

**Markus Hoch, Jannis Lambert, Almut Kirchner,  
Richard Simpson, Myrna Sandhövel, Tabea Mündlein**

# Jobwende

Effekte der Energiewende auf Arbeit und  
Beschäftigung

**FÜR EIN BESSERES MORGEN**

**FRIEDRICH  
EBERT  
STIFTUNG**

## FÜR EIN BESSERES MORGEN

### Ein Projekt der Friedrich-Ebert-Stiftung 2018–2020

Wachsende soziale Ungleichheit, gesellschaftliche Polarisierung, Migration und Integration, die Klimakrise, Digitalisierung und Globalisierung, die ungewisse Zukunft der Europäischen Union – Deutschland steht vor tief greifenden Herausforderungen.

Auf diese muss die Soziale Demokratie überzeugende, fortschrittliche und zukunftsweisende Antworten geben. Mit dem Projekt *Für ein besseres Morgen* entwickelt die Friedrich-Ebert-Stiftung Vorschläge und Positionen für sechs zentrale Politikfelder:

- Demokratie
- Europa
- Digitalisierung
- Nachhaltigkeit
- Gleichstellung
- Integration

#### Gesamtkoordination

**Dr. Andrä Gärber** leitet die Abteilung Wirtschafts- und Sozialpolitik der Friedrich-Ebert-Stiftung.

#### Projektleitung

**Severin Schmidt** ist Referent für Sozialpolitik in der Abteilung Wirtschafts- und Sozialpolitik.

#### Kommunikation

**Johannes Damian** ist Referent für strategische Kommunikation dieses Projekts im Referat Kommunikation und Grundsatzfragen.

#### Die Autor\_innen

**Markus Hoch**, Volkswirt, ist Projektleiter im Bereich „Volkswirtschaft & Gesellschaftliche Grundsatzfragen“ bei der Prognos AG.

**Jannis Lambert**, Politikwissenschaftler und Umweltökonom, ist Projektleiter im Bereich „Umweltwirtschaft und Klimawandel“ bei der Prognos AG.

**Dr. Almut Kirchner**, Physiker, ist Direktor und Partner und leitet den Bereich „Energie- und Klimaschutzpolitik“ sowie das Kompetenzzentrum „Modelle und Methoden“ bei der Prognos AG.

**Richard Simpson**, Geograph und Politikwissenschaftler, ist Mitarbeiter im Bereich „Umweltwirtschaft und Klimawandel“ bei der Prognos AG.

**Myrna Sandhövel**, Politik- und Verwaltungswissenschaftlerin, ist Beraterin im Bereich „Umweltwirtschaft und Klimawandel“ bei der Prognos AG.

**Tabea Mündlein**, Volkswirtin, ist wissenschaftliche Assistenz im Bereich „Volkswirtschaft & Gesellschaftliche Grundsatzfragen“ bei der Prognos AG.

#### Für diese Publikation ist in der FES verantwortlich

**Max Ostermayer** ist Referent für Klima-, Umwelt-, Energie- und Strukturpolitik in der Abteilung Wirtschafts- und Sozialpolitik der Friedrich-Ebert-Stiftung.



Weitere Informationen zum Projekt finden Sie unter:  
[www.fes.de/fuer-ein-besseres-morgen](http://www.fes.de/fuer-ein-besseres-morgen)

# Jobwende

## Effekte der Energiewende auf Arbeit und Beschäftigung

<b>VORWORT</b>	2
<b>1 HINTERGRUND, ZIELE UND STUDIENDESIGN</b>	4
<b>2 BESCHÄFTIGUNGSENTWICKLUNG SEIT EINFÜHRUNG DES EEG</b>	6
2.1 Einführung in die Brutto- und Nettobeschäftigung .....	6
2.2 Bruttoerwerbstätigenentwicklung in den Leitmärkten für Klimaschutztechnologien und -dienstleistungen .....	6
2.2.1 Ermittlung der Bruttoeffekte .....	6
2.2.2 Entwicklung der Erwerbstätigkeit in den Leitmärkten für Klimaschutztechnologien und -dienstleistungen zwischen 2003 und 2018 .....	9
2.3 Nettobeschäftigungseffekte in der Gesamtwirtschaft .....	13
<b>3 ZUKÜNFTIGE BESCHÄFTIGUNGSENTWICKLUNG AUFGRUND DER ENERGIEWENDE</b>	15
3.1 Ausgangsbasis: Die BDI-Klimaschutzszenarien im Überblick .....	15
3.1.1 Annahmen der BDI-Klimaschutzszenarien .....	17
3.1.2 Entwicklung der Bruttowertschöpfung im G95-Szenario .....	19
3.2 Beschäftigungsentwicklung im G95-Szenario .....	21
3.2.1 Differenziert nach Branchen .....	21
3.2.2 Differenziert nach den Leitmärkten für Klimaschutztechnologien und -dienstleistungen .....	23
3.3 Zum Vergleich: Die Beschäftigungsentwicklung im G80-Szenario .....	26
<b>4 ZUKÜNFTIGE BESCHÄFTIGUNGSENTWICKLUNG AUF REGIONALER EBENE</b>	27
4.1 Nach Bundesländern .....	27
4.2 Zwei Fallbeispiele .....	29
4.2.1 Nordrhein-Westfalen .....	29
4.2.2 Brandenburg .....	31
<b>5 ZUKÜNFTIGE VERÄNDERUNGEN IN DER ART DER BESCHÄFTIGUNG</b>	32
<b>6 HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN FÜR EINEN SOZIAL VERTRÄGLICHEN STRUKTURWANDEL</b>	39
<b>7 FAZIT</b>	42
Abkürzungsverzeichnis .....	44
Abbildungs- und Tabellenverzeichnis .....	45
Literaturverzeichnis .....	46

# VORWORT

Um die Erderwärmung auf 1,5 Grad Celsius zu begrenzen, muss der Ausstoß von Treibhausgasen laut dem UN-Weltklimarat IPCC spätestens bis zum Jahr 2050 auf null reduziert werden. Gelingt das nicht, laufen wir Gefahr, eine Dynamik in Gang zu setzen, deren Folgen kaum abzuschätzen sind und uns heute noch unwirklich erscheinen. Die Auswirkungen werden, so der wissenschaftliche Konsens, weit über die Zunahme extremer Wetterereignisse, wie sie bereits zu beobachten sind, hinausgehen. Ganze Ökosysteme drohen unwiederbringlich zerstört zu werden und damit die Lebensgrundlage vieler Menschen.

Mit dem Beschluss des Pariser Abkommens im Dezember 2015 haben sich 195 Staaten verpflichtet, diese Warnung ernst zu nehmen. Ein Jahr später hat die deutsche Bundesregierung dieses Ziel präzisiert und einen Klimaschutzplan vorgelegt, der die weitgehende Treibhausgasneutralität bis zum Jahr 2050 als Leitbild deutscher Klimaschutzpolitik festlegt. Als sechstgrößter Treibhausgasemittent der Welt steht Deutschland damit vor gewaltigen Herausforderungen – im Stromsektor, im Gebäudebereich und mehr noch in der Landwirtschaft oder dem Verkehr.

Der notwendige Umbau in diesen Sektoren wird unsere Wirtschaft tief greifend verändern, Auswirkungen auf Arbeit und Beschäftigung inbegriffen. Dies wurde vergangenes Jahr besonders im Rahmen der Verhandlungen der Kommission „Wachstum, Beschäftigung und Strukturwandel“ wie unter einem Brennglas deutlich. Denn mit dem Ausstieg aus der Kohleverstromung werden zwangsläufig Arbeitsplätze in der konventionellen Energieerzeugung verschwinden.

Doch auch andere Branchen werden einen tief greifenden Transformationsprozess durchlaufen. Oft wird in diesem Zusammenhang der Untergang des Industriestandorts Deutschland und damit ein massiver Verlust guter Industrie-arbeitsplätze beschworen, sei es durch die Abwanderung energieintensiver Industrien ins Ausland oder den Verlust der internationalen Wettbewerbsfähigkeit. Das verstellt nicht nur den Blick auf die wirklichen Herausforderungen, sondern auch auf die positiven Effekte, die eine umfassende Energiewende für Arbeit und Beschäftigung bieten kann.

Vielmehr zeigen die Ergebnisse der umfassenden Szenarioberechnung der Prognos AG, dass gesamtwirtschaftlich betrachtet im Jahr 2050 genauso viele Menschen in einem nahezu treibhausgasneutralen Deutschland beschäftigt sein werden wie in einem Szenario ohne ambitionierte Energiewende – tendenziell sogar etwas mehr.

Vor allem in den Leitmärkten für Klimaschutztechnologien und -dienstleistungen wird sich das Beschäftigungswachstum weiter fortsetzen. Seit dem Jahr 2003 sind in der regenerativen Energiewirtschaft sowie den Leitmärkten Energieeffizienz und klimafreundliche Mobilität mehr als eine halbe Million Arbeitsplätze entstanden. Bis zum Jahr 2050 wird sich der Anteil der in diesen Leitmärkten Beschäftigten auf 4,9 Prozent erhöhen. Das sind mehr Menschen, als derzeit in der Automobilindustrie samt den von ihr abhängigen Branchen beschäftigt sind. Aktuell ist das jeder 25. Erwerbstätige in Deutschland. Durch notwendige Investitionen in Gebäudesanierung und Infrastruktur werden insbesondere Branchen, die dem Baugewerbe zuzuordnen sind, besonders stark profitieren. Außerdem ist in den Branchen Elektrizitäts-, Kälte-, Wärme- und Gasversorgung mit einem Beschäftigungsaufwuchs zu rechnen, wenn die Energiewende engagiert vorangetrieben wird. Dabei zeigt sich, dass die neuen Jobs über alle Qualifikationsniveaus hinweg entstehen. Die Ergebnisse machen deutlich: Es kommt jetzt auf eine effektive politische Steuerung dieser Transformation an. Zum einen muss, um die Potenziale zu nutzen, der Ausbau der erneuerbaren Energien bis zur vollständigen Deckung des Strombedarfs deutlich beschleunigt werden, ebenso die energetische Sanierung des Gebäudebestandes, und eine vollständige Umstellung des Fahrzeugbestandes auf alternative Antriebstechnologien. Konkret bedarf es – Stand heute – eines wesentlich ambitionierteren Ausbaupfades bei der Windenergie, der Schaffung ausreichender Speicherkapazitäten sowie Maßnahmen, die die jährliche Sanierungsquote des Gebäudebestandes erheblich erhöhen.

Zum anderen müssen für die Beschäftigten in den Branchen der konventionellen Energieerzeugung, der Verarbeitung von Kohle- und Mineralölzeugnissen und in den Maschinen- und Fahrzeugtechnikberufen Möglichkeiten geschaffen werden, um die Übergänge in neue Beschäftigungen zu

gestalten. Dafür braucht es geeignete arbeitsmarktpolitische Maßnahmen und Qualifizierungsangebote. Mit dem Transformationskurzarbeitergeld hat zum Beispiel die IG-Metall ein innovatives Konzept vorgeschlagen.

Doch nicht nur Beschäftigte, auch Regionen werden die Auswirkungen des Wandels spüren. Dabei zeigen die Berechnungen, dass die ostdeutschen Bundesländer von einer ambitionierten Energiewende etwas stärker profitieren würden als die westdeutschen. Beispielhaft wurde für Nordrhein-Westfalen und Brandenburg untersucht, unter welchen Bedingungen dies geschieht. Beide Länder müssen den Ausstieg aus der Kohleverstromung schultern, haben dafür aber andere Voraussetzungen. Diese Unterschiede in der bestehenden Wirtschaftsstruktur müssen sich in den wirtschafts- und strukturpolitischen Ansätzen widerspiegeln.

Nicht zuletzt wird es ebenso darauf ankommen sicherzustellen, dass die neu entstehende Arbeit „gute Arbeit“ ist. Nur so wird die Energiewende bei den Beschäftigten dauerhaft Akzeptanz finden. Die Studie gibt hier erste Hinweise, mit welchen Entwicklungen zu rechnen ist. Zwar werden neue Arbeitsplätze stärker in kleinen und mittelständischen Unternehmen entstehen, während Branchen mit traditionell hoher Tarifbindung an Bedeutung verlieren. Dennoch zeigt sich in der Gesamtbetrachtung, dass die Tarifbindung im Durchschnitt leicht steigen könnte. Auf der Bauwirtschaft sollte in diesem Zusammenhang ein besonderes Augenmerk liegen, zumal hier ein besonders großer Beschäftigungszuwachs prognostiziert wird, jedoch derzeit nur ein Drittel der Beschäftigungsverhältnisse tarifgebunden ist.

Damit die Potenziale für Beschäftigung und gute Arbeit gehoben werden können, muss Deutschland seinen Klimaschutzplan und die gesetzten Sektorenziele konsequent verfolgen und auch auf globaler Ebene sollten die Pariser Klimaziele verbindlich umgesetzt werden. Deshalb muss sich Deutschland mit Vehemenz für ein international abgestimmtes Vorgehen einsetzen, zugleich aber schon jetzt ohne Furcht vorangehen und eine internationale Vorreiterrolle einnehmen. Denn die vorliegende Studie zeigt: Einen signifikanten Schritt zur Bekämpfung der Erderwärmung können wir ohne Gefahr für unseren Wirtschaftsstandort gehen, selbst

wenn (noch) nicht alle Länder mitziehen. Für ein besseres Morgen müssen wir schon heute damit anfangen.

#### **MAX OSTERMAYER**

Abteilung Wirtschafts- und Sozialpolitik  
der Friedrich-Ebert-Stiftung

## 1

# HINTERGRUND, ZIELE UND STUDIENDESIGN

## HINTERGRUND UND ZIELE DER STUDIE

Ein wichtiges Ziel jeder zukunftsorientierten Energie- und Klimapolitik (die die sogenannte Energiewende einschließt) besteht darin, den Zustand einer kohlenstoff- und treibhausgasemissionsarmen Wirtschaft im umfassenden Sinn (einschließlich Gebäuden, Verkehr, Konsum) zu erreichen. Aufgrund des damit verbundenen Strukturwandels geraten solche Unternehmen – und damit auch Arbeitsplätze – unter Druck, die sich nur schwer an diese Veränderungen anpassen können. In der öffentlichen Diskussion werden Klimaschutz und Arbeitsplätze daher oft gegeneinander abgewogen. Gleichwohl entstehen ebenfalls neue Arbeitsplätze bei Unternehmen, die von der Energiewende profitieren können, beispielsweise durch die Entwicklung und Produktion der hierfür erforderlichen Technologien. Ökologische Nachhaltigkeit und Wohlstand sind daher nicht als Gegensätze zu verstehen, selbst wenn der Wandel hin zu einer energie- und ressourcenschonenden Lebensweise in vielen Bereichen konfliktreich verläuft.

Vor diesem Hintergrund erhielt Prognos von der Friedrich-Ebert-Stiftung (FES) den Auftrag, die Bedeutung der Energiewende für die zukünftige Beschäftigung in Deutschland zu untersuchen. Neben der rein quantitativen Betrachtung sollten dabei ebenfalls die regionale Verteilung sowie qualitative Aspekte der Beschäftigungseffekte ermittelt werden. Zusätzlich sollte auf Basis der erarbeiteten Ergebnisse ein erster Ausblick auf mögliche Handlungsempfehlungen für einen sozial verträglichen Strukturwandel abgeleitet werden. Konkret lauten die anhand der vorliegenden Studie zu beantwortenden Fragestellungen:

- Welche Beschäftigungseffekte sind in der Vergangenheit aufgrund von energie- und klimapolitischen Maßnahmen entstanden?
- Wie hoch fallen die zukünftigen Beschäftigungseffekte aufgrund der Energiewende insgesamt sowie differenziert nach Branchen aus? Welche Effekte zeigen sich dabei in den verschiedenen Leitmärkten für Klimaschutztechnologien und -dienstleistungen?
- Wie fallen die regionalen Unterschiede aus?

- Ist aufgrund der Energiewende mit Veränderungen bezüglich der Art der Beschäftigung (bezogen auf Berufe und Qualifikation) zu rechnen?
- Wie können mögliche Handlungsempfehlungen für einen sozial verträglichen Strukturwandel aussehen?

## METHODISCHE VORGEHENSWEISE

Für die Beantwortung dieser Fragestellungen kann an mehreren Stellen auf bereits bestehende Vorarbeiten der Prognos aufgebaut werden. Bezüglich der Beschreibung der bisherigen Entwicklungen des Energiesystems wird auf Arbeiten zu den makroökonomischen Wirkungen der Energiewende im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) aufgebaut (GWS et al. 2018). Für die Beschreibung der zukünftigen Entwicklung wird hingegen auf Ergebnisse der Szenariendarstellung „Klimapfade für Deutschland“ im Auftrag des Bundesverbands der Deutschen Industrie (BDI) zurückgegriffen (BCG/Prognos 2018). An diesen beiden Studien orientiert sich die Betrachtung der vergangenen und zukünftigen Entwicklungen.

Ihre Ergebnisse können mit weiteren, im Kontext der Fragestellungen relevanten Erkenntnissen aus anderen Studien und bestehenden Modellen der Prognos angereichert werden. Bezüglich der Berechnungen zu den Leitmärkten der Umwelttechnik sind dies Detailbetrachtungen mit Blick auf bestimmte Leitmärkte (ZAB/Prognos 2016; Prognos 2018; ESPON et al. 2019) sowie Untersuchungen für verschiedene Bundesländer (MKULNV/Prognos 2017; StMWi/Prognos 2017; TheGA/Prognos 2019). Bezüglich der Qualität der Arbeitsplatzeffekte wird hingegen die aktuellste Studie der im Auftrag der Vereinigung der bayrischen Wirtschaft (vbw) durchgeführten Studienreihe „Arbeitslandschaften“ berücksichtigt (vbw/Prognos 2019).

Aufgrund der umfangreichen Vorarbeiten bietet sich für die Beantwortung der Fragestellungen folgendes aufeinander aufbauendes, methodisches Vorgehen an:

- Um Erfahrungswerte aus der Vergangenheit ableiten zu können, wird die Beschäftigungsentwicklung seit dem

Jahr 2000 betrachtet. Dieses Jahr wird aufgrund der Einführung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) als machtvollem Nachfolger des Stromeinspeisungsgesetzes (StrEG) häufig als ein wichtiger Meilenstein der Energiewende betrachtet. Jedoch wurden seitdem auch zahlreiche weitere energiepolitische Maßnahmen und Instrumente eingeführt. Um den Effekt der energiepolitischen Instrumente abschätzen zu können, wurde zunächst ein kontrafaktisches Szenario ohne Einführung zusätzlicher energiepolitischer Instrumente ermittelt. Mit dessen Hilfe wurden die Nettobeschäftigungseffekte der damit verbundenen Energiewende bestimmt.<sup>1</sup>

In den nachstehenden Kapiteln werden diese Arbeitsschritte nacheinander umgesetzt und die resultierenden Ergebnisse in einem abschließenden Fazit eingeordnet.

- Für die Darstellung der zukünftigen, nach Branchen differenzierten Beschäftigungseffekte aufgrund der Energiewende werden die Ergebnisse eines geeigneten Szenarios der Studie „Klimapfade für Deutschland“ (in diesem Fall der sogenannte 95-Prozent-Klimapfad, bei dem die gesamten nationalen Emissionen von Treibhausgas (THG) bis 2050 um 95 Prozent gegenüber dem Stand von 1990 abgesenkt werden) verwendet. Mithilfe des Umweltwirtschaftsmodells envigos wird von der Branchenentwicklung auf die Entwicklung der Leitmärkte geschlossen.
- Für die Berechnung der Effekte auf regionaler Ebene werden die zuvor nach Branchen dargestellten Ergebnisse auf die Bundesländer umgerechnet. Hierfür wird auf eine im Rahmen des von Prognos veröffentlichten Deutschland Reports 2025 | 2035 | 2045 (Prognos 2018) nach Branchen differenzierte Prognose der Erwerbstätigenentwicklung für alle Bundesländer zurückgegriffen. Zusätzlich erfolgt eine detailliertere Betrachtung zweier ausgewählter Beispielregionen.
- Um die zukünftige Veränderung in der Art der Beschäftigung aufgrund der Energiewende abzubilden, werden anhand eines vorliegenden Arbeitskräftenmodells der Prognos zunächst die berufs- und qualifikationsspezifischen Beschäftigungseffekte ermittelt. Mit diesem Modell lässt sich von einzelnen Branchen auf die darin ausgeübten Berufe und zugehörigen Qualifikationsanforderungen schließen. Angereichert werden diese Ergebnisse mit ausgewählten Indikatoren, die auf qualitative Faktoren bezüglich der Qualität der resultierenden Arbeitsplatzeffekte aus Arbeitnehmersicht schließen lassen.
- Bei der Ableitung von Handlungsfeldern für einen sozial verträglichen Strukturwandel werden aus den bereits abgeschätzten Ergebnissen zunächst die Bereiche ermittelt, in denen überhaupt Handlungsbedarf besteht. Darauf aufbauend werden erste Hinweise auf mögliche Handlungsfelder anhand von Literaturanalysen und vorangegangener Expertisen übersichtlich dargestellt und aufbereitet.

---

<sup>1</sup> Wie eingangs erwähnt, wird hierfür auf Ergebnisse von GWS et al. (2018) zurückgegriffen.

## 2

# BESCHÄFTIGUNGSENTWICKLUNG SEIT EINFÜHRUNG DES EEG

## 2.1 EINFÜHRUNG IN DIE BRUTTO- UND NETTOBESCHÄFTIGUNG

Die Energiewende, die 1991 mit dem Stromeinspeisungsgesetz in ihren ersten Zügen eingeleitet wurde, erhielt mit der Einführung des EEG im Jahr 2000 einen starken rechtlichen Rahmen für die Elektrizitätserzeugung. Das Gesetz führte unter anderem das Vorrangprinzip für die Einspeisung von Elektrizität aus erneuerbaren Energien ins Stromnetz ein und fixierte technologiespezifische Vergütungssätze. In den Folgejahren kam es zu einem signifikanten Ausbau der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Deutschland. Der Anteil am inländischen Bruttostromverbrauch lag 2018 bei 37,8 Prozent (AG Energiebilanzen 2019). Derzeit bedeutendster Energieträger für die Stromerzeugung in Deutschland ist die Windenergie, gefolgt von Biomasse und Photovoltaik. Darüber hinaus finden erneuerbare Energieträger auch in der Wärmeerzeugung und dem Verkehrssektor Verwendung. Insgesamt betrug 2018 der Anteil erneuerbarer Energien am gesamten Primärenergieverbrauch 14 Prozent (AG Energiebilanzen 2019).

Neben erneuerbaren Energien stellt insbesondere auch Energieeffizienz eine maßgebliche Säule der Energiewende dar. Nach dem Grundsatz „efficiency first“ misst das BMWi der Steigerung der Energieeffizienz sogar die oberste Priorität bei. Große Potenziale für Effizienzsteigerungen bestehen nach wie vor sowohl im Gebäudebereich als auch in der industriellen Produktion. Ein weiteres zentrales Handlungsfeld für Klimaschutz besteht im Verkehrssektor („Verkehrswende“). Hierzu gehören unter anderem die Förderung von Fuß- und Rad-, öffentlichem und geteiltem Verkehr, die intelligente Vernetzung von Verkehrssystemen und die Entwicklung alternativer sowie klimaschonender Antriebstechnologien für Fahrzeuge. Während diese drei Handlungsfelder häufig im Licht ihrer Klimaschutzwirkung betrachtet werden, sind sie auch ökonomisch relevant.

Erneuerbare Energien, Energieeffizienz und umweltfreundlicher Verkehr sind mit diversen wirtschaftlichen Aktivitäten und Beschäftigung verbunden. Dieses Kapitel geht auf die Beschäftigungswirkung durch Klimaschutz ein. Dabei wird zunächst die Bruttobeschäftigung durch Klimaschutztechnologien und -dienstleistungen betrachtet (vgl. Kapitel 2.2). An-

schließend werden die gesamtwirtschaftlichen Nettoeffekte beleuchtet (vgl. Kapitel 2.3). Die Nettobeschäftigung bildet die Entwicklung der Erwerbstätigkeit gesamtheitlich, einschließlich des durch Strukturwandel bedingten Rückbaus ab. Hierzu wird der tatsächlichen Entwicklung ein kontrafaktisches Szenario gegenübergestellt, das auf Basis bestimmter Annahmen zu den gesetzlichen Rahmenbedingungen und Investitionen eine Entwicklung ohne Energiewende simuliert. Demgegenüber zeigt die Bruttobeschäftigung im folgenden Kapitel nur die Erwerbstätigenentwicklung der jeweiligen Aktivitätsfelder der einzelnen Leitmärkte der Klimaschutztechnologien und -dienstleistungen auf.

## 2.2 BRUTTOERWERBSTÄTIGENENTWICKLUNG IN DEN LEITMÄRKTEN FÜR KLIMASCHUTZTECHNOLOGIEN UND -DIENSTLEISTUNGEN

### 2.2.1 ERMITTLUNG DER BRUTTOEFFEKTE

Um die Bruttowirkungen, d. h. die direkte und indirekte Beschäftigung<sup>2</sup> durch Klimaschutztechnologien und -dienstleistungen, zu ermitteln, ist eine exakte Bestimmung der damit verbundenen wirtschaftlichen Aktivitäten erforderlich.

Grundlage hierfür bildet das Umweltwirtschaftsmodell *envigos* der Prognos AG (vgl. Infobox). Es bildet die Technologien und Dienstleistungen der Umweltwirtschaft ab und gliedert diese in verschiedene Leitmärkte. Drei Leitmärkte decken die oben genannten Handlungsfelder und somit direkte und indirekte Wertschöpfungsaktivitäten durch den Klimaschutz ab (im Folgenden „Klimaschutz-Leitmärkte“ genannt): regenerative Energiewirtschaft (REW), Energieeffizienz (EEF) und

<sup>2</sup> Die direkte Beschäftigung umfasst Arbeitsplätze, die unmittelbar im Zusammenhang mit erneuerbaren Energien stehen. Sie bezieht sich auf den Anlagenbau und den Betrieb von Anlagen zur Energieerzeugung. Indirekte Beschäftigung resultiert etwa aus Vorleistungen für die Herstellung von EE-Anlagen (Komponenten) oder der Installation von Anlagen (Bautätigkeiten, Projektplanung). Beide Aspekte werden im hier dargestellten Ansatz berücksichtigt. Weitergehende Bereiche, wie unspezifische Vorleistungen (mit unspezifischem Einsatzzweck), Vorleistungen der Vorleistungen (z. B. Rohmaterialien) oder induzierte Effekte, die aus den Konsumausgaben von EE-Beschäftigten resultieren, sind nicht berücksichtigt.

Tabelle 1  
Leitmärkte für Klimaschutztechnologien und -dienstleistungen

Leitmarkt	Marktsegmente	Technologiebereiche		
<b>Regenerative Energiewirtschaft (REW)</b>	erneuerbare Energien	Bioenergie		
		Geothermie		
		Solar		
		Wasserkraft		
		Windenergie		
		Beratung und Forschung		
	intelligente Energiesysteme und Netze	IKT für Energiesysteme		
		Netzausbau und -betrieb		
		Netztechnik		
Speichertechnologie	elektrochemische Speicherung von Energie			
	mechanische Speicherung von Energie			
	thermische Speicherung von Energie			
<b>Energieeffizienz (EEF)</b>	energieeffiziente Gebäude	Bau- und Installationsleistungen		
		Dämmstoffe		
		Gebäudetechnik		
	energieeffiziente Produktionsprozesse und Technologien	Abwärmenutzung		
		Druckluft- und Pumpsysteme		
		Installations- und Beratungsleistungen		
		Prozessleit- und MSR-Technik		
		<b>Klimafreundliche Mobilität (KMO)</b>	intelligente Verkehrsmanagementsysteme und Infrastruktur	Infrastruktur für umweltfreundlichen Verkehr
				Verkehrsmanagement
klimafreundliche Logistik- und Mobilitätsdienstleistungen	öffentlicher Personenverkehr und Sharing-Systeme			
klimafreundliche Mobilitäts- und Antriebstechnologien	klimafreundliche Logistik			
	alternative Fahrzeuge			
		Antriebstechnologien		

klimafreundliche Mobilität (KMO). Diese Leitmärkte lassen sich weiter differenzieren in die Ebenen „Marktsegmente“ und „Technologiebereiche“ (vgl. Tabelle 1).

Kernbestandteil des Leitmarkts regenerative Energiewirtschaft (REW) sind die verschiedenen EE-Technologien (Marktsegment „erneuerbare Energien“). Beschäftigung entsteht dabei nicht nur im Rahmen der Energieerzeugung, sondern auch in vor- und nachgelagerten Bereichen der Wertschöpfungskette wie beispielsweise in der Forschung und Entwicklung, der Anlagenherstellung sowie nicht zuletzt in der Planung und Montage von Anlagen. Des Weiteren sind in diesem Leitmarkt Technologien und Leistungen berücksichtigt, die für die erfolgreiche Durchführung der Energiewende nötig sind (Marktsegment „intelligente Energiesysteme und Netze“). Der dezentrale Charakter vieler EE-Anlagen, regionale Disparitäten zwischen EE-Erzeugungsmöglichkeiten und

dicht besiedelten Verbrauchszentren sowie die dargebotsbedingte<sup>3</sup> schwankende Erzeugung erfordern einen umfassenden Netzausbau in der Elektrizitätsübertragung (Hochspannungsleitungen zum Transport von Elektrizität über lange Strecken) und -verteilung (regionale Energieversorgung von Industrie und Haushalten). Zudem muss das Energiesystem auf künftige Anforderungen wie Smart-Grids oder Elektromobilität überarbeitet werden. Um Schwankungen auszugleichen, sind darüber hinaus verschiedene Speichertechnologien erforderlich, die sich in elektrochemische, mechanische oder thermische Lösungen untergliedern lassen.

<sup>3</sup> Vereinfacht gesprochen meint der Begriff „dargebotsbedingt“ die mögliche Erzeugung, die aufgrund des Wetters bereitgestellt werden kann. Das „Angebot“ bezeichnet hingegen den tatsächlich verarbeiteten Strom, der ins Netz eingespeist werden kann.

Der Leitmarkt Energieeffizienz (EEF) umfasst energieeffiziente Gebäude und energieeffiziente Produktionstechnologien. Geprägt wird der Leitmarkt von Leistungen des Bauwesens, daneben sind Hersteller und Dienstleister aus dem Anlagen- und Maschinenbau, der digitalen Informations- und Kommunikationswirtschaft sowie der Elektro- bzw. Energietechnik erfasst. Schlüsseltechnologien des Teilmarktes sind unter anderem Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik, Dämmstoffe, Blockheizkraftwerke und Smart-Home-Systeme sowie die Automatisierung, Vernetzung und Steuerung industrieller Produktionsprozesse.

Der Leitmarkt klimafreundliche Mobilität (KMO) deckt verschiedene Technologien und Dienstleistungen für die klimafreundliche Ausrichtung des Personen- und Güterverkehrs

ab. Er untergliedert sich in die drei Marktsegmente klimafreundliche Mobilitäts- und Antriebstechnologien (u. a. alternative Antriebe wie bspw. Elektromobilität und Biokraftstoffe), klimafreundliche Logistik- und Mobilitätsdienstleistungen (u. a. öffentlicher Personennahverkehr und Carsharing) sowie intelligente Verkehrsmanagementsysteme und Infrastruktur (u. a. Verkehrsstromoptimierung und Infrastruktur für den Fuß-, Rad- und öffentlichen Verkehr).

Das envigos-Modell identifiziert diese Aktivitäten im Rahmen der statistischen Klassifikationssysteme nach Wirtschaftszweigen und Gütern und ermöglicht so die Nutzung amtlicher statistischer Daten (u. a. Beschäftigungsstatistik, Umsatzsteuerstatistik) für die Analyse der Beschäftigungswirkungen.

## DAS UMWELTWIRTSCHAFTSMODELL ENVIGOS

Das Umweltwirtschaftsmodell envigos (Model for environmental industry, goods and services) ist ein bewährtes Analysetool, um sämtliche relevanten Technologien und Produkte aus den verschiedenen Bereichen der Umweltwirtschaft auf Basis amtlicher Wirtschaftsstatistiken auf detaillierter Ebene zu untersuchen. Die Leitmärkte für Klimaschutztechnologien und -dienstleistungen sind dabei zentraler Bestandteil der Erfassung. Das Modell kombiniert einen funktionalen und einen sektoralen Ansatz und berücksichtigt so direkte und indirekte Wertschöpfungsaktivitäten.

**Funktionaler Ansatz:** Die funktionale Abbildung der Technologien zur regenerativen Energieerzeugung und -speicherung bzw. der Energieeffizienztechnologien bildet die Grundlage für die Analyse von Warenströmen und internationalen Handelsverflechtungen. Basierend auf einem von der OECD und Eurostat entwickelten Verfahren wird dazu jede in der Güterklassifikation enthaltene Produktgruppe (7.000+) auf ihren Einsatzzweck („Funktion“) hin hinterfragt. Damit lassen sich alle relevanten Produkte und Dienstleistungen äußerst präzise erfassen. Mittels Gewichtungsfaktoren berücksichtigt das Abgrenzungsverfahren auch sogenannte Dual-Use-Güter. Dabei handelt es sich um multifunktionelle Güter. So können etwa Vliesstoffe sowohl zur Wärmedämmung als auch zu anderen Zwecken verwendet werden.

**Sektoraler Ansatz:** Grundlage für die weitere ökonomische Potenzialabschätzung der verschiedenen Bereiche der Umweltwirtschaft, wie etwa den Technologien zur regenerativen Energieerzeugung und -speicherung oder Energieeffizienztechnologien, ist ein wirtschaftszweigbasiertes Abgrenzungsmodell. Dieses ist über Zuordnungsschlüssel mit dem funktionalen Abgrenzungsmodell verbunden. Mithilfe dieses Ansatzes kann die wirtschaftliche Bedeutung der Energiewendegüter im Hinblick auf verschiedene Kenngrößen, wie z. B. Erwerbstätigenzahl und Bruttowertschöpfung, vorgenommen werden.

Das Modell ermöglicht somit einen angebotsorientierten Ansatz zur Ermittlung der Beschäftigungseffekte. Die Analyse basiert auf amtlichen statistischen Daten (u. a. Beschäftigungsstatistik, Umsatzsteuerstatistik) und zeichnet daher ein umfassenderes und valideres Bild als beispielsweise umfragebasierte Ansätze. Darüber hinaus bestehen gegenüber nachfragebasierten Ansätzen, welche Beschäftigungs- und Wertschöpfungseffekte indirekt auf Basis getätigter Investitionen abschätzen, entscheidende Vorteile. So werden die zugrundeliegenden Datensätze öfter aktualisiert (Beschäftigung für das Jahr 2018) und die Kennwerte detailliert für verschiedene Wertschöpfungsbereiche aufgezeigt.

### 2.2.2 ENTWICKLUNG DER ERWERBSTÄTIGKEIT IN DEN LEITMÄRKTEN FÜR KLIMASCHUTZTECHNOLOGIEN UND -DIENSTLEISTUNGEN ZWISCHEN 2003 UND 2018

Übergeordnet zeigt die modellgestützte Analyse, dass Klimaschutz bereits heute einen bedeutenden Beschäftigungsfaktor darstellt. Im Jahr 2018 umfassen die drei Leitmärkte über 1,2 Millionen Erwerbstätige. Der Anteil an der gesamtwirtschaftlichen Erwerbstätigkeit liegt damit bei knapp drei Prozent.<sup>4</sup> Die größte Beschäftigungswirkung geht dabei von den Leitmärkten klimafreundliche Mobilität und Energieeffizienz aus (vgl. Abbildung 1).

Insgesamt zeigt sich eine starke Beschäftigungsentwicklung seit 2003.<sup>5</sup> Mit Blick auf die einzelnen Leitmärkte werden dabei jedoch unterschiedliche Wachstumsverläufe sichtbar. Die regenerative Energiewirtschaft befand sich zwischen 2003 und 2010 in einer sehr starken Wachstumsphase. Im weiteren Verlauf von 2010 bis 2018 zeigt sich auf der übergeordneten Ebene eine deutlich verlangsamte Entwicklung. Der Leitmarkt Energieeffizienz verläuft hingegen

auf einem kontinuierlich hohen Wachstumspfad. Die starke Entwicklung im Zeitraum 2003 bis 2010 konnte in den Folgejahren bis 2018 noch einmal gesteigert werden. Im Leitmarkt klimafreundliche Mobilität herrschte unter anderem aufgrund der Beschäftigten im öffentlichen Verkehr schon 2003 eine hohe Erwerbstätigkeit. Diese entwickelte sich bis 2010 nur gering, stieg dann aber im jüngeren Betrachtungszeitraum zwischen 2010 und 2018 deutlich an.

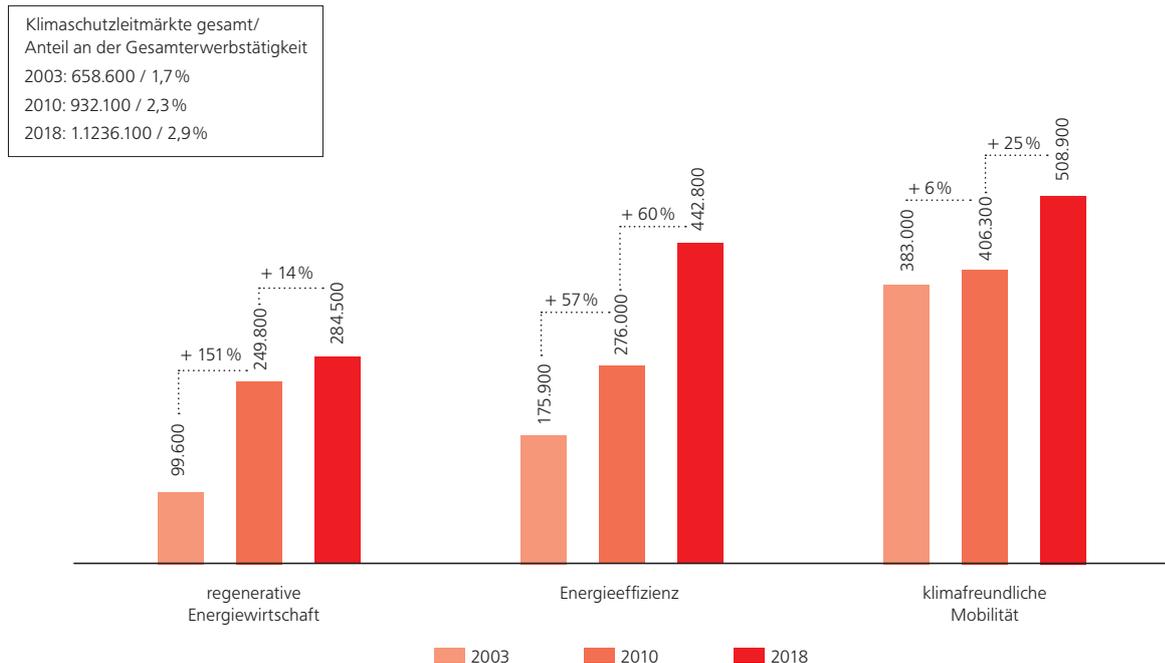
Eine vertiefende Betrachtung der drei Leitmärkte verdeutlicht den jeweiligen Stellenwert und die unterschiedlichen Entwicklungsverläufe der verschiedenen Marktsegmente. Die Beschäftigungswirkung im Leitmarkt regenerative Energiewirtschaft ist stark vom Marktsegment erneuerbare Energien geprägt. Wie Abbildung 2 verdeutlicht, lässt sich hier ein Großteil des starken Wachstums von 2003 bis 2018 verorten. Von 2010 bis 2018 stagnierte die Entwicklung jedoch (vgl. hierzu den folgenden Abschnitt). Die Beschäftigung im Marktsegment intelligente Energiesysteme und Netze stieg hingegen kontinuierlich an, auf knapp 75.000 Erwerbstätige im Jahr 2018. Diese Entwicklung ist vor allem auf den deutlich gestiegenen Anteil erneuerbarer Energien an der Bruttostromerzeugung und den damit verbundenen Leistungs- und Ausbauforderungen des Energiesystems verbunden. Die Beschäftigungswirkung von Speichertechnologien verbleibt weiterhin gering.

Die starke Dynamik im Marktsegment erneuerbare Energien zeigt sich mit Blick auf die verschiedenen Technologieberei-

<sup>4</sup> Für einen Vergleich mit anderen Schlüsselbranchen vgl. Kapitel 3.2.2.

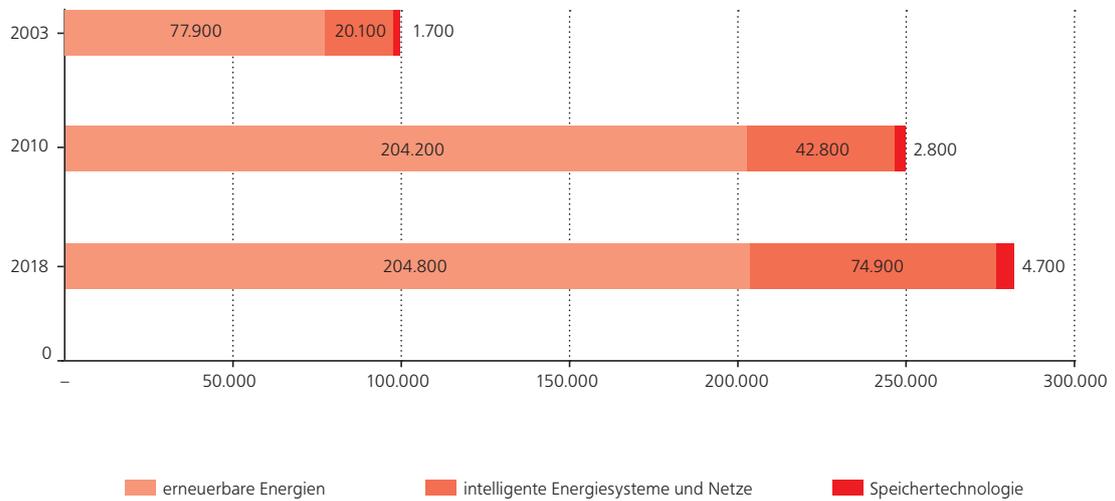
<sup>5</sup> Datenbedingt beginnt der Analysezeitraum mit dem Jahr 2003. Für die im Kontext der EEG-Einführung ebenfalls relevanten Jahre 2000 bis 2002 stellen die statistischen Ämter lediglich Daten in einer veralteten Wirtschaftszweigklassifikation bereit, die im Rahmen dieser Analyse nicht genutzt werden kann.

Abbildung 1  
Entwicklung in den Leitmärkten für Klimaschutztechnologien und -dienstleistungen zwischen 2003 und 2018



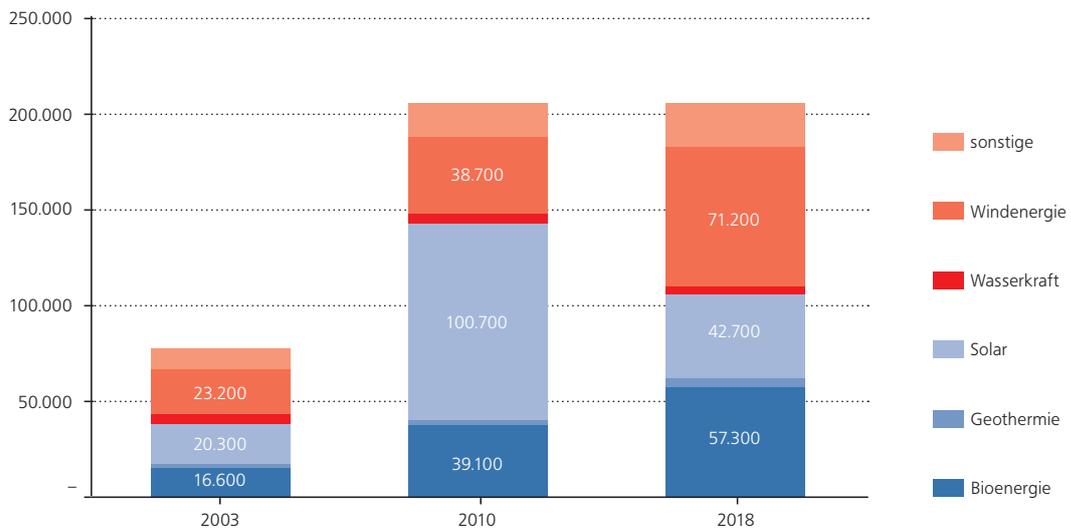
Quelle: eigene Berechnung auf Basis der Bundesagentur für Arbeit und Statistisches Bundesamt 2019.

Abbildung 2  
**Entwicklung im Leitmarkt regenerative Energiewirtschaft**



Quelle: eigene Berechnung auf Basis der Bundesagentur für Arbeit und Statistisches Bundesamt 2019.

Abbildung 3  
**Entwicklung im Marktsegment erneuerbare Energien**



Quelle: eigene Berechnung auf Basis der Bundesagentur für Arbeit und Statistisches Bundesamt 2019a.

che deutlich (vgl. Abbildung 3). Prägend ist insbesondere die Entwicklung der Solarenergie, die zwischen 2003 und 2010 einen Boom erlebte und zeitweise über 100.000 Erwerbstätige aufwies. In den Folgejahren nahmen die Erwerbstätigenzahlen u. a. durch den zunehmenden internationalen Wettbewerb in der Herstellung von PV-Modulen deutlich ab. Zudem ging der Ausbau neuer PV-Anlagen vor dem Hintergrund einer Absenkung des Förderrahmens (sogenannte PV-Novelle des EEG) deutlich zurück. 2018 wurden in der Solarindustrie nur noch 43.000 Erwerbstätige beschäftigt. Die Bedeutung der Windenergiebranche nahm dagegen kontinuierlich zu. Mittlerweile stellt sie den wichtigsten EE-Träger in Deutschland und entfaltet als solcher auch die höchste Beschäftigungswirkung (über 71.000 Erwerbstätige in 2018). Die jüngere Entwicklung der Windenergie muss jedoch mit Sorge betrachtet werden. Der Zubau neuer Anlagen an Land ist dramatisch eingebrochen: 2017 wurden 5,3 Gigawatt (GW) neu installiert, 2018 noch 2,4 GW, in den ersten sechs Monaten des Jahres 2019 lediglich knapp unter 0,3 GW (Deutsche WindGuard/BWE 2019). Ein Grund für den aktuellen Einbruch ist bei den im Zuge der Einführung der Ausschreibungen im Jahr 2017 eingeführten Privilegien für Bürgerenergiegesellschaften zu sehen. Diese führen zu einem massiven Verzögerungseffekt bei der Realisierung neuer Projekte. Mit einer Änderung des EEG wurden diese Privilegien jedoch ab 2018 korrigiert und der Effekt sollte sich daher in absehbarer Zeit abschwächen. Des Weiteren bestehen Probleme in der Genehmigungspraxis neuer Windkraft-

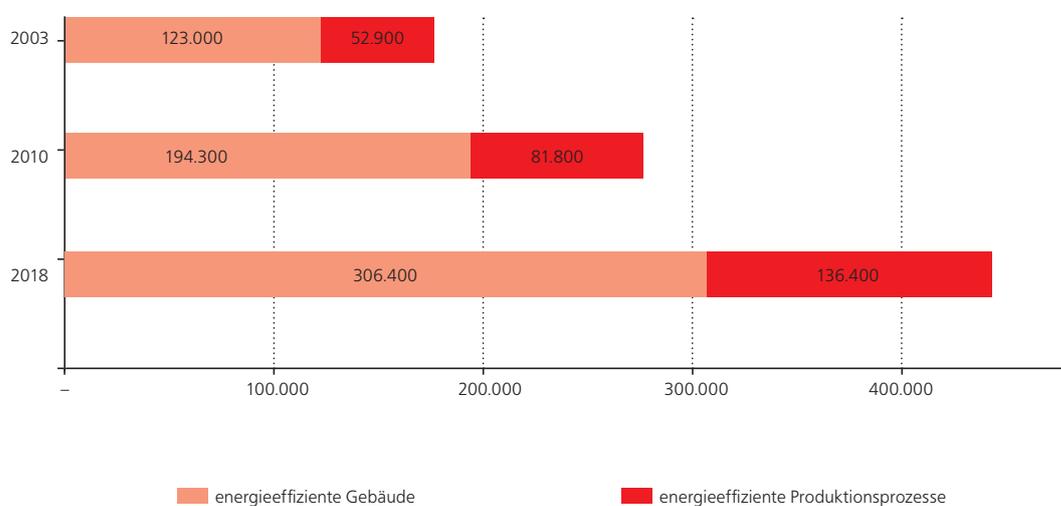
anlagen. So haben Klageverfahren gegen Windkraftprojekte zunehmend Auswirkungen auf die Genehmigungsverfahren und damit auch auf die Realisierungsdauer und die Realisierungskosten von Projekten.

Des Weiteren entwickelte sich auch die Bioenergie sehr dynamisch. Sie umfasst derzeit über 57.000 Erwerbstätige (inklusive der Herstellung von Biogas und Biomasse zur Wärme- und Stromgewinnung sowie von Biokraftstoffen für den Verkehr). In diesem Segment haben sich die Erwerbstätigen somit im Vergleich zum Jahr 2003 mehr als verdreifacht.<sup>6</sup> Die übrigen Technologiebereiche Wasserkraft und Geothermie sind ökonomisch von nachrangiger Bedeutung. Sie kumulieren insgesamt etwa 11.000 Erwerbstätige. Darüber hinaus fallen etwa 22.000 Personen unter den Bereich sonstige, der u. a. Beratungsleistungen umfasst.

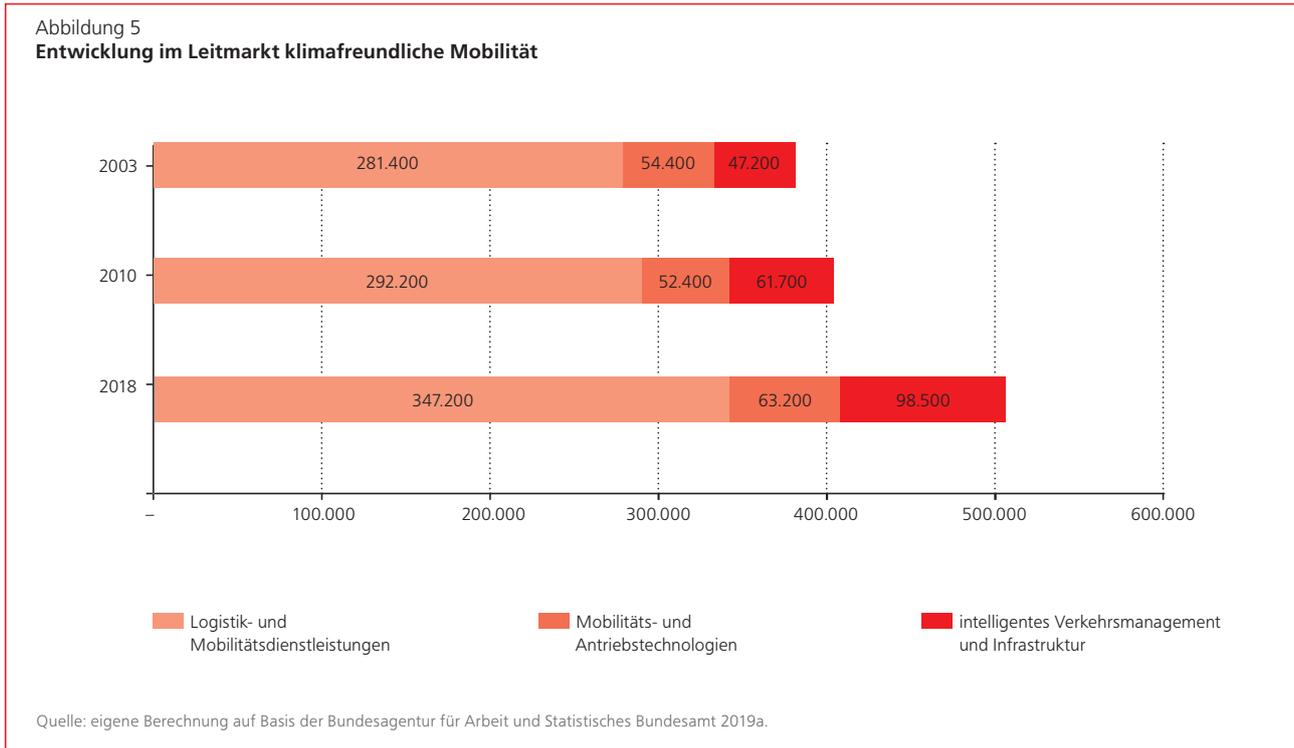
Im Leitmarkt Energieeffizienz zeigen beide Marktsegmente seit 2003 ein relativ stabiles Wachstum auf hohem Niveau (Abbildung 4). Das Marktsegment energieeffiziente Gebäude entfaltet eine besonders hohe Beschäftigungswirkung und stellt im Jahr 2018 über 300.000 Erwerbstätige. Insbesondere die beschäftigungsintensiven Bau- und Sanierungsleistungen sind hierfür ursächlich.

<sup>6</sup> Die Entwicklung der Bioenergie wird zunehmend kontrovers diskutiert. Problematisch sind insbesondere der hohe Flächenverbrauch und die Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion.

Abbildung 4  
Entwicklung im Leitmarkt Energieeffizienz



Quelle: eigene Berechnung auf Basis der Bundesagentur für Arbeit und Statistisches Bundesamt 2019a.



Unternehmen aus der Bau- und Baustoffindustrie sowie der Gebäudetechnik bilden gemeinsam mit Energieberatungsunternehmen und Energiemanagementdienstleistern den größten Teil des Marktsegments. Die Entwicklungsdynamik deckt sich mit den kontinuierlich angestiegenen Effizienzbestrebungen im Gebäudebereich. Daneben beschäftigt auch das Marktsegment energieeffiziente Produktionsprozesse und Technologien eine hohe Zahl an Erwerbstätigen (über 135.000 im Jahr 2018). Dies umfasst Dienstleistungen und Technologien, die Effizienzpotenziale in energieverbrauchenden Prozessen, insbesondere in der industriellen Produktion erschließen. Dazu gehört unter anderem die Automatisierung und bessere Steuerung von Prozessen, Regel- und digitale Vernetzungstechnik (Stichwort Industrie 4.0) sowie Wärmerückgewinnung und Abwärmenutzung.

Abbildung 5 stellt die Entwicklung im Leitmarkt klimafreundliche Mobilität dar. Mit knapp 510.000 Erwerbstätigen im Jahr 2018 stellt dieser den größten der drei Klimaschutz-Leitmärkte dar. Im Vergleich zur Erwerbstätigkeit in Deutschland im Bereich Mobilität insgesamt sind dies ca. 15 Prozent.<sup>7</sup> Der überwiegende Teil der Erwerbstätigkeit geht auf das Marktsegment klimafreundliche Logistik- und Mobilitätsdienstleistungen zurück (knapp 350.000 Erwerbstätige im Jahr 2018).

Dieses umfasst verschiedene Dienstleistungen des Personen- und Güterverkehrs, die klimaschonende Alternativen zum motorisierten Individualverkehr bzw. Straßengüterverkehr darstellen. Dazu zählen insbesondere der öffentliche Personennahverkehr und der öffentliche Personenfernverkehr durch Züge und Fernbusse sowie der Transport von Gütern auf Schienen und Wasserstraßen. Von diesen Leistungen ging bereits 2003 eine hohe Beschäftigungswirkung aus, die sich im weiteren Verlauf bis 2018 steigerte. Das Marktsegment Mobilitäts- und Antriebstechnologien reicht von Technologien zur Verbesserung konventioneller Antriebsformen (z. B. Hybridmotoren) über alternative Kraftstoffe (Biokraftstoffe für den Verkehr, Wasserstoff) bis hin zu alternativen Antrieben (E-Fahrzeuge, Brennstoffzellen).<sup>8</sup> Hier fand zwischen 2010 und 2018 eine vergleichsweise geringe Beschäftigungsentwicklung statt. Im Marktsegment intelligentes Verkehrsmanagement und Infrastruktur, das insbesondere den Ausbau von Verkehrsinfrastrukturen für eine klimafreundliche Mobilität, wie Rad- und Fußwege, des Bahnnetzes oder Ladeinfrastruktur für E-Fahrzeuge umfasst, sind 2018 knapp 100.000 Erwerbstätige beschäftigt. Seit 2010 hat dieser Bereich stark an Bedeutung gewonnen.

<sup>7</sup> Für die Betrachtung des Bereichs „Mobilität gesamt“ wurden die Erwerbstätigen der Wirtschaftszweige 49–53 (Abschnitt H, Verkehr) und der Wirtschaftszweige 29–30 (Fahrzeugbau) summiert. Hierbei ist zu beachten, dass die Restmenge (Differenz der Erwerbstätigen aus Mobilität gesamt und dem Leitmarkt klimafreundliche Mobilität) nicht mit den Erwerbstätigen in der konventionellen Mobilität gleichgesetzt werden kann, da die Erfassung der klimafreundlichen Technologien eng abgegrenzt wurde und beispielsweise keine E-Pkw als Ganzes umfasst (siehe hierzu nachfolgende Fußnote).

<sup>8</sup> Der Fokus wird hier auf die Antriebstechnologien selbst gelegt und berücksichtigt nicht die Herstellung von E-Fahrzeugen. Dies würde andernfalls in der perspektivischen Entwicklung bis 2050 dazu führen, dass unter den gegebenen Szenarioannahmen die gesamte Automobilbranche berücksichtigt werden müsste. Wir fokussieren daher hier auf die tatsächlich ausschlaggebenden Technologien, unter der Annahme, dass die deutsche Automobilindustrie auch im Bereich Elektromobilität wettbewerbsfähig bleibt. Dies stellt insbesondere mit Blick auf die Fertigung von Antriebstechnologien eine industrie- und beschäftigungspolitische Herausforderung dar.

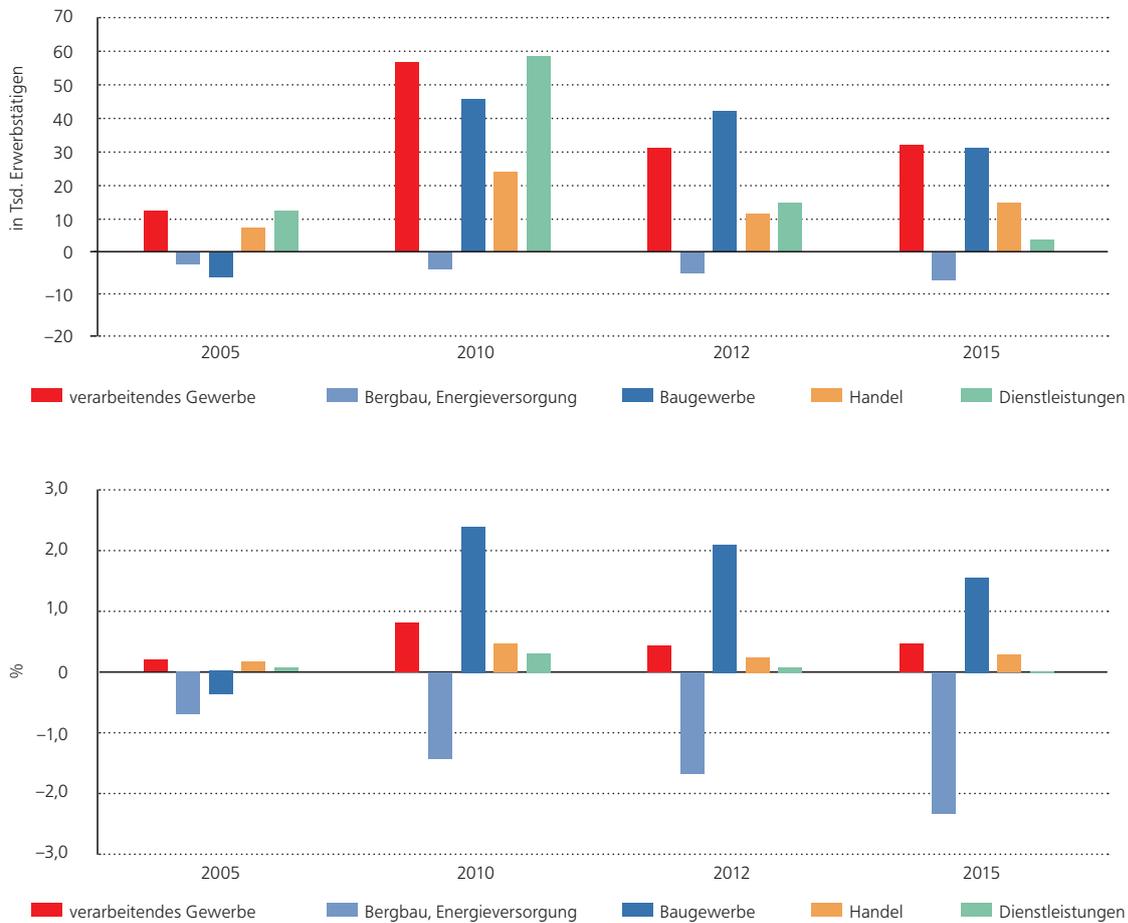
### 2.3 NETTOBESCHÄFTIGUNGSEFFEKTE IN DER GESAMTWIRTSCHAFT

Für die Darstellung der Nettobeschäftigung, die die gesamtwirtschaftlichen Effekte der Energiewende betrachtet, wird die tatsächliche Beschäftigungsentwicklung mit einem kontrafaktischen Alternativszenario „ohne Energiewende“ verglichen. Die Grundlage hierfür liefert die Studie „Gesamtwirtschaftliche Auswirkungen der Energiewende“ (GWS et al. 2018)<sup>9</sup>. Hierin wird der Ist-Entwicklung des Wirtschaftssystems „mit Energiewende“ ein sogenanntes kontrafaktisches Szenario für den Zeitraum 2000 bis 2015 gegenübergestellt. Das kontrafaktische Szenario beschreibt eine Entwicklung ohne die Energiewende.

<sup>9</sup> Diese Entwicklungen bezüglich Bruttowertschöpfung und Beschäftigung wurden von GWS auf Basis der von Prognos mit Energiesystemmodellen berechneten Energieszenarien und Differenzinvestitionen mithilfe des bei GWS eingesetzten Modellinstrumentariums „Panta Rhei“ ermittelt und liefern die Nettoeffekte der Beschäftigung in aggregierter Form.

Das kontrafaktische Szenario schließt etwa Gesetzesänderungen und weitere Förderungen im Energiebereich aus, sodass sich die Durchdringung mit erneuerbaren Energien und die Effizienzentwicklungen gegenüber der tatsächlich beobachteten Entwicklung verlangsamen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass erneuerbare Energien bei der Elektrizitätserzeugung schon seit 1991 über das damalige Stromerzeugungsgesetz gefördert wurden und im Ausgangsjahr der Analyse (2003) somit bereits eine deutlich sichtbare Menge an Windenergie Onshore sowie Stromproduktion aus Biomasse im System enthalten ist. Im kontrafaktischen Szenario erfolgt jedoch praktisch kein weiterer Zubau, ein Kohleausstieg findet nicht statt, allerdings ein Kernenergieausstieg wie 2011 beschlossen. Die Entwicklung im Strommarkt (Kraftwerkszubau und -einsatz) erfolgt ansonsten über die eingeführten Marktregeln im Großhandel („energy only market“, grenzkostenbasiertes Merit-Order-Prinzip). Das kontrafaktische Szenario geht für die Vergangenheit von den gleichen Rahmenbedingungen aus, wie sie in der „Realität mit Energiewende“ vorzufinden sind (z. B. Bevölkerung, Zahl

Abbildung 6  
Energiewende-Szenario vs. kontrafaktisches Szenario: Abweichung der Beschäftigung nach Sektoren; in Tsd. sowie in %



Quelle: GWS, Prognos, FHG ISI, DIW 2018.

der Haushalte, Entwicklung von BIP und Branchenstruktur). Aufgrund von weniger energiepolitischen Instrumenten im Effizienzbereich ist allerdings die Endenergienachfrage höher.

In der Welt der Energiewende wurden gegenüber der des kontrafaktischen Szenarios Mehrinvestitionen in Energieeffizienz (Gebäude, Industrieprozesse, Verkehr) sowie in erneuerbare Energien getätigt. Diesen Mehrinvestitionen stehen Minderinvestitionen in den konventionellen Kraftwerksparks sowie Einsparungen an fossilen Energieträgerimporten gegenüber. Mit den Investitionen sind die Entwicklung und Produktion der entsprechenden Technologien verbunden, wie z. B. Anlagen der erneuerbaren Energien, Dämmstoffe, energieeffiziente Pumpen und Motoren etc. Deren Produktion führt zu entsprechenden Erhöhungen der Wertschöpfung und Beschäftigung in den zugehörigen Branchen – vor allem im Maschinen- und Anlagenbau sowie im Baugewerbe. „Zweitundeneffekte“ führen zu einer differenzierten Be- und Entlastung von Haushalten und Wirtschaftsbranchen.<sup>10</sup> Die beiden Szenarien unterscheiden sich entsprechend im Zeitverlauf. Im kontrafaktischen Szenario verringert sich der Primärenergieverbrauch und der Endenergieverbrauch nur geringfügig. Die Treibhausgasemissionen bleiben weitgehend unverändert. Im Energiewende-Szenario sinken der Primärenergieverbrauch und der Endenergieverbrauch.

Die Ergebnisse (vgl. Abbildung 6) zeigen, dass die Energiewende insgesamt positive Nettobeschäftigungseffekte verursacht. Durch die Energiewende entstand insgesamt mehr Beschäftigung als im kontrafaktischen Szenario (etwa 71.000 Beschäftigte für das Jahr 2015). In den einzelnen Branchen fallen die Effekte jedoch unterschiedlich aus. Im Zeitraum 2000 bis 2015 traten die größten positiven Beschäftigungswirkungen im Baugewerbe, im verarbeitenden Gewerbe und bei den Dienstleistungen auf. Für den Bergbau und den Sektor Energieversorgung sind die Beschäftigungswirkungen hingegen negativ.

---

<sup>10</sup> Steigen beispielsweise aufgrund einer Beschäftigungszunahme die Einkommen, hat dies eine potenzielle Erhöhung des Konsums zur Folge. Dies wiederum führt zu positiven Effekten in den Unternehmen, die die entsprechenden Konsumgüter produzieren.

# 3

## ZUKÜNFTIGE BESCHÄFTIGUNGSENTWICKLUNG AUFGRUND DER ENERGIEWENDE

### 3.1 AUSGANGSBASIS: DIE BDI-KLIMASCHUTZSZENARIEN IM ÜBERBLICK

Ausgangspunkt für die folgenden Analysen ist das G95-Szenario aus der Studie „Klimapfade für Deutschland“, die im Jahre 2018 von der Boston Consulting Group und Prognos im Auftrag des Bundesverbandes der Deutschen Industrie erstellt wurde (im Folgenden „Klimapfade“).

Ziel der Klimapfade war es, zum Erreichen der Emissionsminderungsziele Deutschlands konsistente und volkswirtschaftlich kosteneffiziente Pfade für das gesamte nationale Energie- und Treibhausgassystem aufzuzeigen. Dazu wurden in einem aufwändigen Stakeholderprozess drei Szenarien entwickelt und vor allem für das Energiesystem detailliert modellgestützt durchgerechnet:

- ein Referenzszenario, das die Umsetzung der aktuellen energie- und klimapolitischen Maßnahmen und Instrumente auswertet und – mit Annahmen über eine moderate Verschärfung der Instrumente im Rahmen des technischen Fortschritts – bis 2050 fortschreibt. Es geht davon aus, dass keine fundamentalen Änderungen in den energie- und verkehrspolitischen Rahmenseetzungen erfolgen. Auf internationaler Ebene bleibt der Emissionshandel auf die bisherigen Teilnehmer Energiewirtschaft und große energieintensive Industriebetriebe beschränkt und wird nicht wesentlich ausgeweitet, auf ETS-Ebene (Emission Trading System der EU), erfolgen keine großen Einschnitte wie z. B. Verknappungen von Zertifikaten, die eigentlich für ambitionierte Zielsetzungen notwendig wären. Dieses Szenario stellt als „Weiter wie bisher“-Szenario die Referenzentwicklung oder „Baseline“ dar, gegenüber der die Anstrengungen zur Erreichung ambitionierter Klimaschutzziele bewertet werden;
- ein sogenanntes Zielszenario, in dem die obere Grenze des Zielkorridors (für die THG-Emissionen) von Paris, eine Reduktion der THG-Emissionen bis 2050 um 80 Prozent gegenüber dem Stand von 1990 erreicht wird („80-%-Klimapfad“, „N80-Klimapfad“);
- ein weiteres Zielszenario, in dem die untere Grenze des Zielkorridors von Paris, eine Reduktion der THG-Emissio-

nen bis 2050 um 95 Prozent gegenüber dem Stand von 1990 erreicht wird („G95-Klimapfad“).

Die Szenarien werden in den Bilanzgrenzen des Treibhausgasinventars gemäß internationalen Bilanzierungskonventionen berechnet.<sup>11</sup> Der internationale Flugverkehr ist zwar derzeit nicht Teil der politischen Zielsetzung, wird hier aber mitgeführt, da wir davon ausgehen, dass dieser im Verlauf des Betrachtungszeitraums ebenfalls einbezogen wird.

Die beiden Zielszenarien werden jeweils in zwei Sets von unterschiedlichen internationalen Rahmenbedingungen eingebettet:

- Im Rahmenset „N“ wird davon ausgegangen, dass Klimaschutz vor allem auf nationaler Ebene instrumentell angegangen und umgesetzt wird („nationale Alleingänge“), neben der EU mit dem Emissionshandel (ETS), einigen Rahmenseetzungen im Verkehr und bezüglich der Energieeffizienz werden allmählich einige andere Länder wie Südkorea und weitere asiatische sowie ggf. südamerikanische Länder ebenfalls ambitionierte Klimaschutzziele verfolgen. Es kommt aber nicht zu einer global abgestimmten und multilateralen Zusammenarbeit mit verbindlichen Zielen und Burden Sharing. Beispielsweise wird davon ausgegangen, dass die USA und Australien keine verstärkten Klimaschutzanstrengungen unternehmen. Es kommt nicht zu einem globalen CO<sub>2</sub>-Handel oder einem globalen Lenkungsinstrument.
- Im Rahmenset „G“ wird davon ausgegangen, dass im Laufe des nächsten Jahrzehnts eine globale länderübergreifende Kooperation beim Klimaschutz entwickelt

<sup>11</sup> Diese Bilanzierungskonvention bedeutet, dass eine sogenannte territoriale Quellenbilanz aufgestellt wird. Es werden also direkten Emissionen aus der Verbrennung fossiler Brenn- und Treibstoffe, Prozessemissionen, Emissionen aus der Landwirtschaft, aus der Diffusion von Kühlmitteln etc., die auf der Fläche der Bundesrepublik emittiert werden, erfasst. Es erfolgt keine Lebenszyklusbetrachtung und die Emissionen in den Vorketten werden nur soweit berücksichtigt, als diese im Inland liegen. Diese Konvention stellt sicher, dass alle Emissionen auf der Basis physischer Mengen und physikalischer Messungen (Absatz von Brenn- und Treibstoffen, Energieproduktion) erfasst und eindeutig zugeordnet werden können. Im Treibhausgasinventar des Umweltbundesamts (UBA) werden u. a. die historischen Daten der deutschen THG-Emissionen aufgelistet.

wird, ein globaler CO<sub>2</sub>-Handel mit funktionierender Preisbildung entsteht und eine ambitionierte Technologieentwicklung in internationaler Abreistteilung erfolgen kann.

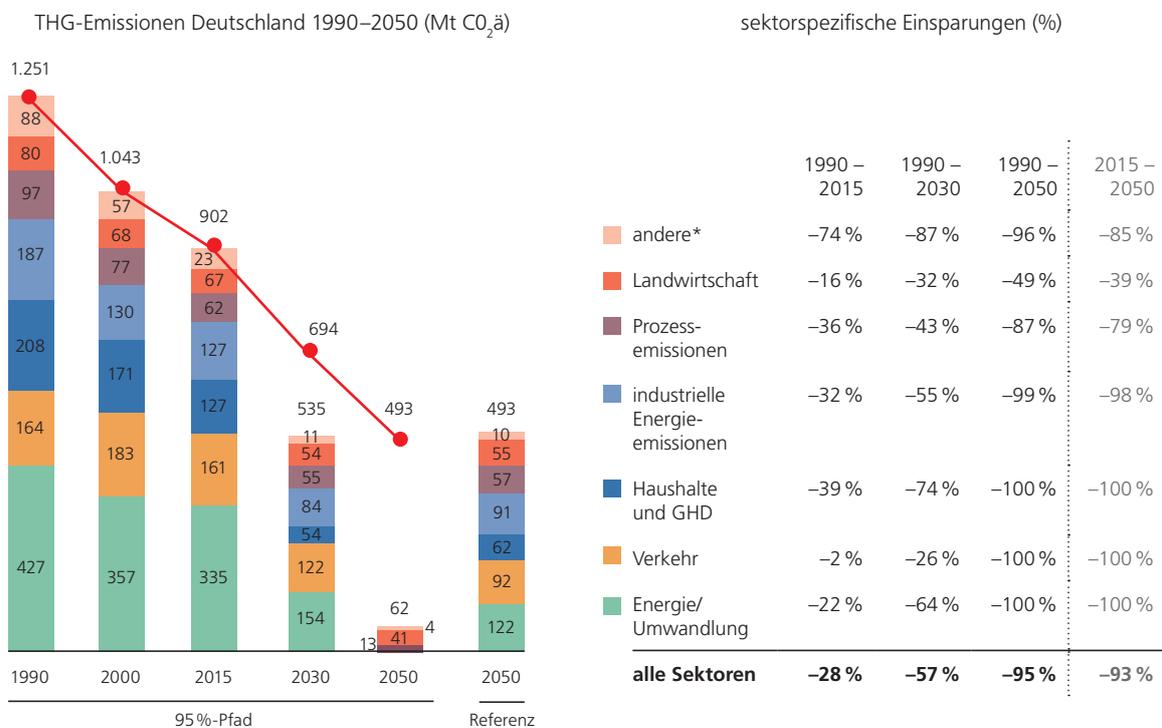
Für diese Studie wird in Absprache mit der Auftraggeberin von der Voraussetzung ausgegangen, dass mittelfristig ein globaler Konsens entsteht, die notwendigen (ambitionierten) Emissionsziele für einen wirksamen Klimaschutz mit gemeinsamen Anstrengungen anzugehen und zu erreichen. Es wird daher das Rahmenset „G“ gewählt, in dem sich die Länder gemeinsam den globalen Klimaschutzziele verschreiben und in diesem Rahmen nationale Umsetzungsstrategien in einem globalen Burden Sharing verfolgen. Hier liegen folgende gesellschaftliche und politische Rahmenbedingungen zugrunde (BCG/Prognos 2018):

- Staaten verpflichten sich zu einem angemessenen Beitrag zum globalen 2°C-Ziel;

- Klimaschutzinstrumente werden international koordiniert;
- Wachstum und offene Märkte werden unterstellt;
- Investitionen in Klimatechnologien beschleunigen Innovationen;
- anhaltend niedrige Preise fossiler Rohstoffe;
- allgemeine Zahlungsbereitschaft der Länder für den Klimaschutz.

Zu den zentralen Ergebnissen der „Klimapfade für Deutschland“-Studie zählt vor allem die Erkenntnis, dass mit einer Fortsetzung derzeitiger Anstrengungen in Form bestehender THG-reduzierender Maßnahmen, beschlossener politischer und regulatorischer Rahmenbedingungen sowie absehbarer Technologieentwicklungen (Referenzpfad) bis zum Jahr 2050 voraussichtlich eine Reduktion der THG von ca. 61 Prozent gegenüber dem Jahr 1990 erreicht wird. Damit verbleibt eine Lücke von 19 bzw. 34 Prozentpunkten zu den deutschen Klimazielen bis zum Jahr 2050. Somit wird auch

Abbildung 7  
Emissionsentwicklung im G95-Szenario nach Sektoren 1990–2050  
THG-Emissionen und sektorspezifische Einsparung in Deutschland



Zum Vergleich: Referenzszenario

\* Enthält Abfallwirtschaft, flüchtige Emissionen und Militär

Quelle: BCG, Prognos 2018.

mit den bestehenden Anstrengungen ein 80-Prozent-Ziel nicht erreicht werden.

Anstrengungen für eine Reduktion der THG um 80 Prozent nutzen bekannte Technologien mit Fortsetzungen der derzeit beobachteten Lernkurven und erscheinen technisch realistisch sowie aufgrund der Diffusionsgeschwindigkeiten und der grundsätzlichen „Ähnlichkeit“ der Energiedienstleistungen zu heutigen Verhältnissen gesellschaftlich vertretbar. Allerdings ist hierzu eine erhebliche Intensivierung der bestehenden Anstrengungen auf Basis eines politischen Kurswechsels notwendig. Im Vergleich dazu ist für Deutschland eine Reduktion der THG um 95 Prozent ein nochmals ambitionierteres Vorhaben (BCG/Prognos 2018). Es zeigt sich, dass eine Reduktion um 95 Prozent in Deutschland nur unter global abgestimmten Rahmenbedingungen möglich ist. Allerdings ist diese hohe Reduktion nach heutiger Diskussionslage auch nötig, um das 2°C-Ziel bis 2050 im Rahmen eines globalen Burden Sharings zu erreichen, in dem insbesondere die Entwicklungs- und Schwellenländer noch Emissionsbudgets haben, um mit wirtschaftlicher Entwicklung ihre Bevölkerung zu Wohlstand zu bringen. Daher wird in dieser Arbeit vor allem der 95-Prozent-Klimapfad ausgewertet.

### 3.1.1 ANNAHMEN DER BDI-KLIMASCHUTZ-SZENARIEN

#### G95-Szenario

Um eine Reduktion der THG um 95 Prozent bis zum Jahr 2050 zu erreichen, müssen die CO<sub>2</sub>-Emissionen von 902 Millionen Tonnen im Jahr 2015 auf 62 Millionen Tonnen im Jahr 2050 gesenkt werden und für einen großen Teil der deutschen Volkswirtschaft werden nahezu Nullemissionen notwendig (BCG/Prognos 2018). Da die Investitionszyklen und -rationalitäten in den einzelnen Emissionssektoren sehr unterschiedlich sind, erfolgt die Umsetzung entsprechender kosteneffizienter Maßnahmen in den Sektoren jeweils nicht gleichmäßig, sondern entsprechend der jeweiligen Investitionslogik der Sektoren oder Branchen.<sup>12</sup> Die Modellrechnungen ergeben die folgende Entwicklung der sektoralen THG-Emissionen, um ein 95-Prozent-Reduktionsziel bis zum Jahr 2050 zu erreichen (Abbildung 7):

Dieses Reduktionsziel ist aktuell sowohl für die Bevölkerung (Gebäude, Verkehr) als auch für die Industrie ambitioniert. Insbesondere die Einsparung der „letzten Prozente“ zwischen den Jahren 2030 und 2050 erfordert hohe Anstrengungen und technologische Kompetenz.

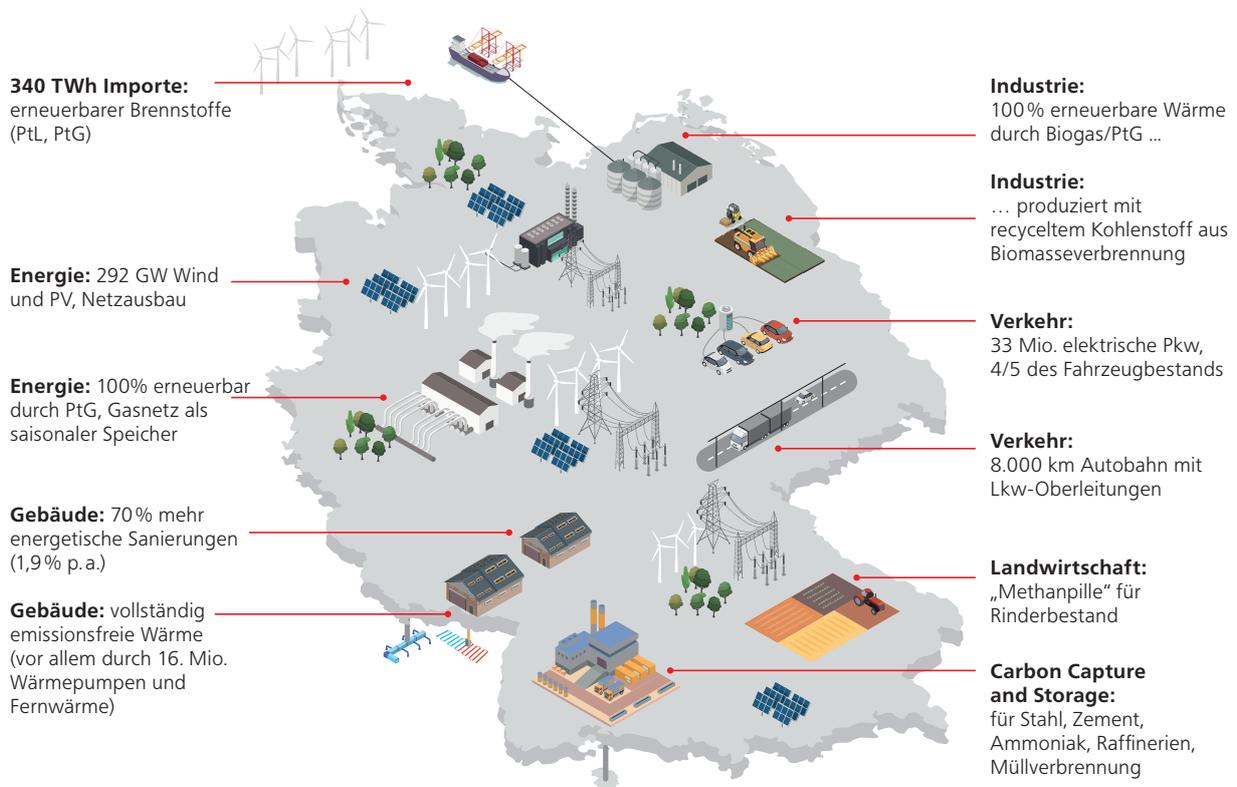
<sup>12</sup> Lange Planungs- und Investitionszyklen finden sich bspw. bei Gebäuden (30–50 Jahre dauert ein Erneuerungszyklus, häufig wird dieser auch länger gezogen) oder im Netzausbau (Sektor Energie/Umwandlung, sowohl bei Elektrizitäts- als auch bei Wärmenetzen), der eine Grundvoraussetzung für den Ausbau der erneuerbaren Energien darstellt und entsprechend schnell angegangen werden müsste. Bei der energieeffizienten Beleuchtung (Sektor Haushalte, GHD und Industriegebäude) sind die (Re-)investitionszyklen aufgrund der kürzeren technischen Lebensdauer hingegen deutlich geringer.

Die Zielerfüllung des G95-Szenarios in Deutschland basiert auf der Umsetzung folgender technischer Maßnahmen (BCG/Prognos 2018):

- umfassende Elektrifizierung von Verkehr (Elektromobilität bei Pkw und leichten Nutzfahrzeugen, Oberleitungs-Hybrid-Lkw im schweren Nutzverkehr) und Wärme (Wärmepumpen, keine elektrische Direktwärmeerzeugung oder elektrische Speicherheizungen mehr);
- konsequente energetische Sanierung des Gebäudebestands auf sehr gute Standards, Neubauten ab ca. 2025 auf Nullenergiestandard;
- konsequente Anwendung sämtlicher Effizienztechnologien bei Elektrogeräten sowie in allen Industrieprozessen;
- Nullemissionen im Stromsystem durch Deckung des Bedarfs von Back-up- und Regelkapazitäten mit synthetischem Gas;
- Konzentration von national verfügbarer Biomasse in der Industrie zur Erzeugung von Prozesswärme (sowohl feste Brennstoffe als auch Biogas als auch ggf. biogenes Synthesegas (Power-to-Gas) mithilfe von erneuerbarem Strom);
- deutlich beschleunigter Ausbau der erneuerbaren Energien, um eine vollständige Deckung des Strombedarfs aus Erneuerbaren zu erreichen. Auch die Back-up-Kapazitäten werden mit erneuerbarem Synthesegas betrieben, das zuvor mithilfe von erneuerbarem Strom produziert wurde;
- mehr Flexibilität in der Stromerzeugung, um kurzfristige starke Schwankungen abzufedern;
- Import von Power-to-Liquid und Power-to-Gas Kraftstofflösungen aus Ländern mit sehr guter Verfügbarkeit von erneuerbaren Energien;
- Einführung von Carbon Capture and Storage (CCS) ist zur Eliminierung von Emissionen aus der Zementproduktion, der Stahlproduktion (sofern diese nicht Direktreduktion nutzt) und Müllverbrennung notwendig;
- deutliche Reduzierung von Emissionen im Tierbestand (vor allem Wiederkäuer) sowie in der Düngung.

Die Umsetzung der wichtigsten Maßnahmen in Deutschland bis zum Jahr 2050 für eine Reduzierung der THG um 95 Prozent fasst Abbildung 8 schematisch und mit den wichtigsten quantitativen Voraussetzungen zusammen. In diesem Szenario wird die energetische Sanierungsrate der Gebäude fast verdoppelt, Gebäude in verdichteter Bebauung werden über Wärmenetze mit erneuerbar erzeugter Wärme versorgt. Der Energiebedarf der Industrie wird durch Effizienzmaßnahmen sowohl im Strom- als auch im Wärmebereich deutlich reduziert und zu 100 Prozent aus erneuerbaren Energien ge-

Abbildung 8  
**Deutschland im Jahr 2050 nach 95 Prozent THG-Reduktion**  
 Maßnahmen zum Erreichen der Emissionsziele im G95-Szenario



PtL = Power-to-Liquid, PtG = Power-to-Gas, PV = Photovoltaik; alle Zahlen beziehen sich auf das Jahr 2050.

Quelle: BCG, Prognos 2018.

deckt, einige Prozesse in der Chemieindustrie werden mit erneuerbar produziertem Wasserstoff gefahren. Im Verkehr werden 8.000 Kilometer deutscher Autobahnen mit Oberleitungen für Lkw ausgestattet sowie ca. vier Fünftel des gesamten Fahrzeugbestandes elektrisch betrieben.<sup>13</sup> Wenn Fahrzeuge mit Kraftstoffen betrieben werden, sind diese

synthetisch aus erneuerbaren Energien produziert (zum Teil inländisch, zum Teil importiert). In der Landwirtschaft müssen sowohl effiziente Düngerstrategien umgesetzt als auch der Rinderbestand reduziert werden. Darüber hinaus wird die „Methanpille“ bei der Futterstrategie der Rinder eingesetzt, um die Methanemissionen zu verringern.

<sup>13</sup> Da die Szenarien unter dem Aspekt der ökonomischen Effizienz optimiert wurden, wurde für den Schwerverkehr die Oberleitungsoption verfolgt. Diese ist deutlich kostengünstiger und energieeffizienter als die Produktion und ein flächendeckender Einsatz z. B. von Wasserstoff oder strombasierten synthetischen Treibstoffen (bei der Verwendung und inländischen Produktion von Wasserstoff muss aufgrund des Wirkungsgradverlustes etwa doppelt so viel erneuerbare Energie für den entsprechenden Verkehr bereitgestellt werden als bei Direktnutzung über Oberleitungen). Erneuerbarer Wasserstoff wird daher in dem Szenario vor allem in Chemieprozessen eingesetzt und nur zu einem geringen Teil im Verkehr.

Da wie bereits zuvor genannt die Umsetzung des G95-Szenarios sehr schnell begonnen werden muss und dies einen sehr konsequenten Abbau von Umsetzungshemmnissen (z. B. Nutzer-Investor-Dilemmata bei der Gebäudesanierung, Beschleunigungsfragen von Netzausbau, EE-Ausbau und CCS) voraussetzt, wird hier auch kurz das Szenario mit der THG-Reduktion um 80 Prozent vorgestellt.

### G80-Szenario

Um die Emissionsreduktionsziele von 80 Prozent zu erreichen, ist im Vergleich zum G95-Szenario eine weniger konsequente Umsetzung der Effizienzmaßnahmen und der Einführung erneuerbarer Energien in allen Sektoren notwendig. Das „Restbudget“ der letzten 20 Prozent wird allerdings in denjenigen Sektoren mit der schwierigsten Reduktion verortet. Im 80-Prozent-Pfad kann auf eine Einführung von z. B. CCS-Technologien verzichtet werden, die im G95-Szenario zur Zielerreichung notwendig sind. Wesentliche Merkmale des 80-Prozent-Pfades sind (BCG/Prognos 2018):

- gegenüber dem „Referenz-Pfad“ verstärkte Sektorenkopplung von Verkehr und Wärme zur Emissionsreduktion;
- Hebung von Effizienzpotenzialen vor allem in Industrie, Haushalt und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD), allerdings mit weniger vollständiger Durchdringung als im G95-Pfad;
- gegenüber dem heutigen Stand deutlich erhöhte (ca. 50 Prozent) Gebäudesanierungsrate und schnellere Durchdringung erneuerbarer Beheizung (vor allem Wärmepumpen und erneuerbare Fern- und Nahwärme);
- Biomasse in der industriellen Verwendung zur Erzeugung von Nieder- und Mitteltemperaturwärme;
- Beschleunigung der Energiewende im Stromsektor – 88 Prozent der deutschen Elektrizitätserzeugung ist bis zum Jahr 2050 erneuerbar (Back-up-Kapazitäten werden noch mit fossilem Gas betrieben).

Diese Maßnahmen führen im G80-Szenario zu nachstehenden Konsequenzen:

- Zunahme der volatilen Stromerzeugung als Konsequenz der Umstellung auf erneuerbare Energien. Abfederung erfolgt über erhöhte Flexibilität neuer Verbraucher (Elektrofahrzeuge, Wärmepumpen);
- dadurch nur geringe Entstehung von „Stromüberschüssen“; das Potenzial für inländische Power-to-X-Anwendungen aus „Überschussstrom“ ist dadurch begrenzt;
- Heterogenität der Sektoren bei der 80-Prozent-Zielerreichung: Die einzelnen Sektoren tragen in sehr unterschiedlichem Maße zur Zielerreichung bei. Teilweise werden die sektoralen Ziele für 2030 in einigen Sektoren (insbesondere im Verkehrssektor) verfehlt; höhere nationale Investitionen wären für eine sektorspezifische Erreichung notwendig.

Konkret werden im 80-Prozent-Pfad im Jahr 2050 in Deutschland beispielsweise ungefähr zwei Drittel des Fahrzeugbestands elektrisch betrieben sein, 4.000 Kilometer deutscher Autobahn ist mit Oberleitungen für Lkw ausgestattet, und die Emissionen in der Landwirtschaft werden durch einen effizienteren Düngereinsatz reduziert. Die Tier-

bestände werden nicht reduziert und die Fütterungsstrategien nicht verändert.

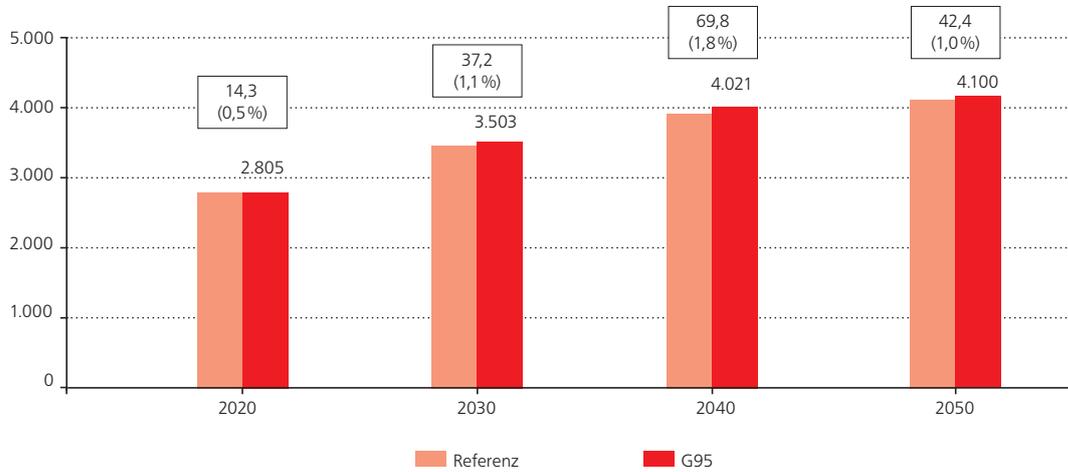
### 3.1.2 ENTWICKLUNG DER BRUTTOWERTSCHÖPFUNG IM G95-SZENARIO

Unter Berücksichtigung der im G95-Szenario unterstellten Annahmen führt das Modellergebnis bis zum Jahr 2050 in Deutschland zu einem durchschnittlichen Wachstum der realen Bruttowertschöpfung (BWS) in Höhe von 1,2 Prozent p. a. (BCG/Prognos 2018). Ausschlaggebend für diese eher gedämpfte Entwicklung sind vor allem eine globale Abschwächung des Wachstums aufgrund des weltweit geringeren Bevölkerungswachstums sowie Konvergenzprozesse in den Schwellenländern, die – trotz einer erhöhten Wirtschaftsleistung pro Kopf – zu einer Abflachung der dortigen Wachstumstrends führen. Insbesondere auf China trifft dies zu. Diese Entwicklung wurde als Rahmenentwicklung für die Berechnung des Referenzszenarios sowie als Grundlage für die Berechnung der Klimapfade eingesetzt, um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten. Das Niveau der Wertschöpfung soll auch unter klimaschützenden Bedingungen erreicht und der daraus resultierende Bedarf gedeckt werden. Eine „Reduktion durch Abwanderung“ von (energie- oder emissions-)intensiven Unternehmen („Carbon Leakage“) wird explizit ausgeschlossen. Es gehört zu den Schlussfolgerungen der Studie, dass dies durch entsprechende politische Rahmensetzungen und Ausgleichsprozesse sichergestellt werden muss.

Die Emissionsminderungen werden durch die Umsetzung technischer Maßnahmen, teilweise auch durch technologische Veränderungen erreicht (wie z. B. starke Durchdringung von Wärmepumpen und Elektrofahrzeugen, erneuerbare Stromerzeugung). Diese Umsetzung ist mit Investitionen verbunden. Im G95-Pfad sind insgesamt in den verschiedenen Sektoren bis zum Jahr 2050 kumuliert ca. 2,3 Billionen Euro an energietechnisch bedingten Mehrinvestitionen gegenüber dem Referenzszenario aufzubringen. Dies entspricht etwa drei Prozent der ohnehin im Referenzszenario anfallenden Bau- und Anlageninvestitionen. Den Investitionsausgaben stehen Einsparungen an importierten fossilen Energieträgern gegenüber. Die resultierenden Nettoaufwendungen sind somit deutlich geringer, sie liegen kumuliert bis zum Jahr 2050 bei knapp 1 Billionen Euro.

Bei den Investitionen handelt es sich um Bau- und Anlageninvestitionen (z. B. Heizungstechnik, Energieanlagen, Effizienztechnologien, Werkstoffe), die zu großen Teilen in Deutschland von heimischen Unternehmen produziert und nicht importiert werden. Diese inländischen Investitionen führen durch die Mehrproduktion der entsprechenden Branchen und Unternehmen zu (positiven) Folgeeffekten bei den industrienahen Dienstleistungen (z. B. Planungs- und Ingenieursleistungen in entsprechenden Büros), Dienstleistungen im Handwerk (z. B. Bauhandwerk, Heizungsbau, Anlagenwartung etc.) als auch bei den privaten Konsumausgaben. Insgesamt ergibt sich aufgrund der Mehrinvestitionen und den reduzierten Energieimporten somit in allen Szenarien

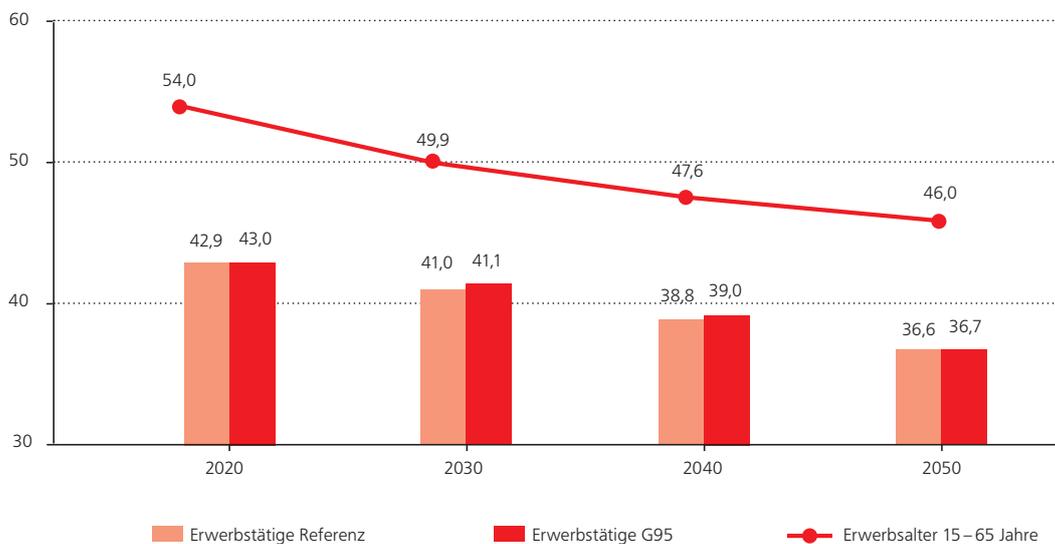
Abbildung 9  
**Entwicklung der Bruttowertschöpfung in Deutschland (total)**  
 Referenz- und G95-Szenario im Vergleich, 2020–2050 (Volumen, Basisjahr = 2010)



Lesehilfe: Im Jahr 2050 beträgt die Bruttowertschöpfung im G95-Szenario ca. 4.100 Mrd. Euro. Im Vergleich zur Referenzsituation ist das eine positive Differenz von ca. 42,4 Mrd. Euro bzw. einer Abweichung von 1,0 Prozent.

Quelle: BCG, Prognos 2018.

Abbildung 10  
**Bevölkerung im erwerbsfähigen Alter und Erwerbstätige**  
 Entwicklung der 15- bis 65-jährigen Bevölkerung und Erwerbstätigen im Referenz- und G95-Szenario, 2020–2050 (in Mio.)



Quelle: eigene Berechnung auf Basis von BCG, Prognos 2018.

ein geringfügig positiver Wertschöpfungseffekt gegenüber dem Referenzszenario.

In Abbildung 9 ist die durch den G95-Klimapfad entstehende Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen, realen BWS in Deutschland im Vergleich mit der dem Referenzszenario zugrunde liegenden Entwicklung zu sehen. Es zeigt sich, dass in allen abgebildeten Jahren im G95-Szenario die BWS leicht über derjenigen des Referenzszenarios liegt. Grund dafür ist, dass die benötigten Bau- und Anlageinvestitionen vor allem durch leistungsfähige Branchen im Inland umgesetzt werden. Einerseits werden Importe fossiler Energieträger durch inländische Investitionen ersetzt. Andererseits führen diese Investitionen durch die leicht erhöhte Wertschöpfung und die damit verbundenen Arbeitsplätze wiederum zu indirekten Effekten bei den industrienahen Dienstleistungen sowie durch den Konsum der Beschäftigten. Vor allem aufgrund der Maßnahmen zum Klimaschutz wird im Jahr 2050 demnach eine zusätzliche Wertschöpfung im Wert von ca. 42,4 Milliarden Euro erzielt.

Zusätzlich gilt es zu erwähnen, dass das Wachstum zwischen den einzelnen Industriezweigen und Dienstleistungsbranchen variiert. Während sich das Wachstum in energieintensiven Branchen eher verlangsamt, entwickeln sich z. B. Fahrzeugbau, Maschinenbau und Elektrotechnik dynamischer. Diese Entwicklungen entsprechen weitgehend den Trends der vergangenen Jahre und bleiben im Grundsatz auch in den Entwicklungen des G95-Szenarios bestehen (BCG/Prognos 2018).

## 3.2 BESCHÄFTIGUNGSENTWICKLUNG IM G95-SZENARIO

### 3.2.1 DIFFERENZIERT NACH BRANCHEN

Aufgrund des demografischen Wandels sowie weiterer Produktivitätsfortschritte wird die Anzahl der Beschäftigten in Deutschland bis zum Jahr 2050 deutlich sinken – unabhängig davon ob und welche Klimapfade eingeschlagen werden. Abbildung 10 zeigt die Entwicklung der Bevölkerung im erwerbsfähigen Alter zwischen 15 und 65 Jahren sowie die Anzahl der Erwerbstätigen im Referenz- und G95-Szenario. Demnach beläuft sich die Bevölkerung zwischen 15 und 65 Jahren im Jahr 2050 auf ca. 46 Millionen Personen. Dies entspricht einem Rückgang von ca. 8 Millionen Personen gegenüber dem Jahr 2020. Dieser demografisch bedingte Rückgang des Erwerbspersonenpotenzials hat zur Folge, dass die Anzahl der Erwerbstätigen in beiden Szenarien (Referenz und G95) ebenfalls deutlich sinkt. Gleichwohl liegt die Anzahl der Erwerbstätigen im G95-Szenario zu jedem Zeitpunkt über der der Erwerbstätigen im Referenzszenario.

Gesamtwirtschaftlich betrachtet sind die Abweichungen bezüglich der Anzahl der Erwerbstätigen zwischen dem G95-Szenario und dem Referenzpfad somit vergleichsweise gering. Gleichwohl werden im Jahr 2050 im G95-Szenario ca. 26.000 Erwerbstätige mehr beschäftigt sein als im Referenz-

szenario – im Jahr 2050 etwa ca. 43.000 mehr. Dabei haben sich leicht positive Effekte des Klimaschutzes auf die Beschäftigung bereits in der Vergangenheit gezeigt. So wurde in Kapitel 2.3 errechnet, dass aufgrund der energiepolitischen Instrumente und Maßnahmen (u. a. EEG) zwischen den Jahren 2003 und 2018 insgesamt positive Nettobeschäftigungseffekte entstanden sind. Sie waren insbesondere in den einzelnen Leitmärkten für Klimaschutztechnologien und -dienstleistungen zu beobachten.

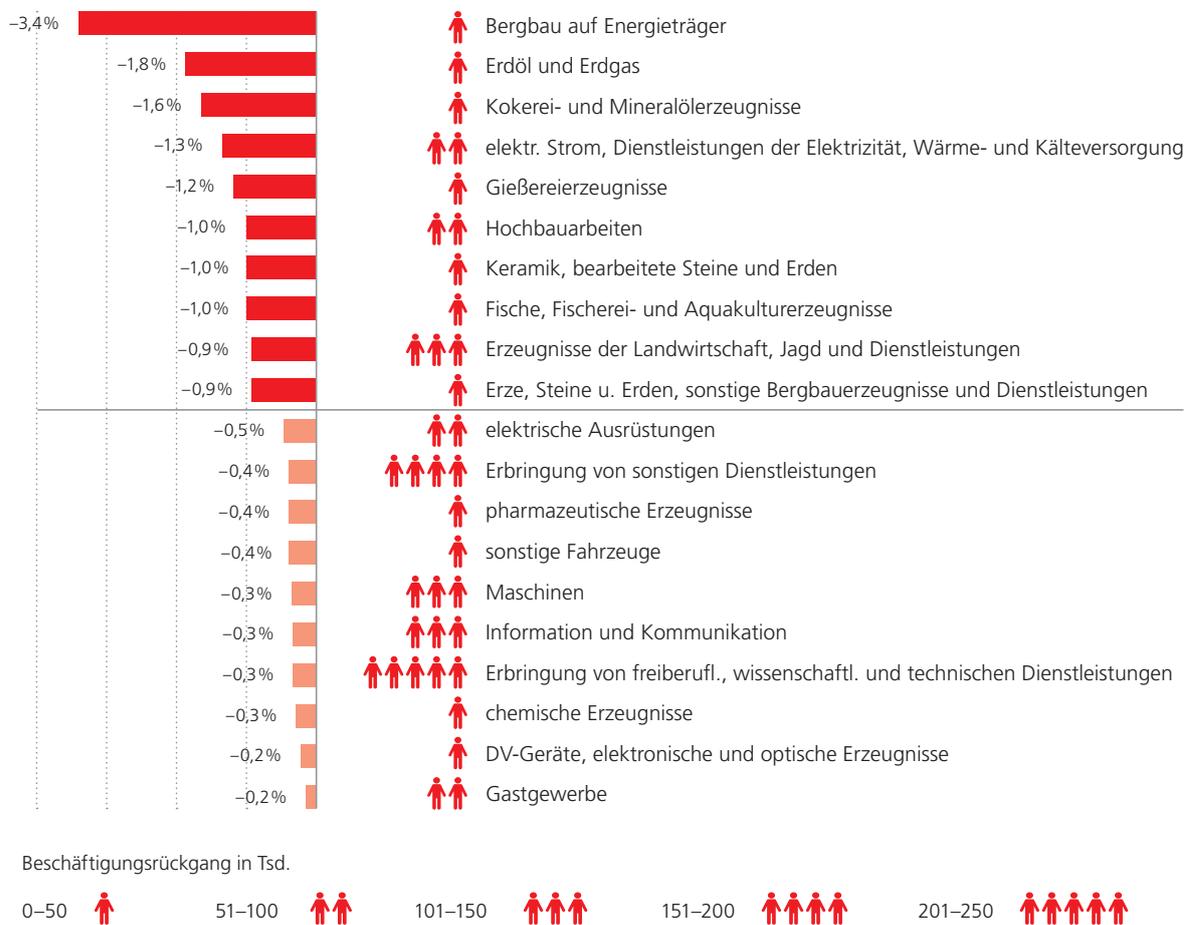
Um die branchenspezifischen Unterschiede zwischen dem G95-Szenario und dem Referenzszenario aufzeigen zu können, wird im Folgenden zunächst die Branchenentwicklung des Referenzszenarios dargestellt. Abbildung 11 veranschaulicht die durchschnittlichen prozentualen und absoluten Veränderungen der Anzahl der Erwerbstätigen in ausgewählten Branchen pro Jahr im Referenzszenario innerhalb des Zeitraums von 2020 bis 2050. Dabei zeigt sich erstens, dass es aufgrund der demografischen Entwicklung in jeder Branche zu einem Beschäftigungsrückgang kommt. Zweitens zeigt sich, dass bereits im Referenzszenario insbesondere solche Branchen die prozentual höchsten Verluste verzeichnen, die klassischerweise hohe THG-Emissionen verursachen und in der Förderung oder Verarbeitung fossiler Energieträger tätig sind (z. B. „Bergbau auf Energieträger“ und „Erdöl und Erdgas“). Der prozentual betrachtet geringste Rückgang zeigt sich hingegen in den Branchen „Gastgewerbe“ (–0,2 Prozent), „DV-Geräte, elektronische und optische Erzeugnisse“ (–0,2 Prozent).

Bezüglich der gesamtwirtschaftlichen Relevanz fallen die absoluten Veränderungen der Erwerbstätigkeit stärker ins Gewicht. Aufgrund der unterschiedlich hohen Zahl der in den Branchen Erwerbstätigen können geringe prozentuale Veränderungen absolut betrachtet dabei schon deutliche Rückgänge bewirken. Beispielsweise fällt der absolut betrachtete Rückgang in der Branche „Erbringung von freiberuflichen, wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen“ am höchsten aus – bei einem prozentualen Rückgang von lediglich –0,3 Prozent p. a.

Wie eingangs dieses Kapitels erwähnt, sind die Unterschiede zwischen dem G95- und dem Referenzszenario bezüglich der gesamtwirtschaftlichen Beschäftigung relativ gering. Auf Ebene einzelner Branchen können allerdings deutliche (relative) Unterschiede auftreten. So profitieren nicht alle Branchen gleichermaßen von den Investitionen in den Klimaschutz. Vor allem aufgrund des Strukturwandels im Energiesystem gibt es naturgemäß „Gewinner“ und „Verlierer“.<sup>14</sup> Von den insgesamt 49 betrachteten Branchen verzeichnen lediglich 19 eine im Durchschnitt negative Beschäftigungsabweichung vom Referenzpfad – sowohl jährlich als auch insgesamt.

<sup>14</sup> Hierbei ist allerdings zu berücksichtigen, dass auch im Referenzszenario bereits ein gewisser Wandel im Energiesystem berücksichtigt wird. So wird auch im Referenzszenario die Effizienz gesteigert und der Anteil fossiler Energieträger reduziert, während derjenige der erneuerbaren Energien (bei Strom, Wärme und Treibstoffen) ansteigt.

Abbildung 11  
**Branchen mit dem stärksten/schwächsten Erwerbstätigenrückgang im Referenzszenario**  
 Erwerbstätigenrückgang im Referenzszenario zwischen 2020 und 2050 (in % p. a. und absolut in Tsd.)



Quelle: eigene Berechnung auf Basis von BCG, Prognos 2018.

Abbildung 12 zeigt diejenigen Branchen in Deutschland auf, die im G95-Szenario im Jahr 2050 Abweichungen von über einem Prozent gegenüber der Referenz aufweisen. Eine Ausnahme hiervon bildet die Branche „Handel, Instandhaltung und Reparatur von Fahrzeugen“. Aufgrund der in absoluten Beschäftigten betrachteten hohen Abweichungen wird diese Branche ebenfalls genauer beleuchtet.

Die größten relativen Beschäftigungsgewinne im Vergleich zum Referenzpfad verzeichnen die Branchen „elektrischer Strom, Dienstleistungen der Elektrizitäts-, Kälte- und Wärmeversorgung“ (+4,5 Prozent), die Branche „industriell erzeugte Gase, Dienstleistungen der Gasversorgung“ (+2,4 Prozent) sowie die Branche „Glas und Glaswaren“ (+2,2 Prozent). Absolut gesehen ist die Branche der „vorbereitenden Baustellen-, Bauinstallations-, und sonstigen Ausbaurbeiten“ mit einem positiven Mehreffekt von 21.000 Erwerbstätigen im

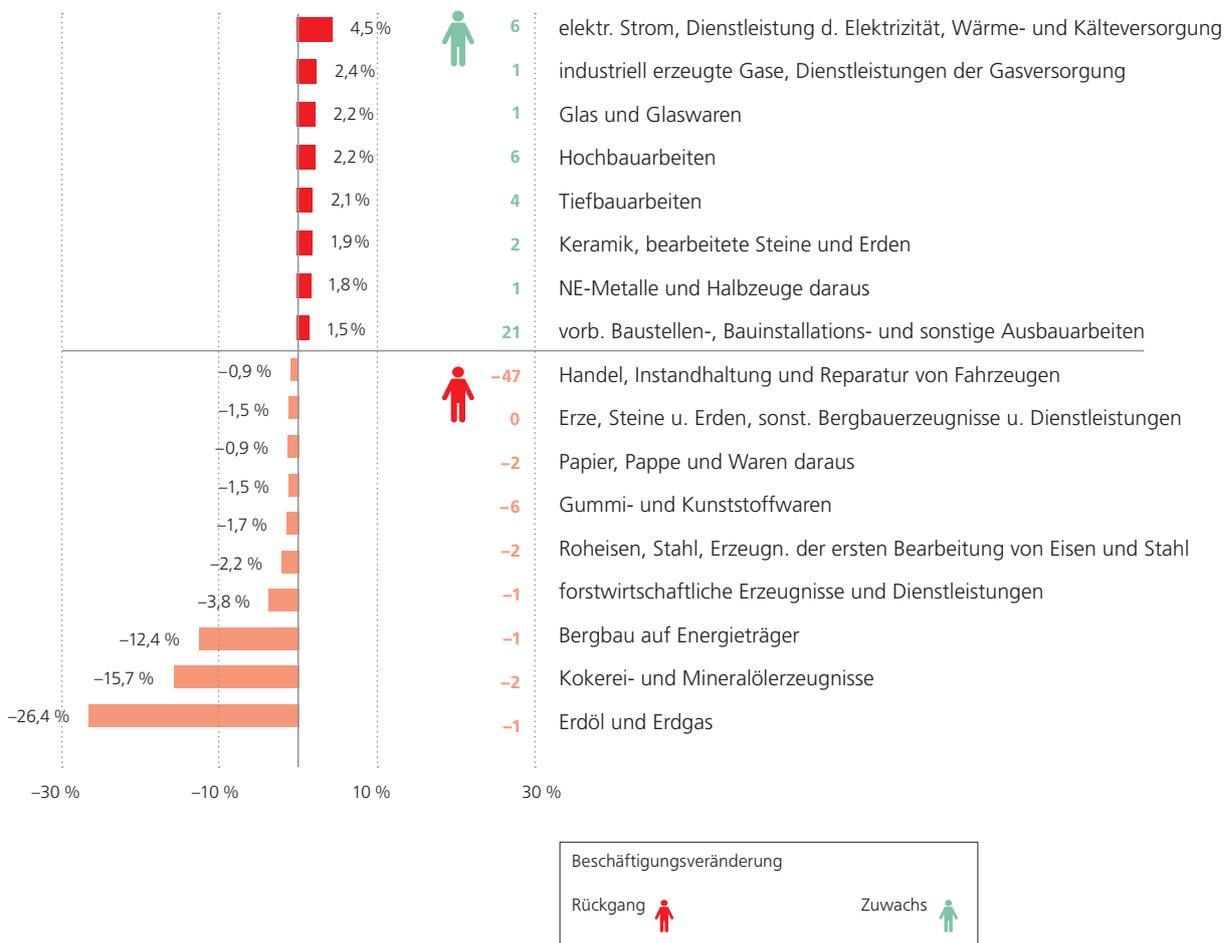
Jahr 2050 gegenüber dem Referenzszenario diejenige Branche, die bezogen auf die Beschäftigung am stärksten von einem ehrgeizigen 95-Prozent-Klimapfad profitiert. Grund hierfür sind die im Szenario erforderlichen, hohen Bauinvestitionen im Bereich der Gebäudesanierung sowie zu einem geringeren Teil die höheren Neubaustandards. Von dieser Entwicklung sowie von den übrigen Infrastrukturinvestitionen profitieren mit den Hochbauarbeiten (+2,2 Prozent) und Tiefbauarbeiten (+2,1 Prozent) ebenfalls die übrigen Branchen des Baugewerbes.

Am stärksten negativ betroffen sind die Branchen, die auf der Be- und Verarbeitung sowie dem Transport fossiler Energieträger basieren: Erdöl und Erdgasindustrie (-26,4 Prozent), die Produktion von der Kokerei und Mineralölerzeugnissen (-15,7 Prozent) sowie der Bergbau auf Energieträger (-12,4 Prozent). Diese Branchen, die bezogen auf das Ener-

Abbildung 12

**Branchen mit den stärksten Beschäftigungseffekten**

Abweichung der Erwerbstätigen im G95-Szenario gegenüber dem Referenzszenario im Jahre 2050 (in % p. a. und absolut in Tsd.)



Quelle: eigene Berechnung auf Basis von BCG, Prognos 2018.

giesystem im Wesentlichen dem Umwandlungssektor zugeordnet sind, weisen im Vergleich zu den anderen Industriebranchen eine vergleichsweise geringe Beschäftigung und Bruttowertschöpfung auf. Hinsichtlich der Unterschiede bezüglich der absoluten Beschäftigung werden in anderen Branchen daher deutlich stärkere Abweichungen sichtbar. So verzeichnet die Dienstleistungsbranche „Handel, Instandhaltung und Reparatur von Fahrzeugen“ bei einer Abweichung von lediglich -0,9 Prozent eine absolute Differenz von ca. 47.000 Erwerbstätigen. Somit ist sie diejenige Branche, die in einem 95-Prozent-Klimaschutzszenario im Vergleich zu einem Pfad ohne THG-Reduktion mit Abstand den größten absoluten Rückgang an Erwerbstätigen erfährt.

Mit Blick auf Abbildung 12 wird deutlich, dass die Beschäftigungseffekte in den der Automobilindustrie zugehörigen

Branchen nicht besonders stark ausfallen. Gleichwohl ist sie für die deutsche Wirtschaft von besonderer Relevanz. Welche zukünftigen Entwicklungen für diese Branche im G95-Szenario unterstellt werden, wird daher detailliert in der nachstehenden Infobox beschrieben.

**3.2.2 DIFFERENZIERT NACH DEN LEITMÄRKTEN FÜR KLIMASCHUTZTECHNOLOGIEN UND -DIENSTLEISTUNGEN**

Die Beschäftigungsentwicklung im G95-Szenario lässt sich auch für die eingangs (vgl. Kapitel 2) aufgezeigten Leitmärkte für Klimaschutztechnologien und -dienstleistungen differenziert betrachten. Dazu wurden anhand des envigos-Modells die branchenbezogene Szenarioentwicklung und die zugrunde gelegten technologischen Annahmen auf die Klimaschutz-Leitmärkte projiziert.

## BESCHÄFTIGUNGSENTWICKLUNG IN DER AUTOMOBILINDUSTRIE IM G95-KLIMASCHUTZSZENARIO

In den BDI-Klimapfaden sind der Verkehrssektor und damit auch die Automobilindustrie in besonderem Maße von den Einsparungen der THG-Emissionen betroffen. In einem „Weiter wie bisher“-Szenario wird eine erhebliche Verlagerung des Verkehrsaufkommens auf Bus und Bahn stattfinden. Zusätzlich sorgen Effizienzgewinne bei Verbrennungsmotoren sowie der Antriebswechsel auf 35 Prozent elektrische Pkw und fünf Prozent gasbetriebene Pkw im Bestand für eine Senkung der THG.

Im G95-Pfad muss der Verkehrssektor bis zum Jahr 2050 hingegen vollkommen emissionsfrei sein. Dafür ist im Vergleich zur Referenz eine weitere Durchdringung alternativer Antriebe und synthetischer Kraftstoffe notwendig. Insgesamt werden im Personenverkehr somit ca. 80 Prozent der Antriebe elektrisch sein. Der Güterverkehr wird durch 8.000 Kilometer Oberleitung und einem Anteil an E-Lkw von 69 Prozent ebenfalls zum Großteil elektrisch betrieben.

Für die deutsche Automobilindustrie resultiert aus den Entwicklungen des Verkehrssektors und insbesondere aus dem verstärkten Einsatz von E-Pkw und E-Lkw ein großer Veränderungsdruck. In den Klimapfaden wird davon ausgegangen, dass die deutsche Automobilindustrie sich an die neuen Herausforderungen anpassen kann und ihre Wettbewerbsposition weitgehend behaupten wird.

Für die Branchen „Kraftwagen und -teile“ und „sonstiger Fahrzeugbau“ weist die BDI-Klimapfade-Studie eine durchschnittliche jährliche Wachstumsrate der Bruttowertschöpfung von 1,2 Prozent und 1,4 Prozent bis 2050 aus. Die relativen Abweichungen bezüglich der Anzahl der Erwerbstätigen zwischen dem G95-Szenario und der Referenz sind in diesen Branchen im Jahr 2050 dabei gering.

Die für den Verkehrssektor unterstellten Szenarioannahmen betreffen jedoch nicht nur den produzierenden Teil der „Automobilindustrie“. So werden in der Branche „Handel, Instandhaltung und Reparatur von Fahrzeugen“ im Jahr 2050 im G95-Pfad ca. 47.000 Erwerbstätige bzw. –0,9 Prozent weniger beschäftigt sein als in der Referenz. Ein Grund dafür ist, dass im Handel und bei der Reparatur von Fahrzeugen zukünftig weniger Mitarbeitende benötigt werden.

Abbildung 13 zeigt die Entwicklungsverläufe der Klimaschutz-Leitmärkte bis 2050 im G95-Szenario auf. Erwartungsgemäß erfährt die Erwerbstätigkeit in den drei Leitmärkten einen weiteren deutlichen Wachstumsschub. Die angebotenen Technologien und Dienstleistungen spielen im G95-Szenario eine entscheidende Rolle, um die entsprechenden Klimaschutzziele zu erreichen. Dementsprechend steigt die Nachfrage und damit die Beschäftigungswirkung. Die Bruttobeschäftigung in den Klimaschutz-Leitmärkten kann sich vom allgemeinen, überwiegend demografiebedingten Rückgang der Erwerbstätigkeit in der Gesamtwirtschaft abheben und steigt auch in absoluten Zahlen an.

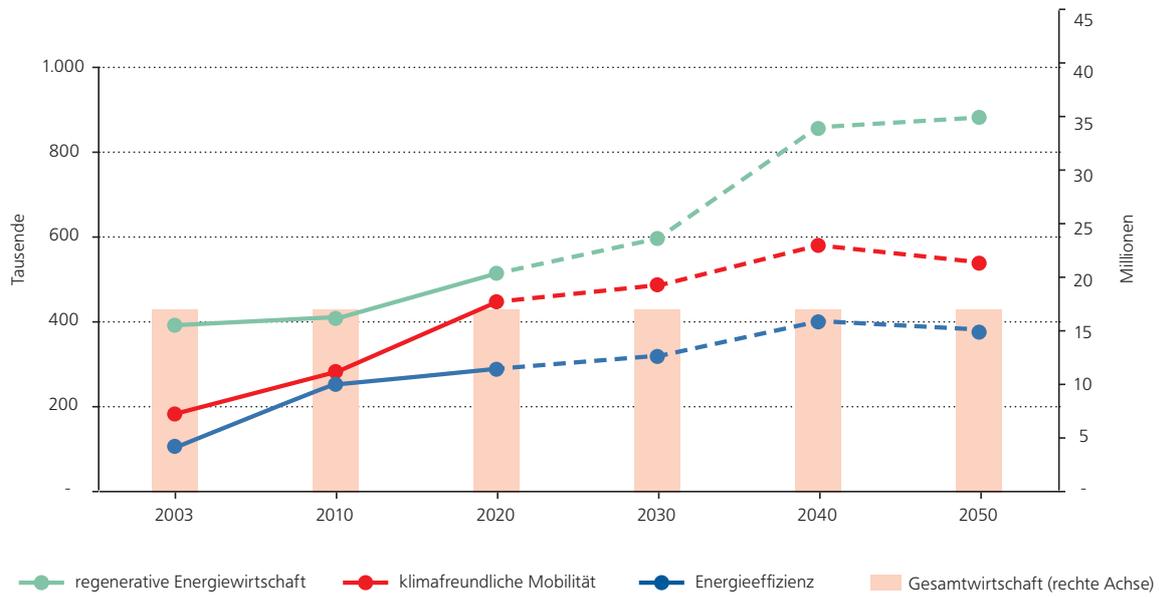
Wie schon in der Ex-post-Betrachtung werden allerdings unterschiedliche Wachstumspfade in den Leitmärkten erwartet. Die Erwerbstätigkeit in der regenerativen Energiewirtschaft und Energieeffizienz wächst zunächst kontinuierlich stark an und erreicht ihren Zenit um das Jahr 2040. Anschließend kann in der Szenarioentwicklung angenommen werden, dass ein großer Teil des energiewirtschaftlichen Umbaus (u. a. der Ausbau erneuerbarer Energien und die energetische Gebäudesanierung) abgeschlossen ist. Im Abschnitt von 2040 bis 2050 wird folglich ein leichter Rückgang

erwartet. Insgesamt steigt die Zahl der Erwerbstätigen in beiden Leitmärkten bis 2050 jedoch gegenüber dem Status quo deutlich an (REW: um 0,9 Prozent p. a.; EEF um 0,6 Prozent p. a.).

Der Leitmarkt klimafreundliche Mobilität wächst insgesamt am stärksten. Bis 2050 nimmt die Zahl der Erwerbstätigen um 1,7 Prozent p. a. zu. Dies verdeutlicht den hohen Stellenwert, der dem Verkehrssektor bei der Erreichung des 95-Prozent-Ziels zukommt. Die stärkste Wachstumsphase wird zwischen 2030 und 2040 erwartet, für die ein großer Teil der Elektrifizierung bzw. Dekarbonisierung des Verkehrs angenommen wird.

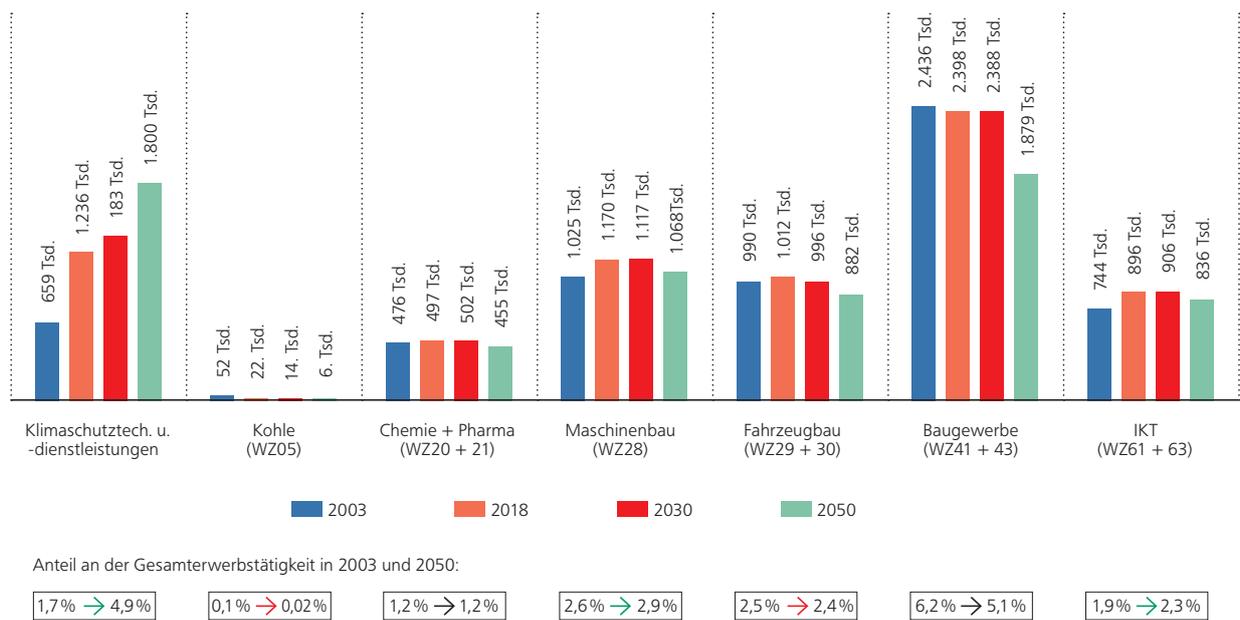
Die wirtschaftliche Bedeutung von Klimaschutztechnologien und -dienstleistungen lässt sich anhand eines Vergleichs mit anderen bedeutenden Schlüsselbranchen aufzeigen. Dabei ist zu beachten, dass die Klimaschutz-Leitmärkte selbst bestimmte Teile dieser Schlüsselbranchen umfassen. Abbildung 14 stellt die Entwicklung in den Klimaschutz-Leitmärkten der Entwicklung im Kohlebergbau, in der Chemie- und Pharmaindustrie, im Maschinenbau, im Fahrzeugbau, im Baugewerbe und in der IKT-Branche gegenüber. Dabei wird deut-

Abbildung 13  
**Entwicklung in den Leitmärkten für Klimaschutztechnologien und -dienstleistungen bis 2050**



Quelle: eigene Berechnung auf Basis der Bundesagentur für Arbeit, Statistisches Bundesamt 2019a und BCG, Prognos 2018.

Abbildung 14  
**Erwerbstätige in den Leitmärkten für Klimaschutztechnologien und -dienstleistungen im Vergleich zu anderen Schlüsselbranchen**



Quelle: eigene Berechnung auf Basis der Bundesagentur für Arbeit, Statistisches Bundesamt 2019a und BCG, Prognos 2018.

lich, dass die Klimaschutzmärkte bereits im Status quo eine hohe Beschäftigungswirkung haben, die über die vielen klassischen Schlüsselbranchen hinausgeht. In der weiteren Entwicklung im G95-Szenario gewinnen die Leitmärkte an Bedeutung und bauen ihren Anteil an der Gesamtbeschäftigung auf knapp fünf Prozent aus. Lediglich der Maschinenbau und die IKT-Branche gewinnen über den betrachteten Zeitraum ebenfalls gesamtwirtschaftlich bezüglich der Beschäftigung an Bedeutung.

### 3.3 ZUM VERGLEICH: DIE BESCHÄFTIGUNGS-ENTWICKLUNG IM G80-SZENARIO

Bis zum Jahr 2050 die THG-Emissionen in Deutschland um 95 Prozent zu senken ist ein ambitioniertes Vorhaben. Eine Reduktion von 80 Prozent bis zum Jahr 2050 ist eine mit weniger tief greifenden Umsteuerungen verbundene Zielsetzung, da einige drastische Reduktionsmaßnahmen beim kompletten Verzicht auf fossile Kraftstoffe, beim Austausch der letzten Mengen an Erdgas durch synthetisches Gas oder der Nutzung von CCS bei Prozessemissionen in diesem Szenario vorerst nicht eingeführt werden müssen.

Die Unterschiede zwischen dem G95- und dem G80-Szenario liegen vor allem in den „letzten Prozenten“. Diese erfordern zwar die sehr konsequente Umsetzung technologisch anspruchsvoller Maßnahmen, wirken sich jedoch nicht gravierend auf die Beschäftigung aus. Das liegt u. a. daran, dass zunächst zahlreiche im G80-Szenario umgesetzte Maßnahmen im G95-Szenario „nur“ konsequenter umgesetzt werden, ein Teil der zusätzlichen Emissionsreduktion durch den Import synthetischer Treibstoffe erfolgt, die keine Arbeitsplatzeffekte in Deutschland haben, und z. B. der für die letzten Megatonnen an Prozessemissionen notwendige Einsatz von CCS nur punktuell erfolgt und keinen ganzen Branchen-um- oder -ausbau erfordert.

Bei einem Szenario mit einer Reduktion um 80 Prozent fallen die gesamtwirtschaftlichen Beschäftigungseffekte daher ähnlich aus wie im G95-Szenario. So entfällt die Anzahl der im Jahr 2050 Erwerbstätigen im G80-Szenario auf etwa 36,68 Millionen Personen. Im Vergleich zum Referenzszenario sind dies im Jahr 2050 knapp 50.000 Erwerbstätige mehr. Die für das G95-Szenario getroffene Aussage, dass die aufgrund der Energiewende resultierenden Beschäftigungseffekte auf gesamtwirtschaftlicher Ebene vernachlässigbar gering ausfallen, ist somit auch gültig, sofern „lediglich“ das G80-Szenario anstatt das G95-Szenario umgesetzt würde.

Gleichwohl zeigen sich analog zum G95-Szenario auch im G80-Szenario verschieden starke Effekte bei der Betrachtung einzelner Branchen. Rechnerische Unterschiede zwischen dem G95- und dem G80-Szenario finden sich dabei insbesondere in solchen Branchen, für die sich die unterstellten Szenarioannahmen unterscheiden. Beispielsweise fällt die Beschäftigung in der Automobilindustrie aufgrund der Annahmen des G95-Szenarios etwas geringer aus als im G80-Szenario. Gleichzeitig werden im G95-Szenario die be-

reits im G80-Szenario eingesetzten Technologien (wie Gebäudesanierung, Elektrofahrzeuge, Wärmepumpen und energieeffiziente Querschnittstechnologien in der Industrie) stärker und konsequenter eingesetzt, sodass die damit verbundenen Branchen teilweise geringfügig höhere Beschäftigungsmöglichkeiten aufweisen als im G80-Szenario. Aufgrund dessen, dass die Unterschiede bezüglich der Beschäftigungseffekte zwischen dem G80- und G95-Szenario so gering ausfallen und daher teilweise von Zweitrundeneffekten überlagert werden, wird auf eine detailliertere Darstellung nach Branchen verzichtet.

## 4

# ZUKÜNFTIGE BESCHÄFTIGUNGS- ENTWICKLUNG AUF REGIONALER EBENE

## 4.1 NACH BUNDESLÄNDERN

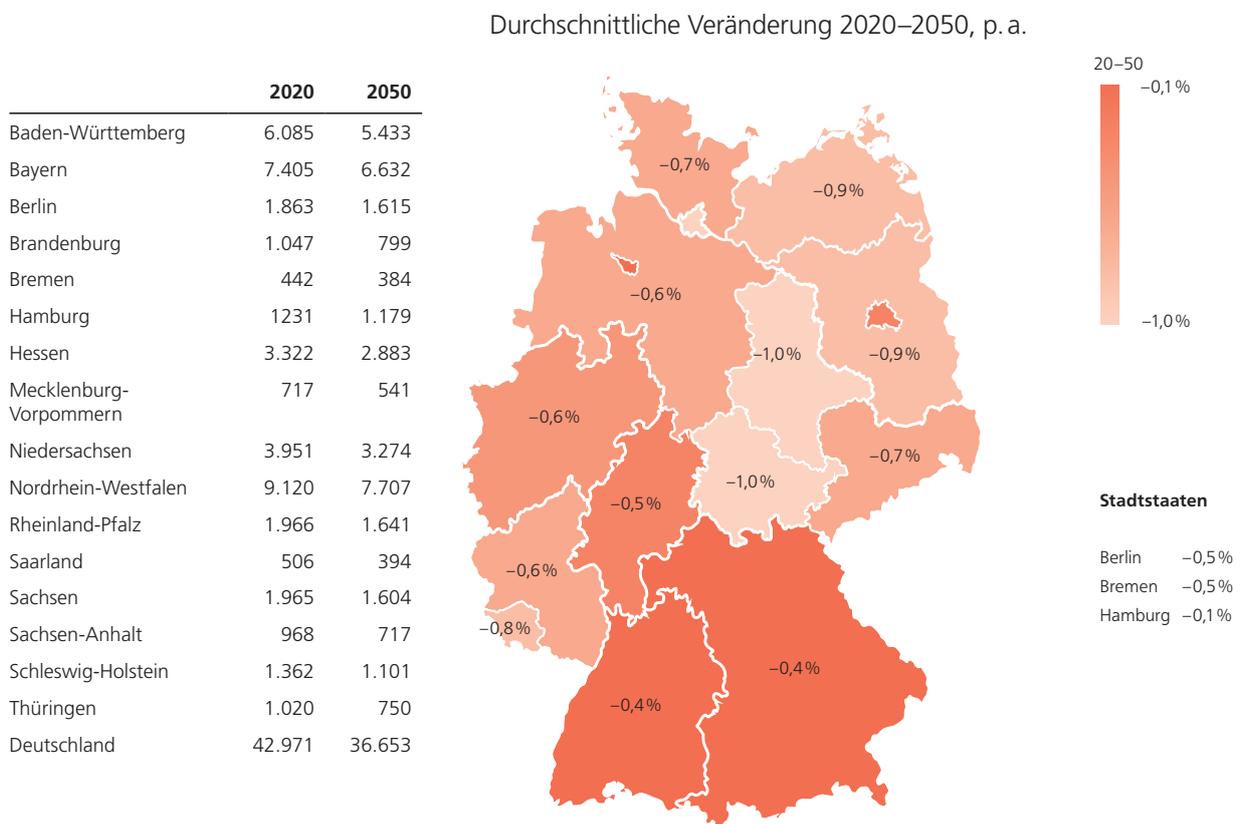
Die auf Bundesebene errechnete Beschäftigungsentwicklung des G95-Szenarios lässt sich mittels geeigneter Modellannahmen auf die Ebene der Bundesländer „herunterrechnen“. Hierfür werden die bundesweiten Ergebnisse mit einer im Rahmen des Deutschland Reports 2025 | 2035 | 2045 (vbw/Prognos 2018) nach Branchen differenzierten Prognose der Erwerbstätigenentwicklung für alle Bundesländer kombiniert.

Wie bereits gezeigt wurde, führt die demografische Entwicklung in allen in dieser Studie betrachteten Klimapfade-Szenarios zwischen 2020 und 2050 zu einem deutlichen Rückgang der Erwerbstätigen in Höhe von etwa 0,5 Prozent p. a. (vgl. Kapitel 3.2). Dadurch, dass sich die einzelnen Bundesländer mit Blick auf die zukünftige demografische Entwicklung deutlich voneinander unterscheiden, ist – bei der alleinigen Betrachtung eines Szenarios – ebenfalls ein Großteil der bundeslandspezifischen Unterschiede bezüglich der Beschäftigungsentwicklung mit dem demografischen Wandel zu erklären.

Abbildung 15

### Erwerbstätige im G95-Szenario

Anzahl der Erwerbstätigen im Vergleich, 2020 und 2050 (in Tsd. und %)



Quelle: eigene Berechnung auf Basis von BCG, Prognos 2018.

So zeigt eine alleinige Betrachtung der Beschäftigungsentwicklung im G95-Szenario, dass der Beschäftigungsrückgang in den ostdeutschen Bundesländern (gemessen an den  $-0,5$  Prozent p. a.) überdurchschnittlich hoch ausfällt (Abbildung 15). Dies gilt insbesondere für Sachsen-Anhalt und Thüringen mit einem Rückgang von etwa  $1,0$  Prozent p. a. In den südlichen Bundesländern (insbesondere Baden-Württemberg, Bayern und Hessen) sowie in den deutschen Stadtstaaten Berlin, Bremen und Hamburg liegt der Rückgang hingegen deutlich unterhalb des bundesweiten Durchschnitts (Rückgang um  $0,5$  Prozent,  $0,5$  Prozent und  $0,1$  Prozent). Aufgrund der Tatsache, dass die regionalen Unterschiede bezüglich der demografischen Entwicklung die Ergebnisse so stark beeinflussen, können aufgrund der alleinigen Betrachtung des G95-Szenarios somit noch keine Aussagen darüber abgeleitet werden, wie hoch der alleinige Effekt der Energiewende auf die Beschäftigung in den einzelnen Bundesländern ausfällt.

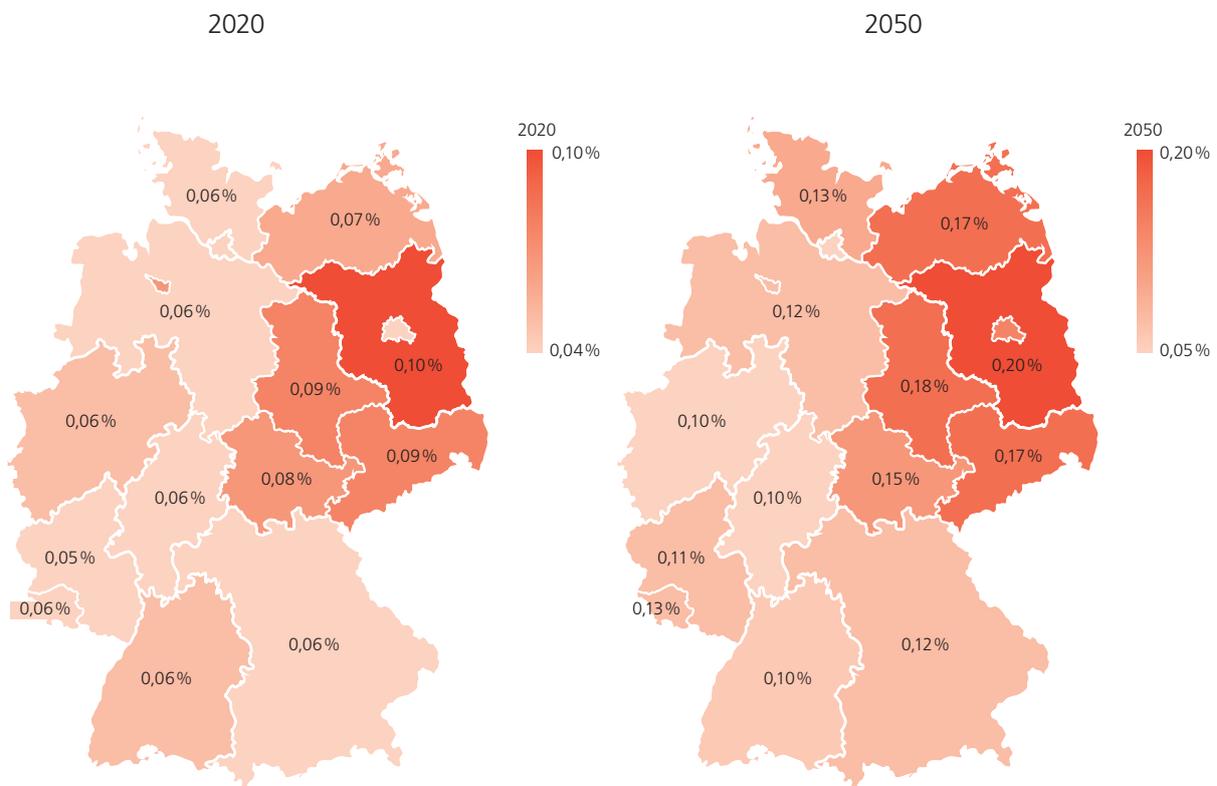
Um diesen alleinigen Effekt der Energiewende auf die Regionen näherungsweise abschätzen zu können, wird im Folgenden daher die prozentuale Abweichung zwischen dem G95- und dem Referenzszenario für jedes der Bundesländer betrachtet. Dabei zeigt sich, dass das G95-Szenario bereits im Jahr 2020 in allen 16 Bundesländern im Vergleich zur Referenzsituation einen (leicht) positiven Effekt hinsichtlich der Anzahl an Erwerbstätigen aufweist (Abbildung 16). Von dem in Kapitel 3.2 aufgezeigten, leicht positiven gesamtwirtschaftlichen Beschäftigungseffekt aufgrund der Energiewende profitieren den Berechnungen zufolge somit alle Bundesländer. Im Zeitverlauf bis zum Jahr 2050 verstärkt sich diese Entwicklung.

Die mit dem Zeitverlauf zunehmend positivere Entwicklung der Beschäftigtenzahlen des G95-Szenarios im Vergleich zur Referenz ist jedoch nicht in allen Bundesländern einheitlich. So wird sichtbar, dass die Beschäftigungseffekte in den ost-

Abbildung 16

**Erwerbstätige im G95- und Referenzszenario im regionalen Vergleich**

Darstellung auf Bundeslandebene in prozentualer Abweichung des G95-Szenarios im Vergleich zur Referenz, 2020 und 2050



Lesehilfe: Im Jahr 2050 ist die Beschäftigung in Bayern im G95-Szenario um  $0,12$  % höher als im Referenzszenario.

Quelle: eigene Berechnung auf Basis von BCG, Prognos 2018.

deutschen Bundesländern aufgrund des Klimaziels, die THG-Emissionen um 95 Prozent abzusenken, etwas stärker profitieren als die übrigen Bundesländer. So verzeichnet Brandenburg im G95-Szenario im Jahr 2050 den prozentual größten Zuwachs an Erwerbstätigen im Vergleich zur Referenz (+0,20 Prozent), gefolgt von Sachsen-Anhalt (+0,18 Prozent) und Sachsen (+0,17 Prozent).

Auf eine Darstellung der absoluten Differenz wird an dieser Stelle aufgrund der geringen Aussagekraft verzichtet. So gehen Unterschiede bezüglich der absoluten Differenz überwiegend auf die Einwohnerzahlen der Bundesländer zurück. Ebenfalls gilt es bei der Interpretation der Ergebnisse zu beachten, dass es sich um sehr geringfügige Abweichungen von weniger als einem Prozent handelt und die Belastbarkeit daher mit Einschränkungen verbunden ist. Gleichwohl deckt sich der Befund, dass die Effekte in den ostdeutschen Bundesländern etwas höher ausfallen, mit den Ergebnissen der GWS-Studie „Erneuerbar beschäftigt in den Bundesländern: Bericht zur aktualisierten Abschätzung der Bruttobeschäftigung 2016 in den Bundesländern“ (GWS 2018).

## 4.2 ZWEI FALLBEISPIELE

Um die regionalen Unterschiede zu verdeutlichen, werden im Folgenden zwei Fallbeispiele betrachtet: Nordrhein-Westfalen und Brandenburg. Diese beiden Länder liegen, wie im vorangegangenen Kapitel gezeigt, bei der Gegenüberstellung der Entwicklung im G95-Klimaschutzszenario mit dem Referenzszenario am oberen und unteren Ende des Bundesländervergleichs. Nordrhein-Westfalen zeichnet sich durch eine hohe Bevölkerungs- und Unternehmensdichte aus und

steht somit in starkem Kontrast zum Bundesland Brandenburg. Beide Bundesländer haben jedoch mit dem Lausitzer und dem Rheinischen Revier besondere strukturelle Herausforderungen mit ihrem (derzeit noch) ausgeprägten Braunkohlesektor. Die Bundesländer lassen sich als stellvertretende Beispiele für unterschiedliche regionale Entwicklungspfade heranziehen.

### 4.2.1 NORDRHEIN-WESTFALEN

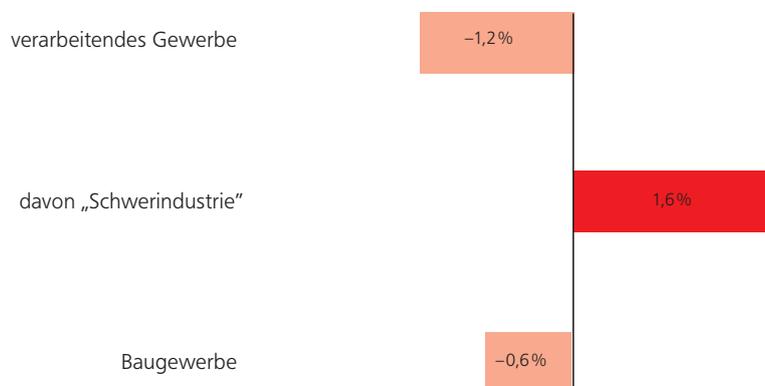
Nordrhein-Westfalen (NRW) ist das bevölkerungsreichste Bundesland und hat deutschlandweit das höchste Bruttoinlandsprodukt, die höchste Bruttowertschöpfung im Dienstleistungsbereich sowie die drittgrößte Bruttowertschöpfung im produzierenden Gewerbe. Das Bundesland mit einer Fläche von 34.122 km<sup>2</sup> und knapp 18 Millionen Einwohner\_innen verfügt derzeit über ca. 9,5 Millionen Erwerbstätige. Hiervon arbeiten mehr als 2,14 Millionen Personen im sekundären industriellen Sektor; es hat somit im Bundesländervergleich die meisten Erwerbstätigen (vgl. Baden-Württemberg 1,97 Millionen, Bayern 2,09 Millionen) (Statistisches Bundesamt 2019a). Insbesondere gibt es in der Industrie einen überdurchschnittlich hohen Anteil an energieintensiven Branchen (z. B. Grundstoffchemie, Chemie, Gummi und Kunststoffe, Stahl).

In den nächsten Jahren wird für NRW im Referenzszenario ein leichter Beschäftigungsrückgang erwartet und mit Blick auf das Jahr 2050 eine Minderung von derzeit 9,5 Millionen auf 7,7 Millionen Erwerbstätige. Im Klimaschutzszenario G95 fällt die Entwicklung der Erwerbstätigen in NRW zwar – ebenso wie für die übrigen Bundesländer – positiver aus, unterscheidet sich in diesem Fall jedoch nicht signifikant von der Referenzentwicklung. Im Vergleich zum Bundesdurch-

Abbildung 17

#### Wirtschaftsstruktur in Nordrhein-Westfalen im Vergleich zum Bundesdurchschnitt

Anteile ausgewählter Sektoren\* an der Gesamterwerbstätigenzahl (2018) in Nordrhein-Westfalen; jeweilige Abweichung zum Bundesdurchschnitt der Branchenstruktur



\*\* Die Sektoren basieren auf der Zuordnung nach Wirtschaftsabschnitten und -zweigen: verarbeitendes Gewerbe = Abschnitt C, Schwerindustrie = Kokerei u. Mineralölindustrie (WZ19), Metallindustrie (WZ24+25) und Grundstoffchemie (WZ20), Baugewerbe = Abschnitt F.

schnitt nehmen die Branchen der Schwerindustrie (d. h. Kokerei und Mineralölindustrie (WZ19), Metallindustrie (WZ24 + 25) und Grundstoffchemie (WZ20)) eine hohe Bedeutung ein (Abbildung 17). Diese Branchen zählen zu den Verliererbranchen im G95-Szenario. Gleichzeitig liegt der Anteil der Beschäftigten im Baugewerbe – das von den umfassenden Klimaschutzinvestitionen profitiert – an den Beschäftigten in NRW insgesamt unter dem bundesweiten Durchschnitt. Die durch den Strukturwandel bedingten Änderungen sind daher in der nordrhein-westfälischen Wirtschaftsstruktur stärker ausgeprägt, verglichen mit den anderen Bundesländern. Die positive Entwicklung, die mit dem Klimaschutzszenario verbunden ist, ist in Folge dessen in diesem Bundesland weniger ausgeprägt (siehe Abbildung 16).

NRW gilt als „Energiland Nr. 1“, da es ca. 30 Prozent des deutschlandweit benötigten Stroms produziert und ca. 40 Prozent des deutschen Industriestroms verbraucht. Der energie-wirtschaftliche Strukturwandel stellt das Bundesland vor besondere Herausforderungen. Die Strukturen sind nach wie vor stark in der klassischen Energiewirtschaft verankert. Mehr als die Hälfte des Stroms wird durch Braun- und Steinkohle gewonnen. Erneuerbare Energien machen bislang nur einen geringen Anteil am Strommix aus. Der Kohleausstieg wirkt sich insbesondere im Rheinischen Revier aus. Das RWI hat im Jahr 2018 eine indikatorbasierte Grundlagenarbeit zur vergleichenden Information über die Braunkohleregionen in Deutschland vorgelegt. In dieser werden zum „Braunkohle-sektor“ die Tagebaue, die Braunkohlekraftwerke sowie die in den Regionen ansässigen Veredelungsbetriebe für Braunkohleprodukte zusammengefasst. Während der so definierte Braunkohlektor an der Gesamtwirtschaft von NRW nur einen geringfügigen Anteil ausmacht, ist er regional im Rheinischen Revier stark konzentriert: Dort beträgt der Anteil der

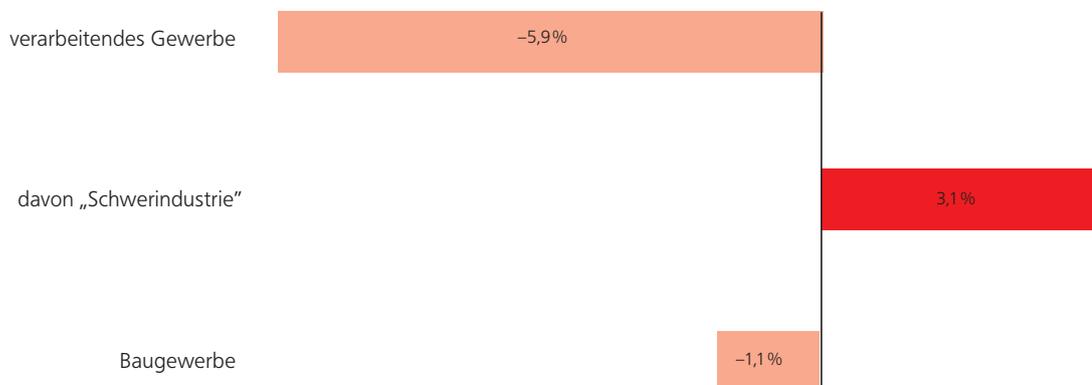
direkt Beschäftigten des Braunkohlesektors an den sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten 1,2 Prozent. Wenn die indirekt Beschäftigten und die „induzierte Beschäftigung“ (durch Vorleistungsgüter, entsprechende industriennahe Dienstleistungen sowie den Konsum der Beschäftigten) einbezogen werden, beträgt der Anteil an den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten 1,8 Prozent und an den Beschäftigten des verarbeitenden Gewerbes 10,2 Prozent (2016) (RWI 2018). Das Bundesland hatte bereits in den vergangenen Jahrzehnten mit Herausforderungen bei dem geordneten Auslaufen der Steinkohleförderung umzugehen. Somit ist zu erwarten, dass der Beschluss zum Ausstieg weitergehende Auswirkungen im Bundesland haben wird. Allerdings liegt das Rheinische Revier in räumlicher Nähe zu den Ballungszentren Köln, Düsseldorf und Aachen, in denen sich auch viel verarbeitendes Gewerbe konzentriert, sodass der Verlust im Prinzip abgefedert werden kann. Ein weiterer Industriezweig, der mit der Energiewende vor eine besondere Herausforderung gestellt wird, ist die Fahrzeugindustrie. Nordrhein-Westfalen verfügt über zahlreiche Erwerbstätige im klassischen Fahrzeugbau. Folglich sind auch hier strukturelle Veränderungen zu erwarten.

Um diesen Herausforderungen zu begegnen, treibt Nordrhein-Westfalen mittlerweile verstärkt den Ausbau erneuerbarer Energien voran und fördert auch die Entwicklung in den übrigen Klimaschutz-Leitmärkten. Als eines der ersten Bundesländer verabschiedete es ein eigenes Klimaschutzgesetz mit ehrgeizigen CO<sub>2</sub>-Minderungszielen. Darüber hinaus wird die Umweltwirtschaft, die auch die betrachteten Klimaschutz-Leitmärkte umfasst, politisch stark gefördert. Dazu wurde ein breites Instrumentarium aus Umweltwirtschaftsstrategie, dem Masterplan Umweltwirtschaft.NRW und dem Kompetenznetzwerk Umweltwirtschaft.NRW initiiert.

Abbildung 18

**Wirtschaftsstruktur in Brandenburg im Vergleich zum Bundesdurchschnitt**

Anteile ausgewählter Sektoren<sup>\*</sup> an der Gesamterwerbstätigenzahl (2018) in Brandenburg; jeweilige Abweichung zum Bundesdurchschnitt



\* Die Sektoren basieren auf der Zuordnung nach Wirtschaftsabschnitten und -zweigen: verarbeitendes Gewerbe = Abschnitt C, Schwerindustrie = Kokerei u. Mineralölindustrie (WZ19), Metallindustrie (WZ24+25) und Grundstoffchemie (WZ20), Baugewerbe = Abschnitt F.

Quelle: vbw, Prognos 2018, eigene Berechnungen Prognos.

## 4.2.2 BRANDENBURG

Brandenburg ist das flächenmäßig größte der neuen Bundesländer und hat mit ca. 2,5 Millionen Einwohner\_innen eine geringe Bevölkerungsdichte. Sowohl beim Bruttoinlandsprodukt als auch bei der Bruttowertschöpfung befindet sich das durch klein- und mittelständische Unternehmen geprägte Brandenburg im Bundesländervergleich im hinteren Mittelfeld. Mit einem Teil der Lausitz verfügt Brandenburg wie auch NRW über eine bedeutende „Bergbauregion“ (Braunkohletagebau). In der Abgrenzung des RWI (siehe vorheriges Kapitel) beträgt der Anteil der direkt Beschäftigten des „Braunkohlesektors“ an den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten 2,5 Prozent. Wenn die indirekt Beschäftigten und die induzierte Beschäftigung einbezogen werden, entfallen 3,8 Prozent der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten und 17,5 Prozent am verarbeitenden Gewerbe im Lausitzer Review auf den Braunkohlesektor in 2016 (RWI 2018). Die Stilllegung des Braunkohlebergbaus sowie der Braunkohlekraftwerke stellt das Bundesland vor zusätzliche Herausforderungen.

Gleichwohl kann Brandenburg stark von der Entwicklung im Klimaschutzszenario profitieren. Dies fällt gegenüber dem Referenzszenario deutlich positiver aus (vgl. Kapitel 4.1). Die Gründe hierfür liegen unter anderem in der Wirtschaftsstruktur des Landes (vgl. Abbildung 18). Brandenburg verfügt über rund 1,1 Millionen Erwerbstätige. 75 Prozent der Erwerbstätigen arbeiten im Dienstleistungssektor. Das verarbeitende Gewerbe ist im bundesweiten Vergleich weniger stark. Auch die Branchen der Schwerindustrie, die zu den Verliererbranchen im G95-Szenario zählen, sind unterdurchschnittlich vertreten.

Dagegen ist der Bausektor deutlich stärker vertreten. Neun Prozent der brandenburgischen Erwerbstätigen sind im Baugewerbe tätig – etwa das Eineinhalbfache des Bundesdurchschnitts. In Anbetracht der erforderlichen Investitionen in die Energie- und Verkehrsinfrastruktur nimmt die Baubranche eine Schlüsselfunktion in der Energiewende ein und profitiert daher besonders von der Entwicklung im G95-Szenario. Neben dem Ausbau von klimafreundlichen Energie- und Verkehrssystemen ist die Branche vor allem auch mit Blick auf die Steigerung der Energieeffizienz im Gebäudesektor entscheidend. Brandenburgische Bauunternehmen können dabei vermutlich nicht zuletzt auch von der Nähe zu Berlin profitieren. Das Baugewerbe zieht zudem positive Beschäftigungseffekte im Dienstleistungsbereich nach sich, etwa rund um das Bestellen von Baustellen, der Hoch- und Tiefbauarbeiten sowie Elektroinstallationen.

Im Segment Bergbau, Energie, Wasser und Abfall arbeiten in Brandenburg ca. 22.000 Erwerbstätige (davon in der Lausitz ca. 4.500). Mit rund zwei Dritteln prägt aktuell noch die Braunkohle den Erzeugungstrommix Brandenburgs. Ein Drittel stammt aus erneuerbaren Energien. Der EE-Ausbau, insbesondere der von Windkraftanlagen, ist zentraler Bestandteil der landeseigenen Energiestrategie. Mit 7.104 MW ist Brandenburg auf Platz zwei der installierten Leistung von

Onshore-Windanlagen. Ebenfalls auf Platz zwei ist Brandenburg bei den neu installierten Photovoltaikanlagen pro km<sup>2</sup>. Beim Anteil der erneuerbaren Energien am Primärenergieverbrauch liegt das Bundesland auf Platz vier deutschlandweit. Da das Bundesland über viel Fläche, verhältnismäßig wenige Einwohner\_innen und ein hohes Dargebot an Wind und Sonne verfügt, wird Brandenburg voraussichtlich auch weiterhin eine führende Rolle beim Ausbau der erneuerbaren Energien spielen.

## 5

## ZUKÜNFTIGE VERÄNDERUNGEN IN DER ART DER BESCHÄFTIGUNG

In diesem Kapitel wird betrachtet, welche Beschäftigungsentwicklungen sich aufgrund der Energiewende auf Ebene von Berufs- und Qualifikationsprofilen (sowie anhand von bestimmten Indikatoren für die Qualität von Arbeitsplätzen) ergeben. Methodisch wird dabei auf ein Arbeitskräfte-Modell von Prognos zurückgegriffen (vgl. Infobox). Vereinfacht gesprochen sind für die Ableitung dabei drei Schritte notwendig. In einem ersten Schritt wird eine im Arbeitslandschaften-Modell integrierte Sonderauswertung des Mikrozensus genutzt. In dieser wurde für jede Branche abgefragt, wie sich die in der jeweiligen Branche erwerbstätigen Personen auf verschiedene Berufe aufteilen.<sup>15</sup> Anhand der auf Branchenebene ermittelten Effekte kann somit direkt auf die zugehörigen Berufe geschlossen werden.

<sup>15</sup> Die Abhängigkeiten zwischen Branchen und Berufen werden im Modell dabei dynamisiert und sind im Zeitablauf nicht statisch.

In einem zweiten Schritt wird darauf aufbauend von den ausgeübten Berufen auf die Qualifikation der Erwerbstätigen geschlossen. So ist in dem Arbeitslandschaften zugrundeliegenden Rechenmodell ebenfalls hinterlegt, über welche beruflichen Bildungsabschlüsse die Erwerbstätigen innerhalb einer Berufsgruppe verfügen. Somit kann ebenfalls zwischen akademischen und beruflichen Bildungsabschlüssen (sowie einzelner Hauptfachrichtungen) unterschieden werden.

In einem dritten Schritt wird anhand von bestimmten, branchenspezifischen Indikatoren auf die Unterschiede bezüglich der Qualität der neu entstehenden und wegfallenden Jobs geschlossen.

Nachstehend werden die anhand dieses Vorgehens ermittelten Ergebnisse bezüglich der zukünftig nachgefragten Berufsfelder und Qualifikationen der Erwerbstätigen dargestellt.

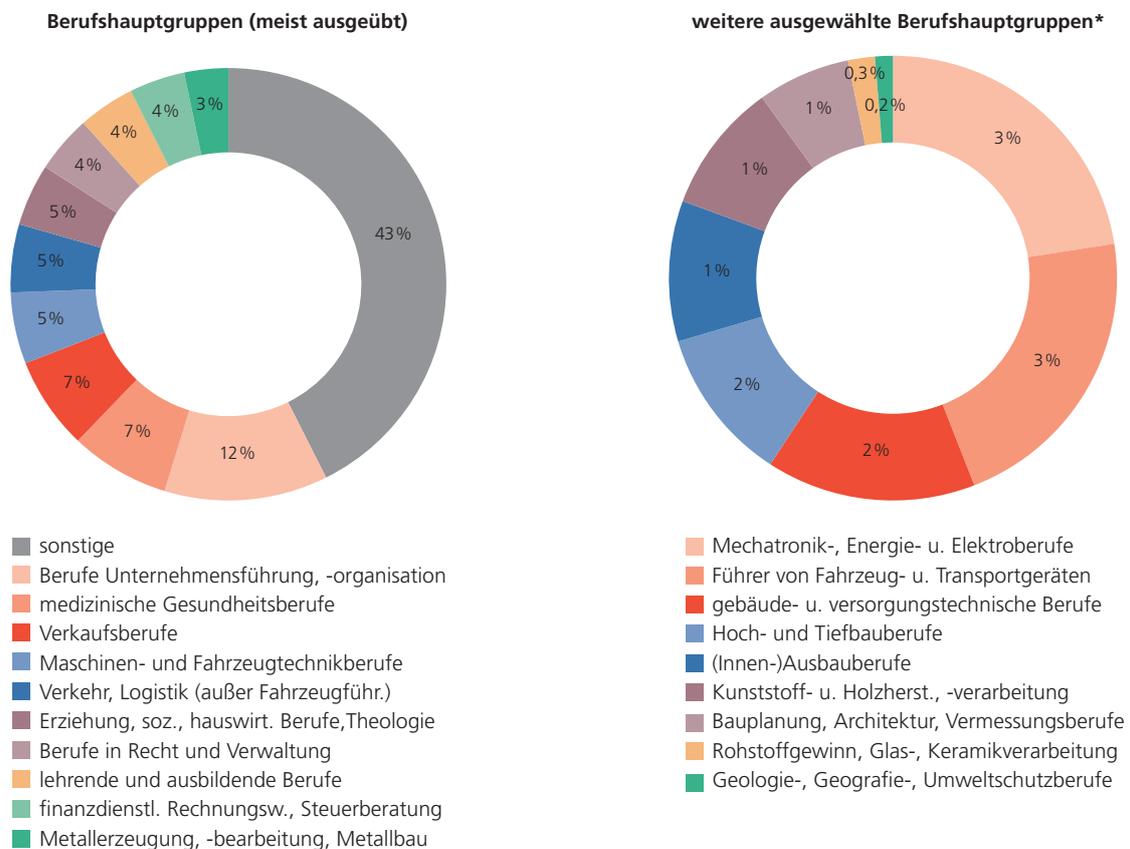
### DAS ARBEITSKRÄFTE-MODELL DER PROGNO („ARBEITSLANDSCHAFTEN“-MODELL)

Mit der Studienreihe „Arbeitslandschaften“ untersucht Prognos seit mehr als zehn Jahren in regelmäßigen Abständen die Entwicklung der Arbeitskräftenachfrage, des Arbeitskräfteangebots und der potenziell entstehenden Arbeitskräftelücke in Deutschland. Dabei können die Entwicklungen auf Ebene von Branchen, Berufen, Qualifikationen und Tätigkeiten dargestellt werden.

Vereinfacht dargestellt werden in dem zugrundeliegenden Rechenmodell zunächst eine Arbeitsnachfrage- und eine Arbeitsangebotsprognose erstellt. Dabei wird differenziert nach Berufen, Hauptfachrichtung des letzten Bildungsabschlusses, ausgeübten Tätigkeiten und Branchen. Die potenzielle Arbeitskräftelücke wird im Anschluss und durch Gegenüberstellung von Angebot und Nachfrage ermittelt. Darüber hinaus kann anhand des Rechenmodells abgeschätzt werden, in welchem Umfang sich die so ermittelte potenzielle Arbeitskräftelücke anhand von definierten Handlungsfeldern verringern lässt.

Das Rechenmodell wurde zuletzt im Februar 2019 grundlegend aktualisiert und darauf aufbauend die Studie „Arbeitslandschaft 2025“ im Auftrag der Vereinigung der bayerischen Wirtschaft (vbw) erst kürzlich veröffentlicht. Die Daten befinden sich somit auf dem aktuellsten Stand.

Abbildung 19  
**Erwerbstätige nach Berufshauptgruppen in Deutschland**  
 Darstellung ausgewählter Berufshauptgruppen in Prozent im Jahr 2016



\* Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind sonstige Berufshauptgruppen hier nicht dargestellt. Die einzelnen Werte summieren sich daher nicht auf 100 %.

Quelle: Statistisches Bundesamt 2018, eigene Berechnungen Prognos.

### Veränderungen bei der Erwerbstätigkeit nach Berufshauptgruppen

Im Jahr 2016 arbeiteten die meisten der in Deutschland Erwerbstätigen in der Berufshauptgruppe „Unternehmensführung, -organisation“ (zwölf Prozent).<sup>16</sup> Die beiden Berufshauptgruppen „medizinische Gesundheitsberufe“ und „Verkaufsberufe“ heben sich mit jeweils sieben Prozent ebenfalls von den übrigen Berufshauptgruppen ab (Abbildung 19). Viele Berufshauptgruppen, die von den spezifischen Annahmen des G95-Szenarios besonders betroffen sein dürften, weisen mit Anteilen von teilweise weniger als einem Prozent der insgesamt Erwerbstätigen hingegen einen deutlich geringeren Anteil aus. Dies gilt beispielsweise für die Berufshauptgruppe „Bauplanung, Architektur- und Vermessungsberufe“ oder die Berufshauptgruppe, welche

das Feld der Rohstoffgewinnung umfasst. Weitere im Kontext dieser Studie als besonders relevant erachteten Berufsgruppen sind in der Abbildung 19 auf der rechten Seite dargestellt.

Bezüglich der Zugehörigkeit – und damit auch Abhängigkeit – zu einzelnen Branchen bestehen zwischen den Berufshauptgruppen dabei deutliche Unterschiede. Die Art der ausgeübten Berufshauptgruppen variiert zwischen den einzelnen Branchen somit sehr stark. Dadurch, dass es durch ein G95-Szenario „Gewinner- und Verliererbranchen“ gibt (vgl. Kap 3.2.1), hat dies ebenfalls unmittelbare Folgen bezüglich der zukünftigen Nachfrage nach bestimmten Berufshauptgruppen.

So stellt die Senkung der Emissionen im Gebäudesektor eine der zentralen Bedingungen der BDI-Klimapfade dar. Bis zum Jahr 2050 müssen gegenüber der heutigen Umsetzungsrate jährlich ca. 70 Prozent mehr energetische Sanierungen im

<sup>16</sup> Gemäß der Klassifikation der Berufe 2010 (KldB 2010). Der hier dargestellte Differenzierungsgrad (2-Steller) umfasst insgesamt 37 Berufshauptgruppen.

Gebäudebestand erfolgen und die Wärmeversorgung komplett emissionsfrei bereitgestellt werden. Damit einher geht eine deutlich höhere Nachfrage nach Erwerbstätigen von Berufshauptgruppen, deren Kerntätigkeiten in der Ausführung dieser Arbeiten bestehen. Hauptsächlich führen Maurer\_innen, Fensterbauer\_innen sowie Bauhandwerker\_innen die energetischen Gebäudesanierungen durch. Berufshauptgruppen, in denen diese Erwerbstätigen beschäftigt sein können, sind vor allem „gebäude- und versorgungstechnische Berufe“, „Bauplanung, Architektur- und Vermessungsberufe“ sowie „(Innen-)Ausbauberufe“. Kleinere PV-Anlagen zur Stromerzeugung werden z. B. vom Elektrikerhandwerk ausgeführt (Berufshauptgruppe „Mechatronik-, Energie- und Elektroberufe“). Unter anderem in den sieben aufgeführten Berufshauptgruppen werden im Jahr 2050 im G95-Szenario mehr Personen einer Erwerbstätigkeit nachgehen, als im Referenzpfad ohne Klimaschutz.

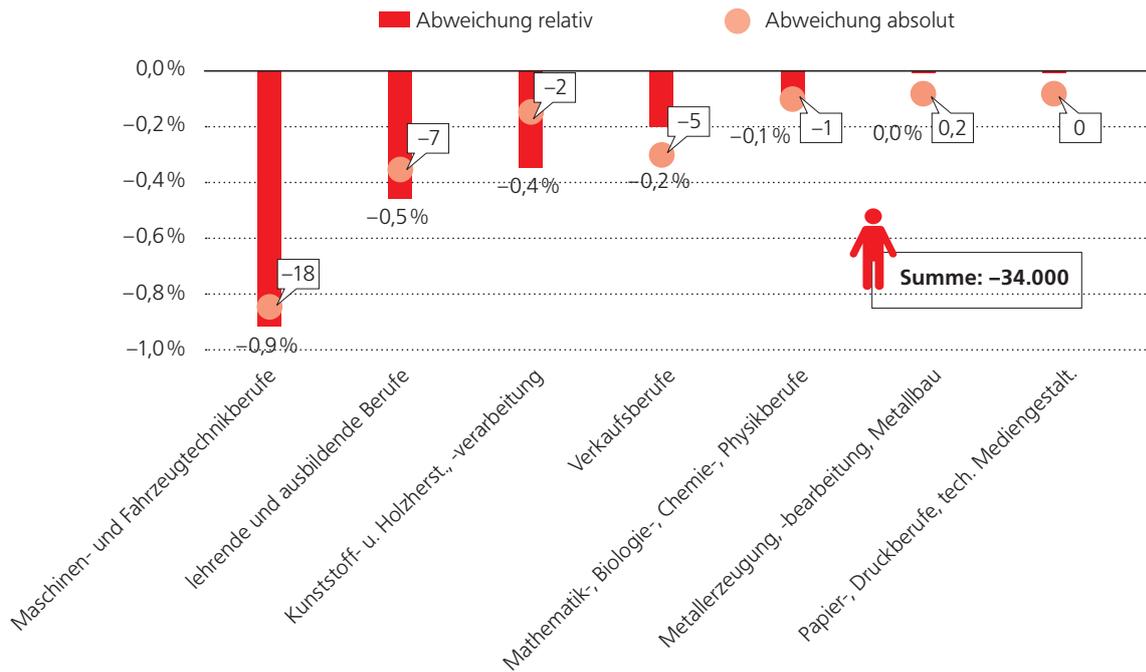
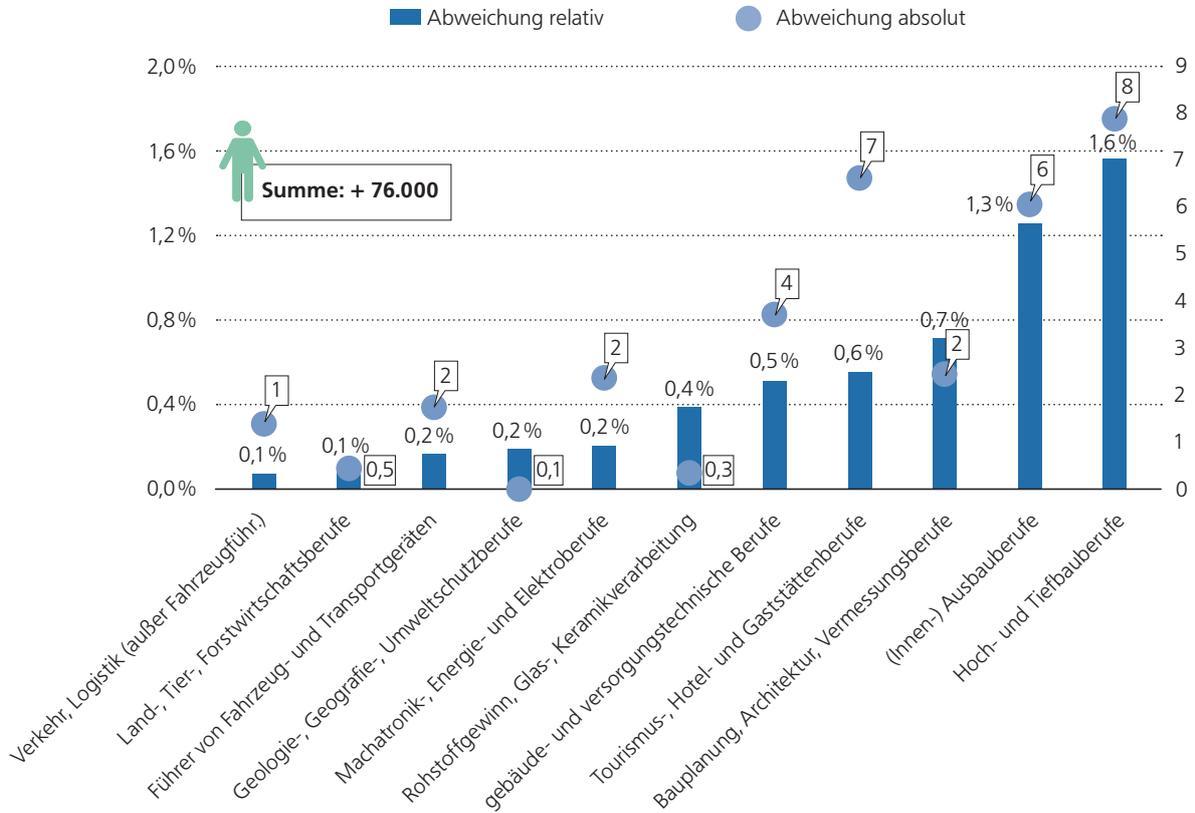
Abbildung 20 zeigt eine Auswahl an Berufshauptgruppen, die aufgrund der Annahmen des G95-Szenarios zukünftig über- bzw. unterdurchschnittlich nachgefragt werden. Dabei wird sichtbar, dass die Erwerbstätigkeit in mehr Berufshauptgruppen zunimmt als abnimmt. Die Branche „elektrischer Strom, Dienstleistungen der Elektrizitäts-, Wärme- und Kälteversorgung“ ist mit einem Zuwachs von 4,5 Prozent an Erwerbstätigen (ca. +6.000) eine der Gewinnerbranchen. Mehr als ein Viertel der Erwerbstätigen sind im Bereich Energie- und Elektroberufe in dieser Branche tätig, deshalb ist dies auch eine der Berufshauptgruppen, die in einem G95-Szenario verstärkt nachgefragt wird. Zudem verzeichnen die Hochbau- (+6.000) und Tiefbaubranche (+4.000) deutliche Zunahmen an Erwerbstätigen im G95-Szenario. Auch in diesen Branchen wachsen die Berufshauptgruppen, die den größten Anteil ausmachen. So wird erwartet, dass im G95-Szenario in den Hoch- und Tiefbauberufen im Jahr 2050 ca. 8.000 Erwerbstätige mehr beschäftigt sind als im Referenzszenario.

In der Berufshauptgruppe der Metallerzeugung und -bearbeitung z. B. sind nahezu keine Änderungen im G95-Szenario gegenüber der Referenz erkennbar. Gleichzeitig verzeichnet die Branche „Roheisen, Stahl, Erzeugnisse der ersten Bearbeitung von Eisen und Stahl“, in der viele Beschäftigte der Berufshauptgruppe Metallerzeugung angehören, einen Nachfragerückgang an Erwerbstätigen von 2,2 Prozent. Grund hierfür ist, dass sich der Beschäftigungsrückgang in einer Branche in der Regel nicht auf einzelne Berufshauptgruppen beschränkt. Beispielsweise werden mit sinkenden Beschäftigtenzahlen auch weniger Erwerbstätige in der Verwaltung benötigt.

Insgesamt verändert sich durch einen G95-Klimapfad die Verteilung der Erwerbstätigenzahl über die Berufshauptgruppen hinweg auf ganz Deutschland bezogen nicht maßgeblich. Jedoch beeinflussen die strengen Bedingungen der BDI-Klimapfade, insbesondere in den Sektoren Verkehr, Gebäude und Industrie, die Nachfrage an Erwerbstätigen. Bautechnische und gebäudebezogene Berufsfelder werden für die geforderten intensiven Umbaumaßnahmen dringend

benötigt. Sowohl prozentual als auch absolut verzeichnen diese Berufshauptgruppen daher die höchsten positiven Abweichungen an Erwerbstätigen im Jahr 2050 gegenüber dem Referenzszenario (vgl. Abbildung 20, oberer Teil). Durch die starke Emissionsreduktion im Verkehrssektor werden Erwerbstätige in der Produktion herkömmlicher Verbrennungsmotoren bei Pkw so kaum noch benötigt. Und durch die Einführung von insgesamt ca. 33 Millionen elektrischer Pkw auf den Straßen, die in der Produktion deutlich flexibler, ressourceneffizienter und weniger komplex sind, sinkt insbesondere die Nachfrage an Maschinen- und Fahrzeugtechnikberufen (vgl. Abbildung 20, unterer Teil).

Abbildung 20  
**Erwerbstätige nach Berufshauptgruppen im G95-Szenario im Vergleich zur Referenz**  
 Abweichung in ausgewählten Berufshauptgruppen im Jahr 2050 (in % und absolut in Tsd.)



Quelle: eigene Berechnung auf Basis von BCG, Prognos 2018.

**Veränderungen bei der Erwerbstätigkeit nach Qualifikation**

Für die Ausübung eines bestimmten Berufs ist in vielen Fällen eine bestimmte Qualifikation erforderlich. Dies kann sowohl auf formale oder gesetzliche Anforderungen als auch lediglich auf die Nachfrage nach bestimmten während einer Ausbildung oder eines Studiums erworbenen Skillsets zurückzuführen sein. Vor diesem Hintergrund kann von den auf Ebene von Berufshauptgruppen ermittelten Beschäftigungseffekten näherungsweise auf die damit verbundenen Qualifikationsanforderungen der Erwerbstätigen geschlossen werden. Analog zur im vorigen Schritt durchgeführten Ableitung der Effekte auf Ebene der Berufe verwenden wir hierbei abermals das Prognos Fachkräftemodell und die darin integrierten Sonderauswertungen des Mikrozensus.

In Abbildung 21 ist die daraus resultierende Aufteilung der Erwerbstätigen nach der Art der Qualifikation abgebildet. Dabei wird unterschieden zwischen Erwerbstätigen mit Hochschulabschluss, mit beruflicher Qualifikation sowie ohne berufliche Qualifikation. Aktuell stellen die beruflich Qualifizierten den Großteil der Erwerbstätigen in Deutschland (ca. 60 Prozent, vgl. Abbildung 21). Die restlichen 40 Prozent teilen sich in etwa gleich auf Erwerbstätige mit akademischer Hauptfachrichtung und Erwerbstätige ohne Qualifikation auf. Bezüglich der zukünftigen Entwicklung im Referenzszenario wird abermals der demografisch bedingte Rückgang der gesamten Erwerbstätigkeit deutlich.

Im Kontext der Studie sind insbesondere die im Jahr 2050 auftretenden Abweichungen zwischen dem G95-Szenario und dem Referenzszenario relevant. Dabei zeigt sich, dass sich die 43.000 im G95-Szenario zusätzlich Erwerbstätigen auf alle drei Qualifikationsstufen verteilen. Im Detail liegt die Erwerbstätigkeit mit akademischer Qualifikation etwa 0,1 Prozent (4.000 Erwerbstätige) über dem Referenzszenario. Bei den Erwerbstätigen mit beruflicher Qualifikation sind dies ebenfalls etwa 0,1 Prozent (27.000 Erwerbstätige) und bei den Erwerbstätigen ohne berufliche Qualifikation 0,2 Prozent (11.000 Erwerbstätige).

Im Hinblick auf die Erwerbstätigen mit einem akademischen Abschluss werden durch das Klimaschutzszenario absolut somit die geringsten Veränderungen verursacht. Gleichwohl gibt es einzelne akademische Fachbereiche, die beispielsweise von der steigenden Nachfrage im Bereich der Bauplanung und -vermessung (vgl. Kap. 5.1) profitieren können. Da dieser Beruf mit überwiegender Mehrheit von Ingenieurwissenschaftler\_innen ausgeübt wird, steigt auch dementsprechend der Bedarf an dieser Fachrichtung an. Ebenso könnte sich der verstärkte Bedarf in den Energie- und Elektroberufen auf die Nachfrage nach Ingenieur\_innen auswirken.

Am deutlichsten jedoch wirkt sich die veränderte Nachfrage auf Erwerbstätige mit einer Ausbildung aus – insgesamt werden 27.000 Erwerbstätige mehr benötigt als in der Referenzsituation. Dabei dürften Erwerbstätige mit beruflichen Ab-

Abbildung 21  
**Erwerbstätige nach Qualifikation**  
Vergleich der Erwerbstätigenanzahl in der Referenz und im G95-Szenario im Jahr 2016 und 2050 (in Tsd.)



\* Alle Werte auf Tausend gerundet.

Quelle: eigene Berechnung auf Basis von BCG, Prognos 2018.

Tabelle 2  
**Ausgewählte Indikatoren für die Qualität der Arbeitsplätze, differenziert nach Branchen**

Branche	Anteil kleinerer und mittlerer Unternehmen (KMU), in % *	Anteil der Arbeitnehmer mit Tarifbindung, in % **	Anteil weiblicher Erwerbstätiger, in % ***
<b>Branchen mit höchstem Beschäftigungszuwachs</b>			
	klimafreundliche Mobilitäts- und Antriebstechnologien		alternative Fahrzeuge
D_35.1, D_35.3: elektr. Strom, Dienstleistg. der Elektriz., Wärme- und Kälteversorg.	14	85	26
D_35.2: industriell erzeugte Gase, Dienstleistungen der Gasversorgung	14	85	26
C_23.1: Glas und Glaswaren	43	43	27
F_41: Hochbauarbeiten	93	57	14
F_42: Tiefbauarbeiten	93	63	14
C_23.2 - C_23.9: Keramik, bearbeitete Steine und Erden	43	43	27
C_24.4: NE-Metalle und Halbzeug daraus	43	67	27
F_43: vorb. Baustellen-, Bauinstallations- und sonstige Ausbaurbeiten	93	33	14
<b>Mittelwerte</b>	<b>54</b>	<b>60</b>	<b>22</b>
<b>Branchen mit höchstem Beschäftigungsrückgang</b>			
G: Handel, Instandhaltung und Reparatur von Fahrzeugen	63	20	50
B_07 – B_09: Erze, Steine u. Erden, sonst. Bergbauerzeugn. u. Dienstleistg.	49	42	13
C_17: Papier, Pappe und Waren daraus	43	52	27
C_22: Gummi- und Kunststoffwaren	43	29	27
C_24.1-24.3: Roheisen, Stahl, Erzeugn. der ersten Bearbeitung von Eisen und Stahl	43	67	27
A_02: forstwirtschaftliche Erzeugnisse und Dienstleistungen	k. A.	k. A.	k. A.
B_05: Kohlenbergbau	49	73	13
C_19: Kokerei- und Mineralölerzeugnisse	43	69	27
B_06: Erdöl und Erdgas	49	97	13
<b>Mittelwerte</b>	<b>48</b>	<b>54</b>	<b>25</b>

\* Statistisches Bundesamt 2019b. Auswertung auf Ebene von Wirtschaftszweig-Abschnitten.

\*\* Statistisches Bundesamt 2016. Auswertung auf Ebene von Wirtschaftszweig-Abteilungen.

\*\*\* Statistisches Bundesamt 2019c. Auswertung auf Ebene von Wirtschaftszweig-Abschnitten.

schlüssen im Baugewerbe und Hoch- und Tiefbau aufgrund der Zunahme an Erwerbstätigkeit in den Berufsgruppen der Hoch- und Tiefbauberufe sowie den (Innen-)Ausbauberufen profitieren (Vgl. Kap. 5.1).

Dass die Gruppe der Erwerbstätigen ohne Qualifikation relativ betrachtet am meisten von einem strengen THG-Einsparungsszenario profitiert, scheint auf den ersten Blick verwunderlich. Dabei ist dieser Anstieg insbesondere darauf zurückzuführen, dass in baunahen Branchen (u. a. Hoch- und Tiefbau) ca. ein Viertel der Erwerbstätigen keine berufliche Qualifikation besitzt. Da dieser Wert über dem Durchschnitt aller Berufe liegt, können die Erwerbstätigen ohne Qualifikation anteilig stärker profitieren. Zur Umsetzung der Energiewende werden demnach Erwerbstätige aller Qualifikationsstufen benötigt.

### Qualität der Arbeitsplätze

Anhand des ausgeübten Berufs sowie der Qualifikation von Erwerbstätigen ergeben sich erste Tendenzen bezüglich der Qualität der damit verbundenen Arbeitsplätze. Um weitere Erkenntnisse zu gewinnen, werden im Folgenden zusätzlich einige ausgewählte Indikatoren betrachtet, anhand derer die Unterschiede zwischen den neu entstehenden und wegfallenden Jobs bezüglich der Qualität der Arbeitsplätze etwas deutlicher werden. Dabei wird aufgezeigt, wie sich die in Kapitel 3.2.1 dargestellten Branchen mit den stärksten Beschäftigungseffekten bezüglich der ausgewählten Indikatoren unterscheiden.<sup>17</sup> Konkret wird dabei auf die Indikatoren Betriebsgröße, Tarifbindung sowie auf das Geschlechterverhältnis der Erwerbstätigen abgestellt. Dabei werden die Betriebsgröße und die Tarifbindung berücksichtigt, da diese für die Attraktivität aus Arbeitnehmersicht eine Rolle spielen. Das Geschlechterverhältnis soll hingegen Aufschluss über die Chancengleichheit geben.

Bei der Betrachtung der Betriebsgröße wird sichtbar, dass der Anteil der bei kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) Erwerbstätigen in den Branchen mit dem höchsten Beschäftigungszuwachs mit einem Mittelwert von 54 Prozent etwas höher ausfällt als in den Branchen mit dem höchsten Beschäftigungsrückgang (48 Prozent; vgl. Tabelle 2). In der Tendenz verlagert sich die Beschäftigung somit hin zu etwas kleineren Betrieben. Zurückzuführen ist dies insbesondere auf die entstehende Beschäftigung in den zugehörigen Branchen des Baugewerbes (WZ-Abschnitt F). In diesen sind ganze 93 Prozent der Erwerbstätigen in KMUs tätig. Gleichwohl zeigen sich bei der Betrachtung der übrigen Branchen deutliche Unterschiede. So liegt der Anteil der bei KMUs Erwerbstätigen in den zugehörigen Branchen der Energieversorgung (WZ-Abschnitt D) bei lediglich 14 Prozent. Bei den zugehörigen Branchen des verarbeitenden Gewerbes (WZ-Abschnitt C) zeigt sich mit 43 Prozent ein etwas ausgewogeneres Bild.

Bezüglich des Anteils der Arbeitnehmer\_innen mit Tarifbindung liegt der Mittelwert bei den Branchen mit dem höchsten Beschäftigungszuwachs bei 60 Prozent und damit sechs Prozentpunkte über dem Mittelwert der Branchen mit dem höchsten Beschäftigungsrückgang (54 Prozent). Mit 85 Prozent liegt der Anteil in den zugehörigen Branchen der Energieversorgung (WZ-Abschnitt D) am höchsten. In der mit Blick auf die energetische Gebäudesanierung wichtigen Branche F\_43 (vorbereitende Baustellen-, Bauinstallations- und sonstige Ausbauarbeiten) liegt der Anteil der Arbeitnehmer\_innen mit Tarifbindung hingegen lediglich bei 33 Prozent. Ganze zwei Drittel der in dieser Branche Beschäftigten verfügen somit über keinen Tarifvertrag.

Mit Blick auf den Anteil der weiblichen Erwerbstätigen wird deutlich, dass dieser sowohl bei den Branchen mit dem höchsten Beschäftigungszuwachs und -rückgang mit 22 bzw. 25 Prozent unterdurchschnittlich ausfällt. Dies gilt insbesondere für die Branchen des Baugewerbes (WZ-Abschnitt F), in denen lediglich 14 Prozent der Erwerbstätigen weiblich sind. Insgesamt wird deutlich, dass es sich bei den von der Energiewende betroffenen Branchen überwiegend um männlich dominierte Bereiche handelt. So sind es zwar überwiegend Männer, die aufgrund der Energiewende ihren Job verlieren. Gleichzeitig entsteht neue Beschäftigung jedoch ebenfalls in solchen Branchen, die bisher eher von Männern geprägt wurden.

Zusammenfassend lässt sich somit sagen, dass neue Beschäftigung eher im Bereich der KMUs entsteht und sich der Anteil der Erwerbstätigen mit Tarifbindung ebenfalls etwas erhöhen könnte. Zwar finden sich in einzelnen Branchen dabei deutliche Unterschiede – als Mittelwert über die Branchen hinweg betrachtet fallen die Unterschiede jedoch eher gering aus. Bezüglich des Geschlechteranteils findet sich ebenfalls kein nennenswerter Unterschied zwischen den Branchen mit dem höchsten Beschäftigungszuwachs und -rückgang. So liegt der Anteil der weiblichen Erwerbstätigen jeweils bei höchstens einem Viertel.

<sup>17</sup> Ebenfalls ließen sich einige der Indikatoren (bspw. Geschlechterverhältnis) auf Ebene der Berufe darstellen. Gleichwohl sind die Arbeitsbedingungen einer bestimmten Berufsgruppe je nach Branche verschieden. Für die Abschätzung der Qualität der Arbeit erscheint es daher sinnvoller, die Indikatoren auf Ebene der Branchen zu betrachten.

## 6

## HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN FÜR EINEN SOZIAL VERTRÄGLICHEN STRUKTURWANDEL

In den vorigen Kapiteln wurde gezeigt, dass die gesamtwirtschaftlich betrachteten Beschäftigungseffekte aufgrund der Energiewende zwar positiv, jedoch relativ gering ausfallen. Gleichwohl werden Veränderungen in der Branchen- und Beschäftigtenstruktur sichtbar. Diese Veränderungen können für bestimmte Teile der Bevölkerung mit deutlichen finanziellen und sozialen Einschnitten verbunden sein – beispielsweise, wenn es aufgrund dieses Strukturwandels zu einem Beschäftigungsverlust kommt. Um diese Einschnitte gering zu halten, sollte der Strukturwandel möglichst sozial verträglich gestaltet werden.

Ziel dieses Arbeitsschritts ist es, diesbezüglich einen qualitativen, ersten Ausblick auf mögliche Handlungsempfehlungen abzuleiten. Hierfür werden zunächst diejenigen Branchen (und zugehörigen Berufe) betrachtet, für die ein Handlungsbedarf wahrscheinlich ist. Das ist jeweils dort der Fall, wo überdurchschnittlich hohe Beschäftigungsrückgänge errechnet wurden. Anhand von dafür passenden Literaturanalysen und vorangegangenen Expertisen werden Überlegungen angestellt, welche Handlungsfelder in dem in dieser Studie untersuchten Kontext erfolgsversprechend erscheinen.

Bezüglich der Identifikation der Bereiche mit Handlungsbedarf wurde in Kapitel 3.2.1 gezeigt, dass die Branchen „Erdöl und Erdgas“, „Kokerei- und Mineralölerzeugnisse“ und „Bergbau auf Energieträger“ prozentual betrachtet die drei mit Abstand am stärksten von einem THG-Reduktionsziel von 95 Prozent betroffenen Wirtschaftsbereiche sind. In absoluten Beschäftigungseffekten betrachtet sind die Branchen „Handel, Instandhaltung und Reparatur von Fahrzeugen“ und „Gummi- und Kunststoffwaren“ zu nennen. Aufgrund dessen, dass der Bereich Erdgas/Erdöl/Kohle<sup>18</sup> bereits seit Jahren einem Strukturwandel unterliegt, wurden in diesem Bereich bereits Erfahrungen gesammelt, wie sich der Wandel möglichst sozialverträglich gestalten lassen kann. Im Folgenden werden daher zunächst die Erfahrungswerte in diesem Bereich dargestellt und darauf aufbauend Überlegungen angestellt, inwieweit sich diese Maßnahmen auf die anderen Bereiche übertragen lassen könnten.

### Bereich Erdgas/Erdöl/Kohle

Insbesondere im Bereich Erdgas/Erdöl/Kohle hat durch den Kohleausstieg in den vergangenen Jahren bereits ein starker Wandel stattgefunden. Die Förderung der Steinkohle ist seit Januar 2019 in Deutschland komplett eingestellt, und die Braunkohleförderung wird sukzessive zurückgefahren. Insgesamt wird davon ausgegangen, dass auch ohne ein G95-Szenario ausgehend vom Jahr 2020 bis zum Jahr 2050 deutschlandweit ca. 21.000 Erwerbstätige weniger im Bereich Erdgas/Erdöl/Kohle tätig sein werden.<sup>19</sup> Ein strenges G95-Szenario würde diesen Effekt um ca. 4.000 weitere Erwerbstätige verstärken (vgl. Kap. 3.2.1 Abbildung 12). Von der abgeschlossenen Einstellung der Steinkohleförderung und der geplanten Beendigung des Braunkohleabbaus sind das Ruhrgebiet sowie das „Rheinische Revier“ besonders stark betroffen.

Bereits frühzeitig wurden im Ruhrgebiet Maßnahmen eingeführt, um erstens Arbeitsplatzverluste und drohende Arbeitslosigkeit abzufedern und zweitens einem Verlust der regionalen Standortattraktivität aufgrund der Einstellung der Steinkohleförderung entgegenzuwirken. Demnach unterscheiden wir im Folgenden zwischen Maßnahmen, die bestimmte Beschäftigtengruppen betreffen, sowie Maßnahmen, die eher wirtschafts- und strukturpolitischer Art sind.

Zu den Maßnahmen, die auf bestimmte Beschäftigtengruppen abzielen, gehören:

- **Finanziell unterstützende Maßnahmen:** So wurden für ältere Beschäftigte (Mitarbeitende ab 49 Jahren) des Steinkohleabbaus unter anderem Frühverrentungsprogramme angeboten, ähnlich der Frühverrentung ab 55 Jahren, die Braunkohlebeschäftigten in Ostdeutschland nach dem Mauerfall angeboten wurde (E3G 2015; Bundesfinanzministerium 2017). Zudem gibt es Anpassungsgelder für Steinkohlearbeitende, die ab dem 50. Lebensjahr nach Arbeitsplatzverlust durch Stilllegungs- oder Rationalisierungsmaßnahmen eine finanzielle Unterstützung für fünf Jahre beantragen können.

<sup>18</sup> Umfasst hier und im Folgenden die Bereiche „Erdöl und Erdgas“, „Kokerei- und Mineralölerzeugnisse“ sowie „Bergbau auf Energieträger“.

<sup>19</sup> Diese Zahl bezieht sich auf die Entwicklung der Erwerbstätigen im Referenzszenario der BDI-Klimapfade BCG/Prognos (2018).

Dieses Anpassungsgeld beträgt durchschnittlich 13.500 Euro pro Jahr und hat sich seit mehreren Jahren erfolgreich etabliert. Im Jahr 2017 wurden Anpassungsgelder in Höhe von 109 Millionen Euro gezahlt (E3G 2015).

- **Vermittlungsdienstleistungen in ähnliche Betätigungsfelder:** Nicht für alle Beschäftigten sind Maßnahmen für die finanzielle Absicherung infolge eines Jobverlusts notwendig. Denn auch nach der Abschaltung der Förderungsanlagen entstehen im Ruhrgebiet zunächst weitere Arbeitsmöglichkeiten in ähnlichen Betätigungsfeldern. Es werden Mitarbeitende benötigt, um z. B. die Gruben und Anlagen ab- oder umzubauen. Zudem sind Branchenwechsel der Mitarbeitenden unter Beibehaltung des Berufes (oder eines ähnlichen Berufes) möglich. Im Ruhrgebiet werden möglicherweise nach der Einstellung des Steinkohleabbaus neue Gaskraftwerke gebaut werden, die langfristig mit Synthesegas, das mithilfe von erneuerbarem Strom erzeugt wurde (Power-to-Gas), versorgt werden sollen. Für Berufshauptgruppen wie „Unternehmensorganisation und -strategie“ und „Büro und Sekretariat“ ist es aufgrund der mit den Berufen verbundenen Tätigkeiten einfacher, in andere Branchen zu wechseln.
- **Fort- und Weiterbildungsmaßnahmen zur Qualifizierung in andere Berufsfelder:** Durch solche Maßnahmen kann im Idealfall sogar (bspw. mithilfe der Arbeitsagenturen) dem auftretenden Fachkräftemangel in einigen Bereichen entgegengewirkt werden. Dies ist dann der Fall, wenn für aktuell und zukünftig besonders gefragte Berufe gezielte Umschulungen und Ausbildungen angeboten werden.<sup>20</sup> Dies ist insbesondere für jüngere Personen relevant, da sich diese bei einer Umschulung in ein gänzlich anderes Berufsumfeld oft leichter einfinden können.

Insbesondere im Ruhrgebiet ist durch die Einstellung der Kohleförderung nicht nur die sinkende Nachfrage an Erwerbstätigen in dieser Branche ein Problemfaktor, sondern vor allem die Standortattraktivität der gesamten Region. Diese hängt allerdings nicht nur mit der Einstellung der Steinkohleförderung zusammen, sondern auch mit dem übrigen Strukturwandel durch den etwa parallel verlaufenden Rückgang der Schwerindustrie, die mit ähnlichen Veränderungen am Weltmarkt und damit verbundenen Herausforderungen zu kämpfen hatte. Um einem Verlust der Standortattraktivität und einem strukturellen Rückschlag entgegenzuwirken und einen möglichst sozial verträglichen Strukturwandel zu erreichen, bedarf es vonseiten der Bundes- und Landespolitik einer **zukunftsgerichteten Wirtschafts- und Strukturpolitik**, die sowohl den Mittelstand als auch die kommu-

nalen Haushalte stärkt. Um dies zu erreichen, werden bereits seit einigen Jahren mit dem zunehmenden Rückgang der Kohleförderung Maßnahmen und Programme in den betroffenen Regionen (vor allem Ruhrgebiet und Lausitz) initiiert.

Zu den wirtschafts- und strukturpolitischen Maßnahmen gehören:

- **Förderung von Bildungseinrichtungen und Innovationsprojekten:** Bereits mit der Gründung der Ruhr-Universität Bochum im Jahr 1962 war die Hoffnung verbunden, dass junge Menschen in der Region bleiben (bzw. in die Region ziehen) und diese zukünftig auch wirtschaftlich davon gestärkt wird.<sup>21</sup> Auch die Stadt Gelsenkirchen plant die Gründung einer neuen Universität, um sich als Wissenschaftsstandort zu etablieren und den Verlust der Arbeitsplätze in der Region durch den Steinkohleausstieg zu kompensieren (Stadt Gelsenkirchen 2019). Die Universitäten ziehen junge Student\_innen an und sind in zahlreiche Innovationsprojekte involviert. So gilt das Metropolgebiet Rhein-Ruhr mittlerweile als bedeutender Gründerhotspot (KPMG/Bundesverband Deutsche Startups 2018). Es existieren vielfältige staatliche und regionale Förderungsmöglichkeiten für junge Gründer\_innen wie u. a. der „Initiativkreis Ruhr“. Diese dienen der Förderung des Strukturwandels (Wirtschaft, Kultur, Bildung) und unterstützen insbesondere die Start-up-Szene. Nicht wenige der so entstandenen Ideen haben Erfolg.<sup>22</sup>
- **Regionale und überregionale Förderprogramme:** In der Lausitz gibt es vielfältige Ansätze, die den Strukturwandel sozial verträglich umsetzen sollen. Unter anderem wurde die Innovationsregion Lausitz GmbH (iRL) gegründet. Sie soll neue Geschäftsfelder entwickeln und Wachstumsprojekte in den vom Strukturwandel betroffenen Betrieben anstoßen. Im Vordergrund steht hier vor allem der Ausbau von Kooperation und Netzwerken (Innovationsregion Lausitz 2019). Zudem plant die Landesregierung von Brandenburg, bis zum Jahr 2023 das Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kultur von Potsdam nach Cottbus zu verlegen. Durch den Umzug benötigte Neubauten und Sanierungsarbeiten von Gebäuden sollen Arbeitsplätze und Geld in die Region bringen. Darüber hinaus gibt es viele bundesweite und EU-weite Fonds sowie Wirtschaftsförderungsprogramme, die betroffene Regionen nach der Kohleförderung finanziell unterstützen.

Die Ausführungen für den Bereich Erdgas/Erdöl/Kohle haben verschiedene Ansätze gezeigt, die den Strukturwandel durch geeignete Maßnahmen wie finanzielle Zuschüsse

<sup>20</sup> Besonders hoch ist der Bedarf an Arbeitskräften z. B. im Bereich Pflege. Die Bundesagentur für Arbeit unterstützt diesbezügliche Umschulungen finanziell. Für Pflegeausbildungen nach dem Pflegeberufereformgesetz wird eine dreijährige Fördermöglichkeit sichergestellt. Diese finanzielle Förderung wurde im Jahr 2013 zunächst begrenzt eingeführt, ist aber ab dem Jahr 2020 dauerhaft gesetzlich verankert.

<sup>21</sup> Bereits im Jahr 1958 wurde mit dem Steinkohle-Bergwerk Minden in Ostwestfalen die erste Zeche geschlossen (vgl. Deutschlandfunk Kultur 2018).

<sup>22</sup> Das Essener Start-up Talpasolutions GmbH z. B. nutzt die regionalen Kenntnisse des Bergbaus und verbindet die Bergbautradition mit digitalen Technologien. Weltweit begleitet Talpasolutions Unternehmen der Bergbauindustrie mit Datenanalysen (vgl. EWG – Essener Wirtschaftsförderungsgesellschaft mbH 2018).

(z. B. Frühverrentung, etc.), Weiterbildungs- und Vermittlungsmaßnahmen oder gezielte wirtschafts- und strukturpolitische Maßnahmen sozial abfedern sollen. Im Folgenden werden Überlegungen angestellt, ob sich diese Ansätze ebenfalls auf die anderen Bereiche/Branchen übertragen lassen können, für die Probleme identifiziert wurden.

### **Übertragbarkeit der Erfahrungen im Bereich Erdgas/Erdöl/Kohle auf weitere Bereiche**

Auch wenn durch einen stärkeren Klimaschutz und insbesondere durch den Kohleausstieg die Branchenbereiche von Erdgas/Erdöl/Kohle prozentual am stärksten die meisten Rückgänge an Erwerbstätigen verzeichnen, sind absolut betrachtet andere Branchen deutlich stärker betroffen. So verliert die Branche „Handel, Instandhaltung und Reparatur von Fahrzeugen“ im Rahmen der der Klimaschutzszenarien etwa 47.000 Erwerbstätige im Vergleich zur Referenz (vgl. Kap. 3.2.1 Abbildung 12). Innerhalb dieser Branche ist relativ und absolut gesehen der Bereich „Handel mit Kfz, Instandhaltung und Reparatur von Kfz“ (WZ45) durch die THG-Einsparungen am stärksten betroffen, sodass hier ein potenzieller Handlungsbedarf entstehen kann. Die ebenfalls der Branche zugehörigen Bereiche der Groß- und Einzelhandelsleistungen (WZ46, WZ47) sind vom G95-Szenario hingegen nicht negativ betroffen (vgl. Kap. 3.2.1).

Im Gegensatz zu dem Branchenbereich Erdgas/Erdöl/Kohle sind vergleichbare Erfahrungswerte aus der Vergangenheit für die Branche „Handel, Instandhaltung und Reparatur von Fahrzeugen“ nicht vorhanden. Im Folgenden werden daher Überlegungen angestellt, ob und wie sich die für den Bereich Erdgas/Erdöl/Kohle dargestellten potenziellen Handlungsempfehlungen auf diese Branche übertragen lassen. Bezüglich der Maßnahmen, die auf bestimmte Beschäftigtengruppen abzielen, zeigt sich dabei:

- **Finanziell unterstützende Maßnahmen:** Die überwiegende Mehrheit der Erwerbstätigen in dem Bereich Handel, Instandhaltung und Reparatur von Fahrzeugen ist der Berufshauptgruppe „Fahrzeug-Luft-Raumfahrt-, Schiffbautechnik“ zugeordnet (ca. 30 Prozent). Verkaufsbereufe sowie Berufe der „Unternehmensorganisation und -strategie“ und „Büro und Sekretariat“ bilden eine weitere große Gruppe. Dadurch, dass fast die Hälfte der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten der Berufshauptgruppe „Fahrzeug-Luft-Raumfahrt-, Schiffbautechnik“ im Jahr 2018 unter 35 Jahre alt ist, sind Frühverrentungsprogramme und Anpassungsgelder für ältere Beschäftigte keine allgemein problemlösende Option (Bundesagentur für Arbeit 2019). Zielführender könnten Tätigkeiten in anderen Branchen sowie Umschulungen und Weiterbildungen sein.
- **Vermittlungsdienstleistungen in ähnliche Betätigungsfelder:** Für Erwerbstätige mit dienstleistungsorientierten Berufen innerhalb der Branche „Handel, Instandhaltung und Reparatur von Fahrzeugen“ bieten sich – analog zum Bereich Erdgas/Erdöl/Kohle – ebenfalls Optionen an, mit dem gleichen Beruf in andere Branchen zu

wechseln. Für den Beruf der „Fahrzeug-Luft-Raumfahrt-, Schiffbautechnik“ ist dies jedoch nicht ganz so einfach möglich. Ein Grund besteht darin, dass dieser Beruf aufgrund seiner hohen Spezialisierung nur in wenigen Branchen stark vertreten ist. Gleichwohl sind in den Branchen „Herstellung von Kraftwagen und -teilen“, „sonstiger Fahrzeugbau“ und „Reparatur und Installation von Maschinen und Ausrüstungen“ ebenfalls Erwerbstätige mit dem Beruf „Fahrzeug-Luft-Raumfahrt-, Schiffbautechnik“ tätig. Auch wenn der absolute Bedarf durch einen strengeren Umweltschutz und die vermehrte Einführung von E-Pkw nicht wesentlich ansteigt, kann dies eine Möglichkeit sein für eine Beschäftigung ähnlich der zuvor ausgeübten Tätigkeit.

- **Fort- und Weiterbildungsmaßnahmen zur Qualifizierung in andere Berufsfelder:** Analog zum Bereich Erdgas/Erdöl/Kohle kann eine andere Möglichkeit für betroffene Beschäftigte sein, eine gezielte Weiterbildung in andere Berufsfelder zu beginnen.

Im Gegensatz zum Bereich Erdgas/Erdöl/Kohle, der durch seine starke regionale Gebundenheit nicht nur die Erwerbstätigen in diesem Bereich, sondern ganze Regionen mit in den strukturellen Wandel einschließt, ist die Gefahr des Verlusts der regionalen Standortattraktivität durch den Erwerbstätigenrückgang in der Branche „Handel mit Kfz, Instandhaltung und Reparatur von Kfz“ geringfügig. Denn diese Branche beinhaltet nicht den eigentlichen Fahrzeugbau, der sich stark auf bestimmte Regionen in Deutschland fokussiert, sondern lediglich die Bereiche nach der Produktion. Davon ausgehend, dass Fahrzeughändler\_innen und Reparaturwerkstätten deutschlandweit verteilt sind, ist das Risiko, durch strenge THG-Grenzwerte diesbezüglich eine ganze Region strukturell zu schwächen, gering. Die wirtschafts- und strukturpolitischen (regionalen) Maßnahmen im Bereich Erdgas/Erdöl/Kohle sind für die Branche „Handel mit Kfz, Instandhaltung und Reparatur von Kfz“ daher vermutlich weniger relevant.

## 7

## FAZIT

Aufbauend auf bestehenden Szenariorechnungen der BDI-Klimapfade wurde in der vorliegenden Studie untersucht, welche Beschäftigungseffekte sich bis zum Jahr 2050 ergeben könnten, sofern eine Reduktion der THG-Emissionen bis 2050 um 95 Prozent gegenüber dem Stand von 1990 erreicht wird. Neben der gesamtwirtschaftlichen Betrachtung wurde dabei nach Branchen, verschiedenen Leitmärkten für Klimaschutztechnologien und -dienstleistungen sowie nach Art der Beschäftigung (Berufe und Qualifikation) differenziert. Zusätzlich wurde der Frage nachgegangen, welche regionalen Unterschiede bezüglich der Beschäftigungseffekte entstehen könnten. Abschließend wurden anhand von Literaturanalysen darauf aufbauend erste Handlungsempfehlungen für einen sozial verträglichen Strukturwandel aufgezeigt.

Die Ergebnisse zeigen, dass Klimaschutz insgesamt mit positiven wirtschaftlichen Effekten verbunden ist. In der Ex-post-Betrachtung wird deutlich, dass die Bereitstellung von Klimaschutztechnologien und -dienstleistungen in erheblichem Maße Beschäftigung generiert. Die drei Leitmärkte regenerative Energiewirtschaft, Energieeffizienz und klimafreundliche Mobilität umfassen 2018 über 1,2 Millionen Erwerbstätige (Kapitel 2.2). Zudem lassen sich für die bisherige Entwicklung im Rahmen der Energiewende auch gesamtwirtschaftlich positive Nettobeschäftigungseffekte feststellen (Kapitel 2.3).

Mit Blick in die Zukunft zeigt sich, dass der mit der Energiewende verbundene Strukturwandel sich leicht positiv auf die gesamtwirtschaftliche Beschäftigung auswirken kann. So gehen im Jahr 2050 im Klimaschutzszenario (G95) etwa 43.000 Erwerbstätige mehr einer Beschäftigung nach als im Referenzszenario (Kapitel 3.2). Diese Größenordnung ist mit Blick auf die gesamte Erwerbstätigkeit zwar sehr gering. Gleichwohl ergibt sich daraus ein klarer Befund: Die Abwägung zwischen Klimaschutz und Arbeitsplätzen in der öffentlichen Diskussion ist vor diesem Hintergrund unbegründet – zumindest aus gesamtwirtschaftlicher Perspektive.

Aufgrund der Energiewende entstehen in vielen Bereichen neue Arbeitsplätze. Auf Ebene der Branchen gilt dies für die Branche „elektrischer Strom, Dienstleistungen der Elektrizitäts-, Kälte- und Wärmeversorgung“ (Kapitel 3.2.1). In An-

betracht der erforderlichen Investitionen aufgrund der energetischen Sanierung des Gebäudebestands sowie weiterer notwendiger Infrastrukturinvestitionen profitieren zudem insbesondere solche Branchen und Berufe, die sich dem Baugewerbe zurechnen lassen. Neben den vorbereitenden Baustellen-, Bauinstallations-, und sonstigen Ausbauarbeiten gehören hierzu ebenfalls die Hochbau- und Tiefbauarbeiten. Profitieren werden von diesen Entwicklungen ebenfalls die Leitmärkte für Klimaschutztechnologien und -dienstleistungen (Kapitel 3.2.2). Ferner wurde gezeigt, dass dabei alle Qualifikationsstufen von der Energiewende profitieren können (Kapitel 5).

Gleichwohl lautet ein weiteres Ergebnis dieser Studie, dass die Energiewende in verschiedenen Teilbereichen der Wirtschaft durchaus mit Arbeitsplatzverlusten verbunden ist. Prozentual betrachtet gehören dazu insbesondere die Branchen „Erdöl und Erdgas“, „Kokerei- und Mineralölerzeugnisse“ und „Kohle“ (Kapitel 3.2.1). Auf Ebene der Berufshauptgruppen sind hingegen insbesondere die „Maschinen- und Fahrzeugtechnikberufe“ zu nennen (Kapitel 5). Gleichwohl fallen die auf die gesamte Automobilindustrie bezogenen Beschäftigungseffekte vergleichsweise gering aus.

Für die von einem Beschäftigungsverlust betroffenen Teile der Bevölkerung kann diese Entwicklung mit deutlichen finanziellen und sozialen Einschnitten verbunden sein. Eine erste Annäherung an mögliche Handlungsfelder hat jedoch gezeigt, dass es bereits einige Ansätze gibt, wie sich die negativen Auswirkungen mit geeigneten Maßnahmen sozial abfedern lassen (Kapitel 6). Als besonders wirksam erscheint dabei eine Kombination aus individuellen sowie struktur- und wirtschaftspolitischen Maßnahmen.

### Einordnung der Ergebnisse

Die methodische Vorgehensweise dieser Arbeit setzt auf den Ergebnissen der im Jahr 2018 veröffentlichten Studie „Klimapfade für Deutschland“ auf, die im Auftrag des BDI von Boston Consulting Group und Prognos durchgeführt wurde. Daher sind die hier dargestellten Ergebnisse von den Annahmen und Ergebnissen der Klimapfade-Studie abhängig. Dazu gehören für das im Kontext der vorliegenden Studie wichtige G95-Szenario die Voraussetzungen eines global abgestimmten und verbindlichen ambitionierten Klima-

schutzes mit entsprechenden wirksamen Instrumenten wie z. B. einem globalen Treibhausgashandel und Ausgleichsprozessen, um Carbon Leakage zu vermeiden. In einem aufwändigen Stakeholderprozess bei der Erstellung der Klimapfade-Studie wurden die Annahmen und Ergebnisse der Arbeit einem kritisch-konstruktiven Abstimmungsprozess unterzogen, der zu einer breiten Akzeptanz führte.<sup>23</sup>

den Wirtschaftsstruktur. Gleichwohl zeigen die aufgeführten Erfahrungswerte bezüglich der Handlungsempfehlungen, dass es möglich ist, den Strukturwandel sozial verträglich zu gestalten.

Dafür, dass auf gesamtwirtschaftlicher Ebene durchaus ein leicht positiver Beschäftigungseffekt entstehen kann, sprechen ebenfalls die in Kapitel 2.3 errechneten, zwischen 2003 und 2018 aufgrund der Einführung des EEG entstehenden positiven Beschäftigungseffekte. Eine gewisse „Robustheit“ dieses Kernergebnisses zeigt sich ebenfalls dadurch, dass die leicht positiven Effekte nicht ausschließlich im G95-Szenario vorzufinden sind. So würden die Effekte im G80-Szenario und selbst in einem N80-Szenario (in dem die Klimaschutzanstrengungen vor allem bei engagierten Industrie- und Schwellenländern liegen und keine globale Abstimmung hergestellt werden kann) ähnlich ausfallen – die Kernaussage bliebe somit bestehen. Diese lässt die Schlussfolgerung zu, dass sowohl der Großteil der Klimaschutzmaßnahmen auch noch ohne globale Abstimmung mit ausgeglichener Arbeitsplatzbilanz umgesetzt werden kann und sogar die „letzten Tonnen“ in einem ambitionierten Klimaschutzszenario arbeitsplatzverträglich reduziert werden können. Diese Reduktion der „letzten Tonnen“ setzt allerdings sowohl technologisch als auch wirtschaftsstrukturell eine globale Abstimmung zum Klimaschutz voraus, die auch verbindlich und instrumentiert ist.

Die dargestellten Handlungsempfehlungen für einen sozial verträglichen Strukturwandel zielen überwiegend auf Erfahrungswerte bestimmter Branchen aus der Vergangenheit ab. Bezüglich der Übertragbarkeit der dargestellten Maßnahmen auf die zukünftigen Herausforderungen in anderen Branchen wurden in dieser Studie erste Überlegungen angestellt. Die konkrete Ausgestaltung der Maßnahmen erfordert zumeist eine differenzierte kontextabhängige Anpassung der jeweiligen Details, um Zielgenauigkeit, Effizienz und gesellschaftliche Akzeptanz sicherzustellen. Beispielsweise unterscheidet sich die Sinnhaftigkeit einzelner wirtschafts- und strukturpolitischer Maßnahmen je nach Region deutlich und ist abhängig von der vor Ort bereits vorliegen-

<sup>23</sup> Gleichwohl gilt es zu erwähnen, dass sich die im betrachteten G95-Szenario unterstellten Rahmenbedingungen bezüglich des Zeitpfads des Kohleausstiegs seit der Publikation der Studie verändert haben. Dieser soll nun in geringfügig veränderter Zeitplanung als damals angenommen erfolgen. In der Klimapfade-Studie erfolgt das Auslaufen der Braunkohleverstromung und -förderung aufgrund der angenommenen instrumentellen Rahmenbedingungen (CO<sub>2</sub>-Preise im erweiterten ETS) früher als im derzeitigen Kohleausstiegsbeschluss vorgesehen. Hingegen bleiben noch geringe Mengen Stromerzeugung aus wenigen Steinkohlekraftwerken zur Ausregelung des Stromsystems und für Back-up-Produktion bis 2040 im System. Gleichwohl ist aufgrund dessen lediglich mit geringfügigen Abweichungen gegenüber den hier dargestellten Beschäftigungseffekten zu rechnen. In der langen Frist sowie insbesondere auf gesamtwirtschaftlicher Ebene sind die resultierenden Abweichungen marginal – es werden lediglich einige Veränderungen vorgezogen, das Gesamtergebnis für 2050 bleibt gleich. Die in dieser Studie getroffenen Aussagen sind daher ebenfalls unter Berücksichtigung des veränderten Kohleausstiegs gültig.

# Abkürzungsverzeichnis

BDI	Bundesverband der Deutschen Industrie
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BWS	Bruttowertschöpfung
CCS	Carbon Capture and Storage
EE	erneuerbare Energien
EEF	Energieeffizienz
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
envigos	Model for environmental industry, goods and services
ETS	Emission Trading System
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
GW	Gigawatt
KMO	klimafreundliche Mobilität
KMU	kleine und mittlere Unternehmen
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
PtG	Power-to-Gas
PtL	Power-to-Liquid
PV	Photovoltaik
REW	regenerative Energiewirtschaft
StrEG	Stromeinspeisungsgesetz
THG	Treibhausgas
UBA	Umweltbundesamt
vbw	Vereinigung der bayrischen Wirtschaft

# Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

- 9 Abbildung 1  
**Entwicklung in den Leitmärkten für Klimaschutztechnologien und -dienstleistungen zwischen 2003 und 2018**
- 10 Abbildung 2  
**Entwicklung im Leitmarkt regenerative Energiewirtschaft**
- 10 Abbildung 3  
**Entwicklung im Marktsegment erneuerbare Energien**
- 11 Abbildung 4  
**Entwicklung im Leitmarkt Energieeffizienz**
- 12 Abbildung 5  
**Entwicklung im Leitmarkt klimafreundliche Mobilität**
- 13 Abbildung 6  
**Energiewende-Szenario vs. kontrafaktisches Szenario: Abweichung der Beschäftigung nach Sektoren; in Tsd. sowie in %**
- 16 Abbildung 7  
**Emissionsentwicklung im G95-Szenario nach Sektoren 1990–2050**
- 18 Abbildung 8  
**Deutschland im Jahr 2050 nach 95 Prozent THG-Reduktion**
- 20 Abbildung 9  
**Entwicklung der Bruttowertschöpfung in Deutschland (total)**
- 20 Abbildung 10  
**Bevölkerung im erwerbsfähigen Alter und Erwerbstätige**
- 22 Abbildung 11  
**Branchen mit dem stärksten/schwächsten Erwerbstätigenrückgang im Referenzszenario**
- 23 Abbildung 12  
**Branchen mit den stärksten Beschäftigungseffekten**
- 25 Abbildung 13  
**Entwicklung in den Leitmärkten für Klimaschutztechnologien und -dienstleistungen bis 2050**
- 25 Abbildung 14  
**Erwerbstätige in den Leitmärkten für Klimaschutztechnologien und -dienstleistungen im Vergleich zu anderen Schlüsselbranchen**
- 27 Abbildung 15  
**Erwerbstätige im G95-Szenario**
- 28 Abbildung 16  
**Erwerbstätige im G95- und Referenzszenario im regionalen Vergleich**
- 29 Abbildung 17  
**Wirtschaftsstruktur in Nordrhein-Westfalen im Vergleich zum Bundesdurchschnitt**
- 30 Abbildung 18  
**Wirtschaftsstruktur in Brandenburg im Vergleich zum Bundesdurchschnitt**
- 33 Abbildung 19  
**Erwerbstätige nach Berufshauptgruppen in Deutschland**
- 35 Abbildung 20  
**Erwerbstätige nach Berufshauptgruppen im G95-Szenario im Vergleich zur Referenz**
- 36 Abbildung 21  
**Erwerbstätige nach Qualifikation**
- 7 Tabelle 1  
**Leitmärkte für Klimaschutztechnologien und -dienstleistungen**
- 37 Tabelle 2  
**Ausgewählte Indikatoren für die Qualität der Arbeitsplätze, differenziert nach Branchen**

# Literaturverzeichnis

**AG Energiebilanzen** 2019: Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2018, Berlin, Bergheim.

**BCG; Prognos** 2018: Klimapfade für Deutschland, im Auftrag des BDI, [https://www.zvei.org/fileadmin/user\\_upload/Presse\\_und\\_Medien/Publikationen/2018/Januar/Klimapfade\\_fuer\\_Deutschland\\_BDI-Studie\\_/Klimapfade-fuer-Deutschland-BDI-Studie-12-01-2018.pdf](https://www.zvei.org/fileadmin/user_upload/Presse_und_Medien/Publikationen/2018/Januar/Klimapfade_fuer_Deutschland_BDI-Studie_/Klimapfade-fuer-Deutschland-BDI-Studie-12-01-2018.pdf) (16.9.2019).

**Bundesagentur für Arbeit** 2019: Statistische Analysen: Berufe auf einen Blick, <https://statistik.arbeitsagentur.de/Navigation/Statistik/Statistische-Analysen/Interaktive-Visualisierung/Berufe-auf-einen-Blick/Berufe-auf-einen-Blick-Anwendung-Nav.html> (20.8.2019).

**Deutsche WindGuard, BWE** 2019: Windenergiestatistik, <https://www.windguard.de/veroeffentlichungen.html> (3.9.2019).

**Deutschlandfunk Kultur** 2018: Steinkohle-Bergbau im Ruhrgebiet: Schicht im Schacht, Artikel vom 22.11.2018, [https://www.deutschlandfunkkultur.de/steinkohle-bergbau-im-ruhrgebiet-schicht-im-schacht.1001.de.html?dram:article\\_id=433904](https://www.deutschlandfunkkultur.de/steinkohle-bergbau-im-ruhrgebiet-schicht-im-schacht.1001.de.html?dram:article_id=433904), (22.8.2019).

**ESPON, Tecnalía, Prognos et al.** 2019: CIRCTER: Circular Economy and Territorial Consequences, im Auftrag von ESPON, Luxemburg.

**EWG – Essener Wirtschaftsförderungsgesellschaft mbH** 2018: Bergbau-Start-up talpasolutions holt Finanzierung von 1,5 Millionen Euro in die Ruhrmetropole, [https://www.essen.de/meldungen/pressemeldung\\_1234219.de.html](https://www.essen.de/meldungen/pressemeldung_1234219.de.html) (16.9.2019).

**E3G** 2017: Strukturwandel und seine Möglichkeiten, [http://archiv.bund-sachsen.de/fileadmin/bundgruppen/bcmslvsachsen/Fotos/Braunkohle/BUND\\_leipzig\\_1702\\_Schwartzkopff.pdf](http://archiv.bund-sachsen.de/fileadmin/bundgruppen/bcmslvsachsen/Fotos/Braunkohle/BUND_leipzig_1702_Schwartzkopff.pdf) (16.9.2019).

**E3G** 2015: Das Rheinische Revier von Morgen: den Strukturwandel gestalten, [https://www.e3g.org/docs/E3G\\_Strukturwandel\\_Rheinisches\\_Revier\\_2015.pdf](https://www.e3g.org/docs/E3G_Strukturwandel_Rheinisches_Revier_2015.pdf) (16.9.2019).

**GWS** 2018: Erneuerbar beschäftigt in den Bundesländern, Bericht zur aktualisierten Abschätzung der Bruttobeschäftigung 2016 in den Bundesländern, Research Report 2018 (02), Osnabrück.

**GWS; Prognos; FHG ISI; DIW** 2018: Gesamtwirtschaftliche Wirkungen der Energiewende, im Auftrag des BMWI, Osnabrück.

**Innovationsregion Lausitz o. J.**: Informationen zur Innovationsregion Lausitz GmbH auf der Unternehmenswebsite, <https://www.innovationsregionlausitz.de/> (16.9.2019).

**KPMG; Bundesverband deutsche Startups** 2018: Deutscher Startup Monitor 2018: Neue Signale, klare Ziele, <https://deutscherstartupmonitor.de/fileadmin/dsm/dsm-18/files/Deutscher%20Startup%20Monitor%202018.pdf> (16.9.2019).

**MKULNV; Prognos** 2017: Umweltwirtschaft in Nordrhein-Westfalen, im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Klima, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz NRW, Düsseldorf.

**Prognos** 2018: Statusbericht der deutschen Kreislaufwirtschaft, Multi-Client Studie, Selm.

**RWI** 2018: Erarbeitung aktueller vergleichender Strukturdaten für die deutschen Braunkohleregionen, Projekt-Endbericht für das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/E/endbericht-rwi-erarbeitung-aktueller-vergleichender-strukturdaten-deutsche-braunkohleregionen-kurz.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=12](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/E/endbericht-rwi-erarbeitung-aktueller-vergleichender-strukturdaten-deutsche-braunkohleregionen-kurz.pdf?__blob=publicationFile&v=12) (16.9.2019).

**Stadt Gelsenkirchen** 2019: Zeit für die Emscher Uni! Das nördliche Ruhrgebiet braucht eine eigene Universität, [https://www.gelsenkirchen.de/de/\\_meta/aktuelles/artikel/36488-zeit-fuer-die-emscher-uni](https://www.gelsenkirchen.de/de/_meta/aktuelles/artikel/36488-zeit-fuer-die-emscher-uni) (16.9.2019).

**Statistisches Bundesamt** 2019a: Erwerbstätige, Arbeitnehmer, Selbständige und mithelfende Familienangehörige (im Inland): Bundesländer, Jahre, Wirtschaftszweige. Arbeitskreis „Erwerbstätigenrechnung des Bundes und der Länder“, Wiesbaden.

**Statistisches Bundesamt** 2019b: Statistik für kleine und mittlere Unternehmen 2016: Unternehmen, Tätige Personen, Umsatz, Investitionen, Bruttowertschöpfung: Deutschland, Jahre, Unternehmensgröße, Wirtschaftsbereiche, Wiesbaden.

**Statistisches Bundesamt** 2019c: Erwerbstätige: Deutschland, Jahre, Wirtschaftszweige (WZ2008), Geschlecht, <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online/link/tabelleErgebnis/12211-0009> (21.8.2019).

**Statistisches Bundesamt** 2018: Sonderauswertungen des Mikrozensus 2016, Wiesbaden.

**Statistisches Bundesamt** 2016: Verdienste und Arbeitskosten: Tarifbindung in Deutschland, Wiesbaden.

**StMWi; Prognos** 2017: Umweltwirtschaft in Bayern, im Auftrag des bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft, München.

**ThEGA; Prognos** 2019: Umweltwirtschaft in Thüringen, im Auftrag der Thüringer Energie- und GreenTech-Agentur (ThEGA), Erfurt.

**vbw; Prognos** 2019: Arbeitslandschaft 2025, im Auftrag der Vereinigung der bayrischen Wirtschaft (vbw), München.

**vbw; Prognos** 2018: vbw Report 2025–2035–2045, München.

**ZAB; Prognos** 2016: Potenzialstudie der Energieeffizienztechnologien in Berlin-Brandenburg, im Auftrag der ZukunftsAgentur Brandenburg GmbH, Potsdam; Berlin.





## Die Friedrich-Ebert-Stiftung

Die Friedrich-Ebert-Stiftung (FES) wurde 1925 gegründet und ist die traditionsreichste politische Stiftung Deutschlands. Dem Vermächtnis ihres Namensgebers ist sie bis heute verpflichtet und setzt sich für die Grundwerte der Sozialen Demokratie ein: Freiheit, Gerechtigkeit und Solidarität. Ideell ist sie der Sozialdemokratie und den freien Gewerkschaften verbunden.

Die FES fördert die Soziale Demokratie vor allem durch:

- politische Bildungsarbeit zur Stärkung der Zivilgesellschaft
- Politikberatung
- internationale Zusammenarbeit mit Auslandsbüros in über 100 Ländern
- Begabtenförderung
- das kollektive Gedächtnis der Sozialen Demokratie mit u. a. Archiv und Bibliothek

## IMPRESSUM

© 2019

### **Friedrich-Ebert-Stiftung**

Godesberger Allee 149, 53175 Bonn

Bestellung/Kontakt: [BeMo@fes.de](mailto:BeMo@fes.de)

Die in dieser Publikation zum Ausdruck gebrachten Ansichten sind nicht notwendigerweise die der Friedrich-Ebert-Stiftung. Eine gewerbliche Nutzung der von der FES herausgegebenen Medien ist ohne schriftliche Zustimmung durch die FES nicht gestattet.

**ISBN: 978-3-96250-414-4**

Titelmotiv: © Photoverte– [stock.adobe.com](https://stock.adobe.com)

Gestaltungskonzept: [www.bergsee-blau.de](http://www.bergsee-blau.de)

Umsetzung/Layout: [www.zumweissenroessl.de](http://www.zumweissenroessl.de)

Druck: [www.druckerei-brandt.de](http://www.druckerei-brandt.de)

Gedruckt auf RecyStar Polar (100 Prozent Recyclingpapier, ausgezeichnet mit dem blauen Engel).

## FÜR EIN BESSERES MORGEN

### Jobwende Effekte der Energiewende auf Arbeit und Beschäftigung

Nach dem Abkommen von Paris hat die Bundesregierung in ihrem Klimaschutzplan die weitgehende Treibhausgasneutralität bis zum Jahr 2050 als Leitbild deutscher Klimaschutzpolitik festgeschrieben. Damit steht Deutschland als sechstgrößter Treibhausgasemittent der Welt vor gewaltigen Herausforderungen – im Stromsektor, im Gebäudebereiche und mehr noch in der Landwirtschaft und dem Verkehr.

Die vorliegende Studie untersucht nicht nur die quantitativen, sondern auch die qualitativen Beschäftigungseffekte der Energiewende bei einer Reduktion der Treibhausgasemissionen in Deutschland um 95 Prozent bis zum Jahr 2050. Im Fokus stehen dabei die Leitmärkte regenerative Energiewirtschaft, Energieeffizienz und klimafreundliche Mobilität. Außerdem werden regionale Unterschiede ermittelt und an zwei Fallbeispielen, Nordrhein-Westfalen und Brandenburg, verdeutlicht. Zusätzlich werden auf Basis der Ergebnisse mögliche Handlungsempfehlungen für einen sozial verträglichen Strukturwandel abgeleitet.

#### Die Autor\_innen

**Markus Hoch**, Volkswirt, ist Projektleiter im Bereich „Volkswirtschaft & Gesellschaftliche Grundsatzfragen“ bei der Prognos AG.

**Jannis Lambert**, Politikwissenschaftler und Umweltökonom, ist Projektleiter im Bereich „Umweltwirtschaft und Klimawandel“ bei der Prognos AG.

**Dr. Almut Kirchner**, Physiker, ist Direktor und Partner und leitet den Bereich „Energie- und Klimaschutzpolitik“ sowie das Kompetenzzentrum „Modelle und Methoden“ bei der Prognos AG.

**Richard Simpson**, Geograph und Politikwissenschaftler, ist Mitarbeiter im Bereich „Umweltwirtschaft und Klimawandel“ bei der Prognos AG.

**Myrna Sandhövel**, Politik- und Verwaltungswissenschaftlerin, ist Beraterin im Bereich „Umweltwirtschaft und Klimawandel“ bei der Prognos AG.

**Tabea Mündlein**, Volkswirtin, ist wissenschaftliche Assistenz im Bereich „Volkswirtschaft & Gesellschaftliche Grundsatzfragen“ bei der Prognos AG.



Weitere Informationen zum Projekt finden Sie unter:  
[www.fes.de/fuer-ein-besseres-morgen](http://www.fes.de/fuer-ein-besseres-morgen)