

# Beschäftigungseffekte der BDI-Klimapfade

Studie



## Impressum

### STUDIE

Beschäftigungseffekte der BDI-Klimapfade

### ERSTELLT IM AUFTRAG VON

Stiftung Arbeit und Umwelt der IG BCE

- Inselstraße 6, 10179 Berlin
- Königsworther Platz 6, 30167 Hannover

Telefon +49 30 2787 1314

### PROJEKTLEITUNG

Dr. Kajsa Borgnäs

### BEARBEITET VON

Prognos AG

St. Alban-Vorstadt 24, CH-4052 Basel

Telefon: +49 761 7661164-810

E-Mail: [info@prognos.com](mailto:info@prognos.com)

[www.prognos.com](http://www.prognos.com)

### AUTOREN

Dr. Almut Kirchner

Jan Limbers

Johann Weiss

### LEKTORAT

Gisela Lehmeier, FEINSCHLIFF

### SATZ UND LAYOUT

pandamedien GmbH & Co. KG

### TITELBILD

© fotolia

### DRUCK

Spree Druck Berlin GmbH

### VERÖFFENTLICHUNG

April 2019

### BITTE ZITIEREN ALS

Prognos AG (2019) „Beschäftigungseffekte der BDE-Klimapfade“. Erstellt im Auftrag der Stiftung Arbeit und Umwelt der IG BCE.

## Vorwort

Der Bundesverband der deutschen Industrie (BDI) hat im Frühjahr 2018 eine viel beachtete Studie („Klimapfade für Deutschland“) vorgestellt, welche die ökonomischen und technologischen Voraussetzungen für die Erreichung der deutschen Klimaziele beschreibt und die resultierenden volkswirtschaftlichen Konsequenzen bestimmt. Die branchenspezifischen Effekte der klimapolitischen Maßnahmen vor allem hinsichtlich ihrer Beschäftigungswirkung werden in der BDI-Studie nur grob dargestellt. Für ein umfassendes Verständnis des notwendigen Transformationsprozesses gehören auch die beschäftigungspolitischen Folgen ins Zentrum der politischen und wissenschaftlichen Diskussion. Die Stiftung Arbeit und Umwelt der IG BCE möchte mit der vorliegenden Studie den Blick auf diesen zentralen Aspekt lenken: Die beschäftigungspolitischen Effekte einer ambitionierten Klimapolitik.

Aufbauend auf den für die BDI-Studie entwickelten Szenarien und Modellen untersucht diese Studie die beschäftigungspolitischen Folgen der jeweils angestrebten Klimaziele am Beispiel sieben ausgewählter energiewirtschaftlicher sowie energieintensiver Branchen (im Organisationsbereich der IG BCE). Um ein zentrales Ergebnis vorweg zu nehmen: Einige der ausgewählten Branchen erfahren durch eine ambitioniertere Klimapolitik Beschäftigungsverluste, es gibt jedoch auch Branchen, die von ihr profitieren. In allen drei ambitionierten Klimaszenarien sind die gesamtwirtschaftlichen Beschäftigungseffekte neutral bis positiv. Zusätzliche Beschäftigung entsteht hier vor allem im Baugewerbe und in den Dienstleistungssektoren.

Die hier dargestellten Beschäftigungsentwicklungen sind vor dem Hintergrund des demografischen Wandels in Deutschland zu interpretieren: Die Zahl der Personen im erwerbsfähigen Alter wird bis zum Jahre 2050 um gut acht Millionen Personen sinken. Es scheiden in Zukunft deutlich mehr ältere Personen aus dem Erwerbsleben aus als neue nachrücken. In der Konsequenz ist bereits in dem hier dargestellten Referenzszenario in fast allen Branchen und Wirtschaftsbereichen die Zahl der Erwerbstätigen rückläufig (-6,4 Mio. Personen). Höhere Erwerbsbeteiligungen und eine vergleichsweise geringe Erwerbslosenquote gehen mit dieser Entwicklung einher.

Diese für die Beschäftigten insgesamt positiven Rahmenbedingungen dürfen nicht darüber hinwegtäuschen, dass manche (energieintensive) Branchen in den kommenden Jahrzehnten vor großen beschäftigungspolitischen Herausforderungen stehen werden, und dass in der weiteren Ausgestaltung des Klimaschutzes die beschäftigungspolitischen Folgen weitaus stärker mitgedacht werden müssen als bisher. Ein erfolgreicher Klimaschutzbedingter Transformationsprozess hängt ganz zentral davon ab, inwieweit die betroffenen Branchen modernisiert und ihre Beschäftigten dabei mitgenommen werden können.

Ich wünsche eine spannende Lektüre!

**Dr. Kajsa Borgnäs**

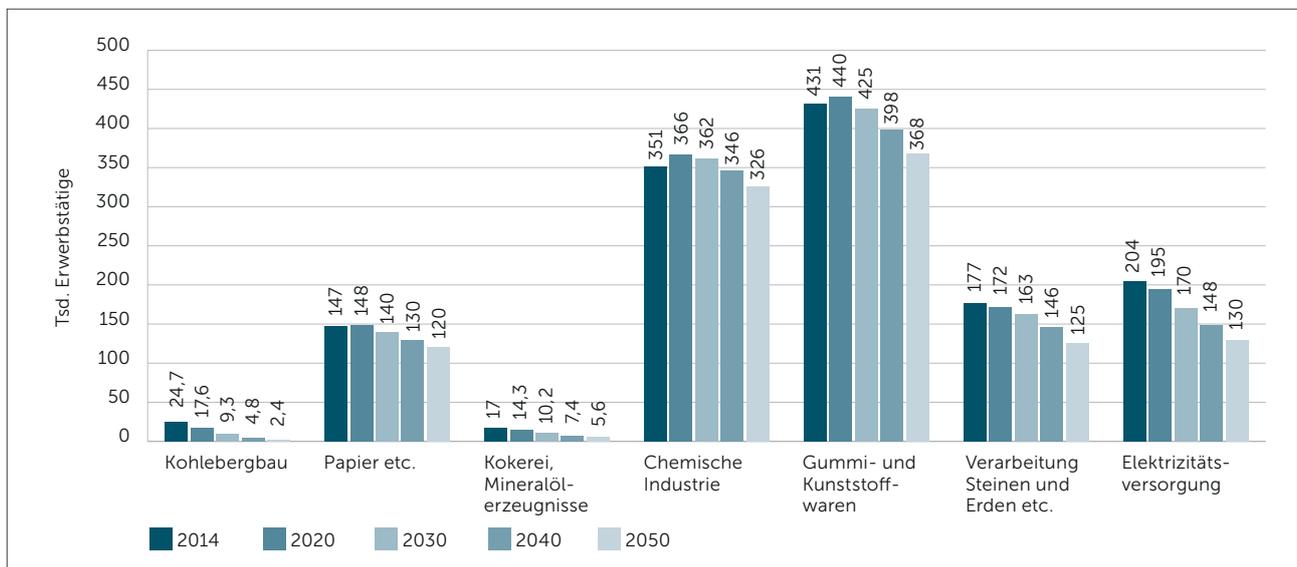
Geschäftsführerin

Stiftung Arbeit und Umwelt der IG BCE

## Die wichtigsten Ergebnisse auf einen Blick

- Die Prognos AG hat im Jahr 2018 im Auftrag des Bundesverbandes der Deutschen Industrie (BDI) und in Zusammenarbeit mit Boston Consulting Group (BCG) klimapolitische Szenarien für die Bundesrepublik Deutschland (Studie „Klimapfade für Deutschland“) erstellt. In der vorliegenden Studie werden Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte dieser Szenarien (Referenzszenario und drei Klimaszenarien) für sieben ausgewählte energiewirtschaftliche sowie energieintensive Branchen vertieft untersucht. Im tabellarischen Anhang werden die Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte der Szenarien auf alle Wirtschaftszweige dargestellt.

Die unten stehende Abbildung stellt die Arbeitsplatzentwicklung des Referenzszenarios für die sieben ausgewählten Branchen bis 2050 dar:



Die unten stehende Tabelle stellt die zusätzlichen Arbeitplatzeffekte der drei Klimaszenarien für die ausgewählten Branchen sowie für die Industrie und alle Wirtschaftszweige insgesamt dar:

	Beschäftigungsentwicklung Referenzszenario bis 2050 (Anzahl und %)	Zusätzliche Arbeitplatzeffekte der BDI-Klimaszenarien bis 2050		
		Pfad: National -80	Pfad: Global -80	Pfad: Global -95
Kohlebergbau	-22.300 (-90,3 %)	-1.700	-1.400	-1.700
Papier etc.	-27.000 (-18,4 %)	-600	-1.200	-2.500
Kokerei/ Mineralölerzeugnisse	-11.400 (-67,1 %)	-1.100	-700	-1.600
Chemische Industrie	-25.000 (-7,1 %)	1.400	900	-3.200
Gummi- und Kunststoff-waren	-63.000 (-14,6 %)	-3.400	-1.800	-6.800
Verarb. Steine u. Erden	-52.000 (-29,4 %)	1000	6.500	5.200
Elektrizitätsversorgung	-74.000 (-36,3 %)	2.900	4.800	15.700
Industrie gesamt	-1.394.000 (-17 %)	-5.200	17.000	-700
Alle Wirtschaftszweige	-6.427.000 (-15 %)	35.700	42.000	14.900

- Schon das Referenzszenario ist mit einem deutlichen Beschäftigungsrückgang in den untersuchten Branchen verbunden. Wie im Vorwort benannt, ist Klimaschutz hier nicht der wirkungsvollste Treiber, sondern andere Faktoren, wie z. B. demographischer Wandel und Produktivitätssteigerung. Zusätzliche Klimaschutzmaßnahmen, die zu 80 bis 95 Prozent Emissionsreduktion führen, haben im Vergleich zum Referenzszenario relativ geringe zusätzliche Beschäftigungseffekte. In einigen Branchen, etwa im Kohlebergbau, in der Papierbranche, in der Mineralölverarbeitung oder bei Gummi- und Kunststoffwaren wird der Beschäftigungsrückgang des Referenzszenarios durch eine ambitioniertere Klimapolitik verstärkt. Andere Branchen, wie die Chemiebranche, die Verarbeitung von Steinen und Erden oder die Elektrizitätsversorgung würden bei einer ambitionierteren Klimapolitik gegenüber der Referenzentwicklung zusätzlich Beschäftigung aufbauen können.
- Insgesamt resultieren in allen drei Klimaszenarien in der Summe (im Vergleich mit dem Referenzszenario) positive Effekte auf das deutsche Bruttoinlandsprodukt und die gesamtwirtschaftliche Beschäftigung. Branchen, die primär Investitionsgüter herstellen und solche, die Vorleistungen in die Investitionsgüterindustrie liefern, profitieren in der Regel von den unterstellten Maßnahmen. Besonders exportorientierte Branchen hingegen, die sich in einem preissensitiven internationalen Wettbewerb behaupten müssen, können aufgrund der Maßnahmen an Wettbewerbsfähigkeit und entsprechend an Marktanteilen einbüßen. Besonders negativ betroffen sind auch diejenigen Branchen, die entweder selbst Produkte mit hohem spezifischem CO<sub>2</sub>-Aufwand herstellen oder sie als Vorleistungsgut für ihre eigene Produktion benötigen.
- Diese Szenarien sind stark von wirtschaftlichen und technologischen Annahmen abhängig und sollen nicht als Prognosen verstanden werden, sondern als quantitative Schätzungen und „wenn-dann-Aussagen“ in einem komplexen System, das von zahlreichen interagierenden Rahmenbedingungen abhängig ist. Dennoch zeigen sie, dass die Klimapolitik ungleiche Auswirkungen in unterschiedlichen Branchen entfalten kann. Die Ergebnisse zeigen, dass viele energiewirtschaftliche sowie energieintensive Branchen in überdurchschnittlichem Maße von den klimapolitischen Maßnahmen betroffen sind und einen relativ starken (beschäftigungspolitischen) Transformationsprozess in den kommenden Jahrzehnten zu bewältigen haben.

## Inhalt

Die wichtigsten Ergebnisse auf einen Blick .....	4
Inhalt .....	6
Abbildungsverzeichnis .....	7
Tabellenverzeichnis .....	7
<b>1.</b> Hintergrund der Studie und Vorgehensweise .....	8
<b>2.</b> Bestimmung der ökonomischen Effekte in den Klimapfaden .....	9
<b>2.1.</b> Modellgestützte Analyse der klimapolitischen Maßnahmen .....	9
<b>2.2.</b> Einordnung der ökonomischen Impulse und Effekte in den Klimaszenarien .....	10
<b>2.3.</b> Ableitung der branchenspezifischen Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte .....	12
<b>3.</b> Beschäftigungseffekte in ausgewählten Branchen .....	13
<b>3.1.</b> Abteilung B05: Kohlebergbau .....	13
<b>3.2.</b> Abteilung C17: Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus .....	17
<b>3.3.</b> Abteilung C19: Mineralölverarbeitung .....	20
<b>3.4.</b> Abteilung C20: Herstellung von chemischen Erzeugnissen .....	23
<b>3.5.</b> Abteilung C22: Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren .....	26
<b>3.6.</b> Abteilung C23.2 – 23.9: Keramik, Herstellung von Zement und Beton, Bearbeitung von Steinen und Erden .....	29
<b>3.7.</b> Abteilung D35.1, D35.3: Elektrizitätsversorgung sowie Wärme- und Kälteversorgung .....	32
Tabellarischer Anhang .....	35

## Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle 1:</b> Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen im Referenzszenario .....	35
<b>Tabelle 2:</b> Abweichung der Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen im Szenario N80 .....	36
<b>Tabelle 3:</b> Abweichung der Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen im Szenario G80 .....	37
<b>Tabelle 4:</b> Abweichung der Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen im Szenario G95 .....	38
<b>Tabelle 5:</b> Erwerbstätige nach Wirtschaftsbereichen im Referenzszenario .....	39
<b>Tabelle 6:</b> Abweichung der Erwerbstätigen nach Wirtschaftsbereichen im Szenario N80 .....	40
<b>Tabelle 7:</b> Abweichung der Erwerbstätigen nach Wirtschaftsbereichen im Szenario G80 .....	41
<b>Tabelle 8:</b> Abweichung der Erwerbstätigen nach Wirtschaftsbereichen im Szenario G95 .....	42

## Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 1:</b> Mehrinvestitionen in den Klimaszenarien.....	11	<b>Abbildung 18:</b> Effekte der Maßnahmen in den Klimapfaden auf die Verwendung der Produktion der chemischen Industrie.....	25
<b>Abbildung 2:</b> Effekte auf das Bruttoinlandsprodukt in den Klimaszenarien.....	11	<b>Abbildung 19:</b> Effekte der Maßnahmen in den Klimapfaden auf die Produktion, die Bruttowertschöpfung und die Erwerbstätigen in der chemischen Industrie.....	25
<b>Abbildung 3:</b> Relative Abweichung der Bruttowertschöpfung und des Arbeitsvolumens gegenüber dem Referenzszenario im Jahre 2050.....	12	<b>Abbildung 20:</b> Entwicklung des Wirtschaftszweigs Gummi- und Kunststoffwaren im Referenzszenario.....	26
<b>Abbildung 4:</b> Entwicklung des Kohlebergbaus im Referenzszenario.....	13	<b>Abbildung 21:</b> Entwicklung der Verwendungsstruktur der Produktion des Wirtschaftszweigs Gummi- und Kunststoffwaren .....	27
<b>Abbildung 5:</b> Entwicklung der Verwendungsstruktur der Produktion des Kohlebergbaus im Referenzszenario.....	14	<b>Abbildung 22:</b> Effekte der Maßnahmen in den Klimapfaden auf die Verwendung der Produktion des Wirtschaftszweigs Gummi- und Kunststoffwaren .....	27
<b>Abbildung 6:</b> Effekte der Maßnahmen in den Klimapfaden auf die Verwendung der Produktion des Kohlebergbaus .....	15	<b>Abbildung 23:</b> Effekte der Maßnahmen in den Klimapfaden auf die Produktion, die Bruttowertschöpfung und die Erwerbstätigen des Wirtschaftszweigs Gummi- und Kunststoffwaren .....	28
<b>Abbildung 7:</b> Effekte der Maßnahmen in den Klimapfaden auf die Produktion, die Bruttowertschöpfung und die Erwerbstätigen im Kohlebergbau.....	16	<b>Abbildung 24:</b> Entwicklung des Wirtschaftszweigs Keramik, Zement und Beton, Bearbeitung von Steinen und Erden im Referenzszenario.....	29
<b>Abbildung 8:</b> Entwicklung des Wirtschaftszweigs Papier, Pappe und Waren daraus im Referenzszenario.....	17	<b>Abbildung 25:</b> Entwicklung der Verwendungsstruktur der Produktion des Wirtschaftszweigs Keramik, Zement und Beton, Bearbeitung von Steinen und Erden .....	30
<b>Abbildung 9:</b> Entwicklung der Verwendungsstruktur der Produktion des Wirtschaftszweigs Papier, Pappe und Waren daraus im Referenzszenario .....	18	<b>Abbildung 26:</b> Effekte der Maßnahmen in den Klimapfaden auf die Verwendung der Produktion des Wirtschaftszweigs Keramik, Zement und Beton, Bearbeitung von Steinen und Erden .....	31
<b>Abbildung 10:</b> Effekte der Maßnahmen in den Klimapfaden auf die Verwendung der Produktion des Wirtschaftszweigs Papier, Pappe und Waren daraus.....	19	<b>Abbildung 27:</b> Effekte der Maßnahmen in den Klimapfaden auf die Produktion, die Bruttowertschöpfung und die Erwerbstätigen des Wirtschaftszweigs Keramik, Zement und Beton, Bearbeitung von Steinen und Erden.....	31
<b>Abbildung 11:</b> Effekte der Maßnahmen in den Klimapfaden auf die Produktion, die Bruttowertschöpfung und die Erwerbstätigen im Wirtschaftszweig Papier, Pappe und Waren daraus.....	19	<b>Abbildung 28:</b> Entwicklung der Wirtschaftszweige elektrischer Strom und Elektrizitäts-, Wärme- und Kälteversorgung im Referenzszenario.....	33
<b>Abbildung 12:</b> Entwicklung des Wirtschaftszweigs Kokerei- und Mineralölerzeugnisse im Referenzszenario.....	20	<b>Abbildung 29:</b> Entwicklung der Verwendungsstruktur der Produktion der Wirtschaftszweige elektrischer Strom und Elektrizitäts-, Wärme- und Kälteversorgung..	33
<b>Abbildung 13:</b> Entwicklung der Verwendungsstruktur der Produktion des Wirtschaftszweigs Kokerei- und Mineralölerzeugnisse im Referenzszenario.....	21	<b>Abbildung 30:</b> Effekte der Maßnahmen in den Klimapfaden auf die Verwendung der Produktion der Wirtschaftszweige elektrischer Strom und Elektrizitäts-, Wärme- und Kälteversorgung .....	34
<b>Abbildung 14:</b> Effekte der Maßnahmen in den Klimapfaden auf die Verwendung der Produktion des Wirtschaftszweigs Kokerei- und Mineralölerzeugnisse .....	22	<b>Abbildung 31:</b> Effekte der Maßnahmen in den Klimapfaden auf die Produktion, die Bruttowertschöpfung und die Erwerbstätigen der Wirtschaftszweige elektrischer Strom und Elektrizitäts-, Wärme- und Kälteversorgung .....	34
<b>Abbildung 15:</b> Effekte der Maßnahmen in den Klimapfaden auf die Produktion, die Bruttowertschöpfung und die Erwerbstätigen im Wirtschaftszweig Kokerei- und Mineralölerzeugnisse .....	22		
<b>Abbildung 16:</b> Entwicklung der chemischen Industrie im Referenzszenario.....	23		
<b>Abbildung 17:</b> Entwicklung der Verwendungsstruktur der Produktion der chemischen Industrie .....	24		

# 1

## 1. Hintergrund der Studie und Vorgehensweise

Die Prognos AG hat im Auftrag des Bundesverbandes der Deutschen Industrie (BDI) und in Zusammenarbeit/ Unterauftrag mit Boston Consulting Group (BCG) klimapolitische Szenarien für die Bundesrepublik Deutschland (Studie „Klimapfade für Deutschland“) erstellt. Die zentralen Ergebnisse der Studie wurden im Frühjahr 2018 der Öffentlichkeit präsentiert (im Folgenden „Klimapfade“).<sup>1</sup>

Insgesamt werden in den Klimapfaden vier quantitative Szenarien betrachtet, ein Referenzszenario und drei Szenarien, in denen unterschiedlich ambitionierte Klimaschutzziele unter verschiedenen globalen Rahmenbedingungen erreicht werden. Mit der Hilfe von ökonomischen und energiewirtschaftlichen Modellen werden die Abweichungen der Zielszenarien gegenüber dem Referenzszenario berechnet. Die Szenarien lassen sich wie folgt kurz beschreiben:

Das **Referenzszenario** schreibt die zum Zeitpunkt der Arbeit aktuell beschlossenen energie- und klimapolitischen Maßnahmen fort. In diesem Szenario wird auf diese Weise eine Reduktion der Treibhausgase um 61 Prozent bis 2050 im Vergleich zu 1990 erreicht.

Im **N80-Szenario** wird unterstellt, dass Deutschland bis zum Jahre 2050 eine Reduktion der Treibhausgase um 80 Prozent (gegenüber 1990) in einem Umfeld „nationaler Alleingänge“, eingebettet in europäische Klimaziele und einige andere Länder, die jeweils unterschiedliche klimapolitische Ambitionsniveaus haben, erreicht.

Im **G80-Szenario** ist ein höheres Maß an globaler Kooperation bei der Bekämpfung der Treibhausgase unterstellt. Umgesetzt wird diese in Form eines Emissionshandelsystems, in welches alle Industrieländer und auch die zentralen Schwellenländer (u. a. China, Indien) eingebunden sind.

Das **G95-Szenario** unterscheidet sich vom vorherigen hinsichtlich der höheren Reduktion der Treibhausgase in Deutschland (um 95 Prozent gegenüber 1990).

Die Szenarien zeigen, dass viele energiewirtschaftliche sowie energieintensive Branchen in überdurchschnittlichem Maße von den entsprechenden Maßnahmen betroffen sind und einen starken Transformationsprozess zu bewältigen haben – dieser stellt vor allem Herausforderungen, zum Teil aber auch Chancen dar. Dieser Transformationspfad ist bereits in der Vergangenheit und im Referenzszenario mit den aktuellen energie- und klimapolitischen Maßnahmen angelegt. Zum Zwecke eines vertieften Verständnisses der funktionalen Zusammenhänge und der abgeleiteten Ergebnisse in den Klimapfaden, insbesondere bezüglich der Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte, hat die Stiftung Arbeit und Umwelt die Prognos AG mit der Erstellung der vorliegenden Studie beauftragt.

### Die Studie gliedert sich in zwei Teile:

Im ersten Teil erfolgt eine Erläuterung der methodischen Vorgehensweise in den klimapolitischen Szenarien mit besonderem Fokus auf der Ableitung der Effekte für die Wertschöpfung und Beschäftigung der Wirtschaftsbereiche/Branchen. Ausführlichere Erläuterungen hierzu können in den Klimapfaden nachgeschlagen werden.

Anschließend werden für sieben ausgewählte Branchen die Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte, die aus den Maßnahmen in den drei klimapolitischen Szenarien im Vergleich zum Referenzszenario resultieren, veranschaulicht (grafisch und deskriptiv). Darüber hinaus werden die Ursachen der jeweiligen Effekte erläutert und diskutiert.

Im Anhang der Studie sind die Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte für alle vier Szenarien in allen Wirtschaftszweigen tabellarisch aufbereitet. Die Tabellen enthalten die entsprechenden Werte des Referenzszenarios sowie die absoluten Abweichungen (Mrd. Euro bzw. Tsd. Personen) für die Stichjahre 2020, 2030, 2040 und 2050.

<sup>1</sup> Siehe Boston Consulting Group/Prognos AG (2018): Klimapfade für Deutschland, München.

# 2

## 2. Bestimmung der ökonomischen Effekte in den Klimapfaden

### 2.1. Modellgestützte Analyse der klimapolitischen Maßnahmen

Die klimapolitischen Maßnahmen, welche für die Erreichung des jeweiligen Reduktionszieles (80–95 Prozent Emissionsreduktion bis 2050) in den drei Szenarien notwendig sind, setzen eine Reihe von ökonomischen Impulsen. Bezogen auf die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit eines Landes (gemessen anhand des realen Bruttoinlandproduktes) können von diesen Impulsen positive und negative Wirkungen ausgehen.

Zu einer Erhöhung des Bruttoinlandproduktes und der Wertschöpfung sowie der Beschäftigung in den Branchen führen unter sonst gleichen Bedingungen die folgenden funktionalen Zusammenhänge:

- Zur Erreichung der Klimaziele sind Mehrinvestitionen von Unternehmen, privaten Haushalten und von Seiten des Staates notwendig. Sofern durch sie an anderer Stelle keine Minderausgaben verursacht werden<sup>2</sup>, führen diese Mehrinvestitionen rein definitorisch zu einer Erhöhung des Bruttoinlandproduktes (kurzfristiger Nachfrageeffekt).
- Die Mehrinvestitionen bedeuten eine höhere Auslastung, Produktion und Beschäftigung in der Investitionsgüterindustrie. Die hierbei entstehenden Mehreinkommen werden wiederum zum Teil für Konsumausgaben verwendet, welche von den konsumnahen Branchen produziert werden. Dieser Multiplikatorprozess führt für sich genommen zu einer Erhöhung des Bruttoinlandproduktes, welche über derjenigen des Investitionsimpulses liegt (Multiplikatoreffekt).
- Je mehr die Mehrinvestitionen aus dem Ausland importiert werden müssen, umso geringer ist der positive Effekt auf das deutsche Bruttoinlandsprodukt.
- Die klimapolitischen Maßnahmen reduzieren den Bedarf an Energieträgerimporten.
- Geringere Ausgaben für Importe erhöhen das inländische Einkommen und das Bruttoinlandsprodukt.

Von den Maßnahmen gehen auch negative Impulse auf die Wertschöpfung und Beschäftigung in den Branchen aus:

- Auf Seiten der Unternehmen führen die Mehrinvestitionen zu höheren Kapitalkosten (i. e. Abschreibungen). Wenn diese stärker ansteigen als die Minderausgaben der Unternehmen für Energie, erhöhen sich die Produktionskosten und die (internationale) preisliche Wettbewerbsfähigkeit sinkt. Unter anderem die Exporte werden hierdurch gedämpft.
- Mehrinvestitionen privater Haushalte führen bei diesen zu Kreditkosten. Die Kreditkosten reduzieren für sich genommen das verfügbare Einkommen und entsprechend den privaten Konsum.
- Der Umbau des Stromsektors führt zu höheren Strompreisen. Hierdurch sinken das real verfügbare Einkommen der privaten Haushalte und die internationale preisliche Wettbewerbsfähigkeit vor allem in stromintensiven Branchen.

Die Maßnahmen zielen auf eine Reduktion des Verbrauchs an CO<sub>2</sub>-intensiven Energieträgern ab. Entsprechend sind besonders solche Branchen negativ betroffen, die derartige Energieträger anbieten (z. B. Bergbau und Mineralöl-erzeugung).

Die jeweilige Stärke der Impulse, ihre Interaktion, gesamtwirtschaftliche Rückkopplungsprozesse und die Anpassungsreaktionen der ökonomischen Akteure entscheiden darüber, welcher Effekt auf die deutsche Volkswirtschaft und die Branchen insgesamt resultiert. Positive Impulse können negative Impulse (über-)kompensieren und vice versa. Notwendig für die Analyse der Effekte ist daher ein gesamtwirtschaftliches Modell, welches alle genannten Impulse inklusive ihrer Rückkopplungen simultan berücksichtigen kann.

Die Prognos AG verfügt über ein dynamisches Input-Output-Modell (DINOS), in welchem die Entstehung, Verwen-

<sup>2</sup> Die Möglichkeit eines „crowding out“, also eines Verdrängens von anderen Ausgaben (Konsum oder Investitionen) durch die Mehrinvestitionen, wird in den Klimapfaden diskutiert. Angesichts der geringen relativen Bedeutung der Mehrinvestitionen und ihres zeitlichen Verlaufs wird die empirische Relevanz dieses Risikos als sehr gering eingeschätzt (siehe Klimapfade, Box „Risiko eines ‚Crowding Out‘ anderer Ausgaben“, S. 100).

derung und Verteilung des Bruttoinlandsproduktes bestimmt werden. Die Entstehungsseite ist nach 72 Wirtschafts-/ Güterbereichen differenziert. Die Kapital- und Arbeitsnachfrage der Unternehmen, die Lohn-/Preisdynamik, der technologische Fortschritt, die Produktionskapazitäten und viele weitere Variablen werden für jede Branche separat modelliert. Wenn beispielsweise die Mehrinvestitionen die Auslastung in der Investitionsgüterindustrie erhöhen, steigen damit auch deren Importquoten und die Preis-/Lohndynamik in diesen Branchen. Zugleich wird die Investitionsgüterindustrie selbst auf eine steigende Auslastung mit einer Ausweitung ihrer Produktionskapazitäten reagieren.

Die Verflechtungsstruktur der Branchen wird mittels konservativer Annahmen zu technologischen Trends und preisabhängigen Substitutionsmöglichkeiten zwischen Vorleistungsgütern im Szenariozeitraum verändert. Die außenwirtschaftlichen Rahmenbedingungen, wie etwa die Importnachfrage der übrigen Welt, werden durch das weltwirtschaftliche Prognose- und Simulationsmodell VIEW der Prognos AG bereitgestellt. Die Importnachfrage der übrigen Welt und die Kosten-/Preisrelation gegenüber den ausländischen Konkurrenten bestimmen die Exporte der deutschen Branchen.

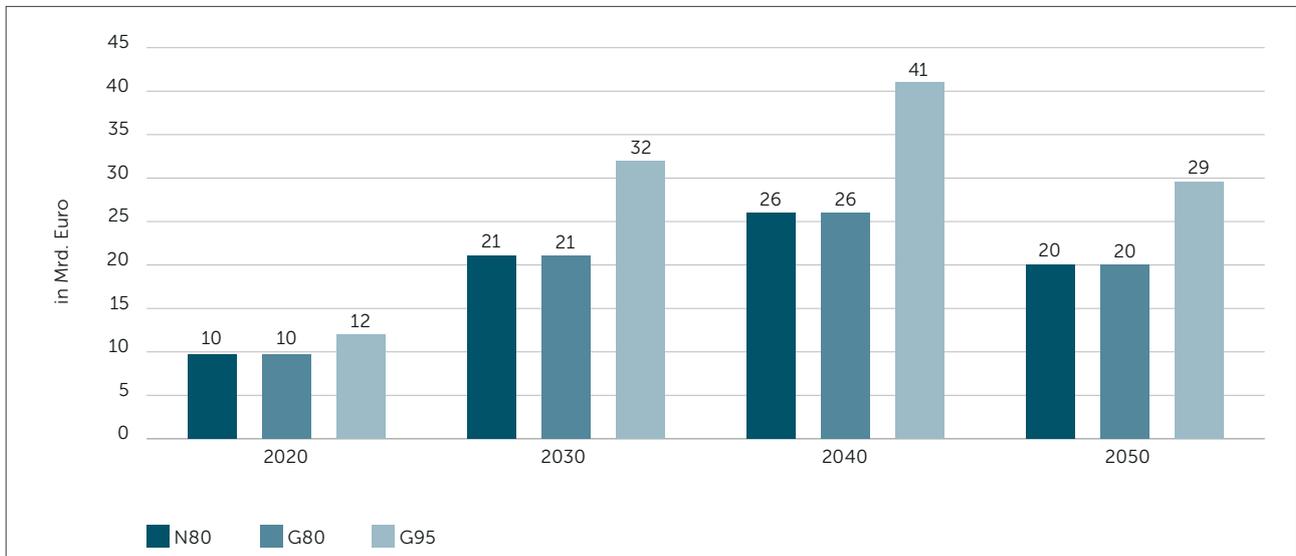
Mit Hilfe der verwendeten Modelle VIEW und DINOS wird ein ökonomisches Referenzszenario für die deutsche Volkswirtschaft erstellt. Diesem Szenario werden die drei Alternativszenarien gegenübergestellt, in welche die Impulse der jeweiligen Klimapfade implementiert sind. Die in Kapitel 3 dokumentierten ökonomischen Effekte entsprechen der Abweichung in den Alternativszenarien gegenüber den entsprechenden Werten des Referenzszenarios.

## 2.2. Einordnung der ökonomischen Impulse und Effekte in den Klimaszenarien

Um die Reduktionsziele in den Klimaszenarien zu erreichen, müssen Unternehmen, private Haushalte und der Staat in, gegenüber dem Referenzszenario, zusätzliche klimafreundliche Maßnahmen investieren. Diese gegenüber dem Referenzszenario zusätzlichen Investitionsausgaben führen zu den oben diskutierten Nachfrage- und Kapazitätseffekten. Zudem erlauben die Maßnahmen eine Reduktion der Ausgaben für importierte Energieträger. In der einzeljährlichen Betrachtung und im Vergleich mit den Investitionsausgaben im Referenzszenario ist die Größenordnung der Mehrinvestitionen überschaubar: Selbst im hochambitionierten G95-Szenario betragen die Mehrinvestitionen maximal knapp 41 Mrd. Euro, was 5,0 Prozent der Referenzinvestitionen in dem betreffenden Jahr (2040) entspricht. In den N80- und G80-Szenarien fallen vor allem nach 2020 die Mehrinvestitionen in Relation zum G95-Szenario deutlich geringer aus (vgl. Abbildung 1).

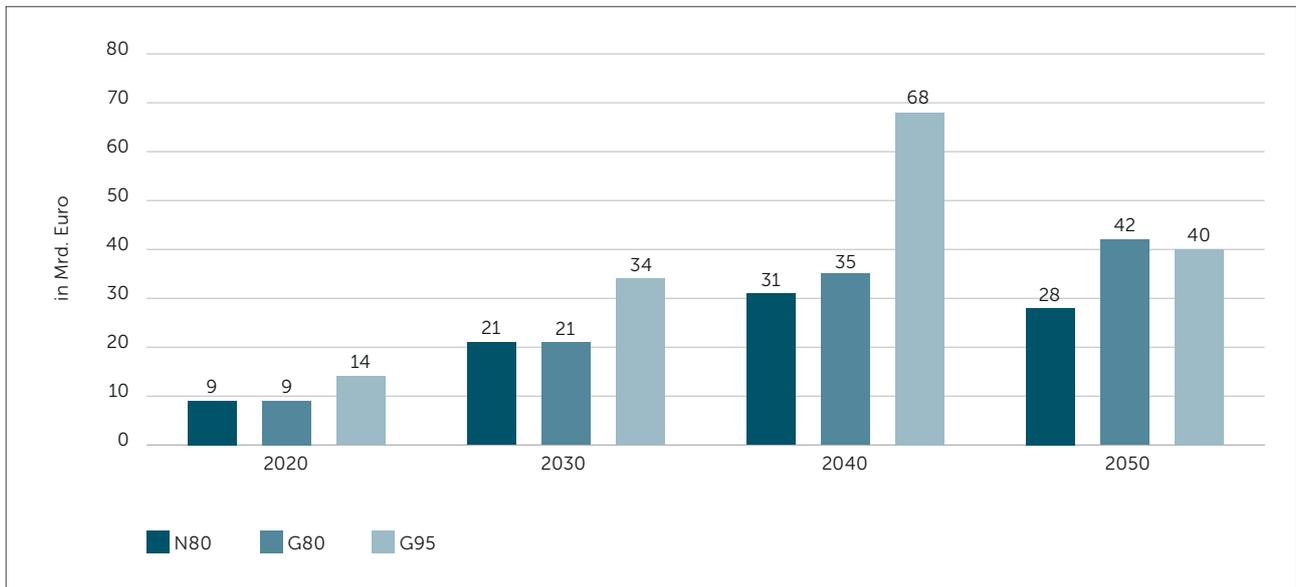
Während die Mehrinvestitionen und Minderimporte für eine Erhöhung des Bruttoinlandsproduktes sorgen, dämpfen die höheren Produktionskosten den Output vieler Unternehmen und die hiermit einhergehenden Minderexporte die Wirtschaftsleistung. Insgesamt resultieren in allen drei Klimaszenarien in der Summe positive Effekte auf das deutsche Bruttoinlandsprodukt. Zu beachten ist, dass das G80-Szenario, welches globale Kooperation bei der Bekämpfung des Klimawandels unterstellt, nach 2030 stärkere positive Effekte mit sich bringt als das Szenario des nationalen Alleingangs (N80-Szenario).

**Abbildung 1: Mehrinvestitionen in den Klimaszenarien**  
 Abweichung gegenüber dem Referenzszenario, Deutschland



Quelle: BDI Klimapfade | © Prognos AG 2018

**Abbildung 2: Effekte auf das Bruttoinlandsprodukt in den Klimaszenarien**  
 Abweichung gegenüber dem Referenzszenario, Deutschland, 2010er Preise



Quelle: BDI Klimapfade | © Prognos AG 2018

### 2.3. Ableitung der branchenspezifischen Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte

Von den oben erläuterten Impulsen sind die Wirtschaftsbereiche bzw. -branchen in unterschiedlicher Weise betroffen: Branchen, welche primär Investitionsgüter herstellen und solche, welche Vorleistungen in die Investitionsgüterindustrie liefern, profitieren von den in den Szenarien unterstellten Maßnahmen. Besonders exportorientierte Branchen hingegen, welche sich in einem preissensitiven internationalen Wettbewerb behaupten müssen, können aufgrund der Maßnahmen an Wettbewerbsfähigkeit und entsprechend an Marktanteilen einbüßen. Besonders negativ betroffen sind auch diejenigen Branchen, welche entweder selbst Produkte mit hohem spezifischem CO<sub>2</sub>-Aufwand herstellen oder sie als Vorleistungsgut für ihre eigene Produktion benötigen.

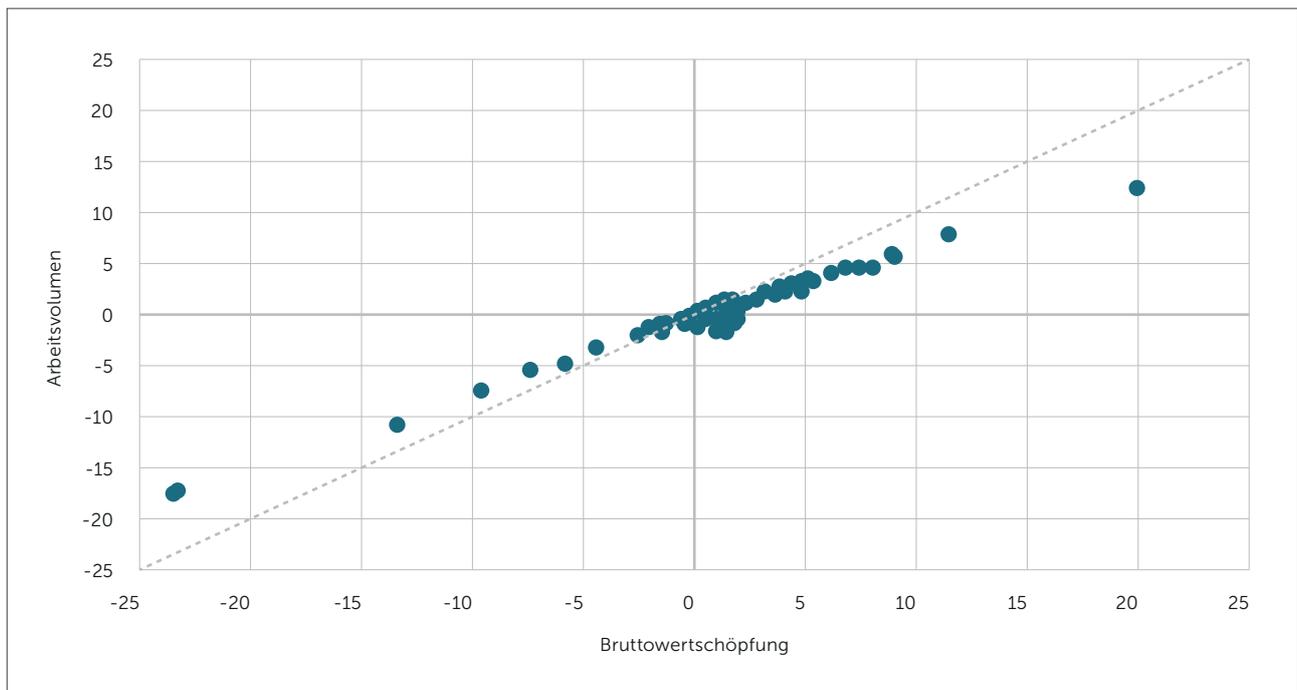
Im DINOS-Modell hängt die Arbeitsnachfrage der Branchen von einer Reihe von Faktoren ab:

- der Höhe des Outputs (reale Bruttowertschöpfung),
- der trendmäßigen Kapitalintensität in der Branche (Relation Kapitalstock zu Bruttowertschöpfung),
- dem trendmäßigen Faktoreinsatzverhältnis (Relation Arbeitsvolumen zu Kapitalstock),
- dem realen Stundenlohn sowie
- branchenspezifischen Trends.

Von den hier aufgezählten Faktoren ist vor allem die reale Bruttowertschöpfung einer Branche von den klimapolitischen Maßnahmen betroffen. Entsprechend folgen die relativen Abweichungen auf Seiten der Beschäftigung bzw. des eingesetzten Arbeitsvolumens in der Regel den entsprechenden Effekten auf Seiten der Wertschöpfung (vgl. Abbildung 3). Der Vergleich mit der gestrichelten 45-Grad-Linie macht deutlich, dass das Arbeitsvolumen leicht unterproportional auf die Bruttowertschöpfung reagiert (e. g. eine höhere Dynamik der Bruttowertschöpfung geht mit einem stärkeren Produktivitätsfortschritt einher und vice versa).

Abbildung 3: Relative Abweichung der Bruttowertschöpfung und des Arbeitsvolumens gegenüber dem Referenzszenario im Jahre 2050

für die drei Alternativszenarien (N80, G80, G95) und für alle Wirtschaftsbereiche



Quelle: BDI Klimapfade | © Prognos AG 2018

# 3

## 3. Beschäftigungseffekte in ausgewählten Branchen

Im Folgenden werden exemplarisch für sieben energie-wirtschaftliche sowie energieintensive Branchen die jeweiligen Auswirkungen der Klimaszenarien auf die Wertschöpfung und Beschäftigung dargestellt und erläutert. Diese Branchen sind:

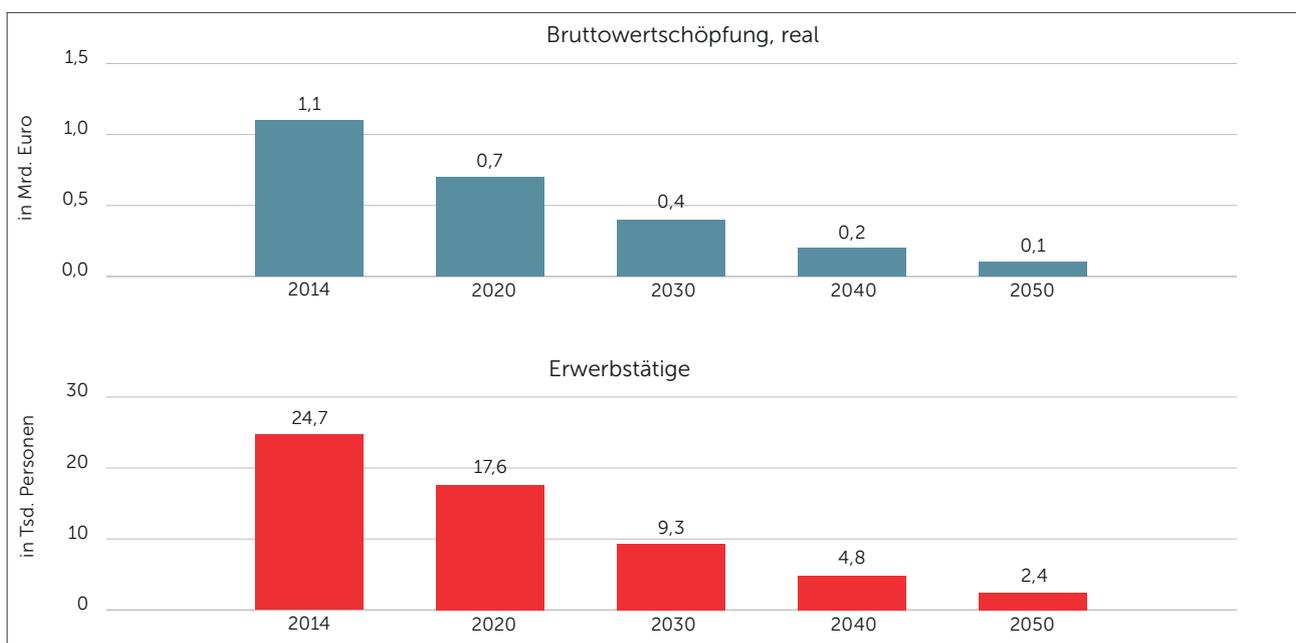
- Kohlebergbau
- Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus
- Kokerei- und Mineralölverarbeitung
- Herstellung von chemischen Erzeugnissen
- Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren
- Keramik, Herstellung von Zement und Beton, Bearbeitung von Steinen und Erden
- Elektrizitätsversorgung sowie Wärme und Kälteversorgung.

Die Auswirkungen bezüglich der Wertschöpfung sind jeweils in realen Werten mit der Preisbasis 2010 dargestellt.

### Abbildung 4: Entwicklung des Kohlebergbaus im Referenzszenario

In Mrd. Euro (Basisjahr 2010) bzw. in Tsd. Personen

Entwicklung von Bruttowertschöpfung und der Zahl der Erwerbstätigen im Referenzszenario der Klimapfade



Quelle: BDI Klimapfade | © Prognos AG 2018

<sup>3</sup> Siehe Statistisches Bundesamt (2008): Klassifikation der Wirtschaftszweige, Wiesbaden (im Folgenden WZ08).

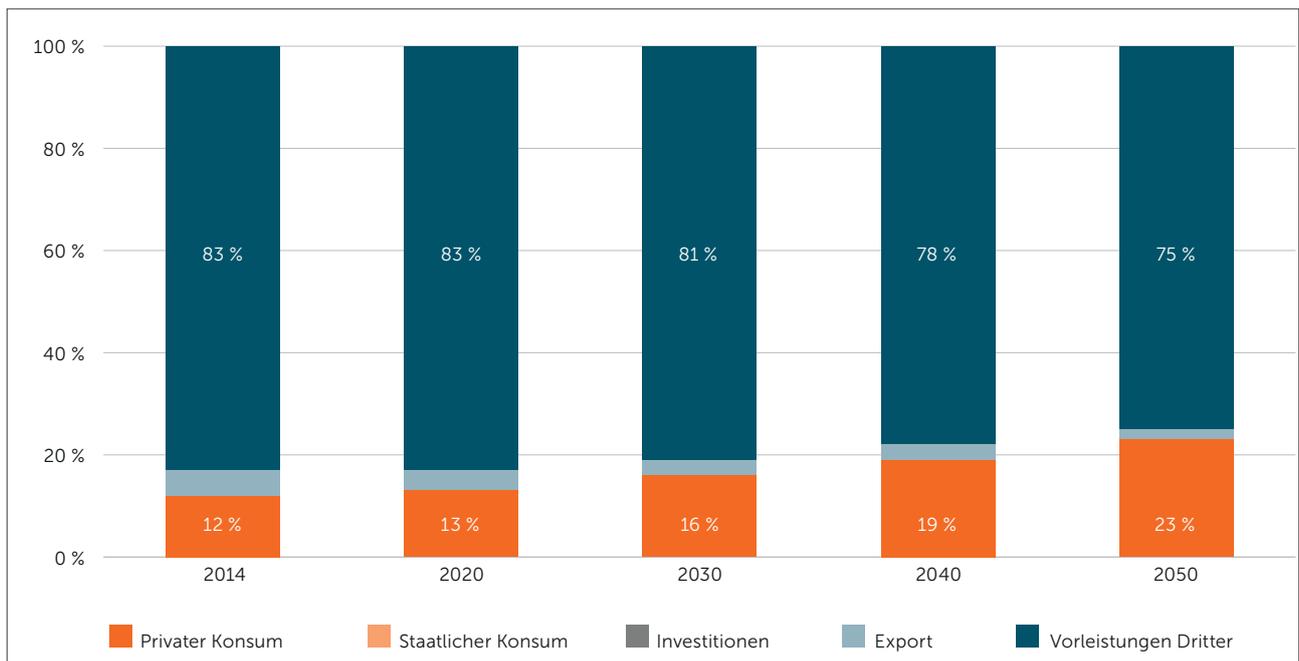
Die wichtigste Ursache hierfür ist das allmähliche Auslaufen des Braunkohletagebaus, welches auch im Referenzszenario bereits vorkommt. Die Stromerzeugung mit Kohlekraftwerken reduziert sich bereits im Referenzszenario bis 2050 stark, läuft aber nicht vollkommen aus. Bereits aktuell ist der Kohlebergbau in Deutschland in Relation zur Gesamtwirtschaft von sehr geringer quantitativer Bedeutung. Nur ca. 0,04 Prozent der gesamten Wertschöpfung entfallen auf ihn, der entsprechende Anteil bei den Erwerbstätigen liegt bei 0,06 Prozent.

Die Produktion des Kohlebergbaus findet primär als Vorleistungsgut für andere Branchen Verwendung (vor allem für die Elektrizitätserzeugung; Abbildung 5). Ein kleinerer Teil geht direkt in den privaten Konsum und der verblei-

bende Rest in den Export. Für den Konsum des Staates und für die Investitionen werden keine Produkte des Kohlebergbaus verwendet. Die Bedeutung des Exports ist ebenfalls sehr gering. Die Verwendungsstruktur der Produktion basiert für das Startjahr 2014 auf der Input-Output-Tabelle des Statistischen Bundesamtes. Sie wird im Referenzszenario und den drei Alternativszenarien in Abhängigkeit von der Dynamik der jeweiligen Verwendungsmöglichkeiten fortgeschrieben. Fragen beispielsweise andere Branchen weniger Kohle als Vorleistungsgut nach, verliert diese Absatzmöglichkeit für den Kohlebergbau entsprechend an Gewicht. Die Bedeutung des privaten Konsums nimmt in der relativen Betrachtung zu, da die Vorleistungsnachfrage Dritter nach Kohle noch stärker rückläufig ist als die private Nachfrage nach Produkten des Kohlebergbaus.

**Abbildung 5: Entwicklung der Verwendungsstruktur der Produktion des Kohlebergbaus im Referenzszenario**  
In Prozent

Die Anteile geben wieder, für welche Absatzbereiche die Produkte der Branche verwendet werden. Produkte des Kohlebergbaus werden nicht direkt für den staatlichen Konsum und die Investitionen verwendet.



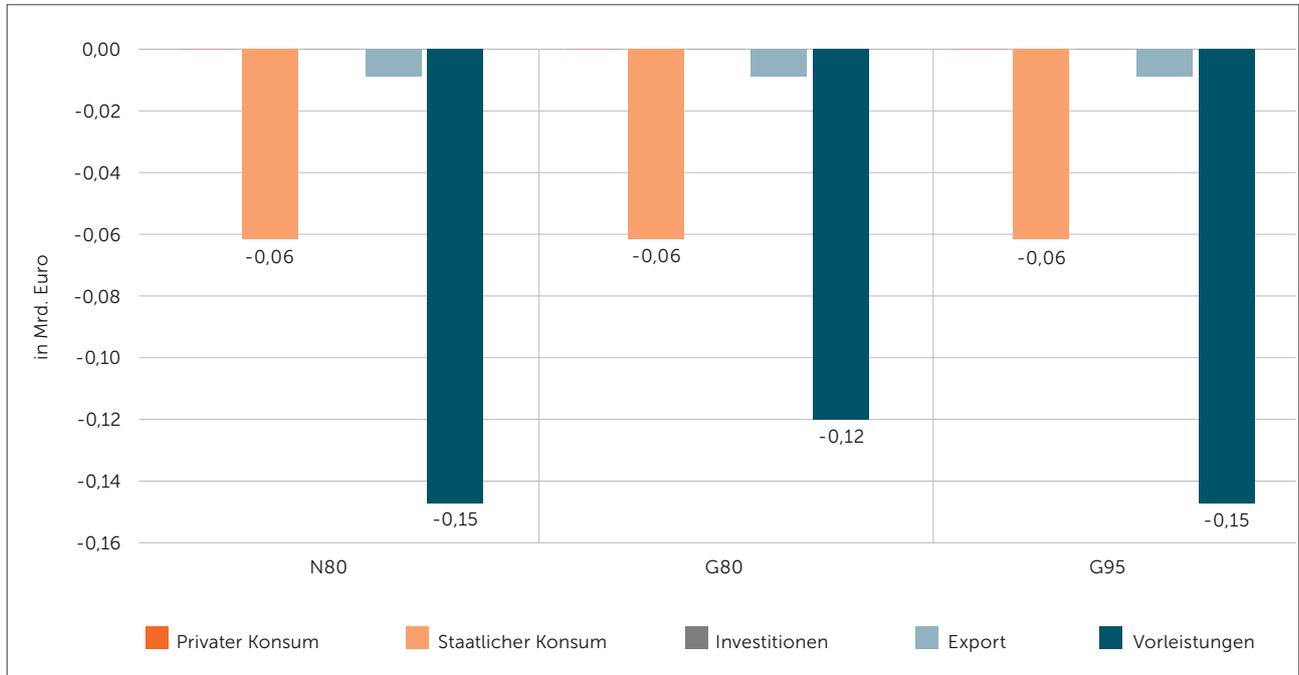
Quelle: BDI Klimapfade | © Prognos AG 2018

Die Verwendungsstruktur der Produktion einer Branche ist mitentscheidend für den ökonomischen Effekt, den die in den drei Klimaszenarien unterstellten Maßnahmen auslösen: Wenn beispielsweise die Produkte einer Branche zu einem vergleichsweise großen Teil als Investitionsgut Verwendung finden, so wird die Branche von den Mehrinvestitionen in den Klimaszenarien profitieren. Liefert sie

hingegen viele Vorleistungsprodukte in Branchen, welche durch die klimapolitischen Maßnahmen in ihrer Entwicklung gedämpft werden, so ist sie hiervon ebenfalls negativ betroffen. Ebenso ist es nachteilig für die Branche, wenn sich ihre Produktionskosten und -preise aufgrund der Maßnahmen erhöhen und ein vergleichsweise hoher Anteil ihrer Produkte in den Export geht.

**Abbildung 6: Effekte der Maßnahmen in den Klimapfaden auf die Verwendung der Produktion des Kohlebergbaus**  
 Abweichung gegenüber dem Referenzszenario im Jahre 2050, in Mrd. Euro (Basisjahr 2010)

Die Grafik gibt wieder, in welchen Bereichen die Branchenprodukte aufgrund der klimapolitischen Maßnahmen mehr oder weniger Verwendung finden. Die Summe der Abweichungen je Szenario ist identisch zu der entsprechenden Abweichung bei der Produktion in der nachfolgenden Abbildung.



Quelle: BDI Klimapfade | © Prognos AG 2018

Im Fall des Kohlebergbaus wird in allen Zielszenarien bis 2050 der Braunkohleausstieg vollzogen. Entsprechend geht in allen drei Szenarien auch die Nachfrage des privaten Konsums nach den Produkten der Branche bis 2050 auf null zurück (Abbildung 6). Private Kohle- und Brikettheizungen wird es gemäß den Klimaszenarien dann

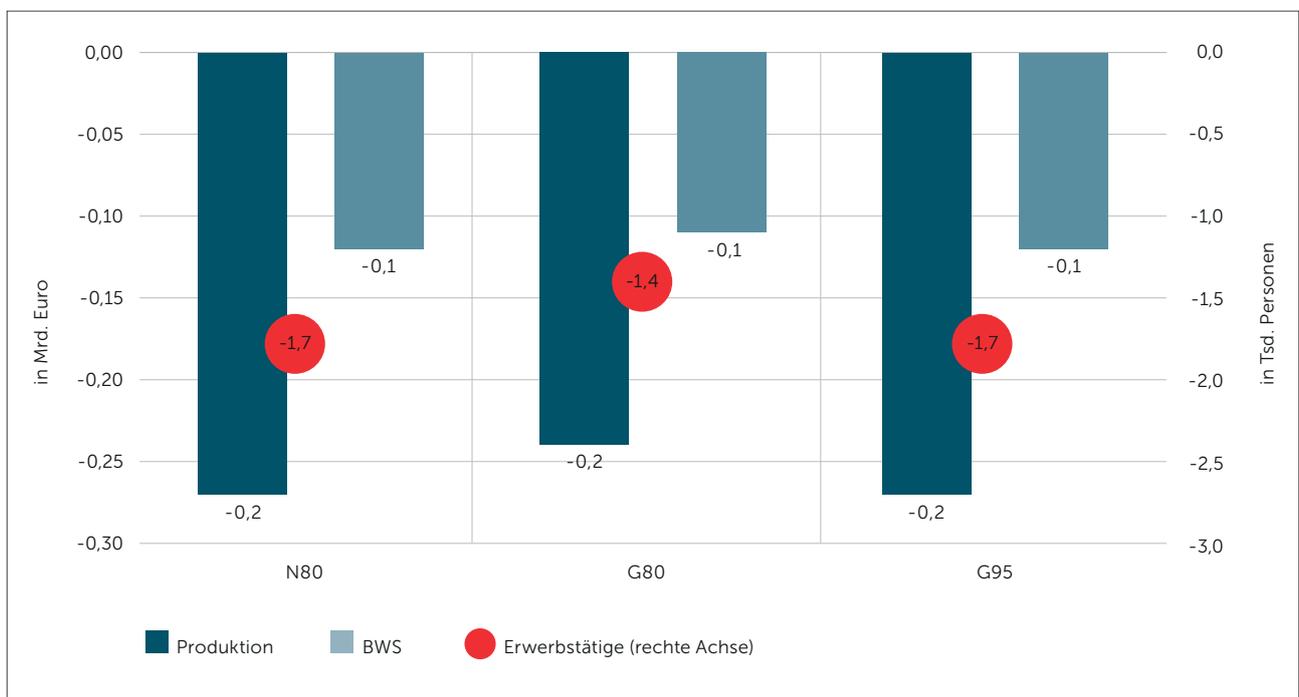
nicht mehr geben. Der Kohleausstieg der Stromwirtschaft wird in der negativen Entwicklung der Nachfrage nach Vorleistungen aus der Branche in den Szenarien widerspiegelt. Die Effekte auf die eigenen Exporte sind – ausgehend von bereits sehr niedrigen Werten im Referenzszenario – quasi null.

Abbildung 7 veranschaulicht die Effekte der Maßnahmen in den Klimaszenarien auf Produktion, Bruttowertschöpfung und die Beschäftigung (Zahl der Erwerbstätigen) im deutschen Kohlebergbau. Bezogen auf die entsprechenden Werte des Referenzszenarios sind die relativen Effekte groß. So liegt die Zahl der Erwerbstätigen im Jahre 2050 im N80- und im G95-Szenario um mehr als zwei Drittel niedriger als im Referenzszenario.

Angesichts der geringen Größenordnung der Erwerbstätigenzahl bereits in der Referenz sind die absoluten Effekte jedoch übersichtlich (rund 1.700 Erwerbstätige weniger im Jahre 2050 im N80- und im G95-Szenario). Im G80-Szenario fallen die Beschäftigungsverluste nur unwesentlich geringer aus. Im Wesentlichen bleiben also nur noch „Restarbeiten“ im Tagebau während und nach der Stilllegung übrig.

**Abbildung 7: Effekte der Maßnahmen in den Klimapfaden auf die Produktion, die Bruttowertschöpfung und die Erwerbstätigen im Kohlebergbau**

Abweichung gegenüber dem Referenzszenario im Jahre 2050, in Mrd. Euro (Basisjahr 2010) bzw. in Tsd. Personen



Quelle: BDI Klimapfade | © Prognos AG 2018

### 3.2. Abteilung C17: Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus

Diese Abteilung umfasst die Herstellung von Holz- und Zellstoff und veredelten Papiererzeugnissen. Eingeschlossen sind auch bedruckte Papiererzeugnisse (z. B. Tapeten, Geschenkpapier usw.), sofern das Drucken von Informationen nicht der Hauptzweck ist (WZ08, S. 221).

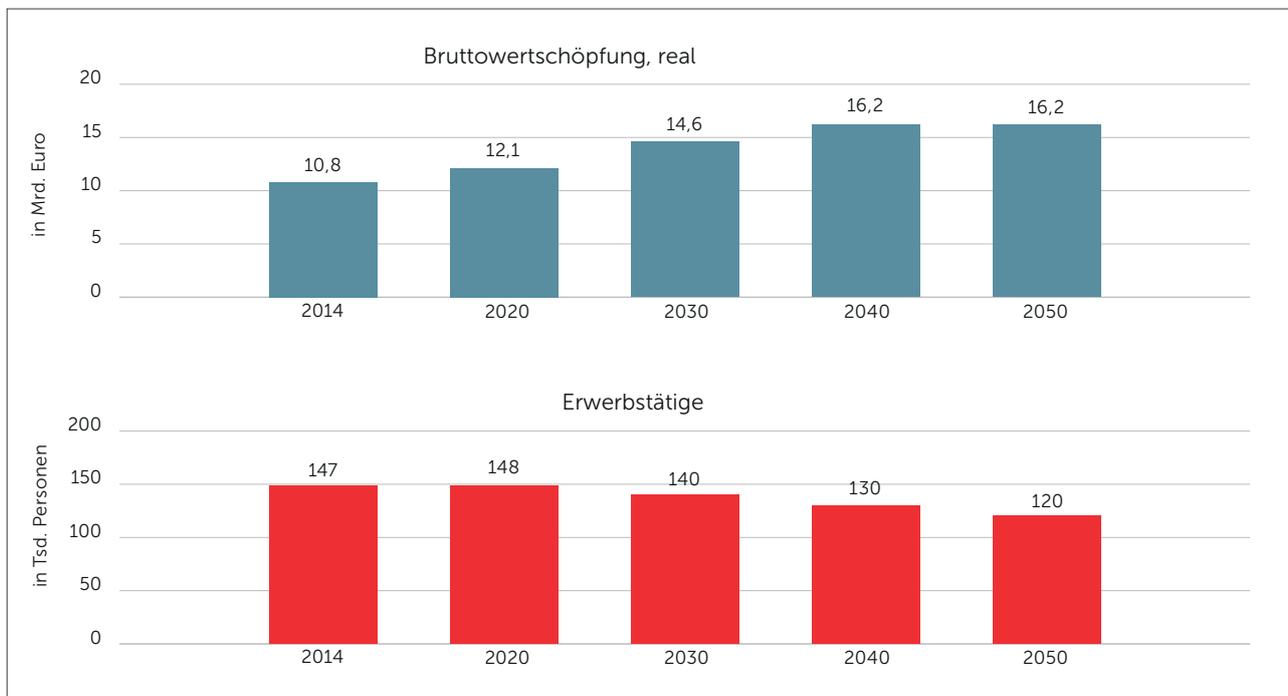
Die Bruttowertschöpfung im Wirtschaftszweig nimmt vor allem bis 2030 dynamisch zu. Gegen Ende des Prognosezeitraums schwächt sich die Wachstumsdynamik spürbar ab (Abbildung 8).

Im Durchschnitt über den gesamten Zeitraum bis 2050 beträgt das Wertschöpfungswachstum 1,1 Prozent p. a. und liegt damit etwas unterhalb des gesamtwirtschaftlichen Wachstums (1,3 Prozent p. a.). Die Zahl der Erwerbstätigen nimmt ab den 2020er Jahren spürbar ab. Arbeiteten 2014 noch 147.000 Personen in der Branche, sinkt die Zahl bis 2050 auf rund 120.000. Die gesamtwirtschaftliche Bedeutung des Wirtschaftszweigs ist vergleichsweise gering. Sein Anteil an der gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfung liegt während des gesamten Zeitraums bei knapp über 0,4 Prozent (Erwerbstätige: 0,3 Prozent).

Abbildung 8: Entwicklung des Wirtschaftszweigs Papier, Pappe und Waren daraus im Referenzszenario

In Mrd. Euro (Basisjahr 2010) bzw. in Tsd. Personen

Entwicklung von Bruttowertschöpfung und der Zahl der Erwerbstätigen im Referenzszenario der Klimapfade



Quelle: BDI Klimapfade | © Prognos AG 2018

Mehr als die Hälfte der im Wirtschaftszweig Papier, Pappe und Waren daraus produzierten Güter geht als Vorleistung in nachgelagerte Produktionsprozesse ein (Abbildung 9). Hauptabnehmer sind die Wirtschaftszweige Nahrungsmittel, Getränke und Tabak, Druckereileistungen, die chemische Industrie sowie der Groß- und Einzelhandel. 33 Prozent der Produktion gehen zudem in den Export. Etwa 12 Prozent des Produktionsvolumens finden im privaten Konsum Verwendung. Für den Konsum des Staates

und für die Investitionen werden keine Produkte des Wirtschaftszweigs (direkt) verwendet.

Die Verwendungsstruktur verschiebt sich während des Prognosezeitraums zugunsten des Auslandsgeschäfts. Der Anteil der exportierten Güter an den insgesamt produzierten Gütern nimmt bis 2050 auf knapp 40 Prozent zu, wohingegen die Bedeutung der im Inland verkauften Vorleistungsgüter etwas abnimmt.

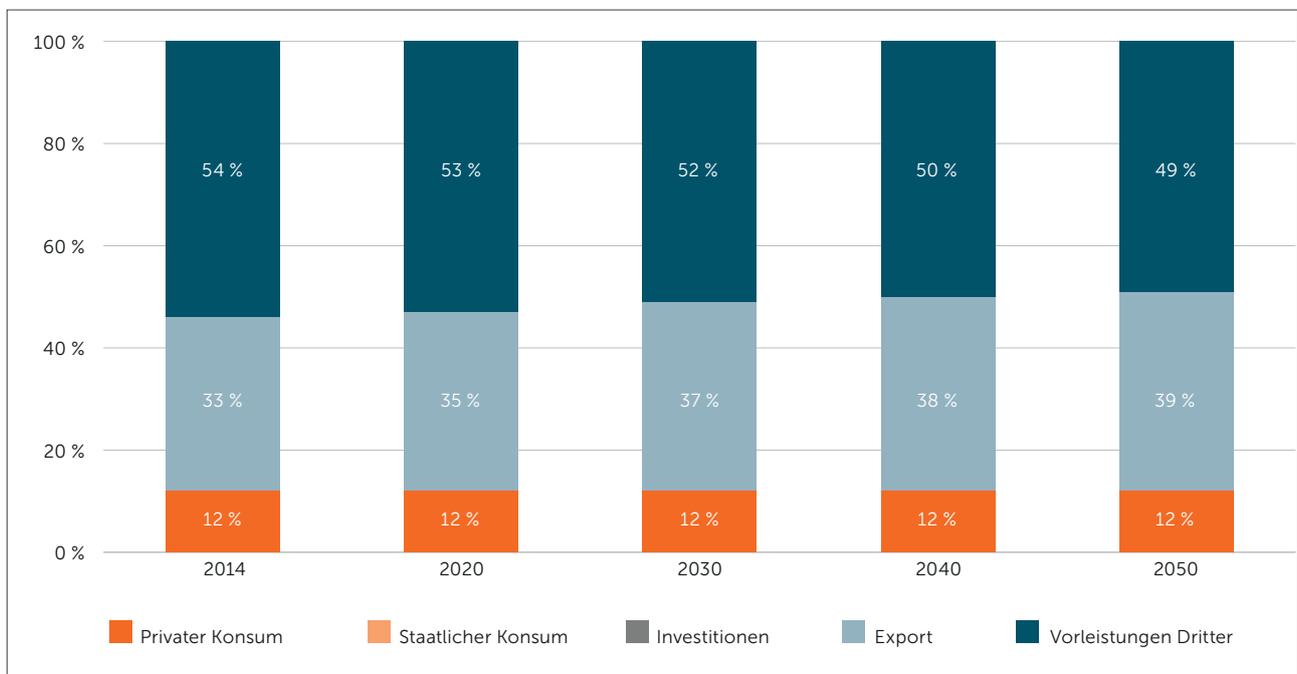
In allen drei Klimaszenarien ist das Produktionsvolumen des Wirtschaftszweigs höher als im Referenzszenario. Eine separate Betrachtung der einzelnen Verwendungskomponenten macht die dafür verantwortlichen Wirkungskanäle sichtbar. Zum einen steigt in allen drei Szenarien die Nachfrage des privaten Konsums nach den Produkten der Branche (Abbildung 10). Auch die inländische Nachfrage nach Vorleistungen aus dem Wirtschaftszweig liegt

in den Szenarien höher. Hier profitiert die Branche davon, dass sie Vorleistungen in solche Branchen liefert, die aufgrund der erhöhten Investitionstätigkeit in den Klimaszenarien dynamischer wachsen als in der Referenz. Die für den Export bestimmte Produktion geht hingegen in den Klimapfaden etwas zurück. Der Effekt auf die Exporte ist jedoch gering.

**Abbildung 9: Entwicklung der Verwendungsstruktur der Produktion des Wirtschaftszweigs Papier, Pappe und Waren daraus im Referenzszenario**

In Prozent

Die Anteile geben wieder, für welche Absatzbereiche die Produkte der Branche verwendet werden. Produkte des Wirtschaftszweigs Papier, Pappe und Waren daraus werden nicht direkt für den staatlichen Konsum und die Investitionen verwendet.



Quelle: BDI Klimapfade | © Prognos AG 2018

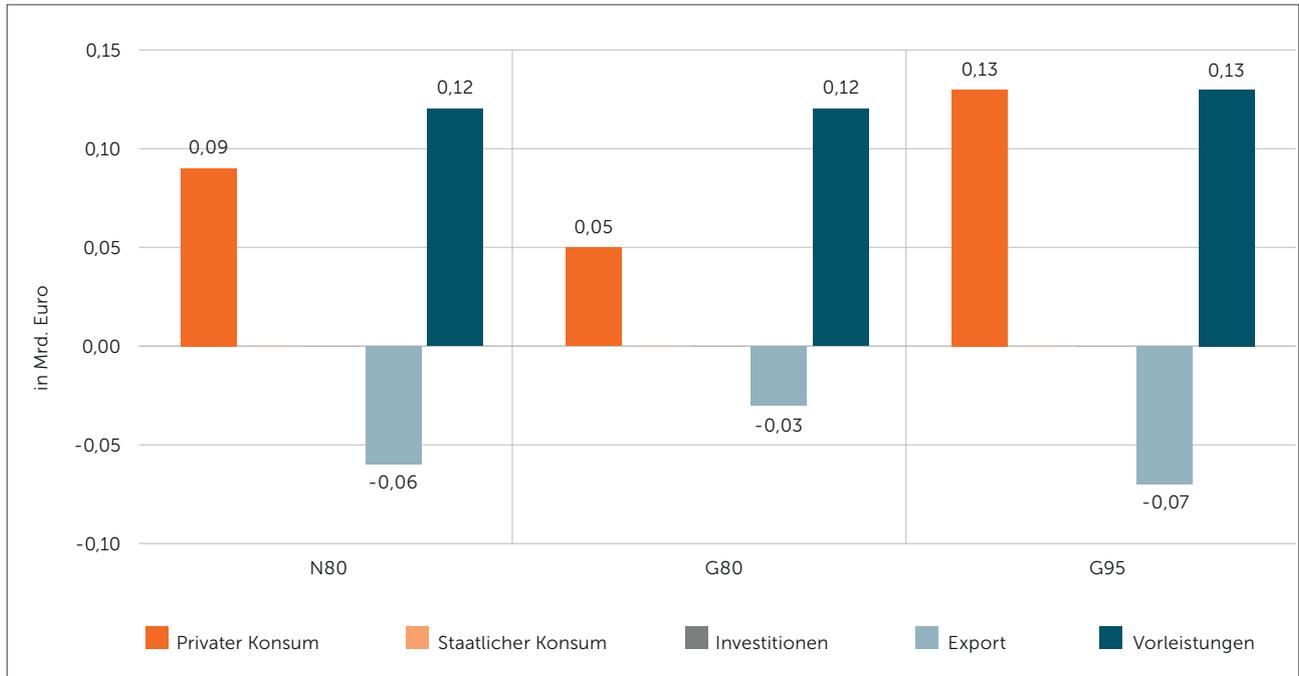
In allen drei Szenarien liegt das Produktionsvolumen höher als in der Referenzprognose. Die Bruttowertschöpfung ist hingegen lediglich im N80-Szenario größer. Im Szenario G80 liegt die Bruttowertschöpfung in etwa gleichauf mit dem Referenzniveau. Im G95-Szenario ist sogar ein deutlicher Negativeffekt auf die Bruttowertschöpfung zu beobachten (Abbildung 11). Der Grund: In diesem Fall, in dem der Ausstoß an Treibhausgasen in Deutschland bis zum Jahr 2050 um 95 Prozent gegenüber dem Niveau von 1990 gesenkt werden soll, greifen die deutschen Unternehmen bei der Produktion

verstärkt auf branchenexterne oder ausländische Vorleistungen zurück. Der Effekt auf die Erwerbstätigkeit ist in allen drei Klimaszenarien negativ. Die strengeren Vorgaben veranlassen die Unternehmen zu höheren Investitionen, wodurch die Produktivität steigt. Im Ergebnis geht sogar im N80-Szenario die Erwerbstätigenzahl zurück – obwohl die Wertschöpfung hier höher liegt als in der Referenz. Der größte Rückgang ist im G95-Szenario zu verzeichnen. Hier liegt die Erwerbstätigenzahl um 2.500 Personen bzw. 2,1 Prozent niedriger als im Referenzszenario.

**Abbildung 10: Effekte der Maßnahmen in den Klimapfaden auf die Verwendung der Produktion des Wirtschaftszweigs Papier, Pappe und Waren daraus**

Abweichung gegenüber dem Referenzszenario im Jahre 2050, in Mrd. Euro (Basisjahr 2050)

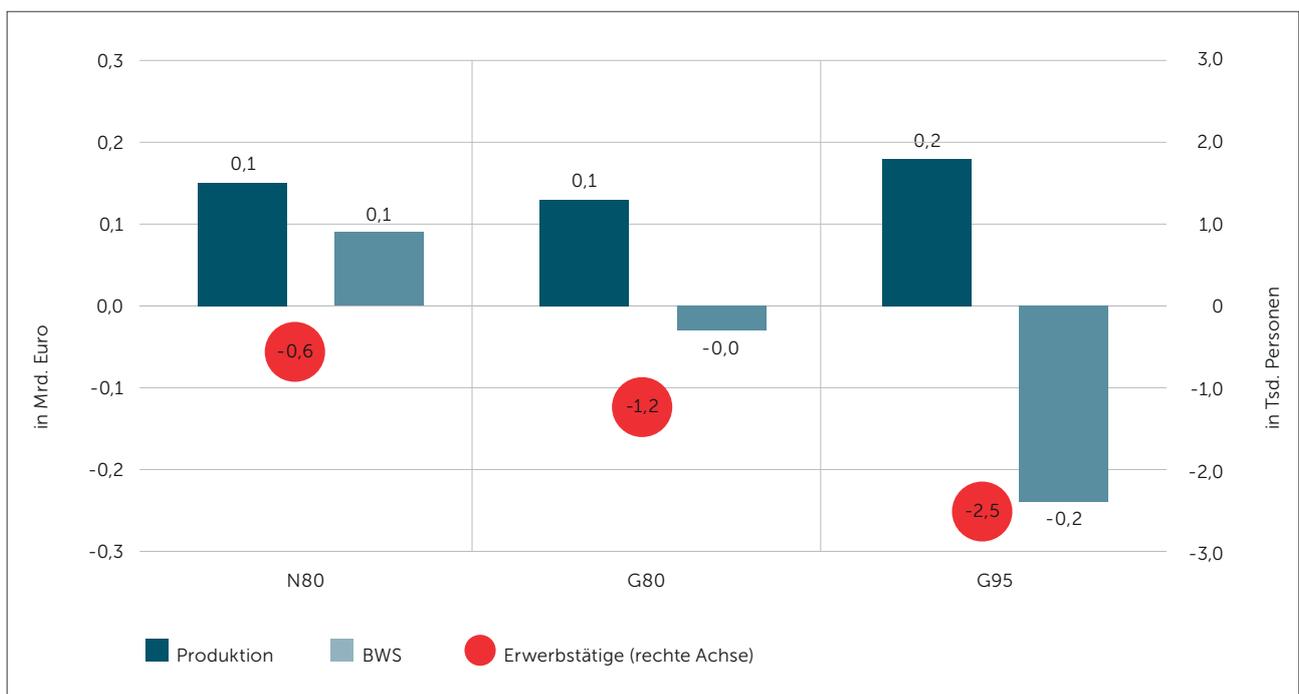
Die Grafik gibt wieder, in welchen Bereichen die Branchenprodukte aufgrund der klimapolitischen Maßnahmen mehr oder weniger Verwendung finden. Die Summe der Abweichungen je Szenario ist identisch zu der entsprechenden Abweichung bei der Produktion in der nachfolgenden Abbildung.



Quelle: BDI Klimapfade | © Prognos AG 2018

**Abbildung 11: Effekte der Maßnahmen in den Klimapfaden auf die Produktion, die Bruttowertschöpfung und die Erwerbstätigen im Wirtschaftszweig Papier, Pappe und Waren daraus**

Abweichung gegenüber dem Referenzszenario im Jahre 2050, Mrd. Euro (Basisjahr 2010) bzw. in Tsd. Personen



Quelle: BDI Klimapfade | © Prognos AG 2018

### 3.3. Abteilung C19: Mineralölverarbeitung

Diese Abteilung umfasst die Verarbeitung von Rohöl und Kohle zu gebrauchsfertigen Erzeugnissen. Das vorherrschende Verfahren ist die Mineralölverarbeitung durch Trennung von Rohöl in Teilerzeugnisse anhand von Verfahren wie Spaltung und Destillation. Die Kokereien erzeugen Koks, Steinkohlegas und Teer. Die Herstellung von Briketts ist hier nicht enthalten (WZ08, S. 228).

Die Wertschöpfung im Wirtschaftszweig zeigt sich im Referenzszenario im gesamten Zeitraum bis 2050 rückläufig. Im Durchschnitt über alle Jahre sinkt die Bruttowertschöpfung mit durchschnittlich 1,2 Prozent p. a. (Abbildung 12). Auch die Zahl der Erwerbstätigen ist über den gesamten Zeitraum bis 2050 rückläufig. Im Jahr 2014 waren noch rund 17.000 Personen im Wirtschaftszweig beschäftigt. Diese Zahl sinkt im Zeitverlauf auf 5.600. In Folge schrumpft das ohnehin schon vergleichsweise geringe gesamtwirtschaftliche Gewicht. Der Anteil an der Wertschöpfung nimmt von 0,13 Prozent auf 0,05 Prozent ab (Erwerbstätige: von 0,04 Prozent auf 0,02 Prozent).

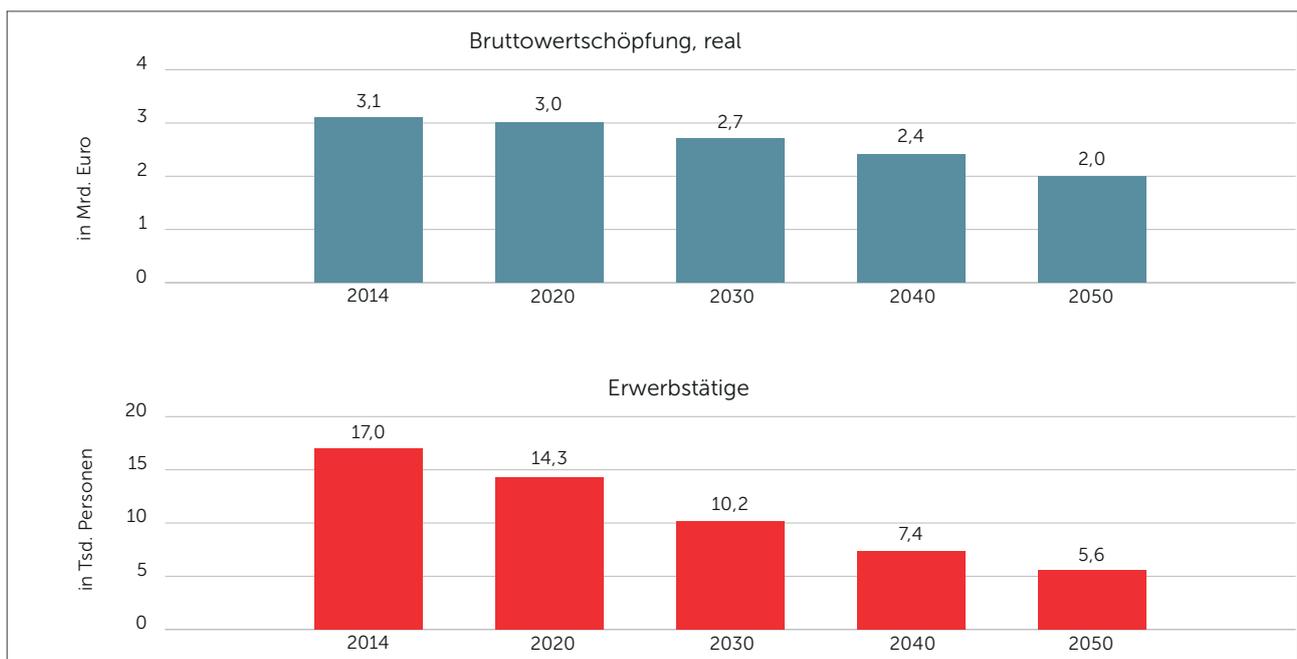
Der Wirtschaftszweig Kokerei- und Mineralölerzeugnisse produziert vor allem für den privaten Konsum, d. h. Heizöl für die Raumheizung und Treibstoffe für den motorisierten

Individualverkehr. Zu Beginn des Betrachtungszeitraums lag dieser Anteil bei 48 Prozent. Im Zeitverlauf verändert sich bereits im Referenzszenario gerade hier sehr viel, die Elektromobilität wird eingeführt, die Heizwärme wird durch Effizienzmaßnahmen sowie einen wachsenden Anteil erneuerbarer Wärme im System deutlich verringert. Somit sinkt – neben dem starken Rückgang der absoluten Menge – auch der Anteil des privaten Konsums an der Produktion auf 43 Prozent (Abbildung 13). Rund 30 Prozent der Produktion finden als Vorleistungen in den Produktionsprozessen anderer Unternehmen Verwendung. Hauptabnehmer sind unter anderem die chemische Industrie, der Bereich Elektrizitäts- und Wärmeversorgung (hier vor allem für Heizwerke) und der Handel (Treibstoff für den Güterverkehr) sowie die Stahlindustrie (Koks für die Produktion von Rohstahl). Der Anteil dieser Verwendungskomponenten steigt im Zeitverlauf leicht an, da sich die Verwendung von Koks für die Stahlerzeugung sowie der Input von Kohlenwasserstoffen für die chemische Industrie in absoluten Werten nicht stark ändern. Der Treibstoffeinsatz für den Güterverkehr sinkt weniger stark als der für den privaten Verkehr. Das relative Gewicht des Auslandsgeschäfts geht ebenfalls leicht zurück. Derzeit gehen etwa 21 Prozent der Produktion in den Export. Am Ende des betrachteten Zeitraums liegt dieser Wert bei 18 Prozent.

#### Abbildung 12: Entwicklung des Wirtschaftszweigs Kokerei- und Mineralölerzeugnisse im Referenzszenario

In Mrd. Euro (Basisjahr 2010) bzw. in Tsd. Personen

Entwicklung von Bruttowertschöpfung und der Zahl der Erwerbstätigen im Referenzszenario der Klimapfade

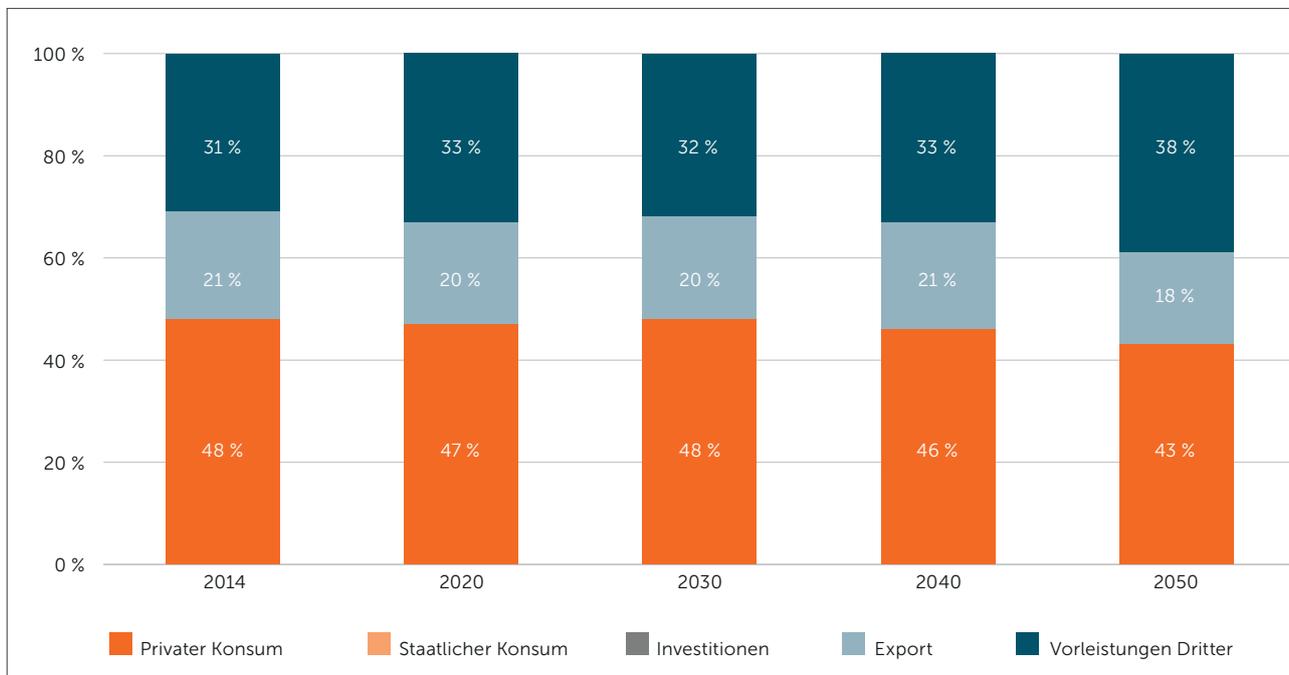


Quelle: BDI Klimapfade | © Prognos AG 2018

**Abbildung 13: Entwicklung der Verwendungsstruktur der Produktion des Wirtschaftszweigs Kokerei- und Mineralölerzeugnisse im Referenzszenario**

In Prozent

Die Anteile geben wieder, für welche Absatzbereiche die Produkte der Branche verwendet werden. Produkte des Wirtschaftszweigs Kokerei- und Mineralölerzeugnisse im Referenzszenario werden nicht direkt für den staatlichen Konsum und die Investitionen verwendet.



Quelle: BDI Klimapfade | © Prognos AG 2018

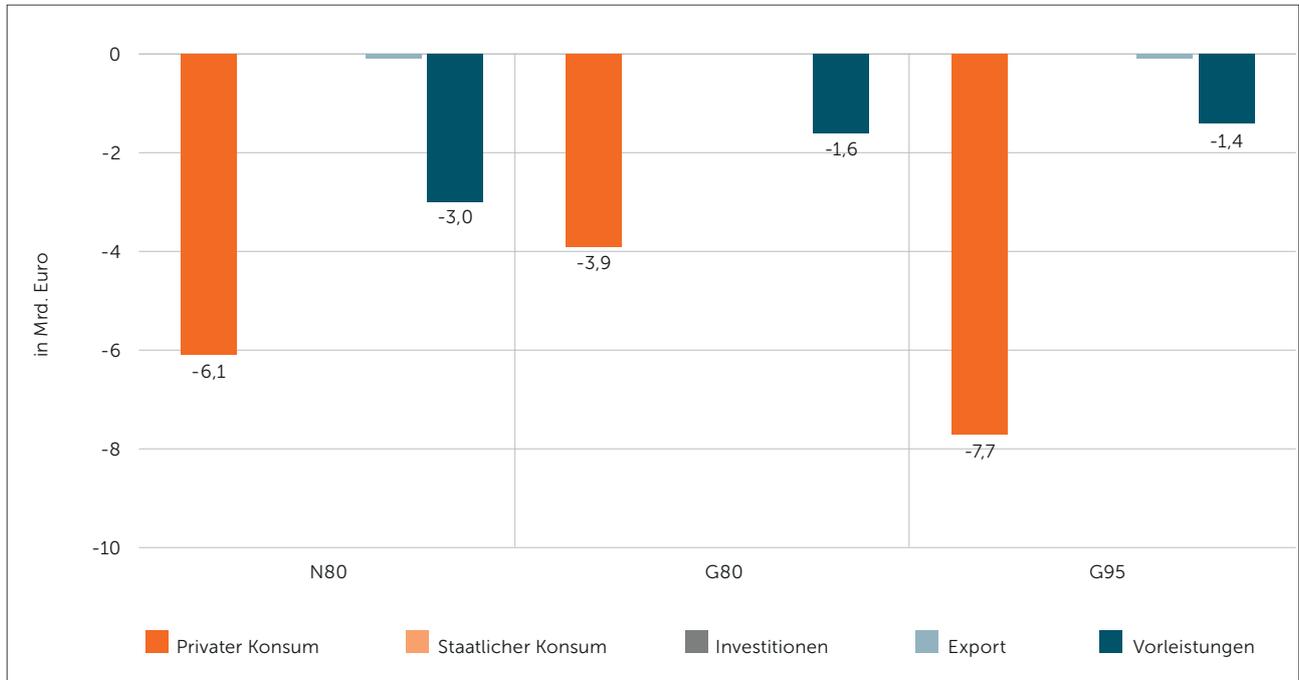
Die Produkte des Wirtschaftszweigs Kokerei- und Mineralölerzeugnisse (i. W. Koks, Heizöl, Benzin, Diesel) sind CO<sub>2</sub>-intensiv. Da in allen drei Klimaszenarien der Ausstoß des Treibhausgases deutlich gesenkt wird, werden in den Szenarien zusätzliche politische Instrumente eingesetzt (z. B. ein CO<sub>2</sub>-Preis auf die Ausgangsprodukte oder Anreize zum Einsatz erneuerbarer Energieträger sowie zum Umstieg auf Elektromobilität), so dass die Nachfrage nach Kokerei- und Mineralölerzeugnissen im Vergleich zum Referenzszenario deutlich sinkt. Im Ergebnis liegt das Produktionsvolumen (in monetären Größen) im Jahr 2050 in allen drei Klimaschutzszenarien um rund ein Fünftel niedriger. Hauptverantwortlich da-

für ist der private Konsum, dessen Nachfrage in den drei Klimapfaden zwischen 4,5 und 5,8 Mrd. Euro niedriger liegt (Abbildung 14) – hier löst zu einem großen Anteil Strom für Elektromobilität und Wärmepumpen die fossilen Brenn- und Treibstoffe ab. Auch die Nachfrage nach Vorleistungen aus dem Wirtschaftszweig Kokerei und Mineralölverarbeitung liegt in den drei Szenarien spürbar unter dem Niveau des Referenzszenarios. Dies ist vor allem auf die Elektrifizierung des Güterverkehrs sowie die Deckung des Restbedarfs an kohlenwasserstoffhaltigen Treibstoffen durch Importe an Synthesetreibstoffen zurückzuführen. Kaum Auswirkungen zeigen sich hingegen auf das Exportvolumen.

**Abbildung 14: Effekte der Maßnahmen in den Klimapfaden auf die Verwendung der Produktion des Wirtschaftszweigs Kokerei- und Mineralölzerzeugnisse**

Abweichung gegenüber dem Referenzszenario im Jahre 2050, in Mrd. Euro (Basisjahr 2050)

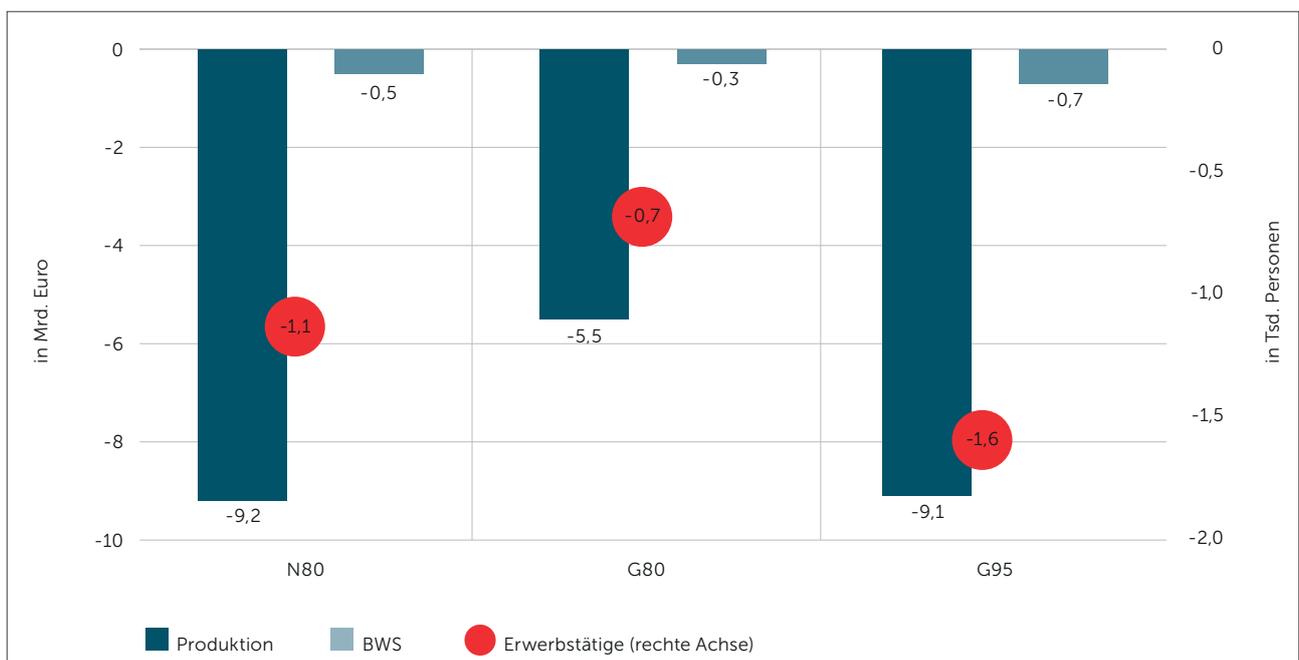
Die Grafik gibt wieder, in welchen Bereichen die Branchenprodukte aufgrund der klimapolitischen Maßnahmen mehr oder weniger Verwendung finden. Die Summe der Abweichungen je Szenario ist identisch zu der entsprechenden Abweichung bei der Produktion in der nachfolgenden Abbildung.



Quelle: BDI Klimapfade | © Prognos AG 2018

**Abbildung 15: Effekte der Maßnahmen in den Klimapfaden auf die Produktion, die Bruttowertschöpfung und die Erwerbstätigen im Wirtschaftszweig Kokerei- und Mineralölzerzeugnisse**

Abweichung gegenüber dem Referenzszenario im Jahre 2050, in Mrd. Euro (Basisjahr 2050) bzw. in Tsd. Personen



Quelle: BDI Klimapfade | © Prognos AG 2018

Aufgrund des deutlichen Rückgangs der Nachfrage des privaten Konsums und nach Vorleistungen liegt das Produktionsvolumen in den drei Klimaszenarien im Jahr 2050 zwischen 6 Mrd. Euro und 7 Mrd. Euro niedriger als in der Referenz (Abbildung 15). Da der Wirtschaftszweig sehr stark auf Vorleistungen angewiesen ist und die brancheninterne Bruttowertschöpfung nur einen relativ kleinen Anteil am Produktionswert aufweist, fällt der Rückgang an

Wertschöpfung wesentlich geringer aus (zwischen 0,4 Mrd. Euro und 0,6 Mrd. Euro). Die Zahl der Erwerbstätigen – die bereits im Referenzszenario deutlich abnimmt – liegt im Vergleich dazu nochmals um 10 bis 16 Prozent niedriger. Die stärksten Negativeffekte lassen sich im G95-Szenario beobachten, in dem der Ausstoß an Treibhausgasen in Deutschland im Jahr 2050 um 95 Prozent gegenüber dem Niveau von 1990 gesenkt werden soll.

### 3.4. Abteilung C20: Herstellung von chemischen Erzeugnissen

Diese Abteilung umfasst die Verarbeitung organischer und anorganischer Rohstoffe in einem chemischen Verfahren zu chemischen Erzeugnissen. Hierbei wird unterschieden zwischen der Herstellung von chemischen Grundstoffen und der Herstellung von Zwischen- und Endprodukten durch Weiterverarbeitung chemischer Grundstoffe (WZ08, S. 230).

Im Referenzszenario wächst die Bruttowertschöpfung in der chemischen Industrie bis zum Jahr 2050 mit durchschnittlich 1,7 Prozent deutlich dynamischer als die Gesamtwirtschaft mit 1,3 Prozent p. a. (Abbildung 16). Der Anteil der chemischen Industrie an der gesamtwirtschaftlichen Bruttowertschöpfung nimmt dabei von 1,6 Prozent im Jahr 2014 auf 1,9 Prozent im Jahr 2050 zu. Die Zahl der Erwerbstätigen steigt zunächst leicht von heute rund 350.000 auf knapp 370.000 im Jahr 2030. In der zweiten Hälfte des Betrachtungszeitraums zeigt sich die Beschäftigungsentwicklung leicht rückläufig. Gleichwohl bleibt die chemische Industrie eine der beschäftigungsstärksten Industriebranchen. Ihr Anteil an der gesamtwirtschaftlichen Erwerbstätigkeit steigt im betrachteten Zeitraum von 0,8 Prozent auf 0,9 Prozent.

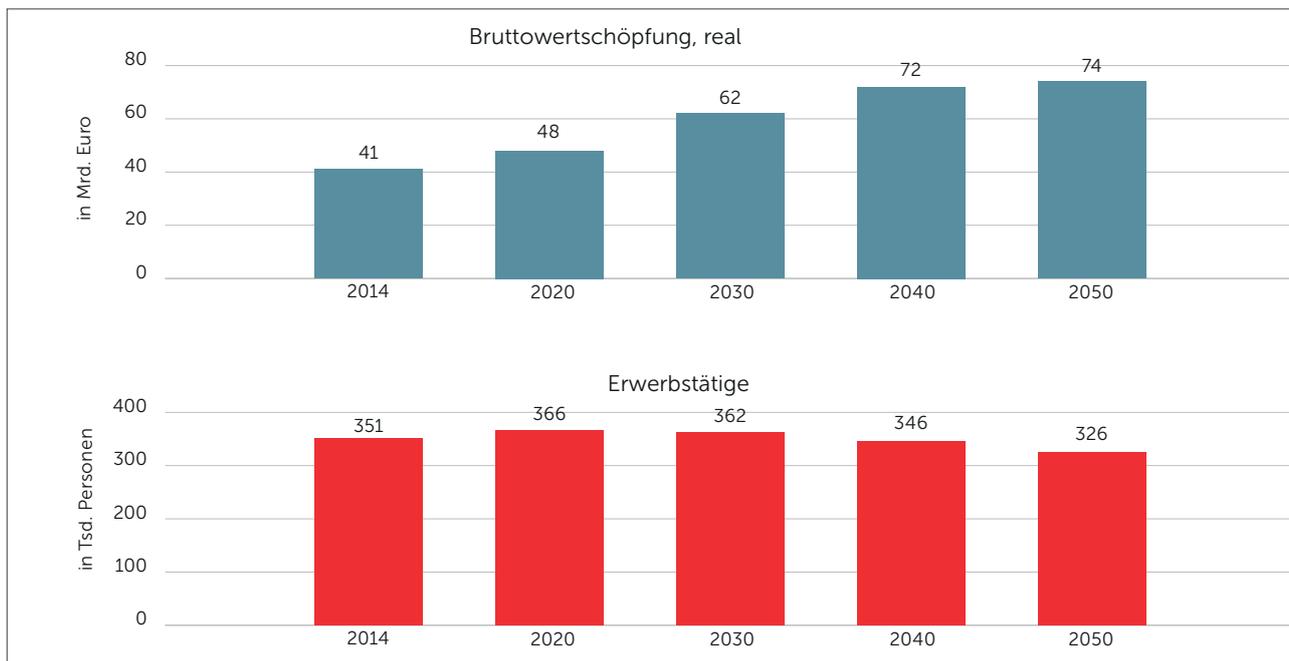
tungszeitraums zeigt sich die Beschäftigungsentwicklung leicht rückläufig. Gleichwohl bleibt die chemische Industrie eine der beschäftigungsstärksten Industriebranchen. Ihr Anteil an der gesamtwirtschaftlichen Erwerbstätigkeit steigt im betrachteten Zeitraum von 0,8 Prozent auf 0,9 Prozent.

Die Unternehmen der chemischen Industrie produzieren überwiegend Vorleistungsgüter für die Weiterverarbeitung in den Produktionsprozessen anderer Unternehmen. Der Anteil lag 2014 bei 47 Prozent (Abbildung 17). Hauptabnehmer sind die Branchen Gummi und Kunststoff, vorbereitende Baustellenarbeiten, Holz- und Holzwaren sowie der Kraftwagenbau und die Pharmaindustrie. Zudem wird in hohem Umfang für den Export produziert. 45 Prozent der Produktion werden ins Ausland verkauft. Auch hier dürfte es sich fast ausschließlich um Vorleistungsgüter handeln. Lediglich rund 9 Prozent der Produktion gehen in den privaten Konsum. Die Verwendungsstruktur bleibt während des betrachteten Zeitraums bis 2050 stabil.

Abbildung 16: Entwicklung der chemischen Industrie im Referenzszenario

In Mrd. Euro (Basisjahr 2010) bzw. in Tsd. Personen

Entwicklung von Bruttowertschöpfung und der Zahl der Erwerbstätigen im Referenzszenario der Klimapfade



Quelle: BDI Klimapfade | © Prognos AG 2018

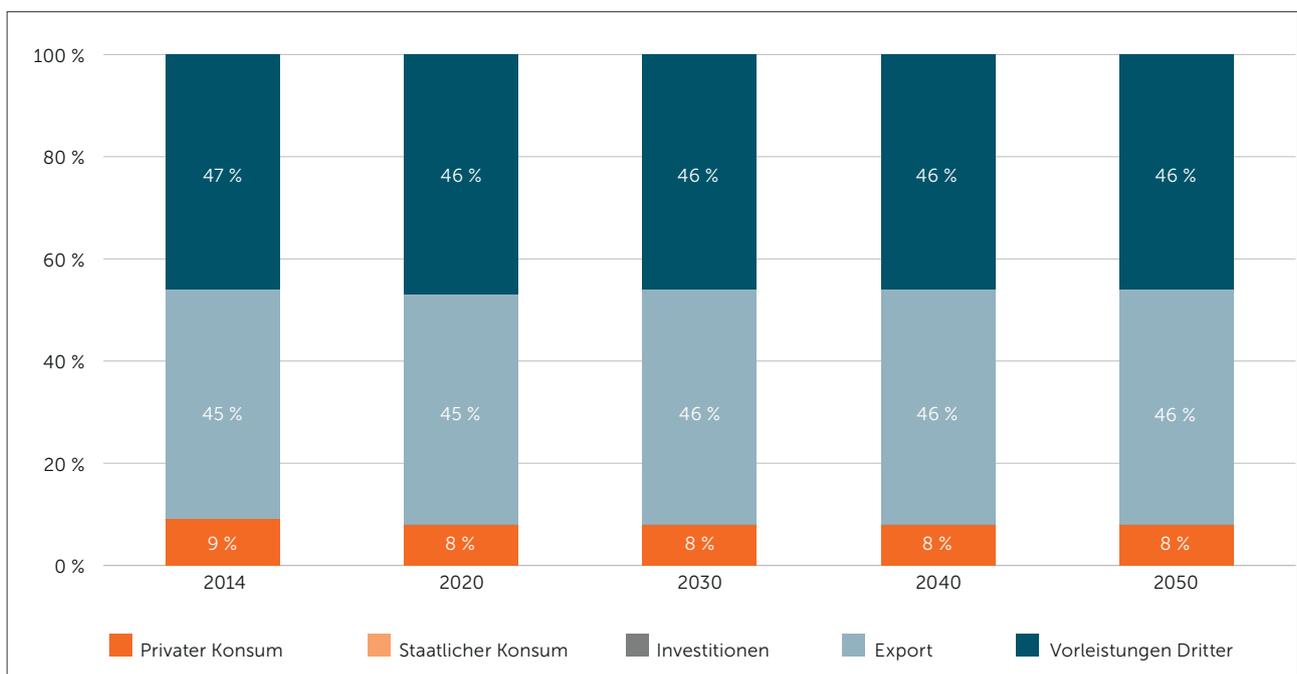
Die Erzeugnisse der chemischen Industrie sind vergleichsweise CO<sub>2</sub>-intensiv. Die deutliche Senkung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes geht mit höheren Produktionskosten und Produktpreisen einher und wirkt daher auf der einen Seite dämpfend auf die Branchenentwicklung. Dieser Negativeffekt wird jedoch durch verschiedene Positiveffekte überkompensiert, so dass das Produktionsvolumen in den Klimapfaden oberhalb des Referenzniveaus liegt. So nimmt in allen drei Szenarien die Nachfrage nach Vorleistungen aus der chemischen Industrie deutlich zu. Besonders stark sind die positiven Impulse im Szenario G80, in dem sich die internationale Staatengemeinschaft gemeinsam um eine entschiedene Bekämpfung der Treibhausgase bemüht. Die Branche profitiert an dieser Stelle von den gesamtwirtschaftlichen Mehrinvestitionen, die in den Klimaszenarien getätigt werden – z. B. Dämmstoffe, Grundstoffe für den Leichtbau und Verbundwerkstoffe, sonstige Werkstoffe, die z. B. im Maschinen- und Anlagenbau Verwendung finden. Auch die Produktion für den privaten Konsum liegt durchgehend höher (Abbildung 18). Der Export fällt bei einem nationalen Alleingang Deutschlands leicht niedriger aus. In den beiden Kooperations-szenarien G80 und G95 übersteigt der Export hingegen aufgrund der dann höheren Auslandsnachfrage nach Vorleistungsgütern der deutschen chemischen Industrie das Referenzniveau.

Während das Produktionsvolumen in allen drei Klimapfaden das Referenzszenario übersteigt, liegen die Bruttowertschöpfung und die Erwerbstätigkeit lediglich in den beiden Szenarien N80 und G80 höher. In diesen Szenarien soll bis zum Jahre 2050 eine Reduktion der Treibhausgase um 80 Prozent (gegenüber 1990) im nationalen Alleingang bzw. abgestimmt mit der internationalen Staatengemeinschaft erreicht werden. Im G95-Szenario liegt die Bruttowertschöpfung hingegen gleichauf mit dem Referenzniveau. In diesem Szenario sinkt die Wertschöpfungstiefe, d. h. das höhere Produktionsvolumen wird durch einen verstärkten Einsatz an Vorleistungen erreicht. Die Zahl der Erwerbstätigen liegt um 3.200 Personen niedriger. Der Grund: Im G95-Szenario, in dem der Ausstoß an Treibhausgasen in Deutschland bis zum Jahr 2050 um 95 Prozent gegenüber dem Niveau von 1990 gesenkt werden soll, ist der Modernisierungsdruck deutlich höher als im Referenzszenario. Darauf reagieren die Unternehmen der chemischen Industrie mit einer noch stärkeren Investitionstätigkeit. Das führt unter anderem zu einem höheren Automatisierungsgrad. Da die Bruttowertschöpfung im G95-Szenario im Vergleich zum Referenzszenario gleich bleibt, schrumpft im Ergebnis die Zahl der Erwerbstätigen.

**Abbildung 17: Entwicklung der Verwendungsstruktur der Produktion der chemischen Industrie**

In Prozent

Die Anteile geben wieder, für welche Absatzbereiche die Produkte der Branche verwendet werden. Produkte der chemischen Industrie werden nicht direkt für den staatlichen Konsum und die Investitionen verwendet.



**Abbildung 18: Effekte der Maßnahmen in den Klimapfaden auf die Verwendung der Produktion der chemischen Industrie**

Abweichung gegenüber dem Referenzszenario im Jahre 2050, in Mrd. Euro (Basisjahr 2010)

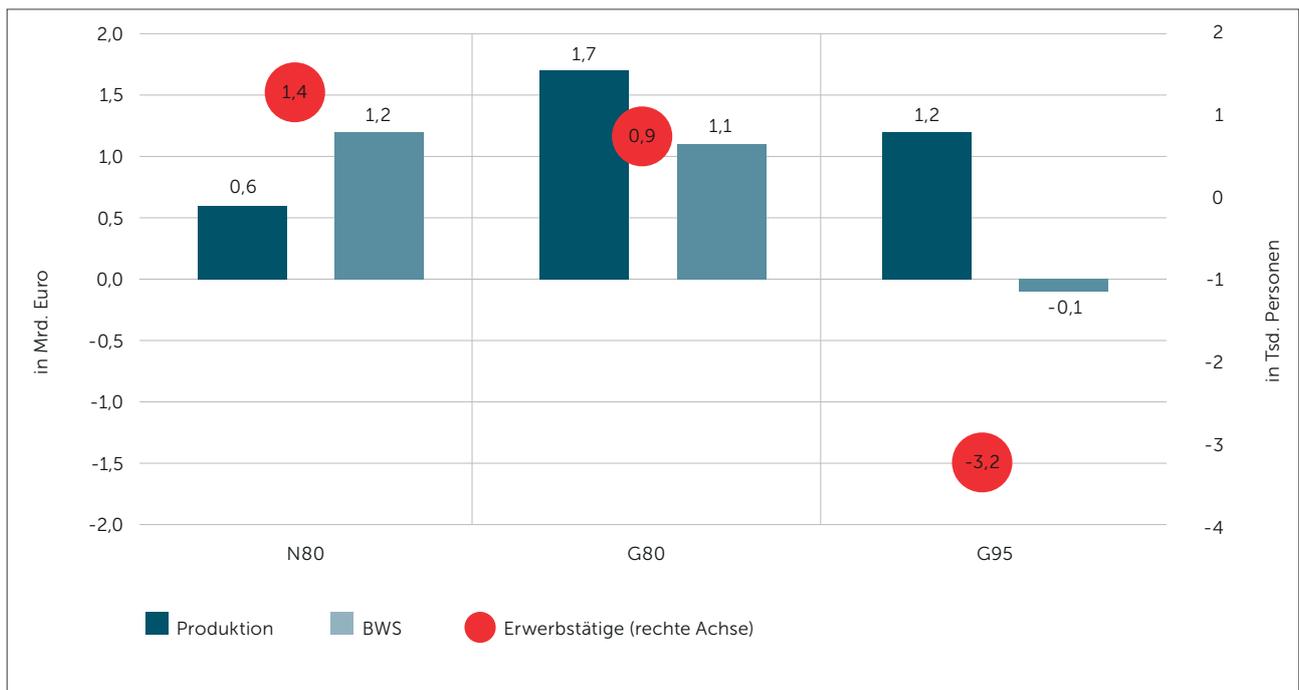
Die Grafik gibt wieder, in welchen Bereichen die Branchenprodukte aufgrund der klimapolitischen Maßnahmen mehr oder weniger Verwendung finden. Die Summe der Abweichungen je Szenario ist identisch zu der entsprechenden Abweichung bei der Produktion in der nachfolgenden Abbildung.



Quelle: BDI Klimapfade | © Prognos AG 2018

**Abbildung 19: Effekte der Maßnahmen in den Klimapfaden auf die Produktion, die Bruttowertschöpfung und die Erwerbstätigen in der chemischen Industrie**

Abweichung gegenüber dem Referenzszenario im Jahre 2050, in Mrd. Euro (Basisjahr 2050) bzw. in Tsd. Personen



Quelle: BDI Klimapfade | © Prognos AG 2018

### 3.5. Abteilung C22: Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren

Diese Abteilung umfasst die Herstellung von Erzeugnissen aus Gummi und Kunststoffen (WZ08, S. 241).

Die Bruttowertschöpfung bei der Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren nimmt im Referenzszenario bis 2050 um durchschnittlich 1,3 Prozent p. a. zu und wächst damit so schnell wie die Gesamtwirtschaft. Das Wachstum fällt in der ersten Hälfte des Untersuchungszeitraums deutlich dynamischer aus als in der zweiten Hälfte (Abbildung 20). Die Zahl der Erwerbstätigen liegt im Jahr 2014 bei rund 430.000 Personen. Kurzfristig nimmt diese Zahl zunächst etwas zu. Nach 2020 geht sie, wieder dem gesamtwirtschaftlichen Trend folgend, leicht zurück. Der Anteil des Wirtschaftszweigs an der gesamtwirtschaftlichen Bruttowertschöpfung bzw. an den Erwerbstätigen liegt während des gesamten Betrachtungszeitraums bei rund 1,0 Prozent.

Die Verwendungsstruktur des Wirtschaftszweigs Gummi- und Kunststoffwaren bleibt über den betrachteten Zeitraum sehr stabil. Über die Hälfte der Produktion geht als Vorleistung in die Produktionsprozesse anderer Unternehmen ein (Abbildung 21). Die größten Abnehmer sind der Kraftwagenbau, der Maschinenbau sowie der Bereich vorbereitende Baustellenarbeiten. Knapp 40 Prozent der produzierten Menge an Gummi- und

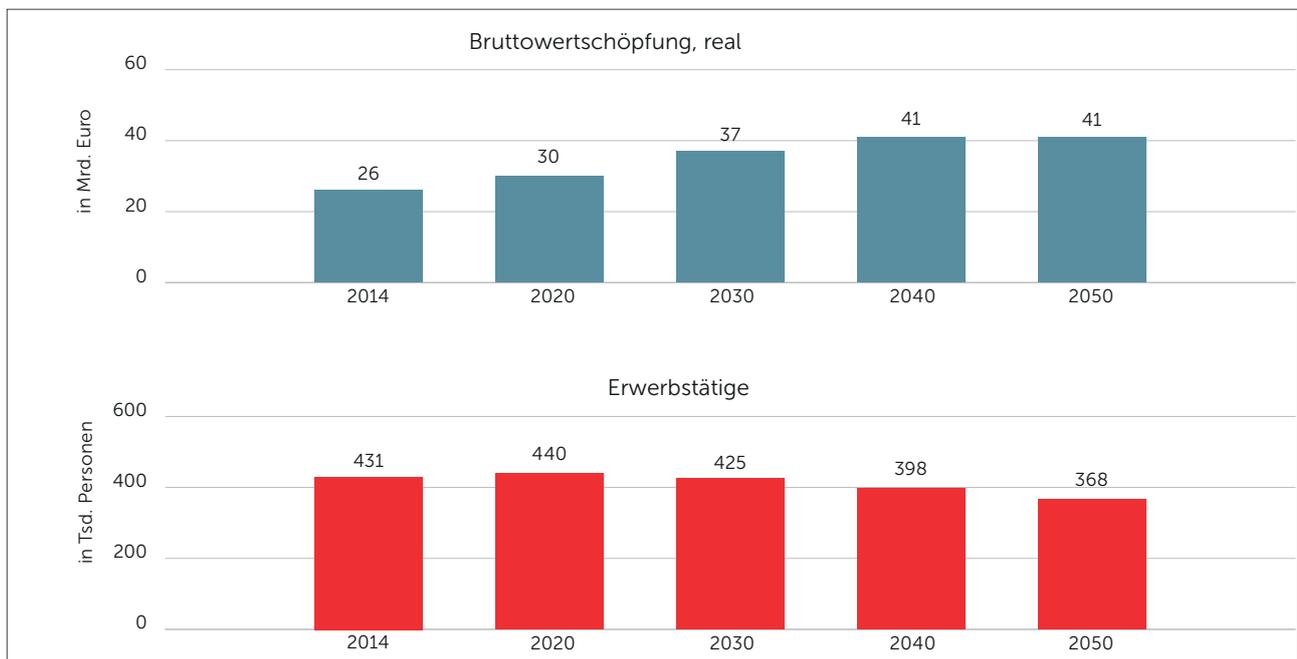
Kunststoffwaren werden exportiert. Auch bei den exportierten Gütern handelt es sich vorwiegend um Vorleistungen. Der private Konsum spielt als Abnehmer mit einem Anteil von rund 9 Prozent eine kleinere Rolle.

Die Produktion im Wirtschaftszweig Gummi- und Kunststoffwaren ist vergleichsweise CO<sub>2</sub>-intensiv – sowohl bezüglich der Einsatzstoffe als auch bezüglich der für die Produktion (Prozesswärme) eingesetzten Energieträger. Damit verteuern sich die Produktpreise in den drei Szenarien aufgrund der dann strengeren Klimaschutzauflagen. Dies dämpft vor allem die Nachfrage des privaten Konsums nach Gummi- und Kunststoffwaren. Sie liegt in allen drei Klimapfaden spürbar unterhalb des Referenzniveaus. Besonders stark geht die private Nachfrage im G95-Szenario zurück, in dem der Ausstoß an Treibhausgasen in Deutschland bis zum Jahr 2050 um 95 Prozent gegenüber dem Niveau von 1990 gesenkt werden soll (Abbildung 22). Der Negativeffekt aufseiten des privaten Konsums wird teilweise kompensiert durch eine etwas höhere Nachfrage nach Vorleistungen. Hier profitieren die Unternehmen des Wirtschaftszweigs von den Mehrinvestitionen, die Unternehmen aus anderen Branchen in den Klimaszenarien tätigen. Am stärksten ist dieser positive Vorleistungseffekt im globalen Kooperationsszenario G80. Auf die Höhe der Exporte zeigen sich in den drei Klimapfaden kaum Auswirkungen.

#### Abbildung 20: Entwicklung des Wirtschaftszweigs Gummi- und Kunststoffwaren im Referenzszenario

In Mrd. Euro (Basisjahr 2010) bzw. in Tsd. Personen

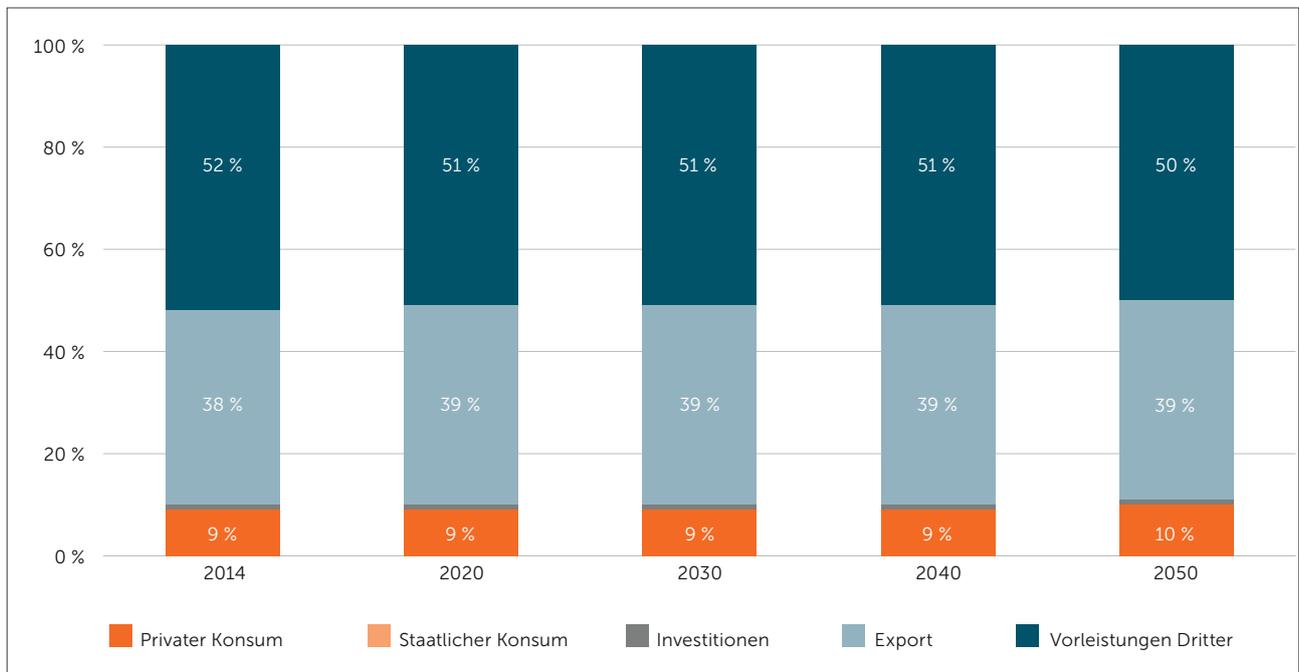
Entwicklung von Bruttowertschöpfung und der Zahl der Erwerbstätigen im Referenzszenario der Klimapfade



**Abbildung 21: Entwicklung der Verwendungsstruktur der Produktion des Wirtschaftszweigs Gummi- und Kunststoffwaren**

In Prozent

Die Anteile geben wieder, für welche Absatzbereiche die Produkte der Branche verwendet werden. Produkte des Wirtschaftszweigs Gummi- und Kunststoffwaren werden nicht direkt für den staatlichen Konsum und kaum für Investitionen verwendet.

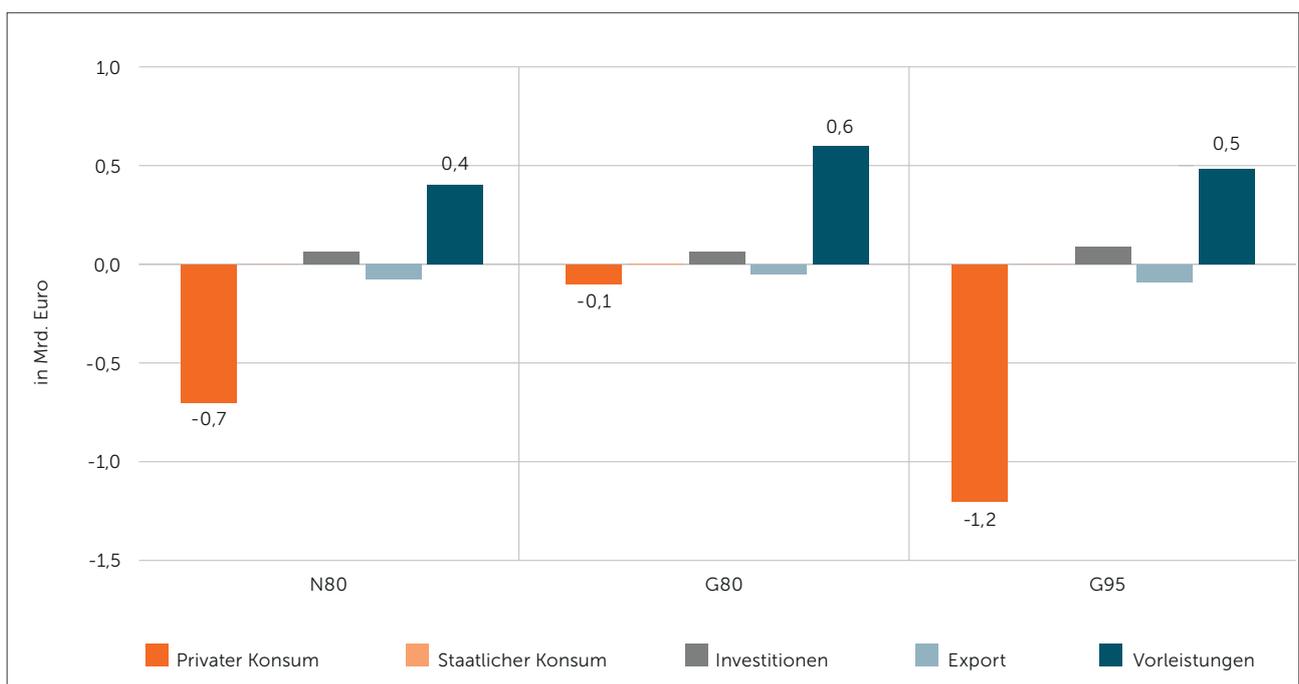


Quelle: BDI Klimapfade | © Prognos AG 2018

**Abbildung 22: Effekte der Maßnahmen in den Klimapfaden auf die Verwendung der Produktion des Wirtschaftszweigs Gummi- und Kunststoffwaren**

Abweichung gegenüber dem Referenzszenario im Jahre 2050, in Mrd. Euro (Basisjahr 2010)

Die Grafik gibt wieder, in welchen Bereichen die Branchenprodukte aufgrund der klimapolitischen Maßnahmen mehr oder weniger Verwendung finden. Die Summe der Abweichungen je Szenario ist identisch zu der entsprechenden Abweichung bei der Produktion in der nachfolgenden Abbildung.



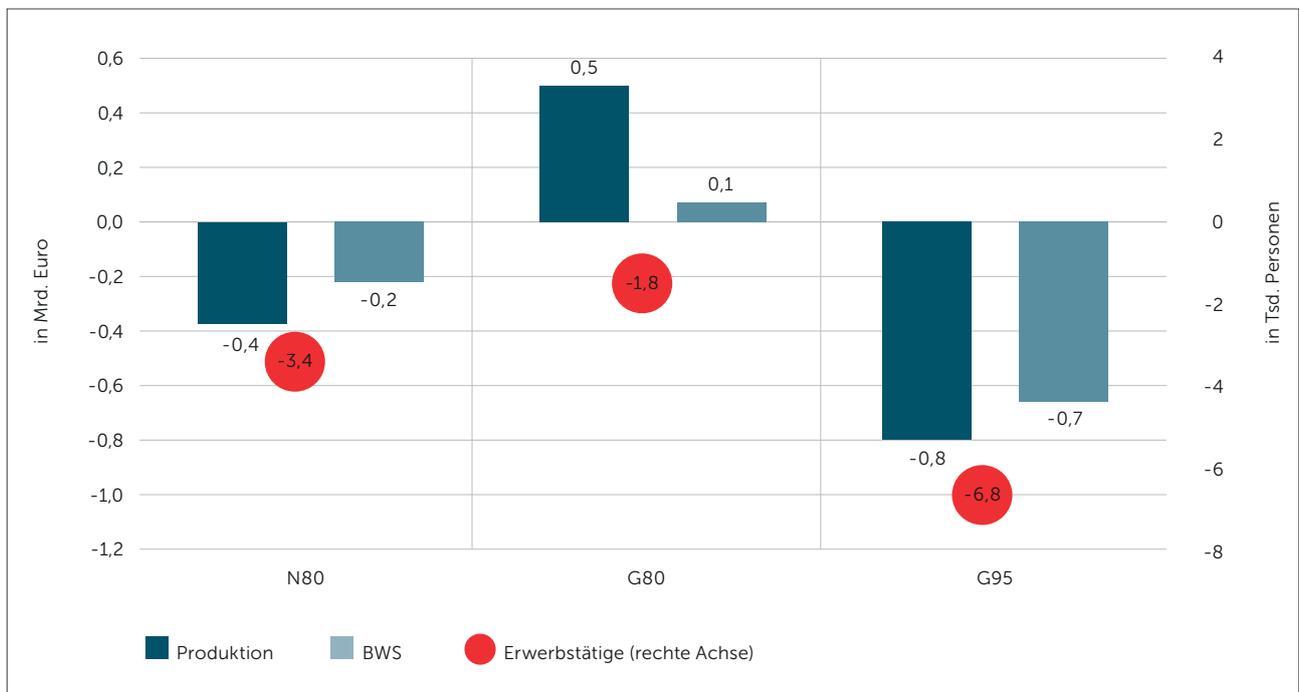
Quelle: BDI Klimapfade | © Prognos AG 2018

Im Ergebnis überwiegt in zwei Szenarien der negative Effekt seitens des privaten Konsums. Im N80- und im G95-Szenario liegen das Produktionsvolumen, die Bruttowertschöpfung und die Zahl der Erwerbstätigen niedriger als im Referenzszenario. Im globalen Kooperationsszenario G80 überwiegt hingegen der positive Effekt der höheren gesamtwirtschaftlichen Nachfrage nach Vorleistungsgütern (Abbildung 23). Hier liegt die Produktion spürbar oberhalb des Referenzniveaus, die Wertschöpfung

verändert sich kaum. Gemeinsam haben alle drei Klimapfade, dass die Zahl der Erwerbstätigen niedriger liegt als im Referenzszenario. Am stärksten ist der Effekt im G95-Szenario. Die hier unterstellten strengeren Klimaschutzauflagen wirken deutlich dämpfend: Produktion und Wertschöpfung liegen im Jahr 2050 um 0,7 Prozent bzw. 1,6 Prozent niedriger, die Zahl der Erwerbstätigen verringert sich im Vergleich zum Referenzszenario um 1,8 Prozent.

**Abbildung 23: Effekte der Maßnahmen in den Klimapfaden auf die Produktion, die Bruttowertschöpfung und die Erwerbstätigen des Wirtschaftszweigs Gummi- und Kunststoffwaren**

Abweichung gegenüber dem Referenzszenario im Jahre 2050, in Mrd. Euro (Basisjahr 2010) bzw. in Tsd. Personen



Quelle: BDI Klimapfade | © Prognos AG 2018

### 3.6. Abteilung C23.2 – 23.9: Keramik, Herstellung von Zement und Beton, Bearbeitung von Steinen und Erden

Diese Sammelgruppe umfasst die Herstellung von keramischen Produkten sowie von Zement und Beton. Ebenfalls enthalten ist die Bearbeitung von Steinen und Erden. Der Abbau von Steinen und Erden ist dem Bergbau zugeordnet (WZ08, S. 247ff). Aufgrund des Detaillierungsgrades in der Input-Output-Tabelle des Statistischen Bundesamtes kann diese Gruppe nicht weiter differenziert werden.

Die Wertschöpfung im Wirtschaftszweig nimmt im Referenzszenario bis 2030 mit durchschnittlich 1,7 Prozent p. a. zwar etwas weniger stark zu als die Gesamtwirtschaft (2,1 Prozent p. a.), wächst aber noch vergleichsweise dynamisch. Nach 2030 schwächt sich die Wachstumsdynamik deutlich ab, gegen Ende des Betrachtungszeitraums verringert sich die Wertschöpfung (Abbildung 24). Die Zahl der Erwerbstätigen geht über den gesamten Zeit-

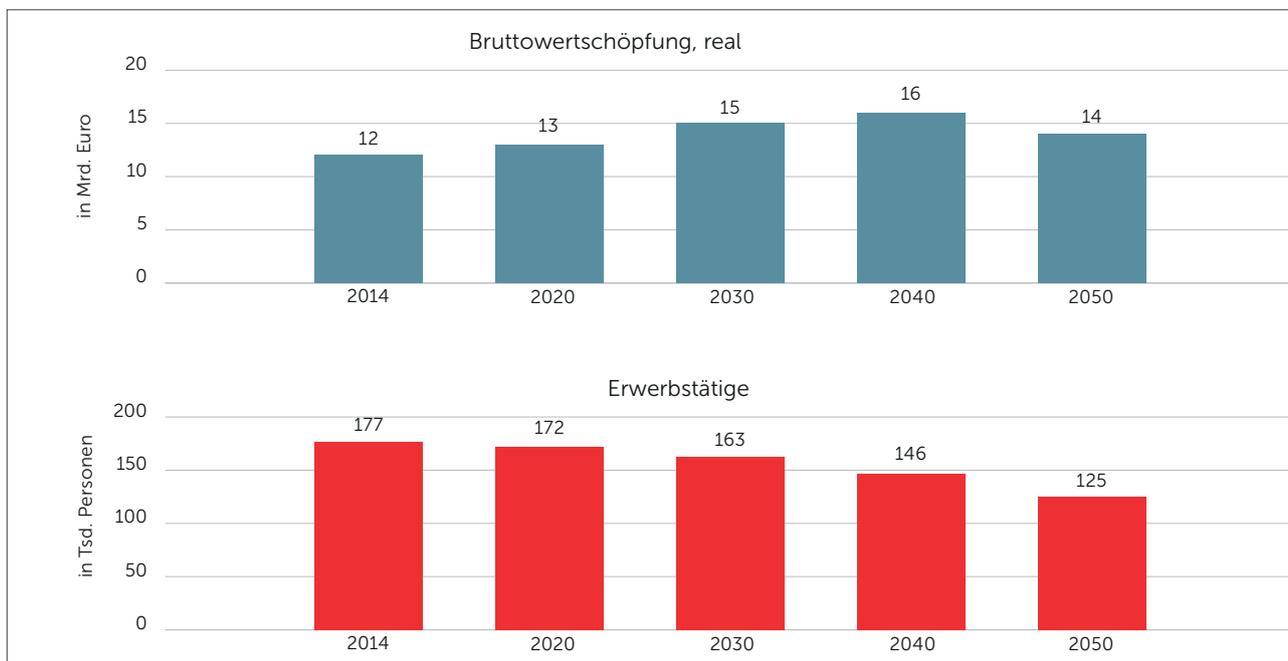
raum bis 2050 zurück. Im Jahr 2014 waren noch rund 177.000 Personen im Wirtschaftszweig beschäftigt. Diese Zahl sinkt im Zeitverlauf auf 125.000. In der Folge nimmt die gesamtwirtschaftliche Bedeutung des Wirtschaftszweigs kontinuierlich ab. Der Anteil an der Wertschöpfung sinkt von 0,5 Prozent auf 0,4 Prozent, der Anteil an den Erwerbstätigen von 0,4 Prozent auf 0,3 Prozent.

Die Produkte des Wirtschaftszweigs finden vor allem als Vorleistungsgüter in den Produktionsprozessen anderer Unternehmen Verwendung. Im Zeitverlauf geht der Anteil der Vorleistungen am gesamten Produktionsvolumen leicht von 63 Prozent im Jahr 2014 auf 57 Prozent im Jahr 2045 zurück (Abbildung 25). Spiegelbildlich nimmt die Bedeutung des Exports zu. Dessen Anteil steigt im gleichen Zeitraum von 18 auf 24 Prozent. Die übrige Produktion findet in etwa gleichen Teilen als Investitionsgut Verwendung oder geht in den privaten Konsum.

**Abbildung 24: Entwicklung des Wirtschaftszweigs Keramik, Zement und Beton, Bearbeitung von Steinen und Erden im Referenzszenario**

In Mrd. Euro (Basisjahr 2010) bzw. in Tsd. Personen

Entwicklung von Bruttowertschöpfung und der Zahl der Erwerbstätigen im Referenzszenario der Klimapfade



Quelle: BDI Klimapfade | © Prognos AG 2018

Die Produktion im betrachteten Wirtschaftszweig ist vor allem in der Subsparte Zement relativ energieintensiv und erzeugt darüber hinaus prozessbedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen. Die unterstellte Senkung der Treibhausgase wirkt sich entsprechend kostensteigernd auf die Produktionsprozesse aus. Gleichwohl sind die Gesamteffekte der in den Szenarien unterstellten treibhausgas-reduzierenden Maßnahmen in allen drei Klimapfaden positiv. Da die hergestellten Produkte zum größten Teil als Vorleistungs- und Investitionsgut in solchen Branchen Verwendung finden, die von den Mehrinvestitionen in den Klimaszenarien profitieren, liegt das Produktionsvolumen durchgehend höher. Besonders stark steigt die Nachfrage nach Vorleistungsgütern, die vom Wirtschaftszweig Keramik, Zement und Beton sowie Bearbeitung von Steinen und Erden produziert wurden (Abbildung 26) – sehr viel stärker als der private und der staatliche Konsum dieser Güter. Dies liegt u. a. daran, dass zahlreiche neue Werkstoffe für die Weiterverarbeitung in Industrieprodukten in diesen Branchen verortet werden. In den beiden globalen Kooperationsszenarien G80 und G95, in denen alle Industrieländer und auch die zentralen Schwellenländer in die Klimaschutzanstrengungen mit eingebunden sind, ist zudem ein positiver Effekt auf den Export festzustellen. Im Falle eines nationalen Alleingangs Deutschlands (N80) ist der Exporteffekt hingegen leicht negativ.

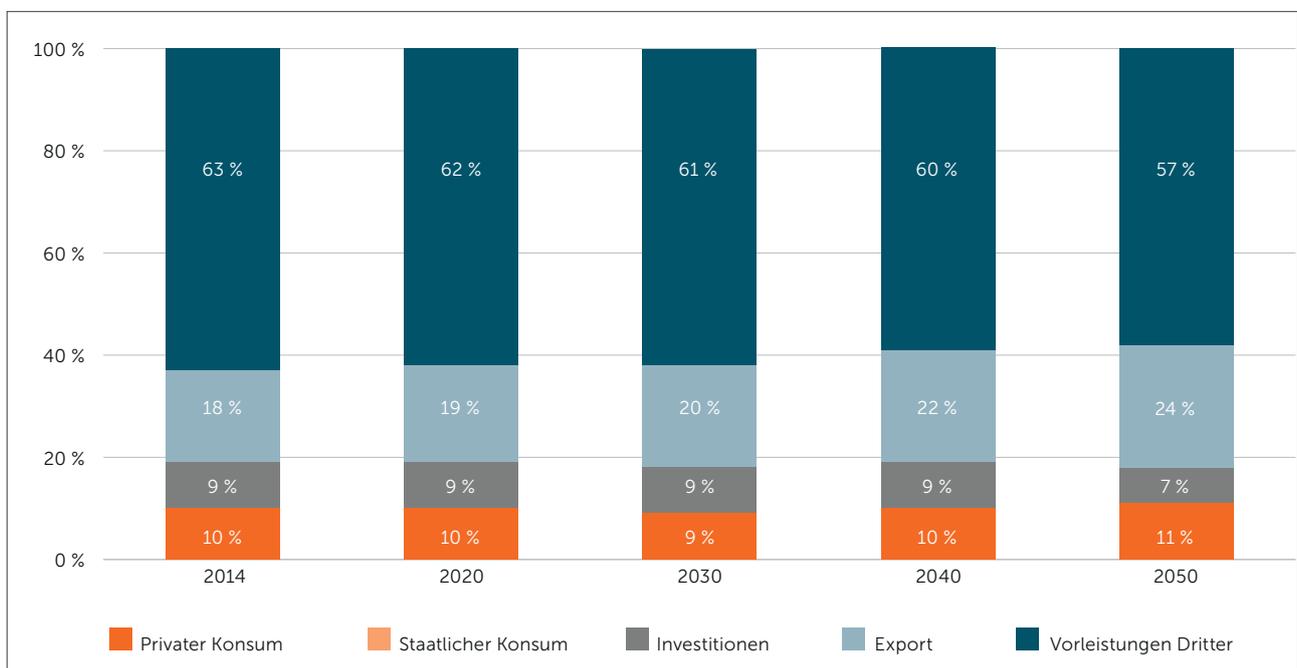
Die Impulse auf den privaten Konsum und die Investitionen sind klein, aber durchgehend positiv.

Nicht nur beim Produktionsvolumen, sondern auch im Hinblick auf die beiden übrigen betrachteten makroökonomischen Kennziffern überwiegen die positiven Impulse der gesamtwirtschaftlichen Mehrinvestitionen in den drei Klimapfaden. Das Produktionsvolumen liegt im Szenario N80 um 2 Prozent höher als das Referenzniveau, in den beiden globalen Kooperationsszenarien sogar um 7 Prozent (Abbildung 27). Auch die Bruttowertschöpfung liegt im N80-Szenario um 2 Prozent höher als im Referenzszenario. Der Positiveffekt in den beiden Kooperationsszenarien ist bei der Bruttowertschöpfung mit einem Plus von 9 Prozent (G80) bzw. 8 Prozent (G95) sogar noch stärker als beim Produktionsvolumen. Die Zahl der Erwerbstätigen übersteigt den Referenzwert im G80-Szenario um 6.500 bzw. gut 5 Prozent. Im G95-Szenario muss der Ausstoß an Treibhausgasen in Deutschland bis zum Jahr 2050 um 95 Prozent gegenüber dem Niveau von 1990 gesenkt werden. Entsprechend größer ist der Modernisierungsdruck, der mit einer höheren Investitionstätigkeit und damit auch einem höheren Automatisierungsgrad einhergeht. Im Ergebnis steigt die Erwerbstätigenzahl etwas weniger stark um lediglich 5.200 Personen bzw. 4 Prozent.

**Abbildung 25: Entwicklung der Verwendungsstruktur der Produktion des Wirtschaftszweigs Keramik, Zement und Beton, Bearbeitung von Steinen und Erden**

In Prozent

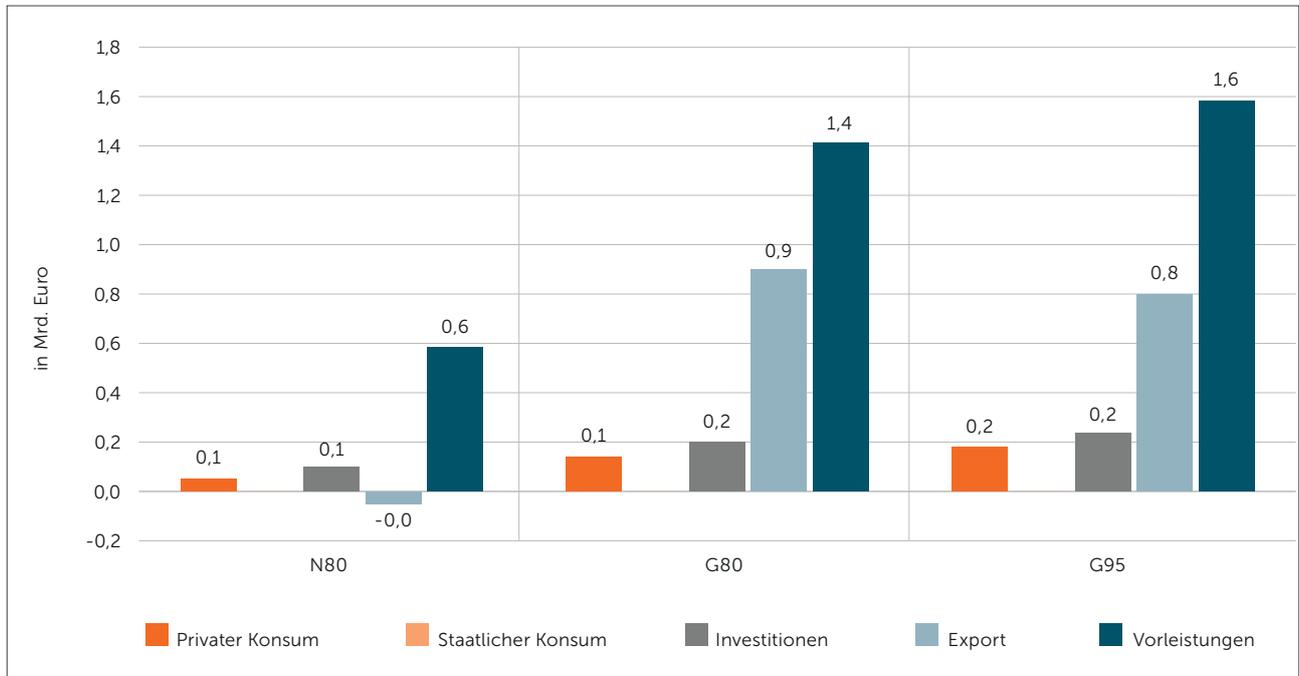
Die Anteile geben wieder, für welche Absatzbereiche die Produkte der Branche verwendet werden. Produkte des Wirtschaftszweigs werden nicht direkt für den staatlichen Konsum verwendet.



**Abbildung 26: Effekte der Maßnahmen in den Klimapfaden auf die Verwendung der Produktion des Wirtschaftszweigs Keramik, Zement und Beton, Bearbeitung von Steinen und Erden**

Abweichung gegenüber dem Referenzszenario im Jahre 2050, in Mrd. Euro (Basisjahr 2010)

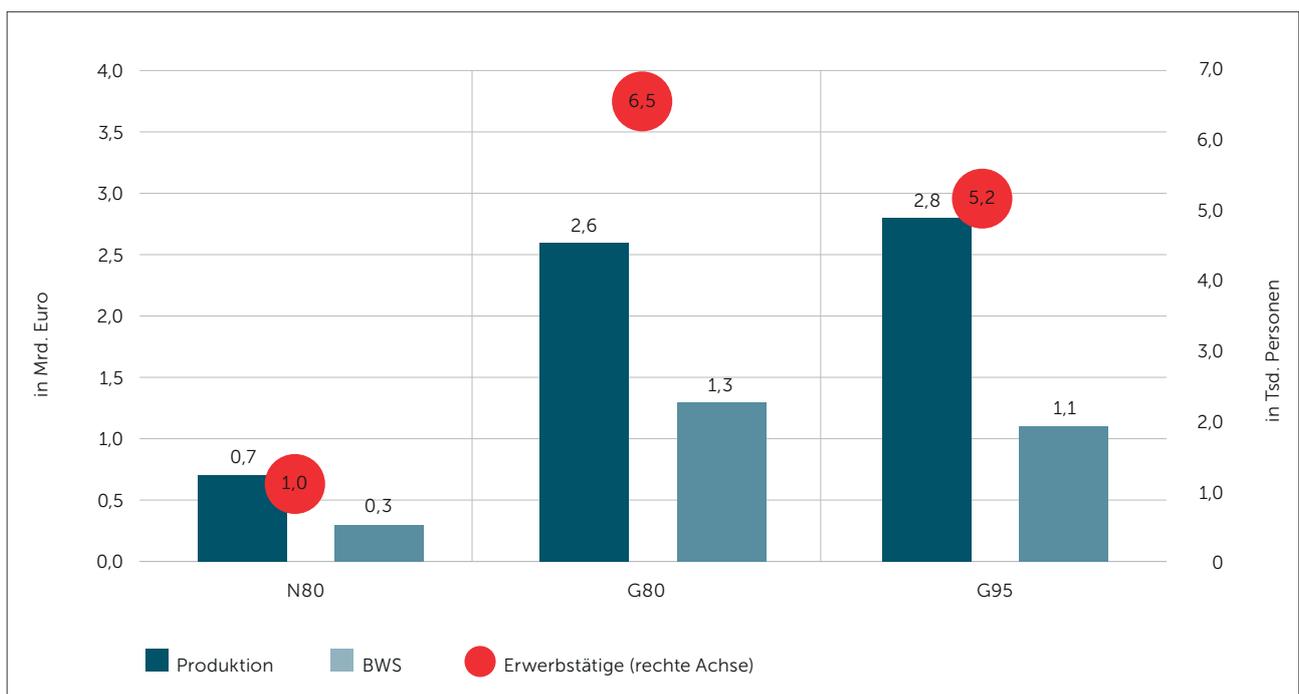
Die Grafik gibt wieder, in welchen Bereichen die Branchenprodukte aufgrund der klimapolitischen Maßnahmen mehr oder weniger Verwendung finden. Die Summe der Abweichungen je Szenario ist identisch zu der entsprechenden Abweichung bei der Produktion in der nachfolgenden Abbildung.



Quelle: BDI Klimapfade | © Prognos AG 2018

**Abbildung 27: Effekte der Maßnahmen in den Klimapfaden auf die Produktion, die Bruttowertschöpfung und die Erwerbstätigen des Wirtschaftszweigs Keramik, Zement und Beton, Bearbeitung von Steinen und Erden**

Abweichung gegenüber dem Referenzszenario im Jahre 2050, in Mrd. Euro (Basisjahr 2010) bzw. in Tsd. Personen



Quelle: BDI Klimapfade | © Prognos AG 2018

### 3.7. Abteilung D35.1, D35.3: Elektrizitätsversorgung sowie Wärme- und Kälteversorgung

Diese Gruppe umfasst die Erzeugung von elektrischem Strom, die Übertragung von den Erzeugungsanlagen an Verteilerstationen und die Verteilung an die Endverbraucher. Ebenfalls enthalten ist hier die Wärme- und Kälteversorgung (v. a. Fernwärme) (WZ08, S. 334ff).

Die Bruttowertschöpfung im Wirtschaftszweig Elektrizitätsversorgung sowie Wärme- und Kälteversorgung wächst zwischen 2014 und 2050 im Referenzszenario um durchschnittlich 0,3 Prozent p. a. und damit deutlich langsamer als die Gesamtwirtschaft (1,3 Prozent p. a.). Zu Beginn ist noch ein vergleichsweise kräftiges Wachstum festzustellen, das sich während des Betrachtungszeitraums stetig verlangsamt und sich gegen Ende in ein Negativwachstum umkehrt (Abbildung 28). Dies liegt u. a. an der langfristigen Reduktion der Kosten für erneuerbare Energien sowie dem nahezu konstanten Stromverbrauch im Referenzszenario. Die Zahl der Erwerbstätigen liegt im Jahr 2014 bei rund 200.000 Personen und geht im Anschluss kontinuierlich zurück. Im Jahr 2050 liegt die Erwerbstätigenzahl um über ein Drittel niedriger, bei rund 130.000 Personen. In der Folge dieser Entwicklung nimmt das gesamtwirtschaftliche Gewicht des Wirtschaftszweigs spürbar ab. Der Anteil an der Bruttowertschöpfung sinkt von 1,6 Prozent auf 1,1 Prozent. Der Anteil an den Erwerbstätigen schrumpft von 0,5 Prozent auf 0,4 Prozent.

Über zwei Drittel der Produktion des Wirtschaftszweigs dienen der Versorgung anderer Unternehmen mit Elektrizität, Wärme oder Kälte, die diese als Vorleistung für ihre Produktionsprozesse benötigen (Abbildung 29). Die Abnehmerbranchen kommen aus allen Sektoren. Zu den größten Nachfragern gehören Industriebranchen wie die chemische Industrie oder die Eisen- und Stahlherstellung, aber auch Dienstleistungsbranchen wie der Handel, das Transportgewerbe oder das Gesundheitswesen. Im Zeitverlauf geht die Bedeutung der Vorleistungsproduktion spürbar zurück. Spiegelbildlich gewinnt der private Konsum als Abnehmer an Bedeutung – hierzu tragen auch neue Verbraucher bei, wie Wärmepumpen und Elektromobilität bei PKW. Damit steigt der Anteil des privaten Konsums im Zeitverlauf von 26 Prozent auf 35 Prozent (bezogen auf monetäre Einheiten, nicht Mengen).

Die Produktion von Elektrizität, (netzgebundener) Wärme und Kälte ist heute noch CO<sub>2</sub>-intensiv, da sie bisher stark auf der Nutzung fossiler Energieträger basiert. Im Laufe des Betrachtungszeitraums gewinnt die Nutzung

regenerativer Energiequellen hingegen kontinuierlich an Bedeutung – in den drei betrachteten Klimaszenarien definitionsgemäß schneller als im Referenzszenario, auch wenn der Anteil im Referenzszenario ebenfalls kräftig bis auf 76 Prozent der Nettostromerzeugung steigt. Die in den Klimapfaden unterstellten strengeren Vorgaben zum Klimaschutz – und damit zur Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes – führen zu einer Transformation des Sektors, die mit Investitionen in erneuerbare Energien sowie Netz- und Speicherinfrastruktur verbunden ist. Diese Veränderungen gehen zunächst mit höheren Produktionskosten und Produktpreisen einher. Dies in Verbindung mit den notwendigen Effizienzmaßnahmen zeigt sich zunächst vor allem im privaten Konsum, dessen Nachfrage in den drei Klimapfaden um knapp 15 Prozent unterhalb des Referenzniveaus liegt (Abbildung 30). Auf der anderen Seite lassen sich in den beiden Kooperationsszenarien positive Impulse auf die Nachfrage nach Vorleistungen aus dem Wirtschaftszweig beobachten. Im G80-Szenario ist dieser Effekt vergleichsweise gering – die Nachfrage nach Strom, Wärme und Kälte bleibt aufgrund eines Ausgleichs zwischen Effizienztechnologien und neuen Verbrauchern nahezu konstant. Im G95-Szenario, in dem der Ausstoß an Treibhausgasen in Deutschland bis zum Jahr 2050 um 95 Prozent gegenüber dem Niveau von 1990 gesenkt werden muss, ist die Nachfrage nach Elektrizität, Wärme und Kälte in den nachgelagerten Branchen so hoch, dass das Produktionsvolumen im Bereich Vorleistungen um mehr als ein Drittel höher ausfällt als im Referenzszenario.

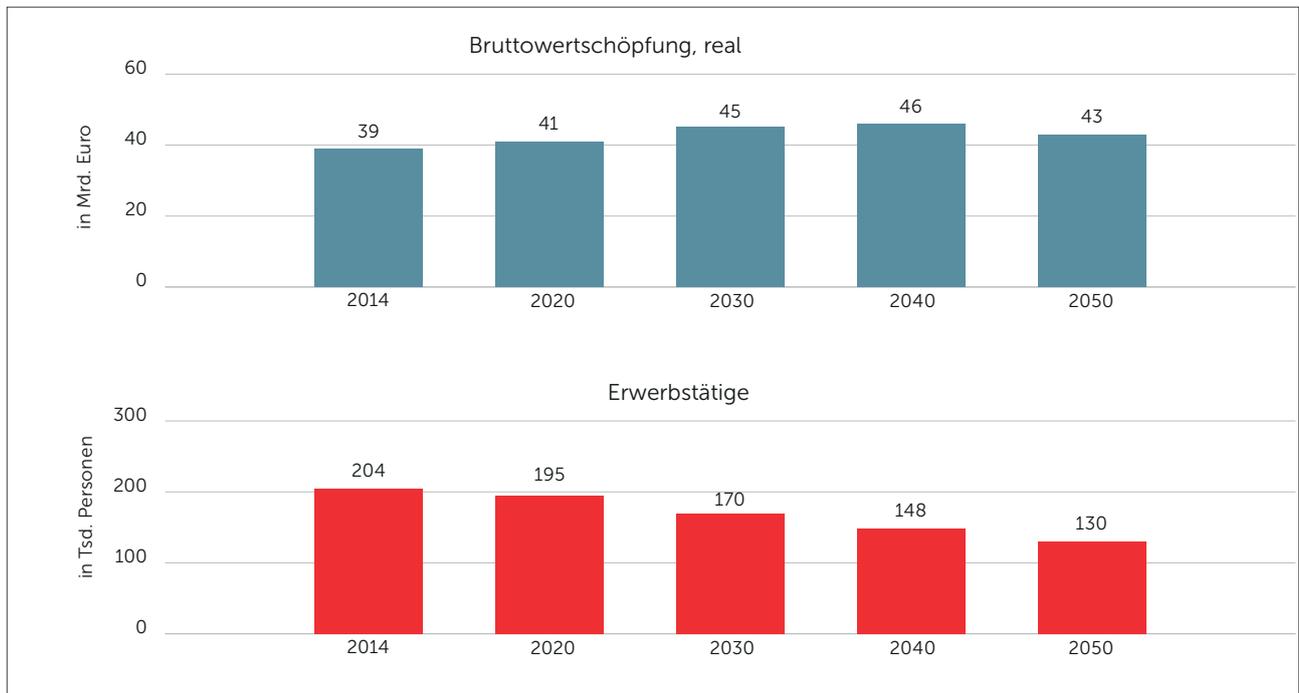
Dies liegt vor allem an den praktisch vollständig substituierenden „neuen“ Stromverbrauchern wie Elektromobilität und Wärmepumpen, aber auch an den größeren Mengen Strom, die bei der inländischen Produktion von synthetischen Brennstoffen (PtX) eingesetzt werden.

Im Ergebnis ist der Gesamteffekt auf das Produktionsvolumen in allen Klimaszenarien positiv. In den beiden Szenarien, die eine 80 Prozent-Reduktion der Treibhausgase in Deutschland unterstellen, liegt das Produktionsvolumen um 2 Prozent bzw. 5 Prozent höher als in der Referenzprognose. Auch die Bruttowertschöpfung und die Erwerbstätigkeit erfahren im N80- und dem G80-Szenario einen in der Summe positiven Impuls (Abbildung 31). Im ambitioniertesten Klimapfad G95 sind die positiven Impulse der gestiegenen Nachfrage vor allem nach Elektrizität noch deutlich stärker ausgeprägt. Das Produktionsvolumen und die Bruttowertschöpfung liegen um jeweils knapp 20 Prozent höher als im Referenzszenario, die Zahl der Erwerbstätigen um 12 Prozent.

**Abbildung 28: Entwicklung der Wirtschaftszweige elektrischer Strom und Elektrizitäts-, Wärme- und Kälteversorgung im Referenzszenario**

in Mrd. Euro (Basisjahr 2010) bzw. in Tsd. Personen

Entwicklung von Bruttowertschöpfung und der Zahl der Erwerbstätigen im Referenzszenario der Klimapfade

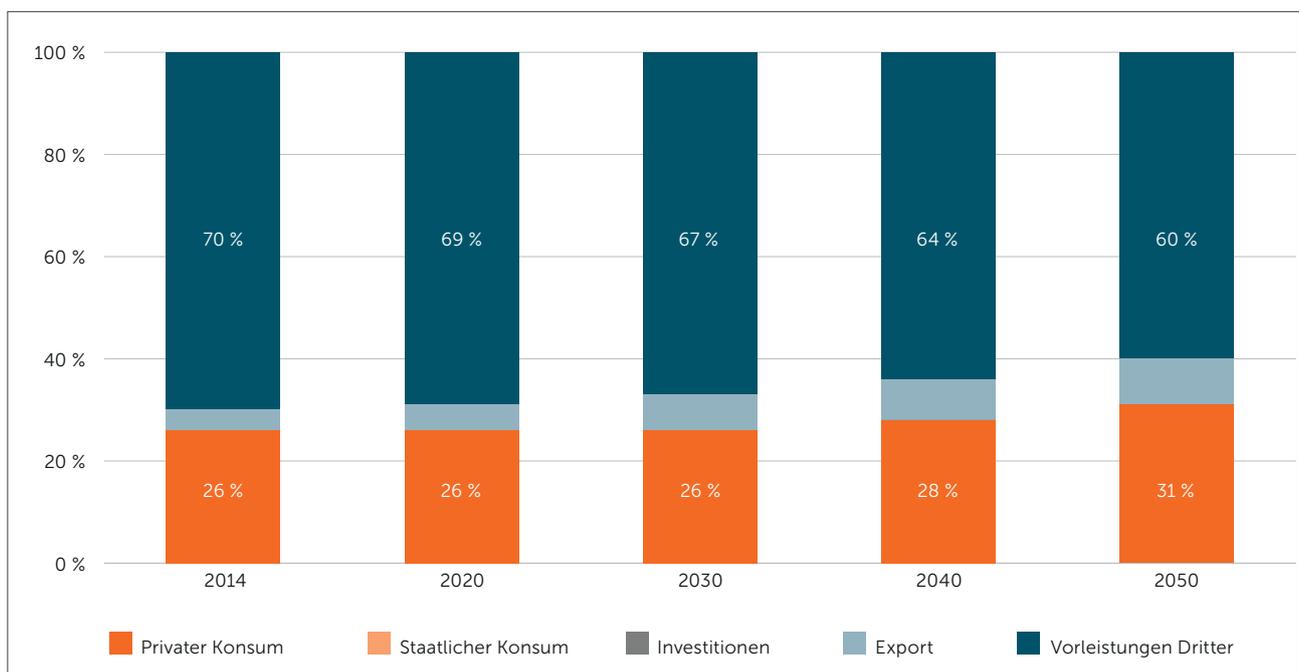


Quelle: BDI Klimapfade | © Prognos AG 2018

**Abbildung 29: Entwicklung der Verwendungsstruktur der Produktion der Wirtschaftszweige elektrischer Strom und Elektrizitäts-, Wärme- und Kälteversorgung**

In Prozent

Die Anteile geben wieder, für welche Absatzbereiche die Produkte der Branche verwendet werden. Produkte der betrachteten Wirtschaftszweige werden nicht direkt für den staatlichen Konsum und Investitionen verwendet.

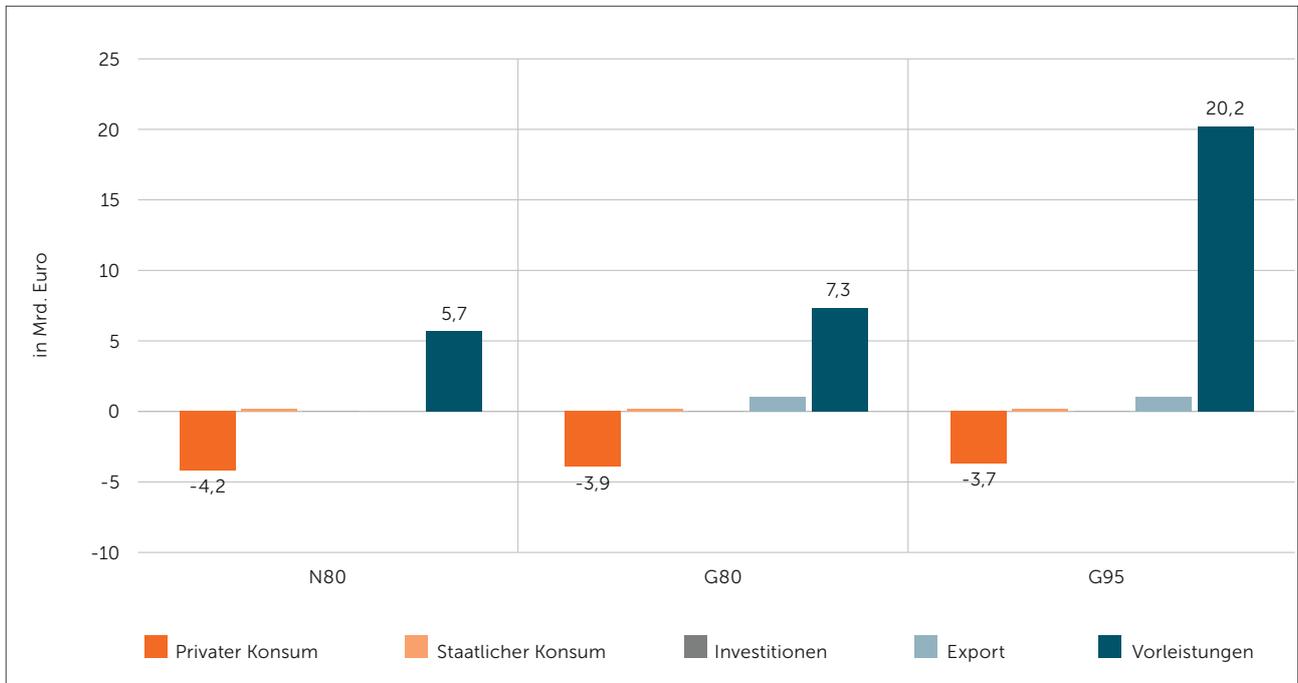


Quelle: BDI Klimapfade | © Prognos AG 2018

**Abbildung 30: Effekte der Maßnahmen in den Klimapfaden auf die Verwendung der Produktion der Wirtschaftszweige elektrischer Strom und Elektrizitäts-, Wärme- und Kälteversorgung**

Abweichung gegenüber dem Referenzszenario im Jahre 2050, in Mrd. Euro (Basisjahr 2010)

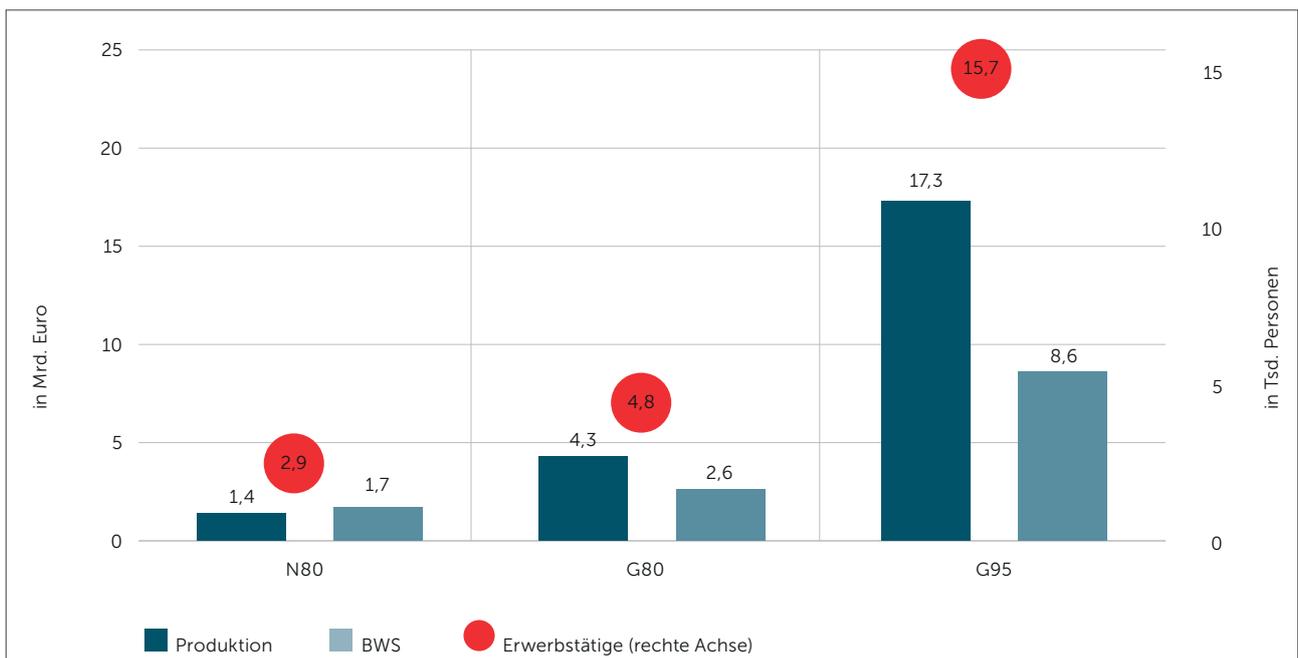
Die Grafik gibt wieder, in welchen Bereichen die Branchenprodukte aufgrund der klimapolitischen Maßnahmen mehr oder weniger Verwendung finden. Die Summe der Abweichungen je Szenario ist identisch zu der entsprechenden Abweichung bei der Produktion in der nachfolgenden Abbildung.



Quelle: BDI Klimapfade | © Prognos AG 2018

**Abbildung 31: Effekte der Maßnahmen in den Klimapfaden auf die Produktion, die Bruttowertschöpfung und die Erwerbstätigen der Wirtschaftszweige elektrischer Strom und Elektrizitäts-, Wärme- und Kälteversorgung**

Abweichung gegenüber dem Referenzszenario im Jahre 2050, in Mrd. Euro (Basisjahr 2010) bzw. in Tsd. Personen



Quelle: BDI Klimapfade | © Prognos AG 2018

## Tabellarischer Anhang

**Tabelle 1: Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen im Referenzszenario**  
Mrd. Euro (Basisjahr 2010)

	2020	2030	2040	2050
A Land-/Forstwirtschaft, Fischerei	14,3	15,7	16,3	15,5
B–E Industrie (ohne Baugewerbe)	753,1	935,2	1.050,2	1.063,1
B Bergbau	4,0	4,0	3,9	3,5
C Verarbeitendes Gewerbe	664,3	833,1	940,9	955,5
C10–C12 Nahrungsmittel, Getränke, Tabak	41,0	46,8	51,1	52,3
C13–C15 Textilien, Bekleidung, Leder	7,7	8,7	9,3	9,4
C16–C18 Holz, Papier, Druck	27,1	33,1	36,7	36,7
C19 Kokerei, Mineralölverarbeitung	3,0	2,7	2,4	2,0
C20 Chemie	48,1	62,1	71,5	73,7
C21 Pharmazie	28,1	37,3	44,2	46,5
C22 Gummi, Kunststoffe	29,8	37,1	41,2	41,0
C23 Glas, Keramik, Steine u. Erden	17,7	21,5	22,8	20,9
C24 Metallerzeugung	23,8	27,6	28,7	26,8
C25 Metallerzeugnisse	57,5	71,4	78,7	77,0
C26 EDV-, elektronische u. optische Geräte	48,1	65,1	77,3	80,5
C27 elektrische Ausrüstungen	47,5	60,6	68,2	68,5
C28 Maschinenbau	99,2	127,1	145,0	148,5
C29 Kraftwagen/-teile	131,0	165,4	189,2	196,2
C30 sonstiger Fahrzeugbau	15,5	20,4	23,6	24,2
C31–C33 Sonst. verarb. Gewerbe	39,1	46,4	51,0	51,2
D–E Energie, Wasser, Abfall	84,8	98,1	105,4	104,0
D Energieversorgung	52,2	58,4	60,6	58,2
E Wasserversorgung, Abwasser u. Abfall	32,6	39,7	44,7	45,9
F Baugewerbe	108,7	138,9	149,7	132,2
G–U Dienstleistungen	1.906,6	2.342,3	2.673,5	2.768,3
G–I Handel, Verkehr, Gastgewerbe	447,4	553,7	630,1	646,2
G Handel, Reparatur v. Kraftfahrzeugen	284,2	349,9	395,3	402,6
H Verkehr und Lagerei	121,8	151,3	172,3	176,8
I Gastgewerbe, Beherbergung	41,4	52,5	62,4	66,9
J Information, Kommunikation	152,8	200,0	238,4	254,3
K Finanz-/Versicherungsdienstleistungen	127,6	159,1	183,1	189,7
L Grundstücks-/Wohnungswesen	304,3	373,3	428,7	444,0
M–N unternehmensnahe Dienstleistungen	301,0	384,7	444,9	458,8
O–Q Staat, Gesundheits-/Sozialwesen	468,2	543,5	601,4	621,8
O Öffentl. Verwaltung, Sozialversicherung	161,4	184,6	199,9	203,2
P Erziehung, Unterricht	111,7	128,1	140,3	144,7
Q Gesundheits-/Sozialwesen	195,1	230,8	261,2	273,9
R–U Private Haushalte, sonst. Dienstleistungen	105,3	128,0	146,9	153,5
<b>Insgesamt – Alle NACE-Wirtschaftszweige</b>	<b>2.782,8</b>	<b>3.432,1</b>	<b>3.889,7</b>	<b>3.979,2</b>

**Tabelle 2: Abweichung der Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen im Szenario N80 gegenüber dem Referenzszenario, Mrd. Euro (Basisjahr 2010)**

	2020	2030	2040	2050
A Land-/Forstwirtschaft, Fischerei	-0,0	-0,1	0,1	0,1
B–E Industrie (ohne Baugewerbe)	3,4	7,4	6,6	7,5
B Bergbau	-0,1	-0,2	-0,3	-0,3
C Verarbeitendes Gewerbe	1,2	-0,2	2,5	5,6
C10–C12 Nahrungsmittel, Getränke, Tabak	-0,0	-0,3	0,2	0,5
C13–C15 Textilien, Bekleidung, Leder	-0,0	-0,1	0,0	0,1
C16–C18 Holz, Papier, Druck	0,0	-0,2	0,1	0,3
C19 Kokerei, Mineralölverarbeitung	-0,0	-0,1	-0,4	-0,5
C20 Chemie	0,0	-0,3	0,6	1,2
C21 Pharmazie	0,0	-0,1	0,1	0,2
C22 Gummi, Kunststoffe	-0,0	-0,3	-0,3	-0,2
C23 Glas, Keramik, Steine u. Erden	0,1	-0,0	0,2	0,4
C24 Metallerzeugung	0,0	-0,2	-0,0	0,2
C25 Metallerzeugnisse	0,2	0,1	0,3	0,5
C26 EDV-, elektronische u. optische Geräte	0,1	-0,2	0,1	0,4
C27 elektrische Ausrüstungen	0,2	0,2	0,2	0,2
C28 Maschinenbau	0,4	0,5	0,3	0,8
C29 Kraftwagen/-teile	0,1	0,7	0,8	0,9
C30 sonstiger Fahrzeugbau	0,0	0,1	0,1	0,2
C31–C33 Sonst. verarb. Gewerbe	0,2	0,2	0,3	0,5
D–E Energie, Wasser, Abfall	2,3	7,8	4,3	2,2
D Energieversorgung	2,3	7,9	4,2	1,9
E Wasserversorgung, Abwasser u. Abfall	0,0	-0,2	0,2	0,3
F Baugewerbe	1,1	2,9	3,8	4,3
G–U Dienstleistungen	4,5	2,8	12,5	21,5
G–I Handel, Verkehr, Gastgewerbe	0,9	-0,5	0,1	2,2
G Handel, Reparatur v. Kraftfahrzeugen	0,7	-0,2	-1,7	-0,9
H Verkehr und Lagerei	0,2	0,1	1,4	2,4
I Gastgewerbe, Beherbergung	-0,0	-0,4	0,3	0,8
J Information, Kommunikation	0,8	1,1	1,7	2,7
K Finanz-/Versicherungsdienstleistungen	0,2	-0,3	1,0	1,7
L Grundstücks-/Wohnungswesen	0,7	0,2	3,9	5,9
M–N unternehmensnahe Dienstleistungen	1,3	2,0	2,7	3,9
O–Q Staat, Gesundheits-/Sozialwesen	0,5	0,4	2,1	3,4
O Öffentl. Verwaltung, Sozialversicherung	0,4	1,1	1,0	1,1
P Erziehung, Unterricht	0,0	-0,2	-0,1	0,1
Q Gesundheits-/Sozialwesen	0,1	-0,4	1,2	2,2
R–U Private Haushalte, sonst. Dienstleistungen	0,2	-0,1	1,0	1,7
<b>Insgesamt – Alle NACE-Wirtschaftszweige</b>	<b>9,1</b>	<b>13,0</b>	<b>23,0</b>	<b>33,4</b>

Quelle: BDI Klimapfade | © Prognos AG 2018

**Tabelle 3: Abweichung der Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen im Szenario G80 gegenüber dem Referenzszenario, Mrd. Euro (Basisjahr 2010)**

	2020	2030	2040	2050
A Land-/Forstwirtschaft, Fischerei	-0,0	-0,1	-0,0	-0,0
B–E Industrie (ohne Baugewerbe)	3,6	8,2	10,3	13,7
B Bergbau	-0,1	-0,1	-0,2	-0,3
C Verarbeitendes Gewerbe	1,2	-0,4	5,3	10,2
C10–C12 Nahrungsmittel, Getränke, Tabak	-0,0	-0,5	-0,1	0,1
C13–C15 Textilien, Bekleidung, Leder	-0,0	-0,2	-0,1	0,0
C16–C18 Holz, Papier, Druck	0,0	-0,3	-0,1	0,2
C19 Kokerei, Mineralölverarbeitung	-0,0	-0,0	-0,2	-0,3
C20 Chemie	-0,0	-0,3	0,5	1,1
C21 Pharmazie	0,0	-0,1	0,0	0,2
C22 Gummi, Kunststoffe	-0,0	-0,3	-0,2	0,1
C23 Glas, Keramik, Steine u. Erden	0,1	0,4	1,4	1,9
C24 Metallerzeugung	0,0	-0,0	0,8	1,4
C25 Metallerzeugnisse	0,2	0,1	0,6	1,1
C26 EDV-, elektronische u. optische Geräte	0,1	-0,3	-0,1	0,2
C27 elektrische Ausrüstungen	0,2	0,2	0,2	0,3
C28 Maschinenbau	0,4	0,7	0,8	1,6
C29 Kraftwagen/-teile	0,2	-0,1	1,1	1,6
C30 sonstiger Fahrzeugbau	0,1	0,1	0,3	0,5
C31–C33 Sonst. verarb. Gewerbe	0,2	0,1	0,2	0,4
D–E Energie, Wasser, Abfall	2,5	8,7	5,2	3,7
D Energieversorgung	2,5	8,9	5,1	3,4
E Wasserversorgung, Abwasser u. Abfall	0,0	-0,2	0,1	0,3
F Baugewerbe	1,1	2,7	3,3	4,0
G–U Dienstleistungen	4,2	1,8	10,2	21,7
G–I Handel, Verkehr, Gastgewerbe	0,9	-0,4	1,4	4,8
G Handel, Reparatur v. Kraftfahrzeugen	0,7	0,2	0,5	2,7
H Verkehr und Lagerei	0,2	0,0	1,0	1,8
I Gastgewerbe, Beherbergung	-0,0	-0,6	-0,1	0,3
J Information, Kommunikation	0,8	1,0	1,3	2,5
K Finanz-/Versicherungsdienstleistungen	0,1	-0,5	0,4	1,1
L Grundstücks-/Wohnungswesen	0,5	-0,4	2,0	4,1
M–N unternehmensnahe Dienstleistungen	1,3	2,0	2,9	4,7
O–Q Staat, Gesundheits-/Sozialwesen	0,5	0,3	1,7	3,2
O Öffentl. Verwaltung, Sozialversicherung	0,4	1,1	1,1	1,2
P Erziehung, Unterricht	0,0	-0,2	0,1	0,5
Q Gesundheits-/Sozialwesen	0,1	-0,7	0,5	1,5
R–U Private Haushalte, sonst. Dienstleistungen	0,1	-0,3	0,4	1,1
<b>Insgesamt – Alle NACE-Wirtschaftszweige</b>	<b>9,0</b>	<b>12,5</b>	<b>23,7</b>	<b>39,3</b>

Quelle: BDI Klimapfade | © Prognos AG 2018

Tabelle 4: Abweichung der Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen im Szenario G95 gegenüber dem Referenzszenario, Mrd. Euro (Basisjahr 2010)

	2020	2030	2040	2050
A Land-/Forstwirtschaft, Fischerei	0,0	-0,2	0,1	-0,0
B–E Industrie (ohne Baugewerbe)	5,3	19,5	25,4	15,0
B Bergbau	-0,1	-0,2	-0,2	-0,3
C Verarbeitendes Gewerbe	0,4	-0,0	8,8	5,6
C10–C12 Nahrungsmittel, Getränke, Tabak	0,0	-0,5	0,4	0,2
C13–C15 Textilien, Bekleidung, Leder	-0,0	-0,2	-0,0	-0,0
C16–C18 Holz, Papier, Druck	-0,0	-0,4	0,2	-0,1
C19 Kokerei, Mineralölverarbeitung	-0,1	-0,3	-0,7	-0,7
C20 Chemie	0,0	-0,4	0,9	-0,1
C21 Pharmazie	0,0	-0,1	0,3	0,3
C22 Gummi, Kunststoffe	-0,1	-0,8	-0,7	-0,7
C23 Glas, Keramik, Steine u. Erden	0,1	0,4	1,7	1,6
C24 Metallerzeugung	-0,0	-0,1	0,9	0,7
C25 Metallerzeugnisse	0,1	0,1	1,0	0,9
C26 EDV-, elektronische u. optische Geräte	0,0	-0,4	0,1	0,1
C27 elektrische Ausrüstungen	0,1	0,4	0,5	0,2
C28 Maschinenbau	0,2	1,0	1,5	1,6
C29 Kraftwagen/-teile	-0,0	0,7	1,2	0,6
C30 sonstiger Fahrzeugbau	0,0	0,3	0,5	0,5
C31–C33 Sonst. verarb. Gewerbe	0,1	0,4	0,8	0,6
D–E Energie, Wasser, Abfall	5,0	19,7	16,8	9,7
D Energieversorgung	5,0	20,0	16,5	9,4
E Wasserversorgung, Abwasser u. Abfall	0,0	-0,2	0,3	0,4
F Baugewerbe	1,4	3,9	6,5	5,2
G–U Dienstleistungen	4,0	4,3	27,5	25,9
G–I Handel, Verkehr, Gastgewerbe	-0,3	-2,9	0,5	-0,8
G Handel, Reparatur v. Kraftfahrzeugen	-0,6	-2,5	-2,2	-2,9
H Verkehr und Lagerei	0,3	0,3	2,3	1,6
I Gastgewerbe, Beherbergung	0,0	-0,7	0,4	0,6
J Information, Kommunikation	0,4	2,0	4,2	3,6
K Finanz-/Versicherungsdienstleistungen	0,3	-0,3	1,9	2,3
L Grundstücks-/Wohnungswesen	1,2	1,0	7,4	8,7
M–N unternehmensnahe Dienstleistungen	1,0	3,2	6,6	5,2
O–Q Staat, Gesundheits-/Sozialwesen	1,0	1,2	4,9	4,6
O Öffentl. Verwaltung, Sozialversicherung	0,8	2,4	2,9	1,9
P Erziehung, Unterricht	-0,0	-0,6	-0,2	-0,1
Q Gesundheits-/Sozialwesen	0,3	-0,6	2,2	2,8
R–U Private Haushalte, sonst. Dienstleistungen	0,3	-0,0	1,9	2,3
<b>Insgesamt – Alle NACE-Wirtschaftszweige</b>	<b>10,6</b>	<b>27,5</b>	<b>59,4</b>	<b>46,0</b>

Quelle: BDI Klimapfade | © Prognos AG 2018

Tabelle 5: Erwerbstätige nach Wirtschaftsbereichen im Referenzszenario

Tsd. Personen

	2020	2030	2040	2050
A Land-/Forstwirtschaft, Fischerei	626	552	491	443
B–E Industrie (ohne Baugewerbe)	8.177	7.820	7.308	6.783
B Bergbau	54	43	35	28
C Verarbeitendes Gewerbe	7.610	7.305	6.843	6.360
C10–C12 Nahrungsmittel, Getränke, Tabak	911	830	767	724
C13–C15 Textilien, Bekleidung, Leder	152	137	126	117
C16–C18 Holz, Papier, Druck	455	434	405	373
C19 Kokerei, Mineralölverarbeitung	14	10	7	6
C20 Chemie	366	362	346	326
C21 Pharmazie	135	135	131	124
C22 Gummi, Kunststoffe	440	425	398	368
C23 Glas, Keramik, Steine u. Erden	241	228	206	179
C24 Metallerzeugung	268	246	218	192
C25 Metallerzeugnisse	900	869	810	741
C26 EDV-, elektronische u. optische Geräte	358	363	352	331
C27 elektrische Ausrüstungen	525	514	483	448
C28 Maschinenbau	1.177	1.160	1.104	1.041
C29 Kraftwagen/-teile	878	846	795	743
C30 sonstiger Fahrzeugbau	138	137	131	122
C31–C33 Sonst. verarb. Gewerbe	651	608	565	525
D–E Energie, Wasser, Abfall	513	472	430	394
D Energieversorgung	246	219	193	171
E Wasserversorgung, Abwasser u. Abfall	267	253	238	223
F Baugewerbe	2.376	2.346	2.157	1.843
G–U Dienstleistungen	31.721	30.236	28.775	27.406
G–I Handel, Verkehr, Gastgewerbe	9.932	9.559	9.131	8.676
G Handel, Reparatur v. Kraftfahrzeugen	5.941	5.679	5.373	5.059
H Verkehr und Lagerei	2.139	2.060	1.961	1.854
I Gastgewerbe, Beherbergung	1.852	1.821	1.797	1.762
J Information, Kommunikation	1.267	1.250	1.209	1.154
K Finanz-/Versicherungsdienstleistungen	1.205	1.161	1.109	1.052
L Grundstücks-/Wohnungswesen	465	444	425	403
M–N unternehmensnahe Dienstleistungen	5.729	5.618	5.386	5.093
O–Q Staat, Gesundheits-/Sozialwesen	10.216	9.475	8.920	8.541
O Öffentl. Verwaltung, Sozialversicherung	2.500	2.285	2.109	1.991
P Erziehung, Unterricht	2.358	2.152	1.995	1.894
Q Gesundheits-/Sozialwesen	5.358	5.037	4.816	4.657
R–U Private Haushalte, sonst. Dienstleistungen	2.908	2.730	2.595	2.486
<b>Insgesamt – Alle NACE-Wirtschaftszweige</b>	<b>42.901</b>	<b>40.954</b>	<b>38.731</b>	<b>36.474</b>

Quelle: BDI Klimapfade | © Prognos AG 2018

**Tabelle 6: Abweichung der Erwerbstätigen nach Wirtschaftsbereichen im Szenario N80 gegenüber dem Referenzszenario, Tsd. Personen**

	2020	2030	2040	2050
A Land-/Forstwirtschaft, Fischerei	-0,6	-3,5	0,1	1,0
B–E Industrie (ohne Baugewerbe)	10,9	4,8	-6,4	-5,2
B Bergbau	-1,5	-2,5	-2,7	-2,2
C Verarbeitendes Gewerbe	4,9	-12,0	-11,8	-6,1
C10–C12 Nahrungsmittel, Getränke, Tabak	-0,7	-5,1	-0,7	0,6
C13–C15 Textilien, Bekleidung, Leder	-0,3	-1,7	-0,2	0,3
C16–C18 Holz, Papier, Druck	0,1	-2,1	-0,8	-0,1
C19 Kokerei, Mineralölverarbeitung	-0,1	-0,3	-0,9	-1,1
C20 Chemie	-0,3	-1,9	0,2	1,4
C21 Pharmazie	-0,1	-0,4	-0,2	-0,1
C22 Gummi, Kunststoffe	-0,5	-3,0	-3,7	-3,4
C23 Glas, Keramik, Steine u. Erden	0,5	-0,6	0,5	1,0
C24 Metallerzeugung	-0,1	-2,1	-1,2	-0,7
C25 Metallerzeugnisse	1,3	0,0	-0,9	-0,5
C26 EDV-, elektronische u. optische Geräte	0,1	-1,1	-0,9	-0,5
C27 elektrische Ausrüstungen	0,9	0,8	-0,9	-1,2
C28 Maschinenbau	2,8	2,3	-2,3	-1,3
C29 Kraftwagen/-teile	-0,2	1,6	-0,5	-1,5
C30 sonstiger Fahrzeugbau	0,2	0,4	0,1	0,1
C31–C33 Sonst. verarb. Gewerbe	1,4	1,1	0,6	1,0
D–E Energie, Wasser, Abfall	7,5	19,4	8,2	3,1
D Energieversorgung	7,5	20,2	8,3	3,0
E Wasserversorgung, Abwasser u. Abfall	-0,0	-0,8	-0,2	0,1
F Baugewerbe	15,6	32,1	31,4	33,8
G–U Dienstleistungen	22,8	-19,6	-14,4	6,2
G–I Handel, Verkehr, Gastgewerbe	5,5	-21,0	-21,5	-9,4
G Handel, Reparatur v. Kraftfahrzeugen	5,1	-8,2	-27,0	-24,0
H Verkehr und Lagerei	1,6	-1,0	4,6	8,4
I Gastgewerbe, Beherbergung	-1,2	-11,8	0,9	6,2
J Information, Kommunikation	4,1	4,9	2,5	3,5
K Finanz-/Versicherungsdienstleistungen	0,5	-2,3	0,8	2,0
L Grundstücks-/Wohnungswesen	-0,1	-2,8	-3,1	-4,4
M–N unternehmensnahe Dienstleistungen	11,5	13,3	7,0	8,6
O–Q Staat, Gesundheits-/Sozialwesen	0,6	-7,5	-4,6	-1,8
O Öffentl. Verwaltung, Sozialversicherung	3,0	7,5	1,2	-1,6
P Erziehung, Unterricht	-0,9	-4,0	-7,6	-7,8
Q Gesundheits-/Sozialwesen	-1,5	-11,0	1,9	7,7
R–U Private Haushalte, sonst. Dienstleistungen	0,8	-4,2	4,4	7,6
<b>Insgesamt – Alle NACE-Wirtschaftszweige</b>	<b>48,7</b>	<b>13,8</b>	<b>10,7</b>	<b>35,7</b>

Quelle: BDI Klimapfade | © Prognos AG 2018

**Tabelle 7: Abweichung der Erwerbstätigen nach Wirtschaftsbereichen im Szenario G80 gegenüber dem Referenzszenario, Tsd. Personen**

	2020	2030	2040	2050
A Land-/Forstwirtschaft, Fischerei	-0,9	-4,5	-2,1	-1,5
B–E Industrie (ohne Baugewerbe)	10,6	9,1	9,8	17,0
B Bergbau	-1,1	-1,7	-2,1	-1,9
C Verarbeitendes Gewerbe	3,8	-11,0	1,9	13,1
C10–C12 Nahrungsmittel, Getränke, Tabak	-1,4	-7,0	-4,4	-3,3
C13–C15 Textilien, Bekleidung, Leder	-0,5	-2,2	-1,1	-0,5
C16–C18 Holz, Papier, Druck	-0,1	-2,8	-1,7	-0,9
C19 Kokerei, Mineralölverarbeitung	-0,1	-0,1	-0,5	-0,7
C20 Chemie	-0,5	-2,0	0,0	0,9
C21 Pharmazie	-0,1	-0,4	-0,3	-0,3
C22 Gummi, Kunststoffe	-0,5	-2,8	-2,5	-1,8
C23 Glas, Keramik, Steine u. Erden	0,5	2,9	7,8	9,5
C24 Metallerzeugung	-0,2	-0,6	3,2	5,2
C25 Metallerzeugnisse	1,3	0,5	1,9	3,6
C26 EDV-, elektronische u. optische Geräte	0,0	-1,4	-1,5	-1,3
C27 elektrische Ausrüstungen	0,9	0,9	-0,9	-1,3
C28 Maschinenbau	2,7	3,5	0,6	2,4
C29 Kraftwagen/-teile	0,2	-1,0	0,5	0,2
C30 sonstiger Fahrzeugbau	0,2	0,5	0,9	1,1
C31–C33 Sonst. verarb. Gewerbe	1,3	0,9	-0,1	0,2
D–E Energie, Wasser, Abfall	7,9	21,8	10,0	5,9
D Energieversorgung	8,0	22,7	10,4	6,0
E Wasserversorgung, Abwasser u. Abfall	-0,1	-0,8	-0,3	-0,1
F Baugewerbe	15,4	30,5	26,3	29,6
G–U Dienstleistungen	17,3	-24,3	-28,0	-3,1
G–I Handel, Verkehr, Gastgewerbe	3,6	-21,0	-17,1	-0,6
G Handel, Reparatur v. Kraftfahrzeugen	4,7	-4,3	-11,5	-1,8
H Verkehr und Lagerei	1,1	-1,9	1,6	4,0
I Gastgewerbe, Beherbergung	-2,2	-14,8	-7,2	-2,8
J Information, Kommunikation	3,9	4,6	1,6	2,6
K Finanz-/Versicherungsdienstleistungen	0,1	-3,1	-1,7	-0,7
L Grundstücks-/Wohnungswesen	-0,3	-3,2	-4,3	-5,6
M–N unternehmensnahe Dienstleistungen	10,9	13,3	7,3	10,6
O–Q Staat, Gesundheits-/Sozialwesen	-0,7	-8,5	-11,2	-9,3
O Öffentl. Verwaltung, Sozialversicherung	3,1	8,5	1,5	-1,5
P Erziehung, Unterricht	-1,1	-3,0	-5,0	-4,3
Q Gesundheits-/Sozialwesen	-2,7	-13,9	-7,7	-3,5
R–U Private Haushalte, sonst. Dienstleistungen	-0,2	-6,3	-2,6	-0,1
<b>Insgesamt – Alle NACE-Wirtschaftszweige</b>	<b>42,5</b>	<b>10,8</b>	<b>6,1</b>	<b>42,0</b>

Quelle: BDI Klimapfade | © Prognos AG 2018

**Tabelle 8: Abweichung der Erwerbstätigen nach Wirtschaftsbereichen im Szenario G95 gegenüber dem Referenzszenario, Tsd. Personen**

	2020	2030	2040	2050
A Land-/Forstwirtschaft, Fischerei	-1,1	-6,2	-1,7	-2,2
B–E Industrie (ohne Baugewerbe)	4,0	29,1	30,6	-0,7
B Bergbau	-1,9	-3,0	-2,6	-2,5
C Verarbeitendes Gewerbe	-9,6	-15,5	0,7	-15,2
C10–C12 Nahrungsmittel, Getränke, Tabak	-1,2	-7,3	-1,2	-3,5
C13–C15 Textilien, Bekleidung, Leder	-0,7	-2,9	-0,9	-1,1
C16–C18 Holz, Papier, Druck	-0,8	-3,9	-1,2	-2,7
C19 Kokerei, Mineralölverarbeitung	-0,4	-1,0	-1,7	-1,6
C20 Chemie	-0,6	-2,7	0,1	-3,2
C21 Pharmazie	-0,1	-0,5	-0,3	-0,3
C22 Gummi, Kunststoffe	-2,3	-7,2	-7,2	-6,8
C23 Glas, Keramik, Steine u. Erden	0,3	2,7	8,9	7,4
C24 Metallerzeugung	-0,9	-1,8	1,3	-0,3
C25 Metallerzeugnisse	-0,7	-0,3	2,1	0,9
C26 EDV-, elektronische u. optische Geräte	-0,5	-2,2	-1,9	-1,9
C27 elektrische Ausrüstungen	0,2	1,6	-0,5	-2,0
C28 Maschinenbau	-0,1	4,9	1,0	1,3
C29 Kraftwagen/-teile	-1,6	1,4	-1,7	-3,2
C30 sonstiger Fahrzeugbau	-0,1	1,0	1,1	0,9
C31–C33 Sonst. verarb. Gewerbe	-0,1	2,7	2,7	1,0
D–E Energie, Wasser, Abfall	15,6	47,6	32,5	16,9
D Energieversorgung	15,9	48,8	32,8	17,0
E Wasserversorgung, Abwasser u. Abfall	-0,3	-1,2	-0,2	-0,1
F Baugewerbe	16,6	42,4	51,8	39,4
G–U Dienstleistungen	-19,5	-44,4	-14,4	-21,6
G–I Handel, Verkehr, Gastgewerbe	-19,7	-56,1	-44,8	-45,2
G Handel, Reparatur v. Kraftfahrzeugen	-17,2	-35,2	-47,1	-46,2
H Verkehr und Lagerei	-0,1	-1,3	5,4	0,5
I Gastgewerbe, Beherbergung	-2,4	-19,6	-3,2	0,5
J Information, Kommunikation	0,1	9,1	8,6	5,2
K Finanz-/Versicherungsdienstleistungen	0,1	-2,8	1,5	2,8
L Grundstücks-/Wohnungswesen	-0,2	-3,0	-2,8	-4,1
M–N unternehmensnahe Dienstleistungen	3,8	20,9	21,8	11,8
O–Q Staat, Gesundheits-/Sozialwesen	-3,9	-8,7	-5,6	-2,6
O Öffentl. Verwaltung, Sozialversicherung	4,6	18,0	8,3	1,0
P Erziehung, Unterricht	-4,6	-9,9	-14,0	-12,4
Q Gesundheits-/Sozialwesen	-3,9	-16,9	0,1	8,8
R–U Private Haushalte, sonst. Dienstleistungen	0,3	-3,7	6,9	10,6
<b>Insgesamt – Alle NACE-Wirtschaftszweige</b>	<b>-0,0</b>	<b>20,9</b>	<b>66,2</b>	<b>14,9</b>

Quelle: BDI Klimapfade | © Prognos AG 2018

**Stiftung Arbeit und Umwelt  
der Industriegewerkschaft Bergbau, Chemie, Energie**

Inselstraße 6  
10179 Berlin  
Telefon +49 30 2787 1325

Königsworther Platz 6  
30167 Hannover  
Telefon +49 511 7631 472

E-Mail: [arbeit-umwelt@igbce.de](mailto:arbeit-umwelt@igbce.de)  
Internet: [www.arbeit-umwelt.de](http://www.arbeit-umwelt.de)

