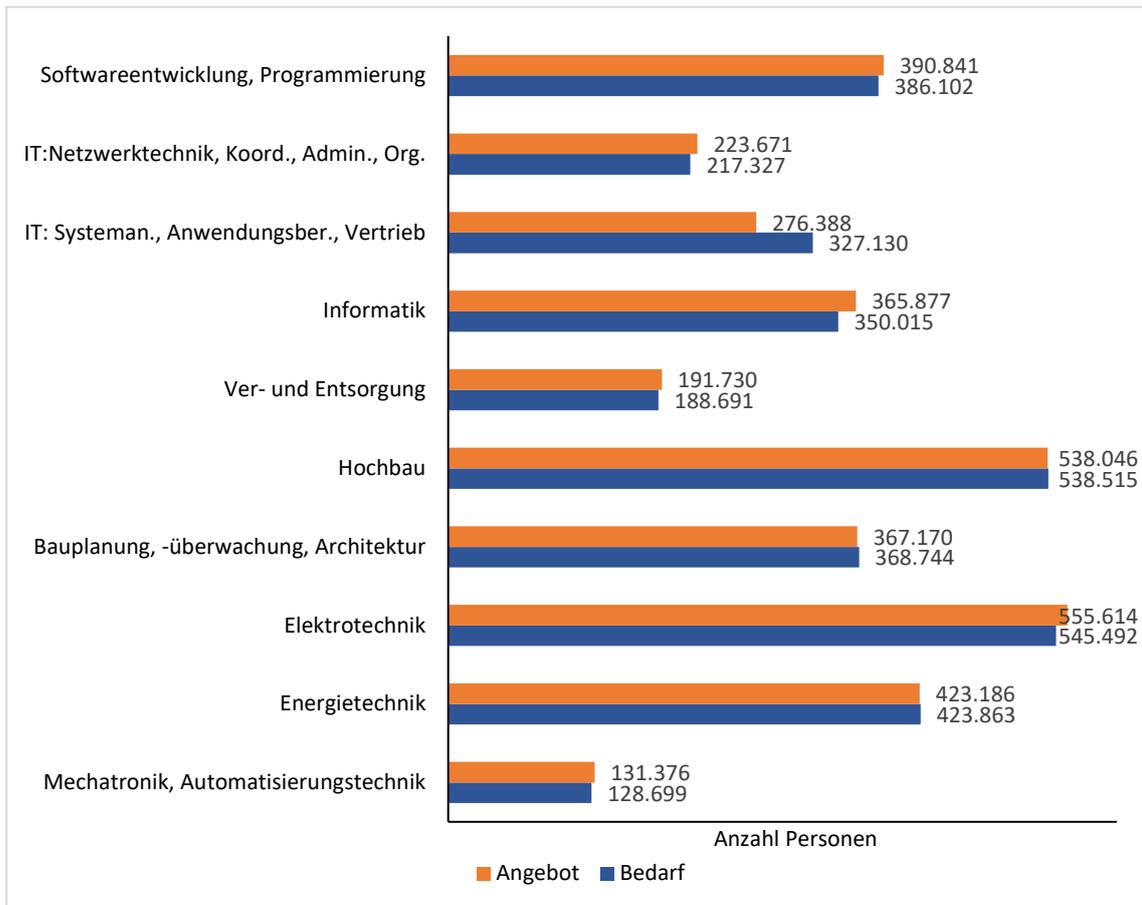


Quelle: BIBB/IAB (2023).

Für das Jahr 2040 ist ein anderes Bild zu erwarten (Abb. 73): in den meisten Zukunftsberufen ist das Arbeitsangebot sehr nahe am Bedarf, also der Arbeitsnachfrage. In diesem Fall ist in vielen Berufen mit einem de-facto-Arbeitskräftemangel zu rechnen, da arbeitssuchende Personen in der Regel aufgrund von räumlicher Distanz oder fehlenden Informationen nicht (sofort) eine Stelle finden, selbst wenn entsprechender Bedarf herrscht. Deutlich stärker als das Angebot ist die Nachfrage in einem Zukunftsberuf, der IT-Systemanalyse, -Anwendungsberatung, und -Vertrieb.

Aus dieser deutschlandweiten Betrachtung lässt sich somit schlussfolgern, dass der mögliche Anstieg der Beschäftigung in den Zukunftsberufen durch einen sich verstärkenden Fachkräftemangel gebremst werden wird.

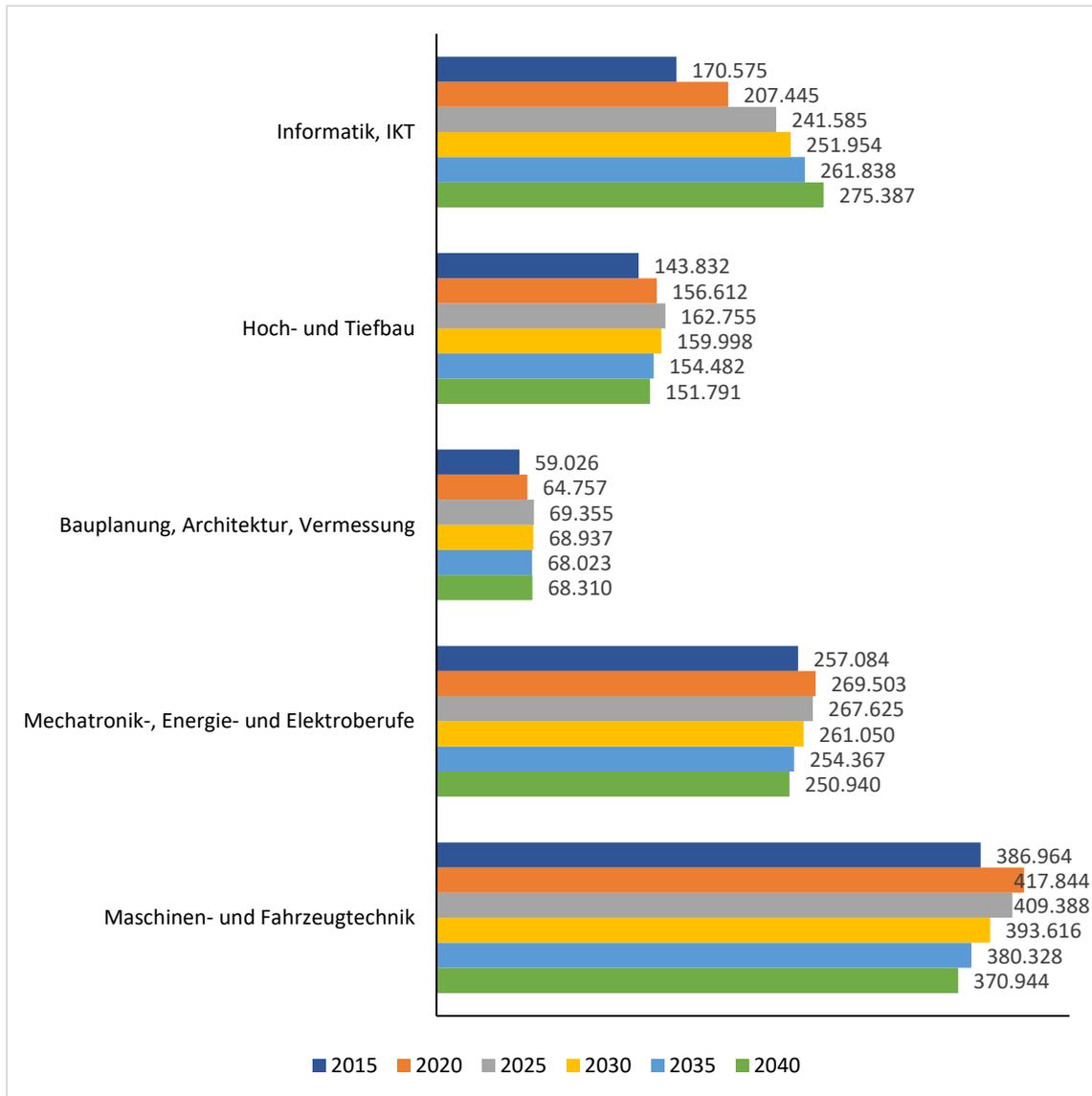
Abb. 73: Arbeitsangebot und Arbeitsnachfrage in Zukunftsberufen, Deutschland, 2040



Quelle: BIBB/IAB (2023).

Für NRW wird eine entsprechende Betrachtung unter Verwendung der Berufshauptgruppen durchgeführt. Dabei zeigt sich, analog zum vorhergehenden Bild für Deutschland, für vier der fünf betrachteten Berufshauptgruppen eine recht einheitliche Entwicklung (Abb. 74): in den Berufshauptgruppen (i) Mechatronik-, Energie- und Elektroberufe, (ii) Bauplanungs-, Architektur- und Vermessungsberufe, (iii) Hoch- und Tiefbauberufe, und (iv) Berufe in der Maschinen- und Fahrzeugtechnik steigt der Bedarf an Arbeitskräften zunächst an, geht nach in den Jahren 2020 bzw. 2025 aber wieder deutlich zurück, teils auf das Niveau von 2015 oder sogar leicht darunter. Lediglich der Bedarf in den Informatik-, Informations- und Kommunikationstechnologieberufen wird voraussichtlich anwachsen, von 171.000 Personen im Jahr 2015 auf 275.000 Personen im Jahr 2040.

Abb. 74: Entwicklung des Arbeitskräftebedarfs in Berufshauptgruppen, NRW, 2015-2040



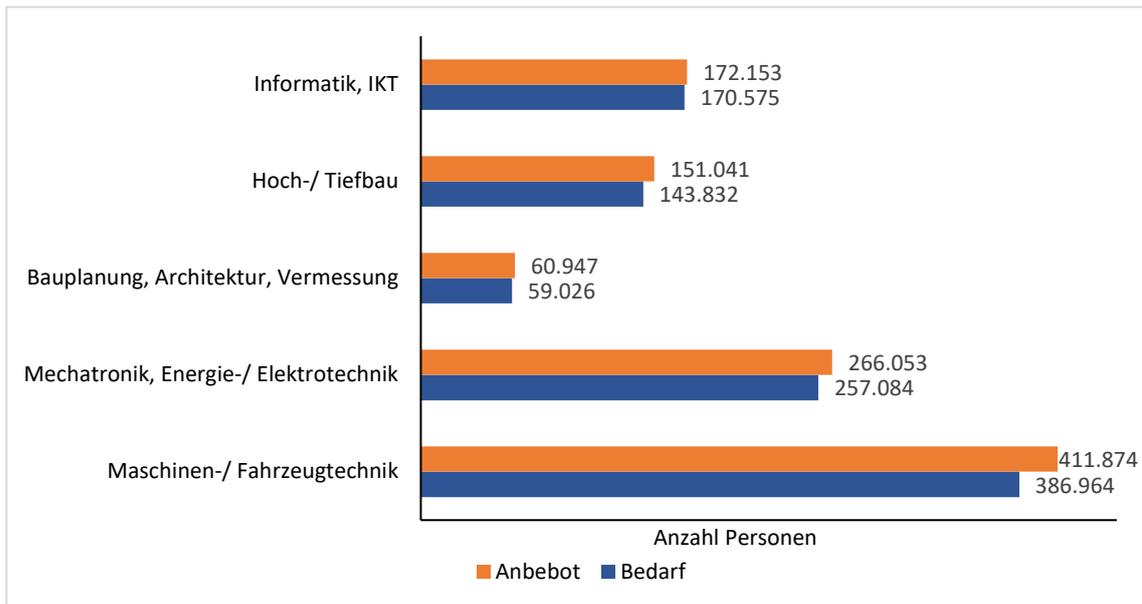
Quelle: BIBB/IAB (2023).

Eine Betrachtung von Arbeitsangebot und Arbeitsnachfrage liefert erneut ein differenziertes Bild. Ähnlich wie für die Berufsgruppen für den gesamtdeutschen Arbeitsmarkt zeigt sich auch für NRW auf Ebene der Berufshauptgruppen im Jahr 2015 keine Berufsgruppe, in der der Bedarf das Angebot übersteigt (Abb. 75). Jedoch liegen Angebot und Bedarf in der Informatik und den Informations- und Kommunikationstechnologien sowie in der Bauplanung, Architektur und Vermessung sehr nahe beieinander, so dass in den entsprechenden Berufen mit Stellenbesetzungsproblemen gerechnet werden muss.

Betrachtet man das Jahr 2040, zeigt sich ein besonders deutlicher Anstieg von Angebot und Bedarf im Bereich Informatik/IKT, von ca. 170.000 auf mehr als 250.000 Personen (Abb. 76). Die anderen Berufshauptgruppen bleiben bzgl. Angebot und Bedarf relativ konstant, bis auf Berufe in der Maschinen- und Fahrzeugtechnik, für die ein deutlicher Rückgang prognostiziert wird.

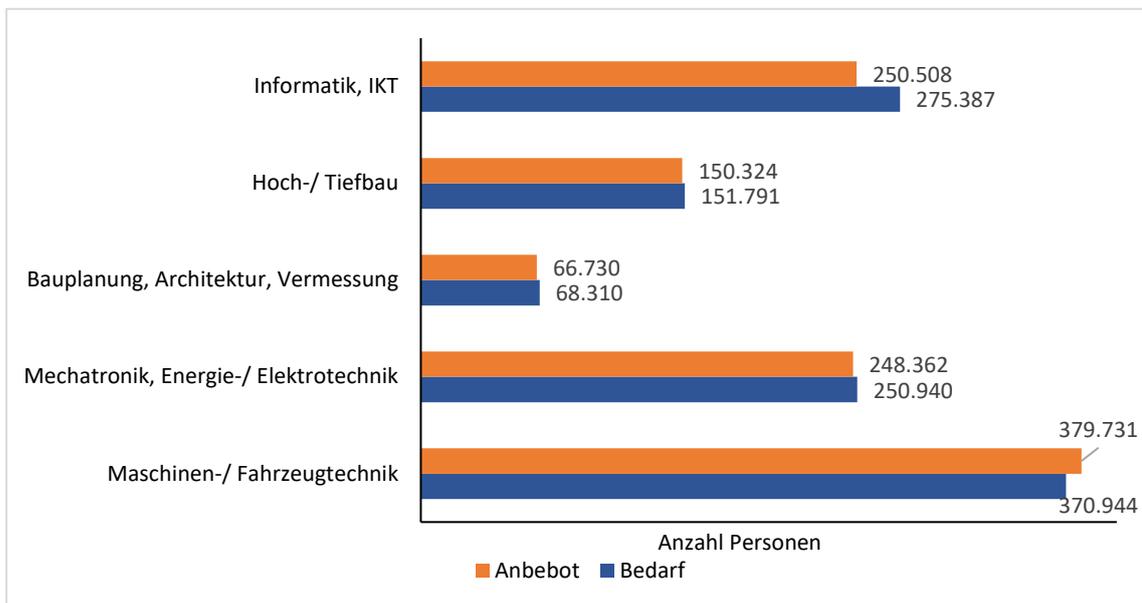
Auch in NRW verstärkt sich im Jahr 2040 die Problematik des Fachkräftemangels. Dann übersteigt der Bedarf das Angebot in vier der fünf Berufshauptgruppen, in der verbleibenden Gruppe, Berufe der Maschinen- und Fahrzeugtechnik, liegen die beiden Größen nahe beieinander.

Abb. 75: Arbeitsangebot und Arbeitsnachfrage in Berufshauptgruppen, NRW, 2015



Quelle: BIBB/IAB (2023).

Abb. 76: Arbeitsangebot und Arbeitsnachfrage in Berufshauptgruppen, NRW, 2040



Quelle: BIBB/IAB (2023).

7 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Die vorliegende Studie „Berufe der Zukunft im Ruhrgebiet“ untersucht vor dem Hintergrund der digitalen und ökologischen Transformation verschiedene Aspekte von Zukunftsberufen. Im ersten Schritt wurden zehn Berufe identifiziert, die angesichts dieser doppelten Transformation gute Zukunftschancen haben. Hierbei wurden vier „digitale“ Berufe und sechs „grüne“ Berufe identifiziert, die in die anschließenden Analysen eingehen. Daraufhin wurde mithilfe von Beschäftigungsdaten der Bundesagentur für Arbeit der Frage nachgegangen, wie stark diese Zukunftsberufe in verschiedenen Regionen ausgeprägt sind und wie deren Entwicklung in den letzten Jahren verlaufen ist. Im nächsten Schritt wurde die Arbeitsnachfrage analysiert, wobei online-Stellenanzeigen mithilfe von Natural Language Processing (NLP – Textanalyse) ausgewertet wurden. Hierbei wurde sowohl auf die Höhe der Arbeitsnachfrage insgesamt als auch auf die Nachfrage nach digitalen und grünen Kompetenzen sowie KI-Kompetenzen (Künstliche Intelligenz) eingegangen. In einem weiteren Analyseschritt wurde mithilfe von Daten der statistischen Ämter und der Bundesagentur für Arbeit untersucht, welche Rolle Studium und Ausbildung für das zu erwartende Arbeitsangebot in den Zukunftsberufen spielen. Abschließend wurde mithilfe der BIBB-Berufsfeldprojektionen die zukünftige Entwicklung der untersuchten Berufe abgeschätzt.

In der Studie steht das Ruhrgebiet im Vordergrund, wobei grundsätzlich eine vergleichende Perspektive eingenommen und das Ruhrgebiet mit vier anderen Metropolregionen in Bezug gesetzt wird: Berlin, München, Hamburg und das Rheinland. Diese zählen zu den dynamischsten Wirtschaftsräumen Deutschlands und stellen daher für das Ruhrgebiet eine sinnvolle und ambitionierte Benchmark der Zukunftsfähigkeit von Berufen dar.

Die wichtigsten Ergebnisse der Studie hinsichtlich Beschäftigung und Arbeitsnachfrage lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Bei der sozialversicherungspflichtigen **Beschäftigung in den Zukunftsberufen** weist das Ruhrgebiet hinsichtlich des Anteils der Zukunftsberufe an der Gesamtbeschäftigung und hinsichtlich des Wachstums der Zukunftsberufe ähnliche Werte auf wie die Vergleichsregionen. Besonders hohe Wachstumsraten sind bei der Beschäftigung in den digitalen und in den baunahen Zukunftsberufen zu verzeichnen.
- Hinsichtlich der Höhe der **Arbeitsnachfrage** in den Zukunftsberufen lässt sich festhalten, dass das Ruhrgebiet in allen Zukunftsberufen ein niedrigeres Niveau aufweist als die anderen Metropolregionen. Diese Beobachtung reflektiert strukturelle und auf wirtschaftshistorische Rahmenbedingungen zurückzuführende Unterschiede zwischen den Regionen sowie insbesondere die Tatsache, dass es sich bei den Vergleichsregionen um die Regionen handelt, die zu den wirtschaftlich dynamischsten Regionen Deutschlands zählen.
- Die Dynamik der Arbeitsnachfrage ist im Ruhrgebiet hingegen deutlich positiver ausgeprägt. Diese Dynamik spiegelt sich in hohen Wachstumsraten der Arbeitsnachfrage in den meisten Zukunftsberufen wider. Eine derartig positive Entwicklung liefert somit Anhaltspunkte dafür, dass sich das Ruhrgebiet in bestimmten Bereichen in einem Aufholprozess zu den dynamischsten Metropolregionen Deutschlands befindet.
- Innerhalb der digitalen Berufe lässt sich diese überdurchschnittlich hohe Dynamik insbesondere für die Berufe Informatik und IT-Systemanalyse, IT-Anwendungsberatung und IT-Vertrieb beobachten. In diesen Berufen hat sich die Arbeitsnachfrage seit 2017 mehr als verdoppelt.

- Innerhalb der grünen Berufe weist das Ruhrgebiet insbesondere für die Berufe Hochbau sowie Architektur, Bauplanung und -überwachung, eine überdurchschnittlich hohe Dynamik auf. Für diese Berufe hat sich die Arbeitsnachfrage seit 2017 ebenfalls mehr als verdoppelt.
- Bei der Betrachtung der **digitalen und grünen „Profile“** von Stellenanzeigen, d.h. der Bedeutung von digitalen und grünen Kompetenzen, die in Stellenanzeigen nachgefragt werden, zeigen sich bei der Position des Ruhrgebiets Unterschiede zwischen digitalem und grünem Profil.
- Das digitale Profil der Arbeitsnachfrage im Ruhrgebiet fällt grundsätzlich hinter das der Vergleichsregionen zurück. Innerhalb der digitalen Berufe ist das Ruhrgebiet in dieser Hinsicht jedoch durchaus kompetitiv, da beobachtete Rückstände im Vergleich zu den anderen Metropolregionen sehr gering ausfallen. Insbesondere für die Berufsgruppe IT-Systemanalyse, IT-Anwendungsberatung und IT-Vertrieb wird eine positive Entwicklung seit der Pandemie beobachtet. In den anderen digitalen Berufen gab es jedoch seit 2020 einen negativen Trend. Da dieser Trend alle Regionen betrifft, handelt es sich hier wohl aber um einen nationalen Trend, der nahe legt, dass sich der durch die Corona-Pandemie verursachte Digitalisierungsschub verlangsamt hat.
- Das grüne Profil der Arbeitsnachfrage fällt in den meisten Zukunftsberufen im Ruhrgebiet stärker aus als in den Vergleichsregionen. Besonders ausgeprägt ist das grüne Profil im Ruhrgebiet in den Berufen Hochbau, Ent- und Versorgung sowie Bauplanung. In diesen Berufen ist die Nachfrage nach grünen Kompetenzen zwischen 10% und 50% höher als in den Vergleichsregionen. Diese Beobachtung ist konsistent mit der Interpretation, dass das Ruhrgebiet aufgrund seiner historischen industriellen Struktur („brown jobs“) dazu gezwungen war, die Dekarbonisierung („green jobs“) stärker voranzutreiben als andere Regionen.
- Auch in den digitalen Zukunftsberufen ist ein positiver Trend in der Nachfrage nach grünen Kompetenzen zu beobachten. Diese Entwicklung ist besonders stark im Ruhrgebiet ausgeprägt, wo die Nachfrage nach grünen Kompetenzen im Bereich Informatik nahezu doppelt so stark angestiegen ist wie in den Vergleichsregionen. Treibende Faktoren sind hierbei insbesondere die Windenergie, die Gebäudeautomation und die Wasserwirtschaft. In diesen Bereichen tragen digitale Berufe im Ruhrgebiet überdurchschnittlich zu geringerem Ressourcenverbrauch und effizienterem Energiemanagement bei.
- Im Hinblick die Nachfrage nach Kompetenzen im Bereich der künstlichen Intelligenz („KI-Profil“) liegt das Ruhrgebiet deutlich hinter den Vergleichsregionen zurück. Aufgrund der Bedeutung dieser Zukunftstechnologie stellt diese Beobachtung eine Herausforderung für die verschiedenen Akteure des Ruhrgebiets in Wirtschaft und Politik dar.

Für ein ausreichendes Arbeitsangebot spielt der Bildungsbereich eine entscheidende Rolle. Die Untersuchung von Studienfächern der Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik (MINT) sowie korrespondierenden Ausbildungsgängen, die besonders viele Arbeitskräfte für die identifizierten Zukunftsberufe ausbilden, ergeben sich die folgenden Erkenntnisse:

- Die Zahl der **MINT-Studierenden** ist – auch im regionalen Vergleich - in der Metropole Ruhr besonders hoch. Lediglich die Metropolregion Rheinland hat mehr MINT-Studierende. Dies wirkt sich grundsätzlich positiv auf das potenzielle Angebot an zukünftigen Fachkräften aus. Geht man zudem von einer gewissen überregionalen Mobilität bei den Absolvent:innen aus, können Unternehmen in beiden Metropolregionen in NRW vom zunehmendem Wettbewerb um hoch qualifizierte Fachkräfte von dieser Ausgangslage profitieren.
- Analog zur Entwicklung im Bereich der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung nimmt der Anteil der ausländischen Studierenden auch in den MINT-Studiengängen in allen Regionen stark zu. Die Metropole Ruhr steht auch in diesem Bereich gut da.

- Bei den weiblichen MINT-Studierenden ist die Entwicklung weniger dynamisch als bei den Ausländer:innen. So stieg die Zahl der Studentinnen zwar in allen Regionen an, allerdings auf einem deutlich niedrigeren Niveau als in den Vergleichsregionen. Auch diese Entwicklung ist vergleichbar mit derjenigen bei den Beschäftigtenzahlen. Die Metropolregion Ruhr hat insgesamt den niedrigsten Frauenanteil der Metropolregionen.
- Im Bereich der **Ausbildung** in den Zukunftsberufen ist in der langjährigen Entwicklung über das vergangene Jahrzehnt in allen fünf Metropolregionen ein Anstieg der Zahl der Bewerber:innen zu beobachten. Ähnlich wie bei den Studierendenzahlen ist zudem das rein quantitative Potenzial in den beiden westlichen Regionen, den Metropolregionen Ruhr und Rheinland, am größten. Dies ist insofern bemerkenswert, da die Zahl der Bewerber:innen insgesamt - also über alle Berufsgruppen hinweg - in den vergangenen Jahren rückläufig waren. Gleichwohl muss eingeschränkt werden, dass dieses Wachstum im Wesentlichen auf die Berufsgruppen Energietechnik, Informatik sowie Softwareentwicklung und Programmierung zurückzuführen ist.
- Bei den gemeldeten Ausbildungsstellen unterscheidet sich die Ausgangslage des regionalen Ausbildungsmarktes in der Metropolregion Ruhr deutlich von der Situation in der akademischen Bildung, wo das Ruhrgebiet zu den führenden Regionen gehört. Insgesamt gibt es, trotz zweistelliger Wachstumsraten, im Ruhrgebiet die wenigsten Ausbildungsstellen in den Zukunftsberufen, verglichen mit den übrigen Metropolregionen.
- Die Zahl der unbesetzten Stellen nahm in allen Metropolregionen in den letzten Jahren deutlich zu. Allerdings vollzog sich diese Entwicklung auf sehr unterschiedlichen Niveaus. So gab es in der Metropolregion Ruhr die wenigsten unbesetzten Ausbildungsstellen. Im Ausbildungsjahr 2021/2022 blieben in der Metropolregion Ruhr in den Zukunftsberufen lediglich 8,2 Prozent der Ausbildungsstellen unbesetzt.
- Insgesamt weist die unterschiedliche Entwicklung in den Bereichen Studium und Ausbildung auf eine Tendenz der Akademisierung in den Zukunftsberufen hin.

Ein Blick in die Zukunft erfolgte mithilfe der BIBB/IAB-Berufsfeldprojektionen, die für NRW auf Ebene der Berufshauptgruppen vorliegen. Diese zeigen zum einen, dass bis 2040 vor allem in den Berufen der Informatik und der Informations- und Kommunikationstechnik starke Steigerungen beim Bedarf nach Arbeitskräften zu erwarten sind. Jedoch wird der demografische Wandel in allen Zukunftsberufen den Fachkräftemangel verstärken und somit die Beschäftigungsentwicklung auch in den Zukunftsberufen bremsen.

In der Gesamtschau lässt sich somit konstatieren, dass das Ruhrgebiet zwar aufgrund historisch gewachsener Strukturen bei Beschäftigung und Arbeitsnachfrage niedrigere Niveaus aufweist als die wirtschaftlich erfolgreichsten Metropolregionen Deutschlands. Jedoch zeigt sich in vielen Bereichen ein deutlicher Aufholprozess. Herausforderungen für die Akteure des Ruhrgebiets in Wirtschaft sowie Bildungs- und Wirtschaftspolitik bestehen teilweise im Bereich der Digitalisierung und insbesondere der Künstlichen Intelligenz, in einer besseren Nutzung des weiblichen Nachwuchses in den Zukunftsberufen insgesamt sowie bei der beruflichen Ausbildung.

Hohes Potenzial besteht im Ruhrgebiet in den grünen Zukunftsberufen, wo der Aufholprozess im Vergleich zu den anderen Metropolregionen besonders stark ausgeprägt ist, aber auch die digitalen Berufe haben gute Zukunftsaussichten. Zudem ist das Ruhrgebiet für ausländische Studierende offensichtlich sehr attraktiv. Um dieses Potenzial für den Arbeitsmarkt auszuschöpfen, ist ein Umfeld entscheidend, dass ausländische Studierende auch über ihre Studienzeit hinweg in der Region hält und ihnen den Einstieg in den Arbeitsmarkt erleichtert.

8 Literaturverzeichnis

- Arntz, M., T. Gregory und U. Zierahn (2017), Revisiting the risk of automation, *Economics Letters* 159, S. 157-160.
- Autor, D. H., F. Levy und 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 und M. S. Kearney (2006), The polarization of the US labor market. *The American Economic Review* 96 (2): 189-194.
- Bachmann, R., M. Cim und C. Green (2019), Long-Run Patterns of Labour Market Polarization: Evidence from German Micro Data. *British Journal of Industrial Relations* 57 (2): 350-376.
- Bessen, J., I. Cockburn und J. Hunt (2021), Is Distance from Innovation a Barrier to the Adoption of Artificial Intelligence? Mimeo.
- Bloom, N., T. A. Hassan, A. Kalyani, J. Lerner und A. Tahoun (2021), The Diffusion of Disruptive Technologies. National Bureau of Economic Research Working Paper No. 28999.
- Bonin, H., G. Terry und U. Zierahn (2015), Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland. ZEW-Kurzexpertise. Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW), Mannheim.
- BIBB/IAB (2023), BIBB-IAB Qualifikations- und Berufsprojektionen, URL: https://www.bibb.de/de/qube_datenportal.php#, abgerufen am 12.10.2023.
- Büchel, J., J. Engler, A. Mertens (2023), The Demand for Data Skills in German Companies: Evidence from Online Job Advertisements, *EconPol Forum* 24 (2): 56-61.
- Bundesagentur für Arbeit (2023), BERUFENET-Tool, URL: <https://web.arbeitsagentur.de/portal/metasuche/suche/information>, abgerufen am 22.01.2024
- Cedefop (Hrsg.) (2023), Employment growth in high-tech occupations, URL: <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
- 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.
- Deming, D. und Lisa B. Kahn (2018), Skill requirements across firms and labor markets: Evidence from job postings for professionals. *Journal of Labor Economics* 36 (S1): S337-S369.
- Dengler, K. und B. Matthes (2015), Folgen der Digitalisierung für die Arbeitswelt. IAB-Forschungsbericht 11/2015. Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB), Nürnberg.
- Dengler, K. und B. Matthes (2018), Substituierbarkeitspotenziale von Berufen: Wenige Berufsbilder halten mit der Digitalisierung Schritt. IAB-Kurzbericht 04/2018. Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB), Nürnberg.
- 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 (IAB), Nürnberg.
- Dengler, K., B. Matthes und W. Paulus (2014), Berufliche Tasks auf dem deutschen Arbeitsmarkt - Eine alternative Messung auf Basis einer Expertendatenbank. FDZ-Methodenreport 12. Statistik der Bundesagentur für Arbeit Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (I-AB), Nürnberg.
- DeStatis, Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2023), URL: https://www.klassifikationsserver.de/klassService/jsp/common/content.jsf?form_navigation:_idcl=form_navigation:link_home&autoScroll=&form_navigation_SUBMIT=1&java.faces.ViewState=rO0ABXVyABNbTGphdmEub-GFuZy5PYmpIY3Q7kM5YnxBzKWwCAAB4cAAAAAJ1cQB%2BAAAAAACdAABanB0ABcvanNwL2NvbW1vbi9jb250ZW50LmpzcA%3D%3D, abgerufen am 22.01.2024

- Felten, E., M. Raj und R. Seamans (2021), Occupational, industry, and geographic exposure to artificial intelligence: A novel dataset and its potential uses. *Strategic Management Journal* 42 (12): 2195-2217.
- Felten, E., M. Raj und R. Seamans (2023), Occupational Heterogeneity in Exposure to Generative AI, Social Science Research Network (SSRN) Working Paper.
- Frey, C. B. und M. A. Osborne (2017), The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? *Technological forecasting and social change* 114: 254-280.
- Gathmann, C. und F. Grimm (2022), The Diffusion of Digital Technologies and its Consequences in the Labor Market. VfS Annual Conference 2022 (Basel): Big Data in Economics 264087, Verein für Socialpolitik / German Economic Association.
- Gathmann, C., C. Kagerl, L. Pohlan und D. Roth (2023), The Pandemic Push: Digital Technologies and Workforce Adjustments. IZA Discussion Paper No. 16062.
- Genz, S., T. Gregory, M. Janser, F. Lehmer und B. Matthes (2021), How Do Workers Adjust When Firms Adopt New Technologies?, ZEW Discussion Paper No. 21-073.
- Gonschor, M., E. Storm (2023), The Diffusion of Artificial Intelligence: Implications for Wages and Employment, Mimeo.
- Goos, M., M. Arntz, U. Zierahn, T. Gregory, S. C. Gomez, I. G. Vazquez und K. Jonkers (2019), The Impact of Technological Innovation on the Future of Work. JRC Working Papers Series on Labour, Education and Technology JRC117212.
- Hershbein, B. und L. B. Kahn (2018), Do recessions accelerate routine-biased technological change? Evidence from vacancy postings. *American Economic Review* 108 (7): 1737-1772.
- IW, Institut der deutschen Wirtschaft (2021), KI-Bedarfe der Wirtschaft am Standort Deutschland: Eine Analyse von Stellenanzeigen für KI-Berufe. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. (Bearb.: J. Büchel und A. Mertens) Köln.
- IW, Institut der deutschen Wirtschaft (2023), Die IW-Arbeitsmarktforschung, 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.
- Janser, M. (2019), The Greening of Jobs: Empirical Studies on the Relationship between Environmental Sustainability and the Labor Market (Dissertation). Bamberg.
- Lane, M. and M. Williams (2023), Defining and classifying AI in the workplace. OECD Social, Employment and Migration Working Papers, No. 290.
- Lightcast (2023), Artificial Intelligence in the UK. The relevance of AI in the digital transformation of the UK labour market. (Bearb.: B.Taska, L. O’Kane und J. Nania).
- LinkedIn (Hrsg.), Workforce Report March 2023, United States. <https://economicgraph.linkedin.com/resources/linkedin-workforce-report-march-2023>, abgerufen am 10.08.2023.
- Metropole Ruhr (2023a), So überwindet Digitale Kommunikation Grenzen, URL: <https://metropole.ruhr/artikel/digitale-kommunikation>, abgerufen am 11.10.2023.
- Metropole Ruhr (2023b), Besser Bauen mit Glas, Schutt und Pilzen, URL: <https://metropole.ruhr/transformation/nachhaltiges-bauen-und-wohnen/nachhaltige-baustoffe>, abgerufen am 11.10.2023.
- NRW (2023), Nordrhein-Westfalen präsentiert sich beim Digital-Gipfel der Bundesregierung in Dortmund, Pressemitteilung, URL: <https://www.land.nrw/pressemitteilung/nordrhein-westfalen-praesentiert-sich-beim-digital-gipfel-der-bundesregierung>, abgerufen am 11.10.2023.
- NRZ (2022), Kreis Wesel will Vorreiter für Recyclingbaustoffe werden, URL: <https://www.nrz.de/staedte/kreis-wesel/kreis-wesel-will-vorreiter-fuer-recyclingbaustoffe-werden-id234896507.html>, abgerufen am 11.10.2023.

- Rammer, C. (2022), Kompetenzen und Kooperationen zu Künstlicher Intelligenz. Ergebnisse einer Befragung von KI-aktiven Unternehmen in Deutschland im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK).
- 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.
- Schaller, D., K. Wohlrabe und A. Wolf (2023), Künstliche Intelligenz: Chance oder Gefahr? ifo Schnelldienst, 76(8): 3-28.
- Schmidt, C. (Hrsg.) (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 RVR: 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&bypass=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 (Hrsg.) (2022), Occupational Outlook Handbook, Fastest Growing Occupation. <https://www.bls.gov/ooh/fastest-growing.htm>, abgerufen am 10.08.2023.
- Vona, F., G. Marin, D. Consoli, D. Popp (2018), Environmental Regulation and Green Skills: An Empirical Exploration. Journal of the Association of Environmental and Resource Economists 5(4): 713–753.
- Webb, M. (2020), The Impact of Artificial Intelligence on the Labor Market, Social Science Research Network (SSRN) Working Paper.
- World Economic Forum (Hrsg.) (2023), Future of Jobs Report. Internet: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2023.pdf, abgerufen am 10.08.2023.
- Zika, G., Hummel, M., Maier, T., Wolter, M. I. (2023), Das QuBe-Projekt: Modelle, Module, Methoden. IAB-Bibliothek 374.

9 Anhang A: Abbildungen und Tabellen

Abb. A 1: Übersicht über ESCO Taxonomie (Beispielkategorie: Nutzung digitaler Tools für Zusammenarbeit und Produktivität)

Nutzung digitaler Tools für Zusammenarbeit und Produktivität

Entscheidungsunterstützungssysteme einsetzen

digitale Inhalte integrieren und umarbeiten

Microsoft Office nutzen

digitale Technologien kreativ einsetzen

Computerplanung für Radiotherapie erstellen

mit GPS-Systemen arbeiten

Online-Tools zur Zusammenarbeit verwenden

Organisationssoftware verwenden

rechnergestützte Wartungsmanagementsysteme nutzen

Translation-Memory-Software benutzen

Software für die Lagerverwaltung identifizieren

Erstellung digitaler Inhalte

frei zugängliche Publikationen verwalten

E-Tourismus-Plattformen nutzen

Software für das Kundenbeziehungsmanagement nutzen

Computerprogramme zur Verbesserung der Fähigkeiten von Patienten/Patientinnen einsetzen

mithilfe digitaler Technologien an gesellschaftlichen Entscheidungsprozessen partizipieren

Quelle: European Skills, Competences, Qualifications and Occupations (ESCO), Europäische Kommission (zuletzt aufgerufen am 6.10.2023)

Tab. A 1: Übersicht über Zuordnungen der Kreise und kreisfreien Städte auf Metropolregionen

Ruhrgebiet	Metropolregion Berlin	Metropolregion Rhein	Metropolregion Hamburg	Metropolregion München
Bochum	Barnim	Bonn	Cuxhaven	Aichach-Friedberg
Bottrop	Berlin (Stadt)	Düren	Dithmarschen	Altötting
Dortmund	Brandenburg an der Havel	Düsseldorf	Hamburg (Stadt)	Augsburg
Duisburg	Cottbus	Euskirchen	Harburg	Augsburg (Stadt)
Ennepe-Ruhr-Kreis	Dahme-Spreewald	Heinsberg	Heidekreis	Bad Tölz-Wolfratshausen
Essen	Elbe-Elster	Kleve	Herzogtum Lauenburg	Dachau
Gelsenkirchen	Frankfurt a. d. Oder	Köln	Lübeck (Stadt)	Dillingen an der Donau
Hagen	Havelland	Krefeld	Lüchow-Dannenberg	Dingolfing-Landau
Hamm	Märkisch-Oderland	Leverkusen	Ludwigslust-Parchim	Donau-Ries
Herne	Oberhavel	Mettmann	Lüneburg	Ebersberg
Mülheim an der Ruhr	Oderspreewald-Lausitz	Mönchengladbach	Neumünster	Eichstätt
Oberhausen	Oder-Spree	Oberbergischer Kreis	Nordwestmecklenburg	Erding
Recklinghausen	Ostprignitz-Ruppin	Remscheid	Ostholstein	Freising
Unna	Potsdam	Rhein-Erft-Kreis	Pinneberg	Fürstenfeldbruck
Wesel	Potsdam-Mittelmark	Rheinisch-Bergischer Kreis	Rotenburg (Wümme)	Garmisch-Partenkirchen
	Prignitz	Rhein-Kreis Neuss	Schwerin	Ingolstadt
	Spree-Neiße	Rhein-Sieg-Kreis	Segeberg	Kaufbeuren
	Teltow-Fläming	Solingen	Stade	Kelheim
	Uckermark	Städtereion Aachen	Steinburg	Landsberg am Lech
		Viersen	Stormarn	Landshut
		Wuppertal	Uelzen	Landshut (Stadt)
				Miesbach
				Mühldorf am Inn
				München
				München (Stadt)
				Neuburg-Schrobenhausen
				Ostallgäu
				Pfaffenhofen an der Ilm
				Rosenheim
				Rosenheim (Stadt)
				Starnberg
				Traunstein
				Weilheim-Schongau

Quelle: Statistisches Bundesamt

Tab. A 2: Detailliertes Ranking – Digitales Profil (Grüne Berufe)

Beruf	Region	Digitales Profil	Digitales Profil	Rang
Mechatronik und Automatisierungstechnik	München	1,30	100	1
	Rheinland	1,25	96	2
	Berlin	1,03	80	3
	Ruhrgebiet	1,02	79	4
	Hamburg	0,93	71	5
Energietechnik	Rheinland	1,11	100	1
	München	0,90	82	2
	Berlin	0,67	60	3
	Ruhrgebiet	0,63	57	4
	Hamburg	0,53	48	5
Elektrotechnik	München	1,52	100	1
	Rheinland	1,47	97	2
	Berlin	1,29	85	3
	Ruhrgebiet	1,13	74	4
	Hamburg	1,11	73	5
Bauplanung und -überwachung, Architektur	Rheinland	1,35	100	1
	München	1,27	94	2
	Ruhrgebiet	1,21	90	3
	Berlin	1,18	88	4
	Hamburg	1,12	83	5
Hochbau	Rheinland	0,72	100	1
	Berlin	0,68	94	2
	Ruhrgebiet	0,62	86	3
	München	0,53	74	4
	Hamburg	0,52	72	5
Ver- und Entsorgung	Rheinland	0,68	100	1
	München	0,66	97	2
	Berlin	0,53	78	3
	Ruhrgebiet	0,47	69	4
	Hamburg	0,44	65	5

Quelle: Stellenanzeigen der Palturai GmbH/Finbot AG, eigene Berechnungen. Beschreibung der Tabelle: Digitalisierungs-Intensität des Berufs pro Metropolregion. Die erste Zahl in Verbindung mit dem digitalen Profil beschreibt die durchschnittliche Anzahl gefundener Schlüsselwörter für den Zeitraum 2017-2022. Die zweite Zahl in Verbindung mit dem Profil ist auf 100 normiert, basierend auf den gefundenen Schlüsselwörtern in der Region mit dem digitalsten Profil. Der Wert für die anderen Regionen ist relativ zum normierten Wert. Ein Wert unter 100 impliziert relative Schwächen anderer Regionen. Zum Beispiel ist das digitale Profil im Ruhrgebiet für den Beruf Mechatronik und Automatisierungstechnik um 21% geringer als in der Metropolregion München.

Tab. A 3: Detailliertes Ranking – Digitales Profil (Digitale Berufe)

Beruf	Region	Digitales Profil	Digitales Profil	Rang
Informatik	Berlin	4,20	100	1
	Rheinland	4,02	96	2
	München	3,98	95	3
	Ruhrgebiet	3,85	92	4
	Hamburg	3,84	91	5
IT-Systemanalyse, IT-Anwendungsberatung und IT- Vertrieb	München	2,73	100	1
	Rheinland	2,63	96	2
	Berlin	2,51	92	3
	Hamburg	2,39	88	4
	Ruhrgebiet	2,36	87	5
IT-Netzwerktechnik, IT-Koordination, IT-Administration und IT-Organisation	Berlin	3,18	100	1
	Rheinland	3,06	96	2
	München	3,00	95	3
	Hamburg	2,94	93	4
	Ruhrgebiet	2,93	92	5
Softwareentwicklung und Programmierung	Berlin	5,88	100	1
	Ruhrgebiet	5,73	97	2
	Rheinland	5,69	97	3
	Hamburg	5,50	93	4
	München	5,49	93	5

Quelle: Stellenanzeigen der Palturai GmbH/Finbot AG, eigene Berechnungen. Beschreibung der Tabelle: Digitalisierungs-Intensität des Berufs pro Metropolregion. Die erste Zahl in Verbindung mit dem digitalen Profil beschreibt die durchschnittliche Anzahl gefundener Schlüsselwörter für den Zeitraum 2017-2022. Die zweite Zahl in Verbindung mit dem Profil ist auf 100 normiert, basierend auf den gefundenen Schlüsselwörtern in der Region mit dem digitalsten Profil. Der Wert für die anderen Regionen ist relativ zum normierten Wert. Ein Wert unter 100 impliziert relative Schwächen anderer Regionen. Zum Beispiel ist das digitale Profil im Ruhrgebiet für den Beruf Informatik um 8% geringer als in der Metropolregion Berlin.

Tab. A 4: Detailliertes Ranking – Grünes Profil (Grüne Berufe)

Beruf	Region	Grünes Profil	Grünes Profil	Rang
Mechatronik und Automatisierungstechnik	Berlin	0,15	100	1
	Hamburg	0,13	88	2
	Rheinland	0,13	86	3
	München	0,10	70	4
	Ruhrgebiet	0,09	63	5
Energietechnik	München	0,24	100	1
	Berlin	0,23	99	2
	Rheinland	0,22	94	3
	Ruhrgebiet	0,22	94	4
	Hamburg	0,18	77	5
Elektrotechnik	Berlin	0,17	100	1
	Ruhrgebiet	0,15	90	2
	Hamburg	0,14	85	3
	Rheinland	0,14	84	4
	München	0,14	83	5
Bauplanung und -überwachung, Architektur	Hamburg	0,27	100	1
	Berlin	0,24	88	2
	Ruhrgebiet	0,22	83	3
	München	0,19	70	4
	Rheinland	0,17	62	5
Hochbau	Ruhrgebiet	0,48	100	1
	Hamburg	0,44	92	2
	Berlin	0,39	82	3
	Rheinland	0,23	48	4
	München	0,20	42	5
Ver- und Entsorgung	Ruhrgebiet	0,78	100	1
	Hamburg	0,69	89	2
	Rheinland	0,64	82	3
	Berlin	0,62	80	4
	München	0,43	56	5

Quelle: Stellenanzeyendaten der Palturai GmbH/Finbot AG, eigene Berechnungen. Beschreibung der Tabelle: Grüne Intensität des Berufs pro Metropolregion. Die erste Zahl in Verbindung mit dem grünen Profil beschreibt die durchschnittliche Anzahl gefundener Schlüsselwörter für den Zeitraum 2017-2022. Die zweite Zahl in Verbindung mit dem Profil ist auf 100 normiert, basierend auf den gefundenen Schlüsselwörtern in der Region mit dem grünsten Profil. Der Wert für die anderen Regionen ist relativ zum normierten Wert. Ein Wert unter 100 impliziert relative Schwächen anderer Regionen. Zum Beispiel ist das grüne Profil im Ruhrgebiet für den Beruf Mechatronik und Automatisierungstechnik um 29% geringer als in der Metropolregion Hamburg.

Tab. A 5: Detailliertes Ranking – Grünes Profil (Digitale Berufe)

Beruf	Region	Grünes Profil	Grünes Profil	Rang
Informatik	Ruhrgebiet	0,15	100	1
	Berlin	0,09	63	2
	Rheinland	0,07	50	3
	Hamburg	0,07	48	4
	München	0,06	44	5
IT-Systemanalyse, IT-Anwendungsberatung und IT-Vertrieb	Ruhrgebiet	0,07	100	1
	Berlin	0,05	74	2
	München	0,05	72	3
	Hamburg	0,04	63	4
	Rheinland	0,04	53	5
IT-Netzwerktechnik, IT-Koordination, IT-Administration und IT-Organisation	Ruhrgebiet	0,08	100	1
	Berlin	0,06	74	2
	Hamburg	0,05	64	3
	Rheinland	0,05	56	4
	München	0,04	53	5
Softwareentwicklung und Programmierung	Ruhrgebiet	0,07	100	1
	Berlin	0,06	83	2
	Rheinland	0,05	64	3
	Hamburg	0,05	64	4
	München	0,04	59	5

Quelle: Stellenanzeigendaten der Palturai GmbH/Finbot AG, eigene Berechnungen. Beschreibung der Tabelle: Grüne Intensität des Berufs pro Metropolregion. Die erste Zahl in Verbindung mit dem grünen Profil beschreibt die durchschnittliche Anzahl gefundener Schlüsselwörter für den Zeitraum 2017-2022. Die zweite Zahl in Verbindung mit dem Profil ist auf 100 normiert, basierend auf den gefundenen Schlüsselwörtern in der Region mit dem grünsten Profil. Der Wert für die anderen Regionen ist relativ zum normierten Wert. Ein Wert unter 100 impliziert relative Schwächen anderer Regionen. Zum Beispiel ist das grüne Profil im Ruhrgebiet für den Beruf Mechatronik und Automatisierungstechnik um 38% höher als in der Metropolregion Berlin.

Tab. A 6: Detailliertes Ranking – KI-Profil (Grüne Berufe)

Beruf	Region	KI Profil	KI Profil	Rang
Mechatronik und Automatisierungstechnik	München	0,36	100	1
	Rheinland	0,18	49	2
	Ruhrgebiet	0,11	31	3
	Berlin	0,10	29	4
	Hamburg	0,08	22	5
Energietechnik	Rheinland	0,07	100	1
	München	0,07	95	2
	Berlin	0,04	53	3
	Ruhrgebiet	0,03	44	4
	Hamburg	0,02	35	5
Elektrotechnik	München	0,09	100	1
	Rheinland	0,06	73	2
	Berlin	0,06	67	3
	Hamburg	0,05	55	4
	Ruhrgebiet	0,04	49	5
Bauplanung und -überwachung, Architektur	München	0,03	100	1
	Berlin	0,02	64	2
	Rheinland	0,02	59	3
	Hamburg	0,02	57	4
	Ruhrgebiet	0,01	41	5
Hochbau	Ruhrgebiet	0,01	100	1
	Rheinland	0,00	52	2
	München	0,00	37	3
	Hamburg	0,00	37	4
	Berlin	0,00	17	5
Ver- und Entsorgung	Rheinland	0,02	100	1
	München	0,02	85	2
	Berlin	0,01	41	3
	Hamburg	0,01	40	4
	Ruhrgebiet	0,01	34	5

Quelle: Stellenanzeigendaten der Palturai GmbH/Finbot AG, eigene Berechnungen. Beschreibung der Tabelle: KI-Intensität des Berufs pro Metropolregion. Die erste Zahl in Verbindung mit dem grünen Profil beschreibt die durchschnittliche Anzahl gefundener Schlüsselwörter für den Zeitraum 2017-2022. Die zweite Zahl in Verbindung mit dem Profil ist auf 100 normiert, basierend auf den gefundenen Schlüsselwörtern in der Region mit dem höchstem KI-Profil. Der Wert für die anderen Regionen ist relativ zum normierten Wert. Ein Wert unter 100 impliziert relative Schwächen anderer Regionen. Zum Beispiel ist das KI-Profil im Ruhrgebiet für den Beruf Mechatronik und Automatisierungstechnik um 69% geringer als in der Metropolregion München.

Tab. A 7: Detailliertes Ranking – KI-Profil (Digitale Berufe)

Beruf	Region	KI Profil	KI Profil	Rang
Informatik	Berlin	0,88	100	1
	München	0,68	78	2
	Rheinland	0,59	68	3
	Hamburg	0,47	54	4
	Ruhrgebiet	0,27	31	5
IT-Systemanalyse, IT-Anwendungsberatung und IT-Vertrieb	München	0,14	100	1
	Berlin	0,13	93	2
	Rheinland	0,11	84	3
	Hamburg	0,09	64	4
	Ruhrgebiet	0,07	52	5
IT-Netzwerktechnik, IT-Koordination, IT-Administration und IT-Organisation	München	0,11	100	1
	Berlin	0,10	91	2
	Rheinland	0,09	82	3
	Hamburg	0,07	61	4
	Ruhrgebiet	0,06	59	5
Softwareentwicklung und Programmierung	München	0,23	100	1
	Berlin	0,20	90	2
	Rheinland	0,14	63	3
	Hamburg	0,12	54	4
	Ruhrgebiet	0,12	52	5

Quelle: Stellenanzeigendaten der Palturai GmbH/Finbot AG, eigene Berechnungen. Beschreibung der Tabelle: KI-Intensität des Berufs pro Metropolregion. Die erste Zahl in Verbindung mit dem grünen Profil beschreibt die durchschnittliche Anzahl gefundener Schlüsselwörter für den Zeitraum 2017-2022. Die zweite Zahl in Verbindung mit dem Profil ist auf 100 normiert, basierend auf den gefundenen Schlüsselwörtern in der Region mit dem höchstem KI-Profil. Der Wert für die anderen Regionen ist relativ zum normierten Wert. Ein Wert unter 100 impliziert relative Schwächen anderer Regionen. Zum Beispiel ist das KI-Profil im Ruhrgebiet für den Beruf Informatik um 70% geringer als in der Metropolregion Berlin.

10 Anhang B: Technische Details zur Textanalyse

Bei der Auswertung von Stellenanzeigentexten erfolgen vier übergeordnete technische Schritte, um die unstrukturierten Texte in eine empirisch analysierbare Form zu bringen („Data Preprocessing“).⁶

1. Im ersten Schritt extrahieren unsere Kooperationspartner Palturai GmbH/Finbot AG Stellenanzeigentexte von verschiedenen Plattformen wie Jobportalen und Unternehmenswebsites. Diese Daten werden in der Regel durch ein Verfahren namens "Scraping" gesammelt, bei dem automatisierte Werkzeuge verwendet werden, um große Mengen von Informationen systematisch zu sammeln. Neben den Stellenanzeigentexten beinhalten diese Daten auch Informationen zum Arbeitsort (auf PLZ und/ oder Gemeindeebene). Diese Informationen sind wichtig, um Jobangebote bestimmten Regionen zuordnen zu können. In manchen Fällen werden Anzeigen inseriert, die nicht einem konkreten Arbeitsort zugeordnet werden können, z. B., weil die Beschäftigung in Absprache mit dem zukünftigen Arbeitgeber an verschiedenen Standorten stattfinden kann. Im Rahmen dieser Studie hat die regionale Zuordnung von Stellenanzeigen eine hohe Bedeutung. Daher fokussieren wir uns auf diejenigen Anzeigen, die eindeutig einem Arbeitsort zugeordnet werden können.
2. Sobald diese Daten erfasst sind, werden sie im zweiten Schritt angereichert („Data Enrichment“). Dabei werden die gesammelten Texte in spezifische Abschnitte unterteilt („Zoning“). So gibt es in Stellenanzeigen in der Regel folgende Abschnitte: (1) Beschreibung des Arbeitgebers, (2) Tätigkeitsbeschreibung, (3) Gewünschtes Profil der Bewerbenden, inkl. Qualifikationen, sowie (4) Sonstige Informationen, z. B. zu Home-Office Angeboten, Arbeitsatmosphäre und anderen Zusatzleistungen des potentiellen Arbeitgebers. Im Rahmen dieser Studie konzentrieren wir uns dabei vor allem auf die Tätigkeitsbeschreibung sowie die erforderlichen Kompetenzen. Dieser Fokus ist darin begründet, dass das digitale und grüne Profil der Berufe mittels Informationen zu erforderlichen Kompetenzen sowie damit verbundenen Tätigkeiten gemessen wird. Da einige Stellenanzeigen mehrfach erfasst werden könnten, z. B., weil Arbeitgeber dieselbe Stellenanzeige auf mehreren Portalen posten, identifizieren und entfernen wir Duplikate. Hierzu werden etablierte Techniken wie die Kosinus-Ähnlichkeit („cosine similarity“) genutzt. Um die Daten systematisch über Berufe hinweg analysieren zu können, klassifizieren wir Anzeigen gemäß der Stellenbeschreibung sowie insbesondere des Stellentitels in Berufsgruppen. Hierfür verwenden wir die Klassifikation der Berufe 2010 (KlDb 2020) der Bundesagentur für Arbeit auf 3-Steller Ebene (144 Berufe).
3. Im dritten Schritt werden die benötigten Kompetenzen und Tätigkeiten aus den Anzeigen extrahiert („Data Extraction“). Hierfür zerlegen wir zunächst mittels „Tokenisierung“ den Anzeigentext in kleinere Einheiten. Dieser Schritt ist essentiell, da der Gesamttext in einzelne Wörter segmentiert wird, was eine detailliertere Analyse ermöglicht. Nach der Tokenisierung identifizieren wir die relevanten Kompetenzen und Tätigkeiten mittels der von uns erstellten Taxonomien zum digitalen und grünen Profil (siehe Abschnitt 2.1 für Details). Dabei zählen wir pro Anzeige wie viele digitale, grüne oder KI-Kompetenzen gefunden werden („Count Vectorization“). Je mehr dieser Schlüsselbegriffe gefunden werden, umso wichtiger sind sie für eine bestimmte Ausschreibung bzw. für einen bestimmten Beruf.
4. Im vierten und letzten Schritt werden die Resultate im Rahmen einer Qualitätskontrolle bewertet („Evaluation & Quality Control“). Es gibt spezielle Bewertungsmetriken, die uns helfen, die Qualität und Relevanz der gesammelten Daten zu überprüfen. Darüber hinaus wird eine

⁶ Eine umfassende technische Beschreibung der Auswertung von Stellenanzeigentexten ist unter <https://www.oja-guide.de/> zu finden.

manuelle Annotation vorgenommen, also eine Prüfung der Ergebnisse durch das Projektteam. In diesem Schritt werden die zuvor erstellten Klassifikationen und Extraktionen der Schlüsselbegriffe auf Sinnhaftigkeit überprüft und gegebenenfalls Anpassungen vorgenommen (siehe Abschnitt 2.1 für Details zu diesen Anpassungen).



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

