

Prof. Dr. Jürgen Blazejczak

Dr. Dietmar Edler

**Arbeitskräftebedarf nach Sektoren, Qualifikationen und Berufen zur  
Umsetzung der Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland**

Kurzstudie im Auftrag der Bundestagsfraktion Bündnis 90/Die Grünen

Berlin, Mai 2021

## **Inhaltsverzeichnis**

Abstract.....	5
1 Kurzfassung .....	6
2 Hintergrund, Ziel und Vorgehensweise .....	11
2.1 Hintergrund .....	11
2.2 Ziel .....	15
2.3 Vorgehensweise .....	15
2.4 Grenzen .....	17
3 Berufliche Arbeitsmärkte bis 2040 .....	19
3.1 Arbeitskräfteangebot.....	20
3.1.1 Eckwerte.....	20
3.1.2 Struktur .....	21
3.1.2.1 Qualifikationsstruktur .....	21
3.1.2.2 Berufsstruktur .....	22
3.2 Arbeitskräftenachfrage.....	24
3.2.1 Eckwerte.....	24
3.2.2 Struktur .....	24
3.2.2.1 Sektorstruktur .....	24
3.2.2.2 Qualifikationsstruktur .....	25
3.2.2.3 Berufsstruktur .....	26
3.2.3 Das Klimaschutzprogramm 2030.....	26
3.3 Engpässe .....	29
3.3.1 Qualifikationen .....	29
3.3.2 Berufshauptgruppen .....	30
3.3.3 Fachkräfteengpassanalyse der BA.....	31
4 Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland .....	33
4.1 Erforderliche Investitionen im Zeitraum 2015 bis 2050 .....	35
4.2 Zeitverlauf des Investitionspfades für ein klimaneutrales Deutschland.....	36
4.2.1 Investitionen im Jahr 2035 .....	39
4.3 Abschätzung von Importen und im Inland wirksamer Nachfrage .....	39
4.3.1 Im Inland wirksame Nachfrage für das Jahr 2035 .....	43
5 Arbeitskräftebedarf für ein klimaneutrales Deutschland nach Wirtschaftssectoren .....	46

# Arbeitskräftebedarf nach Sektoren, Qualifikationen und Berufen zur Umsetzung der Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland

## Inhaltsverzeichnis

---

5.1	Sektoraler Arbeitskräftebedarf im Jahr 2035 .....	49
6	Arbeitskräftebedarf nach Anforderungen und Berufen .....	53
6.1	Überblick.....	53
6.1.1	Gesamter Arbeitskräftebedarf .....	53
6.1.2	Direkter und indirekter Arbeitskräftebedarf .....	57
6.2	Arbeitskräftebedarf in Engpassberufen.....	59
6.3	Arbeitskräftebedarf in Digitalisierungsberufen .....	61
6.4	Arbeitskräftebedarf in Engpassberufen 2040.....	63
7	Exkurs: Exporte von Klimaschutztechnologiegütern .....	67
7.1	Ex-post-Schätzungen .....	67
7.2	Zukunftsszenarien.....	68
8	Fachkräfteengpasspolitik .....	71
8.1	Flexibilitätpotenziale .....	71
8.2	Ansatzpunkte .....	72
8.2.1	Erwerbsbeteiligung.....	72
8.2.2	Zuwanderung .....	73
8.2.3	Qualifizierung und Berufsanschlussfähige Teilqualifizierungen .....	74
8.2.4	Löhne und Arbeitsbedingungen .....	76
9	Fazit.....	77
	Literaturverzeichnis .....	80

## **Verzeichnis der Übersichten**

Übersicht 1 Die Klassifikation der Berufe (KldB) .....	23
Übersicht 2 In QuBe-Modellen abbildbare Einzelmaßnahmen des Klimaschutzprogramms 2030 der Bundesregierung .....	27
Übersicht 3 Einzelmaßnahmen im Handlungsfeld Haushalte und Gewerbe, Handel und Dienstleistungen.....	35

## **Verzeichnis der Abbildungen**

Abbildung 1 Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland im Zeitraum 2015 bis 2050 in Mrd. Euro (in Preisen von 2015) und in Prozent der notwendigen Investitionen insgesamt .....	36
Abbildung 2 Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland nach Handlungsfeldern in einzelnen Stichjahren in Mrd. Euro (in Preisen von 2015) .....	38
Abbildung 3 Investitionen im Jahr 2035 für ein klimaneutrales Deutschland in Mrd. Euro (in Preisen von 2015) und in Prozent an insgesamt.....	39
Abbildung 4 Schematische Darstellung der Berechnungsschritte zur modellhaften Ableitung des durch Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland induzierten Arbeitskräftebedarfs .....	40
Abbildung 5 Anteil der Importe von Investitionsgütern nach Handlungsfeldern im Jahr 2035 in Prozent.....	43
Abbildung 6 Investitionen, Importe und im Inland wirksame Nachfrage nach Handlungsfeldern im Jahr 2035 in Mrd. Euro.....	44
Abbildung 7 Im Inland wirksame Nachfrage im Jahr 2035 durch Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland in Mrd. Euro und in Prozent an insgesamt .....	45
Abbildung 8 Zehn Sektoren mit dem größten Lieferanteil an Investitionen in 2035 für ein klimaneutrales Deutschland in Prozent.....	47
Abbildung 9 Arbeitskräftebedarf zur Erstellung der Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland in den Stichjahren 2030, 2035, 2040, 2045 in Personen .....	49
Abbildung 10 Arbeitskräftebedarf für ein klimaneutrales Deutschland im Jahr 2035 nach Hauptgruppen.....	50
Abbildung 11 Zehn Sektoren mit dem größtem Arbeitskräftebedarf in Personen in 2035 durch Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland .....	51
Abbildung 12 Zehn Sektoren (2035) mit der größten Quote in Prozent gemessen an der Beschäftigung in 2017 .....	52
Abbildung 13 Arbeitskräftebedarf 2035 nach Anforderungsniveaus - Anteil in Prozent.....	54

## **Arbeitskräftebedarf nach Sektoren, Qualifikationen und Berufen zur Umsetzung der Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland**

Verzeichnis der Tabellen und Abbildungen

---

Abbildung 14 Arbeitskräftebedarf im Baugewerbe 2035 nach Anforderungsniveaus - Anteil in Prozent .....	55
Abbildung 15 Arbeitskräftebedarf 2035 nach ausgewählten Berufsgruppen - in Personen.....	56
Abbildung 16 Direkter Arbeitskräftebedarf 2035 nach ausgewählten Berufsgruppen - in Personen.....	58
Abbildung 17 Indirekter Arbeitskräftebedarf 2035 nach ausgewählten Berufsgruppen - in Personen.....	59
Abbildung 18 Arbeitskräftebedarf 2035 in aktuellen Engpassbereichen nach Anforderungsniveau - in Personen .....	60
Abbildung 19 Arbeitskräftebedarf 2035 in aktuellen Engpassbereichen nach Berufsbereichen – Anteil in Prozent.....	61
Abbildung 20 Arbeitskräftebedarf 2035 in Digitalisierungsberufen nach Anforderungsniveaus - in Personen .....	62
Abbildung 21 Arbeitskräftebedarf 2035 in Digitalisierungsberufen nach Berufsbereichen - Anteile der Berufsbereiche in Prozent .....	63
Abbildung 22 Arbeitskräftebedarf 2040 in zukünftigen Engpassbereichen - in Personen.....	64
Abbildung 23 Arbeitskräftebedarf 2040 in zukünftigen Engpassbereichen nach Anforderungsniveau - in Personen .....	65
Abbildung 24 Arbeitskräftebedarf 2040 in zukünftigen Engpassbereichen nach Berufsbereichen - Anteile der Berufsbereiche in Prozent .....	66

## **Abstract**

Die Studie untersucht mit Hilfe eines Input-Output-Modells, das um eine Wirtschaftszweige-Berufe-Matrix erweitert ist, den direkten und indirekten Arbeitskräftebedarf zur Umsetzung der Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland im Jahr 2050, um mögliche Engpässe bei Qualifikationen und Berufen zu identifizieren.

Für die Herstellung der benötigten Investitionsgüter entsteht im Inland ein erheblicher Bedarf an Arbeitskräften von bis zu 767.200 Personen im Jahr 2035, davon 58% Fachkräfte. Rund 40% des Arbeitskräftebedarfs für Klimaneutralität entfällt im Jahr 2035 auf Berufsgruppen, in denen die Bundesagentur für Arbeit im Jahr 2019 einen Mangel an Fachkräften, Spezialisten oder Experten festgestellt hat.

## 1 Kurzfassung

Die Europäische Union und Deutschland haben die Weichen für ein klimaneutrales Europa bis zum Jahr 2050 und den deutschen Beitrag dazu gestellt. Mit welchen Maßnahmen ein klimaneutrales Deutschland im Jahr 2050 über ein Zwischenziel von 65% Emissionsreduzierung gegenüber 1990 bis 2030 erreicht werden kann, zeigt eine kürzlich vorgelegte Studie von Prognos, Öko-Institut und Wuppertal Institut im Auftrag von Agora Energiewende, Agora Verkehrswende und Stiftung Klimaneutralität. Die notwendigen Investitionsbeträge sind von Boston Consulting Group (BCG) und Prognos in der Studie „Klimapfade für Deutschland“ im Zeitraum 2015 bis 2050 auf durchschnittlich jährlich rund 70 Mrd. Euro geschätzt worden.

Bei der Umsetzung der Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland könnte es zu Engpässen bei Arbeitskräften kommen. Schon jetzt bestehen Arbeitskräfteengpässe in einigen Berufsfeldern. Projektionen zeigen, dass auch in Zukunft mit gravierenden Arbeitskräfteengpässen zu rechnen ist.

Vor diesem Hintergrund zielt die vorliegende Studie auf eine Abschätzung des nach Qualifikationen und Berufen aufgeschlüsselten Bedarfs an Arbeitskräften in Deutschland, der aus der Herstellung der Investitionsgüter resultiert, die erforderlich sind, um bis zum Jahr 2050 ein klimaneutrales Deutschland zu erreichen. Der ermittelte Bedarf an Arbeitskräften umfasst neben den Arbeitskräften, die direkt bei den Herstellern der Investitionsgüter beschäftigt sind auch jene, die bei den Vorleistungslieferanten in vorgelagerten Produktionsstufen indirekt erforderlich sind.

Die Investitionen zur Erreichung eines klimaneutralen Deutschlands werden der BCG/Prognos-Studie entnommen; zu ihrer Verteilung über die Zeit werden Annahmen aufgrund von Plausibilitätsüberlegungen getroffen. Die Lieferstrukturen der Investitionen wurden weitgehend anderen Studien entnommen. Die Abschätzung des Arbeitskräftebedarfs zur Erstellung der Investitionsgüter nach Wirtschaftssektoren erfolgt mit Hilfe des statischen offenen Mengenmodells der Input-Output-Analyse auf der Grundlage der aktuellen Input-Output-Tabelle des Statistischen Bundesamtes. Berücksichtigt wird dabei, dass ein Teil der Investitionsgüter importiert wird; dabei werden die aktuellen Importquoten der Liefersektoren beibehalten. Absehbare Trends der Entwicklung der Arbeitsproduktivität werden berücksichtigt. Zur Abschätzung der Berufs- und Qualifikationsstrukturen des Arbeitskräftebedarfs wird eine aktuelle Wirtschaftszweig-Berufe-Matrix auf der Ebene der Berufsgruppen und Anforderungsniveaus genutzt; sie beruht auf einer Auswertung der Beschäftigungsstatistik.

Im verfügbaren Zeit- und Budgetrahmen war es nicht möglich, alle Aspekte zu berücksichtigen, die bei der personellen Umsetzung der Maßnahmen zur Erreichung eines klimaneutralen Deutschlands eine Rolle spielen. Außer Betracht bleiben die Wirkungen eines Zurückfahrens klimaschädlicher Aktivitäten ebenso wie die mögliche Verdrängung anderer Wirtschaftsaktivitäten. Es werden auch keine Multiplikatorwirkungen und mögliche zusätzliche Exporte berücksichtigt.

Wenn auch gegenwärtig für Deutschland noch kein umfassender Fachkräftemangel gesehen wird, werden doch Engpässe in einigen technischen Berufsfeldern, in Handwerks- und Bauberufen sowie in Gesundheits- und Pflegediensten festgestellt. Nach Qualifikationen und Berufen differenzierte Projektionen der Entwicklung des Arbeitsmarktes in Deutschland bis zum Jahr 2040 im Rahmen der aktuellen QuBe-Studie, die den Wirtschaftseinbruch durch die Corona-Pandemie und das in diesem Zusammenhang im Juni 2020 verabschiedete Konjunkturpaket sowie das Klimapaket der Bundesregierung vom Dezember 2019 berücksichtigen, zeigen, dass auch in Zukunft mit Arbeitskräfteengpässen zu rechnen ist: bei 25 Berufsgruppen herrscht dann ein Nachfrageüberschuss, bei 6 weiteren ist der Angebotsüberschuss kleiner als 1%. Darunter sind neben Gesundheitsberufen auch Informatik-, Informations- und Kommunikationstechnologieberufe, gebäude- und versorgungstechnische Berufe sowie Bauberufe.

Ausgangspunkt der Abschätzung des Arbeitskräftebedarfs durch Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland sind die Ergebnisse der Studie von BCG und Prognos. In der Studie wird von einem Investitionsbedarf von rund 2.150 Milliarden Euro (in Preisen von 2015) für den Zeitraum 2015 bis 2050 ausgegangen. Die notwendigen Investitionen werden in vier Handlungsfeldern ermittelt. Das Handlungsfeld Haushalte und Gewerbe, Handel und Dienstleistungen hat mit 686 Mrd. Euro den größten Investitionsbedarf (32% der insgesamt notwendigen Investitionen), gefolgt vom Handlungsfeld Verkehr mit 655 Mrd. Euro (30%) und dem Handlungsfeld Energie und Umwandlung mit 580 Mrd. Euro (27%). Deutlich geringer fallen die Investitionserfordernisse im Handlungsfeld Industrie mit 229 Mrd. Euro (11%) aus. Unter den gemachten Annahmen zum Zeitverlauf der Investitionen fällt die jährlich größte Investitionssumme im Jahr 2035 an. In diesem Jahr werden 121 Mrd. Euro Investitionen für das Ziel eines klimaneutralen Deutschlands getätigt. Mit 43% (52 Mrd. Euro) besteht der größte Investitionsbedarf im Handlungsfeld Haushalte und Gewerbe, Handel und Dienstleistungen. Jeweils rund ein Viertel des Investitionsbedarfs in 2035 entsteht in den Handlungsfeldern Energie und Umwandlung sowie Verkehr, knapp 10% entfallen auf das Handlungsfeld Industrie.



Die modellmäßige Abschätzung des Arbeitskräftebedarfs mit Hilfe der Input-Output-Analyse liefert eine sektorale Differenzierung des Arbeitskräftebedarfs nach 72 Produktionsbereichen. Erforderlich ist zuvor eine Reihe zusätzlicher analytischer Arbeitsschritte. Zum einen müssen die importierten Investitionsgüter geschätzt werden, weil mit diesen keine Produktions- und Beschäftigungswirkungen der Herstellung verbunden sind. Zum anderen muss für die nach Abzug der Importe verbliebene in Deutschland wirksame Nachfrage eine Aufteilung auf die 72 Produktionsbereiche der Input-Output-Tabelle erfolgen. Beide Arbeitsschritte erfolgen auf der Ebene der insgesamt 33 betrachteten Einzelmaßnahmen. Im Ergebnis zeigt sich, dass der Arbeitskräftebedarf zwar in allen Produktionsbereichen der Volkswirtschaft spürbar wird, sich aber doch auf einige Produktionsbereiche konzentriert. Im Jahr 2035 ergibt sich durch die Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland ein Arbeitskräftebedarf von 767.200 Personen. Auf das Ausbaugewerbe der Bauwirtschaft entfallen alleine 203.100 Personen, das sind mehr als Viertel des gesamten Arbeitskräftebedarfs. Auch im Maschinenbau (11% des Gesamtbedarfs) und bei der Herstellung Elektrischer Ausrüstungen (7%) entsteht erheblicher Arbeitskräftebedarf. Auf die zehn Bereiche mit dem größten Bedarf entfallen 72% des Gesamtbedarfs an Arbeitskräften.

Im Jahr 2035 werden in Deutschland 767.200 Arbeitskräfte zur Produktion von Investitionsgütern für den Klimaschutz benötigt, davon 58% Fachkräfte, die fachlich ausgerichtete Tätigkeiten ausüben, 19% Helfer mit Helfer- und Anlernertätigkeiten, 13% Spezialisten mit komplexen und 10% Experten mit hoch komplexen Tätigkeiten. Von diesem Arbeitskräftebedarf entfällt etwa ein Drittel auf das Baugewerbe (Ausbaugewerbe, Hoch- und Tiefbau); hier sind die Anteile der Fachkräfte mit 68% und der Helfer mit 20% noch höher als im Durchschnitt aller Wirtschaftsbereiche.

Der größte Arbeitskräftebedarf entsteht bei Büro- und Sekretariatsberufen, bei Berufen der Maschinenbau- und Betriebstechnik, bei Hochbauberufen, bei Berufen der Unternehmensorganisation und -strategie sowie bei Logistikberufen. Zusammen entfällt auf die fünf genannten Berufsgruppen etwa ein Drittel des Arbeitskräftebedarfs für Klimaneutralität.

Die Berufsstruktur des Arbeitskräftebedarfs erklärt sich nicht zuletzt durch die Struktur der indirekten Beschäftigungswirkungen, die im Jahr 2035 die Hälfte des Arbeitskräftebedarfs ausmachen und sich über ein breites Spektrum von Wirtschaftsbereichen einschließlich vieler Dienstleistungssektoren verteilen. Büro- und Sekretariatsberufe, Logistikberufe, Berufe der Unternehmensorganisation und -strategie sowie Reinigungsberufe machen im Jahr 2035 zusammen mehr als ein Viertel der indirekt benötigten Arbeitskräfte aus.

Von den insgesamt rund 767.200 Arbeitskräften für Klimaneutralität des Jahres 2035 entfallen rund 306.800 Arbeitskräfte, also 40%, auf Berufsgruppen, in denen die Bundesagentur für Arbeit für das Jahr 2019 einen Mangel an Fachkräften, Spezialisten oder Experten identifiziert hat. Der größte Teil betrifft Berufe der Rohstoffgewinnung, der Produktion und der Fertigung (56%), ein weiterer großer Anteil Bau-, Architektur-, Vermessungs- und Gebäudetechnikberufe (32%).

Rund 20% des gesamten Arbeitskräftebedarfs für Klimaneutralität des Jahres 2035 entfallen auf Digitalisierungsberufe. Die „Überlappung“ der Arbeitskräftebedarfe für Klimaneutralität und für Digitalisierung ist also nicht besonders hoch; in Berufen der Rohstoffgewinnung, Produktion, Fertigung könnte es dennoch zur Konkurrenz um Fachkräfte kommen.

17,5% des Arbeitskräftebedarfs, der im Jahr 2040 zur Erstellung der Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland erforderlich ist, entfällt auf Berufsgruppen, für die nach der QuBe-Studie in diesem Jahr der Bedarf an Arbeitskräften größer ist als das Angebot oder in denen das Angebot die Nachfrage um weniger als 1% übertrifft. Ganz überwiegend betrifft das auf der Ebene der Anforderungsniveaus die Fachkräfte und auf der Ebene der Berufsbe- reiche die Bau-, Architektur-, Vermessungs- und Gebäudetechnikberufe sowie die Verkehrs-, Logistik- sowie die Schutz- und Sicherheitsberufe.

Der Arbeitskräftebedarf für die Erstellung von Exportgütern für den Klimaschutz ist in der vorliegenden Untersuchung nicht berücksichtigt worden. Ex-post Abschätzungen kommen zu weit differierenden Schätzungen des Exportvolumens von Klimaschutztechnologien, die durch unterschiedliche Abgrenzungen und Methoden zu erklären sind. Unter Status-quo-Bedingungen, d.h. bei unveränderten güter- und länderspezifischen Handelsanteilen Deutschlands, ist in Zukunft mit einem Rückgang des deutschen Welthandelsanteils bei diesen Gütern zu rechnen, weil die deutsche Marktposition in den Ländern, in denen die Nachfrage in Zukunft überdurchschnittlich zunehmen wird, vergleichsweise schwach ist. Szenario-rechnungen, die allerdings auf dem Informationsstand vor der Corona-Pandemie beruhen, erwarten aber bei einer international koordinierten ambitionierten Klimapolitik eine kräftige Steigerung der deutschen Exporte gegenüber dem Status quo und damit einhergehend einen zusätzlichen Arbeitskräftebedarf.

Der Übergang zu einem klimaneutralen Deutschland bedeutet einen Strukturwandel der Beschäftigung, der über die hier beschriebenen Beschäftigungswirkungen hinausgeht. Dar- aus ergeben sich Potenziale, durch Branchen- und Berufswechsel Fachkräfteengpässe zu entschärfen. Die Erschließung dieser Potenziale kann durch Informationskampagnen, Quali-

fikations- und Umschulungsprogramme und eine verbesserte Gestaltung von Arbeitsbedingungen unterstützt werden.

In begrenztem Umfang kann das Arbeitskräfteangebot durch eine Steigerung der Erwerbsbeteiligung, insbesondere von Frauen und von Älteren, sowie durch eine Erhöhung der Arbeitszeit entsprechend den Arbeitszeitwünschen ausgeweitet werden. Ansatzpunkte dafür liegen etwa in einer Verbesserung der Verfügbarkeit von Kinderbetreuungsmöglichkeiten, in einer familien- und altersgerechten Gestaltung der Arbeitsbedingungen sowie in der Beseitigung von Fehlanreizen insbesondere durch das Ehegattensplitting.

Unabhängig von einer Steigerung der inländischen Erwerbsbeteiligung benötigt Deutschland einen kräftigen jährlichen Zuwanderungsüberschuss, dabei wäre eine Zuwanderung höher qualifizierter Menschen wünschenswert. Sie kann durch eine weitere Liberalisierung der Zuwanderung, eine vereinfachte Anerkennung von im Ausland erworbenen Qualifikationen, die Schaffung besserer Zugangsmöglichkeiten in das deutsche Ausbildungssystem und die Förderung des Erwerbs deutscher Sprachkenntnisse unterstützt werden.

Bestehende Potentiale von Arbeitskräften (Branchenwechsler,-innen, Arbeitslose, Geringqualifizierte, Berufsrückkehrer,-innen) können erschlossen werden, um durch geeignete Qualifizierungsmaßnahmen bestehende Lücken bei Fachkräften verringern. Aussichtsreich erscheint auch die Nutzung modularer Teilqualifizierungsmaßnahmen.

Höhere Löhne sind als Instrument, Fachkräfteengpässe zu entschärfen, nur begrenzt wirksam. Hilfreich könnten aber – neben nicht-monetären Anreize wie flexiblen Arbeitszeiten, einer besseren Vereinbarkeit von Familie und Beruf, Aus- und Weiterbildungsangeboten sowie Aufstiegschancen – mehr Möglichkeiten für eine stärkere betriebliche Lohndifferenzierung sein. Angesichts des hohen Bedarfs an Fachkräften für die Umsetzung der Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland erscheinen aber insbesondere Maßnahmen zur Aufwertung des sozialen Status von Ausbildungsberufen erforderlich.

## 2 Hintergrund, Ziel und Vorgehensweise

### 2.1 Hintergrund

In Übereinstimmung mit dem in Paris 2015 festgelegten Klimaschutzziel der Vereinten Nationen hat sich der Europäische Rat im Jahr 2019 zum Ziel einer klimaneutralen Europäischen Union bis zum Jahr 2050 bekannt; bis zum Jahr 2030 sollen die Treibhausgasemissionen der Union gegenüber denen des Jahres 1990 um 55% reduziert werden. Im Jahr 2021 sollen diese Ziele in die Form verbindlicher Gesetze gegossen und durch Aktionsprogramme konkretisiert werden; der Rahmen ist durch den Europäischen Green Deal abgesteckt.

Deutschland hat 2016 einen Klimaschutzplan 2050 beschlossen, der auf eine weitgehende Treibhausgasneutralität bis zu diesem Jahr ausgerichtet ist; bis 2030 strebt Deutschland eine Reduktion seiner Treibhausgasemissionen von mindestens 55% gegenüber 1990 an. Eine Fortschreibung steht nach den Regeln des Pariser Klimaschutzabkommens und auch im Hinblick auf die Klimaschutzziele der EU an und soll ab dem Jahr 2022 erfolgen.

Eine kürzlich vorgelegte Studie von Prognos, Öko-Institut und Wuppertal Institut im Auftrag von Agora Energiewende, Agora Verkehrswende und Stiftung Klimaneutralität entwickelt ein Szenario für ein klimaneutrales Deutschland im Jahr 2050 über ein Zwischenziel von 65% Emissionsreduzierung gegenüber 1990 bis 2030 auf (Prognos u.a. 2020). Die vorgeschlagenen Maßnahmen wurden unter den Gesichtspunkten der Wirtschaftlichkeit und der Vereinbarkeit mit üblichen Investitionszyklen ausgewählt. Mit den vorgeschlagenen Maßnahmen wird bis 2050 eine Emissionsreduzierung um 95% erreicht. Restemissionen vor allem aus der Landwirtschaft und der Zementherstellung sollen durch Abscheidung und Ablagerung ausgeglichen werden.

Die Studie von Prognos u.a. verzichtet auf den Ausweis der Investitionsbeträge, die zur Erreichung von Klimaneutralität erforderlich sind. Sie verweist stattdessen auf die Studie Klimapfade für Deutschland, die von Boston Consulting Group (BCG) und Prognos für den Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI) erstellt worden ist (BCG und Prognos 2018). In dieser Untersuchung sind die Mehrinvestitionen zur Erreichung der Klimaneutralität 2050 auf durchschnittlich jährlich rund 70 Mrd. Euro geschätzt worden.

Obwohl diese jährlichen Investitionsbeträge weniger als 10% der gegenwärtigen jährlichen Anlageinvestitionen ausmachen, könnte es zu Engpässen bei den zu ihrer Erstellung notwendigen Arbeitskräften kommen. Die Bundesagentur für Arbeit (BA 2019) sieht zwar gegenwärtig keinen umfassenden Fachkräftemangel in Deutschland, stellt aber schon für 2019

Engpässe in einigen technischen Berufsfeldern und in Handwerks- und Bauberufen, daneben auch in Gesundheits- und Pflegediensten fest.

Nach Qualifikationen und Berufen differenzierte Projektionen der Entwicklung des Arbeitsmarktes in Deutschland bis zum Jahr 2040 (QuBe-Studie; Maier u.a. 2020a) zeigen, dass auch in Zukunft mit Arbeitskräfteengpässe - insbesondere bei Gesundheitsberufen, bei Berufen der Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) sowie bei gebäude- und versorgungstechnischen Berufen – zu rechnen ist.

Eine Studie des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB), des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB), des Instituts für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) und der Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforchung (GWS) im Auftrag des Umweltbundesamtes (UBA) identifiziert die Branchen, Tätigkeiten, Berufe und Qualifikationen, die beim Übergang zu einer Green Economy von besonderer Bedeutung sind. (Bauer u.a. 2017).<sup>1</sup> Die Unterschiede des (ungewichteten) Durchschnitts der Green-Economy-Branchen zur Gesamtwirtschaft sind bei den formalen Qualifikationsniveaus gering, Facharbeiter spielen eine etwas größere Rolle, Geringqualifizierte finden sich etwas weniger häufig. Bei den Tätigkeitsschwerpunkten unterscheidet sich der Green-Economy-Branchendurchschnitt stärker vom gesamtwirtschaftlichen Durchschnitt. Bei den Berufsfeldern schließlich sind die Unterschiede zwischen den Green-Economy-Branchen und der Gesamtwirtschaft ausgeprägt. Dies wird durch die Analyse von Stellenanzeigen mit Green-Economy-Relevanz bestätigt. Insgesamt weisen die Befunde beim Übergang zu einer Green Economy in Richtung auf einen höheren Bedarf an Arbeitskräften in technischen und ingenieurwissenschaftlichen sowie Bauberufen.

Eine Prognos-Studie im Auftrag der Friedrich-Ebert-Stiftung (fes) untersucht die Auswirkungen der Energiewende auf die zukünftige Beschäftigung in Deutschland nach Branchen, Berufen und Qualifikationen (Hoch u.a. 2019).<sup>2</sup> Sie vergleicht das 95%-Reduktionsszenario mit dem Referenzszenario der BCG/Prognos-Studie (2018). Neben direkten Beschäftigungseffekten werden indirekte Effekte erster Ordnung berücksichtigt; unspezifische Vorleistungseffekte und induzierte Beschäftigungswirkungen bleiben ausgeblendet. Die Studie berücksichtigt Arbeitsplatzverluste durch die Einschränkung von wirtschaftlichen Aktivitäten insbesondere in der Erdöl-, Erdgas-, Kohle-Industrie, ermittelt also Nettobeschäftigungseffekte.

Für die Analyse zukünftiger Beschäftigungseffekte wird das 95%-Reduktionsszenario der BCG/Prognos-Studie einem Referenzszenario gegenübergestellt, bei dem über die aktuellen

---

<sup>1</sup> Eine Aktualisierung und Erweiterung dieser Analysen findet sich in Bauer u.a. 2021a.

<sup>2</sup> Sie betrachtet auch regionale Entwicklungen.

klimapolitischen Maßnahmen hinaus eine moderate Verschärfung angenommen wird, und das bis 2050 zu einer Emissionsreduzierung von 61% führen würde. Es wird davon ausgegangen, dass die zusätzlichen 34 Prozentpunkte Emissionsreduzierung des Reduktionsszenarios nur bei einer globalen Kooperation im Klimaschutz zu erreichen sind; Carbon Leakage wird also ausgeschlossen. Im Reduktionsszenario werden über den betrachteten Zeitraum hinweg 2,3 Billionen Euro mehr investiert als im Referenzszenario, dem stehen Einsparungen importierter fossiler Energieträger von 1,3 Billionen Euro gegenüber. Die benötigten Investitionsgüter werden zum großen Teil in Deutschland produziert.

Im Reduktionsszenario ist die Beschäftigung im Jahr 2050 per Saldo um 43.000 Personen höher als im Referenzszenario; die Differenz ergibt sich aus einer Mehrbeschäftigung von rund 76.000 Personen, der eine Minderbeschäftigung von 34.000 Personen gegenübersteht. Am größten ist die Mehrbeschäftigung mit 21.000 Personen (+1,5%) im Ausbaugewerbe (Vorbereitenden Baustellen-, Bauinstallations- und sonstige Ausbauarbeiten), im Hochbau und in der Energieversorgung (je 6.000 Personen; +2,2% bzw. +4,5%) sowie im Tiefbau (4.000 Beschäftigte; +2,1%). Bedeutende negative Beschäftigungseffekte ergeben sich im Handel mit und der Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen (-47.000 Personen; -0,9%). Die größten relativen Arbeitsplatzverluste erleiden die Erdöl-, Erdgas-, Kohle-Industrien. In der Automobilindustrie sind die Beschäftigungswirkungen gering.

Nach Berufshauptgruppen aufgegliedert ist die Mehrbeschäftigung relativ zur Beschäftigung im Referenzszenario in den Bauberufen und den damit verbundenen Dienstleistungsberufen am größten (Hoch- und Tiefbauberufe +1,6%, +8.000 Personen; (Innen-) Ausbauberufe +1,3%, +6.000 Personen; Bauplanungs-, Architektur-, Vermessungsberufe (+0,7%, +2.000 Personen; daneben auch gebäude- und versorgungstechnische Berufe +0,5%, +4.000 Personen). Auch die Beschäftigung in Tourismus-, Hotel- und Gaststättenberufen ist um +0,6% oder +7.000 Personen höher. Die Minderbeschäftigung ist am größten in den Maschinen- und Fahrzeugtechnikberufen (-0,9%, -18.000 Personen). Auch in den lehrenden und ausbildenden Berufen (-0,5%, -7.000 Personen), den Berufen der Kunststoff- u. Holzherstellung und -verarbeitung (-0,4%, -2.000 Personen) und den Verkaufsberufen (-0,2%, -5.000 Personen) ergibt sich im Reduktionsszenario ein spürbarer Minderbedarf gegenüber dem Referenzszenario.

Die Netto-Mehrbeschäftigung (+0,1%, +43.000 Personen) verteilt sich einigermaßen gleichmäßig auf Erwerbstätige mit Hochschulabschluss (+0,1%, +4.000 Personen), mit beruflicher Qualifikation (+0,1%, +27.000 Personen) und – aufgrund der Bedeutung im Baugewerbe – ohne berufliche Qualifikation (+0,2%, +11.000 Personen).

Ein Inputpapier für den Roadmap-Energieeffizienz-Prozess des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi 2020) fasst die Ergebnisse des fes-Szenarios (Hoch u.a. 2019) zusammen, das seinerseits auf dem G95-Minderungs-Szenario der BCG/Prognos-Studie (2018) beruht. Es fokussiert auf die Leitmärkte Energieeffizienz und Klimafreundliche Mobilität.

Gegenüber einem Referenzszenario ohne Maßnahmen der Energiewende ist per Saldo die Zahl der Erwerbstätigen im Jahr 2050 um 100.000 Personen höher.<sup>3</sup> Im Leitmarkt Energieeffizienz, der die Segmente Energieeffiziente Gebäude und Energieeffiziente Produktionsprozesse und Technologien umfasst, steigt der Bedarf an Arbeitskräften von gut 440.000 Personen im Jahr 2018 auf 580.000 Personen im Jahr 2040, danach geht sie bis zum Jahr 2050 auf 540.000 Personen zurück. Im Leitmarkt Klimafreundliche Mobilität, der die Marktsegmente Intelligente Verkehrsmanagementsysteme und Infrastruktur, Klimafreundliche Logistik- und Mobilitätsdienstleistungen sowie Klimafreundliche Mobilitäts- und Antriebstechnologien umfasst, steigt der Arbeitskräftebedarf um 1,7 Prozent pro Jahr und macht im Jahr 2050 900.000 Personen aus.

Für die drei betrachteten Energieverbrauchs-Sektoren - Industrie, Gebäude und Verkehr - werden zunächst die relevanten Wirtschaftsbereiche identifiziert, die Waren und Dienstleistungen zur Umsetzung der Maßnahmen bereitstellen. In diesen Wirtschaftsbereichen wurde dann eine Anzahl sektorspezifischer Berufsgruppen ausgewählt. Für diese Berufsgruppen wurde die Arbeitskräftenachfrage dem Angebot an Arbeitskräften gegenübergestellt. Das Arbeitskräfteangebot repräsentiert dabei die hypothetische Zahl von Arbeitskräften, die bei unveränderten aktuellen Erwerbsquoten und Bildungspräferenzen in Zukunft zur Verfügung stehen würden (Prognos 2019).

Im Sektor Energie ergeben sich im Jahr 2050 Fachkräfteengpässe in 10 von 15 betrachteten Berufsgruppen. In den 5 Berufsgruppen mit einem Überschussangebot von bis zu über 25% könnten Potentiale für die Gewinnung von Fachkräften für Engpassberufe liegen. Überwiegend richtet sich die Arbeitskräftenachfrage im Sektor Industrie auf beruflich qualifizierte Personen.

Im Sektor Gebäude kommt es kurz- und mittelfristig zu Engpässen in fast allen betrachteten Berufsgruppen, im Jahr 2050 zeichnen sich Engpässe in nur noch 3 der 8 betrachteten Berufsgruppen ab. Auch in den meisten Berufsgruppen, die im Sektor Gebäude relevant sind,

---

<sup>3</sup> Siehe BMWi 2020, S. 2. In Hoch u.a. 2019, S. 21 (fes-Studie) wird für das Jahr 2050 ein Nettobeschäftigungseffekt von 43.000 Personen ausgewiesen.

werden überwiegend beruflich qualifizierte Arbeitskräfte nachgefragt; in einer Berufsgruppe (321 Hochbau) ist auch der Anteil von Arbeitskräften ohne Berufsausbildung bedeutend. In einigen der Gebäude-Berufsgruppen ist ein vergleichsweise hoher Anteil der Erwerbstätigen selbständig tätig.

Engpässe in Berufen, die dem Energieverbrauchssektor Verkehr zugeordnet sind (ohne die Herstellung von Verkehrsmitteln, die der Industrie zugeordnet ist), finden sich vor allem bei Betriebs-, Service- und Überwachungstätigkeiten sowie bei der Fahrzeugführung im Eisenbahnverkehr, und zwar 2030 stärker ausgeprägt als 2050. Auch bei den verkehrsrelevanten Berufsgruppen dominieren Erwerbstätige mit beruflichem Abschluss.

## **2.2 Ziel**

Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, ob Deutschland über die personellen Ressourcen verfügt, um das Ziel zu erreichen, bis zum Jahr 2050 klimaneutral zu werden. Als Beitrag zur Beantwortung dieser Frage zielt die vorliegende Studie auf eine Abschätzung des Bedarfs an Arbeitskräften zur Herstellung der Investitionsgüter, die erforderlich sind, um bis zum Jahr 2050 ein klimaneutrales Deutschland zu erreichen. Neben den in Deutschland direkt zur Herstellung der Investitionsgüter Beschäftigten sollen auch die Beschäftigten erfasst werden, die im Inland Vorleistungen dafür produzieren. Der Arbeitskräftebedarf wird nach Qualifikationen und Berufen aufgeschlüsselt, um deutlich zu machen, wo Fachkräfteengpässe entstehen oder sich verschärfen könnten.

## **2.3 Vorgehensweise**

In einem ersten Arbeitsschritt werden das Angebot an und die Nachfrage nach Arbeitskräften sowie erwartete Engpassqualifikationen bei Fortwirken der Trends der Vergangenheit unter Berücksichtigung bereits beschlossener Klimaschutzmaßnahmen dargestellt. Dazu wird vor allem die QuBe-Studie (Maier u.a. 2020a) ausgewertet.

In einem zweiten Schritt werden die notwendigen Investitionen zur Erreichung eines klimaneutralen Deutschlands abgeschätzt. Dieser Arbeitsschritt stützt sich im Wesentlichen auf die BCG/Prognos-Studie. Hierbei werden Annahmen zum Zeitpfad, zum Importanteil und zur Lieferstruktur der Investitionen getroffen.

Die Abschätzung der notwendigen zusätzlichen Investitionen zur Erreichung der Klimaneutralität bildet den Ausgangspunkt, um - drittens - modellmäßig den mit diesen Investitionen



verbundenen zusätzlichen Arbeitskräftebedarf zu bestimmen. Mögliche zusätzliche Exporte im Zusammenhang mit Anstrengungen zur Erreichung von Klimaneutralität in anderen Ländern bleiben unberücksichtigt. Die modellmäßige Abschätzung erfolgt mit Hilfe des statischen offenen Mengenmodells der Input-Output-Analyse. Die Input-Output-Analyse liefert neben der direkten Beschäftigung in den Unternehmen, die die notwendigen Investitionsgüter zur Erreichung der Klimaneutralität herstellen auch die Beschäftigung in den vorgelagerten Produktionsbereichen (indirekte Beschäftigung). Die Modellrechnung nutzt die aktuell verfügbare Input-Output-Tabelle des Statistischen Bundesamtes (destatis) in einer Gliederungstiefe von 72 Sektoren. In dieser Gliederungstiefe wird der sektorale Arbeitskräftebedarf ausgewiesen. Dabei werden absehbare Trends der Entwicklung der Arbeitsproduktivität berücksichtigt. Wesentliches Ergebnis dieses Arbeitsschrittes ist die sektorale Arbeitskräfte-nachfrage, die aus den zusätzlichen Investitionen resultiert, die zur Erreichung der Klimaneutralität erforderlich sind.

Datenbasis für die Abschätzung der Berufs- und Qualifikationsstrukturen des Arbeitskräftebedarfs zur Umsetzung der Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland in einem vierten Schritt ist eine Sonderauswertung der Beschäftigungsstatistik vom Juni 2020 nach 88 Wirtschaftsabteilungen (2-Steller) der Systematik der Wirtschaftszweige (WZ 2008) und nach 144 Berufsgruppen (3-Steller) der Klassifikation der Berufe 2010 (KldB 2010), letztere differenziert nach 4 Anforderungsniveaus.

Ergänzend werden vorliegende Schätzungen und Szenariorechnungen zum Exportvolumen von Klimaschutztechnologiegütern dargestellt.

Bereits bei Fortsetzung gegenwärtiger Trends und Politiken werden in Zukunft Arbeitskräftengpässe auftreten. Durch zusätzliche Bedarfe bei verstärkten Klimaschutzanstrengungen können sich diese verschärfen. Deshalb werden Maßnahmen und Akteure benannt, die zu einer Entschärfung von Knappheiten beitragen können.

Der mit Hilfe der Input-Output-Rechnung ermittelte Arbeitskräftebedarf zur Erstellung der Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland umfasst auch Selbständige und mithelfende Familienangehörige sowie Beamte. Die Anwendung der aus der Beschäftigungsstatistik abgeleiteten Wirtschaftszweig-Berufe-Matrix zur Ermittlung der entsprechenden Berufs- und Qualifikationsstrukturen impliziert die Annahme, dass die sektoralen Berufs- und Qualifikationsstrukturen der Selbständigen, Mithelfenden und Beamten denen der sozialversicherungspflichtig und ausschließlich geringfügig entlohnten Beschäftigten entsprechen.

In der Input-Output-Rechnung des Statistischen Bundesamtes sind einige Wirtschaftsabteilung zusammengefasst, einige andere Wirtschaftsabteilungen sind nach Wirtschaftsgruppen

aufgegliedert, so dass sich in den Input-Output-Tabellen eine Gliederung nach 72 Produktionsbereichen ergibt. Für die vorliegende Studie wurden die Sektoren der Wirtschaftszweig-Berufe-Matrix entsprechen der Sektorsystematik der Input-Output-Tabelle zusammengefasst.

Alle Überlegungen in der vorliegenden Studie beziehen sich auf Personen; die Arbeitszeitdimension wird nicht berücksichtigt.<sup>4</sup> Das bedeutet, dass für den ausgewiesenen Arbeitskräftebedarf zur Umsetzung der Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland angenommen wird, dass diese Arbeitskräfte die im jeweiligen Sektor übliche durchschnittliche Arbeitszeit leisten.<sup>5</sup>

## **2.4 Grenzen**

Im verfügbaren Zeit- und Budgetrahmen war es nicht möglich, alle Aspekte zu berücksichtigen, die bei der personellen Umsetzung der Maßnahmen zur Erreichung eines klimaneutralen Deutschlands eine Rolle spielen:

- Untersucht werden die Bruttowirkungen zusätzlicher Investitionen zur Erreichung der Klimaneutralität. Ein Zurückfahren von klimaschädlichen Aktivitäten wird nicht betrachtet. Ebenso wird nicht berücksichtigt, dass die Zusatzinvestitionen andere Investitionen verdrängen könnten (finanzielles oder reales Crowding Out). Beides würde den zukünftigen Arbeitskräftebedarf senken.
- Es werden aber auch keine Multiplikatorwirkungen zusätzlicher Investitionen, d.h. Anstöße für weitere zusätzliche Wirtschaftsaktivitäten, betrachtet. Ebenso bleiben mögliche zusätzliche Exporterfolge außer Betracht, die sich ergeben können, wenn deutsche Unternehmen im Zuge der verstärkten Klimaschutzmaßnahmen ihre technologische Wettbewerbsfähigkeit ausbauen. Beides würde zu zusätzlichem Arbeitskräftebedarf führen.
- Die Beschäftigungswirkungen von staatlichen Anreizen, die die zusätzlichen Investitionen hervorbringen, bleiben außer Betracht. Insbesondere fiskalisch wirkende Maßnahmen wie Subventionen oder Abgaben könnten weitere positive oder negative Beschäftigungswirkungen auslösen. Auch verschiedene Wege der Finanzierung der zusätzlichen Investitionen werden nicht untersucht.
- Bei der Ermittlung der Beschäftigungswirkungen wird unterstellt, dass die zusätzlichen Investitionen zu einem Anteil aus dem Ausland importiert werden, der den gegenwärtigen

---

<sup>4</sup> Die geleistete Arbeitszeit ist allerdings auch ein Ansatzpunkt zur Lösung von Engpassproblemen. Siehe Abschnitt 8.2.

<sup>5</sup> Die tatsächliche Arbeitszeit der beschäftigten Arbeitnehmer (ohne Nebenjobs) betrug im Jahr 2019 etwa im verarbeitenden Gewerbe für die Vollzeitbeschäftigten 1557,6 Stunden, für die Voll- und Teilzeitbeschäftigten zusammen 1419,9 Stunden, bei den freiberuflichen, wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen waren es 1664,8 Stunden bzw. 1334,7 Stunden. Siehe IAB 2020; siehe auch Wanger u.a. 2019.

gen Importquoten der Liefersektoren entspricht. Auch für die Lieferungen zwischen den Wirtschaftssektoren, die die indirekten Beschäftigungseffekte bestimmen, wird die gegenwärtige intersektorale Verflechtung beibehalten. Veränderungen der internationalen oder nationalen Arbeitsteilung könnten einen höheren oder niedrigeren Arbeitskräftebedarf zur Folge haben.

- Zur Ermittlung des zukünftigen Arbeitskräftebedarfs nach Qualifikationen und Berufen wurde eine Wirtschaftszweig-Berufe-Matrix auf dem Stand des Jahres 2020 verwendet. Mögliche Veränderungen der Qualifikations- und Berufsanforderungen in den Wirtschaftssektoren könnten zu einem Mehr- oder Minderbedarf von Arbeitskräften in einzelnen Berufen und Qualifikationsniveaus führen.

### 3 Berufliche Arbeitsmärkte bis 2040

Ziel dieses Arbeitsschrittes ist die Darstellung des Angebotes und der Nachfrage an Arbeitskräften sowie erwarteter Engpassqualifikationen bei Fortwirken der Trends der Vergangenheit unter Berücksichtigung bereits beschlossener Klimaschutzmaßnahmen.

Das Bundesinstitut für Berufsbildung (bibb) und das Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) haben zusammen mit der Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturfor- schung (GWS) im Oktober 2020 Projektionen der Entwicklung des Arbeitsmarktes in Deutschland bis zum Jahr 2040 differenziert nach Qualifikationen und Berufen vorgelegt (Maier u.a. 2020a). diese Arbeit wird als QuBe-Studie bezeichnet; es handelt sich dabei um die 6. Welle dieser Untersuchung.

Zur Darstellung des Arbeitskräftebedarfs und -angebots bei Fortsetzung gegenwärtiger Trends und Politiken bis 2040 wird die QuBe-Studie ausgewertet. Die Eckwerte dieser Studien werden jüngeren Vorausberechnungen der Bevölkerung und des Arbeitskräfteangebots des Statistischen Bundesamtes (destatis) gegenübergestellt. Die QuBe-Studie trägt dem Wirtschaftseinbruch durch die Corona-Pandemie und dem in diesem Zusammenhang im Juni 2020 verabschiedeten Konjunkturpaket Rechnung. Darüber hinaus ist dort das Klimapaket der Bundesregierung vom Dezember 2019 berücksichtigt. Informationen zu jetzt schon bestehenden Engpässen liefert die Fachkräfteengpassanalyse der Bundesagentur für Arbeit (BA).

Im QuBe-Basisszenario werden über das Klimaprogramm von 2019 hinaus keine spezifischen Klimaschutzprogramme zur Erreichung bestimmter Emissionsreduzierungen berücksichtigt. Insbesondere werden im Basisszenario keine Programme zur energetischen Sanierung des Wohnungsbestandes, zur Erreichung einer klimaneutralen Mobilität oder einer klimafreundlichen Energieversorgung berücksichtigt. Diese Themen werden als Beispiele für mögliche Szenariorechnungen mit dem QuBe-Modell genannt (Schandock 2020, S. 37; zu Mobilität siehe auch Helmrich u.a. 2020a).<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> Unklar ist, ob die als Alternativrechnung zur Basisprojektion der fünften Welle untersuchte Elektrifizierung des Antriebsstrangs von Pkw im Umfang eines Anteils von 23% bis 2035 (Mönning u.a. 2018) in der sechsten Welle in der Basisprojektion berücksichtigt ist.

### **3.1 Arbeitskräfteangebot**

#### **3.1.1 Eckwerte**

Die QuBe-Studie geht davon aus, dass die Bevölkerung von 83,41 Mill. Personen im Jahr 2020 zunächst auf 84,09 Mill. Personen im Jahr 2030 weiter ansteigt und dann bis zum Jahr 2040 auf 83,67 Mill. Personen zurückgeht; damit ist sie im Jahr 2040 immer noch um 260 Tausend Personen höher als im Ausgangsjahr 2020. Der Zuwanderungsüberschuss geht von gut 400 Tausend Personen im Jahr 2020<sup>7</sup> auf 180 Tausend Personen im Jahr 2030 und dann auf 150 Tausend Personen im Jahr 2040 zurück. Bei der Bevölkerungsprojektion ist eine zunehmende Lebenserwartung und ein Anstieg der Erwerbsbeteiligung von Frauen und Männern im Alter von über 55 Jahren angenommen.

Die 14. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung des Statistischen Bundesamtes und der Statistischen Ämter der Länder umfasst 30 Varianten (destatis 2021b). In drei Varianten, in denen eine moderate Entwicklung der Geburtenhäufigkeit und ein moderater Anstieg der Lebenserwartung angenommen wird, steigt die Bevölkerungszahl von 2020 bis 2040 um 800 Tausend Personen, wenn bis zum Jahr 2060 ein durchschnittlicher jährlicher Zuwanderungssaldo von 311 Tausend Personen angenommen wird. Bei einem Zuwanderungssaldo von 221 Tausend Personen im Jahresdurchschnitt geht die Bevölkerungszahl bis 2040 um 1,3 Mill. Personen zurück, bei einem Zuwandersaldo von durchschnittlich 147 Tausend Personen pro Jahr sinkt sie bis 2040 sogar um 2,7 Mill. Personen.

Damit ist zu vermuten, dass die QuBe-Studie von einer deutlich höheren Geburtenzahl und/oder Lebenserwartung ausgeht als die drei angesprochenen Modellrechnungen der Statistischen Ämter. Soweit die Bevölkerungsvorausschätzung der QuBe-Studie Grundlage der Schätzung des Arbeitskräfteangebotes ist, könnte dieses damit als vergleichsweise hoch eingeschätzt werden.

Das Arbeitskräfteangebot – beschrieben durch die Zahl der Erwerbspersonen - wird in der QuBe-Studie als Saldo der aus dem Erwerbsleben ausscheidenden Personen und des Nettoneuangebots an Erwerbspersonen, getrennt nach Herkunft aus dem In- und Ausland, be-

---

<sup>7</sup> Wie von den Autoren selbst angemerkt ist der Wanderungssaldo im Jahr 2020 wohl zu hoch angesetzt. Nach ersten vorläufigen Ergebnissen weist das Statistische Bundesamt in den ersten 10 Monaten des Jahres 2020 einen Zuwanderungsüberschuss von 200 Tausend Personen aus; im gleichen Zeitraum des Jahres 2019 waren es 293 Tausend Personen (destatis 2021a).

stimmt. Die Zahl der Erwerbspersonen geht demnach von 2020 bis 2030 um 1,26 Mill. Personen zurück und danach bis 2040 noch einmal um 582 Tausend Personen.

Die Erwerbspersonenvorausberechnung des Statistischen Bundesamtes (destatis 2021c)<sup>8</sup> ermittelt anknüpfend an die oben beschriebenen Bevölkerungsvorausberechnungen einen Rückgang der Zahl der Erwerbspersonen bis 2040 gegenüber 2019 um 5,883 Mill. Personen bei einem durchschnittlichen jährlichen Zuwanderungssaldo von 147 Tausend Personen und konstanter Erwerbsbeteiligung. Bei einem jährlichen Zuwanderungssaldo von 311 Tausend Personen und einem kontinuierlichen Anstieg der Erwerbsbeteiligung ergibt sich in diesem Zeitraum ein Rückgang um 1,08 Mill. Personen.

Damit liegt die Schätzung der QuBe-Studie eher in der Nähe der oberen Varianten der Erwerbspersonenvorausberechnung des Statistischen Bundesamtes; das zukünftige Arbeitskräfteangebot wird also als vergleichsweise hoch eingeschätzt.

Die demographische Entwicklung, insbesondere die Zunahme des Anteils Älterer, unter Berücksichtigung der Entwicklung der Haushaltsstrukturen prägt auch die zukünftigen Strukturen des privaten Verbrauchs, der Investitionen und der Staatsausgaben.

### **3.1.2 Struktur**

In den Modellen, die der QuBe-Studie zugrunde liegen, wird zwischen erlerntem und ausgeübtem Beruf unterschieden; für den Übergang werden berufliche Flexibilitätsmatrizen verwendet. Dabei werden Interdependenzen zwischen berufsspezifischem Arbeitskräfteangebot und -nachfrage berücksichtigt. Zentral sind auf der Angebotsseite Anreize veränderter Löhne: bei Lücken zwischen Arbeitskräfteangebot und -nachfrage in einzelnen Berufen steigen die entsprechenden Löhne, und in diesen Berufen qualifizierte Personen verweilen länger im erlernten Beruf oder kehren in früher erlernte Berufe zurück.

#### **3.1.2.1 Qualifikationsstruktur**

Die QuBe-Studie ermittelt das zukünftige Arbeitskräfteangebot nach Qualifikationsstufen durch Fortschreibung mit der Zahl der aus dem Erwerbsleben ausscheidenden Personen und dem Nettoneuangebot an Erwerbspersonen im Inland und aus dem Ausland. Das inländische

---

<sup>8</sup> Die Erwerbspersonenvorausberechnung bezieht sich auf die Erwerbspersonen nach Mikrozensus, während die Schätzung der QuBe-Studie von den Erwerbspersonen nach VGR ausgeht. Zu den Unterschieden siehe destatis 2021d.

Neuangebot ist durch den Ausbau der Fachschulen und Fachhochschulen in den 80er Jahren geprägt, außerdem durch einen höheren Anteil nicht-deutscher Auszubildender und Studierender, deren Abbrecherquoten in der Vergangenheit überdurchschnittlich hoch waren. Wanderungsgewinnen bei formal höher qualifizierten Personen steht ein Abwanderungsüberschuss bei Personen ohne Abschluss oder mit beruflichem Abschluss gegenüber

Der Rückgang des Arbeitskräfteangebots von 2020 bis 2040 um gut 1,8 Mill. Personen ist damit das Ergebnis gegenläufiger Entwicklungen in den verschiedenen Qualifikationsstufen: Während die Zahl der Erwerbspersonen mit beruflichem Abschluss<sup>9</sup> um rund 2,4 Mill. Personen zurückgeht, nimmt die Zahl der Erwerbspersonen mit Hochschulabschluss<sup>10</sup> um 2,2 Mill. Personen zu. Auch die Zahl der Erwerbspersonen mit Aufstiegsfortbildung oder Bachelorabschluss<sup>11</sup> geht zurück (jeweils um rund 850 Tausend Personen), ebenso die der Personen ohne vollqualifizierenden Abschluss<sup>12</sup>. Damit ändert sich auch die Struktur der Erwerbspersonen: Der Anteil der Erwerbspersonen mit beruflichem Abschluss an allen Erwerbspersonen geht von 41,4% auf 37,7% zurück, der der Akademiker steigt von 13,4% auf 18,9%, die Anteile der Erwerbspersonen in den beiden übrigen Qualifikationsstufen sinken geringfügig.

### **3.1.2.2 Berufsstruktur**

Zu den stark besetzten Berufshauptgruppen mit hoher Bedeutung für den Klimaschutz, bei denen das Angebot an Arbeitskräften von 2020 bis 2040 besonders stark zurückgeht, gehören Berufe der Metallerzeugung und -bearbeitung und des Metallbaus (KldB 24; 2020: 1,5 Mill. Erwerbspersonen; -24%), Bauberufe (KldB 33 und 34; 2020: 1,4 Mill. Erwerbspersonen; -19%), Maschinen- und Fahrzeugtechnikberufe (KldB 25; 2020: 2,1 Mill. Erwerbspersonen; -18%), Mechatronik-, Energie- und Elektroberufe (KldB 26; 2020: 1,2 Mill. Erwerbspersonen; -14%) (bibb 2021a).<sup>13</sup> Stark besetzte Berufe mit hoher Bedeutung für den Klimaschutz, bei denen das Arbeitskräfteangebot in diesem Zeitraum besonders kräftig zunimmt, sind insbesondere Informatik-, Informations- und Kommunikationstechnologieberufe (KldB 43; 2020: 1 Mill. Erwerbspersonen; +14%). Die weiteren Berufshauptgruppen, bei denen das Arbeitskräf-

---

<sup>9</sup> ISCED (international Standard Classification of Education) 351-444, 454. Siehe Eurostat 2021.

<sup>10</sup> ISCED 746-844.

<sup>11</sup> ISCED 435, 554-655.

<sup>12</sup> ISCED 010-344.

<sup>13</sup> Siehe zur Klassifikation der Berufe (KldB) BA 2021a. Siehe auch Übersicht 1.

teangebot stark steigt, dürften für den Klimaschutz von weniger hoher direkter Bedeutung sein. Dazu gehören lehrende und ausbildende Berufe, nichtmedizinische und medizinische Gesundheitsberufe sowie Erziehungs- und soziale Berufe. Gravierende Veränderungen der Anteile der einzelnen Berufshauptgruppen am gesamten Arbeitskräfteangebot ergeben sich daraus aber nicht: den stärksten Anteilsgewinn um 0,9 Prozentpunkte verzeichnen medizinische Gesundheitsberufe (von 7,2% in 2020 auf 8,1% in 2040), den stärksten Anteilsverlust Berufe der Metallerzeugung und -bearbeitung und des Metallbaus um -0,7 Prozentpunkte (von 3,2% auf 2,5%). Nicht ausgeschlossen sind stärkere Veränderungen auf der Ebene der Berufsgruppen.

### Übersicht 1

#### Die Klassifikation der Berufe (KldB)

In Deutschland gibt es rund 28.000 Berufsbezeichnungen, die von der Bundesagentur für Arbeit (BA) in einer Datenbank erfasst sind (BA 2021b). Sie sind eindeutig einer Systematikkposition der KldB zugeordnet. Die aktuell von der BA verwendete KldB 2010 korrespondiert mit der International Standard Classification of Occupations 2008 (ISCO-08).

Die KldB 2010 (BA 2021a) ist nach 5 Ebenen hierarchisch gegliedert, und zwar in 10 Berufsbereiche, 37 Berufshauptgruppen, 144 Berufsgruppen, 700 Berufsuntergruppen und 1280 Berufsgattungen. Die KldB enthält sowohl Lang- als auch Kurzbezeichnungen; hier werden in der Regel die Kurzbezeichnungen verwendet. Auf der untersten Ebene werden die Berufe nach vier Anforderungsniveaus untergliedert, die die Komplexität der auszuübenden Tätigkeit abbilden: Helfer- und Anlerntätigkeiten (Anforderungsniveau 1; Kurzbezeichnung Helfer), fachlich ausgerichtete Tätigkeiten (2; Fachkraft), komplexe Spezialistentätigkeiten (3; Spezialist) und hoch komplexe Tätigkeiten (4; Experte).

Aus den Berufshauptgruppen sind 5 Berufssektoren und 14 Berufssegmente gebildet worden. Zudem sind auf der Ebene der Berufsgattungen 14 Berufsaggregate (z.B. MINT-Berufe) definiert worden (BA 2021c).

Ab 2021 stellt die Bundesagentur für Arbeit ihre Berichte auf die „KldB2010 – Überarbeitete Fassung 2020“ um.

Quelle: Eigene Darstellung.



## **3.2 Arbeitskräftenachfrage**

### **3.2.1 Eckwerte**

Die Nachfrage nach Arbeitskräften in der Gesamtwirtschaft wird durch das reale Wirtschaftswachstum und die Entwicklung der Arbeitsproduktivität bestimmt. In der Projektion der QuBe-Studie wird für den Zeitraum 2020 bis 2040 eine durchschnittliche jährliche Zunahme des BIP zu konstanten Preisen von 1,1% ausgewiesen. Dabei sind der Wirtschaftseinbruch infolge der Corona-Krise (Mönning u.a. 2020a), der das Wachstum des BIP um drei Jahre verzögert, ebenso wie die Maßnahmen im Konjunkturpaket der Bundesregierung vom Juni 2020 (Wolter u.a. 2020) berücksichtigt. Allerdings werden von der Corona-Krise keine anhaltenden Verhaltensänderungen erwartet. Ebenso ist das Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung einbezogen (Mönning u.a. 2020b; siehe dazu Abschnitt 3.2.3). Die Nachfrage nach Arbeitskräften – beschrieben durch die Zahl der Erwerbstätigen – geht in diesem Zeitraum um 0,2% pro Jahr zurück. Das impliziert eine durchschnittliche jährliche Zunahme der Personenproduktivität um 1,2%. Sie liegt um 0,3 Prozentpunkte über dem durchschnittlichen jährlichen Anstieg der Stundenproduktivität; in diesem Umfang wird also die durchschnittliche Jahresarbeitszeit ausgeweitet.

In Szenariorechnungen für den Zeitraum bis 2030, die das DIW vorgelegt hat (Spars u.a. 2020), geht in einer in Bezug auf das Wirtschaftswachstum pessimistischen Variante die Nachfrage nach Arbeitskräften im Zeitraum 2020 bis 2030 um jährlich 0,2% zurück. In einer optimistischen Variante, bei der das BIP kräftig zunimmt (2020 bis 2025 um 2,6% p.a.; 2025 bis 2030 um 1,9% p.a.), steigt die Arbeitskräftenachfrage (um 0,1% pro Jahr). In einer solchen Situation steigender Arbeitskräftenachfrage würden sich die Engpässe auf dem Arbeitsmarkt deutlich verschärfen.

### **3.2.2 Struktur**

Die QuBe-Studie ermittelt den Arbeitskräftebedarf zunächst nach Wirtschaftsbereichen und schlüsselt ihn dann für jeden Wirtschaftsbereich nach Berufsgruppen sowie nach Anforderungsniveaus auf.

#### **3.2.2.1 Sektorstruktur**

Im Projektionszeitraum 2019 bis 2040 der QuBe-Studie verschiebt sich die sektorale Struktur des Arbeitskräftebedarf – gemessen durch die Zahl der Erwerbstätigen - vom Produzieren-

den Gewerbe zu den Dienstleistungsbereichen. Im Ausgangsjahr entfällt fast 11% des Arbeitskräftebedarfs auf das Produzierende Gewerbe, im Jahr 2040 sind es nur mehr 8,8%. Der Anteil der Dienstleistungsbereiche steigt von 33,8% auf 34,4%.<sup>14</sup> Innerhalb des Produzierenden Gewerbes schrumpft der Arbeitskräftebedarf (der Anteil der Erwerbstätigen dieses Sektors an allen Erwerbstätigen) des Verarbeitenden Gewerbes am stärksten (um 1,6 Prozentpunkte von 7,7% auf 6,1%)<sup>15</sup>; hier macht sich die angenommene nachlassende Dynamik der Exporte bemerkbar, aber auch der Anpassungsdruck in der Fahrzeugindustrie. Zudem dämpft die nach wie vor überdurchschnittliche Produktivitätsentwicklung den Arbeitskräftebedarf. In der Bauwirtschaft geht der Arbeitskräftebedarf von 2,6% auf 2,1% um einen halben Prozentpunkt zurück, auch weil angenommen wird, dass der Zubau neuer Wohnungen durch die demographische Entwicklung bedingt abnimmt. Innerhalb der Dienstleistungsbereiche steigt der Anteil des Arbeitskräftebedarfs im Gesundheits- und Sozialwesen um 0,9 Prozentpunkte (auf 7%), der Anteil im Handel<sup>16</sup> geht im gleichen Umfang von 6% auf 5,1% zurück; hierin spiegelt sich unter anderem die zunehmende Bedeutung des Online-Handels, der allerdings bei den Post-, Kurier- und Expressdienstleistungen zu einem steigenden Arbeitskräftebedarf führt. Einen kräftigen Anstieg erfährt daneben der Anteil des Arbeitskräftebedarfs bei den unternehmensbezogenen Dienstleistungen um 0,6 Prozentpunkte von 2,3% auf 2,9%. Hierbei spielt auch der Bedarf an Informatikern durch die fortschreitende Digitalisierung eine Rolle. Damit setzt sich insgesamt der bereits in der Vergangenheit beobachtete sektorale Strukturwandel fort.

### **3.2.2.2 Qualifikationsstruktur**

Der sektorale Strukturwandel des Arbeitskräftebedarfs zu den Dienstleistungen ist mit einer Zunahme des Anteils höherer Anforderungen verbunden (bibb 2021a). Der Anteil der Nachfrage nach Arbeitskräften für hoch komplexe Tätigkeiten steigt vom 18,3% im Jahr 2020 um 5,4 Prozentpunkte auf 23,7% im Jahr 2040. Dem steht in diesem Zeitraum ein Rückgang des Anteils des Arbeitskräftebedarf für fachlich ausgerichtete Tätigkeiten von 55% auf 49,3%, also um 5,7 Prozentpunkte, gegenüber. Bei den komplexen Spezialistentätigkeiten nimmt

---

<sup>14</sup> Der Anteil der Erwerbstätigen in der Land- und Forstwirtschaft und Fischerei sinkt von 0,6% auf 0,5%.

<sup>15</sup> Einschließlich Bergbau.

<sup>16</sup> Einschließlich Instandsetzung und Reparatur von Kfz und Gebrauchsgütern.

der Anteil am Bedarf an Arbeitskräften von 14,2% auf 14,5% geringfügig zu, bei den Helfer- und Anlerntätigkeiten bleibt er im Wesentlichen unverändert bei 12,5%.

### **3.2.2.3 Berufsstruktur**

In einigen Berufshauptgruppen, die stark besetzt sind und die im Klimaschutz eine wichtige Rolle spielen könnten, geht der Bedarf an Arbeitskräften von 2020 bis 2040 kräftig zurück. Dazu gehören Berufe der Metallherzeugung und -bearbeitung und des Metallbaus (KldB 24; 2020: 1,4 Mill. Erwerbstätige im Jahr 2020; -23%), Bauberufe (KldB 33-34; 1,3 Mill. Erwerbstätige; -19%), Maschinen- und Fahrzeugtechnikberufe (KldB 25; 2 Mill. Erwerbstätige; -18%), Mechatronik-, Energie- und Elektroberufe (KldB 26; 1,2 Mill. Erwerbstätige; -15%) sowie technische Forschungs- Entwicklungs- Konstruktions- und Produktionssteuerungsberufe (KldB 27; 1,2 Mill. Beschäftigte; -11%). Die Berufshauptgruppen, für die der Bedarf an Arbeitskräften besonders stark zunimmt, sind – mit Ausnahme der Informatik- Informations- und Kommunikationstechnologieberufe (KldB 43; 900 Tausend Erwerbstätige; +22%) – für den Klimaschutz wohl von weniger starker direkter Bedeutung. Dazu gehören - wie auf der Angebotsseite - lehrende und ausbildende Berufe, nichtmedizinische und medizinische Gesundheitsberufe sowie Erziehungs- und soziale Berufe, zudem Tourismus- Hotel- und Gaststättenberufe, in denen der Arbeitskräftebedarf jeweils um 10% oder stärker zunimmt.

Vergleicht man die gewichtigen Berufshauptgruppen mit hoher Relevanz für den Klimaschutz, für die der Arbeitskräftebedarf besonders stark zurück geht, mit denen, für die das Angebot an Arbeitskräften besonders stark sinkt, findet man eine hohe Übereinstimmung. Das gilt auch für die entsprechende Berufshauptgruppe, für die Nachfrage und Angebot stark steigen (Informatik- Informations- und Kommunikationstechnologieberufe). Es kann daraus geschlossen werden, dass die QuBe-Modelle einen gut funktionierenden Ausgleich von Nachfrage und Angebot auf der Ebene der Berufe annehmen.

### **3.2.3 Das Klimaschutzprogramm 2030**

Die Bundesregierung hat im September 2019 das Klimaschutzprogramm 2030 vorgelegt, mit Änderungen wurde es im Dezember 2019 beschlossen. Nach Einschätzung des DIW Berlin war die CO<sub>2</sub>-Bepreisung jedenfalls der ursprünglichen Vorlage nicht geeignet, die für 2030 vorgesehenen Emissionsminderungsziele des Klimaschutzplans 2016 der Bundesregierung (BMU 2016) im Bereich Verkehr zu erreichen, während noch Aussicht bestand, die Ziele im

Gebäudebereich zu erfüllen (Bach u.a. 2019a und 2019b)<sup>17</sup>. Die Studie von Prognos, Öko-Institut und Wuppertal Institut (Prognos u.a. 2020, S. 19) weist darauf hin, dass „(e)ntsprechend dem aktuellen Projektionsbericht für das BMU und den Energiewirtschaftlichen Projektionen zum Klimaschutzprogramm 2030 für das BMWi ... die aktuellen Politikmaßnahmen aber nicht aus(reichen), um das 55-Prozent-Minderungsziel zu erreichen. Es wird eine Ziellücke von drei bis vier Prozentpunkten erwartet.“

Die QuBe-Projektion berücksichtigt das Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung<sup>18</sup> (Mönning u.a. 2020b). Von den darin enthaltenen insgesamt 65 Einzelmaßnahmen wurden 11 Maßnahmen als in den QuBe-Modellen abbildbar ausgewählt:

## Übersicht 2

In QuBe-Modellen abbildbare Einzelmaßnahmen des Klimaschutzprogramms 2030 der Bundesregierung

Einführung einer CO <sub>2</sub> -Bepreisung	Erhöhung der Verbrauchssteuern, Steigende Preise/Kosten für die Nachfrager	15 bis 60 (ab 2026) Euro/t CO <sub>2</sub>
Absenkung der EEG-Umlage	Senkung der Stromsteuer	6 bis 5,3 (ab 2025) ct/kwh
Anhebung der Entfernungspauschale für Fernpendler	Steuererleichterung, höherer privater Verbrauch	zusätzlich 30 Mio. Euro/Jahr
Entlastung von Wohngeldbeziehern und Mietrecht	Höhere Transfereinnahmen der priv. HH, höherer privater Verbrauch	113 (2021) bis 170 (2035) Mio. Euro/Jahr
Erneuerung von Heizanlagen	Zusätzliche Bauleistungen, Einsparung von Brennstoffkosten; Finanzierungskosten; Transfers	44 Mrd Euro
Ausbau der Ladesäuleninfrastruktur für die Elektromobilität	Tiefbauinvestitionen, Finanzierungskosten; Staat, Autoindustrie, Energieerzeuger	knapp 2 Mrd. Euro
Erhöhung der Attraktivität des ÖPNV	Öffentliche Ausrüstungsinvestitionen v.a. in den Fahrzeugbau	ab 2025 2 Mrd. Euro/Jahr
Erhöhung der Attraktivität des Schienenpersonenverkehrs	Höherer Investitionen der Bahn	3 Mrd. Euro/Jahr
Bahnfahren billiger machen	Höherer Konsum der privaten HH	2 Mrd. Euro geringeres MWSt-Aufkommen
Fliegen teurer machen	Höhere Flugverkehrsabgabe, höheres Steueraufkommen, keine Verhaltensänderungen	0,6 Mrd. Euro/Jahr
Batteriezellfertigung in Deutschland stärken	Zusätzliche Anlageinvestitionen der Elektroindustrie	1 Mrd. Euro/Jahr 2020 bis 2025

Quelle: Mönning u.a. 2020b.

Die Auswirkungen des so modellierten Klimaschutzprogramms auf das BIP ergeben sich als Saldo aus positiven und negativen Effekten. Der Saldo ist sehr klein und am Anfang des Projektionszeitraums positiv, später negativ. Die stärksten positiven Auswirkungen auf das BIP hat anfangs die Erneuerung von Heizungsanlagen, später spielen die Investitionen zur Erhöhung der Attraktivität des ÖPNV und die Senkung der Stromkosten eine größere Rolle. Die negativen Auswirkungen auf das BIP sind in erster Linie das Ergebnis der CO<sub>2</sub>-Bepreisung, später – nach Auslaufen der Förderung - senken zudem die weiter bestehenden Belastungen durch die Heizanlagenerneuerung das BIP. Aufgeschlüsselt nach den Verwendungskomponenten des BIP ergeben sich die positiven Beiträge vor allem aus zusätzlichen Investitionen, meist Bauinvestitionen. Die negativen Beiträge resultieren vor allem aus einem geringeren privaten Verbrauch und aus niedrigeren Exporten.

<sup>17</sup> Die sektorbezogenen Maßnahmen des Klimaschutzprogramms wurden nicht berücksichtigt.

<sup>18</sup> Stand vom 20.9.2019 und Bund-Länder-Kompromiss vom 16.12.2019.

Trotz der negativen Wirkungen auf das BIP steigt durch das Klimaschutzprogramm über den gesamten Untersuchungszeitraum der Arbeitskräftebedarf per Saldo um bis zu 30 Tausend Personen (im Jahr 2026). Dies erklärt sich dadurch, dass die Impulse in starkem Maße auf das Baugewerbe fokussiert sind, das eine vergleichsweise niedrige Arbeitsproduktivität aufweist. Dem zusätzlichen Arbeitskräftebedarf im Baugewerbe steht ein – allerdings nirgendwo sehr ausgeprägter - geringerer Bedarf in einigen Branchen des verarbeitenden Gewerbes und in einer Reihe von Dienstleistungssektoren gegenüber, die durch die CO<sub>2</sub>-Steuer belastet werden. Dem entsprechend richtet sich der zusätzliche Bedarf auch besonders auf die Bauberufe, aber auch Arbeitskräfte in Mechatronik-, Energie- und Elektroberufen, in Berufen der Unternehmensführung und -organisation sowie in Berufen der Finanzdienstleistungen, des Rechnungswesens und der Steuerberatung werden zusätzlich nachgefragt. Der zusätzliche Bedarf an Arbeitskräften richtet sich vor allem auf Fachkräfte. Daneben steigt vorübergehend auch der Bedarf an Spezialisten, während bei Experten und Hilfskräften kaum zusätzlicher Bedarf entsteht.

Die beschriebenen Nettoveränderungen der Arbeitskräftebedarfe sind das Ergebnis von neu entstandenen Bedarfen einerseits und Minderbedarfen an Arbeitskräften andererseits. Im Jahr 2025 etwa entsteht ein Neubedarf von 40 Tausend Arbeitsplätzen, während 14 Tausend Arbeitsplätze wegfallen; die Summe aus neu entstandenen und weggefallenen Arbeitsplätzen - der Arbeitsplatz-Strukturwandel – beträgt 54 Tausend Personen; im Jahr 2030 macht er 40 Tausend Personen aus, im Jahr 2035 33 Tausend Personen. Beim Arbeitsplatz-Strukturwandel werden Arbeitsplätze, die in einer bestimmten Branche bei einem bestimmten Beruf und mit einem bestimmten Anforderungsniveau durch eine Teilmaßnahme neu entstehen, mit wegfallenden Arbeitsplätzen derselben Branchen-Berufs-Anforderungskombination, die durch eine andere Teilmaßnahme entstehen, saldiert. Der Arbeitsplatz-Umschlag, der auf diese Saldierung verzichtet, also die Mehr- und Minderbedarfe der 11 Teilmaßnahmen des Klimaschutzprogramms addiert, macht im Jahr 2025 114 Tausend Arbeitsplätze aus, die sich aus einem Mehrbedarf von 70 Tausend Arbeitsplätzen und einem Minderbedarf von 44 Tausend Arbeitsplätzen ergeben.

Im Jahr 2030 sind es insgesamt 98 Tausend Arbeitsplätze (+57 Tausend Arbeitsplätze-Mehrbedarf und -41 Tausend Arbeitsplätze-Minderbedarf) und im Jahr 2035 87 Tausend Arbeitsplätze (+46 Tausend Arbeitsplätze und -41 Tausend Arbeitsplätze).

### **3.3 Engpässe**

Ein Indikator möglicher Engpässe auf dem Arbeitsmarkt ist der Saldo zwischen Arbeitskräftebedarf und verfügbaren Arbeitskräften.<sup>19</sup> Ein positiver Saldo beschreibt einen Überschuss an verfügbaren Arbeitskräften, ein negativer Saldo weist auf einen Überschuss des Bedarfs an Arbeitskräften gegenüber dem Angebot an Arbeitskräften hin. Im Folgenden werden die in der QuBe-Studie ausgewiesenen Salden – außer für Qualifikationen - auf der Ebene der Berufshauptgruppen dargestellt. Ein Mangel oder Überschuss auf dieser Gliederungsebene kann allerdings abweichende Verhältnisse auf einer tieferen Gliederungsebene überdecken.

#### **3.3.1 Qualifikationen**

Für das Jahr 2020 weist die QuBe-Studie für die Gesamtwirtschaft einen Überschuss des Arbeitskräfteangebots (Erwerbspersonen) über den Arbeitskräftebedarf (Erwerbstätige) von 1,5 Mill. Personen aus, das sind – bezogen auf das Arbeitskräfteangebot – 3,2% (bibb 2021a). Aufgeschlüsselt nach Qualifikationsniveaus zeigt sich ein Überschuss beim Angebot an Arbeitskräften mit Fortbildungs- und Bachelorabschluss gegenüber dem Arbeitskräftebedarf bei komplexen Spezialistentätigkeiten von 6,5 Mill. Personen (51%) und ein Angebotsüberschuss von 900 Tausend Personen (14%) ohne abgeschlossene Berufsausbildung gegenüber dem Bedarf bei Helfer- und Anlernertätigkeiten. Dem steht ein Mangel an Arbeitskräften mit abgeschlossener Berufsausbildung im Vergleich zum Bedarf an Arbeitskräften für fachlich ausgerichtete Tätigkeiten von 4,1 Mill. Personen (-20%) sowie von 1,8 Mill. Personen (-28%) mit akademischem Abschluss im Vergleich zum Bedarf an Arbeitskräften für hoch komplexe

---

<sup>19</sup> Siehe BA 2019, S. 5. Der Saldo von Arbeitskräfteangebot und -bedarf berücksichtigt allerdings nicht die Arbeitszeitwünsche und nur unvollkommen qualifikatorische und berufliche Substitutionsmöglichkeiten und Mobilitäten. Als Indikator für die Fachkräftesituation im Beruf verwendet die QuBe-Studie deshalb zusätzlich die Suchdauer, die die Zeit vom Beginn einer Personalsuche bis zur Auswahl eines Bewerbers zu Besetzung der fraglichen Stelle beschreibt; dabei wird die Suchdauer nach spezifischen betrieblichen Faktoren und Stellenmerkmalen adjustiert (Maier u.a. 2020b).

Tätigkeiten gegenüber. Der Arbeitsmarkt ist also bereits im Jahr 2020 von erheblichen Ungleichgewichten bei den Qualifikationsniveaus gekennzeichnet.

Bis zum Jahr 2040 ändert sich diese Situation nicht grundlegend. Insgesamt übersteigt auch im Jahr 2040 das Arbeitskräfteangebot den Bedarf um 1 Mill. Personen (2,2%). Einem erheblichen Angebotsüberschuss bei den Arbeitskräften mit Fortbildungs- und Bachelorabschluss von 5,7 Mill. Personen (48%) und einem geringeren bei Arbeitskräften ohne abgeschlossene Berufsausbildung von 300 Tsd. Personen (5%), steht ein Nachfrageüberschuss von 3,3 Mill. Personen (-18%) bei Arbeitskräften mit abgeschlossener Berufsausbildung und von 1,7 Mill. Personen (-20%) bei Arbeitskräften mit akademischem Abschluss gegenüber. Jedoch zeigt sich im Zeitraum 2020 bis 2040 eine Tendenz zu einem Ausgleich der in 2020 bestehenden Ungleichgewichte: In den Qualifikationsstufen bzw. bei den Anforderungsniveaus mit einem Überschussangebot an Arbeitskräften im Jahr 2020 geht dieses zurück, bei denen mit einer Überschussnachfrage sinkt diese.

Die Entwicklung von Überschussangebot und Nachfrage verläuft von 2020 bis 2040 nicht gleichmäßig. Bemerkenswert erscheint, dass die Überschussnachfrage bei Arbeitskräften mit abgeschlossener Berufsausbildung von -20% im Jahr 2020 bis zum Jahr 2030 zunächst auf -25% zunimmt, um dann in 2040 auf -18% zu sinken. Bei den Arbeitskräften mit akademischem Abschluss sinkt die Überschussnachfrage bis 2030 von -28% auf -18%, bis 2040 steigt sie dann wieder auf -20%.

### **3.3.2 Berufshauptgruppen**

Für das Jahr 2020 weist die QuBe-Studie nur für drei Berufshauptgruppen einen Überschuss des Bedarfs über das Angebot an Arbeitskräften aus: in den medizinischen und nichtmedizinischen Gesundheitsberufen (-1,8% bzw. -1,4%; -60 Tausend bzw. -18 Tausend Personen) und in den Erziehungs- und sozialen Berufen (-0,1%; -2 Tausend Personen). In Bauberufen, Berufen in Recht und Verwaltung Reinigungsberufen und gebäude- und versorgungstechnischen Berufen ist das Überschussangebot mit bis zu 2% vergleichsweise gering. Unter den 5 Berufshauptgruppen mit dem größten Überschussangebot an Arbeitskräften von knapp 9% bis fast 13% sind keine, die von unmittelbarer hoher Bedeutung für den Klimaschutz sein dürften.

Im Jahr 2040 wird für 12 Berufshauptgruppen ein Mangel an Arbeitskräften ausgewiesen. Darunter sind Informatik-, Informations- und Kommunikationstechnologieberufe (-4,3%; -47 Tausend Personen) und gebäude- und versorgungstechnische Berufe (-1,3%; -12 Tausend Personen). Der höchste Überschussbedarf herrscht bei den nichtmedizinischen Gesundheitsberufen (-10,4%; -151 Tausend Personen) und bei Reinigungsberufen (-6%; -100 Tausend Personen). In Bauberufen (Hoch- und Tiefbau- sowie Ausbauberufe) herrscht ein geringfügiges Überangebot an Arbeitskräften (+0,5%; 11 Tausend Personen). Unter den stark besetzten Berufshauptgruppen mit hohem Überschussangebot sind Berufe in Unternehmensführung und -organisation (+10%; 541 Tausend Personen), Einkaufs- Vertriebs- und Handelsberufe (+6,6%; 125 Tausend Personen) sowie Berufe in Finanzdienstleitungen, Rechnungswesen und Steuerberatung (+11,5%; 203 Tausend Personen).

Bei den Berufsgruppen (3-Steller) gibt es im Jahr 2020 neun mit einem Überschuss des Bedarfs an Arbeitskräften, außerdem 10 weitere, in denen der Angebotsüberschuss weniger als 1% des Angebotes beträgt. Im Jahr 2040 herrscht bei 25 Berufsgruppen ein Nachfrageüberschuss, in 6 weiteren ist der Angebotsüberschuss kleiner als 1%.

Insgesamt verschärfen sich bis zum Jahr 2040 die Arbeitskräfteengpässe gegenüber 2020. Das wird auch daran deutlich, dass sich in diesem Zeitraum die adjustierten Suchdauern in 22 von 36 Berufshauptgruppen verlängern, in 7 weiteren bleiben sie unverändert. Besonders gravierend ist die Verlängerung der – jetzt schon sehr hohen (2019: 98 Tage gegenüber durchschnittlich 64 Tagen) – Suchdauer bei Informatik-, Informations- und Kommunikationstechnologieberufen um 10 Tage.

### **3.3.3 Fachkräfteengpassanalyse der BA**

Die Fachkräfteengpassanalyse der Bundesagentur für Arbeit (BA) beruht im Wesentlichen auf Daten der gemeldeten Arbeitsstellen und der registrierten Arbeitslosen.<sup>20</sup> Eine Quantifizierung der Lücke zwischen Arbeitskräfteangebot und -nachfrage nimmt die Fachkräfteengpassanalyse nicht vor; damit sind die berufsspezifischen Engpässe untereinander nicht vergleichbar.

---

<sup>20</sup> Damit wird der Arbeitsmarkt nur unvollständig erfasst: auf der Nachfrageseite wird nur jede zweite offene Stelle der BA gemeldet, auf der Angebotsseite werden potenzielle Ressourcen wie Personen in Aus- und Fortbildung oder Personen, die ihre Arbeitskraft ausweiten wollen, nicht einbezogen (BA 2019, S. 5).



In der Fachkräfteengpassanalyse der BA vom Dezember 2019 (BA 2019)<sup>21</sup> wird ein Fachkräftemangel in einigen technischen Berufsfeldern, in Handwerks- und Bauberufen sowie in Gesundheits- und Pflegediensten festgestellt. Zuletzt hat sich die Situation insbesondere bei Spezialisten verschärft. Ein umfassender Fachkräftemangel in Deutschland wird nicht gesehen. Im Einzelnen werden für Fachkräfte (Niveau 2) bei 52 Berufsuntergruppen (4-Steller-Ebene der KldB 2010) Engpässe festgestellt; diese 52 Positionen auf der 4-Steller-Ebene gehören zu 28 Berufsgruppen (3-Steller). Bei Spezialisten Niveau 3) herrschen Engpässe bei 27 Berufsuntergruppen, die 21 Berufsgruppen untergeordnet sind. Bei Experten (Niveau 4) schließlich sind es 12 Berufsuntergruppen, die zu 8 Berufsgruppen gehören.

Eine aktuelle Analyse des Stellenmarktes in Deutschland auf der Basis der Auswertung von Stellenanzeigen in Online- und Printmedien von Januar bis November 2020 (index 2021) weist in diesem Zeitraum sechs Berufsgruppen aus, in denen es mehr Stellenangebote als verfügbare Arbeitskräfte gibt: Medizinische Gesundheitsberufe (mit 60.135 Jobangeboten und 52.455 gemeldeten Arbeitslosen), Informatik- und andere IKT-Berufe (56.118 Jobangebote und 31.544 gemeldete Arbeitslose), Mechatronik, Energie- und Elektroberufe (39.354 Jobangebote und 39.267 gemeldete Arbeitslose), Berufe in technischer Entwicklung, Konstruktion und Produktionssteuerung (35.822 Jobangebote und 32.382 gemeldete Arbeitslose), Finanzdienstleistungs-, Rechnungswesen- und Steuerberatungsberufe (36.632 Jobangebote und 27.362 gemeldete Arbeitslose) sowie Bauplanungs-, Architektur- und Vermessungsberufe (10.498 Jobangebote und 7.610 gemeldete Arbeitslose). Im Wesentlichen weist diese Studie in dieselbe Richtung wie die Fachkräfteengpassanalyse der BA.

---

<sup>21</sup> Danach ist die Fachkräfteengpassanalyse der BA nicht in dieser Form fortgesetzt worden. Siehe BA 2020.

## 4 Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland

Die Transformation der deutschen Volkswirtschaft zu einer (weitgehend) klimaneutralen Ökonomie ist ein langfristig angelegter Prozess des strukturellen Wandels. Für die Neuausrichtung sind in allen Bereichen der Volkswirtschaft große Anstrengungen erforderlich. Die Umgestaltung des Kapitalstocks der Industrie, des Staates und der privaten Dienstleistungsbereiche erfordert erhebliche Investitionen. Aber auch in den Bereichen Wohnen und Mobilität sind große finanzielle Aufwendungen notwendig, den Anforderungen eines klimaneutralen Deutschlands gerecht zu werden. Die Fortsetzung der eingeleiteten Energiewende mit dem den beiden Säulen Ausbau der erneuerbaren Energien und Steigerung der Energieeffizienz erfordert weiterhin erhebliche Investitionsanstrengungen, um das langfristige Ziel der Klimaneutralität zu erreichen.

Grundlage der hier diskutierten Investitionserfordernisse für ein langfristig klimaneutrales Deutschland ist die vom Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI) in Auftrag gegebene Studie „Klimapfade für Deutschland“, die von The Boston Consulting Group (BCG) und von Prognos gemeinsam erarbeitet wurde (BCG, Prognos 2018). Auch die von der Agora-Energiewende, Agora Verkehrswende und Stiftung Klimaneutralität in Auftrag gegebene Untersuchung „Klimaneutrales Deutschland“ (Prognos u.a. 2020) bezieht sich im Hinblick auf die ökonomischen Aspekte auf diese Studie.

Ausführlich werden in BCG, Prognos 2018 die notwendigen Maßnahmen für ein klimaneutrales Deutschland in vier Handlungsfeldern untersucht:

- Industrie
- Verkehr
- Haushalte, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen
- Energie und Umwandlung

Damit sind wesentliche Handlungsfelder für die Transformation zu einem klimaneutralen Deutschland angesprochen. In der Studie BCG, Prognos 2018 und somit auch hier bleiben jedoch erforderlichen Investitionen in anderen Handlungsfelder unberücksichtigt. Hierzu zählen Maßnahmen in den Bereichen Landwirtschaft,<sup>22</sup> Abfall<sup>23</sup> sowie Landnutzung und

---

<sup>22</sup> Vgl. im Hinblick auf die Potenziale zur Treibhausgas (THG)-Minderung Prognos u.a. 2020. Durch eine Kombination von technischen Vermeidungsmaßnahmen, einer Reduktion des Betriebsmitteleinsatzes und einer Reduktion des Produktions-

Landnutzungsänderung.<sup>24</sup> Insbesondere die technischen Vermeidungsmaßnahmen etwa zur Reduzierung energiebedingter Emissionen erfordern auch in diesen, hier nicht näher behandelten Handlungsfeldern den Einsatz von Investitionsgütern (Ausrüstungen und Bauten). Somit handelt es sich bei den in dieser Studie näher beleuchteten Investitionserfordernissen aus den vier genannten Handlungsfeldern eher um eine Untergrenze der insgesamt erforderlichen Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland. Damit bilden auch die im weiteren Verlauf der Untersuchung aus den berücksichtigten Investitionen abgeleiteten Arbeitskräftebedarfe eine Untergrenze der insgesamt zu erwartenden Anforderungen an den zukünftigen Arbeitsmarkt. Nicht berücksichtigt ist auch der zu erwartende grundlegende Umbau der Forstwirtschaft; es wird erwartet, dass dieser Umbau mit einer spürbaren Zunahme der Personalintensität einhergeht, so dass auch hier erheblichen Personalbedarfe entstehen können, die jedoch im Kontext dieser Kurzstudie nicht näher beleuchtet werden können.

In den vier zentralen Handlungsfeldern, für die Schätzungen über Investitionsbedarfe vorliegen, werden 33 Einzelmaßnahmen betrachtet:

- im Handlungsfeld Industrie 7 Einzelmaßnahmen,
- im Handlungsfeld Verkehr 10 Einzelmaßnahmen,
- im Handlungsfeld Haushalte, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen 7 Einzelmaßnahmen und
- im Handlungsfeld Energie und Umwandlung 9 Einzelmaßnahmen.

Für die Einzelmaßnahmen liegen in BCG, Prognos 2018 in der Regel textliche Ausführungen und quantitative Angaben über die technologische Ausgestaltung, die Anwendungsfelder und die mit den Einzelmaßnahmen jeweils verbundenen (Mehr-)Investitionen vor. Die Mehrinvestitionen werden in Euro in Preisen des Jahres 2015 gemessen und für den Gesamtzeitraum 2015 bis 2050 quantifiziert.

Beispielhaft werden in Übersicht 3 die sieben Einzelmaßnahmen im Handlungsfeld Haushalte, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen dargestellt.<sup>25</sup>

---

niveaus kann in der Landwirtschaft eine Reduktion der Emissionen (von rund 70 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq im Jahr 2018 auf 58 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq im Jahr 2030 und 44 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq im Jahr 2050) erreicht werden.

<sup>23</sup> Bei der Abfallbehandlung bestehen Emissionsminderungspotentiale insbesondere durch eine Ausweitung der Deponiebelüftung. Auch hier liegen Schätzungen der dafür notwendigen Investitionsbeträge nicht vor, so dass diese unberücksichtigt bleiben.

<sup>24</sup> Bei der Landnutzung, Landnutzungsänderungen und in der Forstwirtschaft können z. B. durch eine Wiedervernässung von Acker- und Grünlandflächen auf Moorböden THG-Minderungen erreicht werden.

<sup>25</sup> Die in BCG, Prognos 2018 in diesem Handlungsfeld verortete Einzelmaßnahme Synthetische Kraftstoffe bleibt unberücksichtigt, da die Produktionsanlagen laut BCG, Prognos 2018 vollständig im Ausland errichtet werden und somit keine Investitionen in Deutschland erfolgen.

### Übersicht 3

#### Einzelmaßnahmen im Handlungsfeld Haushalte und Gewerbe, Handel und Dienstleistungen

Lfd. Nr.	Beschreibung der Einzelmaßnahme
01	Gebäudebestand: Sanierung Gebäudehülle, Lüftung, Gebäudeautomation Steigerung der Sanierungsrate auf 1,9 Prozent
02	Ausbau Wärmepumpen Ausbau auf 16 Millionen Wärmepumpen
03	Energieeffiziente Geräte im Jahr 2050 100 Prozent Neugeräte mit Standard A+++; effizientere IKT- und Bürogeräte, elektrische Motoren und Antriebe
04	Um- und Ausbau Fernwärme Ausbau des Wärmemarktanteils auf 27 Prozent und Umbau der Fernwärmeerzeugung
05	Effizienter Neubau: Dämmung und Lüftung Passivhausstandard ab 2025
06	Ausbau Solarthermie Ausbau auf 10 Prozent Wärmemarktanteil bis 2050
07	Effiziente Beleuchtung Weitere Durchdringung effizienterer Leuchtmittel (20 Prozent niedrigerer Stromverbrauch gegenüber Referenz)

Quelle: BCG, Prognos 2018, dort insbesondere Abbildung 66.

Vergleichbare Detailinformationen sind auch für die Einzelmaßnahmen in den anderen drei betrachteten Handlungsfeldern hinterlegt.

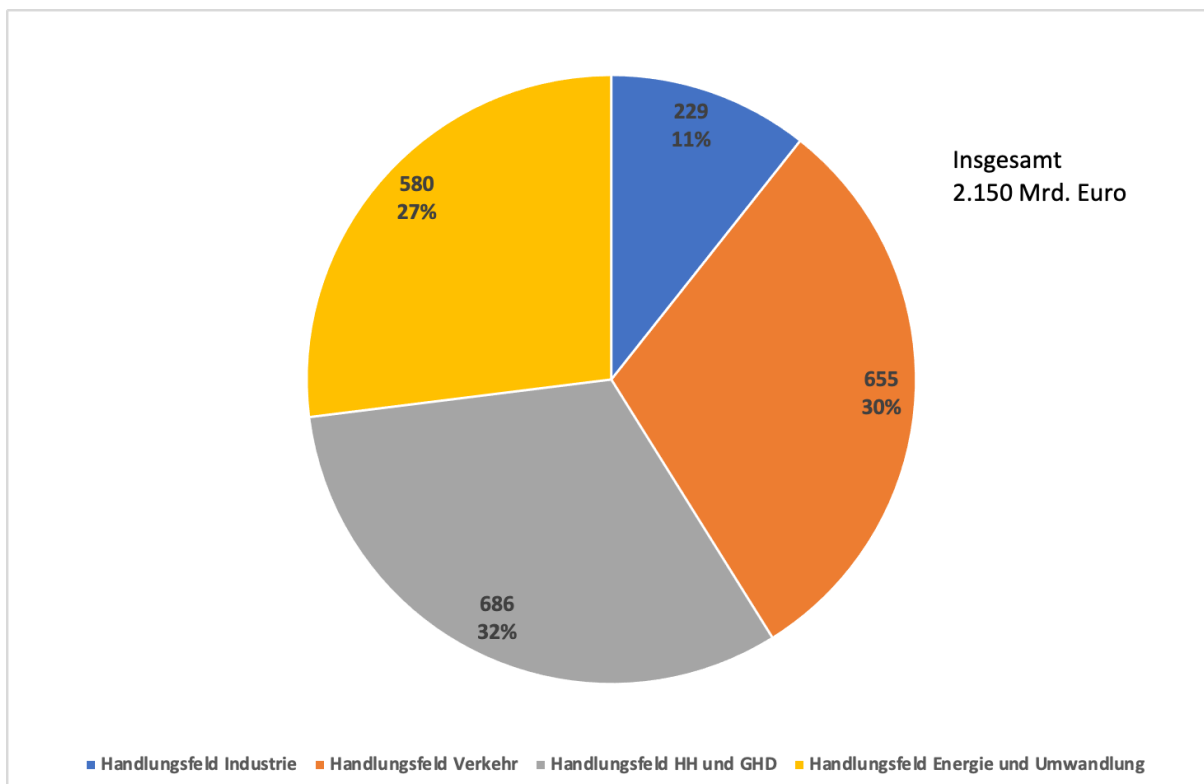
#### 4.1 Erforderliche Investitionen im Zeitraum 2015 bis 2050

Insgesamt sind nach Angabe der Studie BCG; Prognos 2018 rund 2.150 Milliarden Euro (in Preisen von 2015) als Investitionen notwendig, um das Ziel eines klimaneutralen Deutschlands bis zum Jahr 2050 zu erreichen (95%- Pfad).

Die notwendigen Investitionen im Zeitraum 2015 bis 2050 für ein klimaneutrales Deutschland sind in Abbildung 1 nach Handlungsfeldern dargestellt. Das *Handlungsfeld Haushalte und Gewerbe, Handel und Dienstleistungen* hat mit 686 Mrd. Euro den größten Investitionsbedarf (32% der insgesamt notwendigen Investitionen). Es folgt das *Handlungsfeld Verkehr* mit 655 Mrd. Euro (30% der insgesamt notwendigen Investitionen) und danach das *Handlungsfeld Energie und Umwandlung* mit 580 Mrd. Euro (27%). Die Investitionserfordernisse fallen im *Handlungsfeld Industrie* mit 229 Mrd. Euro (11%) deutlich geringer als in den drei anderen Feldern.

Abbildung 1

Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland im Zeitraum 2015 bis 2050 in Mrd. Euro (in Preisen von 2015) und in Prozent der notwendigen Investitionen insgesamt



Quelle: BCG, Prognos 2018 und eigene Berechnungen.

## 4.2 Zeitverlauf des Investitionspfades für ein klimaneutrales Deutschland

Für die weitere Untersuchung ist es notwendig, dass für den gesamten Zeitraum 2015 bis 2050 ermittelte Investitionsvolumen für ein klimaneutrales Deutschland mit einem zeitlichen Profil auszustatten, damit die in den betrachteten Stichjahren notwendigen Investitionen ermittelt werden können. In der Studie BCG, Prognos 2018 wird der Zeitverlauf der Investitionen zur Erreichung eines klimaneutralen Deutschlands unter anderem aus Überlegungen zu branchenspezifischen Investitionszyklen und -rationalitäten abgeleitet. Im Rahmen dieser Überlegungen wird in der Studie davon ausgegangen, dass ein großer Teil der Maßnahmen in Verkehrsbereich zwischen 2030 und 2040 umgesetzt wird. Für den Ausbau der erneuerbaren Energien und die energetische Gebäudesanierung wird angenommen, dass sie bis 2040 weitgehend abgeschlossen sind, und die Impulse daraus danach geringer werden.<sup>26</sup> In der 2018 veröffentlichten Studie bleibt logischerweise unberücksichtigt, dass mittlerweile eine Erhöhung des EU-Klimaziels für 2030 auf -55% vereinbart wurde, dies dürfte für Deutschland

<sup>26</sup> Das schlägt sich in der Entwicklung der Wertschöpfung nieder: Sie ist im G95-Szenario im Jahr 2030 um 1,1%, im Jahr 2040 um 1,8% und im Jahr 2050 um 1,0% höher als im Referenzszenario, vgl. Hoch u.a. 2019, S. 20.

eine Zielverschärfung von bisher -55% auf -65% bedeuten (Prognos u.a. 2020, S. 12). Dann müsste laut dieser aktuelleren Studie der Anteil der erneuerbaren Energien schneller gesteigert und der Kohleausstieg vorgezogen werden, der Anteil der Elektrofahrzeuge müsste bis 2030 auf etwa 80% gesteigert werden und in der Grundstoffindustrie müsste im Zuge der im kommenden Jahrzehnt anstehenden umfangreichen Reinvestitionen der Einstieg in die Wasserstoffwirtschaft vollzogen werden.<sup>27</sup>

Aus der hier zu Grunde gelegten Studie BCG, Prognos 2018 lassen sich jedoch keine jahres-scharfen Investitionsvolumina für die Handlungsfelder und die Einzelmaßnahmen ableiten, so dass eigene Schätzungen des zeitlichen Verlaufs der Investitionspfade vorgenommen werden. Es wird angenommen, dass der Schwerpunkt der Investitionen zur Erreichung eines klimaneutralen Deutschlands zwischen 2025 und 2040 erfolgt. Für den überwiegenden Teil der Maßnahmen sind bis zum Jahr 2024 19% der insgesamt erforderlichen Investitionen getätigt, bis zum Jahr 2030 38% und bis 2040 rund 80%. Im hier ausführlicher betrachteten Stichjahr 2035 erfolgen 4,7% der Gesamtinvestitionen aus diesen Bereichen.

Ein anderer Zeitverlauf der Investitionen ist auf Grund des bisher schleppenden Verlaufs der Maßnahmen zur energetischen Gebäudesanierung im Bestand zu erwarten. Entgegen den politischen Zielvorstellungen ist bisher kein wesentlicher Anstieg der Sanierungsrate gelungen.<sup>28</sup> Nach einem aktuellen Bericht des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie stagniert der gebäuderelevante Endenergieverbrauch seit dem Jahr 2014.<sup>29</sup> Auch der 2. Fortschrittsbericht zur Energiewende<sup>30</sup> und der 8. Monitoringbericht zur Energiewende<sup>31</sup> sehen im Bereich der energetischen Gebäudesanierung weiterhin einen erhöhten Handlungsbedarf. Selbst wenn es in Zukunft durch zusätzliche Anreizmechanismen gelingt, die energetischen Sanierungsaktivitäten zu forcieren,<sup>32</sup> wäre aus ökonomischer Perspektive ein zu schneller Anstieg der Aktivitäten problematisch, da sonst die Gefahr von spürbaren Preiseffekten droht. Anzustreben ist eine mittelfristig angelegte Strategie zum Aufbau der Produktionskapazitäten in diesem Bereich – insbesondere der zielgerichtete Ausbau der Personal-

---

<sup>27</sup> Die Studie Prognos u.a. 2020 diskutiert auch eine „Minimalvariante“ mit einem Reduktionsziel in Deutschland von 61% bis 2030. Dann könnten die Maßnahmen bis 2030 etwas geringer dimensioniert werden, müssten aber in der Zeit danach umso stärker ausfallen.

<sup>28</sup> Vgl. Singhal, Stede 2019.

<sup>29</sup> Vgl. BMWi 2020a, S. 64.

<sup>30</sup> Vgl. BMWi 2019a. Die Zielarchitektur der Energiewende der Bundesregierung sieht vor, dass sich der Wärmebedarf für Gebäude bis zum Jahr 2020 gegenüber 2008 um 20 % verringert, die mit den derzeitigen Maßnahmen erreichbare Wärmebedarfsminderung wurde im Jahr 2018 auf 7,7 % geschätzt.

<sup>31</sup> Vgl. BMWi 2021c.

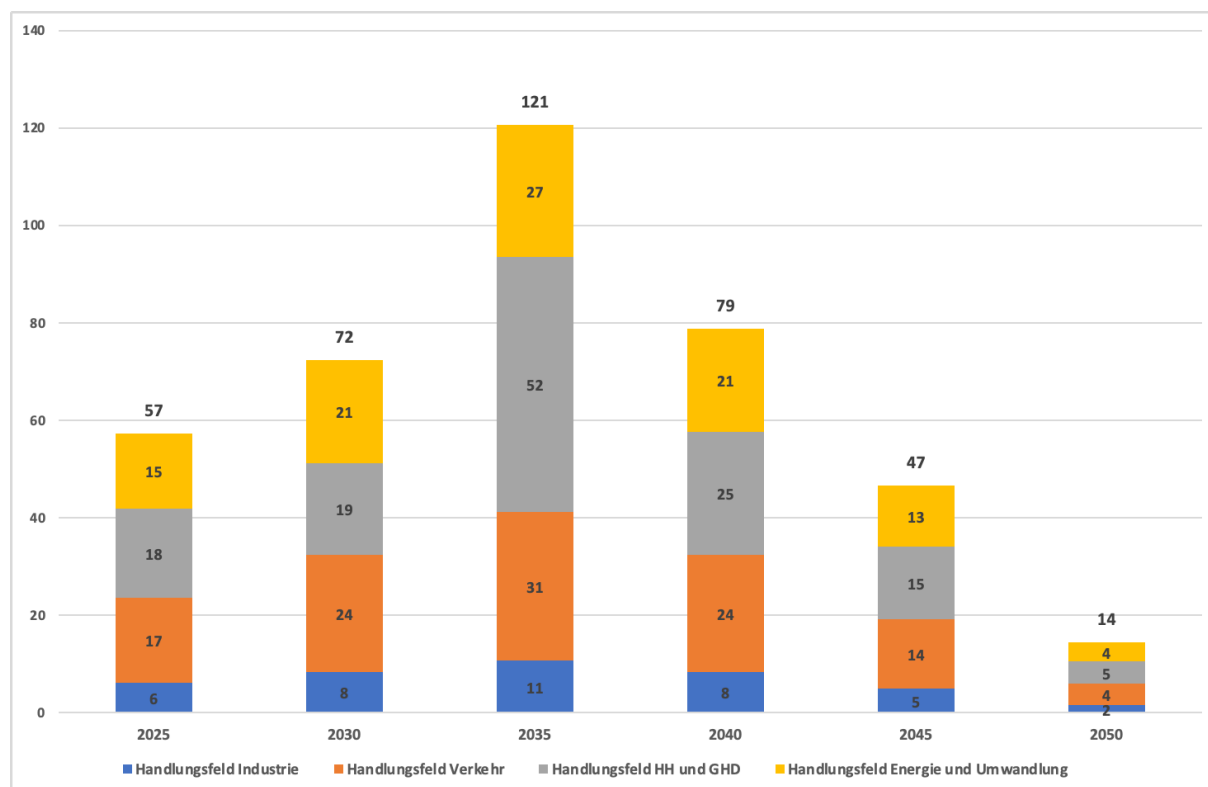
<sup>32</sup> Vgl. zu möglichen ökonomischen Effekten die aktuelle Studie Bauer u.a. 2021b.

kapazitäten, um unerwünschte Knappheiten und Preiseffekte zu vermeiden. Für den Bereich der energetischen Gebäudesanierung und dem damit verknüpften Ausbau von Wärmepumpen wird deshalb angenommen, dass bis zum Jahr 2024 erst knapp 10% der notwendigen Investitionen getätigt werden. Bis zum Jahr 2030 steigt der Anteil der getätigten Investitionen auf 21,8%, bis zum Jahr 2040 wird dann davon ausgegangen, dass wie in den anderen Bereichen rund 80% erreicht sind. Im hier betrachteten Stichjahr 2035 erfolgen im Bereich energetische Gebäudesanierung im Bestand und beim Ausbau der Wärmepumpen 8,5% der Investitionen.

Unter diesen Annahmen zum zeitlichen Profil der notwendigen Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland ergibt sich ein Bild der Investitionen nach Stichjahren wie in Abbildung 2 dargestellt. Die getätigten Investitionen in den vier Handlungsfeldern steigen von 57 Mrd. Euro im Jahr 2015 auf 72 Mrd. Euro im Jahr 2030 und erreichten ihren größten Wert in 2035 mit 121 Mrd. Euro. Danach nehmen die Investitionserfordernisse für ein klimaneutrales Deutschland wieder ab: von 79 Mrd. Euro in 2040 auf 47 Mrd. Euro in 2045, während im Jahr 2050 nur noch 14 Mrd. Euro an Investitionen notwendig sind.

**Abbildung 2**

Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland nach Handlungsfeldern in einzelnen Stichjahren in Mrd. Euro (in Preisen von 2015)



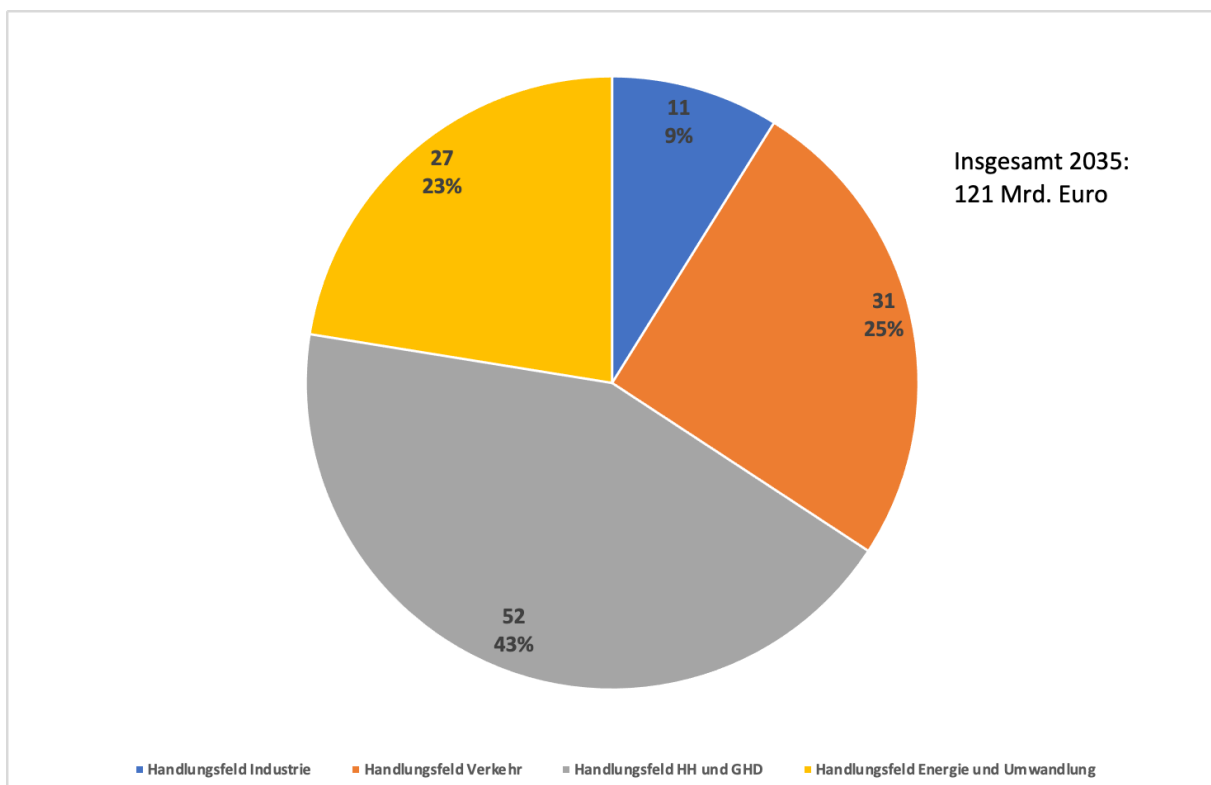
Quelle: BCG, Prognos 2018 und eigene Berechnungen.

#### 4.2.1 Investitionen im Jahr 2035

Im Jahr 2035, in dem die größten Investitionserfordernisse bestehen, machen die Investitionen im Handlungsfeld Haushalte, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen mit 52 Mrd. Euro rund 43% der gesamten Investitionen zur Erreichung eines klimaneutralen Deutschlands aus (Abbildung 3). Danach folgt das Handlungsfeld Verkehr mit 31 Mrd. Euro (25%) und der Bereich Energie und Umwandlung mit 27 Mrd. Euro (23%). Verglichen mit den anderen Handlungsfeldern sind die Investitionserfordernisse in der Industrie mit 11 Mrd. Euro (9%) eher gering.

Abbildung 3

Investitionen im Jahr 2035 für ein klimaneutrales Deutschland in Mrd. Euro (in Preisen von 2015) und in Prozent an insgesamt



Quelle: BCG, Prognos 2018 und eigene Berechnungen.

#### 4.3 Abschätzung von Importen und im Inland wirksamer Nachfrage

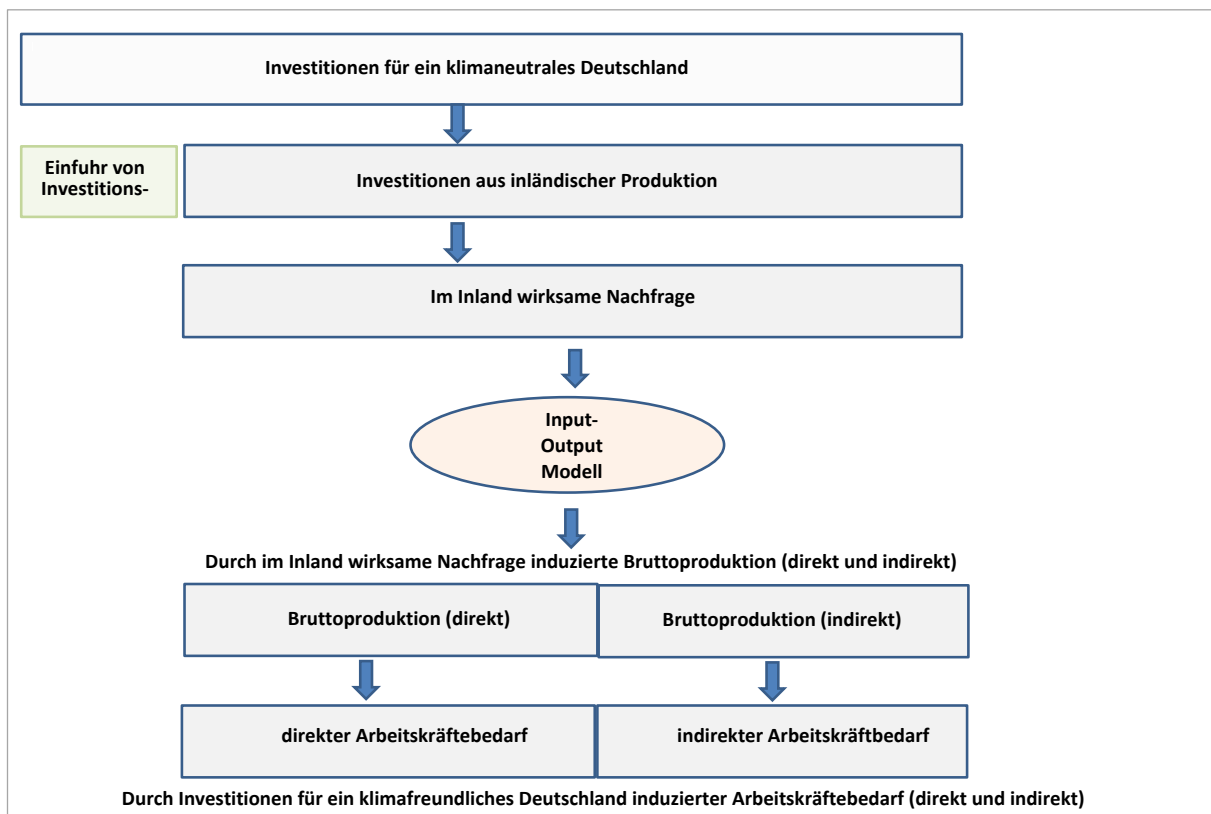
Die Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland bilden den Ausgangspunkt für eine modellbasierte Schätzung der mit diesen Maßnahmen verbundenen Arbeitskräfteerfordernisse. Die Schätzung basiert methodisch auf der Anwendung des offenen statischen Input-



Output-Modells,<sup>33</sup> das es erlaubt aus der Investitionsnachfrage die damit verbundene Bruttoproduktion und daraus abgeleitet den notwendigen direkten und indirekten Arbeitskräftebedarf abzuleiten. Zur Verdeutlichung der methodischen Vorgehensweise sind die einzelnen Schritte und die verwendeten Begrifflichkeiten in einer schematischen Darstellung zusammengefasst (Abbildung 4).

Abbildung 4

Schematische Darstellung der Berechnungsschritte zur modellhaften Ableitung des durch Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland induzierten Arbeitskräftebedarfs



Quelle: Eigene Darstellung.

Der direkte Arbeitskräftebedarf entsteht in den Unternehmen, die die notwendigen Investitionsgüter als Endprodukte für die letzte Verwendung bereitstellen, während die indirekte Beschäftigung in den vorgelagerten Produktionsbereichen entsteht, die Vorleistungen als Waren und Dienstleistungen bereitstellen, um die erforderlichen Investitionsgüter zu produzieren.

<sup>33</sup> Vgl. zur Methode z.B. Miller, Blair 2009 und zu Anwendungen z.B. Stäglich, Edler, Schintke 1992 und O’Sullivan, Edler 2020.

In diesem Zusammenhang ist zu berücksichtigen, dass ein Teil der erforderlichen Investitionsgüter aus dem Ausland importiert<sup>34</sup> werden. Diese Importe entfalten jedoch keine Produktions- und Beschäftigungswirkungen in Deutschland. Sie müssen von der Investitionsnachfrage abgezogen werden, um zu der im Inland (produktionswirksamen) Inlandsnachfrage zu gelangen, welche methodisch den Ausgangspunkt der modellbasierten Ermittlung des Arbeitskräftebedarfs einer Investitionsstrategie für ein klimaneutrales Deutschland bildet.

Unberücksichtigt bleibt in der vorliegenden Untersuchung der Arbeitskräftebedarf, der sich aus der Erstellung von Exportgütern für den Klimaschutz ergibt. Ex-post Abschätzungen kommen zu weit differierenden Schätzungen des Exportvolumens von Klimaschutztechnologien, die durch unterschiedliche Abgrenzungen und Methoden zu erklären sind. Es gibt Argumente die dafür sprechen, dass Maßnahmen für den Klimaschutz in Deutschland – also auf dem heimischen Markt – die Exportchancen deutscher Anbieter auf den Auslandsmärkten beeinflussen.<sup>35</sup> Insofern könnte eine anspruchsvolle Klimapolitik zur Klimaneutralität positive Einflüsse auf die deutschen Exporte von Klimaschutzgütern haben. Die Auswirkungen der deutschen Exporte von Klimaschutzgütern auf den Arbeitskräftebedarf bleiben unberücksichtigt, so dass der ermittelte Arbeitskräftebedarf auch unter diesen Aspekten eine Untergrenze darstellt. In Abschnitt 7 werden in einem Exkurs vorliegende Informationen zum Export von Klimaschutzgütern dargestellt.

Die Abschätzung Importe von Investitionsgütern erfolgt auf der Ebene der Einzelmaßnahmen. Für jede der 33 betrachteten Maßnahmen wird der Anteil der Importe an den jeweils getätigten Investitionen abgeschätzt. Hierfür werden entweder vorliegenden Informationen aus anderen Studien herangezogen<sup>36</sup> oder es werden vorliegende Informationen aus der amtlichen Input-Output-Tabelle ausgewertet.<sup>37</sup> Die Spannweite der Importanteile für die einzelnen Maßnahmen reicht von 4% bis 60%. Niedrige Importanteile (und damit ein hoher inländischer Effekt gemessen an den zu Grunde liegenden Investitionserfordernissen) erge-

---

<sup>34</sup> Analytisch getrennt sind die Importe von Waren und Dienstleistungen zu betrachten, die im Zuge der Produktion der im Inland hergestellten Investitionsgüter als Vorleistungsgüter (importierte Vorleistungen) aus dem Ausland bezogen werden. Diese Importe werden durch die Verwendung der geeigneten Input-Output-Tabelle (inländische Produktion) modellimmanent so behandelt, dass sie zu keiner Produktion und Beschäftigung im Inland beitragen.

<sup>35</sup> Eine Begründung ist das Konzept der Entwicklung von Lead Märkten, um heimischen Anbietern Wettbewerbsvorteile auf internationalen Märkten zu verschaffen, vgl. z. B. Jakob u.a. 2005. Vgl. zu quantitativen Überlegungen im Hinblick auf Klimaschutzgüter z.B. Blazejczak u.a. 2019 und für Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien Lehr u.a. 2015.

<sup>36</sup> Vgl. für Maßnahmen zum Ausbau erneuerbarer Energien Lehr u.a. 2015, für andere energiebezogene Maßnahmen (z.B. Netzausbau) O'Sullivan, Edler Lehr 2018 und O'Sullivan, Edler Lehr 2019, für Energieeffizienzmaßnahmen Blazejczak u.a. 2021, für Maßnahmen im Zusammenhang mit Schieneninfrastruktur und Verkehr Bubeck u.a. 2018.

<sup>37</sup> Aus der amtlichen Input-Output-Tabelle lassen sich Importquoten für Investitionsgüter differenziert nach Produktionsbereichen sowie nach Ausrüstungen und Bauten ableiten, vgl. destatis 2021e.

ben sich für Maßnahmen, bei denen in großem Umfang Leistungen der Bauwirtschaft in Anspruch genommen werden (z.B. energetische Gebäudesanierung im Bestand, effizienter Neubau oder Um- und Ausbau der Fernwärme). Leistungen der Bauwirtschaft müssen überwiegend ortsnah erbracht werden und auch die benötigten Vorleistungen sind häufig transportintensiv, so dass Importe eine untergeordnete Rolle spielen. Hohe Importanteile ergeben sich in den Bereichen, in denen Investitionsgüter eingesetzt werden, die weltweit intensiv gehandelt werden (z. B. Effizienzmaßnahmen bei Bahnen, Flugzeugen und Schiffen, effiziente Beleuchtung, effiziente Pkw und Lkw). Hier handelt es sich oft um Industriegüter, für die ein intensiver internationaler Wettbewerb herrscht und die häufig in grenzüberschreitenden Produktionsketten hergestellt werden. Im Durchschnitt über alle Maßnahmen ergibt sich im Jahr 2035 ein Importanteil von 23%.<sup>38</sup>

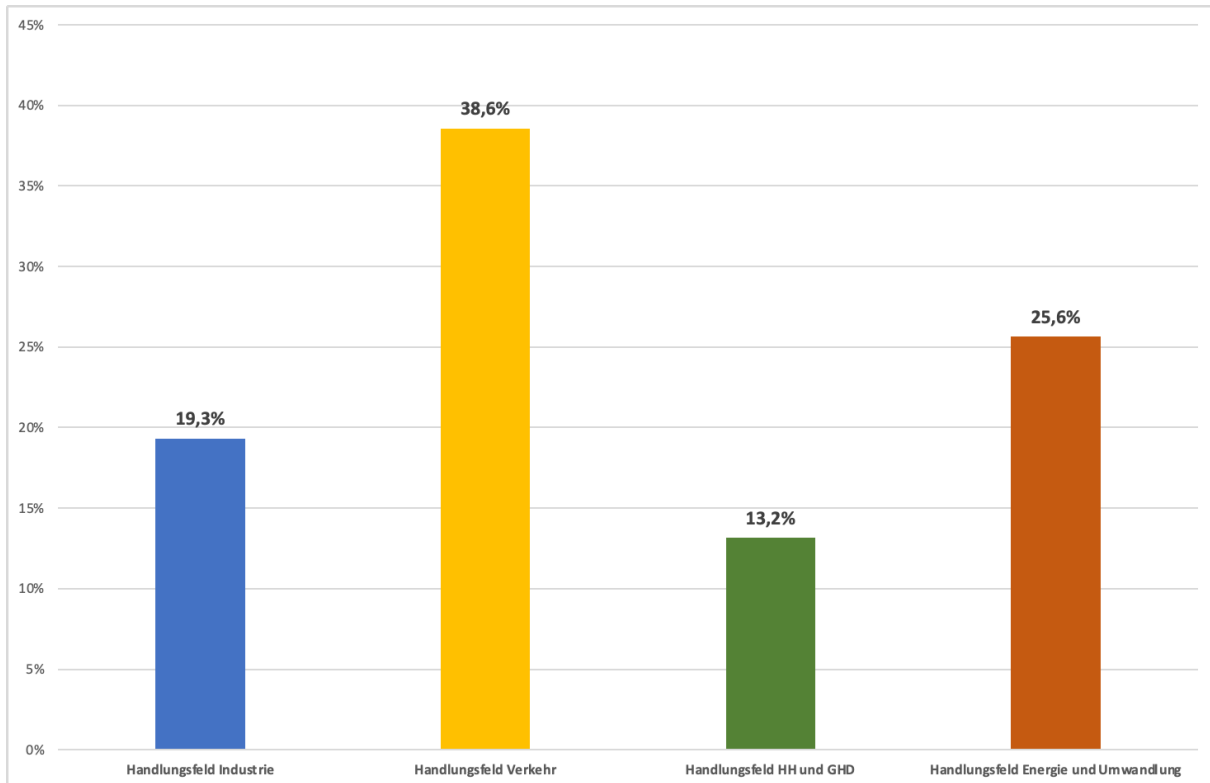
Der Anteil der Importe in den einzelnen Handlungsfeldern ergibt sich aus den Importanteilen der Einzelmaßnahmen und deren Bedeutung an den gesamten Investitionen des jeweiligen Handlungsfelds. Der größte Importanteil ergibt sich mit 38,6% im Handlungsfeld Verkehr (Abbildung 5). Neben Infrastrukturmaßnahmen (z.B. Ladeinfrastruktur) spielen im diesem Handlungsfeld vor allem Investitionsgüter eine Rolle, die stark international gehandelt werden. Den zweithöchsten Importanteil weist das Handlungsfeld Energie und Umwandlung auf (25,6%); hier weisen z.B. einzelne Technologiebereiche der erneuerbaren Energien (z.B. Photovoltaik), aber auch elektrotechnische Ausrüstungen für den Netzausbau hohe Importanteile auf. Im Handlungsfeld Industrie beträgt der Importanteil 19,3%, am niedrigsten ist der Importanteil im Handlungsfeld Haushalte, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen mit 13,2%. Hier ist die Bedeutung von Einzelmaßnahmen mit Bezug zu Bauleistungen besonders hoch. In diesem Handlungsfeld führt also ein besonders hoher Anteil der erforderlichen Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland zu inländischer Nachfrage und zur Nachfrage nach Arbeitskräften.

---

<sup>38</sup> Der durchschnittliche Importanteil schwankt in den Stichjahren in Abhängigkeit von den Umsetzungspfaden der Einzelmaßnahmen; in den Jahren 2025 und 2045 beträgt der durchschnittliche Importanteil 25%.

Abbildung 5

Anteil der Importe von Investitionsgütern nach Handlungsfeldern im Jahr 2035  
in Prozent



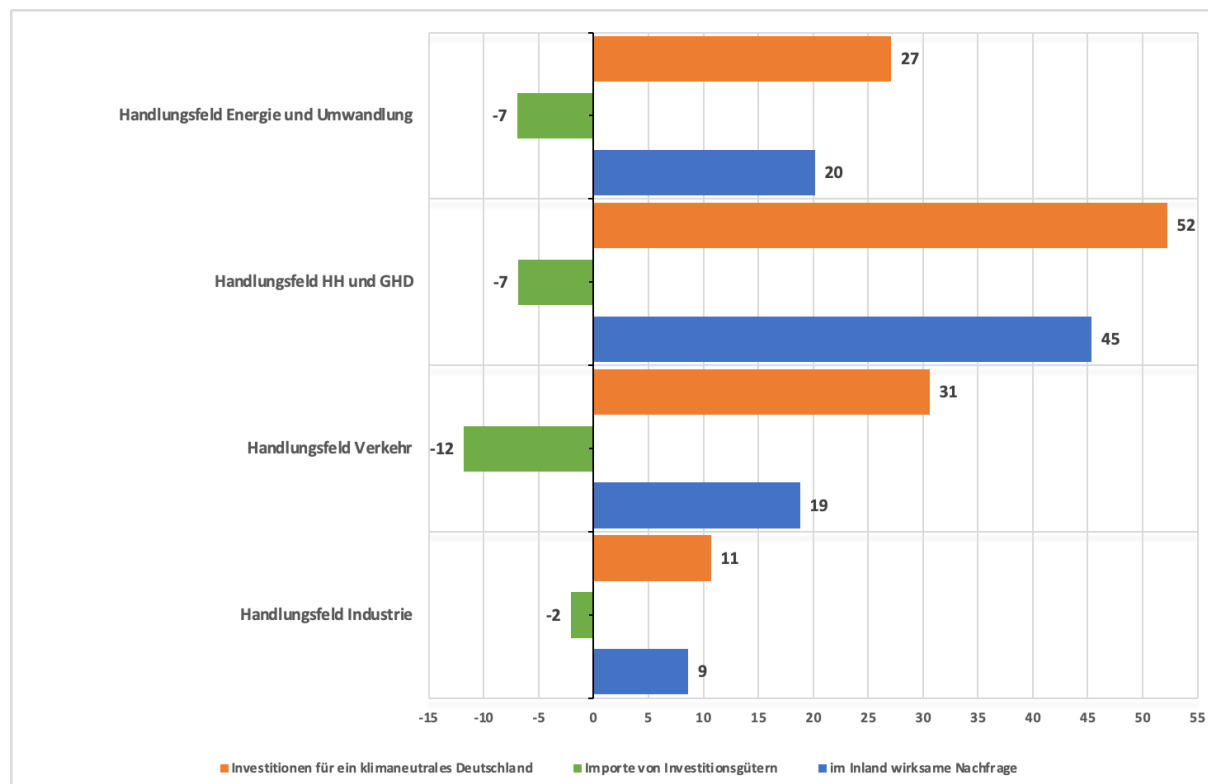
Quelle: Eigene Berechnungen.

#### 4.3.1 Im Inland wirksame Nachfrage für das Jahr 2035

Im Jahr 2035 ergeben sich bei 121 Mrd. Euro erforderlichen Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland rund 28 Mrd. Euro Importe von Investitionsgütern, so dass im Inland eine Nachfrage von 93 Mrd. Euro produktionswirksam wird. Die größten Importe fallen mit 12 Mrd. Euro im Handlungsfeld Verkehr an (Abbildung 6), in den Handlungsfeldern Energie und Umwandlung sowie Haushalte, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen entsteht jeweils ein Importbedarf von rund 7 Mrd. Euro.

Abbildung 6

Investitionen, Importe und im Inland wirksame Nachfrage nach Handlungsfeldern im Jahr 2035 in Mrd. Euro

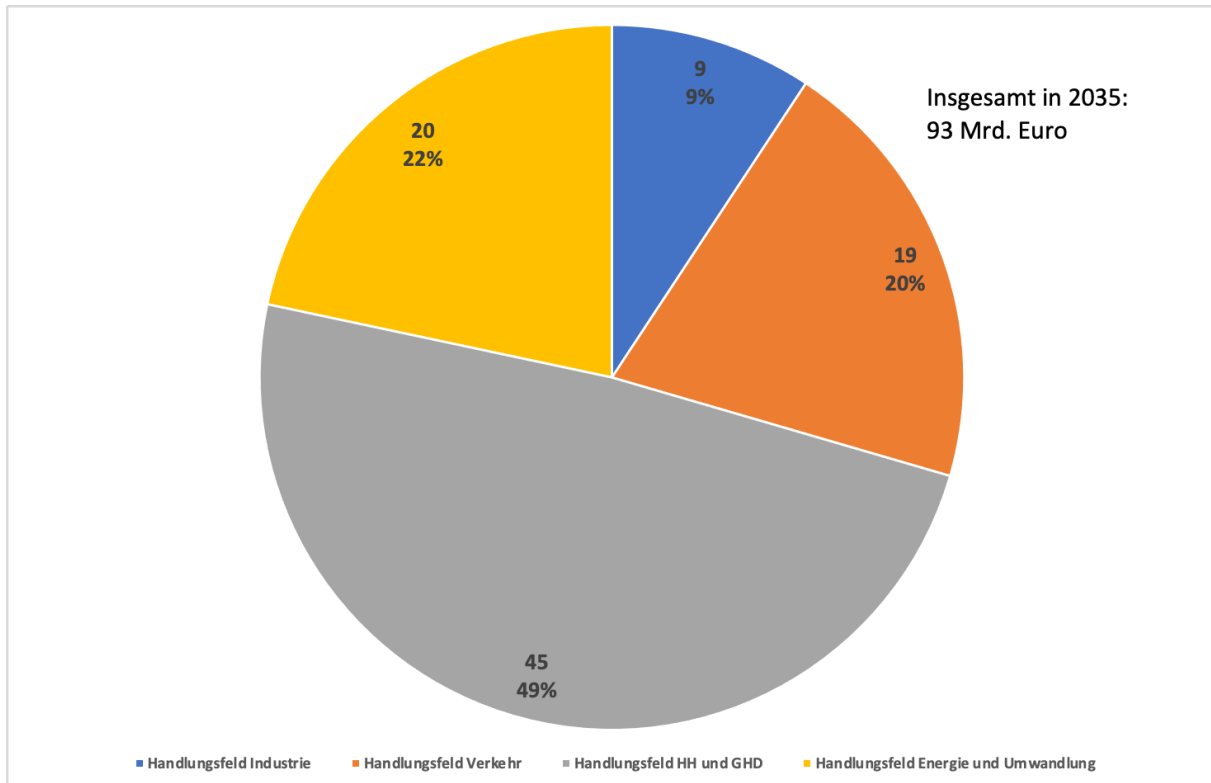


Quelle: BCG, Prognos 2018 und eigene Berechnungen.

Die mit den erforderlichen Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland verbundene im Inland wirksame Nachfrage beläuft sich im Jahr 2035 auf 93 Mrd. Euro. Betrachtet man die Handlungsfelder nach ihrer wirtschaftlichen Bedeutung so ist das Handlungsfeld Haushalte, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen mit 45 Mrd. Euro der bei weitem wichtigste Bereich, auf ihn entfällt knapp die Hälfte (49%) des Nachfrageimpulses (Abbildung 7). Etwa gleich große Bedeutung haben die Handlungsfelder Energie und Umwandlung mit 20 Mrd. Euro (22%) und Verkehr mit 19 Mrd. Euro (20%). Durch die Maßnahmen im Handlungsfeld Industrie entsteht eine im Inland wirksame Nachfrage von 9 Mrd. Euro (9%).

Abbildung 7

Im Inland wirksame Nachfrage im Jahr 2035 durch Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland in Mrd. Euro und in Prozent an insgesamt



Quelle: BCG, Prognos 2018 und eigene Berechnungen.

Die abgeleitete im Inland wirksame Nachfrage bildet den Ausgangspunkt für den modellmäßig ermittelten Arbeitskräftebedarf der Maßnahmen für ein klimaneutrales Deutschland. Im folgenden Abschnitt wird der ermittelte Bedarf an Arbeitskräften in sektoraler Abgrenzung für das Berichtsjahr 2035 dargestellt.

## 5 Arbeitskräftebedarf für ein klimaneutrales Deutschland nach Wirtschaftssectoren

Die modellmäßige Abschätzung des Arbeitskräftebedarfs mit Hilfe der Input-Output-Analyse (zur Vorgehensweise vgl. auch Abbildung 4) basiert auf der aktuellen Input-Output-Tabelle des Statistischen Bundesamtes für das Berichtsjahr 2017 (destatis 2021e). Die Tabelle liegt in einer sektoralen Differenzierung nach 72 Produktionsbereichen<sup>39</sup> vor. In dieser Gliederungstiefe wird auch der sektorale Arbeitskräftebedarf ermittelt.

Ausgangsgröße der modellmäßigen Abschätzung des Arbeitskräftebedarfs mit dem offenen statischen Input-Output-Modells ist die im Inland wirksame Nachfrage, die sich wie im vorigen Abschnitt beschrieben aus der Investitionsnachfrage ableitet, in dem die importierten Investitionsgüter abgeschätzt und von der Investitionsnachfrage subtrahiert werden. In einem weiteren Arbeitsschritt muss die in Deutschland wirksame Nachfrage in eine Güterstruktur aufgeteilt werden, die mit der der Sektorstruktur der Input-Output-Tabelle (72 Produktionsbereiche) kompatibel ist. Die Aufteilung der Eckwerte für die im Inland wirksame Nachfrage erfolgt auf der Ebene der insgesamt 33 betrachteten Einzelmaßnahmen. Hierzu werden Ergebnisse vorliegender eigener Studien herangezogen<sup>40</sup> oder für die Einzelmaßnahmen, für die solche Vorgaben nicht vorliegen, wird auf Strukturen aus der amtlichen Input-Output-Tabelle<sup>41</sup> und auf Plausibilitätsannahmen zurückgegriffen.

In Abbildung 8 ist die Nachfragestruktur der im Jahr 2035<sup>42</sup> dargestellt, in dem über alle 33 Einzelmaßnahmen zusammen die zehn Sektoren mit dem größten Lieferanteil für Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland dargestellt werden. Auf diese zehn Wirtschaftssecto-

---

<sup>39</sup> In der Input-Output-Tabelle werden auf der Aufkommenseite Gütergruppen und auf der Verwendungsseite Produktionsbereiche ausgewiesen. Die Angrenzung der Produktionsbereiche entspricht derjenigen für Gütergruppen. Die methodischen Konzepte der Input-Output-Rechnung werden in destatis 2010 erläutert. In dieser Studie werden die Begriffe Produktionsbereich, Wirtschaftsbereich und Sektor synonym verwandt.

<sup>40</sup> Für die Aufteilung der Nachfrage nach Investitionsgütern auf die 72 Produktionsbereiche der Input-Out-Tabelle wird auf die gleichen Vorarbeiten zurückgegriffen wie bei der Abschätzung der Importe von Investitionsgütern (siehe Fußnote 36). Für Maßnahmen zum Ausbau erneuerbarer Energien ist die Studie Lehr u.a. 2015 relevant, für andere energiebezogene Maßnahmen (z.B. Netzausbau) O'Sullivan, Edler Lehr 2018 und O'Sullivan, Edler Lehr 2019, für Energieeffizienzmaßnahmen Blazejczak u.a. 2021, für Maßnahmen im Zusammenhang mit Schieneninfrastruktur und Verkehr Bubeck u.a. 2018.

<sup>41</sup> Aus der amtlichen Input-Output-Tabelle (vgl. destatis 2021e) lässt sich Güterstruktur von einerseits Ausrüstungsinvestitionen und andererseits Bauinvestitionen ableiten. Für wenige Einzelmaßnahmen wird auf eine dieser Güterstrukturen oder einer kombinierten aus beiden Strukturen zurückgegriffen. Die Güterstruktur der Ausrüstungsinvestitionen wird um die Forschungs- und Entwicklungsausgaben bereinigt, da diese in der BCG, Prognos Studie explizit nicht berücksichtigt werden, vgl. BCG, Prognos 2018, S. 32.

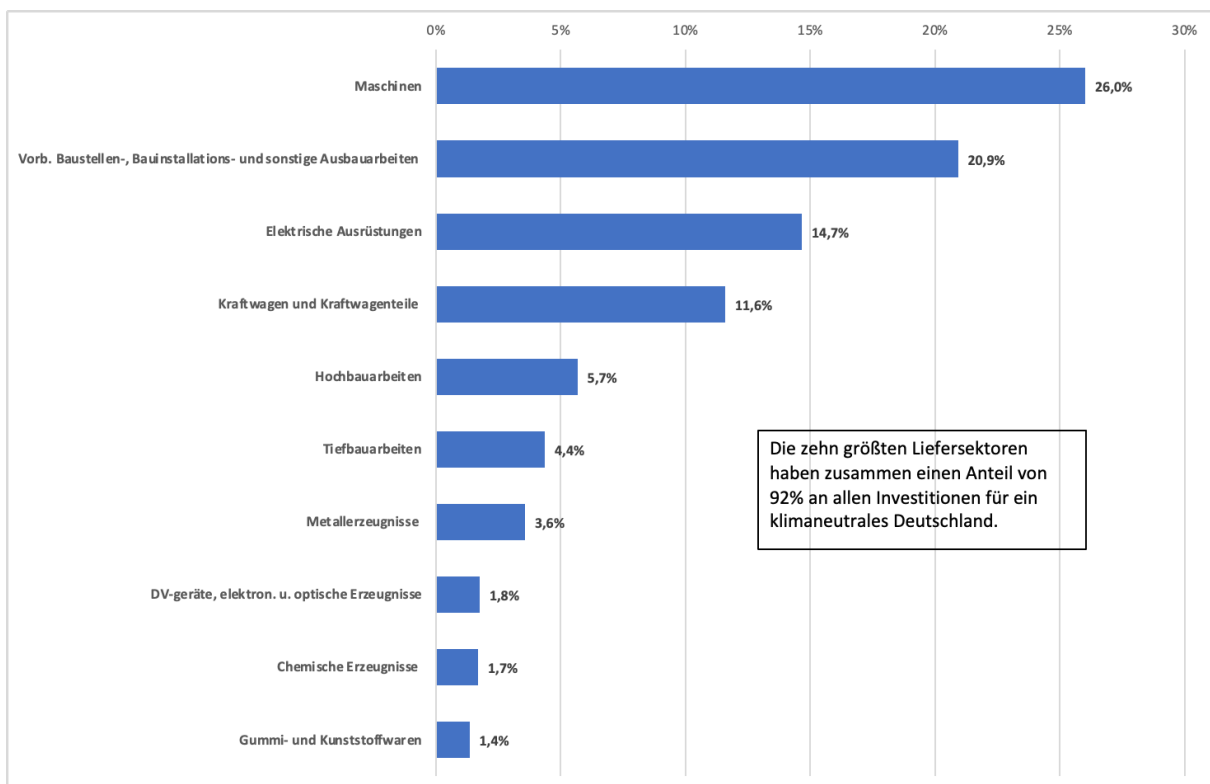
<sup>42</sup> Die Nachfragestruktur unterscheidet sich in einzelnen Jahren, da der Zeitpfad der Umsetzung nicht für alle Maßnahmen gleich ist. Insbesondere wird angenommen, dass der Pfad für Maßnahmen zur energetischen Gebäudesanierung und zum Ausbau von Wärmepumpen sich vom Umsetzungspfad der anderen Einzelmaßnahmen unterscheiden (vgl. Abschnitt 4.2).

## Arbeitskräftebedarf nach Sektoren, Qualifikationen und Berufen zur Umsetzung der Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland

ren entfallen 92% der Nachfrage, sie profitieren also in besonderem Umfang von der Transformation zur Klimaneutralität. Auf Produkte des Maschinenbaus entfällt mit 26% mehr als ein Viertel der Nachfrage. Es folgt an zweiter Stelle einer der drei Baubereiche, nämlich das Ausbaugewerbe mit rund 21%, das in besonderem Maße von Maßnahmen zur energetischen Gebäudesanierung profitiert. An dritter Stelle folgen die Hersteller elektrischer Ausrüstungen, deren Produkte in unterschiedlichen Maßnahmen eine wichtige Rolle spielen, Zum Beispiel bei Gütern zur Steigerung der Energieeffizienz und beim Ausbau von erneuerbaren Energien und Netzen. Diese drei Bereiche vereinen bereits 60% der im Inland wirksamen Investitionsnachfrage auf sich. Danach folgen die Kraftfahrzeugindustrie und die beiden übrigen Baubereiche, so dass auf das Baugewerbe im Jahr 2035 zusammen gut 35% der Investitionsnachfrage für ein klimaneutrales Deutschland entfällt.

### Abbildung 8

Zehn Sektoren mit dem größten Lieferanteil an Investitionen in 2035 für ein klimaneutrales Deutschland in Prozent



Quelle: Eigene Berechnungen.



Bevor der Arbeitskräftebedarf modellmäßig bestimmt werden kann, ist es notwendig, der (zukünftigen) Entwicklung der Arbeitsproduktivität<sup>43</sup> in der Volkswirtschaft Rechnung zu tragen. Dafür werden absehbare Trends der Entwicklung der Arbeitsproduktivität berücksichtigt und auf die Gliederungstiefe der 72 Produktionsbereiche angewandt. Für die Volkswirtschaft insgesamt ergibt sich über den gesamten Zeitraum eine durchschnittliche jährliche Entwicklung der Arbeitsproduktivität von knapp 1%.<sup>44</sup> Basierend auf Trends in der Vergangenheit weichen die sektoralen Arbeitsproduktivitäten vom gesamtwirtschaftlichen Durchschnitt nach unten und oben ab. In der Tendenz ergeben sich – wie in der Vergangenheit – in den Dienstleistungsbereichen eher flachere Produktivitätspfade als in den Waren produzierenden Bereichen. Unter den so beschriebenen Voraussetzungen kann der Arbeitskräftebedarf abgeschätzt werden, der mit der Umsetzung der Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland verbunden ist.

Der Arbeitskräftebedarf für Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland in einzelnen Stichjahren ist in Abbildung 9 dargestellt. Ausgelöst durch das zeitliche Profil der Investitionen (Abbildung 2) entsteht der größte Arbeitskräftebedarf im Jahr 2035. In den Stichjahren 2030 und 2040 entsteht mit knapp (2030) bzw. gut (2040) 440.000 Personen ein etwa gleich großer Bedarf, während danach der Arbeitskräftebedarf rückläufig ist. Die folgenden Analysen zum sektoralen Arbeitskräftebedarf und zum Arbeitskräftebedarf nach Anforderungen und Berufen fokussieren auf das Jahr 2035, in dem der Bedarf im Zeitvergleich am größten ist.

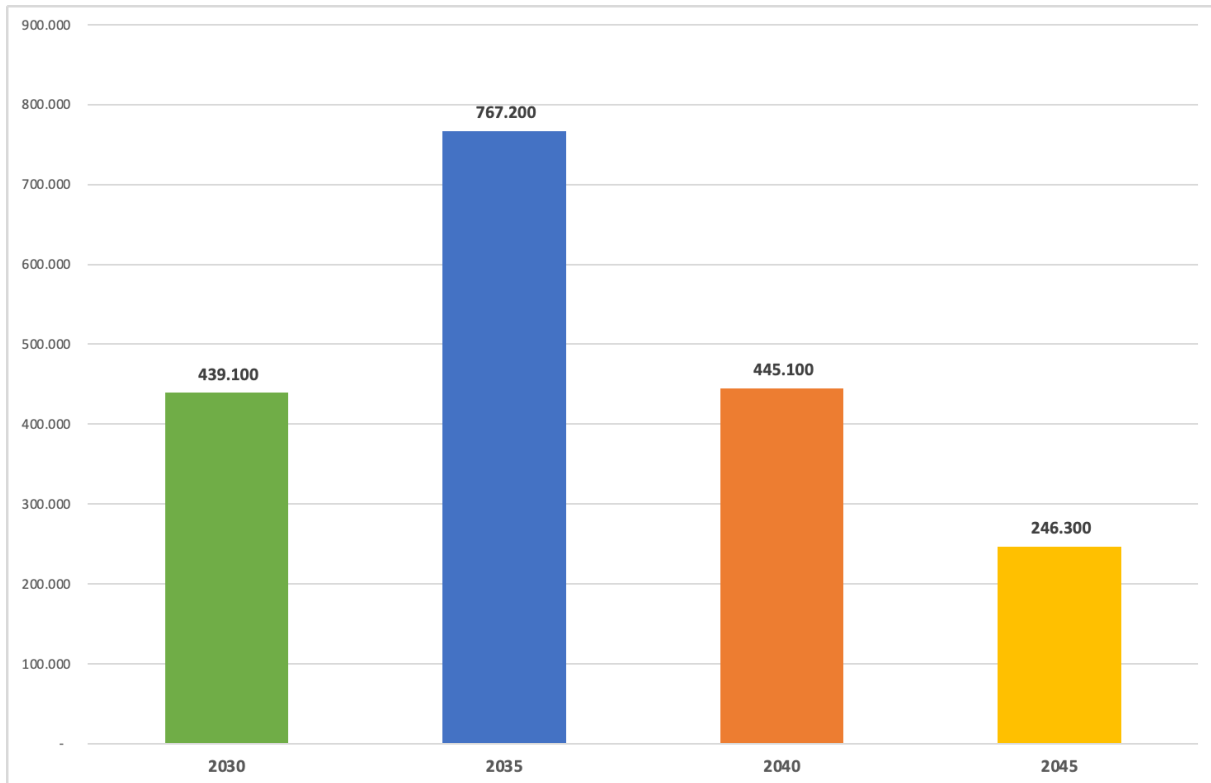
---

<sup>43</sup> Die modellmäßige Abschätzung mit Hilfe der Input-Output-Analyse nutzt das Konzept der (sektoralen) Arbeitskoeffizienten, die den Arbeitsinput pro Einheit Bruttoproduktion messen. Konzeptionell entsprechen die Arbeitskoeffizienten dem reziproken Wert der Arbeitsproduktivität.

<sup>44</sup> Um die Bedeutung der Fortschritte der Arbeitsproduktivität auf die lange Frist zu verdeutlichen, wurde modellhaft ermittelt, wie hoch der Arbeitskräfteinput sein würde, wenn die gesamte Endnachfrage des Jahres 2017 im Jahr 2040 produziert werden würde. Alle anderen Parameter unverändert würde der notwendige Arbeitsinput rund ein Fünftel geringer ausfallen.

Abbildung 9

Arbeitskräftebedarf zur Erstellung der Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland in den Stichjahren 2030, 2035, 2040, 2045 in Personen



Quelle: Eigene Berechnungen.

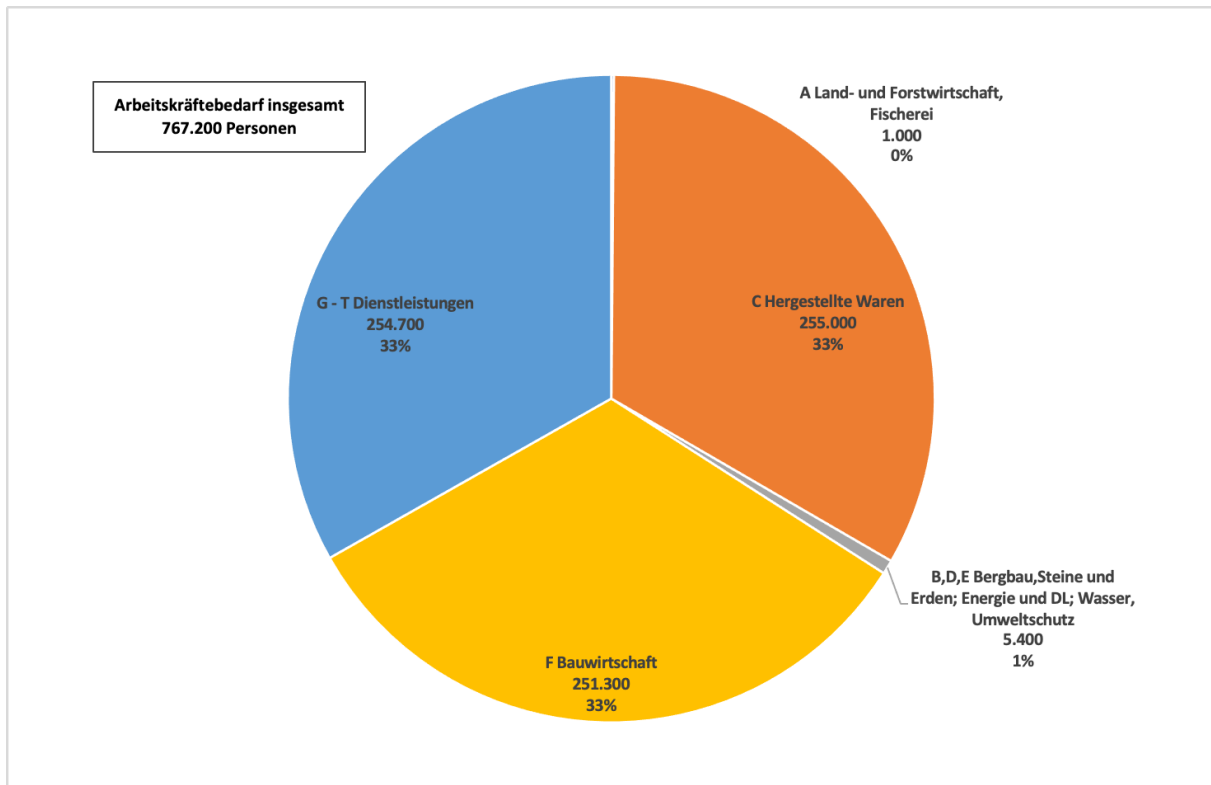
## 5.1 Sektoraler Arbeitskräftebedarf im Jahr 2035

In Abbildung 10 wird der Arbeitskräftebedarf für das Jahr 2035 nach Hauptgruppen dargestellt. Insgesamt ergibt sich ein Arbeitskräftebedarf von 767.200 Personen. Auf die drei Hauptgruppen Hergestellte Waren (Industrie), Bauwirtschaft und Dienstleistungen entfällt jeweils rund ein Drittel des Arbeitskräftebedarfs.<sup>45</sup>

<sup>45</sup> Die Bereiche Land- und Forstwirtschaft, Fischerei sowie Bergbau, Steine und Erden, Energie und Dienstleistungen, Wasser, Umweltschutz spielen praktisch keine Rolle. Dabei ist jedoch zu bedenken, dass für einen Teil dieser Bereiche – wie ausgeführt (vgl. Abschnitt 4) – in der Ausgangsstudie BCG, Prognos 2018 keine Schätzungen für notwendige Investitionen zur Klimaneutralität durchgeführt wurden.

Abbildung 10

Arbeitskräftebedarf für ein klimaneutrales Deutschland im Jahr 2035 nach Hauptgruppen

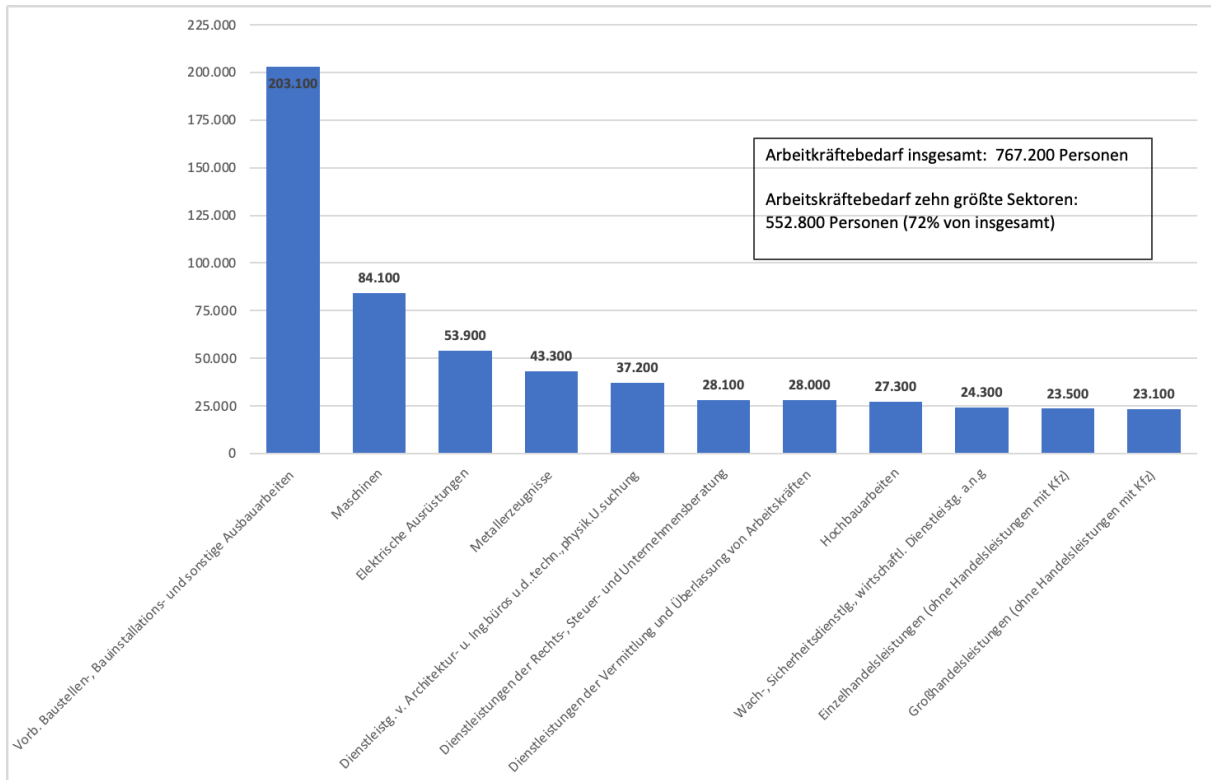


Quelle: Eigene Berechnungen.

In detaillierter Form liegen die Arbeitskräfteerfordernisse in tiefer sektoraler Gliederung (72 Produktionsbereiche) vor. Im Ergebnis zeigt sich, dass der Arbeitskräftebedarf zwar in allen Produktionsbereichen der Volkswirtschaft spürbar wird, sich aber doch auf bestimmte Produktionsbereiche konzentriert. Wie aus Abbildung 11 zu entnehmen ist, vereinen zehn Sektoren 72% (552.800 Personen) des gesamten Arbeitskräftebedarfs auf sich. Im Jahr 2035 entfallen allein auf das Ausbaugewerbe der Bauwirtschaft 203.100 Personen, das sind mehr als Viertel des gesamten Arbeitskräftebedarfs. Auch im Maschinenbau (11% des Gesamtbedarfs) und bei der Herstellung Elektrischer Ausrüstungen (7%) entsteht erheblicher Arbeitskräftebedarf.

Abbildung 11

Zehn Sektoren mit dem größtem Arbeitskräftebedarf in Personen in 2035 durch Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland



Quelle: Eigene Berechnungen.

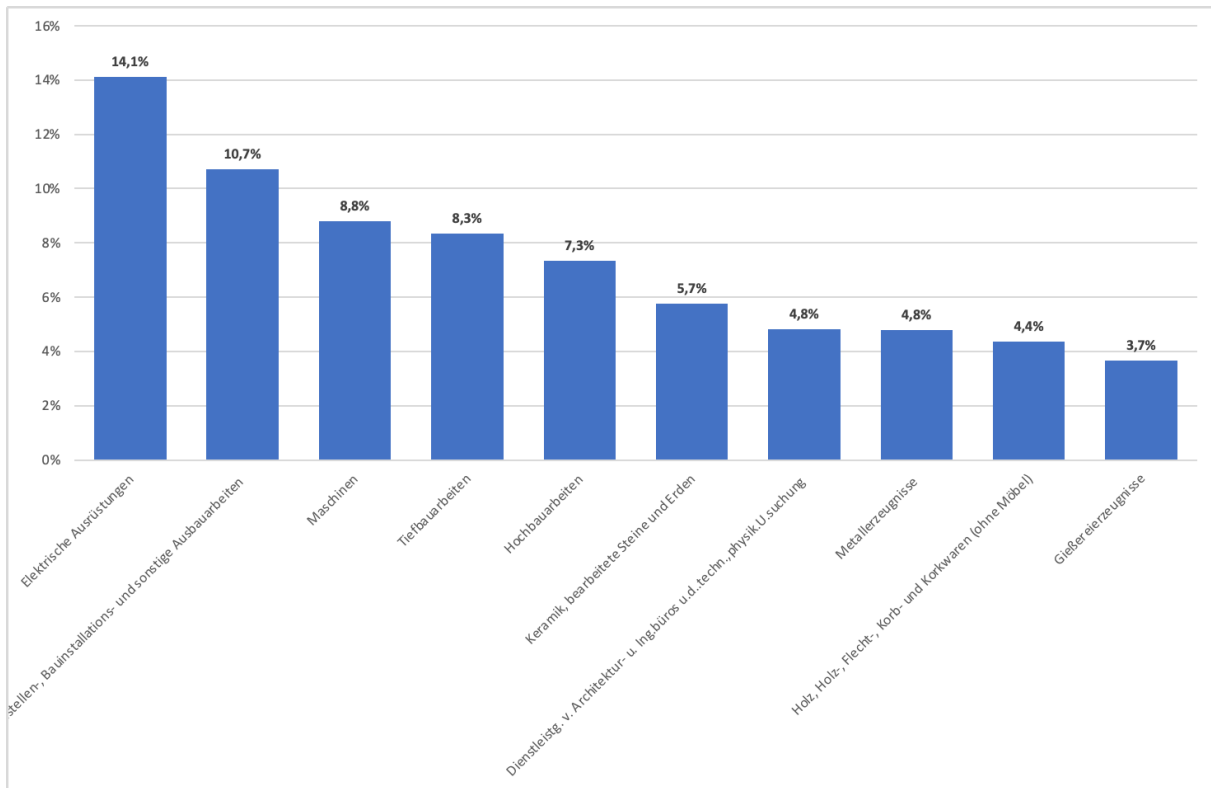
Zieht man in Betracht, dass die 72 Produktionsbereiche unterschiedlich groß im Hinblick auf ihre Beschäftigung sind, gibt Abbildung 12 einen Eindruck davon, in welchen Sektoren - gemessen an ihrer Beschäftigung im Jahr 2017<sup>46</sup> – der größte Arbeitskräftebedarf durch den Strukturwandel zur Klimaneutralität entsteht. In dieser Sichtweise profitieren die Unternehmen zur Herstellung von elektrischen Ausrüstungen am stärksten, in ihnen entsteht gemessen am Ausgangsniveau der größte zusätzliche Arbeitskräftebedarf. Danach folgen die Unternehmen des Ausbaugewerbe als Teil der Bauwirtschaft, gefolgt vom Maschinenbau und den anderen Baubereichen (Tiefbau und Hochbau).

<sup>46</sup> Das Jahr 2017 ist das aktuelle Berichtsjahr der amtlichen Input-Output-Rechnung.

## Arbeitskräftebedarf nach Sektoren, Qualifikationen und Berufen zur Umsetzung der Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland

Abbildung 12

Zehn Sektoren (2035) mit der größten Quote in Prozent gemessen an der Beschäftigung in 2017



Quelle: Eigene Berechnungen.

## 6 Arbeitskräftebedarf nach Anforderungen und Berufen

Aus der sektoralen Verteilung des Arbeitskräftebedarfs für ein klimaneutrales Deutschland kann dessen Struktur nach Berufen und Anforderungsniveaus mit Hilfe einer Berufswirtschaftszweig-Matrix hergeleitet werden (siehe Abschnitt 2.3). Dazu wird die aktuelle Verteilung der sozialversicherungspflichtig und der ausschließlich geringfügig entlohnten Beschäftigten nach Sektoren auf Berufsgruppen und Anforderungsniveaus angewandt. Es werden keine Anpassungen für mögliche zukünftige Strukturveränderungen dieser Verteilung vorgenommen (siehe auch Abschnitt 2.4).

Zunächst wird in diesem Abschnitt für das Jahr 2035 die Anforderungs- und Berufsstruktur des gesamten Arbeitskräftebedarf im Überblick dargestellt, der erforderlich ist, um die Investitionsgüter herzustellen, die für ein klimaneutrales Deutschland im Jahr 2050 erforderlich sind. Zudem werden Strukturunterschiede zwischen direkter und indirekter Beschäftigung dargestellt. Um Engpassqualifikationen deutlich zu machen, wird anschließend gezeigt, welcher Teil des Arbeitskräftebedarf 2035 zur Erstellung der Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland auf aktuelle Engpassberufe entfällt. Dann wird ausgewiesen, zu welchem Teil der Arbeitskräftebedarf 2035 zur Erstellung der Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland Digitalisierungsberufe betrifft. Schließlich wird für den Arbeitskräftebedarf 2040 gezeigt, zu welchem Teil er Qualifikationen und Berufe betrifft, für die in diesem Jahr Engpässe erwartet werden.

### 6.1 Überblick

#### 6.1.1 Gesamter Arbeitskräftebedarf

Abbildung 13 zeigt die Struktur des Arbeitskräftebedarfs für Klimaneutralität nach Anforderungsniveaus im Jahr 2035.<sup>47</sup> Am größten ist der Bedarf an Fachkräften (58%). Auch Helfer werden in bedeutendem Umfang (19%) benötigt. Der anteilige Bedarf an Spezialisten und Experten ist mit 13% bzw. 10% deutlich kleiner. Damit unterscheidet sich die Struktur des Arbeitskräftebedarfs für Klimaneutralität nach Anforderungsniveaus 2035 nicht wesentlich von der der aktuellen Gesamtbeschäftigung: Im Juni 2020 waren von den sozialversiche-

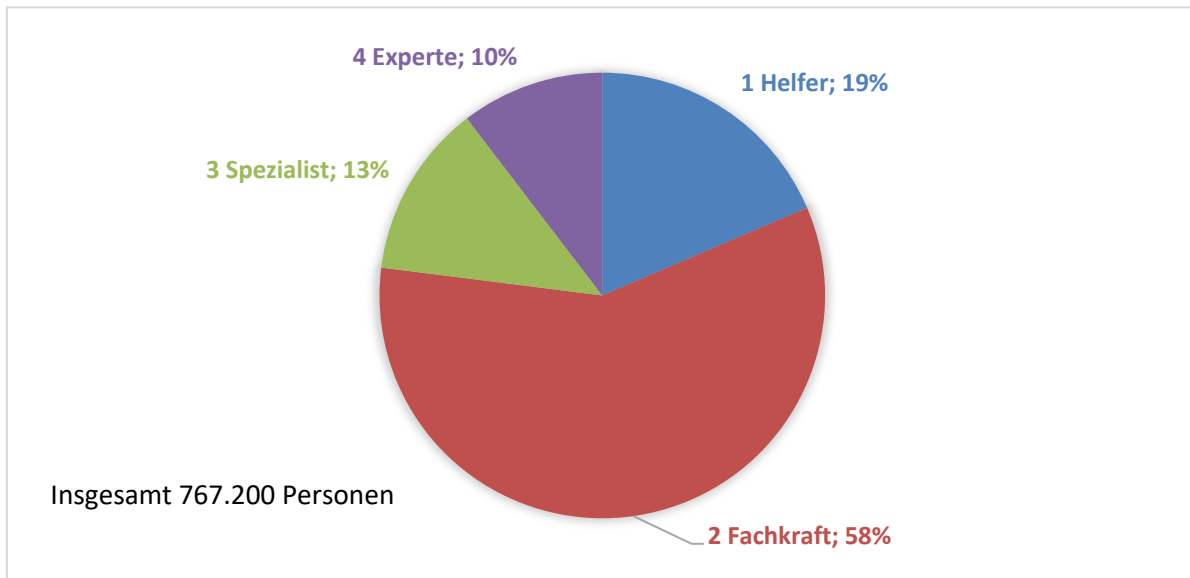
---

<sup>47</sup> In der Aufstellung der Beschäftigten nach Berufen sowie Anforderungsniveaus und Wirtschaftszweigen (Berufswirtschaftszweig-Matrizen) der BA können nicht alle Beschäftigten einem Anforderungsniveau oder einem Beruf zugeordnet werden. Im Allgemeinen ist der Rest sehr klein. Prozentanteile beziehen sich auf die Beschäftigten einschließlich des nicht zuordnenbaren Restes.

rungspflichtig und ausschließlich geringfügig entlohnten Beschäftigten 18,5% Helfer, 55,9% Fachkräfte, 11,9% Spezialisten und 12,5% Experten.<sup>48</sup>

Abbildung 13

Arbeitskräftebedarf 2035 nach Anforderungsniveaus - Anteil in Prozent



Quelle: Eigene Berechnungen.

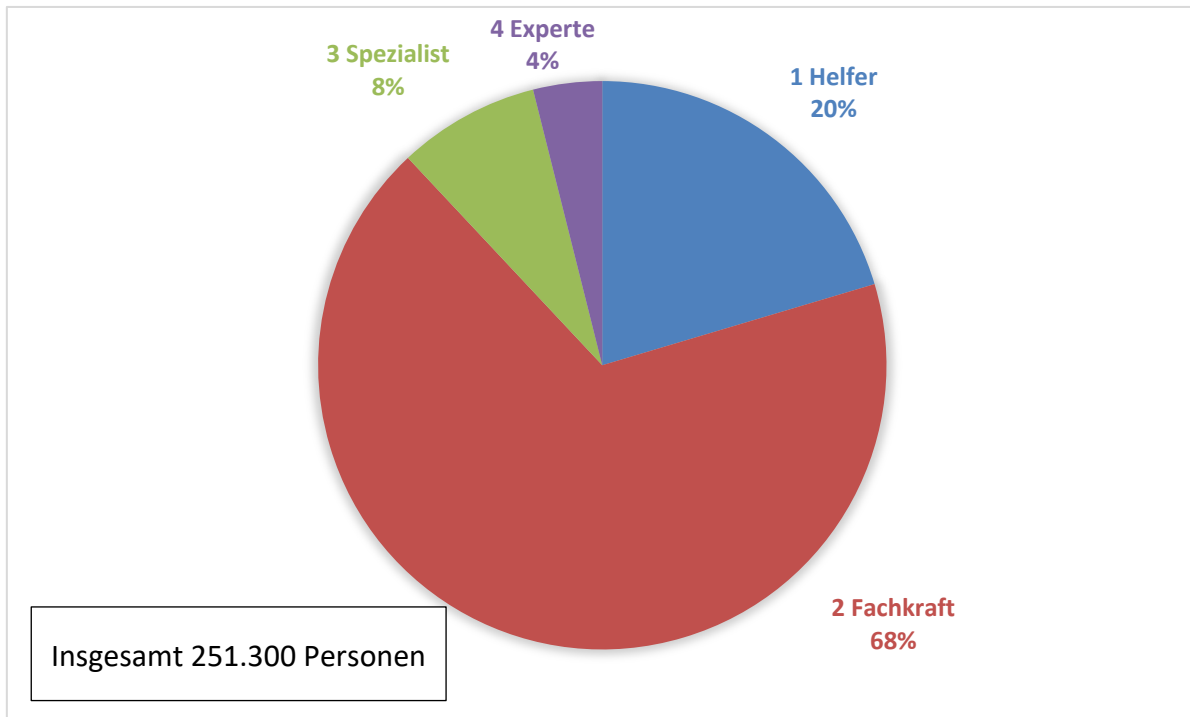
Abbildung 14 zeigt die Struktur des Arbeitskräftebedarfs für Klimaneutralität im Baugewerbe im Jahr 2035 nach Anforderungsniveaus.

Im Vergleich zum gesamten Arbeitskräftebedarf für Klimaneutralität ist im Baugewerbe der Anteil der Fachkräfte deutlich und der der Helfer etwas höher, die Anteile der Spezialisten und der Experten sind niedriger.

<sup>48</sup> 1,3% der Beschäftigten konnten keinem Anforderungsniveau zugeordnet werden.

Abbildung 14

Arbeitskräftebedarf im Baugewerbe 2035 nach Anforderungsniveaus - Anteil in Prozent



Quelle: Eigene Berechnungen.

Abbildung 15 zeigt den Arbeitskräftebedarf für Klimaneutralität im Jahr 2035 in den fünf am stärksten vertretenen Berufsgruppen, jeweils aufgegliedert nach Anforderungsniveaus.

Der größte Arbeitskräftebedarf - 7,9% des gesamten Arbeitskräftebedarfs für Klimaneutralität in diesem Jahr - entsteht bei Büro- und Sekretariatstätigkeiten (Berufsgruppe 714), hier dominieren Fachkraft-Anforderungen (75% des Arbeitskräftebedarfs in dieser Berufsgruppe). Die vergleichsweise hohe Bedeutung dieser Berufsgruppe erklärt sich vor allem dadurch, dass sie unter den indirekten Beschäftigungseffekten dominiert (siehe unten).

Ein fast ebenso großer Anteil (7,5%) entfällt auf Berufe der Maschinenbau- und Betriebstechnik (251); auch hier sind Fachkräfte (mit einem Anteil von 71%) am stärksten gefragt, allerdings werden auch Spezialisten und Experten in spürbarem Umfang benötigt.

In der Gruppe der Hochbauberufe (321) und noch stärker in der Berufsgruppe Lagerwirtschaft, Post, Zustellung, Güterumschlag (513) entstehen auch in beträchtlichem Umfang Arbeitsplätze für Helfer. Bei Berufen, die die Unternehmensorganisation und -strategie (713) betreffen, machen Spezialisten und Experten zusammen 43% des Bedarfs aus.



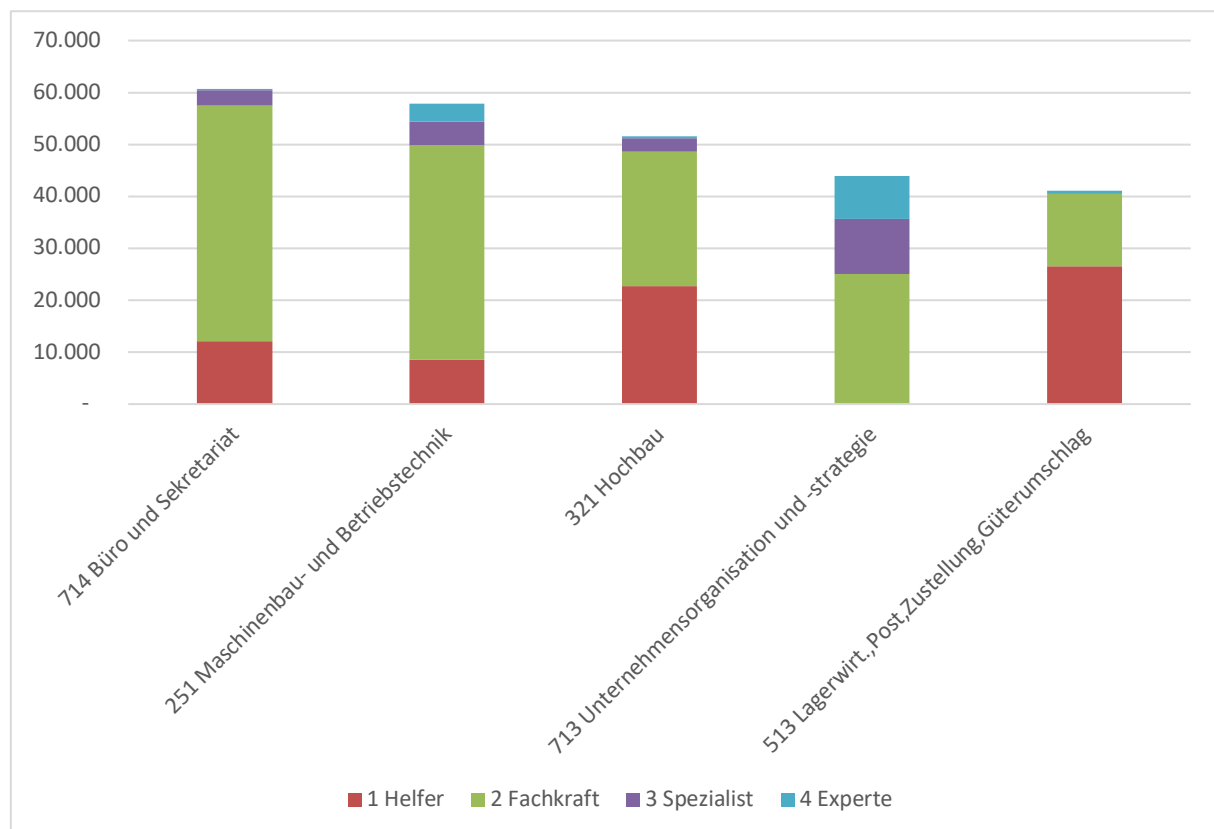
## Arbeitskräftebedarf nach Sektoren, Qualifikationen und Berufen zur Umsetzung der Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland

Die drei zuletzt genannten Berufsgruppen stehen für 6,7% bzw. 5,7% bzw. 5,4% des Arbeitskräftebedarfs für Klimaneutralität. Zusammen entfällt auf die fünf genannten Berufsgruppen etwa ein Drittel des Arbeitskräftebedarfs für Klimaneutralität.

Im Jahr 2020 gehörten zur Berufsgruppe der Büro- und Sekretariatstätigkeiten (Berufsgruppe 714) 6,7% aller sozialversicherungspflichtig und ausschließlich geringfügig entlohnten Beschäftigten, zur Berufsgruppe Maschinenbau- und Betriebstechnik (251) 3,6%, zur Berufsgruppe der Hochbauberufe (321) 1,4%, zur Berufsgruppe Unternehmensorganisation und -strategie (713) 4,7% und zur Berufsgruppe Lagerwirtschaft, Post, Zustellung, Güterumschlag (513) 5,5%. Zur Erstellung der Klimaschutzinvestitionen im Jahr 2035 werden also anteilig wesentlich mehr Arbeitskräfte in Bauberufen und deutlich mehr Arbeitskräfte in Maschinenbau- und Betriebstechnikberufen benötigt, als es dem Durchschnitt der aktuellen Beschäftigung entspricht.

Abbildung 15

Arbeitskräftebedarf 2035 nach ausgewählten Berufsgruppen - in Personen



Quelle: Eigene Berechnungen.

### **6.1.2 Direkter und indirekter Arbeitskräftebedarf**

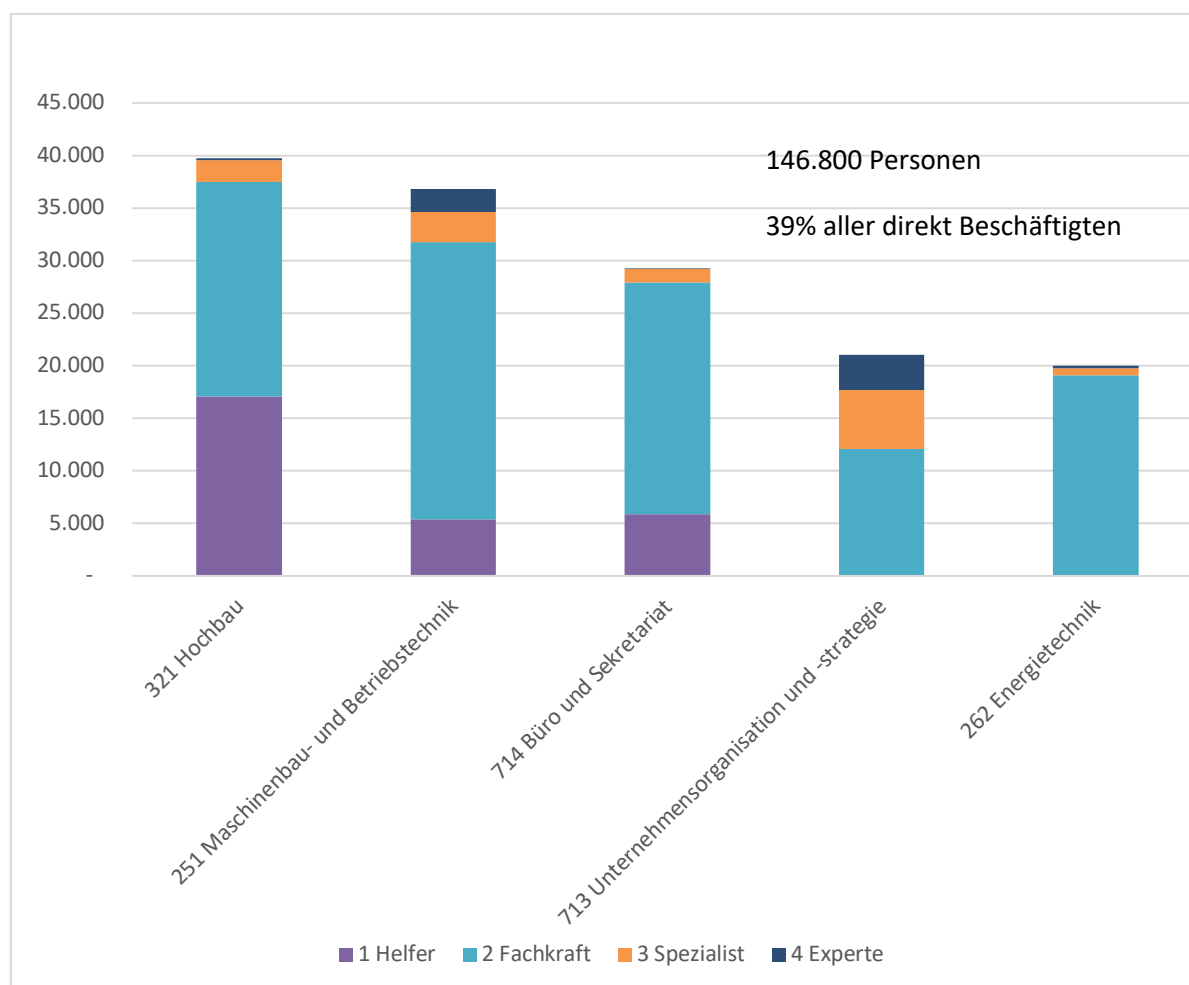
Von den 767.200 Arbeitskräften, die im Jahr 2035 für die Erstellung der Investitionen erforderlich werden, mit denen ein klimaneutrales Deutschland 2050 erreicht werden kann, entfällt die Hälfte (49,2%) auf Arbeitskräfte in Unternehmen, die die benötigten Investitionsgüter produzieren.; sie stellen den direkten Arbeitskräftebedarf dar. Diese Unternehmen beziehen Vorleistungen von anderen Unternehmen, in denen dazu ebenfalls Arbeitskräfte eingesetzt werden; diese indirekt benötigten Arbeitskräfte machen die andere Hälfte des gesamten Arbeitskräftebedarfs aus.

Der direkte Arbeitskräftebedarf entfällt zu 39% auf die fünf in Abbildung 16 dargestellten Berufsgruppen, der Rest verteilt sich – mit jeweils relativ kleinen Anteilen - über ein breites Spektrum von Berufen. An vorderer Stelle rangieren Hochbauberufe sowie Berufe des Maschinenbaus und der Betriebstechnik. Zu beachten ist dabei, dass viele Hochbauberufe auch für Aufgaben des Ausbaugewerbes eine Rolle spielen. Die von der Bedeutung her folgenden Berufsgruppen (Büro- und Sekretariatsberufe sowie Berufe der Unternehmensorganisation und -strategie) werden in allen Wirtschaftsbereichen eingesetzt, die Investitionsgüter für Klimaneutralität produzieren.

In allen Berufsgruppen dominiert der Bedarf an Fachkräften. Bei den Berufen der Unternehmensorganisation und -strategie ist der Anteil an Spezialisten und Experten höher als in anderen Berufsgruppen. Vor allem in den Hochbau-, aber auch in den Maschinenbau- und Betriebstechnikberufen sowie in den Büro- und Sekretariatsberufen entsteht auch Bedarf an Helfern.

Abbildung 16

Direkter Arbeitskräftebedarf 2035 nach ausgewählten Berufsgruppen - in Personen



Quelle: Eigene Berechnungen.

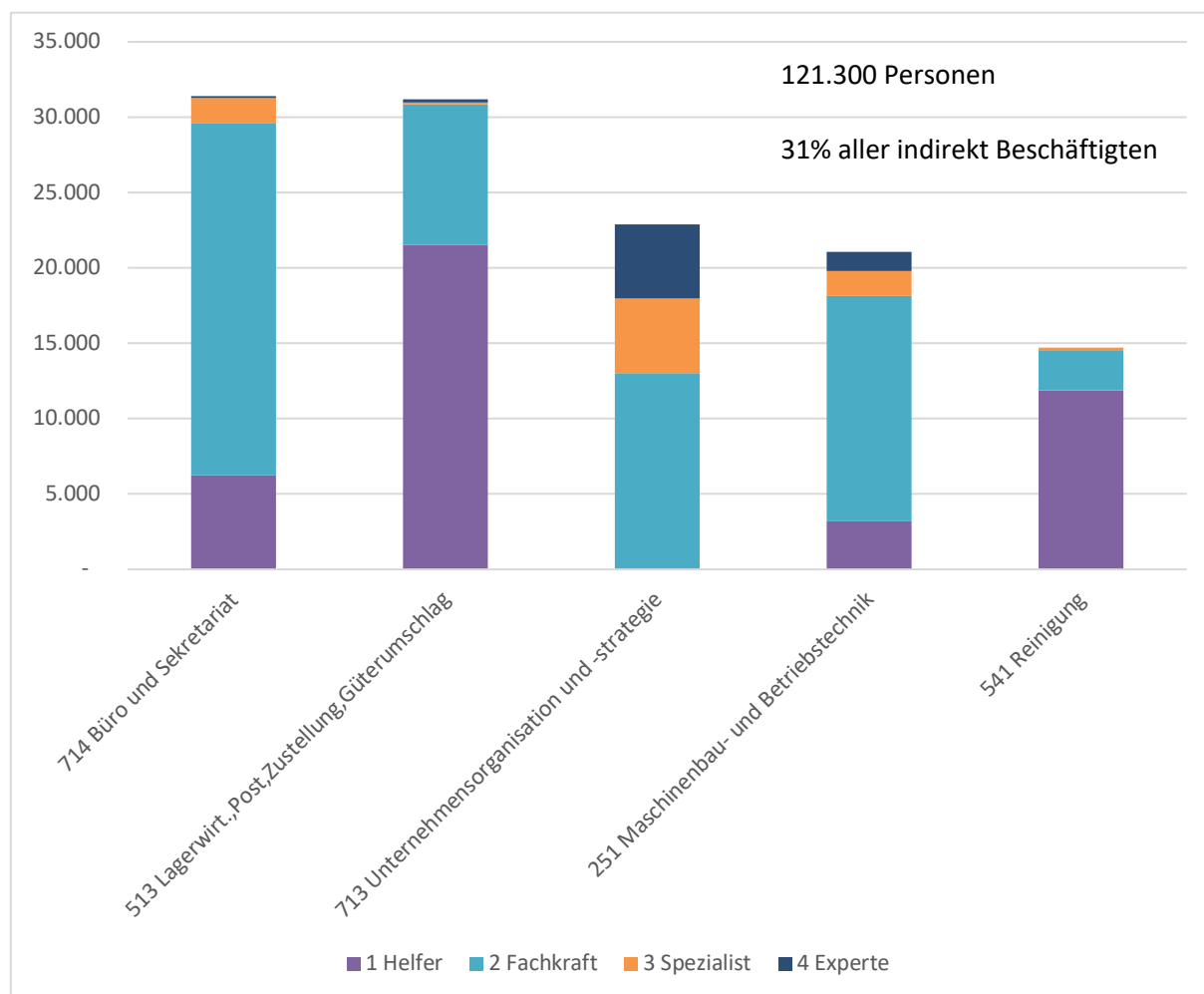
Indirekt werden Arbeitskräfte in einem breiten Spektrum von Wirtschaftsbereichen einschließlich vieler Dienstleistungssektoren benötigt. Deshalb unterscheidet sich das Berufsprofil der indirekt benötigten Arbeitskräfte deutlich von dem der direkt benötigten Beschäftigten (Abbildung 17). An erster Stelle stehen Büro- und Sekretariatsberufe etwa gleichauf mit Logistikberufen (Lagerwirtschafts-, Post-, Zustellungs- und Güterumschlagsberufe), die bei den direkt benötigten Arbeitskräften unter den Top-5-Berufsgruppen gar nicht vertreten sind. Letzteres gilt auch für Reinigungsberufe. Wie in den Investitionsgüter produzierenden Sektoren werden auch in den Vorleistungssektoren Arbeitskräfte in Berufen der Unternehmensorganisation und -strategie benötigt, ebenso Arbeitskräfte in Maschinenbau- und Betriebstechnikberufen.

## Arbeitskräftebedarf nach Sektoren, Qualifikationen und Berufen zur Umsetzung der Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland

Das Muster der Anforderungsniveaus unterscheidet sich insgesamt zwischen direkt und indirekt benötigten Arbeitskräften nur wenig: Der Anteil des Bedarfs an Fachkräften ist bei den direkt benötigten Arbeitskräften mit 61% um 5 Prozentpunkte höher als bei den indirekt benötigten, der Anteil der Helfer mit 16% um 5 Prozentpunkte niedriger.

Abbildung 17

Indirekter Arbeitskräftebedarf 2035 nach ausgewählten Berufsgruppen - in Personen



Quelle: Eigene Berechnungen.

## 6.2 Arbeitskräftebedarf in Engpassberufen

Soweit der Arbeitskräftebedarf für die Erstellung der notwendigen Klimaschutzinvestitionen auf Engpassberufe entfällt, kann die Umsetzung der Klimaschutzmaßnahmen erschwert werden.

Die BA identifiziert für 2019 bei 52 Berufsuntergruppen (4-Steller) einen Mangel an Fachkräften, bei 27 Berufsuntergruppen einen Mangel an Spezialisten und bei 12 Berufsuntergrup-

pen einen Mangel an Experten (siehe Abschnitt 3.3). In der vorliegenden Studie, die Berufe auf der Ebene der Berufsgruppen (3-Steller) analysiert, werden die Berufsgruppen als Engpassbereiche verstanden, zu denen die von der BA identifizierten Engpass-Berufsuntergruppen gehören. Für die Darstellung in diesem Abschnitt werden diese Berufsgruppen nach Berufsbereichen zusammengefasst.

Abbildung 18 zeigt, dass auf die Berufsgruppen, in denen die BA 2019 Berufsuntergruppen identifiziert hat, in denen ein Mangel an Fachkräften, Spezialisten oder Experten herrschte, von den insgesamt rund 767.200 Arbeitskräften für Klimaneutralität des Jahres 2035 rund 306.800 Arbeitskräfte, also 40%, entfallen. Davon sind 81% Fachkräfte, 11% Spezialisten und 8% Experten.

Ein erheblicher Teil des Arbeitskräftebedarfs zur Erstellung der Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland entfällt also auf Berufe, in denen gegenwärtig Engpässe herrschen.

Abbildung 18

Arbeitskräftebedarf 2035 in aktuellen Engpassbereichen nach Anforderungsniveau - in Personen

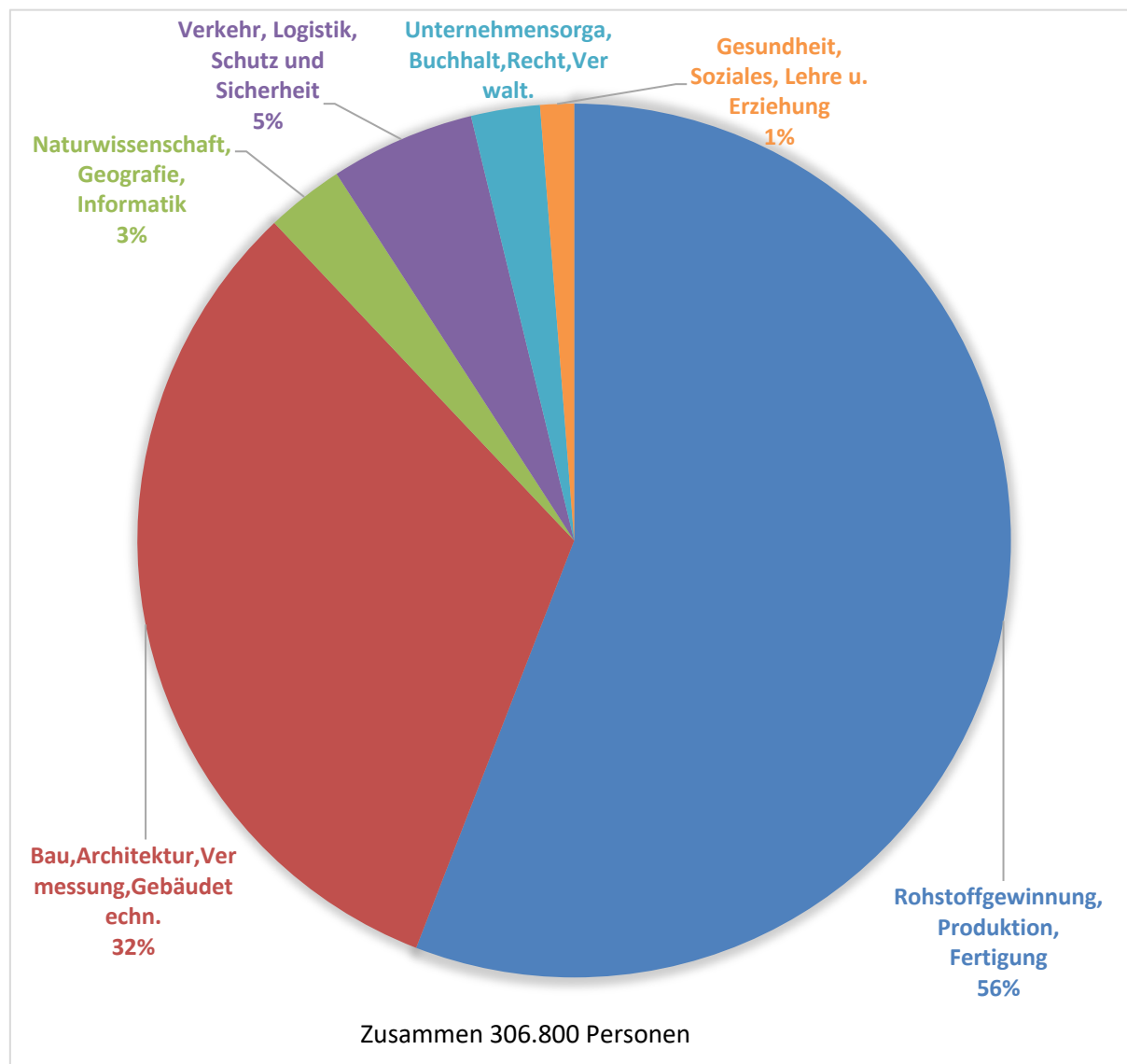


Quelle: Eigene Berechnungen.

Abbildung 19 zeigt, dass der größte Anteil des Arbeitskräftebedarfs für ein klimaneutrales Deutschland im Jahr 2035, soweit er auf von der BA für 2019 identifizierte Engpassbereiche entfällt, Berufe der Rohstoffgewinnung, der Produktion und der Fertigung betrifft (56%). Ein weiterer großer Anteil (32%) der benötigten Arbeitskräfte muss aus Bau-, Architektur-, Vermessungs- und Gebäudetechnikberufen kommen, in denen aktuell Arbeitskräfteengpässe herrschen.

Abbildung 19

Arbeitskräftebedarf 2035 in aktuellen Engpassbereichen nach Berufsbereichen – Anteil in Prozent



Quelle: Eigene Berechnungen.

### 6.3 Arbeitskräftebedarf in Digitalisierungsberufen

Auch die Digitalisierung von Wirtschaft und Verwaltung wird in den kommenden Jahrzehnten erhebliche Arbeitskräfteressourcen in Anspruch nehmen. Deshalb ist die Frage von Interesse, inwieweit sich der Arbeitskräftebedarf für die Erstellung der Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland auf Digitalisierungsberufe richtet.

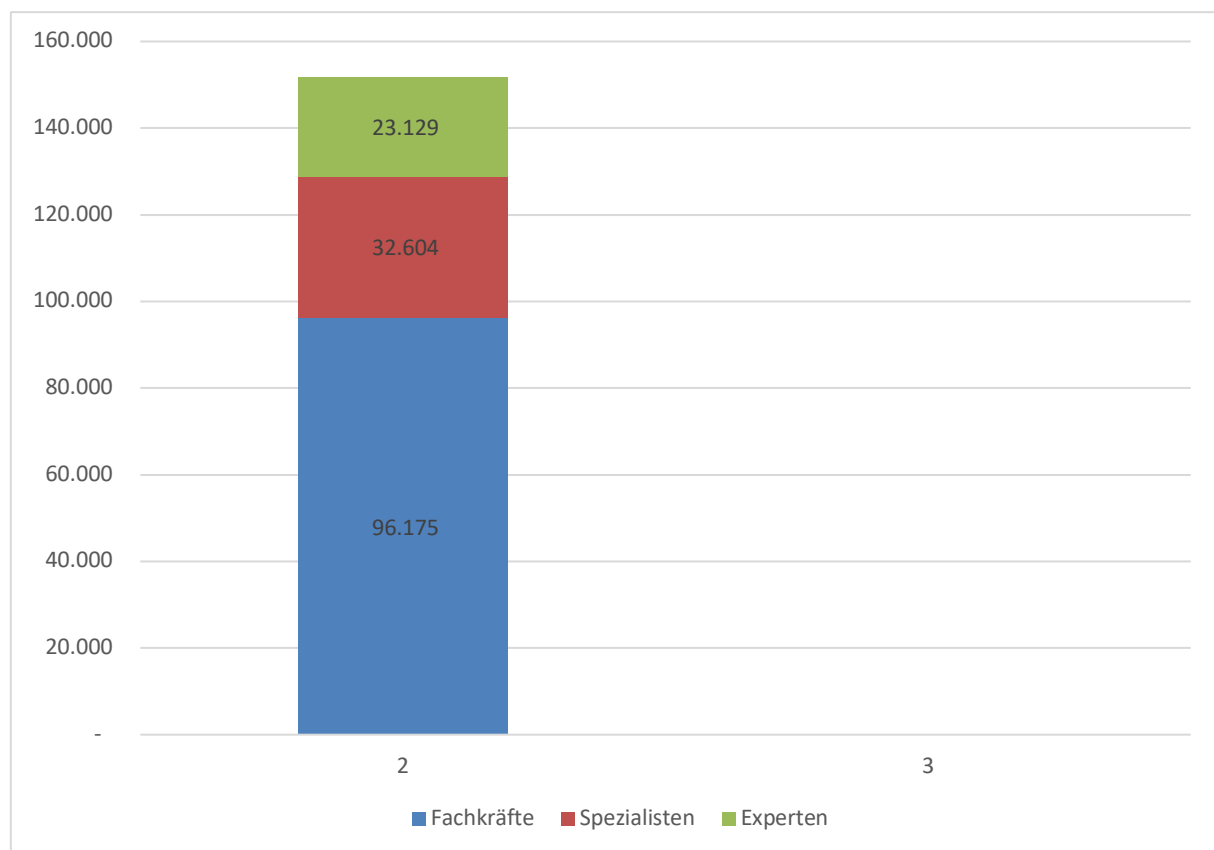
## Arbeitskräftebedarf nach Sektoren, Qualifikationen und Berufen zur Umsetzung der Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland

Die Digitalisierungsberufe sind auf der Ebene der Berufsgattung (5-Steller der KldB) definiert (Burstedde 2020). Für die vorliegende Studie werden die 23 Berufsgruppen (3-Steller) getrennt nach Anforderungsniveaus betrachtet, in denen sich Berufsgattungen finden, die als Digitalisierungsberufe identifiziert worden sind.

Abbildung 20 zeigt den Arbeitskräftebedarf für Klimaneutralität im Jahr 2035, der auf Digitalisierungsberufe entfällt, nach Anforderungsniveaus. Insgesamt sind das knapp 151.900 Personen, also rund 20% des gesamten Arbeitskräftebedarfs für Klimaneutralität. Vom Arbeitskräftebedarf in Digitalisierungsberufen entfällt der größte Anteil (63%) auf Fachkräfte, 21% entfällt auf Spezialisten und 15% auf Experten.

Abbildung 20

Arbeitskräftebedarf 2035 in Digitalisierungsberufen nach Anforderungsniveaus - in Personen



Quelle: Eigene Berechnungen.

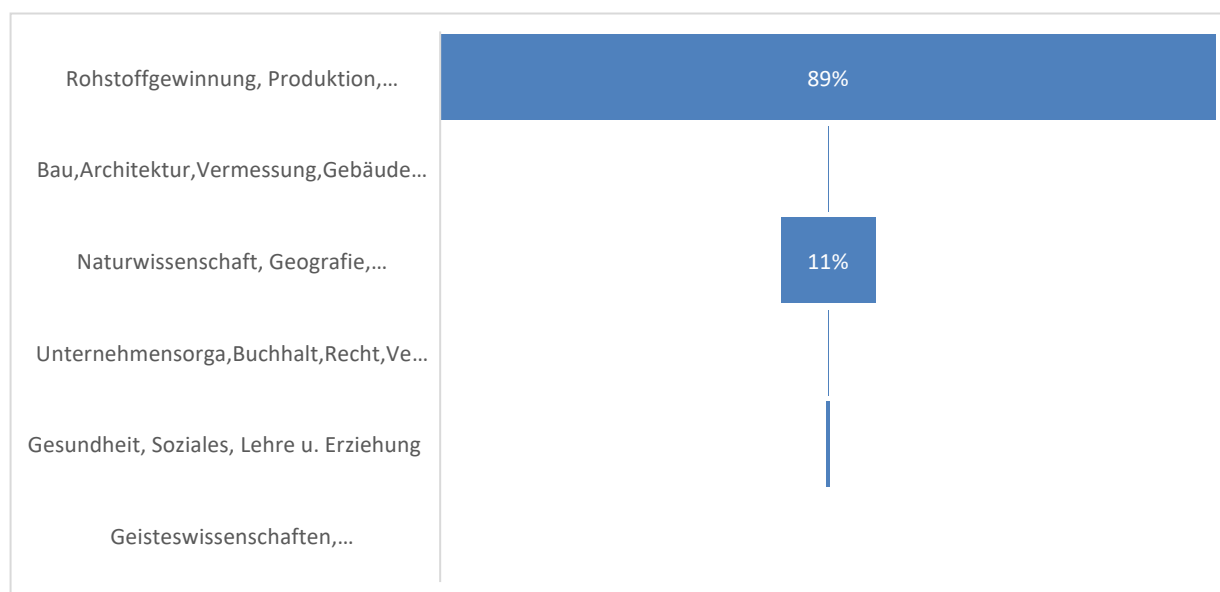
Abbildung 21 zeigt den Arbeitskräftebedarf für Klimaneutralität im Jahr 2035, der auf Digitalisierungsberufe entfällt, nach Berufsbereichen. Die Nennung der Berufsbereiche (1-Steller) bedeutet, dass es in diesen Berufsbereichen Berufsgattungen (5-Steller) gibt, die als Digitalisierungsberufe identifiziert worden sind. Vom Arbeitskräftebedarf für Klimaneutralität in Digitalisierungsberufen entfällt der größte Anteil (89%) auf den Berufsbereich Rohstoffge-

winnung, Produktion, Fertigung. Ein besonders großer Bedarf entsteht in den Berufsgruppen Maschinenbau und Betriebstechnik (KldB 251; 41.300 Personen; 5,4% des Arbeitskräftebedarfs für Klimaneutralität), Energietechnik (262; 27.700; 3,6%) und Elektrotechnik (263; 7.300; 1%). Ein kleiner Anteil (11%) des Arbeitskräftebedarfs für Klimaneutralität im Jahr 2035 entfällt auf den Berufsbereich Naturwissenschaft, Geografie, Informatik. In den übrigen Berufsbereichen, in denen sich Digitalisierungsberufe finden, entsteht nur geringer Arbeitskräftebedarf für Klimaneutralität.

Die „Überlappung“ der Arbeitskräftebedarfe für Klimaneutralität und für Digitalisierung ist mit 20% also nicht besonders hoch; in Berufen der Rohstoffgewinnung, Produktion, Fertigung könnte es dennoch zur Konkurrenz um Fachkräfte kommen.

Abbildung 21

Arbeitskräftebedarf 2035 in Digitalisierungsberufen nach Berufsbereichen - Anteile der Berufsbereiche in Prozent



Quelle: Eigene Berechnungen.

#### 6.4 Arbeitskräftebedarf in Engpassberufen 2040

Die QuBE-Studie zielt auf die Identifikation von möglichen Arbeitsmarktengpässen bis zum Jahr 2040 (siehe Abschnitt 3.3). Sie berücksichtigt dabei die Schrumpfung des Arbeitskräfteangebots und erfasst vorhersehbare Strukturveränderungen auf der Angebots- und der Nachfrageseite des Arbeitsmarktes.

Die QuBe-Studie weist für 2040 auf der Ebene der Berufsgruppen (3-Steller) den Saldo zwischen Arbeitskräfteangebot und -nachfrage aus. Bei 9 Berufsgruppen ist der Bedarf an Ar-

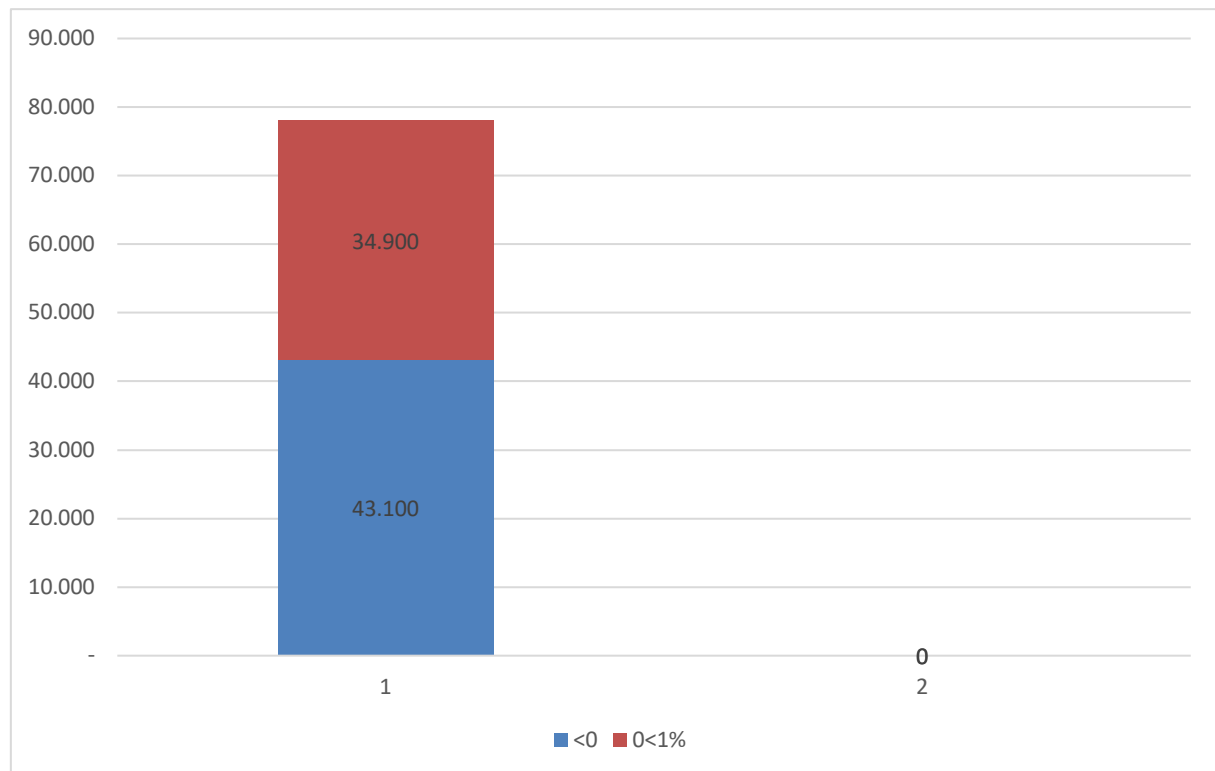


## Arbeitskräftebedarf nach Sektoren, Qualifikationen und Berufen zur Umsetzung der Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland

beitskräften größer als das Angebot, der Saldo also  $<0$ . Bei 10 weiteren Berufsgruppen ist der Überschuss des Angebots über die Nachfrage zwar positiv, aber  $<1\%$ .

Abbildung 22 zeigt den Arbeitskräftebedarf für ein klimaneutrales Deutschland im Jahr 2040, soweit er auf Berufsgruppen entfällt, für die nach der QuBe-Studie in diesem Jahr ein Arbeitskräfteengpass zu erwarten ist. Insgesamt handelt es sich um rund 78.000 Personen, das sind 17,5% des Arbeitskräftebedarfs, der in diesem Jahr zur Erstellung der Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland erforderlich ist. Etwas mehr als die Hälfte dieser 78.000 Personen (55%) entfällt auf Berufsgruppen, in denen in der QuBe-Studie ein negativer Saldo ausgewiesen wird.

Abbildung 22  
Arbeitskräftebedarf 2040 in zukünftigen Engpassbereichen - in Personen

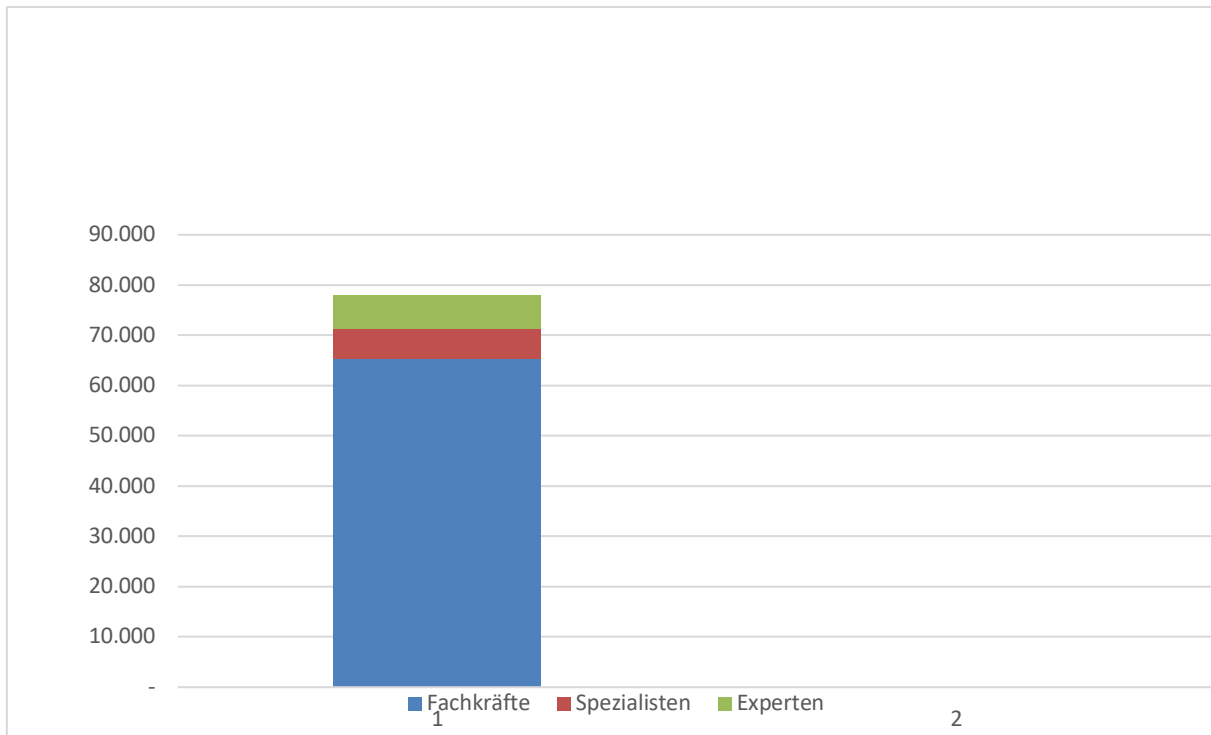


Quelle: Eigene Berechnungen.

In Abbildung 23 wird dieser Arbeitskräftebedarf nach Anforderungsniveaus aufgegliedert. Ganz überwiegend (84%) betrifft er Fachkräfte – wie es auch bei der Betrachtung des Arbeitskräftebedarfs zur Erstellung der Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland im Jahr 2040 aus der Perspektive aktueller Arbeitsmarktengpässe der Fall war (siehe Abbildung 18).

Abbildung 23

Arbeitskräftebedarf 2040 in zukünftigen Engpassbereichen nach Anforderungsniveau - in Personen

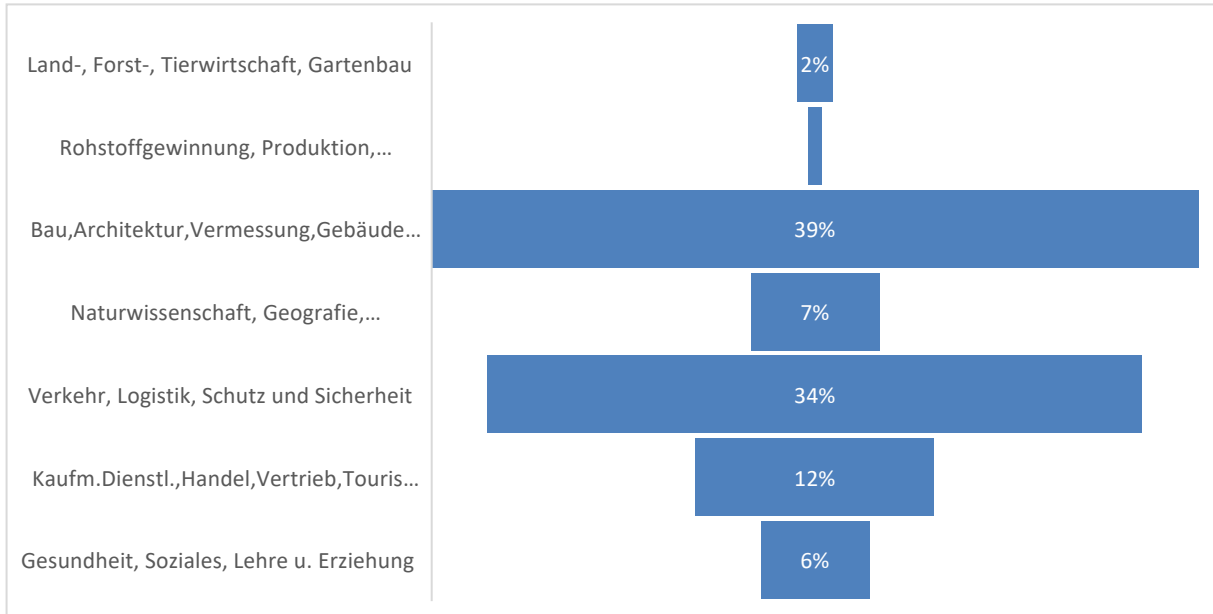


Quelle: Eigene Berechnungen.

Abbildung 24 zeigt – aus Gründen der Übersichtlichkeit zusammengefasst für Berufsbereiche - wie sich der Arbeitskräftebedarf für ein klimaneutrales Deutschland des Jahres 2040, soweit er auf die für dieses Jahr in der QuBe-Studie ausgewiesenen Engpassberufe entfällt, auf Berufsbereiche aufteilt. Hier wird deutlich, dass sich die Engpassbereiche im Jahr 2040 deutlich von denen des Jahres 2019 unterscheiden werden. Der größte Teil des Arbeitskräftebedarfs in künftigen Engpassberufen (39%) entfällt auf Bau-, Architektur-, Vermessungs- und Gebäudetechnikberufe. Bezogen auf heutige Engpassberufe rangierten demgegenüber Berufe der Rohstoffgewinnung, der Produktion und der Fertigung an erster Stelle (siehe Abbildung 21). Ein ähnlich bedeutender Anteil des Arbeitskräftebedarfs in künftigen Engpassberufen (34%) betrifft Verkehrs-, Logistik- sowie Schutz- und Sicherheitsberufe. Aktuell herrschen in diesem Berufsbereich noch nicht so gravierende Engpässe; deshalb wird in Abbildung 19Abbildung 21 dafür ein Anteil von lediglich 5% ausgewiesen.

Abbildung 24

Arbeitskräftebedarf 2040 in zukünftigen Engpassbereichen nach Berufsbereichen - Anteile der Berufsbereiche in Prozent



Quelle: Eigene Berechnungen.

## 7 Exkurs: Exporte von Klimaschutztechnologiegütern

In verschiedenen Studien ist versucht worden, das Volumen der deutschen Exporte von Klimaschutz- oder ähnlichen Gütern ex post abzuschätzen. Da die Verwendung von Gütern kein Klassifikationskriterium der Außenhandelsstatistik ist, muss die Abgrenzung der interessierenden Güter auf andere Weise erfolgen; dabei sind verschiedene Wege verfolgt worden. Daraus ergeben sich erhebliche Unterschiede in den Schätzungen. In einigen Studien sind darüber hinaus Zukunftsszenarien der Exporte von Klimaschutzgütern entwickelt worden. Hierbei kommt zu den Abgrenzungsproblemen hinzu, dass dabei unterschiedliche Annahmen über die zukünftige Entwicklung der Treiber dieser Exporte getroffen wurden.

### 7.1 Ex-post-Schätzungen

Für das letzte verfügbare Jahr 2017 weist die Erhebung der Waren, Bau- und Dienstleistungen für den Umweltschutz des Statistischen Bundesamtes (destatis 2019) einen Auslandsumsatz mit Klimaschutzgütern und -leistungen von rund 19,5 Mrd. Euro aus. Das sind 68% des gesamten Auslandsumsatzes mit Umweltschutzgütern und -leistungen. Die Daten beruhen auf Angaben von rund 7.100 Wirtschaftseinheiten mit umweltschutzbezogenen Umsätzen. Damit ist lediglich die Umweltschutzwirtschaft im engeren Sinne – und diese vermutlich auch nur teilweise – erfasst.

Eine Auswertung der Außenhandelsstatistik der Vereinten Nationen (COMTRADE-Datenbank) mit Hilfe einer Liste von potenziellen<sup>49</sup> Klimaschutzgütern, die mit der oben genannten Erhebung abgestimmt ist und nur Güter berücksichtigt, deren Hauptzweck der Klimaschutz ist, ergibt, dass Deutschland im Jahr 2017 solche Güter im Wert von knapp 21 Mrd. Euro exportiert hat; dies waren 35,5 % der – ebenfalls mit Hilfe einer Güterliste ermittelten - gesamten deutschen Ausfuhren von Umweltschutzgütern (Gehrke, Schasse 2019).

In einer etwas älteren Untersuchung, die ebenfalls auf einer Auswertung der COMTRADE-Datenbank mit Hilfe von Güterlisten basiert (Blazejczak u.a. 2019), waren für potenzielle Klimaschutztechnologiegüter im Jahr 2013 Exporte von 101 Mrd. Euro ermittelt worden. Klimaschutztechnologiegüter umfassen ein weiteres Spektrum von Gütern, auch wenn sie nicht in erster Linie dem Klimaschutz dienen. Die Exporte teilen sich zu etwa gleichen Teilen auf Core- und auf Non-Core-Bereiche auf. Die Core-Bereiche umfassen Erneuerbare Energietechnologien, Energieeffizienztechnologien und Energieumwandlungstechnologien. Non-

---

<sup>49</sup> Damit wird darauf hingewiesen, dass diese Güter für den Klimaschutz, aber auch für andere Zwecke, eingesetzt werden können.

core Bereiche umfassen Technologien, die entweder auf andere Umweltprobleme zielen aber auch zum Klimaschutz beitragen, oder die Querschnittstechnologien darstellen. Sie umfassen Güter zur Luftreinhaltung, Güter der Mess-, Steuer- und Regeltechnik sowie eine Gütergruppe 'Umweltfreundlichere Technologien', in der Verkehrstechnologien eine bedeutende Rolle spielen.

Der Unterschied zu der oben genannten Zahl von 21 Mrd. Euro Exporten im Jahr 2017 lässt sich dadurch erklären, dass in der zuletzt genannten Untersuchung erstens ein deutlich breiteres Spektrum von Gütern einbezogen wurde, und dass zweitens in der Untersuchung von Gehrke und Schasse eine Bereinigung vorgenommen wurde, um Exporte auszuschließen, die wahrscheinlich nicht für den Klimaschutz verwendet werden.<sup>50</sup>

## **7.2 Zukunftsszenarien**

Für die in Blazejczak u.a. 2019 erfassten Exporte von Klimaschutztechnologiegüter werden zwei Zukunftsszenarien bis zum Jahr 2030 entwickelt. Für ein Business-as-usual- (BAU-) Szenario wird angenommen, dass weltweit die Mitte der 2010er Jahre getroffenen Beschlüsse zum Klimaschutz umgesetzt werden. Für ein alternatives Szenario wird angenommen, dass weltweit Anstrengungen unternommen werden, den globalen Temperaturanstieg gegenüber dem vorindustriellen Niveau auf deutlich unter 2°C zu begrenzen. Mit dem Roland Berger-Marktmodell (Roland Berger 2014) wurde für das BAU-Szenario ein Anstieg des Volumens der dort betrachteten weltweiten Klimaschutzleitmärkte ausgehend von 1.900 Mrd. Euro im Jahr 2013 auf 5.400 Mrd. Euro im Jahr 2030 (6,3% p.a.) abgeschätzt. Für das 2°-Szenario wurde ein Anstieg auf 7.500 Mrd. Euro (8,3% p.a.) prognostiziert. Unter Berücksichtigung der Anteile, die – länder- und technologiespezifisch - importiert (also nicht im eigenen Land produziert) werden, und der entsprechend differenzierten Anteile deutscher Lieferanten für diese Importe anderer Länder, können die deutschen Exporte von Klimaschutztechnologiegütern abgeschätzt werden: im BAU-Szenario steigen sie – in realer Rechnung - um 3,7% p.a. auf 187 Mrd. Euro, im 2°-Szenario um 6.1% p.a. auf 277 Mrd. Euro.<sup>51</sup>

---

<sup>50</sup> Die von Gehrke und Schasse entwickelte und verwendete sogenannten NIW-Liste ist auf der 9-Steller Ebene der GP definiert. Zur Auswertung der COMTRADE muss sie auf die Ebene der übergeordneten 6-Steller der HS umgeschlüsselt werden. Gehrke und Schasse kürzen dann die Angaben aus der Außenhandelsstatistik um einen Faktor, der dem aus der Produktionsstatistik abgeleiteten Anteil der relevanten 9-Steller an den übergeordneten 6-Stellern entspricht.

<sup>51</sup> Deutschland verliert in beiden Szenarien aufgrund eines Struktureffekts Anteile am Weltmarkt: die Nachfrage verschiebt sich in Zukunft zu Ländern hin, in denen die deutsche Marktstellung im Vergleich zu den traditionellen deutschen Absatzländern schwach ist. Im 2°-Szenario wird der Rückgang der deutschen Lieferanteile allerdings gedämpft. Dahinter steht die Annahme, dass Deutschland aufgrund einer Vorreiterposition im Klimaschutz seine technologische Wettbewerbsfähigkeit verbessern kann.

Damit ergibt sich im Jahr 2030 ein Unterschied der Exporte zwischen BAU- und 2°-Szenario von 90 Mrd. Euro (zu Preisen und Wechselkursen von 2013), die als Wirkung einer weltweit forcierten Klimaschutzpolitik angesehen werden können. Davon entfallen 60 Mrd. Euro auf die Core-Bereiche und 30 Mrd. Euro auf die Non-Core-Bereiche.

Simulationsrechnungen mit einem gesamtwirtschaftlichen ökonomischen Modell (gws 2021) ergeben, dass im Jahr 2030 durch die zusätzlichen Exporte in Deutschland 110.00 zusätzliche Arbeitsplätze geschaffen werden. Dabei handelt es sich um die Netto-Beschäftigungswirkungen der zusätzlichen Exporte; eine Verdrängung anderer wirtschaftlicher Aktivitäten ist also berücksichtigt.

Eine jüngere Studie untersucht die Exporte von Energietechnologiegütern (Lehr u.a. 2020). Die Untersuchung beruht ebenfalls auf einer Güterliste; diese stellt eine Kombination aus der von Gehrke und Schasse verwendeten Liste und einer Liste der OECD dar und entspricht weitgehend der von Blazejczak u.a. verwendeten Liste, berücksichtigt aber nur den Energiebereich. Die Auswertung der COMTRADE mit dieser Liste ergab, dass Deutschland 2017 Energietechnologiegüter im Volumen von 128 Mrd. USD an andere Länder lieferte.

Auch in dieser Untersuchung wurde ein Zukunftsszenario entwickelt. Es handelt sich um ein status-quo-Szenario, für das angenommen wird, dass sich die Importe von Energietechnologiegütern nach Ländern oder Ländergruppen bei allen berücksichtigten Gütergruppen ab 2017 genauso entwickeln wie das Bruttoinlandsprodukt der jeweiligen Länder bzw. Ländergruppen. Über die Zeit unverändert bleiben die Importquoten der Empfängerländer und die deutschen Lieferanteile.

Die weltweiten Importe von Energietechnologiegütern steigen im Status-quo-Szenario dann von 912 Mrd. USD<sub>2017</sub> im Jahr 2017 auf 1.277 Mrd. USD<sub>2017</sub> im Jahr 2030, das entspricht einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von 2,6%. Das ist wesentlich weniger als vom Roland Berger Marktmodell für die Umweltschutzleitmärkte im BAU-Fall vorhergesagt.

Die deutschen Exporte von Energietechnologiegütern steigen in diesem Szenario von 128 Mrd. USD<sub>2017</sub> im Jahr 2017 auf 174 Mrd. USD<sub>2017</sub> im Jahr 2030, wachsen also in realer Rechnung um 2,4% pro Jahr und damit weniger stark als die weltweite Nachfrage. Der deutsche Welthandelsanteil (deutscher Lieferanteil für alle Länder) geht also zurück (von 14% im Jahr 2017 auf 13,6% im Jahr 2030), obwohl für alle Einzelländer bzw. Ländergruppen ein konstanter deutscher Lieferanteil angenommen wurde. Ursache dafür ist der bereits erwähnte Struktureffekt: Deutschland beliefert traditionell im Schwerpunkt Regionen wie die EU-Länder, deren Importe von Energietechnologiegütern in Zukunft weniger stark wachsen als die etwa der südostasiatischen Länder. Könnte Deutschland seine Lieferanteile in den

einzelnen Regionen so steigern, dass sein Weltmarktanteil konstant bliebe, wären bei der angenommenen weltweiten Importnachfrage die deutschen Lieferungen im Jahr 2030 um gut 5 Mrd. USD<sub>2017</sub> oder 3% höher als im Status-quo-Szenario. Auf die Berechnung eines BAU- und eines 2°-Szenarios, die ermöglichen würden, die Effekte einer forcierten Klimaschutzpolitik zu erfassen, wurde wegen der gegenwärtig unklaren Perspektiven der Weltwirtschaft vorerst verzichtet.

Verschiedene Organisationen haben Vorschläge gemacht, die weltweiten Hilfsprogramme zur Bewältigung der wirtschaftlichen Folgen der Corona-Pandemie stärker für Maßnahmen zur Emissionseinsparung zu nutzen. Davon könnten auch deutsche Unternehmen als Lieferanten von Energie- und Klimaschutzgütern profitieren. So hat die internationale Energieagentur (IEA) zusammen mit dem Internationalen Währungsfonds (IMF) einen Vorschlag gemacht in den Jahren 2021 bis 2023 Aktionen zum Umbau der Energiesysteme vorzusehen, die gleichzeitig Wachstum und Beschäftigung fördern (IEA 2020). Der Vorschlag umfasst mehr als 30 energiepolitische Maßnahmen mit einem Volumen von jährlich einer Billion US\$ zusätzlichen Ausgaben gegenüber denen der letzten Jahre, das entspräche 0,7% des globalen BIP. Der Plan würde 300 Mrd. US\$ pro Jahr an Staatsausgaben erfordern; das wären 10% der (bis Mai 2020) angekündigten Hilfsprogramme.

Die Schwerpunkte der vorgeschlagenen Maßnahmen liegen bei Gebäudemaßnahmen (250 Mrd. US\$ pro Jahr) und bei Elektrizitätswirtschaft, hier insbesondere bei Netzen (110 Mrd. US\$ pro Jahr) und dem Ausbau der erneuerbaren Energien (180 Mrd. US\$ pro Jahr). Weitere 270 Mrd. US\$ pro Jahr sind für den Verkehrssektor vorgesehen, darunter die Anschaffung von energieeffizienteren und elektrisch angetriebenen Fahrzeugen. Zur Steigerung der Energieeffizienz in der Industrie werden Maßnahmen im Umfang von 80 Mrd. US\$ pro Jahr vorgeschlagen, darunter 10 Mrd. US\$ für Maßnahmen bei der Abfallentsorgung und Materialeffizienz.

## 8 Fachkräfteengpasspolitik

Im Zuge des Strukturwandels zu einem klimaneutralen Deutschland ergeben sich Potenziale, durch Branchen- und Berufswechsel Fachkräfteengpässe zu entschärfen. Darüber hinaus bestehen Möglichkeiten das Arbeitskräfteangebot etwa durch eine Erhöhung der Erwerbsbeteiligung oder durch Zuwanderung zu erhöhen, schließlich können Qualifizierungsmaßnahmen und die Gestaltung von Arbeitsbedingungen einschließlich der Entlohnung zur Beseitigung von Engpässen beitragen.

### 8.1 Flexibilitätspotenziale

Der Übergang zur Klimaneutralität bedeutet einen erheblichen Strukturwandel der Beschäftigung, der über die hier beschriebenen Beschäftigungswirkungen hinausgeht. Dem hier beschriebenen Mehrbedarf an Arbeitskräften zur Erstellung der Investitionsgüter für ein klimaneutrales Deutschland steht ein Minderbedarf etwa in den Sektoren fossiler Energieumwandlung gegenüber. Mit wegfallenden Arbeitsplätzen entstehen Potenziale für Branchen- und Berufswechsel.

Münch u.a. (2020) schätzen das Potenzial an Arbeitskräften ab, das sich in der Corona-Pandemie für die energetischen Gebäudesanierung durch Branchen- und Berufswechsel aus Bereichen, die von einem Rückgang der Arbeitskräftenachfrage betroffen sind, zusätzlich ergeben könnte.

Um das Potenzial von Branchenwechslern zu bestimmen, werden zunächst die für den Gebäudesektor relevanten Berufsgruppen (20 3-Steller) bestimmt. Soweit davon ein größerer Teil in anderen Branchen tätig ist, wird ermittelt, wie weit diese Tätigkeiten von einem Nachfragerückgang betroffen sind. In den Jahren 2020 bis 2025 wird insgesamt ein Potential von 390 Tausend Arbeitskräften ermittelt; die meisten davon in den Jahren 2021 und 2022. Besonders hoch ist das Potenzial in der Berufsgruppe Maschinenbau- und Betriebstechnik.

Die Ermittlung des Potentials an Berufswechslern stützt sich auf die Auswertung einer beruflichen Flexibilitätsmatrix nach Berufshauptgruppen (QuBe 2021) kombiniert mit Informationen darüber, in welchen Gruppen „Corona-bedingte“ Nachfrageausfälle zu erwarten sind. Insgesamt wird für die Jahre 2020 bis 2025 ein Potential von knapp 140 Tausend Personen ermittelt; Schwerpunkte sind dabei Maschinen- und Fahrzeugtechnikberufe sowie Einkaufs-, Vertriebs- und Handelsberufe.



Als Strategien zur Gewinnung von Fachkräften aus diesen Potentialen werden Informationskampagnen, Unterstützung bei Bewerbungen, Qualifikations- und Umschulungsprogramme und eine verbesserte Gestaltung von Arbeitsbedingungen empfohlen. Sie zielen u.a. auf die Gewinnung von Frauen für den Gebäudebereich, die Anerkennung von berufsanschlussfähigen Teilqualifikationen für Geringqualifizierte sowie die attraktive Gestaltung von „weichen“ Arbeitsbedingungen neben dem Arbeitsentgelt.

## **8.2 Ansatzpunkte**

### **8.2.1 Erwerbsbeteiligung**

Potenziale für eine Ausweitung des Arbeitskräfteangebots bestehen in einer Steigerung der Erwerbsbeteiligung insbesondere von Frauen und von Älteren. Allerdings sind die Potenziale dafür begrenzt. Die Erwerbsquoten lediger Frauen liegen kaum unter denen der Männer, in den höheren Altersgruppen sogar darüber; bei den Verheirateten ist der Unterschied zwischen Männern und Frauen größer, verringert sich aber in den höheren Altersgruppen.<sup>52</sup> Dabei ist jedoch die Teilzeitquote der Frauen wesentlich höher. In diesen Strukturen spiegelt sich, dass Haus- und Familienarbeit überwiegend von Frauen übernommen wird. Dabei spielen auch die eingeschränkte Verfügbarkeit von Kinderbetreuungsmöglichkeiten, das Ehegattensplitting und die soziale Sicherung über den Ehepartner eine Rolle. Daraus ergeben sich Ansatzpunkte für Politiken zur Förderung einer höheren Erwerbsbeteiligung von Frauen. Betriebe können ihre Attraktivität für weibliche Fachkräfte durch angepasste Arbeitsbedingungen erhöhen.

Auch die Erwerbsbeteiligung Älterer ist infolge von Änderungen im Rentenrecht inzwischen hoch, seit Anfang der 2010er Jahre ist sie bei allen Altersjahrgängen über 55 Jahre angestiegen. Durch die schrittweise Umsetzung der Regelaltersgrenze mit 67 Jahren dürfte sich dieser Trend weiter fortsetzen. Weitere Erhöhungen des Renteneintrittsalters werden diskutiert. Betriebe können ältere Arbeitskräfte gewinnen, wenn sie die Arbeit altersgerecht gestalten, etwa durch ein Gesundheitsmanagement, und gezielte Weiterbildungsmöglichkeiten für Ältere anbieten.

Auch bei Menschen mit Behinderungen besteht ein ungenutztes Potential an Fachkräften. Das Kompetenzzentrum Fachkräftesicherung bietet dazu umfangreiche Informationen für kleine und mittlere Unternehmen an (KOFA 2021).

---

<sup>52</sup> Siehe hierzu und zum folgenden IAQ 2021.

Ein Potenzial zur Erhöhung des Arbeitskräfteangebots liegt auch in einer Ausweitung der Arbeitszeit entsprechend den Arbeitszeitwünschen der Beschäftigten (Fuchs u.a. 2019). Für das Jahr 2014 ist ein hypothetisches Potenzial von 815 Tausend Vollzeitstellen ermittelt worden, wenn Mehr- und Minderarbeitszeitwünsche der Beschäftigten umgesetzt werden könnten (Wanger, Weber 2016). Im Jahr 2018 wollten nach dem Mikrozensus 2,2 Mill. Erwerbstätige im Durchschnitt 10,6 Stunden pro Woche mehr arbeiten, während 1,4 Mill. Erwerbstätige durchschnittlich 10,8 Stunden weniger arbeiten wollten (destatis 2020). Eine Auswertung der Daten des Sozioökonomischen Panels und des Panels Arbeitsmarkt und Soziale Sicherung bis 2017 kommt zu dem Ergebnis, dass mehr Männer als Frauen sich als überbeschäftigt (im Sinne einer längeren tatsächlichen gegenüber der gewünschten Arbeitszeit) ansehen und umgekehrt mehr Frauen als Männer in diesem Sinne unterbeschäftigt sind (Blömer u.a. 2021). Für Mütter scheitert die Umsetzung ihrer Arbeitszeitwünsche insbesondere an unzureichenden Betreuungsmöglichkeiten, außerdem spielen Fehlanreize etwa durch das Ehegattensplitting eine Rolle. Weitere Ansatzpunkte zur Erleichterung der Ausweitung der Arbeitszeit von Frauen liegen in der Erleichterung des Wiedereinstiegs für Berufsrückkehrerinnen und in der Unterstützung bei der häuslichen Pflege.

### **8.2.2 Zuwanderung**

Deutschland benötigt einen kräftigen jährlichen Zuwanderungsüberschuss, um den prognostizierten Arbeitskräftebedarf zu decken. Nach Fuchs u.a. 2019 ist dazu – neben der erwarteten Zuwanderung aus der EU von jährlich 114.000 Personen<sup>53</sup> - von 2018 bis 2035 ein jährlicher Zuwanderungsüberschuss von 98.000 Personen aus Nicht-EU-Ländern erforderlich, von 2036 bis 2050 sind es 170.000 Personen.

Gegenwärtig arbeiten die meisten Migranten in Deutschland als Helfer oder Fachkräfte, wenige als Spezialisten oder Experten, von den Zuwanderern aus Drittstaaten waren 2017 fast 40% ohne Berufsausbildung (Fuchs u.a. 2019, S. 79). Unter dem Gesichtspunkt der Minderung von Fachkräfteengpässen wäre eine Zuwanderung höher qualifizierter Menschen wünschenswert.

Die Fachkräftestrategie der Bundesregierung zielt auf Aktivierung von Fachkräften im Inland, in der EU und in Nicht-EU-Staaten (BMWi 2019). Letztere ist von besonderer Bedeutung, weil angenommen wird, dass die Zuwanderung von Fachkräften aus der EU aufgrund ähnlicher demographischer Entwicklungen wie in Deutschland und einer wirtschaftlichen Konvergenz

---

<sup>53</sup> Im Basisszenario im Jahresdurchschnitt 2018 bis 2060; im Zeitverlauf nimmt die EU-Zuwanderung ab, Durchschnitt der Jahre 2036 bis 2045 sind es 98.000 Personen.

tendenziell zurückgehen wird (s.o.). Das im März 2020 in Kraft getretene Fachkräfteeinwanderungsgesetz (FEG) erleichtert die Einwanderung von Fachkräften aus Nicht-EU-Ländern. Die Bundesregierung stellt Informationen und Hilfen für ausländische Fachkräfte (mit dem Portal „Make it in Germany“) und für deutsche Arbeitgeber zur Verfügung (Bundesregierung 2021). Außerdem bietet sie Informationen zur Anerkennung ausländischer Berufsqualifikationen an (bibb 2021b).

Verbesserungsmöglichkeiten bestehen in einer weiteren Liberalisierung der Zuwanderung, einer vereinfachten Anerkennung von im Ausland erworbenen Qualifikationen, in der Schaffung besserer Zugangsmöglichkeiten in das Ausbildungssystem für junge Menschen aus Drittstaaten und der Förderung des Erwerbs deutscher Sprachkenntnisse im Ausland.

Ein weiterer Ansatzpunkt zur Stärkung des Arbeitskräftepotenzials von Ausländern könnte in einer Verringerung der nicht unerheblichen Fortzüge aus Deutschland im Umfang von jährlich 8 bis 10% liegen. Auch die Unterstützung der Rückkehr von deutschen Fachkräften, die im Ausland arbeiten, bietet Potenziale.

Eine ausschließliche Steuerung der Zuwanderung unter dem Gesichtspunkt des Arbeitskräftebedarfs steht nicht zur Debatte; Deutschland ist und bleibt zur Aufnahme von Migranten aus humanitären Gründen verpflichtet. Jedoch ist es – nicht nur, aber auch aus arbeitsmarktpolitischen Gründen – sinnvoll, Geflüchtete in den Arbeitsmarkt zu integrieren (Zu Erfolgen und Schwierigkeiten siehe Pierenkemper, Heuer 2020). Neben dem Integrationsgesetz dient dazu das Gesetz über Duldung bei Ausbildung und Beschäftigung (BMW i 2021a). Zudem unterstützt das BMBF den Zugang Geflüchteter zu Bildung und Ausbildung sowie zum Studium (BMBF 2021). Das BMW i fördert dazu den Einsatz von „Willkommenslotsen“, die Geflüchtete in Unternehmen vermitteln und betreuen (BMW i 2021b).

### **8.2.3 Qualifizierung und Berufsanschlussfähige Teilqualifizierungen**

Wie in Abschnitt 8.1 bereits ausgeführt, wird es auf dem langfristigen Weg Deutschlands zur Klimaneutralität zu einem Wandel der wirtschaftlichen Aktivitäten kommen, der Rückwirkungen auf die Arbeitskräftenachfrage in vielen Bereichen der Volkswirtschaft hat. Es wird auch Branchen geben, deren Bedeutung im Zeitablauf abnehmen wird. Die Bereiche zur Gewinnung und Umwandlung fossiler Energien sind ein prominentes Beispiel für wirtschaftliche Aktivitäten, die auf dem Weg zur Klimaneutralität an Gewicht verlieren und teilweise ganz verschwinden werden. Aus diesen Bereichen ergibt sich ein Potenzial an Erwerbstätigen, das durch Qualifizierung und Weiterbildung bei gleichzeitigem Branchenwechsel auch einen Beitrag zur Verringerung von Fachkräftengaps in den Bereichen liefern kann, die durch die Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland begünstigt werden.

Ein Potenzial zur Beseitigung von Fachkräfteengpässen durch Qualifikation besteht auch bei Arbeitslosen und Langzeitarbeitslosen, auch wenn für diese Gruppe teilweise besondere Hürden zu überwinden sind. Ein weiterer Ansatzpunkt für die Gewinnung von benötigten Fachkräften sind Geringqualifizierte (An- oder Umgelernte), die durch geeignete Maßnahmen weitergebildet werden können. In Kofa 2019 werden Engpassberufe und das vorhandene Potential bei Arbeitslosen und Geringqualifizierten beleuchtet sowie Handlungsempfehlungen für Unternehmen entwickelt, durch welche Maßnahmen diese ihre Chancen zur Deckung von Personalengpässen verbessern können. Genannt werden zum Beispiel Maßnahmen zum Wiedereinstieg nach der Familienphase, Unterstützung bei der Aufstiegsfortbildung und die Qualifizierung von An- und Ungelernten.

Einen Überblick über Maßnahmen zu Bildungs- und Qualifizierungsmaßnahmen für grüne Jobs in Deutschland gibt eine Studie im Auftrag vom European Centre for the Development of Vocational Training (CEDEFOP).<sup>54</sup> Der Bericht betont die große Bedeutung des dualen Berufsbildungssystems in Deutschland für die Vermittlung von grünen Qualifikationsinhalten. In den letzten Jahren lag ein Schwerpunkt der inhaltlichen Gestaltung von Berufs- und Qualifikationsinhalten im Bereich der erneuerbaren Energien, zukünftig dürfte der Bereich der Energieeffizienz, z.B. energetische Gebäudesanierung stärker in den Fokus rücken. Es wird vermutet, dass Berufs- und berufsfeldübergreifende Module bzw. Gewerke übergreifende Module von hoher Relevanz sind. Als wichtig wird auch die Integration von „grünen“ und „nachhaltigkeitsorientierten“ Bildungsinhalten in die schulische Bildung benannt, weil dies Einfluss auf die Berufswahlentscheidung hat. Eine wichtige Rolle spielt hier die im Rahmen des Förderprogramms Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung (BBNE) angestoßenen Projekte.

Für die Gewinnung von Fachkräften ist auch wichtig, auf angepasste Qualifikationsstrategien zu setzen. Aussichtreich erscheint der Weg, Teilqualifizierungen (TQ) als Weiterbildungsangebote für Erwachsene anzubieten.<sup>55</sup> Sie ermöglichen für unterschiedliche Gruppen<sup>56</sup> den Berufsabschluss schrittweise über Teilqualifizierungen zu erwerben und schaffen damit ein erhebliches Potential, bestehende oder absehbare Fachkräfteengpässe zu verringern.

---

<sup>54</sup> Vgl. CEDEFOP 2018.

<sup>55</sup> Vgl. ADBW e. V. 2021.

<sup>56</sup> Mögliche Adressaten sind Erwachsene über 25 Jahre mit Berufserfahrung, aber ohne anerkannten Berufsabschluss, Erwachsene mit Berufserfahrung, aber ohne berufliche Perspektive, Erwachsene mit Berufsabschluss, die sich im Beruf neuorientieren wollen, Rehabilitanden, Langzeitarbeitslose, Menschen mit Migrations- und Fluchthintergrund, Berufsrückkehrer-, innen, vgl. ABDW e.V. 2021.

#### 8.2.4 Löhne und Arbeitsbedingungen

Burstedde und Schüler (2020) untersuchen die Frage, ob in Deutschland die Löhne auf den Fachkräftemangel reagieren. Sie stellen fest, dass frühere Studien zu unterschiedlichen Ergebnissen gekommen sind und führen dies u.a. auf eine nur grobe berufliche Differenzierung in diesen Studien zurück.

Sie diskutieren auch die Möglichkeit, dass die Unternehmen in Engpassberufen die Einstellungs Voraussetzungen senken, und dass es dadurch zu einer Erweiterung der Zielgruppe und zu geringeren Löhnen kommt. Bei dynamischer Beschäftigungsentwicklung könnte auch eine Verjüngung des Arbeitskräftebestandes zu niedrigeren Durchschnittslöhnen führen.

Auf der Grundlage von beruflich tief differenzierten Daten – allerdings ohne regionale Differenzierung – finden Burstedde und Schüler einen Zusammenhang zwischen Fachkräftengpässen und Lohnentwicklung für Hochqualifizierte, aber nicht für Fachkräfte in Ausbildungsberufen. Sie führen dies u.a. darauf zurück, dass Hochqualifizierte im Verhältnis zum Lohnniveau relativ geringere Umzugskosten haben, so dass ihre Lohnreagibilität höher ist und Löhne als Rekrutierungsinstrument eine größere Rolle spielen.

Der Zusammenhang zwischen Engpässen und Lohnsteigerungen ist schwächer, wenn den Unternehmen andere Reaktionsmöglichkeiten offenstehen, etwa die Ausweitung der Arbeitszeit oder die Nutzung von Zeitarbeit oder Flexibilitäten innerhalb von Großunternehmen. Ein höherer Anteil von jüngeren Beschäftigten und der Abschluss von mehr Ausbildungsverträgen führen zu geringen Lohnsteigerungen.

Burstedde und Schüler empfehlen, in Tarifverträgen eine stärkere betriebliche Lohndifferenzierung zuzulassen, weisen allerdings auch darauf hin, dass auch der soziale Status von Berufen und nicht-monetäre Anreize wie – flexible Arbeitszeiten, - die Vereinbarkeit von Familie und Beruf, - Möglichkeiten zur Aus- und Weiterbildung sowie – Aufstiegschancen Berufsentscheidungen steuern und damit weitere Ansatzpunkte für die Fachkräftepolitik bieten.

Im Baugewerbe etwa liegt die Qualität der Arbeitsbedingungen nach dem DGB-Index Gute Arbeit im Branchenvergleich im Mittelfeld, allerdings wird auf unterdurchschnittliche Löhne und lange Arbeitszeiten verwiesen (Bauer u.a. 2021b).

## 9 Fazit

Um die Klimagasemissionen in Deutschland bis zum Jahr 2050 um 95% zu senken - wie es sich aus den Vorgaben des Klimaschutzziels der Vereinten Nationen ergibt und den Verpflichtungen der Europäischen Union und den Plänen der Deutschen Bundesregierung entspricht - sind nach einer Studie von BCG, Prognos bei international abgestimmter Klimapolitik im Zeitraum von 2015 bis 2050 in vier Handlungsfeldern Investitionen in Höhe von 2.150 Milliarden Euro zu Preisen von 2015 erforderlich. Das Handlungsfeld Haushalte und Gewerbe, Handel und Dienstleistungen hat mit 686 Mrd. Euro den größten Investitionsbedarf (32% der insgesamt notwendigen Investitionen), gefolgt vom Handlungsfeld Verkehr mit 655 Mrd. Euro (30%) und dem Handlungsfeld Energie und Umwandlung mit 580 Mrd. Euro (27%). Deutlich geringer fallen die Investitionserfordernisse im Handlungsfeld Industrie mit 229 Mrd. Euro (11%) aus. Unberücksichtigt sind Investitionen in den Sektoren Landwirtschaft, Abfall und Landnutzung und Forstwirtschaft. Ein großer Teil der Investitionen wird im Zeitraum von 2030 bis 2040 getätigt werden müssen; das ergibt sich aus branchenspezifischen Investitionszyklen und -rationalitäten, aus einer absehbaren Verschärfung des deutschen Emissionsminderungsziels für 2030 und aus einem Nachholbedarf bei der energetischen Gebäudesanierung, die nur langsam in Gang kommt. Im Jahr 2035 werden Investitionen in Höhe von 121 Mrd. Euro getätigt, das entspricht 5,6% der im gesamten Zeitraum notwendigen Investitionen. Ein Teil der Investitionsgüter (23%) wird im Ausland hergestellt und importiert werden. Von den im Inland produzierten Investitionsgütern (im Inland wirksame Nachfrage in Höhe von 93 Mrd. Euro in 2035) fallen mit 45 Mrd. Euro knapp die Hälfte im Handlungsfeld Haushalte, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen an. Etwa gleich große Bedeutung haben die Handlungsfelder Energie und Umwandlung und Verkehr, auf die jeweils ein Fünftel der im Inland wirksamen Nachfrage entfällt.

Für die Herstellung der Investitionsgüter entsteht in Deutschland ein erheblicher Bedarf an Arbeitskräften. Im Jahr 2030 sind das 439.100 Beschäftigte, im Jahr 2035 767.200 Beschäftigte und im Jahr 2040 445.100 Beschäftigte. Dabei sind branchenspezifische Steigerungen der Arbeitsproduktivität im Umfang wie in der Vergangenheit berücksichtigt. Neben den direkt mit der Produktion der Investitionsgüter Beschäftigten sind darin auch die Beschäftigten enthalten, die in inländischen Vorleistungsbereichen den Investitionsgütersektoren zuarbeiten; sie machen die Hälfte des Arbeitskräftebedarfs aus. Während die direkte Beschäftigung sich auf Sektoren des Produzierenden Gewerbes, insbesondere das Ausbaugewerbe, den Maschinenbau und die Elektrotechnik, konzentriert, streut die indirekte Beschäftigung über ein breites Spektrum von Branchen einschließlich der Dienstleistungssektoren.

Von dem Arbeitskräftebedarf im Jahr 2035 von 767.200 Personen entfällt der größte Teil (58%) auf Fachkräfte, 19% sind Helfer, 13% Spezialisten und 10% Experten; diese Verteilung weicht nicht wesentlich von der aktuellen Verteilung der Gesamtbeschäftigung ab. Ein Drittel dieses Arbeitskräftebedarfs verteilt sich auf fünf Berufsgruppen: an erster Stelle stehen Büro- und Sekretariatsberufe, gefolgt von Berufen der Maschinenbau- und Betriebstechnik sowie Hochbauberufen, schließlich Berufe der Unternehmensorganisation und -strategie sowie Logistikberufe. Vor allem bei den Hochbauberufen, aber auch bei den Maschinenbau- und Betriebstechnikberufen ist der anteilige Bedarf für Klimaschutzinvestitionen deutlich höher als es die Anteile an der gegenwärtigen Gesamtbeschäftigung sind.

Ein erheblicher Teil - rund 40% - des Arbeitskräftebedarfs für Klimaneutralität im Jahr 2035 entfällt auf Berufsgruppen, in denen die Bundesagentur für Arbeit für das Jahr 2019 einen Mangel an Fachkräften, Spezialisten oder Experten identifiziert hat. Der größte Teil betrifft Berufe der Rohstoffgewinnung, der Produktion und der Fertigung (56%), ein weiterer großer Anteil Bau-, Architektur-, Vermessungs- und Gebäudetechnikberufe (32%). Rund 20% des gesamten Arbeitskräftebedarfs für Klimaneutralität des Jahres 2035 entfallen auf Digitalisierungsberufe. Die „Überlappung“ der Arbeitskräftebedarfe für Klimaneutralität und für Digitalisierung ist also nicht besonders hoch; in Berufen der Rohstoffgewinnung, Produktion, Fertigung könnte es dennoch zur Konkurrenz um Fachkräfte kommen.

Mit Blick auf das Jahr 2040 könnten sich die Arbeitskräfteengpässe bei der Umsetzung der Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland entschärfen. Zum einen ist dann ein guter Teil der notwendigen Investitionen schon getätigt, zudem verringern Produktivitätsfortschritte den Arbeitskräftebedarf. Zum anderen zeigt ein Vergleich mit Arbeitsmarktprojektionen des QuBe-Projektes für dieses Jahr, dass nur ein begrenzter Teil des Arbeitskräftebedarfs für Klimaneutralität (17,5%) auf Berufsfelder entfällt, die dort als Engpassbereiche identifiziert worden sind.

Der Arbeitskräftebedarf für die Erstellung von Exportgütern für den Klimaschutz ist in der vorliegenden Untersuchung nicht berücksichtigt worden. Unter Status-quo-Bedingungen, d.h. bei unveränderten güter- und länderspezifischen Handelsanteilen Deutschlands, ist mit einem Rückgang des deutschen Welthandelsanteils bei diesen Gütern zu rechnen, weil die deutsche Marktposition in den Ländern, in denen die Nachfrage in Zukunft überdurchschnittlich zunehmen wird, vergleichsweise schwach ist. Szenariorechnungen erwarten aber bei einer international koordinierten ambitionierten Klimapolitik eine kräftige Steigerung der deutschen Exporte gegenüber dem Status quo und damit einhergehend einen zusätzlichen Arbeitskräftebedarf.

Die sich abzeichnenden Engpässe bei den Arbeitskräften zur Umsetzung der Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland, die auf der hier nicht betrachteten regionalen Ebene noch gravierender ausfallen könnten, können durch Branchen- und Berufswechsel entschärft werden; das erfordert umfangreiche Qualifizierungsmaßnahmen. In begrenztem Umfang kann auch das Arbeitskräfteangebot durch eine Steigerung der Erwerbsbeteiligung von Frauen und Älteren sowie durch Zuwanderungen ausgeweitet werden. Auch die Erschließung dieser Potenziale erfordert große politische Anstrengungen.



## Literaturverzeichnis

ADBW e. V. 2021

<https://www.nachqualifizierung.de> (23.04.21)

BA 2019:

[https://statistik.arbeitsagentur.de/Statistikdaten/Detail/201912/arbeitsmarktberichte/fk-engpassanalyse/fk-engpassanalyse-d-0-201912-pdf.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://statistik.arbeitsagentur.de/Statistikdaten/Detail/201912/arbeitsmarktberichte/fk-engpassanalyse/fk-engpassanalyse-d-0-201912-pdf.pdf?__blob=publicationFile)  
(11.02.21)

BA 2020:

[https://statistik.arbeitsagentur.de/DE/Statischer-Content/Grundlagen/Methodik-Qualitaet/Methodenberichte/Uebergreifend/Generische-Publikationen/Methodenbericht-Engpassanalyse-Methodische-Weiterentwicklung.pdf;jsessionid=A371BF79976BB6F086DDAFBF1D1D6A58?\\_\\_blob=publicationFile&v=7](https://statistik.arbeitsagentur.de/DE/Statischer-Content/Grundlagen/Methodik-Qualitaet/Methodenberichte/Uebergreifend/Generische-Publikationen/Methodenbericht-Engpassanalyse-Methodische-Weiterentwicklung.pdf;jsessionid=A371BF79976BB6F086DDAFBF1D1D6A58?__blob=publicationFile&v=7) (11.02.219)

BA 2021a:

<https://statistik.arbeitsagentur.de/DE/Navigation/Grundlagen/Klassifikationen/Klassifikation-der-Berufe/Klassifikation-der-Berufe-Nav.html> (04.02.21)

BA 2021b:

[https://statistik.arbeitsagentur.de/DE/Statischer-Content/Grundlagen/Klassifikationen/Klassifikation-der-Berufe/KldB2010/Arbeitshilfen/Archiv/Generische-Publikationen/AlphabetischesVerzeichnis.xls?\\_\\_blob=publicationFile&v=6](https://statistik.arbeitsagentur.de/DE/Statischer-Content/Grundlagen/Klassifikationen/Klassifikation-der-Berufe/KldB2010/Arbeitshilfen/Archiv/Generische-Publikationen/AlphabetischesVerzeichnis.xls?__blob=publicationFile&v=6) (04.02.21)

BA 2021c:

<https://statistik.arbeitsagentur.de/DE/Navigation/Grundlagen/Klassifikationen/Klassifikation-der-Berufe/KldB2010/Arbeitshilfen/Berufsaggregate/Berufsaggregate-Nav.html>  
(04.02.21)

Bach u.a. 2019a:

Stefan Bach, Niklas Isaak, Claudia Kemfert, Nicole Wagner: Lenkung, Aufkommen, Verteilung: Wirkungen von CO2-Bepreisung und Ruckvergutung des Klimapakets. In: DIW aktuell Nr. 24, 17. Oktober 2019.

[https://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw\\_01.c.683685.de/diw\\_aktuell\\_24.pdf](https://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.683685.de/diw_aktuell_24.pdf)  
(09.02.21)

Bach u.a. 2019b:

Stefan Bach, Niklas Isaak, Claudia Kemfert, Uwe Kunert, Wolf-Peter Schill, Sophie Schmalz, Nicole Wägner, Aleksandar Zaklan: CO<sub>2</sub>-Bepreisung im Wärme- und Verkehrssektor: Diskussion von Wirkungen und alternativen Entlastungsoptionen. Politikberatung kompakt 140, Berlin 2019.

[https://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw\\_01.c.676034.de/diwwkompakt\\_2019-140.pdf](https://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.676034.de/diwwkompakt_2019-140.pdf) (09.02.21)

Bauer u.a. 2017:

Stefanie Bauer, Ines Thobe, Marc Ingo Wolter, Robert Helmrich, Manuel Schandock, Gerd Zika, Christof Röttger, Franziska Mohaupt: Qualifikationen, Berufe und Branchen für den Übergang in eine Green Economy – eine Bestandsaufnahme. In: Reihe Umwelt, Innovation, Beschäftigung des Umweltbundesamtes 01/2017.

[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1968/publikationen/2017-01-30\\_uib\\_01-2017\\_qualifikationen-green-economy.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1968/publikationen/2017-01-30_uib_01-2017_qualifikationen-green-economy.pdf) (22.04.21)

Bauer u.a. 2021a:

Stefanie Bauer, Ines Thobe, Marc Ingo Wolter, Gerd Zika, Christof Röttger, Robert Helmrich, Manuel Schandock, Franziska Mohaupt, Ria Müller: Branchen und Berufe für den Übergang in eine Green Economy – eine aktualisierte Bestandsaufnahme. Reihe Umwelt, Innovation, Beschäftigung des Umweltbundesamtes 03/2021.

[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-03-18\\_uib\\_03-2021\\_branchen\\_berufe\\_green\\_economy.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-03-18_uib_03-2021_branchen_berufe_green_economy.pdf) (22.04.21)

Bauer u.a. 2021b:

Stefanie Bauer, Ulrike Lehr, Ines Thobe, Philip Ulrich, Marc Ingo Wolter: Konjunktureller Beitrag des Baugewerbes – in der Corona-Krise und darüber hinaus. Reihe Umwelt, Innovation, Beschäftigung des Umweltbundesamtes 02/2021.

[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-03-18\\_uib\\_02-2021\\_konjunktureller\\_beitrag\\_baugewerbe.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-03-18_uib_02-2021_konjunktureller_beitrag_baugewerbe.pdf) (31.03.21.)

BCG und Prognos 2018:

Philipp Gerbert, Patrick Herhold, Jens Burchardt, Stefan Schönberger, Florian Rechenmacher, Almut Kirchner, Andreas Kemmler, Marco Wunsch: Klimapfade für Deutschland. Studie der Boston Consulting Group (BCG) und von Prognos im Auftrag des Bundesverbandes der Deutschen Industrie (BDI), o.O. 2018

[https://www.prognos.com/sites/default/files/2021-01/20180118\\_bdi\\_studie\\_klimapfade\\_fuer\\_deutschland\\_01.pdf](https://www.prognos.com/sites/default/files/2021-01/20180118_bdi_studie_klimapfade_fuer_deutschland_01.pdf) (22.04.21)

## Arbeitskräftebedarf nach Sektoren, Qualifikationen und Berufen zur Umsetzung der Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland

### Literaturverzeichnis

---

bibb 2021a:

[https://www.bibb.de/de/qube\\_datenportal.php](https://www.bibb.de/de/qube_datenportal.php) (08.02.21)

bibb 2021b:

Anerkennung in Deutschland.

<https://www.anerkennung-in-deutschland.de/html/de/index.php> (31.03.21.)

Blazejczak u.a. 2019:

Jürgen Blazejczak, Dietmar Edler, Walter Kahlenborn, Manuel Linsenmeier, Malte Oehlmann, Kerstin Bacher, Kora Töpfer, Ulrike Lehr, Christian Lutz, Anne Nieters, Markus Flaute, Ralph Büchele, Gordon Wolgam: Wirtschaftliche Chancen durch Klimaschutz: Die wachsenden Weltmärkte für Klimaschutzgüter und -dienstleistungen. Reihe Climate Change des Umweltbundesamtes 18/2019.

[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-05-07\\_texte\\_18-2019\\_chancen-klimaschutz\\_wachsende-weltmaerkte.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-05-07_texte_18-2019_chancen-klimaschutz_wachsende-weltmaerkte.pdf) (27.03.21)

Blazejczak u.a. 2021:

Jürgen Blazejczak, Dietmar Edler, Martin Gornig, Birgit Gehrke, Ulrich Schasse unter Mitarbeit von Christian Kaiser: Ökonomische Indikatoren von Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz – Aktualisierung 2021. Investitionen, Produktion und Beschäftigung in ausgewählten Bereichen. Reihe Umwelt, Innovation, Beschäftigung 04/2021 des Umweltbundesamtes, Dessau-Roßlau 2021.

[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-03-22\\_uib\\_04-2021\\_indikatoren\\_energieeffizienz.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-03-22_uib_04-2021_indikatoren_energieeffizienz.pdf) (22.04.21)

Blömer u.a. 2021:

Maximilian Blömer, Johanna Garnitz, Laura Gärtner, Andreas Peichl, Helene Strandt: Zwischen Wunsch und Wirklichkeit. Unter- und Überbeschäftigung auf dem deutschen Arbeitsmarkt.

[https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/210323\\_Studie\\_Zwischen\\_Wunsch\\_und\\_Wirklichkeit.pdf](https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/210323_Studie_Zwischen_Wunsch_und_Wirklichkeit.pdf) (05.04.21.)

BMBF 2021:

Flüchtlinge durch Bildung integrieren.

<https://www.bmbf.de/de/fluechtlinge-durch-bildung-integrieren.html> (18.03.21.)

## Arbeitskräftebedarf nach Sektoren, Qualifikationen und Berufen zur Umsetzung der Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland

### Literaturverzeichnis

---

BMU 2016:

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit: Klimaschutzplan 2050. Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung.  
[https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Download\\_PDF/Klimaschutz/klimaschutzplan\\_2050\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimaschutzplan_2050_bf.pdf) (09.02.21)

BMWi 2019:

Strategie zur gezielten Gewinnung von Fachkräften aus Drittstaaten. Fachkräftegewinnungs-Strategie.  
[https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Ausbildung-und-Beruf/strategien-gewinnung-fachkraefte.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=8](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Ausbildung-und-Beruf/strategien-gewinnung-fachkraefte.pdf?__blob=publicationFile&v=8) (16.03.21.)

BMWi 2019a:

Die Energie der Zukunft – Zweiter Fortschrittsbericht zur Energiewende, Berichtsjahr 2017.  
[https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/fortschrittsbericht-monitoring-energiewende.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=30](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/fortschrittsbericht-monitoring-energiewende.pdf?__blob=publicationFile&v=30) (22.4.21)

BMWi 2020:

Roadmap Energieeffizienz – Zweite Sitzung der Arbeitsgruppe Fachkräfte und Qualifikation  
Inputpapier: Abschätzung der künftigen Arbeitskräftenachfrage und potenzieller Engpässe.  
[https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/P-R/roadmap-2050-ag-fk-inputpapier-abschaetzung-der-kuenftigen-arbeitskraeftenachfrage.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=8](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/P-R/roadmap-2050-ag-fk-inputpapier-abschaetzung-der-kuenftigen-arbeitskraeftenachfrage.pdf?__blob=publicationFile&v=8)  
(13.03.21.)

BMWi 2020a:

Energieeffizienz in Zahlen. Entwicklungen und Trends in Deutschland 2020  
[https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/energieeffizienz-in-zahlen-2020.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=20](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/energieeffizienz-in-zahlen-2020.pdf?__blob=publicationFile&v=20) (22.04.21)

BMWi 2021a:

Geflüchtete Menschen erfolgreich integrieren: Maßnahmen und Initiativen.  
<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Wirtschaft/fluechtlingspolitik.html> (31.03.21.)

BMWi 2021b:

Willkommenslotsen.  
<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Wirtschaft/willkommenslotsen.html> (18.03.21.)

## Arbeitskräftebedarf nach Sektoren, Qualifikationen und Berufen zur Umsetzung der Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland

### Literaturverzeichnis

---

BMWi 2021c:

Die Energie der Zukunft. 8. Monitoring-Bericht zur Energiewende – Berichtsjahre 2018 und 2019.

[https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/achter-monitoring-bericht-energie-der-zukunft.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=24](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/achter-monitoring-bericht-energie-der-zukunft.pdf?__blob=publicationFile&v=24) (22.4.21)

Bubeck u.a. 2018:

Philip Bubeck, Sarah Kienzler, Lisa Dillenardt, Guilherme S. Mohor, Annegret H. Thieken, Axel Sauer, Marco Neubert, Jürgen Blazejczak, Dietmar Edler: Bewertung klimawandelgebundener Risiken: Schadenspotenziale und ökonomische Wirkung von Klimawandel und Anpassungsmaßnahmen, Abschlussbericht zum Vorhaben „Behördenkooperation Klimawandel und -anpassung“, Teil 1. Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes. Reihe Climate Change des Umweltbundesamtes 29/2020, Dessau-Roßlau 2020.

[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/cc\\_29-2020\\_bewertung\\_klimawandelgebundener\\_risiken\\_teilbericht\\_1.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/cc_29-2020_bewertung_klimawandelgebundener_risiken_teilbericht_1.pdf) (22.04.21)

Bundesregierung 2021:

Make it in Germany. Das Portal der Bundesregierung für Fachkräfte aus dem Ausland.

<https://www.make-it-in-germany.com/de/> (05.04.21.)

Burstedde 2020:

Alexander Burstedde: Digitalisierung der Wirtschaft in Deutschland - Digitalisierungsberufe in Deutschland: Definition, Methodik und Abgrenzung. Stand November 2020.

[https://www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/DE/Digitalisierungsindex/Publikationen/publikation-download-kompetenzbarometer.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](https://www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/DE/Digitalisierungsindex/Publikationen/publikation-download-kompetenzbarometer.pdf?__blob=publicationFile&v=4) (04.03.21)

Burstedde und Schüler 2020:

Alexander Burstedde und Ruth Maria Schüler: Reagieren Löhne in Deutschland auf den Fachkräftemangel? In: iw-Trends 4/2020.

[https://www.iwkoeln.de/fileadmin/user\\_upload/Studien/IW-Trends/PDF/2020/IW-Trends\\_2020-04-03\\_Burstedde\\_Schüler.pdf](https://www.iwkoeln.de/fileadmin/user_upload/Studien/IW-Trends/PDF/2020/IW-Trends_2020-04-03_Burstedde_Schüler.pdf) (26.02.21)

destatis 2019:

[https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/Umweltoekonomie/Publikationen/Downloads-Umweltoekonomie/umsatz-waren-bau-dienstleistung-umweltschutz-2190330177004.pdf;jsessionid=F8C5614172DDCA3F6FEB4804FAE9D8CF.live741?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/Umweltoekonomie/Publikationen/Downloads-Umweltoekonomie/umsatz-waren-bau-dienstleistung-umweltschutz-2190330177004.pdf;jsessionid=F8C5614172DDCA3F6FEB4804FAE9D8CF.live741?__blob=publicationFile) (26.03.21.)

## Arbeitskräftebedarf nach Sektoren, Qualifikationen und Berufen zur Umsetzung der Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland

### Literaturverzeichnis

---

Bundesregierung 2021:

Make it in Germany. Das Portal der Bundesregierung für Fachkräfte aus dem Ausland.

<https://www.make-it-in-germany.com/de/> (05.04.21.)

Cedefop (2018).

Skills for green jobs in Germany: an update [unedited proof copy].

[http://www.cedefop.europa.eu/files/germany\\_green\\_jobs\\_2018.pdf](http://www.cedefop.europa.eu/files/germany_green_jobs_2018.pdf) (22.04.21)

destatis 2010:

Input-Output-Rechnung im Überblick, Wiesbaden 2010.

[https://www.destatis.de/DE/Themen/Wirtschaft/Volkswirtschaftliche-Gesamtrechnungen-Inlandsprodukt/Publikationen/Downloads-Input-Output-Rechnung/input-output-rechnung-ueberblick-5815116099004.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Themen/Wirtschaft/Volkswirtschaftliche-Gesamtrechnungen-Inlandsprodukt/Publikationen/Downloads-Input-Output-Rechnung/input-output-rechnung-ueberblick-5815116099004.pdf?__blob=publicationFile) (22.04.21)

Destatis 2020:

Arbeitszeitwünsche 2018.

[https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2020/01/PD20\\_020\\_133.html](https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2020/01/PD20_020_133.html)  
(22.04.21)

destatis 2021a:

<https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Wanderungen/Wanderungsueberschuss.html> (03.02.21)

destatis 2021b:

<https://www-gene-sis.destatis.de/genesis/online?operation=previous&levelindex=1&step=1&titel=Ergebnis&levelid=1612367357008&acceptscookies=false#abreadcrumb> (03.02.21)

destatis 2021c:

<https://www.destatis.de/DE/Themen/Arbeit/Arbeitsmarkt/Erwerbstaetigkeit/Erwerbspersonenvorausberechnung-2020.html> (03.02.21)

destatis 2021d:

<https://www.destatis.de/DE/Themen/Arbeit/Arbeitsmarkt/Erwerbstaetigkeit/Methoden/Erlaeuterungen/erlaeuterungen-etr-zum-mz.html?nn=206552> (03.02.21)

## Arbeitskräftebedarf nach Sektoren, Qualifikationen und Berufen zur Umsetzung der Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland

### Literaturverzeichnis

---

destatis 2021e

Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen Input-Output-Rechnung, 2017 (Revision 2018, Stand August 2020, Fachserie 18, Reihe 2, Wiesbaden 2021.

[https://www.destatis.de/DE/Themen/Wirtschaft/Volkswirtschaftliche-Gesamtrechnungen-Inlandsprodukt/Publikationen/Downloads-Input-Output-Rechnung/input-output-rechnung-2180200187004.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Themen/Wirtschaft/Volkswirtschaftliche-Gesamtrechnungen-Inlandsprodukt/Publikationen/Downloads-Input-Output-Rechnung/input-output-rechnung-2180200187004.pdf?__blob=publicationFile) (22.04.21)

eurostat 2021:

[http://ec.europa.eu/eurostat/ramon/other\\_documents/isced\\_2011/ISCED\\_2011.zip](http://ec.europa.eu/eurostat/ramon/other_documents/isced_2011/ISCED_2011.zip)  
(04.02.21)

Fuchs u.a. 2019:

Johann Fuchs, Alexander Kubis, Lutz Schneider: Zuwanderung und Digitalisierung. Wie viel Migration aus Drittstaaten benötigt der deutsche Arbeitsmarkt künftig?

[https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/Projekte/Migration\\_fair\\_gestalten/IB\\_Studie\\_Zuwanderung\\_und\\_Digitalisierung\\_2019.pdf](https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/Projekte/Migration_fair_gestalten/IB_Studie_Zuwanderung_und_Digitalisierung_2019.pdf) (16.03.21.)

Gehrke, Schasse 2019:

Birgit Gehrke, Ulrich Schasse unter Mitarbeit von Vivien-Sophie Gulden, Philipp von Sethe und Constantin Dreher: Die Umweltschutzwirtschaft in Deutschland. Produktion, Umsatz und Außenhandel. Aktualisierte Ausgabe 2019. Reihe Umwelt, Innovation, Beschäftigung des Umweltbundesamtes 05/2019.

[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-12-05\\_uib\\_05-2019\\_umweltschutzwirtschaft.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-12-05_uib_05-2019_umweltschutzwirtschaft.pdf) (26.03.21.)

gws 2021:

<https://www.gws-os.com/de/index.php/klima-energie/modelle/modelldetailseite/pantarrhei.html> (27.03.21.)

Helmrich u.a. 2020a:

Robert Helmrich, Ingrid Leppelmeier, Alesandra Mergener: Mobilität. Helmrich u.a. (Hrsg.) 2020b.

Helmrich u.a. 2020b:

Robert Helmrich, Markus Hummel, Marc Ingo Wolter (Hrsg.): Aktualisierte Megatrends. Relevanz und Umsetzbarkeit in den BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufsprojektionen.

## Arbeitskräftebedarf nach Sektoren, Qualifikationen und Berufen zur Umsetzung der Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland

### Literaturverzeichnis

---

Fachbeiträge des BIBB im Internet. Bonn 2020.

Hoch u.a. 2019:

Markus Hoch, Jannis Lambert, Almut Kirchner, Richard Simpson, Myrna Sandhövel, Tabea Mündlein: Jobwende. Effekte der Energiewende auf Arbeit und Beschäftigung.

<http://library.fes.de/pdf-files/fes/15696-20210201.pdf> (13.03.21.)

IAB 2020:

Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, Jahresarbeitszeit. Mitteilung des IAB vom 13.10.2020.

IAQ 2021:

Institut Arbeit und Qualifikation. Sozialpolitik aktuell in Deutschland.

[http://www.sozialpolitik-aktuell.de/sozialpolitik\\_aktuell\\_startseite.html](http://www.sozialpolitik-aktuell.de/sozialpolitik_aktuell_startseite.html) (16.03.21.)

index 2021:

<https://anzeigendaten.index.de/mag/stellenmarkt-fachkraeftemangel-deutschland-2020/>  
(13.020.21)

IEA 2020:

International Energy Agency: Sustainable Recovery. Revised Version July 2020.

<https://www.iea.org/reports/sustainable-recovery> (14.04.21.)

Jakob u. a. 2005:

Klaus Jacob, Marian Beise, Jürgen M. Blazejczak, Dietmar Edler, Rüdiger Haum, Martin Jänicke, Thomas Löw, Ulrich Petschow, Klaus Rennings: Lead Markets of Environmental Innovations, ZEW Economic Studies Vol.27, 2005.

KOFA 2019:

Kompetenzzentrum Fachkräftesicherung: Fachkräfteengpässe in Unternehmen. Fachkräftesicherung in Deutschland – diese Potenziale gibt es noch. KOFA-Studie 2/2019

[https://www.kofa.de/fileadmin/Dateiliste/Publikationen/Studien/Fachkraefteengpaesse\\_2019\\_2.pdf](https://www.kofa.de/fileadmin/Dateiliste/Publikationen/Studien/Fachkraefteengpaesse_2019_2.pdf) (16.03.21.)

KOFA 2021:

Kompetenzzentrum Fachkräftesicherung: Thema Inklusion.

<https://www.kofa.de/inhalte-von-a-z/inklusion> (31.03.21)



Lehr u.a. 2015:

Ulrike Lehr, Philip Ulrich, Christian Lutz, Ines Thobe, Dietmar Edler, Marlene O'Sullivan, Sonja Simon, Tobias Naegler, Uwe Pfenning, Frank Peter, Fabian Sakowski, Peter Bickel: Beschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland—Ausbau und Betrieb, heute und morgen. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi). DIW Berlin: Politikberatung kompakt 101, Berlin 2015.

[http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0084-diwkompakt\\_2015-1017](http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0084-diwkompakt_2015-1017) (22.04.21)

Lehr u.a. 2020:

Ulrike Lehr, Maximilian Banning, Jürgen Blazejczak, Dietmar Edler, Markus Flaute: Analyse der deutschen Exporte und Importe von Technologiegütern zur Nutzung erneuerbarer Energien und anderer Energietechnologiegüter. GWS Research Report 2020/02.

[https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/analyse-der-deutschen-exporte-und-importe-von-technologieguetern.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=22](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/analyse-der-deutschen-exporte-und-importe-von-technologieguetern.pdf?__blob=publicationFile&v=22) (27.03.21)

Maier u.a. 2020a:

Tobias Maier, Gerd Zika, Michael Kalinowski, Stefanie Steeg, Anke Mönning, Marc Ingo Wolter, Markus Hummel, Christian Schneemann: COVID-19-Krise: Die Arbeit geht weiter, der Wohlstand macht Pause. Ergebnisse der sechsten Welle der BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufsprojektionen bis zum Jahr 2040. In: bibb-Report 4/2020.

Maier u.a. 2020b:

Tobias Maier, Stefanie Steeg, Gerd Zika: Die Modellierung adjustierter Suchdauern in Stellenbesetzungen als Indikator für die Fachkräftesituation im Beruf. Bonn 2020.

[https://www.bibb.de/dokumente/pdf/Maier\\_Steeg\\_Zika\\_Preprint\\_ModellierungadjustierterSuchdauern.pdf](https://www.bibb.de/dokumente/pdf/Maier_Steeg_Zika_Preprint_ModellierungadjustierterSuchdauern.pdf) (11.02.21)

Miller, Blair 2009:

Ronald E. Miller, Peter D. Blair: Input-Output Analysis—Foundations and Extensions, 2nd ed.; Cambridge University Press, Cambridge UK, 2009.

Mönning u.a. 2018:

Anke Mönning, Christian Schneemann, Enzo Weber, Gerd Zika, Robert Helmrich: Elektromobilität 2035. Effekte auf Wirtschaft und Erwerbstätigkeit durch die Elektrifizierung des Antriebsstrangs von Personenkraftwagen. In: IAB-Forschungsbericht 8/2018.

<http://doku.iab.de/forschungsbericht/2018/fb0818.pdf> (22.04.21)

## Arbeitskräftebedarf nach Sektoren, Qualifikationen und Berufen zur Umsetzung der Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland

### Literaturverzeichnis

---

Mönning u.a. 2020a:

Anke Mönning, Marc Ingo Wolter, Robert Helmrich, Tobias Maier, Enzo Weber, Gerd Zika: Das Coronavirus. Folgen für den Strukturwandel am Arbeitsmarkt – kurz-, mittel- und langfristig. Erste Einschätzungen des QuBe-Projektes. GWS-Kurzmitteilung 2020/02. Osnabrück.

[https://www.bibb.de/dokumente/pdf/GWS-Kurzmitteilung\\_2020\\_02\\_final.pdf](https://www.bibb.de/dokumente/pdf/GWS-Kurzmitteilung_2020_02_final.pdf) (08.02.21)

Mönning u.a. 2020b:

Anke Mönning, Christian Schneemann, Enzo Weber, Gerd Zika: Das Klimaschutzprogramm 2030 - Effekte auf Wirtschaft und Erwerbstätigkeit durch das Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung. In: IAB-Discussion Paper 02/2020.

<http://doku.iab.de/discussionpapers/2020/dp0220.pdf> (08.02.21)

Münch u.a. 2020:

Claudia Münch, Markus Hoch, Oliver Ehrentraut, Michelle Andersson: Fachkräfte im Gebäudesektor. Arbeitskräftepotentiale unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Folgen der Corona-Pandemie.

[https://www.bee-ev.de/fileadmin/Publikationen/Positionspapiere\\_Stellungnahmen/BEE/2021-01-18\\_Prognos\\_Kurzstudie\\_final\\_Corona\\_FK\\_Gebaeude.pdf](https://www.bee-ev.de/fileadmin/Publikationen/Positionspapiere_Stellungnahmen/BEE/2021-01-18_Prognos_Kurzstudie_final_Corona_FK_Gebaeude.pdf) (09.03.21.)

O'Sullivan, Edler 2020:

Marlene O'Sullivan, Dietmar Edler: Gross Employment Effects in the Renewable Energy Industry in Germany—An Input–Output Analysis from 2000 to 2018, in: Sustainability 2020, 12, 6163.

<https://www.mdpi.com/2071-1050/12/15/6163> (22.04.21)

O'Sullivan, Edler, Lehr 2018:

Marlene O'Sullivan, Dietmar Edler, Ulrike Lehr: Ökonomische Indikatoren der Energiesystems - Methoden, Abgrenzung und Ergebnisse für den Zeitraum 2000 – 2016. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi). DIW Berlin: Politikberatung kompakt 127, Berlin 2018.

[https://www.diw.de/de/diw\\_01.c.580948.de/publikationen/politikberatung\\_kompakt/2018\\_0127/oekonomische\\_indikatoren\\_des\\_energiesystems\\_methode\\_abgren\\_m\\_auftrag\\_des\\_bundesministeriums\\_fuer\\_wirtschaft\\_und\\_energie.html](https://www.diw.de/de/diw_01.c.580948.de/publikationen/politikberatung_kompakt/2018_0127/oekonomische_indikatoren_des_energiesystems_methode_abgren_m_auftrag_des_bundesministeriums_fuer_wirtschaft_und_energie.html) (22.04.21)

## Arbeitskräftebedarf nach Sektoren, Qualifikationen und Berufen zur Umsetzung der Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland

### Literaturverzeichnis

---

O´Sullivan, Edler, Lehr 2019:

Marlene O'Sullivan, Dietmar Edler, Ulrike Lehr: Ökonomische Indikatoren der Energiebereitstellung - Methoden, Abgrenzung und Ergebnisse für den Zeitraum 2000 – 2017. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi). DIW Berlin: Politikberatung kompakt 135, Berlin 2019.

[https://www.diw.de/de/diw\\_01.c.617036.de/publikationen/politikberatung\\_kompakt/2019\\_0135/oekonomische\\_indikatoren\\_der\\_energiebereitstellung\\_methode\\_m\\_auftrag\\_des\\_bundesministeriums\\_fuer\\_wirtschaft\\_und\\_energie.html](https://www.diw.de/de/diw_01.c.617036.de/publikationen/politikberatung_kompakt/2019_0135/oekonomische_indikatoren_der_energiebereitstellung_methode_m_auftrag_des_bundesministeriums_fuer_wirtschaft_und_energie.html) (22.04.21)

Pierenkemper, Heuer 2020:

Sarah Pierenkemper und Christoph Heuer: Erfolgreiche Integration. Mehr Geflüchtete in Ausbildung und Beschäftigung. KOFA-Studie 2/2020.

[https://www.kofa.de/fileadmin/Dateiliste/Publikationen/Studien/Erfolgreiche\\_Integration2\\_2020.pdf](https://www.kofa.de/fileadmin/Dateiliste/Publikationen/Studien/Erfolgreiche_Integration2_2020.pdf) (18.03.21.)

Prognos 2019:

Arbeitslandschaft 2025, im Auftrag der Vereinigung der bayerischen Wirtschaft e.V.

[https://www.vbw-bayern.de/Redaktion/Frei-zugaengliche-Medien/Abteilun-gen-GS/Sozialpolitik/2019/Downloads/20190221\\_Arbeitslandschaft-2025\\_final.docx.pdf](https://www.vbw-bayern.de/Redaktion/Frei-zugaengliche-Medien/Abteilun-gen-GS/Sozialpolitik/2019/Downloads/20190221_Arbeitslandschaft-2025_final.docx.pdf) (31.03.21.)

Prognos u.a. 2020:

Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (2020): Klimaneutrales Deutschland. Studie im Auftrag von Agora Energiewende, Agora Verkehrswende und Stiftung Klimaneutralität.

[https://static.agora-energiewende.de/fileadmin2/Projekte/2020/2020\\_10\\_KNDE/A-EW\\_195\\_KNDE\\_WEB\\_V111.pdf](https://static.agora-energiewende.de/fileadmin2/Projekte/2020/2020_10_KNDE/A-EW_195_KNDE_WEB_V111.pdf) (04.03.21.)

QuBe 2021

Berufliche Flexibilitätsmatrix nach Berufshauptgruppen im Jahr 2017.

[https://www.bibb.de/dokumente/xls/qube\\_welle6\\_BIBB-Flexibilitaetsmatrix\\_2017.xlsx](https://www.bibb.de/dokumente/xls/qube_welle6_BIBB-Flexibilitaetsmatrix_2017.xlsx) (09.03.21.)

Roland Berger 2014:

GreenTech made in Germany 4.0.

<https://www.rolandberger.com/de/Insights/Publications/Greentech-Atlas-4.0.html> (27.03.21.)

## Arbeitskräftebedarf nach Sektoren, Qualifikationen und Berufen zur Umsetzung der Investitionen für ein klimaneutrales Deutschland

### Literaturverzeichnis

---

Schandock 2020:

Manuel Schandock: Klimawandel und Klimafolgenanpassung. In: Helmrich u.a. (Hrsg.) 2020b.

Singhal, Stede 2019:

Puja Singhal, Jan: Wärmemonitor 2018 – steigender Heizenergiebedarf, Sanierungsrate sollte höher sein. DIW Wochenbericht 36/2019, Berlin.

[https://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw\\_01.c.676231.de/19-36-1.pdf](https://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.676231.de/19-36-1.pdf) (22.04.21)

Spars u.a. 2020:

Guido Spars, Michael Heinze, Martin Gornig, Jürgen Blazejczak, Gerhard Untiedt, Björn Alecke: Städtebaulicher Investitions- und Förderbedarf 2020-2030. Abschlussbericht zum Forschungsprogramm Städtebauliche Begleitforschung. Wuppertal, Berlin, Münster 2020. Als Manuskript vervielfältigt.

Stäglich, Edler, Schintke 1992:

Reiner, Stäglich, Dietmar Edler, Joachim Schintke,: Der Einfluss der gesamtwirtschaftlichen Nachfrageaggregate auf die Produktions- und Beschäftigungsstruktur - eine quantitative Input-Output-Analyse. Schwerpunktuntersuchung im Rahmen der Strukturberichterstattung, in: Beiträge zur Strukturforchung, Heft 127/I (Textband) und 127/II (Materialband), Berlin 1992.

Wanger u.a. (2019):

Susanne Wanger, Tobias Hartl, Franziska Zimmert: Revision der IAB-Arbeitszeitrechnung 2019. IN: IAB Forschungsbericht 7|2019.

<http://doku.iab.de/forschungsbericht/2019/fb0719.pdf> (16.10.2020).

Wanger, Weber 2016:

Susanne Wanger und Enzo Weber: Erwerbspotenziale von Arbeitslosen und Erwerbstätigen: Das Stundenvolumen bringt zusätzliche Information. IAB-Kurzbericht 08/2016. Nürnberg.

<http://doku.iab.de/kurzber/2016/kb0816.pdf> (05.04.21.)

Wolter u.a. 2020:

Marc Ingo Wolter, Robert Helmrich, Christian Schneemann, Enzo Weber, Gerd Zika: Auswirkungen des Corona-Konjunkturprogramms auf Wirtschaft und Erwerbstätigkeit. In: IAB-Discussion Paper 18/2020).

<http://doku.iab.de/discussionpapers/2020/dp1820.pdf> (08.02.21)