

CLIMATE CHANGE

27/2019

# Klimaschutz und Kohleausstieg: Politische Strategien und Maßnahmen bis 2030 und darüber hinaus

Abschlussbericht



CLIMATE CHANGE 27/2019

Umweltforschungsplan des  
Bundesministeriums für Umwelt,  
Naturschutz und nukleare Sicherheit

Forschungskennzahl 3716 41 1210  
UBA-FB FB000111

## **Klimaschutz und Kohleausstieg: Politische Strategien und Maßnahmen bis 2030 und darüber hinaus**

Abschlussbericht

von

Pao-Yu Oei, Casimir Lorenz, Sophie Schmalz, Hanna Brauers, Philipp Herpich,  
Christian von Hirschhausen, Claudia Kemfert  
DIW Berlin, Berlin

Barbara Dröschel, Jan Hildebrand, Juri Horst, Uwe Klann, Patrick Matschoss,  
Michael Porzig, Irina Rau, Bernhard Wern  
IZES, Saarbrücken

Hans-Ulrich Brautzsch, Gerhard Heimpold, Katja Heinisch, Oliver Holtemöller,  
Christoph Schult  
IWH, Halle

Hauke Hermann, Dirk Heyen, Katja Schumacher  
Öko-Institut, Berlin

Cornelia Ziehm  
Rechtsanwältin, Berlin

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

# Impressum

**Herausgeber:**

Umweltbundesamt  
Wörlitzer Platz 1  
06844 Dessau-Roßlau  
Tel: +49 340-2103-0  
Fax: +49 340-2103-2285  
buergerservice@uba.de  
Internet: www.umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt

**Durchführung der Studie:**

Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW Berlin)  
Mohrenstraße 58  
10117 Berlin

**Abschlussdatum:**

April 2018

**Fachliche Begleitung:**

Fachgebiet I 1.4 Wirtschafts- und sozialwissenschaftliche Umweltfragen,  
nachhaltiger Konsum  
Dr. Benjamin Lünenbürger

Fachgebiet V 1.2 Energiestrategien und –szenarien  
David Pfeiffer

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

ISSN 1862-4359

Dessau-Roßlau, Juli 2019

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

## Kurzbeschreibung

Die vorliegende Studie untersucht die ökonomischen Auswirkungen eines durch die Klimaziele der Bundesregierung induzierten Kohleausstiegs in Deutschland. Der Fokus liegt hierbei auf der Braunkohlenwirtschaft - insbesondere in den Braunkohleregionen. Diese werden in einem ersten Schritt räumlich abgegrenzt und beschrieben. Für die weitere Untersuchung bilden energiewirtschaftliche Modellierungen die Grundlage. Diese liefern Ausstiegspfade für die Kohlenutzung, welche sich in den gewählten Kriterien (spezifische Emissionen oder Kraftwerksalter) für die Abschaltungsreihenfolge der Kraftwerke unterscheiden. Darauf aufbauend werden mit Hilfe eines Input-Output-Modells und eines regionalwirtschaftlichen Modells die ökonomischen Effekte des Kohleausstiegs sowohl in den Braunkohleregionen als auch im übrigen Deutschland untersucht. Die Modelle zeigen, dass bei einem frühzeitigen Ausstieg die negativen Effekte des Strukturwandels früher zu Tage treten. Dafür können in diesem Fall jedoch Erholungseffekte laut regionalwirtschaftlichem Modell stärker den negativen Effekten entgegenwirken.

Die Studie untersucht die wirtschaftlichen Chancen in den Braunkohleregionen. Diese bestehen im Grundsatz in einem breiten Spektrum wirtschaftlicher Aktivitäten. Die durchgeführten, exemplarischen Untersuchungen zeigen für alle Braunkohleregionen bedeutende Beschäftigungspotenziale auf. Bereits die aufgezeigten potenziellen Arbeitsplätze in den Bereichen Erneuerbare Energien und Gebäudesanierung können dem Stellenabbau im Zuge des untersuchten Strukturwandels durch den Kohleausstieg entgegenwirken. Abschließend werden flankierende politische Instrumente beschrieben, die die Regionen bei dem bevorstehenden Strukturwandel nutzen und unterstützen können.

## Abstract

The present study examines the socio-economic consequences of a climate policy-driven coal phase-out in Germany. A focus lies on the lignite industry – especially in the lignite regions. In a first step, the regions are spatially defined and described. Additional analysis is based on energy economic modeling. The model examines phase-out scenarios, which differ in the chosen criteria for the order of power plant closure (specific emissions or plant age). An input-output-model and a regional macroeconomic model build up on these phase-out pathways and examine the socio economic effects of the phase-out in the lignite regions as well as in the rest of Germany. The combination of both models offers the advantage to consider the phase-out from different perspective and hence derive different and more robust effects. The models show, on the one hand, that in an early phase-out the negative effects of structural change are visible earlier. On the other hand, recuperative effects can counteract the negative consequences according to the regional economic model.

Furthermore, the structural change creates economic opportunities. Those opportunities are primarily diversified economic activities. Case studies show significant employment potentials for the lignite regions. New jobs in renewable energies and energetic optimization of buildings can already counteract the negative employment effects associated with the investigated structural change. The study concludes, describing accompanying political instruments that can support the regions on their way to master the challenges of the up-coming structural change.

## Inhaltsverzeichnis

|  |    |
|--|----|
| Inhaltsverzeichnis .....   | 5  |
| Abbildungsverzeichnis .....  | 9  |
| Tabellenverzeichnis .....  | 14 |
| Abkürzungsverzeichnis .....  | 19 |
| Zusammenfassung.....   | 22 |
| Summary.....   | 41 |
| 1 Einleitung .....   | 57 |
| 2 Kohleregionen in Deutschland.....  | 59 |
| 2.1 Steinkohlebergbau.....   | 59 |
| 2.2 Braunkohleregionen .....   | 60 |
| 2.2.1 Rheinische Braunkohleregion .....  | 61 |
| 2.2.2 Lausitzer Braunkohleregion .....   | 62 |
| 2.2.3 Mitteldeutsche Braunkohleregion .....  | 64 |
| 2.2.4 Helmstedter Braunkohleregion.....  | 65 |
| 2.2.5 Allgemeine Informationen zu den Braunkohleregionen.....                            | 65 |
| 2.3 Kraftwerke und Tagebaue in den Braunkohleregionen.....                               | 65 |
| 2.3.1 Rheinische Braunkohleregion .....  | 65 |
| 2.3.2 Lausitzer Braunkohleregion .....   | 67 |
| 2.3.3 Mitteldeutsche Braunkohleregion .....  | 69 |
| 2.3.4 KWK-Wärmeproduktion und Braunkohleveredelung.....                                  | 71 |
| 2.4 Beschäftigungssituation in den Braunkohleregionen.....                               | 71 |
| 2.4.1 Beschäftigung in der Braunkohlenwirtschaft.....                                    | 71 |
| 2.4.2 Qualifikations- und Altersstruktur in der Braunkohlenwirtschaft .....              | 74 |
| 2.4.3 Arbeitsmarktsituation in den Braunkohleregionen und betroffenen Bundesländern..... | 77 |
| 2.5 Bruttowertschöpfung in den Braunkohleregionen.....                                   | 81 |
| 2.5.1 Bruttowertschöpfung Rheinland.....   | 83 |
| 2.5.2 Bruttowertschöpfung Lausitz .....  | 85 |
| 2.5.3 Bruttowertschöpfung Mitteldeutschland .....  | 86 |
| 2.5.4 Bruttoinlandsprodukt in den Regionen.....  | 87 |
| 2.6 Weitere Indikatoren in den Regionen .....  | 88 |
| 2.7 Kernergebnisse .....   | 89 |
| 3 Optionen für die Regionalisierung des Kohleausstiegs .....                             | 93 |
| 3.1 Überblick.....   | 93 |

|       |   |     |
|-------|---|-----|
| 3.2   | Szenarien und Annahmen.....   | 94  |
| 3.2.1 | Referenzentwicklung.....  | 94  |
| 3.2.2 | Ausstiegsszenarien.....   | 94  |
| 3.3   | Braunkohlebedarf und Tagebauvorräte.....  | 97  |
| 3.3.1 | Brennstoffeinsätze.....   | 97  |
| 3.3.2 | Braunkohleförderung.....  | 98  |
| 3.3.3 | Braunkohlevorräte.....  | 100 |
| 3.4   | Kernergebnisse.....   | 101 |
| 4     | Analyse der makroökonomischen und regionalwirtschaftlichen Effekte des Braunkohleausstiegs.....                     | 102 |
| 4.1   | Kopplung der energiewirtschaftlichen Betrachtung und der ökonomischen Modellierung.....                             | 103 |
| 4.2   | Null-Szenario.....  | 105 |
| 4.3   | Analyse der sektoralen Effekte mit dem Input-Output-Modell.....   | 107 |
| 4.3.1 | Das Input-Output-Modell zur Berechnung der Effekte des Ausstiegs aus der Braunkohleförderung.....                   | 108 |
| 4.3.2 | Daten und Annahmen.....   | 109 |
| 4.3.3 | Exkurs: Zur Berechnung direkter, indirekter und einkommensinduzierter Effekte.....                                  | 111 |
| 4.3.4 | Ergebnisse.....   | 112 |
| 4.3.5 | Diskussion der Ergebnisse.....  | 116 |
| 4.4   | Analyse der regionalen Effekte der Braunkohlenutzung mit dem regionalwirtschaftlichen makroökonomischen Modell..... | 117 |
| 4.4.1 | Das regionalwirtschaftliche makroökonomische Modell.....  | 118 |
| 4.4.2 | Daten und Kalibrierung des Modells.....   | 122 |
| 4.4.3 | Ergebnisse.....   | 124 |
| 4.4.4 | Diskussion der Ergebnisse.....  | 130 |
| 4.5   | Kernergebnisse.....   | 134 |
| 5     | Wirtschaftliche Chancen für die besonders vom Kohleausstieg betroffenen Regionen.....                               | 140 |
| 5.1   | Branchenentwicklungen innerhalb der betroffenen Regionen.....   | 140 |
| 5.2   | Chancen für unmittelbar Betroffene eines Kohleausstiegs.....  | 144 |
| 5.3   | Chancen durch die Energiewende.....   | 147 |
| 5.3.1 | Sanierung der Tagebaue und Rückbau der Kraftwerke.....  | 148 |
| 5.3.2 | Ausbau und Betrieb von EE-Anlagen.....  | 154 |
| 5.3.3 | Energetische Gebäudesanierung.....  | 159 |
| 5.4   | Kernergebnisse.....   | 162 |
| 6     | Optionen für flankierende politische Strategien und Instrumente.....  | 165 |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 6.1   | Erfahrungen bei der ostdeutschen Braunkohle nach der Wiedervereinigung und aus dem Strukturwandel im Steinkohlebergbau ..... | 165 |
| 6.1.1 | Erfahrungen in den Braunkohlerevieren in Ostdeutschland .....  | 165 |
| 6.1.2 | Ausstieg aus dem Steinkohlebergbau im Ruhrgebiet .....   | 168 |
| 6.2   | Überblick zu Instrumenten .....  | 171 |
| 6.2.1 | Regionalpolitische Instrumente .....   | 171 |
| 6.2.2 | Arbeitsmarktpolitische Instrumente .....   | 174 |
| 6.2.3 | Instrumente auf Basis von Bundes- und Landesgesetzen zur Förderung der Energiewende .....                                    | 175 |
| 6.2.4 | Erste Einschätzung zu benötigten Instrumenten .....  | 176 |
| 6.3   | Bestehende Aktivitäten und eingesetzte Instrumente zur Begleitung des Strukturwandels in den Regionen.....                   | 176 |
| 6.3.1 | Nordrhein-Westfalen .....  | 179 |
| 6.3.2 | Sachsen.....   | 182 |
| 6.3.3 | Sachsen-Anhalt.....  | 187 |
| 6.3.4 | Brandenburg.....   | 189 |
| 6.3.5 | Länderübergreifende Zusammenarbeit in den Braunkohleregionen .....   | 191 |
| 6.4   | Bausteine einer regionalen Strukturpolitik zur Bewältigung des Braunkohleausstiegs.....                                      | 194 |
| 6.4.1 | Lausitzer Region .....   | 195 |
| 6.4.2 | Rheinische Region .....  | 196 |
| 6.4.3 | Mitteldeutsche Region .....  | 198 |
| 6.4.4 | Übergreifende Instrumente .....  | 199 |
| 6.5   | Kernergebnisse .....   | 202 |
| 7     | Quellenverzeichnis.....  | 207 |
| 8     | Datenanhang .....  | 217 |
| 8.1   | Abbildungen.....   | 217 |
| 8.2   | Tabellen .....   | 239 |
| 8.3   | Wirtschaftliche Indikatoren in den Regionen .....  | 290 |
| 8.3.1 | Investitionskraft öffentlicher Haushalte .....   | 290 |
| 8.3.2 | Forschungs- und Entwicklungskompetenzen.....   | 290 |
| 8.3.3 | Infrastrukturen & soziale Dienstleistungen .....   | 297 |
| 8.4   | Wirtschaftliche Perspektiven der stofflichen Braunkohlenutzung.....  | 299 |
| 8.5   | Rechtliche Grundlagen eines Kohleausstiegs in Deutschland .....  | 303 |
| 8.6   | Anpassung der Landesplanung und Flächennutzungsplanung an die Erfordernisse eines Strukturwandels .....                      | 310 |



## Abbildungsverzeichnis

|                 |  |    |
|-----------------|--|----|
| Abbildung 1-1:  | Struktur und Zielstellung des vorliegenden Berichts.....   | 22 |
| Abbildung 1-2:  | Abgrenzung der Braunkohlenreviere und der Braunkohleregionen ..  | 23 |
| Abbildung 1-3:  | Vergleich Input-Output-Modell mit regionalwirtschaftlichem makroökonomischen Modell.....   | 27 |
| Abbildung 1-4:  | Direkte, indirekte und einkommensinduzierte klimapolitische Beschäftigungseffekte für das jeweilige Jahr einer reduzierten Braunkohleförderung im Vergleich zum Referenzpfad (IOM) (Produktivitätsannahme: Fortschreibung) ..... | 29 |
| Abbildung 1-5:  | Direkte, indirekte und einkommensinduzierte klimapolitische Beschäftigungseffekte für das jeweilige Jahr einer reduzierten Braunkohleförderung und Verstromung im Vergleich zum Referenzpfad (RWM) .....                         | 31 |
| Abbildung 1-6:  | Geschätzte direkte und indirekte Bruttobeschäftigungseffekte durch die Energiewende im Strom- und Wärmesektor in den drei Braunkohleregionen .....   | 34 |
| Abbildung 1-7:  | Geschätzte zusätzliche Beschäftigungseffekte durch energetische Gebäudesanierung in den drei Braunkohleregionen .....  | 35 |
| Abbildung 1-8:  | Optionen für flankierende politische Instrumente und Strategien für einen aktiven Strukturwandel .....   | 37 |
| Abbildung 2-1:  | Förderung von Braunkohle in Deutschland nach Revier .....  | 60 |
| Abbildung 2-2:  | Abgrenzung des Rheinischen Braunkohlenreviers und der Braunkohleregion .....   | 62 |
| Abbildung 2-3:  | Abgrenzung des Lausitzer Braunkohlenreviers und der Braunkohleregion .....   | 63 |
| Abbildung 2-4:  | Abgrenzung des Mitteldeutschen Braunkohlenreviers und der Braunkohleregion .....   | 64 |
| Abbildung 2-5:  | Rheinisches Revier .....   | 66 |
| Abbildung 2-6:  | Lausitzer Revier.....  | 68 |
| Abbildung 2-7:  | Mitteldeutsches Revier.....  | 70 |
| Abbildung 2-8:  | Anforderungsniveaus an die Beschäftigten im Braunkohletagebau ..   | 75 |
| Abbildung 2-9:  | Berufsabschlüsse der Beschäftigten im Braunkohletagebau .....  | 76 |
| Abbildung 2-10: | Altersstruktur der Beschäftigten im Braunkohlebergbau in Prozent im Jahr 2014.....   | 76 |
| Abbildung 2-11: | Berufsbereiche im Braunkohlebergbau.....   | 77 |
| Abbildung 2-12: | Entwicklung der Arbeitslosenquoten in den Regionen zwischen 2002 und 2014.....   | 78 |
| Abbildung 2-13: | Bruttowertschöpfung in jeweiligen Preisen im Produzierenden Gewerbe in der Braunkohleregion Rheinland .....  | 84 |

|                 |   |     |
|-----------------|---|-----|
| Abbildung 2-14: | Bruttowertschöpfung in jeweiligen Preisen im Produzierenden Gewerbe in der Braunkohleregion Lausitz .....   | 86  |
| Abbildung 2-15: | Bruttowertschöpfung in jeweiligen Preisen im Produzierenden Gewerbe in der Braunkohleregion Mitteldeutschland.....  | 87  |
| Abbildung 2-16: | Abgrenzung der Braunkohlenreviere und der Braunkohleregionen ..   | 90  |
| Abbildung 3-1:  | Installierte Leistungen der Braunkohlekraftwerke in den Ausstiegspfaden.....  | 95  |
| Abbildung 3-2:  | Brennstoffeinsätze der Braunkohlekraftwerke nach Szenario und Region .....  | 98  |
| Abbildung 3-3:  | Braunkohleförderung nach Szenario und Region.....   | 99  |
| Abbildung 3-4:  | Braunkohlevorräte nach Szenario und Region .....  | 100 |
| Abbildung 4-1:  | Schema der Modellkopplung.....  | 105 |
| Abbildung 4-2:  | Erwerbspersonen Deutschland.....  | 106 |
| Abbildung 4-3:  | Grundstruktur des IOM-Modells .....   | 109 |
| Abbildung 4-4:  | Annahme über Entwicklung der Bruttoproduktion der Braunkohleförderung .....   | 111 |
| Abbildung 4-5:  | Differenz der phasenübergreifenden totalen Effekte für das jeweilige Jahr gegenüber dem Referenzpfad .....  | 113 |
| Abbildung 4-6:  | Direkte, indirekte und einkommensinduzierte Beschäftigungseffekte bei sofortigem Eintreten der Braunkohleförderung wie im Jahr 2040 im Vergleich zum Jahr 2014 (Produktivitätsannahme: Konstanz) .... | 116 |
| Abbildung 4-7:  | Struktur des regionalwirtschaftlichen makroökonomischen Modells .....   | 118 |
| Abbildung 4-8:  | Konsum im regionalwirtschaftlichen makroökonomischen Modell.  | 119 |
| Abbildung 4-9:  | Arbeitsmarkt im regionalwirtschaftlichen makroökonomischen Modell.....  | 121 |
| Abbildung 4-10: | Beschäftigungseffekte für das jeweilige Jahr des RWM im Referenzpfad (nur bis Juni 2016 beschlossene klimapolitische Maßnahmen) im Vergleich zum Null-Szenario .....                                  | 126 |
| Abbildung 4-11: | Direkte klimapolitische Beschäftigungseffekte für das jeweilige Jahr des RWM im Vergleich zum Referenzpfad .....  | 127 |
| Abbildung 4-12: | Regionale klimapolitische totale phasenübergreifende Beschäftigungseffekte für das jeweilige Jahr im Vergleich zum Referenzpfad des RWM .....   | 129 |
| Abbildung 4-13: | Veränderung der totalen Erwerbstätigenzahlen in Deutschland für das Jahr 2020 in den Pfaden im Vergleich zu 2014 im RWM .....   | 131 |
| Abbildung 4-14: | Veränderung der totalen Erwerbstätigenzahlen in Deutschland für das Jahr 2040 in den Pfaden im Vergleich zu 2014 im RWM .....   | 132 |
| Abbildung 4-15: | Direkte, indirekte und einkommensinduzierte klimapolitische Beschäftigungseffekte für das jeweilige Jahr einer reduzierten Braunkohleförderung im Vergleich zum Referenzpfad (IOM).....               | 135 |

|                 |  |     |
|-----------------|--|-----|
| Abbildung 4-16: | Direkte, indirekte und einkommensinduzierte klimapolitische Beschäftigungseffekte für das jeweilige Jahr einer reduzierten Braunkohleförderung und Verstromung im Vergleich zum Referenzpfad (RWM) ..... | 137 |
| Abbildung 6-1:  | Beschäftigungsabbau im Braunkohletagebau in Ostdeutschland zwischen 1990 und 2008 .....  | 166 |
| Abbildung 8-1:  | Prozentuale Aufteilung der Erwerbstätigen in der Braunkohleregion Rheinland nach Sektoren für das Jahr 2014 .....  | 217 |
| Abbildung 8-2:  | Anzahl der Erwerbstätigen im Produzierenden Gewerbe in der Braunkohleregion Rheinland nach Sektoren .....  | 218 |
| Abbildung 8-3:  | Anzahl der Erwerbstätigen in der Braunkohleregion Rheinland nach Sektoren.....   | 219 |
| Abbildung 8-4:  | Prozentualer Anteil des nominalen Arbeitnehmerentgelts nach Sektoren in der Braunkohleregion Rheinland .....   | 219 |
| Abbildung 8-5:  | Entwicklung des nominalen Arbeitnehmerentgelts in der Braunkohleregion Rheinland für den Zeitraum.....   | 220 |
| Abbildung 8-6:  | Prozentuale Aufteilung der Erwerbstätigen in der Braunkohleregion Lausitz nach Sektoren .....  | 221 |
| Abbildung 8-7:  | Anzahl der Erwerbstätigen im Produzierenden Gewerbe in der Braunkohleregion Lausitz nach Sektoren .....  | 222 |
| Abbildung 8-8:  | Anzahl der Erwerbstätigen in der Braunkohleregion Lausitz nach Sektoren.....   | 223 |
| Abbildung 8-9:  | Prozentualer Anteil des nominalen Arbeitnehmerentgelts nach Sektoren in der Braunkohleregion Lausitz.....  | 223 |
| Abbildung 8-10: | Entwicklung des nominalen Arbeitnehmerentgelts in der Braunkohleregion Lausitz .....   | 224 |
| Abbildung 8-11: | Prozentuale Aufteilung der Erwerbstätigen in der Braunkohleregion Mitteldeutschland nach Sektoren .....  | 225 |
| Abbildung 8-12: | Anzahl der Erwerbstätigen im Produzierenden Gewerbe in der Braunkohleregion Mitteldeutschland nach Sektoren .....  | 226 |
| Abbildung 8-13: | Anzahl der Erwerbstätigen in der Braunkohleregion Mitteldeutschland nach Sektoren .....  | 227 |
| Abbildung 8-14: | Prozentualer Anteil des nominalen Arbeitnehmerentgelts nach Sektoren in der Braunkohleregion Mitteldeutschland.....  | 227 |
| Abbildung 8-15: | Entwicklung des nominalen Arbeitnehmerentgelts in der Braunkohleregion Mitteldeutschland.....  | 228 |
| Abbildung 8-16: | Nominale durchschnittliche jährliche Wirtschaftswachstumsbeiträge in der Braunkohleregion Rheinland von 2003 bis 2014 .....  | 229 |
| Abbildung 8-17: | Nominale jährliche Wachstumsbeiträge an der Bruttowertschöpfung in der Braunkohleregion Rheinland nach Sektoren.....   | 229 |
| Abbildung 8-18: | Nominale Bruttowertschöpfung in der Braunkohleregion Rheinland .....   | 230 |

|                 |  |     |
|-----------------|--|-----|
| Abbildung 8-19: | Nominale durchschnittliche jährliche Wachstumsbeiträge an der Bruttowertschöpfung in der Braunkohleregion Lausitz nach Sektoren von 2003 bis 2014.....           | 230 |
| Abbildung 8-20: | Nominale jährliche Wachstumsbeiträge an der Bruttowertschöpfung in der Braunkohleregion Lausitz nach Sektoren.....   | 231 |
| Abbildung 8-21: | Nominale Bruttowertschöpfung in der Braunkohleregion Lausitz...  | 231 |
| Abbildung 8-22: | Nominale durchschnittliche jährliche Wachstumsbeiträge an der Bruttowertschöpfung in der Braunkohleregion Mitteldeutschland nach Sektoren von 2003 bis 2014..... | 232 |
| Abbildung 8-23: | Nominale jährliche Wachstumsbeiträge an der Bruttowertschöpfung in der Braunkohleregion Mitteldeutschland nach Sektoren .....                                    | 232 |
| Abbildung 8-24: | Nominale Bruttowertschöpfung in der Braunkohleregion Mitteldeutschland .....   | 233 |
| Abbildung 8-25: | Reale Bruttowertschöpfungseffekte im Referenzpfad im Vergleich zum Null-Szenario des RWM .....   | 233 |
| Abbildung 8-26: | Reale Arbeitnehmerentgelteffekte im Referenzpfad im Vergleich zum Null-Szenario des RWM .....  | 234 |
| Abbildung 8-27: | Regionale klimapolitische totale phasenübergreifende reale Bruttowertschöpfungseffekte im Vergleich zum Referenzpfad des RWM .....                               | 235 |
| Abbildung 8-28: | Regionale klimapolitische direkte reale Bruttowertschöpfungseffekte in der Braunkohlenwirtschaft im Vergleich zum Referenzpfad des RWM .....                     | 236 |
| Abbildung 8-29: | Regionale klimapolitische totale phasenübergreifende Effekte auf das Arbeitnehmerentgelt im Vergleich zum Referenzpfad des RWM ....                              | 237 |
| Abbildung 8-30: | Regionale klimapolitische direkte Effekte auf das Arbeitnehmerentgelt in der Braunkohlenwirtschaft im Vergleich zum Referenzpfad des RWM .....                   | 238 |
| Abbildung 8-31: | Entwicklung der Studierendenzahlen nach Fächergruppen in Deutschland, 2000 – 2016 .....  | 291 |
| Abbildung 8-32: | Anzahl der Studierenden nach Schwerpunkten in NRW, 2000 und 2016 .....   | 293 |
| Abbildung 8-33: | Anzahl der Studierenden nach Schwerpunkten in Sachsen, 2000 und 2016 .....   | 294 |
| Abbildung 8-34: | Anzahl der Studierenden nach Schwerpunkten in Sachsen-Anhalt, 2000 und 2016 .....  | 296 |
| Abbildung 8-35: | Anzahl der Studierenden nach Schwerpunkten in Brandenburg, 2000 und 2016 .....   | 297 |
| Abbildung 8-36: | Anteil der stofflichen Chemischen Industrie am Gesamtverbrauch fossiler Rohstoffe und Bsp. für Erdöl .....   | 300 |
| Abbildung 8-37: | Einsatzmengen nachwachsender Rohstoffe in 1.000 t (Deutschland, 2013).....   | 301 |

Abbildung 8-38: Lage der betrachteten Reviere, Pipelines und Chemieparks.....303

## Tabellenverzeichnis

|               |  |     |
|---------------|--|-----|
| Tabelle 1-1:  | Kennzahlen der Braunkohleregionen im Vergleich (Basis 2014 außer anders vermerkt) .....  | 25  |
| Tabelle 1-2:  | Übersicht über installierte Leistung Braunkohlekraftwerke in Referenz- und Ausstiegspfaden .....                               | 26  |
| Tabelle 1-3:  | Verfügbare Strukturfördermittel für die Periode 2014 bis 2020 in den Braunkohleländern .....                                   | 36  |
| Tabelle 2-1:  | Revier- und Regionen-Abgrenzung der Rheinischen, Lausitzer und Mitteldeutschen Braunkohle .....                                | 61  |
| Tabelle 2-2:  | Installierte Kapazität und Wirkungsgrad der Kraftwerksblöcke im Rheinischen Revier .....                                       | 66  |
| Tabelle 2-3:  | Installierte Kapazität und Wirkungsgrad der Kraftwerksblöcke im Lausitzer Revier.....  | 69  |
| Tabelle 2-4:  | Installierte Kapazität und Wirkungsgrad der Kraftwerksblöcke im Mitteldeutschen Revier .....                                   | 70  |
| Tabelle 2-5:  | Beschäftigung in der Braunkohlenwirtschaft (Stand Februar 2017) ..   | 72  |
| Tabelle 2-6:  | Erwerbspersonen in den verschiedenen Regionen (Bezugsjahr 2014) .....  | 73  |
| Tabelle 2-7:  | Erwerbstätige in den verschiedenen Regionen nach Sektoren (Bezugsjahr 2014) .....  | 73  |
| Tabelle 2-8:  | Bruttowertschöpfung nach Regionen und Sektoren .....   | 81  |
| Tabelle 2-9:  | Bruttowertschöpfung in jeweiligen Preisen je Erwerbstätigen in Deutschland, Ländern und Braunkohleregionen.....                | 82  |
| Tabelle 2-10: | Inflationsraten nach Sektoren .....  | 82  |
| Tabelle 2-11: | Anteil Bergbau, Energie- und Wasserversorgung an Bruttowertschöpfung .....   | 83  |
| Tabelle 2-12: | Bruttoinlandsprodukt in jeweiligen Preisen je Erwerbstätigen in Deutschland, Ländern und Braunkohleregionen, 2010 – 2014 ..... | 88  |
| Tabelle 2-13: | Kennzahlen der Braunkohleregionen im Vergleich (Basis 2014 außer anders vermerkt) .....  | 91  |
| Tabelle 3-1:  | Installierte Leistung der Kohlekraftwerke in den Ausstiegspfaden [GW].....   | 93  |
| Tabelle 3-2:  | Stilllegungsgeschwindigkeiten der Braunkohlkraftwerke .....  | 97  |
| Tabelle 3-3:  | Übersicht installierte Leistung Braunkohlekraftwerke in Referenz- und Ausstiegspfaden.....                                     | 101 |
| Tabelle 4-1:  | Vergleich Input-Output-Modell und regionalwirtschaftliches makroökonomisches Modell .....                                      | 103 |
| Tabelle 4-2:  | Einflussfaktoren auf die Erwerbstätigenanzahl in den Pfaden.....   | 107 |
| Tabelle 4-3:  | Effekte der Braunkohleförderung im Pfad „Schnell“ (Produktivitätsannahme: Konstanz) im Jahr 2020.....                          | 112 |

|               |  |     |
|---------------|--|-----|
| Tabelle 4-4:  | Erwerbstätigenanteile für Kalibrierung .....   | 122 |
| Tabelle 4-5:  | Bruttowertschöpfungsanteile für Kalibrierung.....  | 123 |
| Tabelle 4-6:  | Arbeitnehmerentgeltanteile für Kalibrierung.....   | 124 |
| Tabelle 5-1:  | Darstellung ausgewählter Tätigkeitsgruppen von sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in der Rheinischen Region und in der Braunkohlenwirtschaft.....  | 145 |
| Tabelle 5-2:  | Darstellung ausgewählter Tätigkeitsgruppen von sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in der ostdeutschen Region und in der Braunkohlenwirtschaft..... | 147 |
| Tabelle 5-3:  | Flächeninanspruchnahme durch Betrieb und Rekultivierung, Stand Dezember 2015.....  | 149 |
| Tabelle 5-4:  | Kosten und Beschäftigungseffekte für das Lausitzer und Mitteldeutsche Revier .....   | 150 |
| Tabelle 5-5:  | Kosten und Beschäftigungseffekte der Sanierung der Tagebaue (brutto) gemäß Ausstiegspfad Moderat A.....  | 151 |
| Tabelle 5-6:  | Kosten- und Beschäftigungseffekte des Kraftwerksrückbaus .....   | 153 |
| Tabelle 5-7:  | Bestand Holzzentralheizungen in den Regionen 2015 (nur Wärme).....   | 155 |
| Tabelle 5-8:  | „Entwicklungsszenario EE“ für alle Regionen inklusive Tagebauflächen .....   | 156 |
| Tabelle 5-9:  | Einstellungen Wertschöpfungsrechner 2.0 des IÖW, alle Regionen .....   | 157 |
| Tabelle 5-10: | Direkte Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte gemäß „Entwicklungsszenario EE“ .....  | 158 |
| Tabelle 5-11: | Zusammenfassung der Annahmen .....   | 160 |
| Tabelle 5-12: | Ergebnisse der Abschätzung des künftigen Sanierungsbedarfs in den Regionen zwischen 2021 und 2030 .....  | 161 |
| Tabelle 5-13: | Ergebnisse der Abschätzung des künftigen Sanierungsbedarfs in den Regionen zwischen 2031 und 2040 .....  | 161 |
| Tabelle 5-14: | Geschätzte Bruttobeschäftigungseffekte durch die Energiewende in den drei Braunkohleregionen (siehe auch Abbildung 1-6).....                               | 164 |
| Tabelle 6-1:  | Instrumente der Regionalpolitik.....   | 173 |
| Tabelle 6-2:  | Bewilligte förderfähige Gesamtinvestitionen aus EFRE in der Rheinischen Region bis 31.12.2017 .....  | 180 |
| Tabelle 6-3:  | Bewilligte förderfähige Gesamtinvestitionen EFRE in Sachsen anteilig zur Mitteldeutschen sowie zur Lausitzer Region bis 03.01.2018 .....                   | 184 |
| Tabelle 6-4:  | Bewilligte förderfähige Gesamtinvestitionen EFRE in Sachsen jeweils für die Mitteldeutsche sowie zur die Lausitzer Region bis 09.01.2018 .....             | 186 |
| Tabelle 6-5:  | Verfügbare Strukturfördermittel für die Periode 2014 bis 2020 in den Braunkohleländern .....   | 203 |
| Tabelle 6-6:  | Strukturfördernde Aktivitäten durch den Gesetzgeber.....   | 205 |

|               |  |     |
|---------------|--|-----|
| Tabelle 6-7:  | Flankierende arbeitsmarktpolitische Instrumente .....  | 205 |
| Tabelle 6-8:  | Flankierende standortpolitische Instrumente .....  | 206 |
| Tabelle 8-1:  | Referenzpfad: Installierte Kapazität bis 2035.....   | 239 |
| Tabelle 8-2:  | Schneller Pfad: Installierte Kapazität bis 2035 .....  | 240 |
| Tabelle 8-3:  | Moderater Pfad (Variante A): Installierte Kapazität bis 2035 .....   | 242 |
| Tabelle 8-4:  | Moderater Pfad (Variante B): Installierte Kapazität bis 2035.....  | 244 |
| Tabelle 8-5:  | Flexibler Pfad: Installierte Kapazität bis 2035.....   | 245 |
| Tabelle 8-6:  | Installierte Leistungen der Braunkohlekraftwerke in den<br>Ausstiegspfaden.....  | 247 |
| Tabelle 8-7:  | Brennstoffeinsätze von Braunkohle in der Stromerzeugung, inkl.<br>Veredelungseinsatz.....  | 248 |
| Tabelle 8-8:  | Braunkohleförderung nach Szenario und Revier.....  | 248 |
| Tabelle 8-9:  | Braunkohlevorräte nach Szenario und Revier .....   | 249 |
| Tabelle 8-10: | Effekte der Braunkohleförderung im Null-Szenario im IOM<br>(Produktivitätsannahme: Fortschreibung) <sup>a</sup> .....  | 250 |
| Tabelle 8-11: | Effekte der Braunkohleförderung des Null-Szenarios im IOM<br>(Produktivitätsannahme: Konstanz) .....   | 251 |
| Tabelle 8-12: | Effekte der Braunkohleförderung im Referenzpfad im IOM<br>(Produktivitätsannahme: Fortschreibung) .....  | 253 |
| Tabelle 8-13: | Effekte der Braunkohleförderung im Referenzpfad im IOM<br>(Produktivitätsannahme: Konstanz) .....  | 254 |
| Tabelle 8-14: | Effekte der Braunkohleförderung im Pfad „Schnell“ im IOM<br>(Produktivitätsannahme: Fortschreibung) .....  | 256 |
| Tabelle 8-15: | Effekte der Braunkohleförderung im Pfad „Schnell“ im IOM<br>(Produktivitätsannahme: Konstanz) .....  | 257 |
| Tabelle 8-16: | Effekte der Braunkohleförderung im Pfad „Moderat A“ im IOM<br>(Produktivitätsannahme: Fortschreibung) .....  | 258 |
| Tabelle 8-17: | Effekte der Braunkohleförderung im Pfad „Moderat A“ im IOM<br>(Produktivitätsannahme: Konstanz) .....  | 259 |
| Tabelle 8-18: | Effekte der Braunkohleförderung im Pfad „Moderat B“ im IOM<br>(Produktivitätsannahme: Fortschreibung) .....  | 260 |
| Tabelle 8-19: | Effekte der Braunkohleförderung im Pfad „Moderat B“ im IOM<br>(Produktivitätsannahme: Konstanz) .....  | 262 |
| Tabelle 8-20: | Effekte der Braunkohleförderung im Pfad „Flex“ im IOM<br>(Produktivitätsannahme: Fortschreibung) .....   | 263 |
| Tabelle 8-21: | Effekte der Braunkohleförderung im Pfad „Flex“ im IOM<br>(Produktivitätsannahme: Konstanz) .....   | 264 |
| Tabelle 8-22: | Differenz der totalen phasenübergreifenden Effekte der<br>Braunkohleförderung der Pfade gegenüber dem Referenzpfad im<br>IOM (Produktivitätsannahme: Fortschreibung) ..... | 266 |

|               |   |     |
|---------------|---|-----|
| Tabelle 8-23: | Differenz der totalen phasenübergreifenden Effekte der Braunkohleförderung der Pfade gegenüber dem Referenzpfad im IOM (Produktivitätsannahme: Konstanz) .....                      | 267 |
| Tabelle 8-24: | Totale phasenübergreifende Wertschöpfungseffekte der Braunkohleförderung des Referenzpfades nach Gütergruppen im IOM (Produktivitätsannahme: Fortschreibung) .....                  | 267 |
| Tabelle 8-25: | Totale phasenübergreifende Wertschöpfungseffekte der Braunkohleförderung des Pfades „Schnell“ nach Gütergruppen im IOM(Produktivitätsannahme: Fortschreibung) .....                 | 268 |
| Tabelle 8-26: | Differenz der totalen phasenübergreifenden Wertschöpfungseffekte der Braunkohleförderung des Pfades „Schnell“ vom Referenzpfad im IOM (Produktivitätsannahme: Fortschreibung) ..... | 269 |
| Tabelle 8-27: | Prozentuale Veränderung der Nettostromerzeugung in der Braunkohle im RWM für die Regionen in den Pfaden (2014 = 100). 269   |     |
| Tabelle 8-28: | Prozentuale Veränderung der realen Bruttowertschöpfung der Braunkohle zu konstanten Preisen im RWM in den Regionen und Pfaden im Vergleich zum PowerFlex Modell. ....               | 270 |
| Tabelle 8-29: | Anzahl der Erwerbspersonen, die sich im RWM im Null-Szenario seit 2014 aktiv für eine Arbeitsmarktregion entscheiden.....   | 271 |
| Tabelle 8-30: | Prozentuale Veränderung des Marktwertes von Braunkohle und des relativen Energiepreises im Vergleich zum Null-Szenario im RWM. 272  |     |
| Tabelle 8-31: | Simulationsergebnisse Null-Szenario im RWM .....  | 272 |
| Tabelle 8-32: | Simulationsergebnisse pro Erwerbsperson für das Null-Szenario im RWM .....  | 274 |
| Tabelle 8-33: | Simulationsergebnisse Referenzpfad im RWM .....   | 275 |
| Tabelle 8-34: | Simulationsergebnisse Referenzpfad pro Erwerbsperson im RWM   | 277 |
| Tabelle 8-35: | Simulationsergebnisse Arbeitslosenquote im RWM .....  | 278 |
| Tabelle 8-36: | Simulationsergebnisse Erwerbsbevölkerung im RWM.....  | 279 |
| Tabelle 8-37: | Simulationsergebnisse Erwerbstätige im RWM .....  | 280 |
| Tabelle 8-38: | Simulationsergebnisse Erwerbstätige in der Braunkohlenwirtschaft im RWM .....   | 281 |
| Tabelle 8-39: | Simulationsergebnisse reale Bruttowertschöpfung im RWM .....  | 282 |
| Tabelle 8-40: | Simulationsergebnisse reale Bruttowertschöpfung in der Braunkohlenwirtschaft im RWM .....   | 283 |
| Tabelle 8-41: | Simulationsergebnisse reale Bruttowertschöpfung pro Erwerbsperson im RWM .....  | 284 |
| Tabelle 8-42: | Simulationsergebnisse Arbeitnehmerentgelt im RWM.....   | 285 |
| Tabelle 8-43: | Simulationsergebnisse Arbeitnehmerentgelt der Braunkohlenwirtschaft im RWM .....  | 286 |
| Tabelle 8-44: | Simulationsergebnisse Arbeitnehmerentgelt pro Erwerbsperson im RWM .....  | 287 |

|               |  |     |
|---------------|--|-----|
| Tabelle 8-45: | Simulationsergebnisse Verfügbares Einkommen im RWM .....                                   | 288 |
| Tabelle 8-46: | Übersicht über veröffentlichte Beschäftigtenzahlen in der Braunkohlewirtschaft .....       | 289 |
| Tabelle 8-47: | Ranking der Studienfächer in Deutschland auf Basis der Studierendenzahl, 2000 – 2016 ..... | 292 |

## Abkürzungsverzeichnis

|                       |   |
|-----------------------|---|
| <b>AAL</b>            | Ambient Assisted Living   |
| <b>ABM</b>            | Arbeitsbeschaffungsmaßnahme(n)  |
| <b>AEE</b>            | Agentur für Erneuerbare Energien  |
| <b>AMS</b>            | Aktuelle-Maßnahmen-Szenario   |
| <b>AP</b>             | Arbeitspaket  |
| <b>AVV</b>            | Abfallverzeichnisverordnung   |
| <b>BA</b>             | Bundesagentur für Arbeit  |
| <b>BIP</b>            | Bruttoinlandsprodukt  |
| <b>BK</b>             | Braunkohle  |
| <b>BMUB</b>           | Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Bau und Reaktorsicherheit           |
| <b>BMWi</b>           | Bundesministerium für Wirtschaft und Energie                                      |
| <b>BTU</b>            | Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg                       |
| <b>BWS</b>            | Bruttowertschöpfung   |
| <b>CCS</b>            | Carbon Capture and Storage (engl.: CO <sub>2</sub> -Abscheidung und –Speicherung) |
| <b>CO<sub>2</sub></b> | Kohlenstoffdioxid   |
| <b>Dena</b>           | Deutsche Energie Agentur  |
| <b>Destatis</b>       | Statistisches Bundesamt   |
| <b>DIW</b>            | Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung                                       |
| <b>EE</b>             | Erneuerbare Energien  |
| <b>EEG</b>            | Erneuerbare Energien Gesetz   |
| <b>EEFA</b>           | Energy Environment Forecast Analysis  |
| <b>EEX</b>            | European Energy Exchange  |
| <b>EFRE</b>           | Europäischer Fonds für regionale Entwicklung                                      |
| <b>EFSI</b>           | Europäische Fonds für strategische Investitionen                                  |
| <b>ESF</b>            | Europäischer Sozialfonds  |
| <b>ET</b>             | Erwerbstätige/Erwerbstätiger  |
| <b>EW</b>             | Einwohner   |
| <b>Eurostat</b>       | Statistisches Amt der Europäischen Union  |
| <b>FNP</b>            | Flächennutzungsplan   |
| <b>GRW</b>            | Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur“            |
| <b>GW</b>             | Gigawatt  |
| <b>HHS</b>            | Holzhackschnitzel   |
| <b>HKW</b>            | Heizkraftwerk   |

|             |  |
|-------------|--|
| <b>Hz</b>   | Heizung  |
| <b>ifo</b>  | Ifo Institut für Wirtschaftsforschung                                |
| <b>I-O</b>  | Input-Output   |
| <b>IÖW</b>  | Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung                        |
| <b>IOM</b>  | Input-Output-Modell  |
| <b>IPM</b>  | Institut für Prozesstechnik, Prozessautomatisierung und Messtechnik  |
| <b>iRL</b>  | Innovationsregion Lausitz GmbH                                       |
| <b>IRR</b>  | Innovationsregion Rheinisches Revier                                 |
| <b>IWH</b>  | Institut für Wirtschaftsforschung Halle                              |
| <b>IZES</b> | Institut für Zukunftssysteme   |
| <b>KET</b>  | Key Enabling Technologies  |
| <b>KfW</b>  | Kreditanstalt für Wiederaufbau                                       |
| <b>km</b>   | Kilometer  |
| <b>KMU</b>  | Kleine und mittelständische Unternehmen                              |
| <b>KrWG</b> | Kreislaufwirtschaftsgesetz   |
| <b>KS</b>   | Klimaschutz  |
| <b>KSP</b>  | Klimaschutzplan  |
| <b>KW</b>   | Kraftwerke   |
| <b>KWKG</b> | Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz  |
| <b>LK</b>   | Landkreis  |
| <b>MAP</b>  | Marktanreizprogramm für Erneuerbare Energien                         |
| <b>MMS</b>  | Mit-Maßnahmen-Szenario   |
| <b>MW</b>   | Megawatt   |
| <b>MWp</b>  | Megawatt peak (installierte maximale Leistung bei fluktuierenden EE) |
| <b>MWh</b>  | Megawattstunde   |
| <b>MWMS</b> | Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenario                                      |
| <b>NRW</b>  | Nordrhein-Westfalen  |
| <b>OECD</b> | Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung      |
| <b>p.a.</b> | Per annum (lat.: pro Jahr)   |
| <b>PB</b>   | Projektionsbericht   |
| <b>PV</b>   | Photovoltaik   |
| <b>RWM</b>  | Regionalwirtschaftliches makroökonomisches Modell                    |
| <b>RWP</b>  | Regionales Wirtschaftsförderungsprogramm                             |
| <b>SK</b>   | Steinkohle   |

|                         |  |
|-------------------------|--|
| <b>StuBA</b>            | Steuerungs- und Budgetausschuss (Bund-Länder-Geschäftsstelle für die Braunkohlesanie-<br>rung) |
| <b>t</b>                | Tonne  |
| <b>THG</b>              | Treibhausgas   |
| <b>tSKE</b>             | Tonne Steinkohleeinheiten  |
| <b>TWh<sub>el</sub></b> | Terrawattstunde (elektrisch)   |
| <b>VA</b>               | Verwaltungsabkommen  |
| <b>Vbh</b>              | Vollbenutzungsstunden  |
| <b>VGR</b>              | Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen  |
| <b>VGRdL</b>            | Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder   |
| <b>VN</b>               | Vereinte Nationen  |
| <b>WE</b>               | Wohneinheit  |
| <b>WEA</b>              | Windenergieanlage  |
| <b>WHG</b>              | Wasserhaushaltsgesetz  |
| <b>WKA</b>              | Windkraftanlage  |
| <b>WRL</b>              | Wirtschaftsregion Lausitz  |
| <b>WSB</b>              | Kommission für Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung                                      |
| <b>WW</b>               | Warmwasser   |
| <b>ZIM</b>              | Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand  |

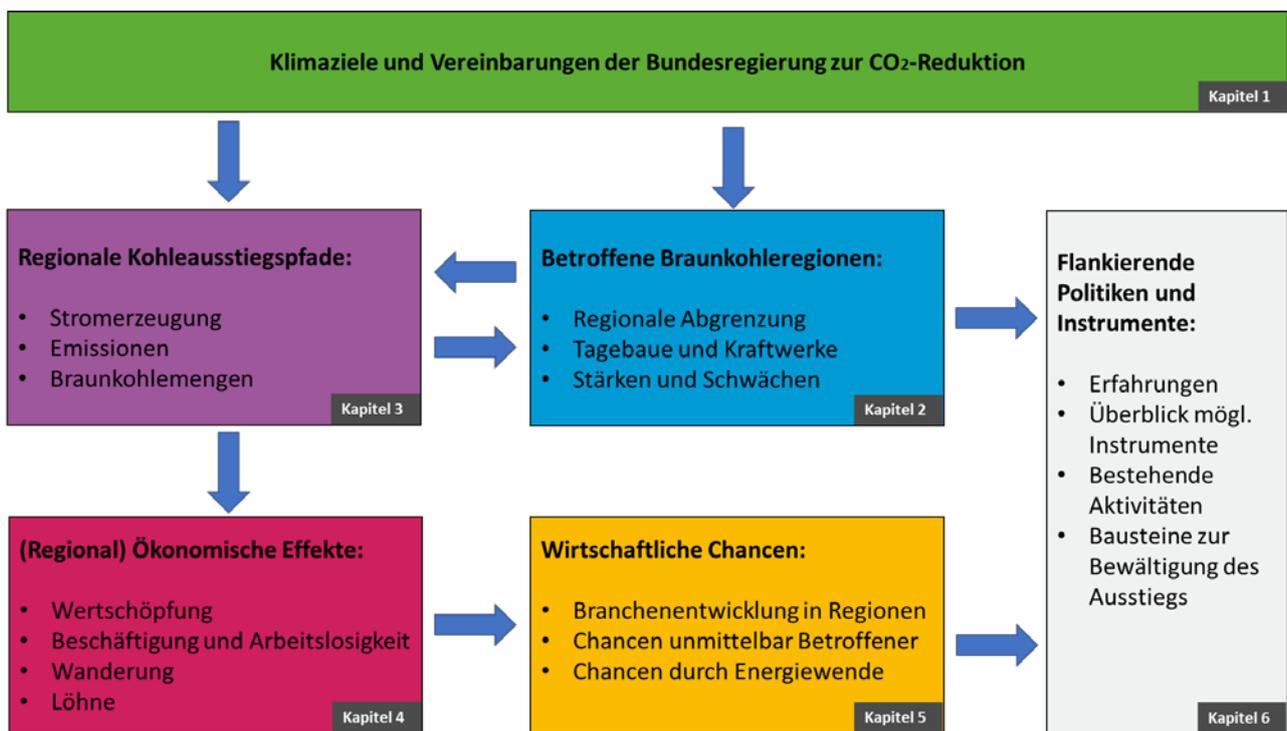
## Zusammenfassung

Das Leitbild für die deutsche Klimaschutzpolitik ist das Übereinkommen von Paris, das von den Vertragsstaaten der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (VN) verabschiedet wurde. Deutschland hat sich 2007 verpflichtet bis 2020 die Treibhausgasemissionen um 40% gegenüber 1990 zu senken. Im Rahmen des Koalitionsvertrags von Union und SPD wurde festgelegt, dass die Lücke zur Erreichung des 40%-Ziels so weit wie möglich geschlossen werden soll. Außerdem wurde das Ziel bekräftigt, bis 2030 eine Treibhausgasreduzierung von mindestens 55% gegenüber 1990 zu erreichen. Dabei trägt der Sektor Energiewirtschaft eine besondere Verantwortung, seine Emissionen sollen bis 2030 im Rahmen des Klimaschutzplans (KSP) um etwa 62% reduziert werden (BMUB 2016). Die besondere Rolle der Energiewirtschaft lässt sich durch seine relativ zu anderen Sektoren **geringen Emissionsvermeidungskosten** begründen. Insbesondere im Stromsektor existieren ausgereifte, bereits massenhaft eingesetzte und kompetitive Technologien für eine emissionsfreie Stromerzeugung.

Um die deutschen Klimaschutzziele zu erreichen, sind ein rascher Ausstieg aus der Kohleverstromung und ein ambitionierter Ausbau von Erneuerbaren Energien notwendig (Öko-Institut et al. 2017b). Daher hat die Bundesregierung beschlossen, schrittweise aus der Kohleverstromung auszusteigen (BMUB 2016; S. 30). Ein Rückgang der Kohlenutzung (Bergbau und Kraftwerke), führt allerdings zu einer Vielzahl von ökonomischen, technischen, sozialen und ökologischen Auswirkungen. Insbesondere in Teilen des Rheinlands, der Lausitz und Mitteldeutschlands spielen Abbau und Verstromung von Braunkohle eine große Rolle. In den betroffenen Landkreisen ist häufig ein relevanter Teil der Arbeitsplätze und Wertschöpfung direkt und indirekt mit der Braunkohlenwirtschaft verbunden.

Die vorliegende Studie untersucht den Ausstieg aus der Kohleverstromung aus wirtschaftlicher und klimapolitischer Perspektive. Dabei liegt ein Schwerpunkt auf den wirtschaftlichen Auswirkungen einer politisch veranlassten Reduktion der Kohleförderung und -verstromung auf die betroffenen Regionen. Nach einer Einleitung folgt in Kapitel 2 die Abgrenzung und Beschreibung der Regionen.

Abbildung 1-1: Struktur und Zielstellung des vorliegenden Berichts



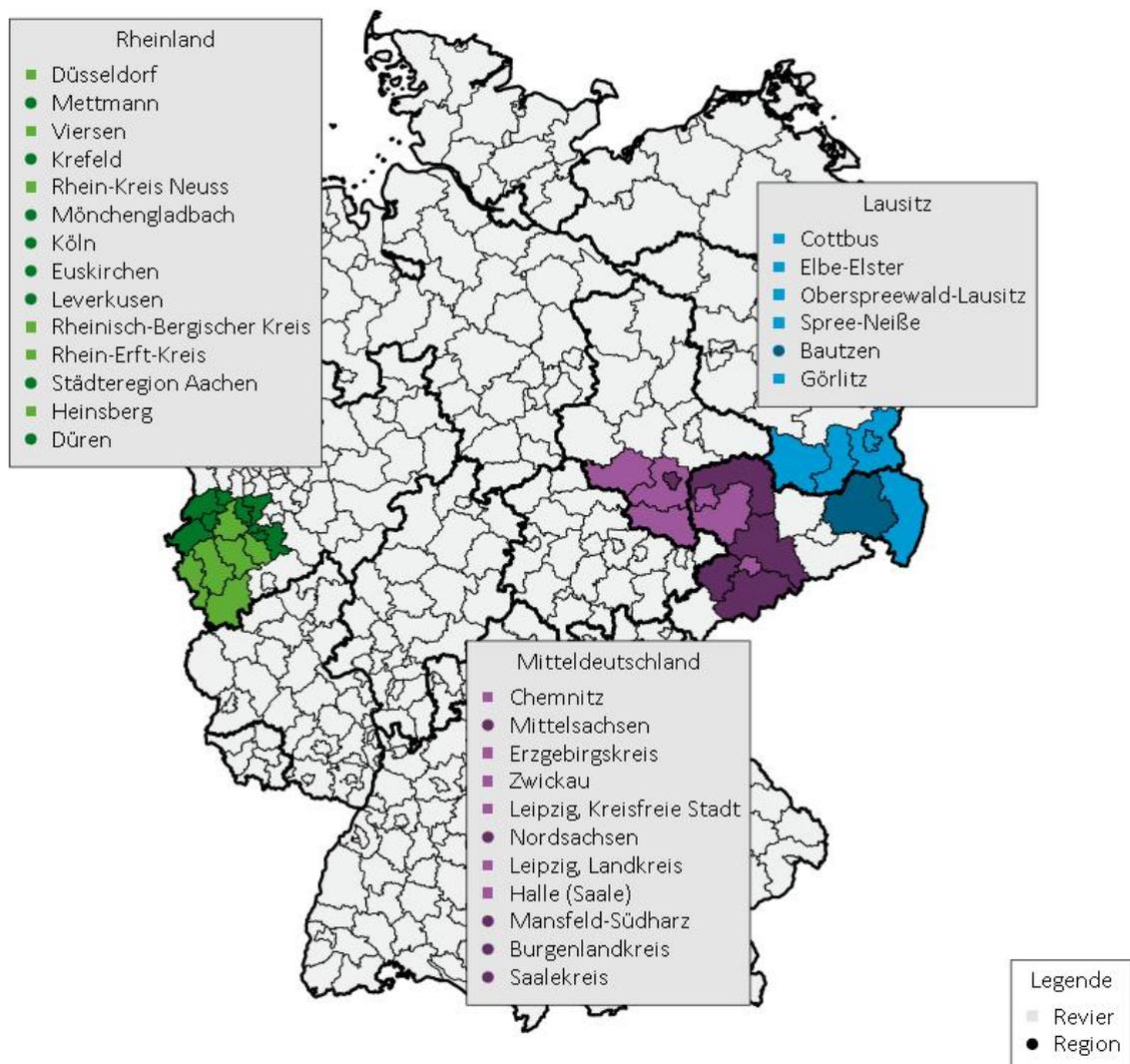
Quelle: Eigene Darstellung, DIW Berlin.

In Kapitel 3 werden Ausstiegszenarien für die Braun- und Steinkohleverstromung beschrieben und analysiert. Die Szenarien dienen als Grundlage für die Analyse der regionalen Effekte eines Kohleausstiegs in Kapitel 4. Anschließend werden in Kapitel 5 die wirtschaftlichen Chancen der Energiewende für die betroffenen Regionen analysiert. In Kapitel 6 werden Optionen für flankierende politische Strategien und Instrumente aufgezeigt.

### Beschreibung der Braunkohleregionen in Deutschland

Die vorliegende Studie identifiziert zur Abgrenzung und Beschreibung der Braunkohleregionen zum einen Landkreise, in denen sich aktive Braunkohletagebaue oder Braunkohlekraftwerke befinden. Zum anderen definiert sie auf Basis von Pendlerströmen Arbeitsmarktregionen. Die Kombination aus Braunkohlerevier und zusätzlichen Landkreisen der Arbeitsmarktregion definiert die **Braunkohleregion**.

Abbildung 1-2: Abgrenzung der Braunkohlenreviere und der Braunkohleregionen



Quelle: Eigene Darstellung, IWH.

Die Arbeitsmarktregionen zeichnen sich u.a. durch einen hohen Anteil von Erwerbstätigen aus, die mit einer Pendelzeit von maximal 45 Minuten (in Ausnahmefällen 60 Minuten) ihren Arbeitsplatz innerhalb dieser Region erreichen kann. Typischerweise gruppieren sich diese Regionen um Städte. Auf Basis dieses methodischen Ansatzes ergeben sich das Rheinische, das Lausitzer und das Mitteldeutsche Braunkohlerevier und -region. Das Helmstedter Revier wird hierbei auf Grund seiner geringeren Vergleichsgröße sowie der bereits erfolgten Schließung des letzten Tagebaus und Überführung des letzten Kraftwerks in die Sicherheitsbereitschaft nicht ausführlicher betrachtet.

Insgesamt ist die Braunkohleförderung von 411 Mio. t im Jahr 1989 auf 178 Mio. t im Jahr 2015 gesunken (Statistik der Kohlenwirtschaft 2015; Öko-Institut 2017b). Seit Mitte der 90er Jahre ist nicht mehr die Lausitzer, sondern die Rheinische Region die größte Braunkohleförderregion in Deutschland. Folglich sind auch die installierten Kapazitäten mit 9,8 GW in der Rheinischen Region am höchsten, gefolgt von 7 GW in der Lausitzer und 3 GW in der Mitteldeutschen Region (Stand Ende 2017). In der Rheinischen Region ist mit 79 TWh<sub>el</sub> auch der produzierte Strom höher als in der Lausitzer (49 TWh<sub>el</sub>) sowie der Mitteldeutschen Region (17 TWh<sub>el</sub>) (Stand 2015) (siehe Tabelle 1-1). Die Bevölkerungsdichte ist in den Regionen verschieden. Die Rheinische Region ist mit 770 Einwohner pro Quadratkilometer am dichtesten besiedelt. Anschließend folgt die Mitteldeutsche Region mit 222 Einwohner pro Quadratkilometer und die Lausitzer Region mit 106 Einwohner pro Quadratkilometer (BBSR 2016). Der Anteil der über 50-Jährigen ist in der Lausitzer Region mit 55% am höchsten, anschließend folgt mit 48% die Mitteldeutsche Region und dann die Rheinischen Region, die mit einem Anteil von 43% dem bundesweiten Durchschnitt entspricht (Statistisches Bundesamt 2017).

In der Braunkohlenwirtschaft (Kraftwerke und Tagebaue) sind Ende Februar 2017 18.531 Personen im direkten Zusammenhang mit der Braunkohleförderung und anschließender Verstromung beschäftigt, davon 8.873 im Rheinland, 7.763 in der Lausitz und 1.895 in Mitteldeutschland (siehe Tabelle 2-5).

Insgesamt macht die Wirtschaftstätigkeit 2014 in den identifizierten Regionen rund 12% der gesamten Bruttowertschöpfung Deutschlands aus. Von den drei Regionen ist der Anteil des Sektors Bergbau, Energie und Wasserversorgung in der Lausitz mit 15% am größten.

Der Anteil der Erwerbstätigen in der Braunkohlenwirtschaft an der gesamten Anzahl der Erwerbstätigen in Deutschland betrug im Jahr 2014 etwa 0,05%; bezogen auf das produzierende Gewerbe in Deutschland waren es 0,2%. Die ausgewiesenen Erwerbstätigenzahlen für die Braunkohlenwirtschaft umfassen die Erwerbstätigen im Braunkohletagebau und in den Kraftwerken der allgemeinen Versorgung. Diese Zahl ist seit 2002 bundesweit von 26.417 auf 20.996 Personen in 2014, d.h. um ca. 23%, gefallen. Insgesamt spielt die Braunkohlenwirtschaft in der Bundesrepublik Deutschland als ArbeitgeberInnen also eine geringe Rolle.

In absoluten Zahlen ist die Bedeutung der Braunkohle als Einkommensquelle eher klein, aber relativ zu den anderen Sektoren handelt es sich um einen Hochlohnsektor. Der Arbeitsmarkt in der Lausitz unterscheidet sich stark von dem rheinischen Arbeitsmarkt da in der Lausitz ein größerer Teil der Erwerbstätigen in der Braunkohlenwirtschaft angestellt ist.

Der Zustand der Infrastruktur beinhaltet neben Straßen-, Schienennetz und Flughäfen auch soziale und medizinische Versorgung. In Nordrhein-Westfalen gibt es bspw. das dichteste Straßennetz. In der Mitteldeutschen Region befindet sich der zweitgrößte Fracht-Flughafen Deutschlands. Die Lausitzer Region verfügt dagegen weder über relevante Großflughäfen noch über gute Anbindungen an Schnellzüge. Auch im Hinblick auf angesiedelte Hochschulen schneidet die Lausitzer Region im Vergleich zu den beiden anderen Regionen schlecht ab. Die Ärztedichte ist in den drei Braunkohlerevieren geringer, als in den jeweiligen Bundesländern. Auch die Pflegeheime sind in den drei Regionen weniger ausgebaut als im bundesweiten Durchschnitt (BBSR 2016).

Tabelle 1-1 stellt eine Übersicht der Kohleförderung und Kohleverstromung sowie Kennzahlen in Bezug auf die Beschäftigung, die Bruttowertschöpfung und weitere Indikatoren auf regionaler Ebene dar.

Tabelle 1-1: Kennzahlen der Braunkohleregionen im Vergleich (Basis 2014 außer anders vermerkt)

|   | Rheinland               | Lausitz                 | Mittel-deutschland      | Deutschland             |
|---|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| <b>Erwerbsbevölkerung</b>   | 3.261.791 Ew.           | 518.072 Ew.             | 1.602.561 Ew.           | 45.560.388 Ew.          |
| <b>Anteil der über 50-Jährigen</b>                                | 43%                     | 55%                     | 48%                     | 43%                     |
| <b>Bevölkerungsdichte*</b>  | 700 Ew./km <sup>2</sup> | 106 Ew./km <sup>2</sup> | 222 Ew./km <sup>2</sup> | 230 Ew./km <sup>2</sup> |
| <b>Arbeitslosenquote</b>  | 7,3%                    | 11,0%                   | 9,2%                    | 5,7%                    |
| <b>Bruttowertschöpfung</b>  | 204.602 Mio. €          | 22.606 Mio. €           | 71.090 Mio. €           | 2.624.437 Mio. €        |
| <b>Anteil Bergbau, Energie- und Wasserversorgung***</b>           | 4%                      | 13%                     | 5%                      | 3%                      |
| <b>Anteil Produzierendes Gewerbe</b>                              | 24%                     | 38%                     | 33%                     | 31%                     |
| <b>Anteil Dienstleistung</b>                                      | 76%                     | 62%                     | 67%                     | 69%                     |
| <b>Beschäftigte in der Braunkohle nach eigenen Berechnungen**</b> | 8.873                   | 7.763                   | 1.895                   | 18.531                  |
| <b>Installierte Leistung Braunkohle **</b>                        | 10.370 MW               | 7.000 MW                | 3.330 MW                | 21.000 MW               |
| <b>Förderung Braunkohle **</b>                                    | 95 Mio. Tonnen          | 63 Mio. Tonnen          | 19 Mio. Tonnen          | 178 Mio. Tonnen         |
| <b>Produzierter Strom aus der Braunkohle (brutto) **</b>          | 79 TWh <sub>el</sub>    | 49 TWh <sub>el</sub>    | 17 TWh <sub>el</sub>    | 150 TWh <sub>el</sub>   |
| <b>Braunkohlereserven**</b>                                       | 2.479 Mio. Tonnen       | 1.291 Mio. Tonnen       | 395 Mio. Tonnen         | 4.165 Mio. Tonnen       |
| <b>CO<sub>2</sub>-Emissionen der Braunkohlekraftwerke **</b>      | 95,2 Mio. Tonnen        | 56,7 Mio. Tonnen        | 18,7 Mio. Tonnen        | 170,6 Mio. Tonnen       |

Anmerkung: \*In Mitteldeutschland heben die Städte Chemnitz und Halle und in der Lausitz Görlitz und Cottbus den Schnitt deutlich nach oben; \*\* Stand Ende 2017 \*\*\* Bergbau, Energie- und Wasserversorgung sind Teil des Produzierenden Gewerbes

Quelle: Öko-Institut (2017b), BBSR (2016), BMWi (2017), Statistisches Bundesamt (2017), VGR der Länder (2017c), SRU (2017; S 23) und eigene Berechnungen. Die Beschäftigtenzahlen basieren auf der Tabelle 2-5.

### Szenarien eines Kohleausstiegs

Auf Basis energiewirtschaftlicher Modellrechnungen werden im Kapitel 3 verschiedene mögliche Entwicklungen der Kohleverstromung aufgezeigt. Dabei werden ein Referenzpfad und vier Ausstiegspfade dargestellt. Basis aller Pfade sind energiewirtschaftliche Modellierungen des europäischen Stromsektors. Bei der Festlegung einer Stilllegungsreihenfolge sind grundsätzlich zwei Varianten möglich (vergleiche z.B. Öko-Institut 2017):

1. **Stilllegung streng nach einem festzulegenden Kriterium** (z.B. **Alter** oder **spezifische Emissionen**), von dem alle MarktteilnehmerInnen gleichermaßen betroffen sind.

2. **Festlegung proportionaler Beiträge aller Beteiligten.** Bei Braunkohle kann das beispielsweise heißen, dass wie bei der Sicherheitsbereitschaft in jedem Revier entsprechend seines Anteils an der Gesamtkapazität in Deutschland stillgelegt wird.

Der Referenzpfad beschreibt die Entwicklung der installierten Leistung der Kraftwerke unter Berücksichtigung der bis Juli 2016 beschlossenen Klimaschutzmaßnahmen. Im ersten Ausstiegspfad (Pfad „Schnell“) werden Kohlekraftwerke in der Reihenfolge der spezifischen Emissionen stillgelegt; dies betrifft insbesondere ältere Braunkohlekraftwerke. Im moderaten Pfad (Pfad „Moderat“) ist das Anlagentaler das Kriterium der Stilllegungen, sodass neben den Braunkohle- auch Steinkohlekraftwerke betroffen sind. Variante A dieses Pfades setzt diese Regel strikt um, mit der Folge, dass das Rheinland stärker zu Emissionsminderungen beiträgt, während in einer Variante B die Stilllegungen zwischen den Regionen ausgeglichen werden, so dass im Ergebnis alle Reviere gleichmäßiger zu Emissionsminderungen beitragen. Im Flexibilisierungspfad (Pfad „Flex“) erfolgt bereits ab 2020 eine Emissionsminderung über eine Reduktion der Vollbenutzungsstunden (Vbh) der Kohlekraftwerke. Dies wird ab dem Jahr 2025 durch Stilllegungen ergänzt. Die Entwicklung der installierten Leistungen in allen Pfaden ist in Tabelle 1-2 dargestellt.

Ziel aller Pfade ist die Erreichung der Emissionsminderung entsprechend dem Sektorziel aus dem Klimaschutzplan im Jahr 2030. Zusätzliche Minderungsbeiträge im Jahr 2020 werden im Vergleich zur Referenz nur im Flexibilisierungspfad erreicht.

Tabelle 1-2: Übersicht über installierte Leistung Braunkohlekraftwerke in Referenz- und Ausstiegspfaden

|                                  | 2015         | 2020 | 2025 | 2030 | 2035 |
|----------------------------------|--------------|------|------|------|------|
|                                  | GW           |      |      |      |      |
| <b>Referenz</b>                  | 20,7         | 17,8 | 16,7 | 15,6 | 11,3 |
| <b>Schnell</b>                   | wie Referenz |      | 9,2  | 4,9  | 0,0  |
| <b>Moderat A</b>                 | wie Referenz |      | 12,9 | 8,8  | 4,6  |
| <b>Moderat B</b>                 | wie Referenz |      | 12,6 | 9,1  | 4,7  |
| <b>Flex (mit Vbh Begrenzung)</b> | wie Referenz |      | 13,5 | 9,3  | 0,0  |

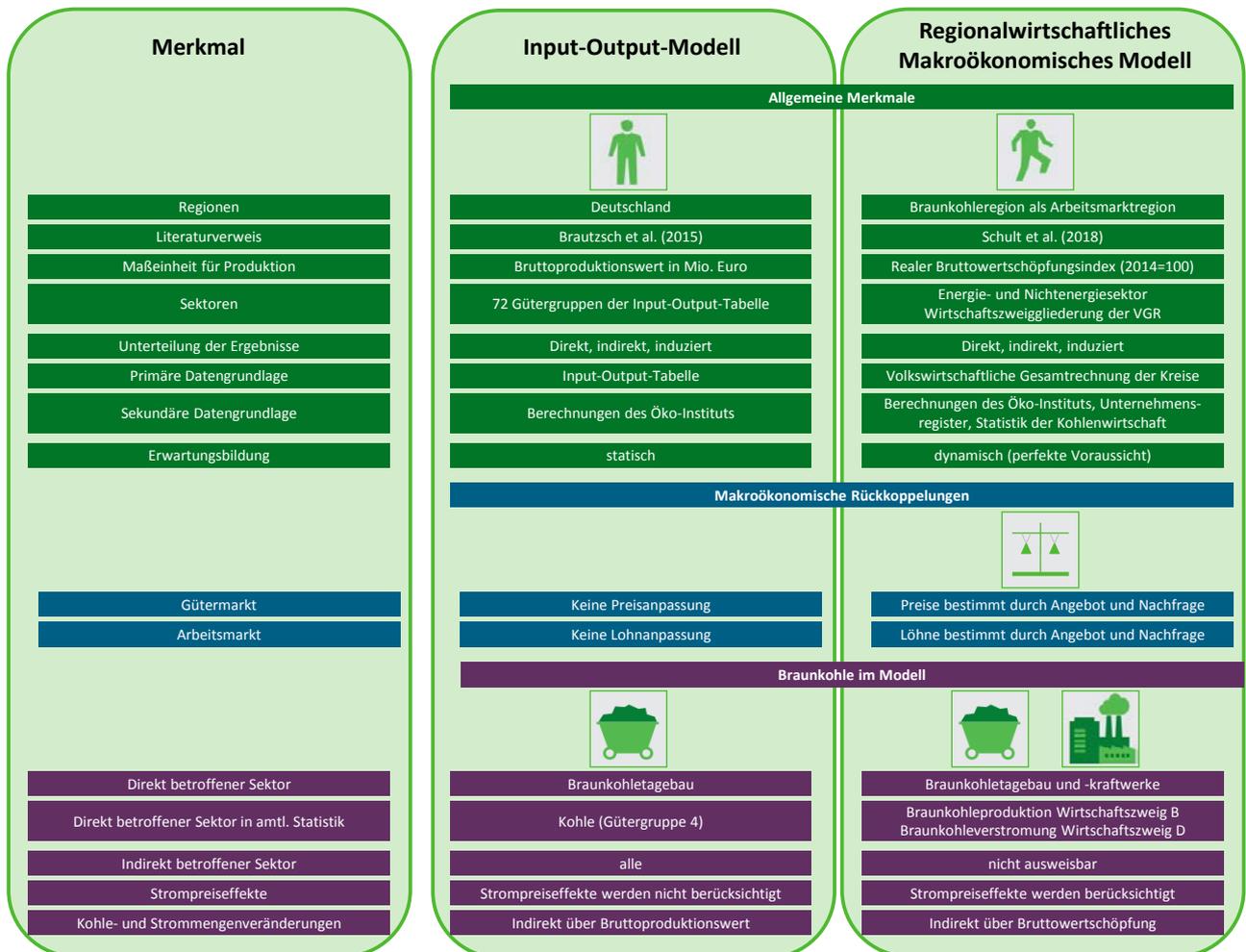
Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von Öko-Institut et al. (2017).

### Makroökonomische und regionalwirtschaftliche Effekte eines Braunkohleausstiegs

Die Analyse der regionalwirtschaftlichen Effekte der verschiedenen Ausstiegspfade erfolgt auf Basis der Ergebnisse der Strommarktmodellierung. Der Braunkohleausstieg wirkt als negativer Impuls auf den volkswirtschaftlichen Kreislauf aus Produktion und Konsum und führt zu Anpassungsprozessen. Mögliche positive Impulse einer aktiven Strukturpolitik werden nicht explizit modelliert; allerdings wird unterstellt, dass sich in den betroffenen Regionen die strukturelle Arbeitslosenquote langfristig nicht verändert. Dies entspricht der Erfahrung in anderen Fällen, etwa beim Steinkohleausstieg im Ruhrgebiet. Es wird also implizit angenommen, dass auch strukturpolitische Maßnahmen einen Anstieg der strukturellen Arbeitslosenquote verhindern. Entsprechende Maßnahmen werden in Kapitel 6 untersucht. Für die Ermittlung der Effekte des Kohleausstiegs auf Produktion und Wertschöpfung anderer Sektoren in den Regionen kommen ein **Input-Output-Modell (IOM)** sowie ein **regionalwirtschaftliches makroökonomisches Modell (RWM)** zum Einsatz (zur Kopplung dieser Modelle mit dem Strommarktmodell siehe Kapitel 4.1). Durch die Verwendung verschiedener Modelle, kann die Frage nach den Effekten des Kohleausstiegs aus verschiedenen Blickwinkeln analysiert werden (siehe

Abbildung 1-3). Das IOM-Modell bildet die Effekte einer reduzierten Braunkohleförderung ab, wohingegen das RWM darüber hinaus auch die Effekte einer reduzierten Braunkohleverstromung und makroökonomische Rückwirkungen abbildet.

Abbildung 1-3: Vergleich Input-Output-Modell mit regionalwirtschaftlichem makroökonomischen Modell



Quelle: Eigene Darstellung, IWH.

Mit dem IOM werden zum einen die Effekte des Braunkohleausstiegs bei der Braunkohleförderung (Produktionsphase) ermittelt, welche die eigentliche Förderung sowie die damit verbundenen Zulieferungen umfasst. Zum anderen werden die Effekte, die sich aus der Einkommensveränderung durch die Beschäftigungseffekte ergeben (Einkommensverwendungsphase), berücksichtigt.

Die Effekte in der Produktionsphase sind deutlich höher als die Effekte in der Einkommensverwendungsphase. So hängen etwa vier Fünftel der gesamten Produktionseffekte und drei Viertel der Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte unmittelbar mit der Braunkohleproduktion und den durch sie induzierten Vorleistungskäufen zusammen. Bei den Effekten auf die Arbeitnehmerentgelte sind es sogar über 85%.

Betrachtet man die Beschäftigungseffekte im Pfad „Schnell“ unter der Annahme einer trendmäßigen Zunahme der Arbeitsproduktivität, so zeigt sich, dass gegenüber dem Referenzpfad die Zahl der Erwerbstätigen bis zum Jahr 2025 um 12.500 und bis zum Jahr 2030 um 14.600 Erwerbstätige zurückge-

hen wird (siehe Abbildung 2). Die anderen Ausstiegsszenarien weisen zunächst niedrigere Arbeitsplatzverluste auf. In 2040, nach Vollendung des Kohleausstiegs, weisen alle Pfade ein gleiches Beschäftigungsniveau auf.<sup>1</sup>

Insgesamt beträgt in der Einkommensverwendungsphase der Produktionsmultiplikator 1,5 und ist damit kleiner als der entsprechende Multiplikator in der Produktionsphase, wo dieser 2,0 beträgt. Damit stoßen die für den Konsum der privaten Haushalte produzierten Güter weniger Produktion an als die Kohleförderung. Auch die Wertschöpfungs- und Beschäftigungsmultiplikatoren fallen geringer aus.

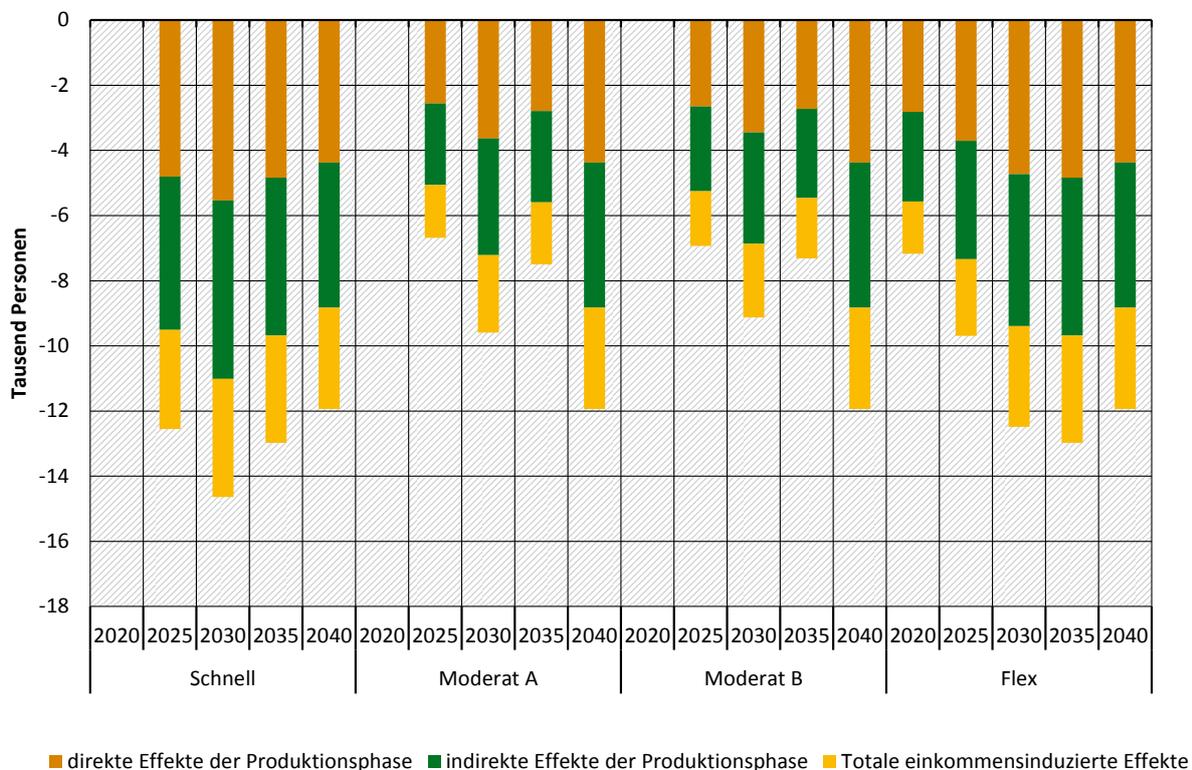
Zur Beurteilung der Ergebnisse des IOM können Vergleiche mit anderen Input-Output Studien herangezogen werden, in denen auch direkte und einkommensinduzierte Effekte der Braunkohlenwirtschaft ermittelt wurden. Für das Jahr 2009 hat EEFA (2011) für die Braunkohlenwirtschaft insgesamt (Tagebaue, Kraftwerke, Veredlung) Beschäftigungsmultiplikatoren ermittelt, wobei auch die durch Investitionen ausgelösten Impulse berücksichtigt wurden. Betrachtet man nur die Tagebaue und lässt die auf die Investitionstätigkeit zurückzuführenden Effekte unberücksichtigt, so ergibt sich hier ein totaler Beschäftigungsmultiplikator von 2,1. Das RWI (2018) ermittelte für den gesamten Sektor Braunkohlentagebaue und -kraftwerke für das Jahr 2016 einen totalen Beschäftigungsmultiplikator von 2,8. Bei der Berechnung dieses Multiplikators wurden jedoch auch die Beschäftigungseffekte durch Investitionen berücksichtigt. Ohne Investitionen beträgt der Multiplikator 2,4 und entspricht dem im Rahmen der vorliegenden Studie ermittelten Multiplikator. Zu den zentralen Ergebnissen der Analyse mit dem IOM zählen:

- ▶ Bei den Zulieferern der Braunkohleförderung ist ungefähr die gleiche Anzahl an Erwerbstätigen durch die Braunkohleförderung beschäftigt wie in der Braunkohleförderung selbst. Bei der Gestaltung des Strukturwandels ist es daher genauso wichtig die Zulieferer der Braunkohlenwirtschaft zu berücksichtigen.
- ▶ Verschiedene Studien mit dem IOM zeigen, dass der Abbau eines Arbeitsplatzes in der Braunkohlenwirtschaft zu einem Abbau von Eins bis Zwei weiteren Arbeitsplätzen in anderen Sektoren der deutschen Volkswirtschaft führt.

---

<sup>1</sup> Auch wenn der Rückgang der Arbeitsproduktivität in der Braunkohle für den Fall eines klimapolitisch forcierten Ausstiegs aus der Braunkohle eine gewisse Plausibilität aufweist, werden im Szenario Vergleich stets die gleichen Produktivitätsannahmen zu Grunde gelegt.

Abbildung 1-4: Direkte, indirekte und einkommensinduzierte klimapolitische Beschäftigungseffekte für das jeweilige Jahr einer reduzierten Braunkohleförderung im Vergleich zum Referenzpfad (IOM) (Produktivitätsannahme: Fortschreibung)



Quellen: Statistisches Bundesamt (2017e) und eigene Berechnungen.

Um auch Substitutionsprozesse zwischen den Produktionsfaktoren (vor allem Arbeit und Energie), Preisanpassungen und innerdeutsche Wanderungsbewegungen aufgrund eines Kohleausstiegs abbilden zu können, kommt im zweiten Schritt ein regionalwirtschaftliches Modell zum Einsatz. Neben den sektoralen Anpassungsprozessen können so auch Anpassungsprozesse zwischen den Regionen erfasst werden. Erfahrungen nach der Wende in Ostdeutschland und auch mit dem Strukturwandel im Ruhrgebiet legen nahe, dass Anpassungsprozesse regional unterschiedlich verlaufen können und innerdeutsche Wanderungsbewegungen dadurch beeinflusst werden. In Ergänzung zu anderen vorliegenden Studien zu den wirtschaftlichen Effekten eines Kohleausstiegs (vgl. EEFA (2010), EEFA (2011), Markwardt et al. (2016), RWI (2018)) können mit dem RWM auch regionalwirtschaftliche Effekte unter Berücksichtigung von Substitutionsprozessen konsistent ermittelt werden. Dabei ist im Vergleich zum IOM nur eine deutlich gröbere sektorale Erfassung der wirtschaftlichen Zusammenhänge möglich. Zudem werden auch energiewirtschaftliche Zusammenhänge stark vereinfacht erfasst. Die beiden Ansätze haben also unterschiedliche Stärken und Schwächen und ergänzen sich. Das RWM bildet insbesondere die qualitativen Anpassungsprozesse ab, die in der Diskussion der Effekte von Strukturwandelprozessen zwingend zu berücksichtigen sind.

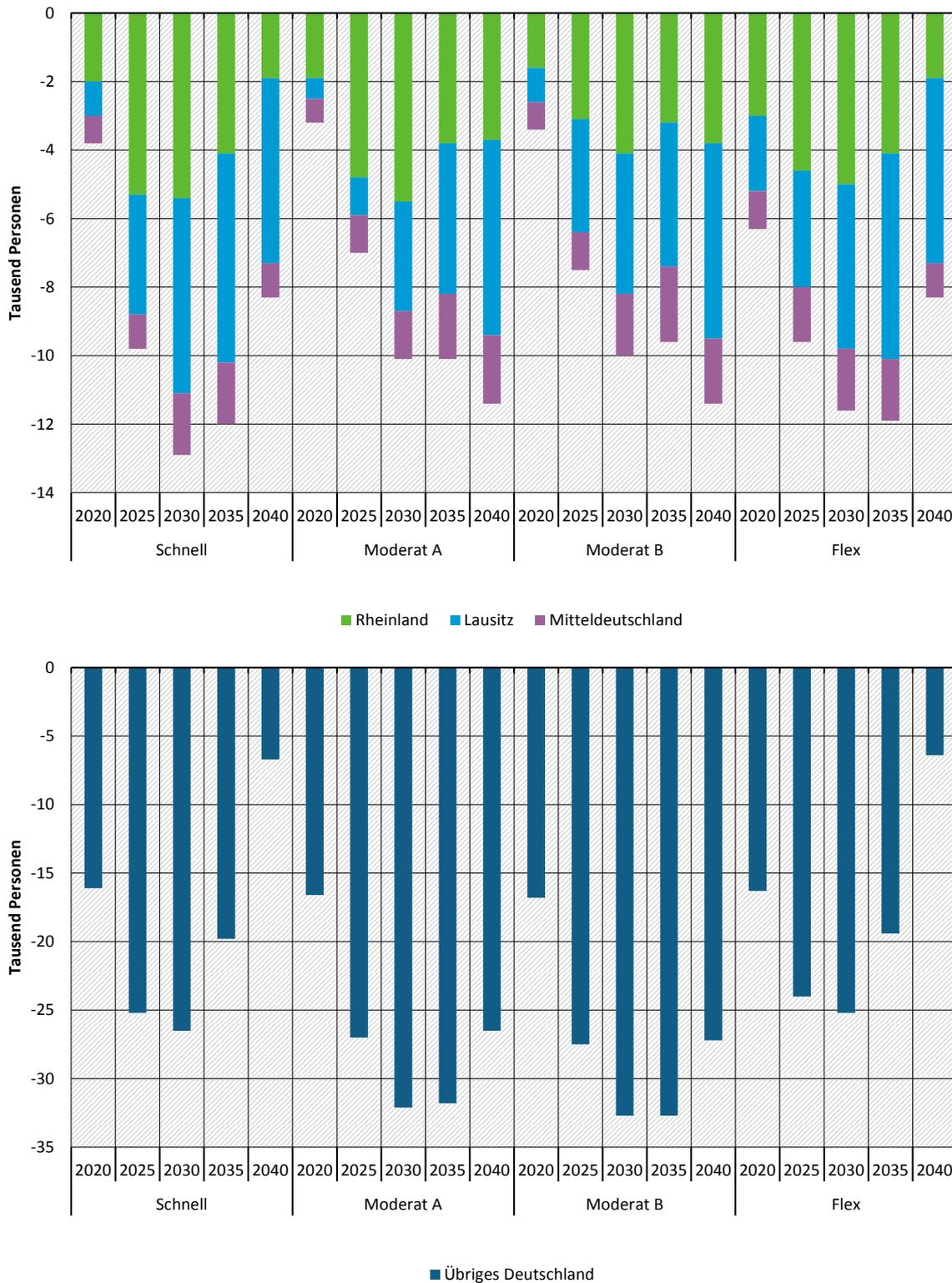
Schätzungen auf Basis der Bevölkerungsprojektion von Eurostat ergeben, dass die Anzahl der Erwerbstätigen in Deutschland bis zum Jahr 2040 um etwa 3,6 Mio. zurückgehen wird. Das RWM führt u.a. zu dem Ergebnis, dass der auch im Referenzpfad stattfindende Rückgang der Braunkohlenutzung die Zahl der Erwerbstätigen in Deutschland um 9.000 Personen mindert.

Ein klimapolitischer Ausstieg aus der Braunkohle kann im Vergleich zum Referenzpfad zu einem maximalen deutschlandweiten Rückgang der Beschäftigung von ca. 37.000 bis 43.000 Personen führen

(siehe Abbildung 4-16). Dies umfasst direkte, indirekte und einkommensinduzierte Effekte des Kohleausstiegs. Der überwiegende Teil des Beschäftigungsrückgangs findet bei allen Pfaden außerhalb der Braunkohleregionen statt; u.a. aufgrund der Energiepreiseffekte. Im Pfad „Moderat B“ ist der klimapolitisch bedingte Rückgang mit insgesamt ca. 43.000 im Jahr 2030 im Vergleich zum Referenzpfad am höchsten. In der Lausitz fallen die größten klimapolitischen Beschäftigungseffekte im Pfad „Schnell“ mit 6.100 im Jahr 2040 an. Das Rheinland weist auch im Pfad „Schnell“ aber im Jahr 2030 den größten klimapolitischen Beschäftigungseffekt mit 5.400 auf. Im Pfad „Moderat B“ im Jahr 2040 ist der klimapolitische Beschäftigungseffekt für Mitteldeutschland mit 2.200 am größten. Dabei ist in den direkten Effekten neben dem Rückgang im Tagebau auch der Rückgang in Kraftwerken enthalten. Ebenso fallen die Effekte auf Bruttowertschöpfung und Arbeitnehmerentgelte im makroökonomischen Modell höher aus als im Input-Output-Modell, weil auch nachgelagerte Effekte betrachtet werden. Arbeitnehmerentgelte gehen stärker zurück als die Bruttowertschöpfung. Ein langsamer Ausstieg verschiebt die negativen Beschäftigungseffekte in die Zukunft. Der Pfad „Flex“ hat unter allen Szenarien die größten negativen Beschäftigungseffekte in den nächsten 5 Jahren, führt aber zu einem früheren und schnelleren Erholungsprozess. Dieses Ergebnis ist auf einen schnelleren Ausbau anderer Energieträger bei gleichen innerdeutschen Migrationsbewegungen in den Ausstiegspfaden zurückzuführen und den damit verbundenen positiven einkommensinduzierten Effekten. Der Erholungsprozess auf den Arbeitsmarkt setzt daher deutschlandweit früher ein und ist schneller in den Pfaden „Schnell“ und „Flex“ im Vergleich zu den Pfaden „Moderat A“ und „Moderat B“. Wenn innerdeutsche Migrationsbewegungen in der Modellierung von der Ausstiegsgeschwindigkeit, d.h. von dem Zeitpunkt und der mengenmäßigen Reduktion der Braunkohleverstromung abhängen, so käme es in den moderaten Pfaden zu geringeren zusätzlichen Effekten. Der schnellere Erholungseffekt in den schnellen Pfaden basiert auf der Annahme, dass andere Energieträger Braunkohle in der Verstromung adäquat ersetzen können.

Eine Isolation der Energiepreiseffekte im RWM wie in der r2b und HWWI (2013) Studie auf die Beschäftigung ist nur bedingt möglich. Allgemein hängen Energiepreiseffekte von den gewählten Instrumenten (Mengenregulierung, Preisregulierung) zur Erreichung der Klimaschutzziele ab (vgl. Öko-Institut, BET, Klinski 2017). Bei einem negativen direkten Beschäftigungseffekt von 3.200 Erwerbstätigen für das Jahr 2020 im RWM ergibt sich unter Verwendung des Multiplikators von 2,5 ein Beschäftigungseffekt auf die vorgelagerten Produktionsstufen von 4.800 Erwerbstätigen für das Jahr 2020. Der zusätzliche Rückgang um 1.300 Erwerbstätige kann somit auf die nachgelagerten Produktionsstufen zurückgeführt werden, wenn dieser primär durch höhere Energiepreise bedingt ist. Ein klimapolitischer Ausstieg führt im Pfad Flex zu einem direkten klimapolitischen Beschäftigungseffekt von 2.300 Erwerbstätigen und damit zu vorgelagerten Beschäftigungseffekten von 5.750 Erwerbstätigen. Somit ergibt sich ein Beschäftigungseffekt auf die nachgelagerten Produktionsstufen von 14.500 Personen. Im Vergleich zur r2b und HWWI (2013) Studie sind auch im RWM die nachgelagerten Effekte deutlich größer in den Ausstiegsszenarien. Im RWM kommt es aber auch durch Lohnanpassungen, Binnenmigration und Ausbau anderer Energieträger zu Erholungseffekten, die aus den totalen Beschäftigungseffekten herausgerechnet werden müssten.

Abbildung 1-5: Direkte, indirekte und einkommensinduzierte klimapolitische Beschäftigungseffekte für das jeweilige Jahr einer reduzierten Braunkohleförderung und Verstromung im Vergleich zum Referenzpfad (RWM)



Quellen: VGR der Länder (2017c) und eigene Berechnungen.

Die Analyse mit dem RWM zeigt:

- ▶ Die meisten absoluten Beschäftigungseffekte fallen nicht in den Braunkohleregionen selbst an. Die Lausitz ist gemessen an Arbeitslosenquote und Bruttowertschöpfung pro Erwerbsperson am stärksten von einem Braunkohleausstieg betroffen.
- ▶ Reale Arbeitnehmerentgelte pro Erwerbstätigen werden besonders in den Braunkohleregionen geringer ausfallen, da ein Hochlohnsektor wegfällt.
- ▶ Die Erwerbsbevölkerung in den Braunkohleregionen Rheinland und Lausitz wird durch Abwanderung stärker schrumpfen, wenn keine neuen attraktiven Arbeitsplätze in diesen Regionen entstehen. Im Vergleich zu den Auswirkungen des demografischen Wandels ist die durch den Kohleausstieg induzierte Abwanderung aus den Braunkohleregionen jedoch gering.

Beide makroökonomischen Analysen kommen zu dem Ergebnis, dass der Braunkohleausstieg zu negativen Beschäftigungseffekten führt. Diese Effekte, soweit vergleichbar, sind im RWM größer als im IOM. Dies hat verschiedene Gründe:

- ▶ Das RWM berücksichtigt neben dem Braunkohlebergbau auch die Verstromung. Dies ist im IOM nicht der Fall. Im RWM werden die Ergebnisse des Referenzpfades immer im Vergleich zu einem Pfad ausgewiesen, in dem alle Sektoren mit der gleichen Rate wachsen (Null-Szenario). Im IOM werden die Ergebnisse des Referenzpfades immer im Vergleich zu einem Pfad ausgewiesen, in dem die Trends der Sektoren aus der Vergangenheit fortgeschrieben werden (Produktivitätsannahme Fortschreibung). Die Produktivität in der Braunkohlenwirtschaft stieg stärker als in den übrigen Sektoren der deutschen Volkswirtschaft. Aus diesem Grund, kommt es schon im Null-Szenario zu einem stärkeren prozentualen Abbau der Beschäftigung in der Braunkohlenwirtschaft im IOM. Dies trägt dazu bei, dass die Effekte nicht vergleichbar sind.
- ▶ Das RWM ist ein dynamisches Modell, welches langfristig regionale Anpassungsprozesse berücksichtigt. Die Akteure stellen sich dabei vorausschauend auf den Kohleausstieg ein und die Effekte des Kohleausstiegs sind früher ersichtlich. Gleichzeitig kommen langfristig Erholungseffekte zum Tragen, so dass die regionalen Arbeitslosenquoten das Niveau des Jahres 2014 erreichen.
- ▶ Das RWM ist ein nichtlineares Modell, d.h. eine Reduktion der Braunkohleverstromung um 10% von 100 TWh hat nicht die gleichen Effekte auf Preise und Marktmacht der Firmen wie eine 10% Reduktion der Braunkohleverstromung von 50 TWh. Die Energiepreise steigen nach 2020 in den Ausstiegsszenarien im Vergleich zum Referenzpfad schneller an. Firmen antizipieren die schneller steigenden Preise im Energiesektor und die damit verbundene geringere Nachfrage. Neueinstellungen gehen stärker zurück und aus diesem Grund kommt es zu höheren Beschäftigungseffekten. Das IOM erfasst Energiepreiseffekte einer verringerten Braunkohleverstromung auf nachgelagerte Wertschöpfungsstufen dagegen nicht.

### **Wirtschaftliche Chancen in den betroffenen Regionen**

In Ergänzung zur Analyse der regionalwirtschaftlichen Effekte eines Braunkohleausstiegs werden zudem Perspektiven und Chancen für ArbeitnehmerInnen der Braunkohlenwirtschaft sowie der Region allgemein untersucht. Wirtschaftliche Chancen bestehen im Grundsatz in einem breiten Spektrum wirtschaftlicher Aktivitäten. Im Rahmen dieser Studie wurden exemplarisch einige wenige herausgegriffen, die ebenfalls in einem direkten Zusammenhang mit der Energiewende stehen. Darüber hinaus gibt es weitere Chancen, die in anderen regionalen Untersuchungen (bspw. Agora 2017, E3G 2015, Markwardt et al. 2016, Prognos 2015, RWI 2017), bereits eruiert wurden, und die mit geeigneten Instrumenten nutzbar gemacht werden können.

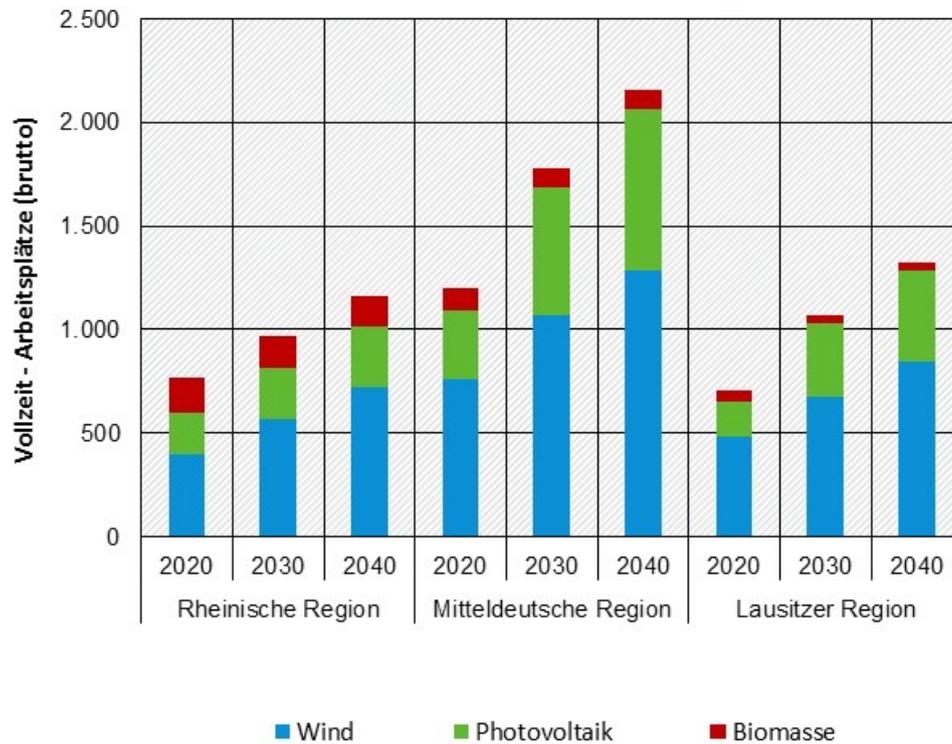
Die Auswertung der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung der vergangenen Jahre gibt einen Überblick über Wirtschaftssektoren und deren Entwicklung. Für die vier Bundesländern mit Braunkohleregionen wurden Wirtschaftssektoren mit hoher und zugleich zunehmender Produktivität identifiziert

(Bruttowertschöpfung je Erwerbstätigem, BWS/ET) - eine Untersuchung der Braunkohleregionen allein war an dieser Stelle aufgrund der Datenlage nicht möglich. In diesen Sektoren darf ein positives Investitionsklima vermutet werden. Daneben ist auch die Zahl der Erwerbstätigen wichtig. Einige sehr produktive Wirtschaftssektoren schneiden hier eher ungünstig ab. Gleichzeitig konnten weniger produktive Sektoren viele Erwerbstätige dazugewinnen und wirken sich so günstiger auf den Arbeitsmarkt aus, als manche hochgejubelte Zukunftsbranche. Die Entwicklung von Branchen mit hohem Personalbedarf und nachhaltig positiven Zukunftsaussichten zu fördern, ist Aufgabe der jeweiligen Landesregierungen zur Regional- und Strukturentwicklung. Dabei ist auf eine ausreichende Diversität zu achten, so dass branchenspezifische Schwankungen künftig nur geringe negative Wirkungen auf die Regionen haben werden.

Bei einem Kohleausstieg unterscheiden sich die beruflichen Perspektiven von Beschäftigten der Braunkohlenwirtschaft in den verschiedenen Berufen. Um zu einer ersten Einschätzung der beruflichen Chancen im aktuellen Umfeld zu gelangen, wurde eine Analyse der Beschäftigten nach Tätigkeitsgruppen durchgeführt. Ziel war es aufzuzeigen, ob in anderen Branchen tendenziell Nachfrage nach bestimmten Tätigkeiten (und damit Berufen) herrscht. Hierzu wurde die Personalentwicklung der vergangenen Jahre in für die Braunkohlenwirtschaft typische Tätigkeitsbereiche bzw. Berufsgruppen unterteilt und mit der Entwicklung der Beschäftigten dieser Tätigkeitsgruppen über alle Branchen in der jeweiligen Region verglichen. Die Untersuchung der Branchen in den Regionen und den dortigen Entwicklungen von Tätigkeitsgruppen zeigt, dass für eine Reihe an Tätigkeiten, respektive Berufen, in der Braunkohlenwirtschaft ein Branchenwechsel gut gelingen kann. Eine Ausnahme bilden Berufsgruppen der Rohstoffgewinnung sowie regionenspezifisch teils auch Berufe der Metallerzeugung und Bearbeitung sowie Mechatronik- und Maschinentchnik (vgl. Tabelle 5-1 und Tabelle 5-2). Ausgehend von den Entwicklungen der Nachfrage nach diesen Tätigkeiten in den letzten Jahren haben es diese voraussichtlich schwerer eine weiterführende Beschäftigung in der Region zu finden, z.B. Berufe in der technischen Entwicklung und Prozesssteuerung oder dem Führen von Fahrzeugen. In diesen zuvor genannten Tätigkeitsgruppen befinden sich aber die meisten Beschäftigten der Braunkohlenwirtschaft: Ausgehend von den Zahlen der Bundesanstalt für Arbeit sind dies etwa 6.400 Beschäftigte in allen drei Regionen. Dies sind rund 46% der Beschäftigten der Braunkohlenwirtschaft bezogen auf die BA-Statistiken. Sollte eine reguläre Verrentung der Betroffenen nicht umsetzbar sein (vgl. Kapitel 6.4.4 und Öko-Institut (2017c)), sind für diese Beschäftigten frühzeitig berufliche Perspektiven aufzuzeigen.

Um den Menschen bei einem Ausstieg auch weiterhin Perspektiven in der Region anbieten zu können, wurden neue Chancen im Energiesektor untersucht. Während der Kohleausstieg in der Sanierung der Tagebaue sowie mit dem Rückbau der Kraftwerke keine zusätzlichen Beschäftigungseffekte mit sich führt, erwachsen aus der Energiewende durch deren dezentrale Strukturen und verschiedenen Berufen innerhalb der Mechatronik und Elektrik neue Beschäftigungsmöglichkeiten in den Braunkohleregionen. Die Beschäftigungseffekte (brutto) des Ausbaus und des Betriebs von Erneuerbaren Energien werden bei unterstellt linear fortgeschriebenen Zubauraten des Jahres 2016 für PV und Wind sowie sehr konservativen Annahmen für weitere Biomassepotenziale auf etwa 2.680 direkte wie indirekte Arbeitsplätze bis 2020, auf rund 3.820 Arbeitsplätze bis 2030 und auf rund 4.650 zw. 2030 und 2040 geschätzt.

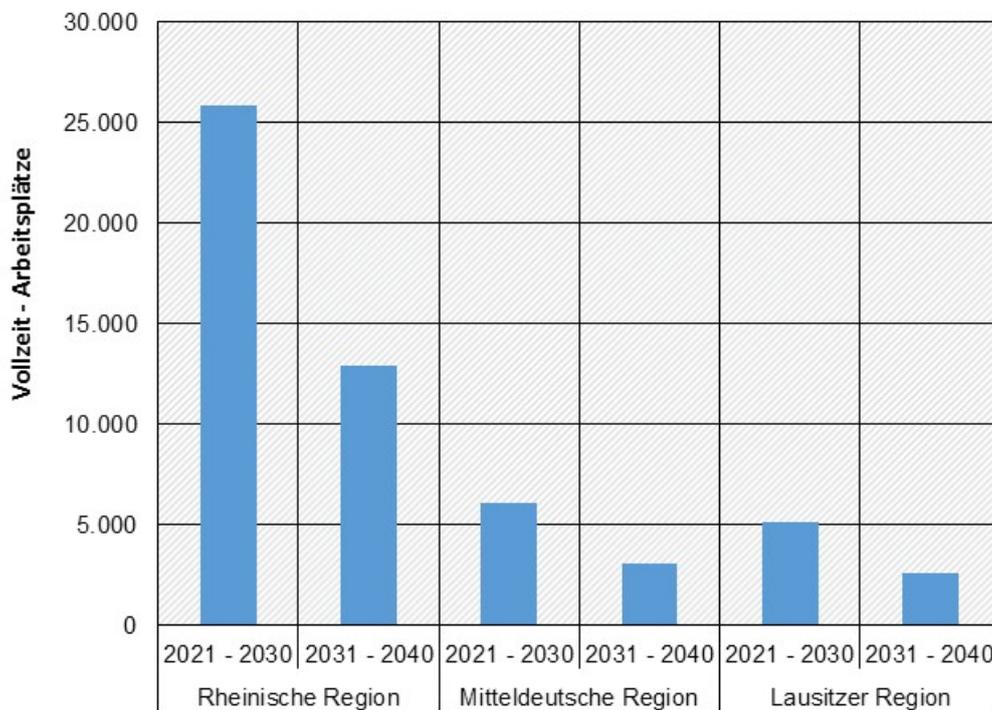
Abbildung 1-6: Geschätzte direkte und indirekte Bruttobeschäftigungseffekte durch die Energiewende im Strom- und Wärmesektor in den drei Braunkohleregionen



Quelle: Eigene Darstellung, IZES.

Für IngenieureInnen sowie energietechnische und handwerkliche Berufe ergeben sich weitere Optionen bei der energetische Sanierung von Gebäuden. Denn nicht zuletzt zur Einhaltung der Klimaschutz- und Effizienzziele ist – auch in den Braunkohleregionen – eine erhebliche Ausweitung energetischer Sanierungsmaßnahmen von Gebäuden notwendig. Überschlägige Berechnungen zeigen, dass das zusätzliche Beschäftigungspotential der Gebäudesanierung erheblich ist und in allen drei Braunkohleregionen die Zahl der in der Braunkohlenwirtschaft beschäftigten übersteigen kann. So würde eine zur Erreichung der Klimaschutzziele auf 3,2% gesteigerte Sanierungsrate in Deutschland anteilig in den Braunkohleregionen (Dekade von 2020 bis 2030) mehr als 25.000 zusätzliche Beschäftigte durch Sanierungen im Rheinland und jeweils mehr als 5.000 zusätzliche Beschäftigte durch Sanierungen in der Lausitz und in Mitteldeutschland erfordern. Angesichts dieser Zahlen sollte genauer geprüft werden ob die Regionen rein rechnerisch in der Lage wären, im ausreichenden Maße qualifizierte Beschäftigte bereitzustellen um die Gebäudesanierung zu bewältigen.

Abbildung 1-7: Geschätzte zusätzliche Beschäftigungseffekte durch energetische Gebäudesanierung in den drei Braunkohleregionen



Quelle: Eigene Darstellung, IZES.

Die aufgezeigten potenziellen Arbeitsplätze in den Bereichen Erneuerbare Energien und Gebäudesanierung können dem Stellenabbau im Zuge des untersuchten Strukturwandels durch den Kohleausstieg teilweise entgegenwirken. Zudem sind 65% der Beschäftigten in der Braunkohle über 45 Jahre alt und insgesamt etwa 30% sind bereits älter als 55. Die Altersstruktur kann somit als Chance für einen sozialverträglichen Kohleausstieg gesehen werden, indem in den kommenden Jahren ArbeitnehmerInnen regulär in Rente gehen und mit ihnen schrittweise die Kraftwerke und Tagebaue stillgelegt werden.

### Flankierende Politiken und Instrumente

Zur Bewältigung und politischen Unterstützung des Strukturwandels bedarf es einerseits Instrumente, die kurzfristige negative Auswirkungen einer Stilllegung von Braunkohlentagebauen und zugehörigen Kraftwerkskapazitäten auf die Beschäftigung bei Bedarf mildern können als auch solche, die mittel- bis langfristig die wirtschaftliche Entwicklung in den Braunkohleregionen verbessern, um so insgesamt einen sozialverträglichen Strukturwandel in den Regionen zu gewährleisten.

Zur Auswahl geeigneter Instrumente hilft der Blick in die Vergangenheit. Die Erfahrungen aus dem Steinkohlebergbau im Ruhrgebiet seit den 1950ern zeigen, dass ein Festhalten an alten Strukturen den notwendigen Wandel bremst, ihn aber nicht aufhält. Am Beispiel Ruhrgebiet wird deutlich, dass sehr hohe Subventionen für den Erhalt der Kohlewirtschaft nur (zeitlich) begrenzt Nutzen gestiftet haben. Entsprechend haben sich die Instrumente der Strukturpolitik über die Jahre gewandelt mit dem Ziel, die alten Strukturen loszulassen und in Gemeinschaft mit den ansässigen AkteurInnen und BürgerInnen tragfähige und möglichst langanhaltende Lösungen zu entwickeln.

Von den denkbaren Instrumenten, die im Zuge eines Ausstiegs aus der Braunkohleverstromung eingesetzt werden können, stehen zunächst **regionalpolitische Instrumente** im Vordergrund, mit deren

Hilfe frühzeitig zukunftsfähige Wirtschaftszweige in den Regionen entwickelt werden können, die ein Gegengewicht zu denen sich im Niedergang befindlichen Branchen bilden. Daneben sind aber **auch arbeitsmarkt- und sozialpolitische Instrumente** von Bedeutung. Zum einen können sie unmittelbare negative Auswirkungen auf Beschäftigung und Einkommen der aus der Braunkohlebranche Entlassenen zumindest teilweise kompensieren. Zum anderen erhöhen Maßnahmen wie Umschulungen oder Weiterbildungen die Wahrscheinlichkeit, eine neue Arbeitsstelle zu finden. Finanziell werden sie nicht nur durch Landes- und Bundesmittel ausgestattet, sondern können auch - und hier profitieren insbesondere Brandenburg und Sachsen davon (BMW 2017a, S.2) - auf Mittel des europäischen Strukturfonds, im Rahmen des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) und dem Europäischer Sozialfonds (ESF), zurückgreifen. Die operationellen Pläne der 4 betroffenen Bundesländer weisen geplante Mittel von insgesamt rund 10 Mrd. Euro für die Periode 2014 bis 2020 auf (vgl. Kap. 6.3).

Tabelle 1-3: Verfügbare Strukturfördermittel für die Periode 2014 bis 2020 in den Braunkohleländern

| Bundesland        | Europäischer Fonds für regionale Ent- | Europäischer Sozialfonds (ESF) |
|-------------------|---------------------------------------|--------------------------------|
|                   | Mio. Euro                             |                                |
| Nordrhein-Westfa- | 2.400                                 | 627                            |
| Sachsen           | 2.100                                 | 662                            |
| Sachsen-Anhalt    | 1.800                                 | 765                            |
| Brandenburg       | 1.057                                 | 452                            |
| <b>Gesamt</b>     | <b>7.357</b>                          | <b>2.506</b>                   |

Im Kontext der Energiewende liegt es schließlich nahe, auch zu fragen, inwieweit einschlägige Bundesgesetze Chancen darstellen und einen Beitrag zur regionalökonomischen Entwicklung in den Braunkohleregionen leisten können.

Die nachfolgende Abbildung gibt einen kondensierten Überblick über wichtige durchzuführende Maßnahmen zur Begleitung eines Kohleausstiegs und deren Wirkung auf das Umfeld.

Abbildung 1-8: Optionen für flankierende politische Instrumente und Strategien für einen aktiven Strukturwandel



Quelle: Eigene Darstellung, IZES.

Mit den Europäischen Strukturfonds, der Bund-Länder-Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur“ sowie den Landesmitteln wurden bereits Strukturen und Lerneffekte geschaffen, die für die weitere Begleitung eines sozialverträglichen Strukturwandels genutzt werden können und sollten. Hierauf aufbauend und unter Berücksichtigung der zahlreichen Studien zu den Regionen und Bundesländern sowie aktuellen regionalwirtschaftlichen Aktivitäten des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie und der Europäischen Kommission, werden nachfolgend weitergehende Empfehlungen, die aus Sicht der AutorInnen mit am drängendsten scheinen, zusammengefasst.

**Richtungsweisend und strukturfördernd: Anpassung des rechtlichen Rahmens und Weiterentwicklung der Regionenbewertung zur besseren bedarfsorientierten Verteilung von Strukturfördermitteln**

Es ist bereits absehbar, dass ein Teil der ausgewiesenen Flächen für den Tagebau nicht mehr angetastet werden. Durch eine **Anpassung des Flächennutzungsplans** können die Flächen für die Ansiedlung neuer Unternehmen als Industrie- und Gewerbegebiete sowie den Ausbau Erneuerbarer Energien genutzt werden.

Die **Wärmewende** ist aufgrund des Einsparpotenzials an klimaschädlichen Gasen ein wichtiges Element der Energiewende. Um den Sanierungsstau aufzubrechen bedarf es in den kommenden Dekaden gutausgebildeter HandwerkerInnen, die aufgrund der Qualifikationserfordernisse bspw. auch aus Berufsgruppen innerhalb der Braunkohlenwirtschaft stammen können. Für öffentliche Gebäude und teils

für Unternehmen können Strukturfördermittel genutzt werden. Das große Potenzial liegt aber in den Wohngebäuden, was zusätzlicher Investitionsanreize für die EigentümerInnen mittels Förderprogrammen bedarf.

Als Beitrag zur Wärmewende können die lokalen Ressourcen mobilisiert werden, um bspw. Wärmenetze aufzubauen und KWK-Anlagen zu betreiben. So sollen mit Hilfe von EU-Strukturfördermitteln Wärmenetze in Quartieren unter anderem in Nordrhein-Westfalen (Kap. 6.3.1) und Sachsen (6.3.2) ausgebaut werden. Das Know-how einiger Berufsgruppen der Braunkohlebranche kann hier zum Einsatz kommen, so dass ein Übergang auf einen Arbeitsplatz innerhalb des Energiesektors möglich wäre. Die Anreize für die effektive Nutzung von Erneuerbaren Energien und Abwärme können durch Anpassungen u.a. im KWKG, EEG und MAP weiter gestärkt werden.

Aufgrund des EU-Beihilferechts gilt es zu prüfen, ob und wie ein nationaler Sonderfonds speziell für die Braunkohleregionen zulässig ist. Angesichts sinkender **EU-Fördermittel** in den kommenden Jahren wäre zudem zeitnah mit der Europäischen Kommission zu prüfen, ob bei den Indikatoren, die zur Bewertung der Förderfähigkeit von Regionen herangezogen werden, der Indikator „Erwerbstätigkeitsprognose“ weit ausgelegt werden kann. Als einziger in die Zukunft gerichteter Indikator kann er einen politisch induzierten Kohleausstieg antizipieren. Je nach Entwicklung der anderen Indikatoren besteht somit die Chance, dass die Regionen förderbegünstigt bleiben. Seitens der Kommission gibt es mit der Plattform „Kohleregionen im Strukturwandel“ bereits Signale, diese Regionen auch künftig finanziell weiter zu unterstützen.

### **Sicherheit geben durch pro-aktive Maßnahmen in der Qualifizierung und Vermittlung, aber auch durch Perspektivenvereinbarungen**

Es gilt nun in einem der ersten Schritte den rd. 18.500 unmittelbar Betroffenen aus der Braunkohlewirtschaft Signale zu geben, dass sie nicht allein gelassen werden. Zwar ist der Entwicklungspfad aus der Kohle noch ungewiss, dennoch ist es jetzt an der Zeit proaktiv durch Bund und Länder eine **Perspektivenvereinbarung** zwischen den ArbeitgeberInnen und Arbeitnehmervertretungen auf den Weg zu bringen. Bereits jetzt gestaltete Sozialpläne (oder ähnliche Regelungen) sollen die Rahmenbedingungen für die ArbeitnehmerInnen im Falle einer kurzfristigen Betroffenheit klären und Planungssicherheit für die Übergangszeit in eine Rente oder einen neuen Arbeitsplatz bieten. Mindestens für Angestellte, die nicht mit einer Frühverrentung rechnen können, sind **Weiterbildungsprogramme** aufzulegen und **qualifizierte Beratungen** für einen Arbeitsplatzwechsel anzubieten.

Gerade in der Lausitzer Region wird eine hohe Abbruchquote in den Berufsschulen verzeichnet, was auch zu Fachkräftemangel in den Unternehmen führt. Es wird angeregt mittels einer **Qualitätsoffensive** in den beiden Bundesländern Brandenburg und Sachsen die Ausstattung der Schulen zu verbessern, das Lehrpersonal zu qualifizieren und Weiterbildungschancen intensiv zu bewerben. Die Maßnahmen sollen nicht nur die Abbruchquote senken, sondern zu hochqualifizierten MitarbeiterInnen führen, die neues Wissen in ihre Firmen tragen.

### **Standortattraktivität erhöhen für Bewohner, Wissensträger und Unternehmen**

Gut ausgestattete Kompetenzzentren ziehen Wissensträger an und bringen damit Know-how in die Region. Von den drei Braunkohleregionen kann allein die Lausitz kein nach außen hin sichtbares und beworbenes **Kompetenzzentrum** vorweisen, auch wenn in der Region mit der Brandenburgische Technischen Universität Cottbus-Senftenberg (BTU), mit den zwei Standorten Cottbus und Senftenberg sowie der Technische Hochschule Wildau zwei Hochschulen ansässig sind. Mit steigender Reputation und Projekten kann dies Arbeitsplätze für hochqualifizierte MitarbeiterInnen schaffen und die Kooperation mit Unternehmen fördern.

Der Strukturwandel wird bereits seit vielen Jahren durch regionalpolitische Maßnahmen flankiert. Finanziert werden die Aktivitäten insbesondere durch die Nutzung der europäischen und nationalen

Strukturfonds sowie durch Mittel der Länder. Regionale Erhebungen weisen aber darauf hin, dass viele Unternehmen, gerade KMU, aufgrund des Aufwands davor zurückschrecken, diese Angebote wahrzunehmen. Um **Innovationen** in den regionalen Unternehmen auf den Weg zu bringen, legen die Länder großen Wert auf die Vernetzung der Unternehmen mit den Hochschulen. Deren Erfahrung in der Beantragung von Forschungsgeldern sollte genutzt werden, um auch den Unternehmen gezielten **Zugang zu Forschungsmitteln** durch gemeinsame Anträge oder Antragsbegleitung zu eröffnen.

Die Schaffung neuer Arbeitsplätze mag ein grundlegender Baustein sein, um Abwanderungen von qualifizierten Arbeitskräften zu verringern. Doch auch lukrative Arbeits- und Wohnangebote in anderen Regionen verleiten dort insbesondere jungen Menschen nicht zwangsläufig zum Bleiben oder sich anzusiedeln. Die Verfügbarkeit diverser **Infrastrukturen**, von **mobiler Anbindung** an andere Regionen, die Teilnahmemöglichkeiten an **vielfältigen kulturellen Veranstaltungen** und **attraktive Naherholungsoptionen** bei gleichzeitig vorhandener **Gesundheits- und Versorgungsinfrastruktur** erhöhen ebenfalls die Attraktivität einer Region. Für junge Familien sind zudem gute und **flexible Kinderbetreuungsoptionen** ein wichtiges Argument für die Standortqualität. Hier gilt es auch die KMU bei der Entwicklung s.g. „Balance-Projekte“ zu unterstützen und sich damit auch als Arbeitgeber interessanter zu machen.

#### **Fazit: Politische Strategien für den Kohleausstieg und zur Gestaltung des damit verbundenen Strukturwandels**

Die vorliegende Studie untersucht die ökonomischen Auswirkungen eines durch die Klimaziele der Bundesregierung induzierten Kohleausstiegs in Deutschland. Der Fokus liegt auf der Braunkohlenwirtschaft – insbesondere in den Braunkohleregionen. Sie beleuchtet schlaglichtartig wichtige Aspekte des Kohleausstiegs und des damit verbundenen Strukturwandels. Damit leistet die Studie einen Beitrag für informierte Entscheidungen zum Klimaschutz und zur Bewältigung und Gestaltung des damit verbundenen Strukturwandels in den Braunkohleregionen.

Die energiewirtschaftlichen Modellierungen verdeutlichen die Effekte verschiedener Ausstiegspfade für Kraftwerke und Braunkohletagebaue. Darauf aufbauend werden mit Hilfe eines Input-Output-Modells und eines regionalwirtschaftlichen Modells die ökonomischen Effekte des Kohleausstiegs sowohl in den Braunkohleregionen als auch im übrigen Deutschland quantifiziert. Durch die Berücksichtigung volkswirtschaftlicher Kreislaufeffekte gelingt es die direkten und indirekten Effekte einer verringerten Braunkohleverstromung zu quantifizieren. Da die genaue Ausgestaltung einer strukturpolitischen Flankierung des Kohleausstiegs, wie sie gegenwärtig in der Kommission für „Wachstum, Beschäftigung und Strukturwandel“ diskutiert wird, noch nicht feststeht, konnte sie in der Modellierung nicht explizit berücksichtigt werden.

Im Vergleich zu den negativen Effekten des demografischen Wandels auf die Anzahl der Personen im erwerbsfähigen Alter ist die Anzahl der durch den Braunkohleausstieg wegfallenden zusätzlichen Arbeitsplätze gering. Die regionalökonomische Modellierung zeigt zudem, dass die meisten absoluten Beschäftigungseffekte eines Kohleausstiegs außerhalb der Braunkohleregionen anfallen. Von den Braunkohleregionen ist die Lausitz, gemessen an Arbeitslosenquote und Bruttowertschöpfung pro Erwerbsperson, am stärksten von einem Braunkohleausstieg betroffen. Die Arbeitslosenquote und die Bruttowertschöpfung pro Erwerbsperson im Rheinland sind weniger von einem Braunkohleausstieg betroffen. Die Erwerbsbevölkerung in beiden Regionen reduziert sich aber in Folge des Braunkohleausstiegs. Die Region Mitteldeutschland weist die geringsten negativen Effekte auf. Die Erwerbsbevölkerung der Regionen verändert sich durch den Ausstieg kaum.

Die Modelle zeigen, dass bei einem frühzeitigen Ausstieg die negativen Effekte des Strukturwandels früher zu Tage treten. Dafür können in diesem Fall jedoch Erholungseffekte laut regionalwirtschaftlichen Modell stärker den negativen Effekten entgegnen.

Die Studie untersucht weiterhin wirtschaftliche Chancen in den Braunkohleregionen. Diese bestehen im Grundsatz in einem breiten Spektrum wirtschaftlicher Aktivitäten. Sie reichen von touristischen und anderweitigen Folgenutzungen ehemaliger Braunkohlereviere über eine im Zuge der Energiewende neu aufgestellte Energiewirtschaft in den Regionen, eine verbesserte öffentliche Infrastruktur im Verkehr und durch eine neue Digitalwirtschaft bis hin zu Chancen in Folge einer gestärkten Wissenschaft und innovativer Unternehmen.

Die durchgeführten, exemplarischen Untersuchungen zeigen für alle Braunkohleregionen bedeutende Beschäftigungspotenziale auf. Die aufgezeigten potenziellen Arbeitsplätze in den exemplarisch betrachteten Bereichen Erneuerbare Energien und Gebäudesanierung können dem Stellenabbau im Zuge des untersuchten Strukturwandels durch den Kohleausstieg entgegenwirken.

Der Politik stehen verschiedene Ansatzpunkte zur Verfügung diese wirtschaftlichen Chancen zu nutzen. Dabei stehen regionalpolitische Instrumente im Vordergrund, mit deren Hilfe frühzeitig zukunftsfähige Wirtschaftszweige in den Regionen entwickelt werden können, die ein Gegengewicht zu denen sich im Niedergang befindlichen Branchen bilden. Daneben sind auch arbeitsmarkt- und sozialpolitische Instrumente von Bedeutung. Zum einen können sie unmittelbare negative Auswirkungen auf Beschäftigung und Einkommen der aus der Braunkohlebranche Entlassenen zumindest teilweise kompensieren. Zum anderen erhöhen Maßnahmen wie Umschulungen oder Weiterbildungen die Wahrscheinlichkeit, eine neue Arbeitsstelle zu finden.

Konkret bedeutet dies für die Lausitzer Region, dass, neben den bereits zuvor genannten Chancen im Ausbau von erneuerbaren Energien und der Wärmewende sowie den in allen Regionen notwendigen Entwicklungen (vgl. Abbildung 1-8), eine Qualitätsoffensive in den Berufsschulen voranzubringen und mittels technischer Kompetenzzentren neues Know-how und im Nachzug Investoren in die Region zu führen sind (siehe auch Kap. 6.4.1). Des Weiteren sollte die vergleichsweise schwache infrastrukturelle Ausstattung, die niedrigste Anzahl von Forschungsinstitutionen und Universitäten und die schlechte Anbindung an Schnellzüge und Straßennetze verbessert werden.

In der Mitteldeutschen Region ist der Sanierungsstau vergleichsweise hoch und sollte durch geeignete Fördermittel oder Gesetze in den betroffenen Bundesländern aufgelöst werden. Dies unterstützt nicht nur die Klimaschutzziele, sondern kann zu einem Boom in der Baubranche führen und dort Arbeitsplätze schaffen. Im Kontext von Sanierung und Energieeffizienz sollten zudem Netzwerk- und Clusteraktivitäten entwickelt werden, um Unternehmen, insbesondere KMU, in dieser Branche zu entwickeln. Speziell für den Teil in Sachsen-Anhalt sollte die Flächenplanung überdacht und ehemals als Tagebau geplante Gebiete sowie sanierte Tagebauflächen nicht nur für Tourismus sondern auch für erneuerbare Energien erschlossen werden (vgl. Kap. 6.4.3).

In der Rheinischen Region sind bereits gute Voraussetzungen geschaffen, vermisst wird aber ein übergreifendes, moderierendes Management, welches aktiv die Zusammenführung von Akteuren einleitet. Ein weiteres Ziel dieses Managements sollte es sein, Neuansiedlungen derart örtlich zu steuern, dass sie eine positive Ausstrahlung auf soziale Brennpunkte haben. Die Fachkompetenz der Hochschulen und außeruniversitären Wissenschaftseinrichtungen gerade auf neue Energieformen sollte genutzt werden, um Unternehmen in die Region zu locken. Dazu bedarf es nicht nur einer guten Ausstattung der Hochschulen, sondern auch regionaler Anreize zur Umsetzung der Entwicklungen. Dies könnte bspw. durch Ausweisung ehemaliger Tagebauflächen für eben diese Energieformen sein (vgl. Kap. 6.4.2).

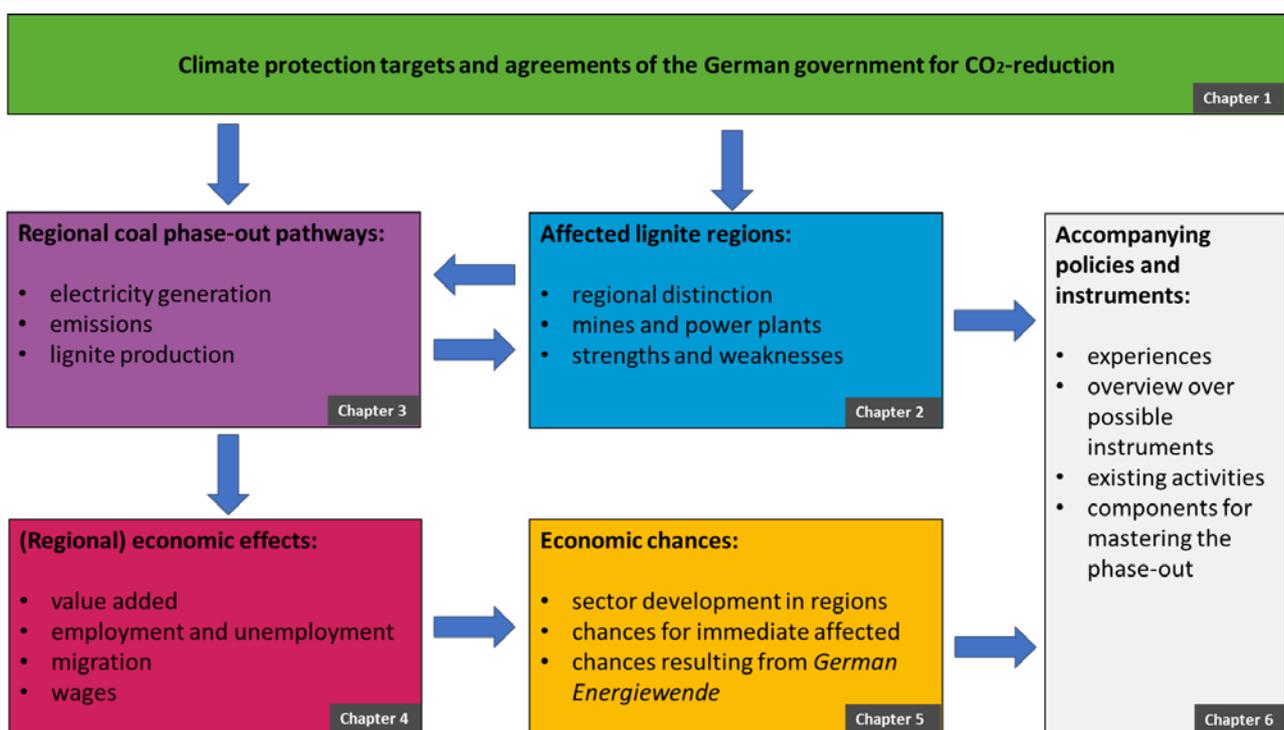
## Summary

The framework for the German climate policy consists of the Paris agreement that was signed by the parties at the COP21 of the United Nations. In 2007, Germany committed to reduce around 40% of its greenhouse gas emissions until 2020 compared to the base year 1990. The ruling parties agreed in their coalition contract to close the gap as good as possible in order to achieve the intended 40%-target. Furthermore, they emphasized the 55% reduction target until 2030. In this development, the energy sector has to bear a special responsibility and is supposed to reduce its emissions about 62% according to the “climate protection plan” (“Klimaschutzplan”) (BMUB 2016). This special role evolves out of its relatively **low emission mitigation costs** compared to other sectors. Especially in the electricity sector, there exist mature and competitive emission-free technologies for electricity generation, which are already installed in large scale.

In order to achieve the climate protection targets, Germany needs to phase out coal and further deploy renewable energy technologies, ambitiously (Öko-Institut et al. 2017b). The government acknowledge this in the “climate protection plan” (BMUB 2016; S. 30). However, a decline in coal usage (mining and power plants) causes a variety of economic, technical, social and ecological changes. Especially in parts of the Rhineland, Lusatia and Central Germany, mining and electrification of lignite play a major role. A significant share of jobs and value added is often linked to the lignite sector in the respective areas.

The present study examines the coal phase-out of mining and electrification from an economic and climate political perspective. The focus lies on the economic consequences caused by a policy-driven reduction of the coal mining and electrification in the coal regions, especially the lignite mining regions. After an introduction, chapter 2 follows with a distinction and description of the regions. Chapter 3 describes and analyses phase-out scenarios for hard coal and lignite electrification. Those scenarios are the basis for the following analysis of regional effects of a coal phase-out in chapter 4. Consequently, chapter 5 points out the economic opportunities of the “German Energiewende” for the affected regions. Chapter 6 gives options for accompanying strategies and instruments.

Figure 1-1: Structure and goal of the present study

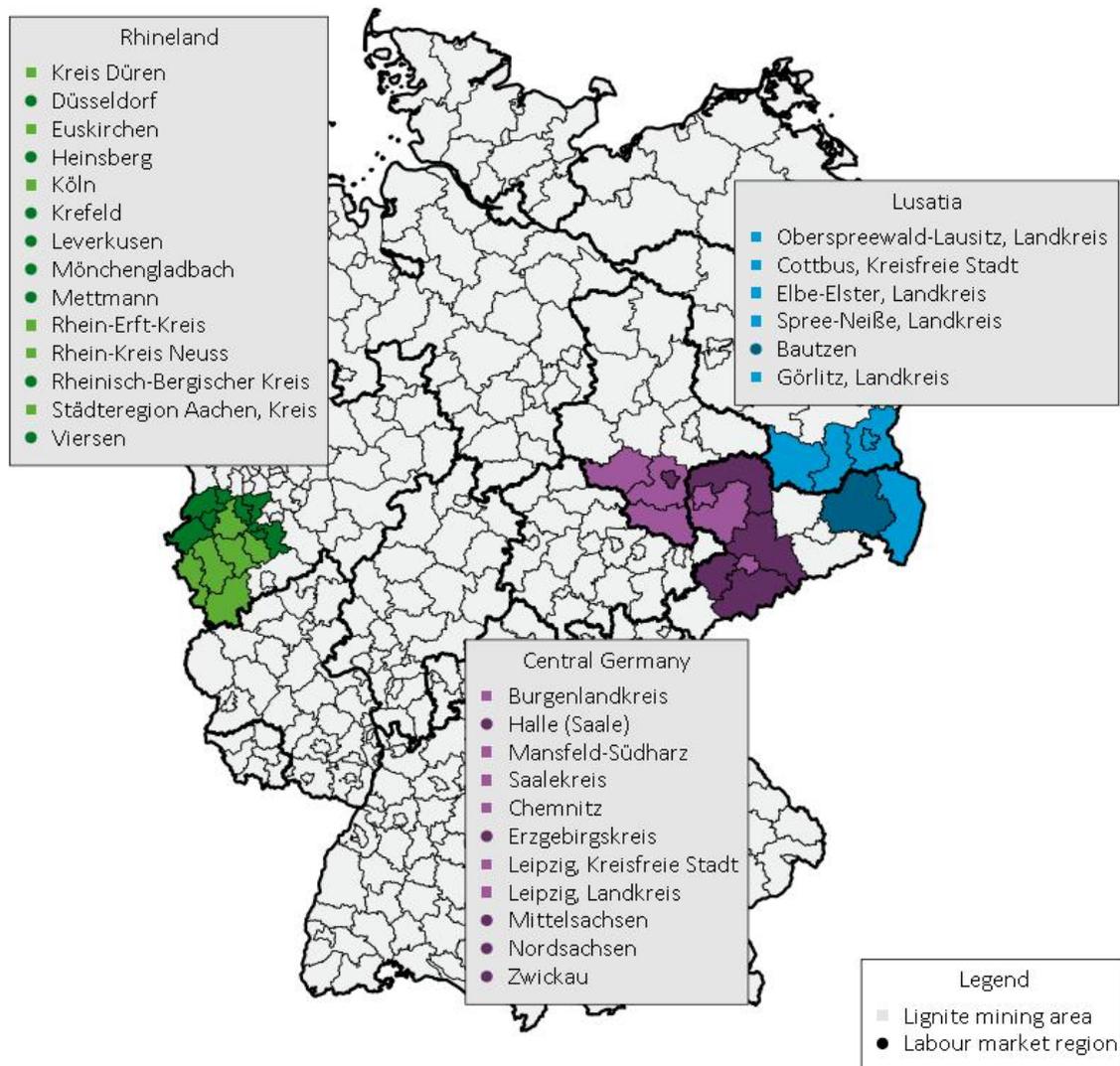


Source: own depiction, DIW Berlin.

### Description of the lignite regions in Germany

The present study identifies for the distinction and description of lignite regions on the one hand administrative districts that contain lignite mines or power plants (lignite area). On the other hand, it defines labour market regions on the basis of commuter flows. The combination of lignite-mining area and additional districts of the labour market region form the **lignite region**. The labour market region contains a high share of employees who reach their workplace in the lignite region within a maximum of 45 minutes (in rare cases 60 minutes). Typically, those regions are located around cities. The Rhenish, Lusatian and Central German lignite-mining area and region form on the basis of this methodological approach. The Helmstedtian mining-area is not considered in detail in this study due to its comparably small size and the fact that its last mining site is closed already. Furthermore, its last power plant was transferred into reserve.

Figure 1-2: Distinction of the lignite-mining areas and lignite regions



Source: own depiction, IWH.

The total lignite production declined from 411 million t in 1989 to 178 million t in 2015 (Statistik der Kohlenwirtschaft 2015; Öko-Institut 2017b). Since the mid-1990s, the Rhinish area replaced the Lusatia as the largest lignite area in Germany. Hence, the installed capacity with 9.8 GW is the highest in the Rhineland, followed by Lusatia with 7 GW and 3 GW in Central Germany (Status at the end of 2017). The Rhinish region produces the largest amount of electricity with 79 TWh<sub>el</sub> followed by the Lusatian region with 49 TWh<sub>el</sub> and the Central German region with 17 TWh<sub>el</sub> (as at end of 2015) (cf. Table 1-1).

The population density varies between the regions. The Rhinish region is the densest populated with 770 inhabitants per km<sup>2</sup>, followed by the Central German region with 222 per km<sup>2</sup> and the Lusatian with 106 per km<sup>2</sup> (BBSR 2016). The share of the people over the age of 50 in the Lusatian region is the highest with 55% - the Central German region is second with 48% and last the Rhinish region with a share of 43%. This share corresponds to the federal average (Statistisches Bundesamt 2017).

At the end of February 2017, 18,531 people are employed in direct connection to lignite production and electrification; of these, there are 8,873 in the Rhinish region, 7,763 in Lusatia and 1,895 in Central Germany (c.f. Table 2-5).

The combined economic activity in the identified regions accounts for approximately 12% of the total gross value added in Germany. In Lusatia, the share of the sector mining, energy and water supply is with 15% the largest among the three regions.

The share of employees in the lignite sector of the total amount of employees in Germany equaled to around 0.05% in 2014; in relation to the production industry 0.2%. The stated employment figures for the lignite sector include employees in lignite mines and power plants. This figure decreased since 2002 from 26,417 to 20,966 in 2014, i.e. around 23%. On a country wide perspective, the lignite sector only plays a minor role as an employer.

Table 1-1: Comparison of key figures of the lignite regions (base year 2014, unless stated otherwise)

|  | Rhineland                | Lusatia                  | Central Germany          | Germany                  |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>Labour force</b>  | 3,261,791 inh.           | 518,072 inh.             | 1,602,561 inh.           | 4,560,388 inh.           |
| <b>Share of people over age of 50</b>                      | 43%                      | 55%                      | 48%                      | 43%                      |
| <b>Population density*</b>                                 | 700 inh./km <sup>2</sup> | 106 inh./km <sup>2</sup> | 222 inh./km <sup>2</sup> | 230 inh./km <sup>2</sup> |
| <b>Unemployment rate</b>                                   | 7.3%                     | 11.0%                    | 9.2%                     | 5.7%                     |
| <b>Gross value added</b>                                   | 204,602 Mio. €           | 22,606 Mio. €            | 71,090 Mio. €            | 2,624,437 Mio. €         |
| <b>Share mining, energy, water supply***</b>               | 4%                       | 13%                      | 5%                       | 3%                       |
| <b>Share production industry</b>                           | 24%                      | 38%                      | 33%                      | 31%                      |
| <b>Share services</b>                                      | 76%                      | 62%                      | 67%                      | 69%                      |
| <b>Employees in lignite according to own calculation**</b> | 8,873                    | 7,763                    | 1,895                    | 18,531                   |
| <b>Installed lignite capacity**</b>                        | 10,370 MW                | 7,000 MW                 | 3,330 MW                 | 21,000 MW                |
| <b>Lignite production **</b>                               | 95 mill. t               | 63 mill. t               | 19 mill. t               | 178 mill. t              |
| <b>Generated electricity by lignite (gross) **</b>         | 79 TWh <sub>el</sub>     | 49 TWh <sub>el</sub>     | 17 TWh <sub>el</sub>     | 150 TWh <sub>el</sub>    |
| <b>Lignite reserves**</b>                                  | 2,479 mill. t            | 1,291 mill. t            | 395 mill. t              | 4,165 mill. t            |

|   |              |              |              |               |
|---|--------------|--------------|--------------|---------------|
| <b>CO2-emissions of lignite-fired power plants **</b> | 95.2 mill. t | 56.7 mill. t | 18.7 mill. t | 170.6 mill. t |
|---|--------------|--------------|--------------|---------------|

Note: \* The cities Chemnitz und Halle in Central Germany and Görlitz and Cottbus in Lusatia are responsible for a higher density; \*\* Status at the end of 2017; \*\*\* Mining, energy and water supply are part of production industry  
Sources: Öko-Institut (2017b), BBSR (2016), BMWi (2017), Statistisches Bundesamt (2017), VGR der Länder (2017c), LMBV (2017), SRU (2017; S 23) own calculations. The employment figures are based on Table 2-5.

### Coal phase-out scenarios

On the basis of energy-economic modelling, chapter 3 describes potential developments of the electrification of coal. Four phase-out pathways will be elaborated as well as a “Reference” pathway. The basis of all the pathways is energy-economic modelling of the European electricity sector. For deriving a decommissioning order, there are basically two possible options (cf. e.g. Öko-Institut 2017):

1. Decommissioning according to a certain criterion (e.g. age or specific emissions), that affects all market participants equally
2. Determination of proportional contributions of all market participants. In the lignite sector, a possible outcome could be – similar to the standby reserve - that the decommissioning in each lignite area corresponds to its share of the total lignite capacity

The “Reference” pathway describes the development of the installed capacity of power plants under consideration of the climate protection measures adopted until July 2016. In the first phase-out pathway (pathway “Fast”), the coal-fired power plants will be decommissioned according to their specific emissions; this will affect older lignite power plants especially. In the moderate pathway (pathway “Moderate”), the plant age serves as the decommissioning criterion what affects both lignite and hard coal power plants. The pathway “Moderate” splits up into two variants A and B, of which A is the strict version that leads to stronger emissions reduction in the Rhineland due to the older power plant fleet in that area. Variant B considers that fact and distributes the plant closures more evenly among the mining regions. In pathway “Flex”, the emissions start to decline from 2020 on due to a reduction of full load hours (flh). From 2025 on, this will be enhanced by plant closures. Table 1-2 displays the development of the installed capacity.

All pathways aim to meet the emissions reductions corresponding to the sector goal of the “climate protection plan” in 2030. Additional reduction contribution for the year 2020 are only achieved in the pathway “Flex”.

Table 1-2: Overview of installed capacity of lignite-fired power plants in reference and phase-out pathways

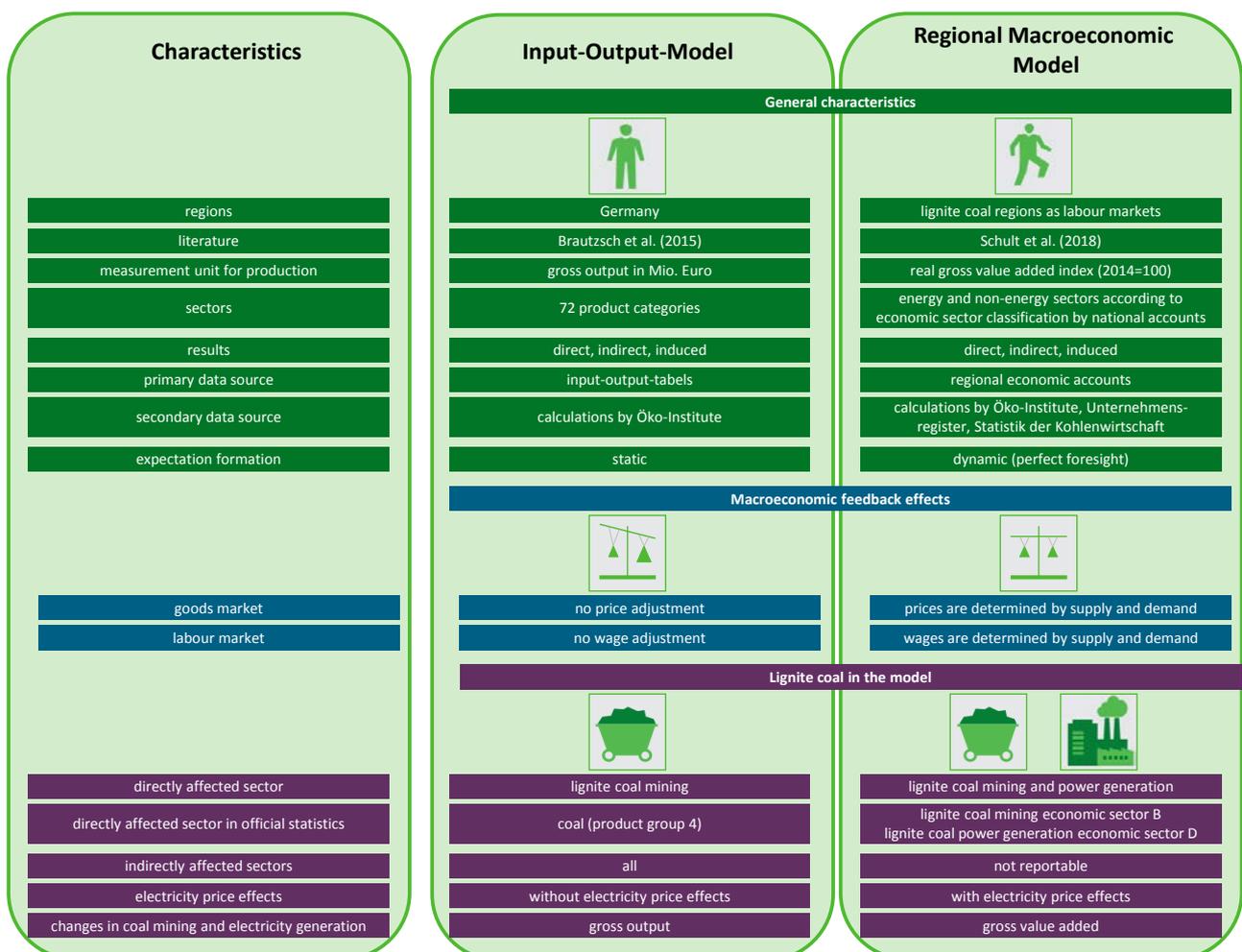
|                              | 2015                | 2020 | 2025 | 2030 | 2035 |
|------------------------------|---------------------|------|------|------|------|
|                              | GW                  |      |      |      |      |
| <b>Reference</b>             | 20.7                | 17.8 | 16.7 | 15.6 | 11.3 |
| <b>Fast</b>                  | <i>as reference</i> |      | 9.2  | 4.9  | 0.0  |
| <b>Moderate A</b>            | <i>as reference</i> |      | 12.9 | 8.8  | 4.6  |
| <b>Moderate B</b>            | <i>as reference</i> |      | 12.6 | 9.1  | 4.7  |
| <b>Flex (with flh limit)</b> | <i>as reference</i> |      | 13.5 | 9.3  | 0.0  |

Source: Own calculation based on Öko-Institut et al. (2017).

## Regional and macroeconomic effects of a lignite phase-out in Germany

The analysis of the regional macroeconomic effects of the different exit scenarios is based on the results of the electricity market model. The lignite phase-out has a negative impact on production and consumption and leads to adjustment processes. Possible positive impacts of active structural policy are not explicitly considered, but we assume that long-run structural unemployment rates will not change. This assumption is based on previous cases, e.g. the structural change in the Ruhr area. Therefore, one implicit assumption is that policy measures partly contribute to the recovery process and are discussed in chapter 6. An **input-output-model (IOM)** and a **regional macroeconomic model (RWM)** are applied to determine the effects of the coal-phase-out on other sectors in terms of employment, production and gross value added (the connection to the electricity market model is described in chapter 4.1). It is possible to analyse the potential economic effects of a coal-phase-out from different perspectives by using different models (see figure 1-3). The IOM looks at the static effects associated with reduced lignite extraction. The RWM looks at the effects associated with a reduced electricity generation by lignite coal and considers macroeconomic feedback effects.

Figure 1-3: Comparison of the input-output-model and the regional macroeconomic model



Source: own depiction, IWH.

The IOM reports production phase effects associated with the reduction in lignite extraction (direct effects) including supply-chain effects (indirect effects). Effects caused by the change in labour income are also reported. Effects in the production phase are significantly greater than the income induced

effects. About 80 % of total gross output effects and 75 % of total gross value added and employment effects originate from the production phase and the associated input purchases.

The results of the input-output model show for the pathway “Fast” that compared to the “Reference” path the number of employees will fall by 12,500 in 2025 and by 14,600 in 2030 (see figure 1-4) when assuming that productivity follows its long-run trend. The remaining exit scenarios have initially lower negative employment effects. Employment effects in 2040 are identical after the completion of the coal phase-out.

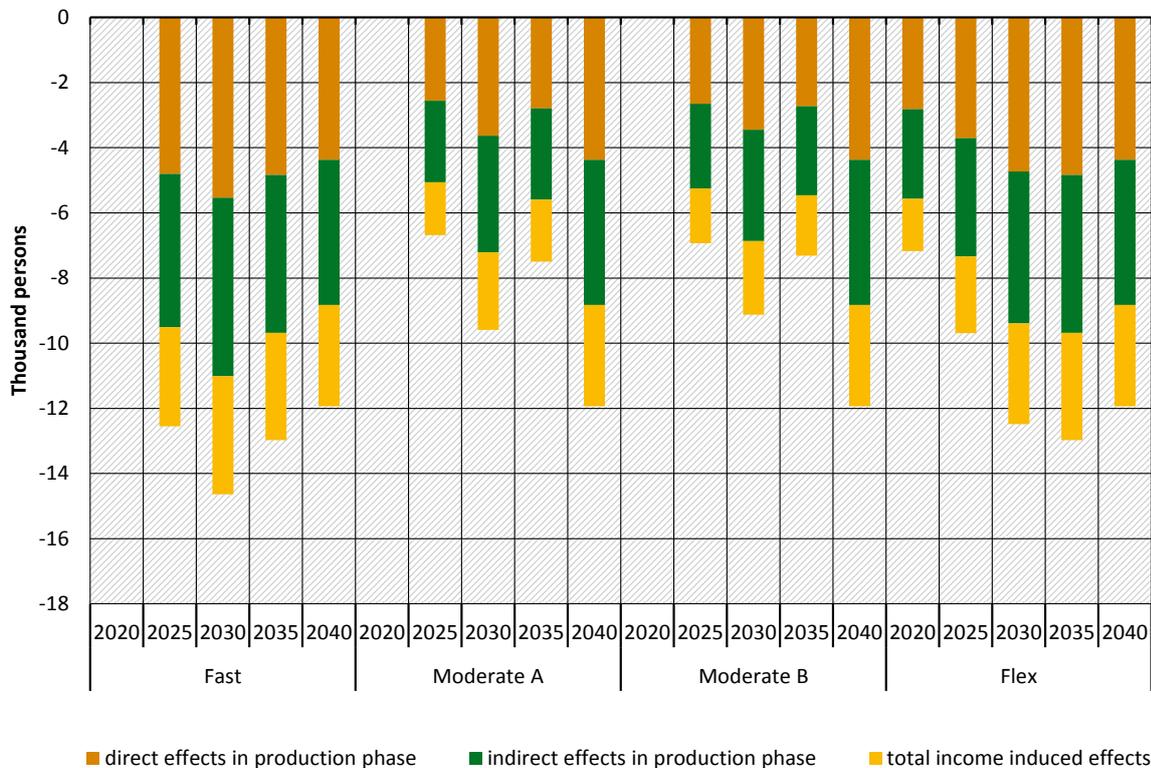
In total the multiplier in the income phase is 1.5 and is smaller compared to the production phase multiplier with 2.0. Therefore, final consumption goods produced for households have a less severe impact on production than the coal production input purchases.

The multipliers of the IOM are similar compared to other previous input-output studies. Potential employment effects of a total phase-out of the lignite industry (mining, power plants, others) for the year 2009 are reported in EEFA (2011). The employment multiplier for mining excluding investments is 2.1. In RWI (2018) employment multipliers for mining and electricity generation are 2.8 for the year 2016. Without investments the multiplier is 2.4 and close to the one reported in this study.

Key results of the IOM are:

1. Suppliers of the lignite coal industry employ as many persons as the lignite coal industry itself. It is therefore important, to consider the suppliers as well as the lignite coal industry itself.
2. Different studies using the IOM show, that the destruction of one job in the lignite coal industry leads to a decrease of one to two jobs in other sectors in the German economy.

Figure 1-4: Direct, indirect and income-induced employment effects Germany due to climate policy input-output-model



Sources: Statistisches Bundesamt (2017e) and own calculations, IWH.

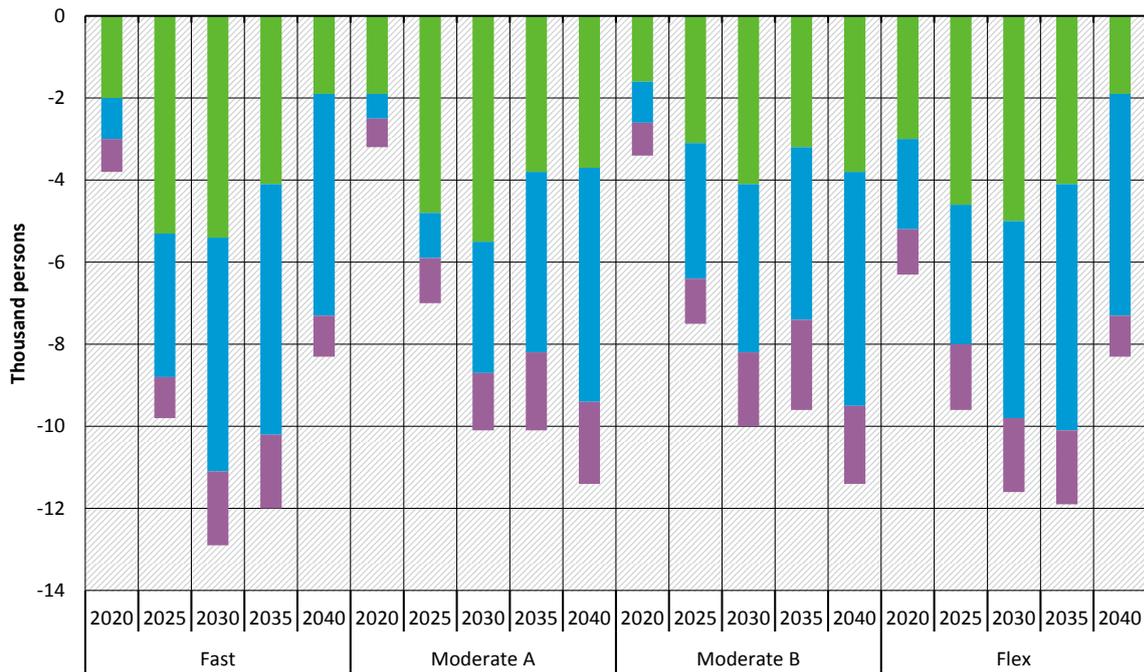
The RWM quantifies economic effects of a coal phase-out in Germany considering substitution processes between production factors (labour and energy), price adjustments and intra German migration flows. Regional economic effects are quantified in addition to sectoral adjustment processes. Developments after the reunification in Germany and the structural change in the Ruhr area show heterogeneous regional adjustment and effects on intra German migration. The RWM can add to the existing literature on the economic effects of a coal-phase-out in Germany (see EEFA (2010), EEFA (2011), Markwardt et al. (2016), RWI (2018)) by quantifying regional macroeconomic effects considering substitution processes. In comparison to the IOM the sectoral composition of the economy in the RWM is highly aggregated. Both models have different strengths and weaknesses and therefore complement each other. The RWM is especially useful to study regional adjustment processes, which are very important for the discussion of structural change effects.

According to projections based on Eurostat data, there will be 3,650,000 employees less in Germany by 2040 compared to 2014. The results of the regional macroeconomic model show that actions to reduce electricity generation by lignite in the Reference path will lead to 9,000 employees less.

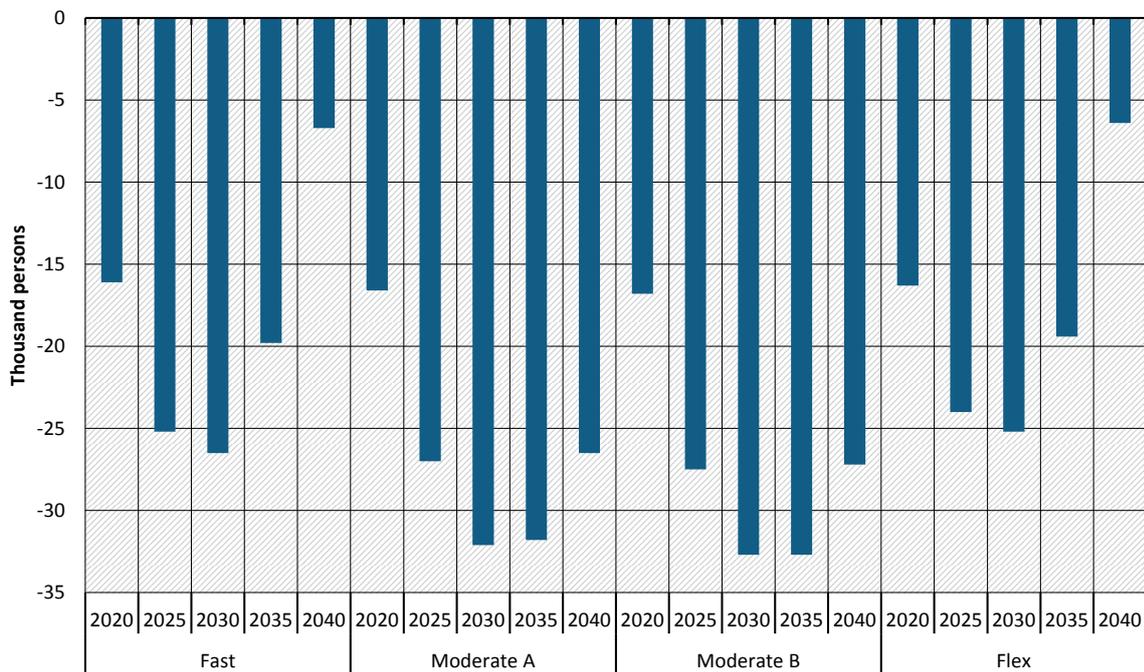
Additional climate political actions can lead to a drop in employment compared to the “Reference” pathway of 37,000 to 43,000 persons (see figure 1-5). The reduction includes direct, indirect and income-induced effects. Most of the employment effects are located outside of the lignite regions, due to e.g. energy price effects. In pathway “Moderate B” the climate political employment effects are the greatest with 43,000 persons in 2030. In Lusatia employment effects are the greatest in pathway “Fast” in the year 2040 with 6,100 persons less employed compared to the “Reference” pathway. The total climate political employment effect in Rhineland is the greatest in the year 2030 with 5,400 persons for the pathway “Fast”. In Central Germany the greatest employment effect with 2,200 persons appears in pathway “Moderate B” in the year 2040. Direct effects include the reduction in power plants and mining employees in the lignite sector. Effects on payrolls and gross value added are also higher in the RWM compared to the IOM, because of the inclusion of the electricity market. Payroll bills fall more compared to gross value added. A slower phase-out will postpone negative effects into the future. The pathway “Flex” has the greatest effects in the next five years, but has a faster recovery process. This result is associated with the assumption that intra German migration flows are independent of the coal phase-out timing and with a faster expansion of other energy carriers. National employment rates recover faster in pathways “Flex” and “Fast” compared to the pathways “Moderate A” and “Moderate B”. If intra German migration flows were dependent on the coal phase-out timing employment effects in the moderate pathways would be lower. We assume in all scenarios that other energy carriers can substitute lignite for electricity generation.

The r2b and HWWI (2013) study quantifies energy price effects for a coal phase-out in Germany. It is not possible to accurately isolate energy price effects in the RWM from other employment effects. One can use the multiplier from the IOM analysis of 2.5 to compute the total employment effects for the suppliers of the lignite industry. The energy price effects are the total employment effects less the employment effects for the lignite suppliers and the direct employment effects. This requires that the residual employment effect is mainly caused by higher energy prices. In the Reference pathway the direct employment effect is 3,200 persons and 4.800 persons are less employed by suppliers of the lignite industry. The residual employment effect of 1,300 are induced by higher energy prices. But, those ratios are not constant across pathways. For pathway Flex the lignite industry employs 3,200 persons less in 2020 compared to the Reference pathway. This triggers a reduction in employment by suppliers of the lignite industry of 5.800 persons compared to the Reference pathway. Therefore, the residual employment effect of 14,500 persons is explained by higher energy prices. But, employment effects also include migration effects, wage adjustments and the expansion of other energy carriers. Therefore, the above computation is only an approximation of energy price effects in the model.

Figure 1-5: Direct, indirect and induced employment effects Germany due to climate policy regional macroeconomic model



■ Rhineland ■ Lusatia ■ Central Germany



■ Rest of Germany

Sources: VGR der Länder (2017c) and own calculations, IWH.

To sum up the results of the RWM show:

- ▶ Most of the employment effects are not located in the lignite coal regions. Lusatia suffers the most severe increase in the unemployment rate and drop in gross value added per head.
- ▶ Real wages especially fall in the lignite coal regions, because a high wage paying industry disappears.
- ▶ Migration reduces the labour force in Rhineland and Lusatia, if no new jobs are created in those regions. The migration induced by the lignite phase-out is small compared to the reduction in the labour force in the lignite regions caused by the demographic change.

Both macroeconomic models show that the lignite phase-out in Germany has negative employment effects. The employment effects according to RWM are greater than the employment effects according to the IOM. There are different reasons for this discrepancy:

- ▶ The RWM considers electricity generation and mining by lignite and the IOM only considers mining. Results for the “Reference” pathway of the RWM are reported in comparison to a “Zero-Scenario” where all sectors grow with the same rate. The IOM reports results for the “Reference” pathway compared to a “Zero-Scenario” where all sectors have sector specific trend growth rates. Sector specific trend growth rates are based on past developments. In the past, the lignite industry became more productive relative to other sectors. The reduction in employment in the lignite industry is greater according to the IOM in the “Zero-Scenario” compared to the RWM. This contributes to the fact that the results of both models are not comparable.
- ▶ The RWM is a dynamic model considering long-run regional developments. Agents in the model decide under perfect foresight and therefore modify their decisions today as a response to the anticipated coal phase-out. At the same time, recovery processes will lead to unemployment rates as in the year 2014 in the long-run.
- ▶ The RWM is a non-linear model, i.e. a 10% reduction of electricity generation from 100 TWh has a different impact on prices and market structures than a 10% reduction from 50 TWh. Energy prices in the exit pathways are increasing more rapidly after 2020 compared to the “Reference” pathway. Firms anticipate higher energy prices and the induced lower demand by reducing their hiring rates today. This eventually leads to higher employment effects compared to the “Reference” pathway even in 2020. The IOM does not include energy price effects on energy intensive industries.

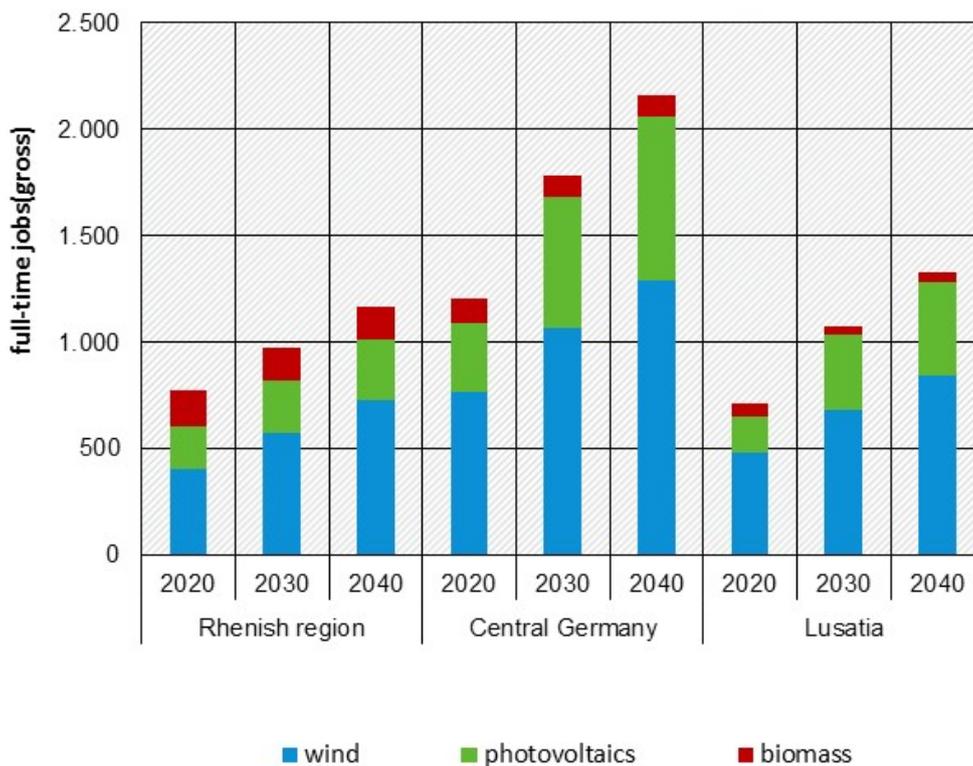
### **Economic opportunities in the affected regions**

In addition to the analysis of the regional economic effects of phasing out lignite, perspectives and opportunities for employees in the lignite industry and the region in general are examined.

The analysis of the national accounts of recent years gives an overview of economic sectors with positive development. For the four federal states with lignite regions, economic sectors with high and at the same time increasing productivity were identified (gross value added per person employed, GVA/PE) - a study of the lignite regions alone was not possible at this point due to the data situation. A positive investment climate may be expected in these sectors. The number of people in employment is also important. Some very productive sectors of the economy are doing rather badly here. At the same time, fewer productive sectors have been able to attract many more workers and thus have a favourable effect on the labour market. Promoting the development of sectors with high personnel requirements and sustainable positive future prospects is the task of the respective federal state governments for regional and structural development. Sufficient diversity must be ensured, so that sector-specific fluctuations will have only minor negative effects on the regions in the future.

When coal is phased out, the career perspective of employees in the lignite industry differ in the various occupation groups. In order to arrive at an initial assessment of career opportunities in the current environment, an analysis of employees for the relevant occupation groups was carried out. The aim was to show whether there tends to be a demand for certain activities (and thus occupations) in other sectors. For this purpose, the personnel development of the past years was divided into areas of activity or occupational groups typical of the lignite industry and compared with the development of employees in these activity groups across all sectors in the respective region. The investigation of the industries in the regions and the developments of the occupation groups there shows that a change in the lignite industry can be successful for a number of occupations. Exceptions are professions in the extraction of raw materials and, in some regions, professions in metal production and processing as well as mechatronics and machine technology (cf. Table 5-1 and Table 5-2). Based on the developments in demand for these occupations in recent years, it is likely that they will find it more difficult to find further employment in the region, e.g. professions in technical development and process control or driving vehicles. However, most of the employees in the lignite industry are in these activity groups mentioned above: based on the figures of the Federal Employment Office (FEO), this means around 6,400 employees in all three regions. This represents around 46% of employees in the lignite industry in relation to the FEO statistics. If regular retirement cannot be implemented (cf. chapter 6.4.4 and Öko-Institut (2017c)), career prospects for these employees must be pointed out at an early stage.

Figure 1-6: Estimated direct and indirect gross employment effects of the energy transition in the electricity and heat sectors in the three lignite regions



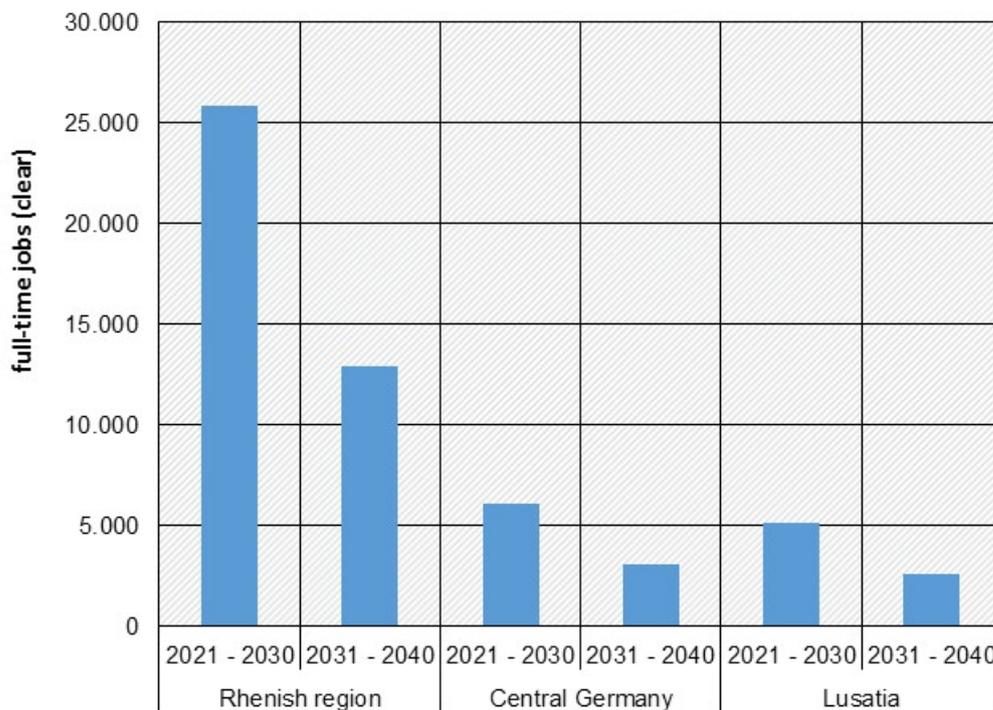
Source: own depiction, IZES.

New opportunities in the energy sector were investigated in order to be able to continue to offer people prospects in the region in the event of an exit. While the withdrawal of coal from the remediation of opencast mines and the dismantling of power plants does not lead to any additional employment

effects, the decentralised structures of the Energy Turnaround will create new employment opportunities in the lignite regions for various professions in mechatronics and electricians. The (gross) employment effects of the expansion and operation of renewable energies are estimated at around 2,680 direct and indirect jobs by 2020, around 3,820 jobs by 2030 and around 4,650 between 2030 and 2040 in the case of un-determined, linearly extrapolated growth rates for PV and wind in 2016 and very conservative assumptions for further biomass potential.

For engineers as well as energy-technical and technical professions, there are further options for the energetic renovation of buildings. After all, not least in order to meet the climate protection and efficiency targets, a considerable expansion of energy-saving renovation measures for buildings is necessary - also in the lignite regions. Rough calculations show that the additional employment potential of energetic building refurbishment is considerable and may exceed the number of people employed in the lignite industry in all three lignite regions. For example, an increase in the remediation rate in Germany to 3.2% in order to achieve the climate protection targets would require more than 25,000 additional employees in the lignite regions (decade from 2020 to 2030) through restructuring in the Rhineland and more than 5,000 additional employees each through remediation in Lusatia and Central Germany. In view of these figures, it should be examined more closely whether the regions would be in a position, in purely arithmetical terms, to provide a sufficient number of qualified employees to cope with the renovation of the building.

Figure 1-7: Estimated additional employment effects through energy-efficient building refurbishment in the three lignite regions



Source: own depiction, IZES.

The identified potential jobs in the areas of mining remediation, renewable energies and energetic building refurbishment can partially counteract the job cuts resulting from the coal phase-out in the course of the structural change. In addition, 65% of lignite workers are over 45 years of age and a total of around 30% are already over 55, which means that the age structure can be seen as an opportunity

for a socially responsible coal phase-out, in which workers will retire regularly in the coming years and the power plants and opencast mines will gradually be closed down with them.

### Accompanying policies and instruments

In order to cope with and provide political support for structural change, instruments are needed which can mitigate the short-term negative effects on employment of the closure of open-cast lignite mines and associated power plant capacities, as well as those which improve economic development in the lignite regions in the medium to long-term in order to ensure socially acceptable structural change in the regions as a whole.

A look into the past helps to select suitable instruments. Experience from coal mining in the Ruhr area since the 1950s shows that adhering to old structures slows down the necessary change, but does not stop it. The example of the Ruhr area shows that very high subsidies for the preservation of the coal industry have donated only limited (temporary) benefits. Accordingly, the instruments of structural policy have changed over the years with the aim of letting go of the old structures and developing sustainable and long-lasting solutions in cooperation with the local actors and citizens.

Of the conceivable instruments that can be used in the course of phasing out lignite-fired power generation, the focus is initially on **regional policy instruments** with the help of which sustainable economic sectors can be developed at an early stage in the regions that form a counterweight to the declining sectors. However, **labour market and social policy instruments** are also important. On the one hand, they can at least partially compensate for the direct negative effects on employment and income of redundancies in the lignite industry. On the other hand, measures such as retraining or further training increase the probability of finding a new job. Financially, they are not only funded by state and federal funds, but can also - and Brandenburg and Saxony in particular benefit from this (BMW 2017a, p.2) - fall back on funds from the European Structural Fund, within the framework of the European Regional Development Fund (ERDF) and the European Social Fund (ESF). The operational plans of the four federal states concerned contain planned funds totalling around EUR 10 billion for the period 2014 to 2020 (cf. Chap. 6.3).

Table 1-3: Structural funding available for the period 2014 to 2020 in the federal states with lignite production

| Federal State          | European Regional Development Fund (ERDF) | European Social Fund (ESF) |
|------------------------|---|----------------------------|
|                        | Mill. Euro                                |                            |
| North Rhine-Westphalia | 2,400                                     | 627                        |
| Saxony                 | 2,100                                     | 662                        |
| Saxony-Anhalt          | 1,800                                     | 765                        |
| Brandenburg            | 1,057                                     | 452                        |
| <b>Total</b>           | <b>7,357</b>                              | <b>2,506</b>               |

Finally, in the context of the energy transition, it makes sense to ask to what extent relevant federal laws represent opportunities and can make a contribution to regional economic development in the lignite regions.

The following figure gives a condensed overview of important measures to be taken to accompany a coal exit and their effect on the environment.

Figure 1-8: Options for accompanying policy instruments and strategies



Source: own depiction, IZES.

The European Structural Funds, the joint federal/state task of "improving the regional economic structure" and the state funds have already created structures and learning effects that can and should be used for further support of socially acceptable structural change. Building on this and taking into account the numerous studies on the regions and federal states as well as current regional economic activities of the Federal Ministry of Economics and Energy and the European Commission, further recommendations are summarised below which seem to be most urgent from the authors' point of view.

**Trend-setting and structure-enhancing: adaptation of the legal framework and further development of regional evaluation for better demand-oriented distribution of structural funds**

It is already foreseeable that some of the areas designated for opencast mining will no longer be affected. By **adapting the land use plan**, the land can be used for the settlement of new companies as industrial and commercial areas and for the expansion of renewable energies.

The heat revolution is an important element of the energy revolution due to the savings potential of greenhouse gases. In order to break up the backlog of energetic building refurbishment in the coming decades, well-trained craftsmen and women will be needed, who may also come from occupational groups within the lignite industry, for example. Structural funds can be used for public buildings and partly for companies. However, the great potential lies in the residential buildings, which requires additional investment incentives for the owners through support programmes.

As a contribution to the **heat transition**, local resources can be mobilised, for example to build up heating networks and operate CHP plants. For example, EU structural funding will be used to expand

heating networks in districts in North Rhine-Westphalia (section 6.3.1) and Saxony (6.3.2), among others. The know-how of some professional groups of the lignite industry can be used here, so that a transition to a job within the energy sector would be possible. The incentives for the effective use of renewable energies and waste heat can be further strengthened by adjustments in the “Combined Heat and Power Act” (KWKG), “Renewable Energy Act” (EEG) and “Market Incentive Programme” (MAP), among others.

Under EU state aid law, it is necessary to examine whether a national special fund is specifically permissible for the lignite regions. In view of declining EU funding in the coming years, it would also have to be examined in a timely manner with the European Commission whether the “employment forecast” indicator can be interpreted broadly for the indicators used to assess the eligibility of regions. As the only forward-looking indicator, it can anticipate a politically induced coal phase-out. Depending on the development of the other indicators, there is thus a chance that the regions will remain eligible for state aid. The Commission is already sending out signals with the platform “Coal Regions undergoing structural change” to continue to support these regions financially in the future.

### **Providing security through pro-active measures in qualification and placement, but also through agreements on perspectives**

One of the first steps is to signal to the up to 18,500 people directly affected in the lignite industry that they will not be left alone. Although the future role of coal as energy carrier is still uncertain, it is now time for the federal and state governments to proactively initiate an **agreement on perspectives** between employers and employee representatives. In these days developed social plans (or similar regulations) are intended to clarify the framework conditions for employees in the event of short-term distress and offer planning security for the transition period to a pension or a new job. At least for employees who cannot expect to retire at an early age, training programmes must be set up and qualified advice offered in the event of a change of job.

In the Lusatian region in particular, there is a high drop-out rate at vocational schools, which also leads to a shortage of skilled workers in the companies. It is suggested to launch a **quality offensive** in the two federal states of Brandenburg and Saxony to improve the equipment of schools, to qualify teaching staff and to intensively apply for further training opportunities. The measures are not only intended to reduce the drop-out rate, but also to lead to highly qualified employees who bring new knowledge to their companies.

### **Increase attractiveness of the location for residents, knowledge carriers and companies**

Well-equipped competence centres attract knowledge carriers and thus bring know-how to the region. Of the three lignite regions, Lusatia alone cannot boast a centre of excellence that is visible and attractive to the outside world, even though two universities are located in the region: the Brandenburg Technical University Cottbus-Senftenberg (BTU) and the Technical University Wildau. With an increasing reputation and projects, this can create jobs for highly qualified employees.

Structural change has been accompanied by regional policy measures for many years. The activities are financed in particular by the use of the European and national structural funds and by funds from the federal states. Extensive funds are made available in particular for research, innovation, start-ups and education. However, regional surveys indicate that many companies, especially small and medium-sized enterprises, are reluctant to take advantage of these offers because of the effort involved. In order to initiate **innovations** in regional companies, the federal states attach great importance to the networking of companies with universities. Their experience in applying for research funds should be used to give companies targeted **access to research funds** through joint applications or application support.

The creation of new jobs may be a fundamental step in reducing the brain drain. But even lucrative job and housing opportunities in other regions do not necessarily tempt young people in particular to stay or settle there. The availability of various infrastructures, mobile connections to other regions, opportunities to take part in a wide variety of cultural events and attractive proximity options while at the same time having a health-care infrastructure also increase the attractiveness of a region. For young families, good and flexible childcare and school offers are also an important argument for the quality of the location. Here it is also important to support SMEs in the development of so-called "balance projects" and thus also to make themselves more interesting as employers.

### **Conclusion: Policy strategies for the exit from lignite and for the management of the associated structural change**

This study examines the economic effects of a coal phase-out in Germany induced by the climate targets of the German government. The focus of the study is the lignite industry - especially in the lignite regions. It highlights important aspects of the lignite phase-out and the associated structural change. The study is a guide for policy makers to cope with and to shape the structural change in the lignite regions.

The electricity market model illustrates the effects of different phase-out pathways for power plants and opencast lignite mines. Based on the results of the electricity market model the economic effects of a lignite phase-out are quantified both in the lignite regions and in the rest of Germany. An input-output model and a regional economic model are used. The direct and indirect effects of reduced lignite-fired power generation can be quantified by taking into account economic feedback effects. Policies to counteract negative economic effects of the coal phase-out are not explicitly modelled, as currently discussed in the Commission for Growth, Employment and Structural Change.

Compared to the negative effects of the demographic change on the labour force, the drop in the number of employees caused by the lignite phase-out is small. The results of the regional economic model show that most of the absolute employment effects of a coal phase-out do not occur in the lignite regions themselves. Of the lignite regions, Lusatia is the region most affected by a lignite phase-out in terms of unemployment rate and gross value added per employee. Rhineland is less affected in terms of unemployment rate and gross value added. The labour force in both lignite regions will decrease due to migration outflows to other regions in Germany. Central Germany is the lignite region with the lowest economic effects. The labour force is not affected by the lignite phase-out in the region.

The models show that the negative effects of structural change become apparent earlier in the event of an early phase-out. In this case, however, recovery effects can counteract the negative effects more strongly according to the regional economic model.

The study also examines economic opportunities in the lignite regions. In principle, these consist of a broad spectrum of economic activities. They range from touristic and other uses of the former lignite mining areas as a result of the energy turnaround to a newly established energy industry in the regions, an improved public transport infrastructure and a new digital economy to opportunities resulting from stronger science and innovative companies.

The analyses show significant employment potential for all lignite regions. The potential jobs identified in the case studies for renewable energies and building refurbishment can counteract the job losses through the exit from lignite.

Politicians have various starting points at their disposal to exploit the economic opportunities. The focus here is on regional policy instruments that can be used at an early stage to develop sustainable economic sectors in the regions that counterbalance the declining sectors. Labour market and social policy instruments are also important. On the one hand, they can at least partially compensate for direct negative effects on employment and income of those dismissed from the lignite industry. On the

other hand, measures such as retraining or further training increase the probability of finding a new job.

In concrete terms, this means for the Lusatian region that, next to named opportunities above (cf. Figure 1-8), a quality offensive should be promoted in the vocational schools. Also new know-how should be transferred to the region by means of technical competence centres and – in succession - investors should be attracted to the region (cf. Chap. 6.4.1).

In the Central German region, the backlog of building renovation projects is comparatively high and should be resolved by appropriate subsidies or laws in the affected federal states. This not only supports climate protection goals, but can also lead to a boom in the construction sector and create jobs there. In the context of refurbishment and energy efficiency, network and cluster activities should also be developed in order to create companies, especially SMEs, in this sector. Especially for the part in Saxony-Anhalt, land use planning should be reconsidered and areas formerly planned as open-cast mines as well as redeveloped open-cast mining areas should be developed not only for tourism but also for renewable energies (cf. Chap. 6.4.3).

Good conditions have already been created in the Rhineland region, but there is a lack of an overarching, moderating management that actively initiates the bringing together of actors. A further goal of this management should be to control new settlements locally in such a way that they have a positive impact on social hotspots. The expertise of universities and non-university scientific institutions, particularly in new forms of energy, should be used to attract companies to the region. This requires not only good equipment at universities, but also regional incentives to implement developments. This could be done, for example, by designating former open-cast mining areas for precisely these forms of energy (cf. Chap. 6.4.2).

## 1 Einleitung

Die Bekämpfung des Klimawandels ist eine der größten Herausforderung unserer Zeit. Das Leitbild für die deutsche Klimaschutzpolitik ist das Übereinkommen von Paris, das von den Vertragsstaaten der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (VN) verabschiedet wurde. Das Übereinkommen wurde auch von Deutschland und der Europäischen Union am 05.10.2016 ratifiziert und ist am 04.11.2016 in Kraft getreten. Ziel des Übereinkommens ist es die globale Erwärmung auf deutlich unter zwei Grad Celsius und wenn möglich 1,5 Grad Celsius gegenüber vorindustriellem Niveau zu begrenzen. Die über das Zwei-Grad-Ziel hinausgehenden Anstrengungen sind essentiell, da bereits bei zwei Grad lokale Auswirkungen immens sein können und die Lebensgrundlage von Millionen von Menschen zerstört werden kann. Ohne ein schnelles und ambitioniertes Handeln kann die Erwärmung auf mehr als vier Grad ansteigen. Ein solcher Anstieg würde die Anpassungsgeschwindigkeit von Flora und Fauna überfordern. Die daraus resultierenden Folgen wie Nahrungsmittel- und Trinkwasserknappheit würden weitreichende Auswirkungen auf Wirtschaftswachstum, Migrationsbewegungen und das soziale Gefüge haben. Für eine nachhaltige Entwicklung ist deshalb ein ambitionierter Klimaschutz unerlässlich (BMUB 2016).

Die Notwendigkeit eines ambitionierten Klimaschutzes wurde auch innerhalb der Europäischen Union erkannt und im Rahmen verschiedener Ziele festgeschrieben. Bis zum Jahre 2020 sollen im Rahmen des *Klima- und Energiepakets 2020* die Treibhausgase um 20% gegenüber 1990 gesenkt werden, 20% der Energie in der EU aus erneuerbaren Quellen stammen und die Energieeffizienz um 20% gesteigert werden. Im Oktober 2014 wurde der *Rahmen für die Klima- und Energiepolitik bis 2030* von der EU festgelegt. Dieser sieht bis 2030 eine Senkung der Treibhausgasemissionen um mindestens 40% gegenüber dem Stand von 1990, Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energiequellen auf mindestens 27% und Steigerung der Energieeffizienz um mindestens 27% vor. Bis 2050 besteht auf Basis des *Fahrplan 2050* das Ziel die Emissionen um 80-95% gegenüber dem Stand von 1990 senken.

Deutschland hat sich 2007 verpflichtet bis 2020 die Treibhausgasemissionen um 40% gegenüber 1990 zu senken. Da eine Zielerreichung bereits im Jahre 2014 zweifelhaft war, wurde im Dezember das *Aktionsprogramm Klimaschutz 2020* verabschiedet. Darauf folgend wurden im November 2016 im *Klimaschutzplan 2050* die Ziele für 2030 konkretisiert und für 2050 bestätigt. Bis 2030 soll eine Treibhausgasminderung von mindestens 55% gegenüber 1990 erreicht werden, dabei trägt der Energiesektor eine besondere Verantwortung, da die Emissionen des Sektors bis 2030 um 61% bis 62% reduziert werden sollen (BMUB 2016).

Die besondere Rolle des Energiesektors liegt durch seine relativ zu anderen Sektoren geringen Emissionsvermeidungskosten begründet. Insbesondere im Stromsektor existieren ausgereifte, bereits massenhaft eingesetzte und kompetitive Technologien für eine in Bezug auf Luftschadstoffe und Treibhausgase emissionsfreie Stromerzeugung. Die erneuerbare Stromerzeugung mithilfe von Photovoltaik und Windkraftanlagen stellt in Deutschland die zurzeit günstigste emissionsfreie Stromerzeugungstechnologie dar. Das Potential für weitere Wasserkraftwerke ist aufgrund von Naturschutzrichtlinien stark beschränkt und auch die Stromerzeugung aus Biomasse ist aufgrund eines begrenzten und vielfach ausgeschöpften Nachhaltigen Biomassepotentials kaum ausbaubar (BMWi 2016a; S. 2). Die Stromerzeugung durch Atomkraftwerke widerspricht dem Sicherheitsbedürfnis der deutschen Bevölkerung und ist zudem die teuerste aller Stromerzeugungstechnologien und dabei hoch risikobehaftet (Lorenz et al. 2016). Die Nutzung von CO<sub>2</sub>-Abscheidung und -Speicherung (CCS) in Kombination mit Kohle- oder Gaskraftwerken konnte bisher weltweit kaum übertragbar realisiert werden, und zudem ist eine Lagerung von CO<sub>2</sub> im Untergrund weder technisch konfliktfrei darzustellen (Nutzungskonkurrenzen, u.a.) noch bei der Bevölkerung akzeptiert.

Um die deutschen Klimaschutzziele zu erreichen, sind ein rascher Ausstieg aus der Kohleverstromung und ein ambitionierter Ausbau von erneuerbaren Energien notwendig (Öko-Institut et al. 2017). Daher hat die Bundesregierung beschlossen, schrittweise aus der Kohleverstromung auszusteigen (BMUB 2016; S. 30). Ein Rückgang der Kohlenutzung (Bergbau und Kraftwerke), führt allerdings zu einer Vielzahl von ökonomischen, technischen, sozialen und ökologischen Auswirkungen. Insbesondere in Teilen des Rheinlands, der Lausitz und Mitteldeutschlands spielen der Abbau und die Verstromung von Braunkohle eine bedeutende Rolle. In den betroffenen Landkreisen ist häufig ein relevanter Teil der Arbeitsplätze und der Wertschöpfung direkt und indirekt mit der Braunkohlenwirtschaft verbunden.

Die vorliegende Studie untersucht den langfristigen Ausstieg aus der Kohleverstromung aus wirtschaftlicher und klimapolitischer Perspektive. Dabei liegt ein Schwerpunkt auf den wirtschaftlichen Auswirkungen einer politisch herbeigeführten Reduktion der Kohleverstromung auf die betroffenen Regionen. Um die Möglichkeiten eines sozialverträglichen Strukturwandels auszuloten, werden zum einen die regionalwirtschaftlichen Chancen der Energiewende betrachtet und zum anderen Optionen für flankierende politische Strategien aufgezeigt.

In Kapitel 2 wird für die Abgrenzung und Beschreibung der Regionen zum einen die direkte Infrastruktur wie Tagebaue und Kraftwerke zugrunde gelegt. Zum anderen werden auf Basis von Pendlerströmen die zuvor identifizierten Landkreise mit weiteren Landkreisen zu Arbeitsmarktregionen zusammengefasst. Darauf aufbauend werden die Arbeitsplatzsituation und die Wertschöpfung auf Regionalebene beschrieben und in den nationalen Kontext eingebettet. Die energiewirtschaftliche Beschreibung der Regionen, also die blockscharfe Darstellung der Kraftwerke und die Beschreibung der Tagebaue (Abbaumengen und Kohlereserven), bilden die Grundlage für die Herleitungen von Ausstiegszenarien für die Braun- und Steinkohleverstromung in Kapitel 3. Die Szenarien werden in drei verschiedenen Varianten der Regionalisierung des Kohleausstiegs modelliert und gegenüber einer Referenzentwicklung bewertet. Als Grundlage für die Bestimmung der Szenarien wird angenommen, dass verschiedene politische Klimaschutzinstrumente eingesetzt werden: Im schnellen Pfad wird ein Kapazitätsmanagement eingesetzt und die Kohlekraftwerke in der Reihenfolge der spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen stillgelegt. Im moderaten Pfad kommt ebenfalls ein Kapazitätsmanagement zum Einsatz wobei Kriterium der Stilllegungen das Alter ist. Im Flexibilisierungspfad wird die Emissionsminderung bereits ab 2020 über eine Reduktion der Vollbenutzungsstunden der Kohlekraftwerke erreicht. Ein Kapazitätsmanagement kommt ab dem Jahr 2030 zum Einsatz. Die Szenarien dienen als Grundlage für die Analyse der regionalen Effekte eines Kohleausstiegs in Kapitel 4. Um die direkten, indirekten und induzierten Effekte eines Kohleausstiegs auf die Produktion und die Wertschöpfung nach Sektor und Region zu ermitteln, werden hierfür zwei Modelle eingesetzt: Ein statisches Input-Output-Modell und ein dynamisches regionalwirtschaftliches makroökonomisches Modell. Durch die unterschiedlichen Herangehensweisen der beiden Modelle, kann die Robustheit der Ergebnisse abgeschätzt werden. Anschließend werden in Kapitel 5 die wirtschaftlichen Chancen der Energiewende für die betroffenen Regionen analysiert. Dabei wird anhand einer qualitativen Methode auf die Sanierung der Tagebaue sowie den Ausbau der Erneuerbaren Energien eingegangen und anschließend Chancen für Berufsgruppen aufgezeigt, die unmittelbar von einem Kohleausstieg betroffen wären. Gegenstand der Chancenanalyse ist, inwieweit zusätzlich induzierte Entwicklungen wie ein Ausbau von EE-Stromerzeugung in den Regionen in der Lage sind, mögliche negative regionalökonomische Wirkungen eines Kohleausstiegs entgegenzuwirken. In Kapitel 6 werden Optionen für flankierende politische Strategien und Instrumente aufgezeigt. Dafür wird unter anderem auf Erfahrungen aus dem Strukturwandel im Steinkohlebergbau und der ostdeutschen Braunkohle nach der Wiedervereinigung zurückgegriffen, um einen Überblick bezüglich der bereits angewendeten Instrumente und Strategien zu geben. Darauf aufbauen werden mögliche Instrumente aufgezeigt, die eingesetzt werden könnten, um ökonomische Effekte eines Kohleausstiegs zu mildern und das ökonomische Potential der Regionen zu verstärken. In einem Abgleich mit den Erfahrungen, Chancen und Potentialen können abschließend weitgehende Empfehlungen abgeleitet werden.

## 2 Kohleregionen in Deutschland

### 2.1 Steinkohlebergbau

Der Steinkohlebergbau in Deutschland hat eine sehr lange Tradition und war ein wichtiger Wirtschaftstreiber, insbesondere im Ruhrgebiet und im Saarland. Ende der 50er Jahre lag die Anzahl der im Steinkohlebergbau Beschäftigten bei über 600.000 und einer jährlichen Förderung von etwa 150 Mio. t Steinkohle (Statistik der Kohlenwirtschaft 2017b). Dies übertrifft die Einwohnerzahl von Luxemburg. Die Kosten für die Gewinnung einer Tonne Steinkohle lagen zu diesem Zeitpunkt mit rund 80 Euro (real, 2000) ungefähr auf vergleichbarem Niveau wie Importkohle (Meyer et al. 2010; S.42). In den nachfolgenden Jahren stiegen die Förderkosten des Untertagebergbaus jedoch rapide an. Bereits Ende der 1970er Jahre kostete die Förderung einer Tonne Steinkohle in Deutschland rund 130 Euro (real, 2000), im Vergleich zu den Kosten importierter vergleichbarer Kohle zu einem Einkaufspreis von rund 80 Euro pro t (real, 2000) (Meyer et al. 2010; S.42). Mit Hilfe von staatlicher Unterstützung konnte die Steinkohleindustrie jedoch noch weiter aufrechterhalten werden. Diese Subventionen belaufen sich auf insgesamt 330 Milliarden für den Zeitraum 1950-2008 (Meyer et al. 2010; S.9). Im Jahr 2007 beschlossen die Bundes- und Landesregierungen sowie die Bergbauunternehmen daher aus wirtschaftlichen Beweggründen, den verbleibenden Steinkohlebergbau innerhalb der nächsten 10 Jahre schrittweise einzustellen. Zu diesem Zeitpunkt waren noch ungefähr 32.800 direkte Arbeitsplätze in der Steinkohleindustrie, welche 43 Mio. t Steinkohle förderten (Statistik der Kohlenwirtschaft 2017b). Seit der Stilllegung des Bergwerks Auguste Victoria zum 01.01.2016 im Ruhrgebiet werden in Deutschland nur noch die zwei Steinkohlenbergwerke Ibbenbüren und Prosper-Haniel betrieben. Diese werden bis Ende 2018 stillgelegt. Der Rückgang der geförderten Steinkohle zwischen 1990 und 2015 auf 6,4 Mio. t Steinkohle beträgt rund 91%. Davon entfiel der größere Anteil mit rund 4,7 Mio. t Steinkohle auf Prosper-Haniel sowie andere, inzwischen stillgelegte Bergwerke der Rheinischen Region; der Rest auf Ibbenbüren.

In etwas geringerem Maße als die Förderung geht auch die Beschäftigung im Steinkohlenbergbau kontinuierlich zurück. Während im Jahr 2000 noch 58.080 Beschäftigte ausgewiesen wurden (Statistik der Kohlenwirtschaft e. V. 2015), waren es Ende 2015 noch 9.640 und Ende 2016 nur noch 7.460 Beschäftigte. Von diesen MitarbeiterInnen befinden sich ca. 1.500 in Qualifizierungs- und Umschulungsmaßnahmen sowie in Transferkurzarbeit. Das Durchschnittsalter der Beschäftigten liegt bei 47 Jahren, 42% der Beschäftigten waren im Jahr 2015 etwa 50 Jahre und älter.

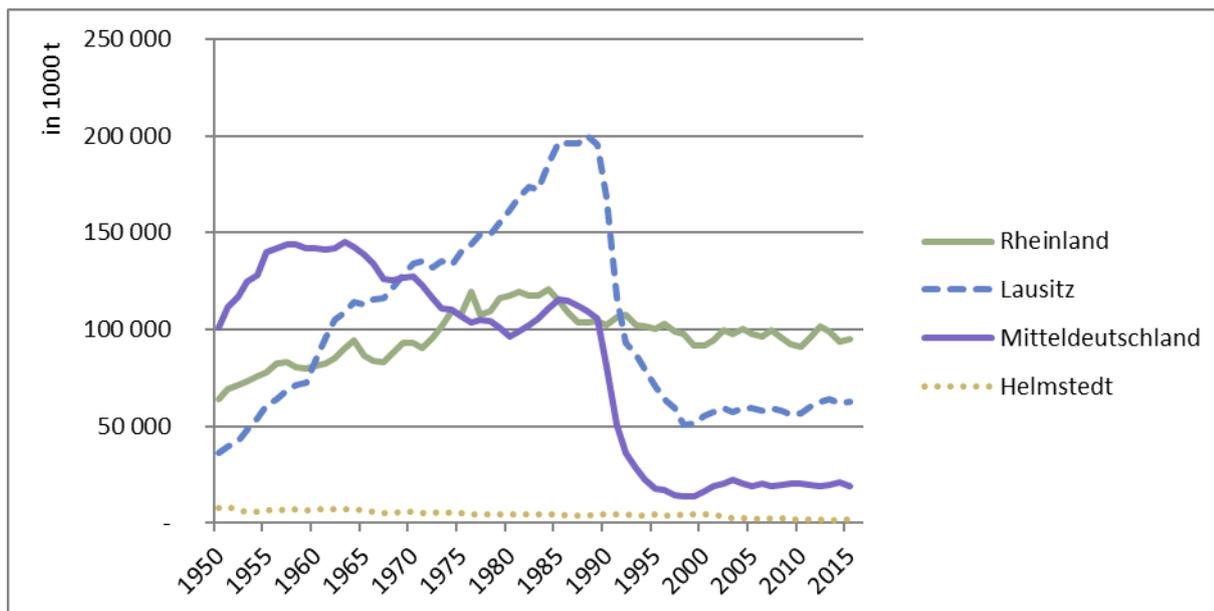
Da die Schließung der Steinkohlenbergwerke bis zum Jahr 2018 bereits seit 2007 feststeht, ist für die weitere Entwicklung des Kohleausstiegs innerhalb der nächsten 20 Jahre insbesondere die Veränderung der Beschäftigten bei den Steinkohlekraftwerken von Bedeutung. Basierend auf einer Unternehmensbefragung durch Enervis (2016) im Auftrag der Gewerkschaft Ver.di sind dies im Durchschnitt ca. 0,33 Arbeitsplätze pro MW installierter Leistung. Dieser Faktor unterscheidet sich jedoch zwischen einzelnen Kraftwerken. So ist er in den neueren (und tendenziell größeren) Kraftwerken mit weniger als 0,1 Arbeitsplatz pro MW deutlich geringer (Enervis 2016; S.21). Insgesamt ergeben sich bei verbleibenden Steinkohlekraftwerkskapazitäten von 27 GW im Jahr 2017 etwa 9.000 Beschäftigte.

Mit Blick auf die wesentlich höhere Beschäftigungsintensität in der Braunkohlenwirtschaft, ihre stärkere regionale Konzentration und die bis Ende 2018 auslaufende Förderung der Steinkohle, konzentriert sich die folgende Betrachtung daher auf die Braunkohleregionen Lausitz, Rheinland und Mitteldeutschland. Mit Ausnahme des Landkreises Krefeld liegen die meisten Steinkohlekraftwerke in anderen Landkreisen als die Braunkohlekraftwerke und -tagebaue und fließen daher nur an einzelnen Stellen in die Betrachtung mit ein. Ein historischer Rückblick auf den Ausstieg aus dem Steinkohlebergbau in Deutschland wird in 6.1.2. dargestellt.

## 2.2 Braunkohleregionen

Abbildung 2-1 zeigt die Entwicklung der Braunkohlenförderung in Deutschland von 1950 bis 2015. Generell kann die Förderung von Braunkohle nach vier Regionen gegliedert werden. Die drei größten Abbauregionen sind das Rheinische, das Lausitzer und das Mitteldeutsche Revier, während dem Helmstedter Revier nur eine geringe Bedeutung zukommt. Die Relevanz des Lausitzer Reviers und auch des Mitteldeutschen Reviers ging nach der Wiedervereinigung stark zurück. Heute wird im Rheinischen Revier die meiste Braunkohle gefördert, während die Lausitz das zweitgrößte Braunkohlerevier Deutschlands darstellt.

Abbildung 2-1: Förderung von Braunkohle in Deutschland nach Revier



Quelle: Statistik der Kohlenwirtschaft (2016).

Insgesamt ist die Förderung der Braunkohle in Deutschland zunächst von rund 200 Mio. t im Jahr 1950 auf 411 Mio. t im Jahr 1989 gestiegen; diese Phase der Förderentwicklung war durch ein nahezu stetiges Wachstum charakterisiert. Im Jahr 1990 trug die Lausitz fast zur Hälfte der gesamten Förderung bei. Bedingt durch die Umstrukturierung der Energiewirtschaft in den neuen Bundesländern, ging anschließend die Förderung in der Lausitz und in Mitteldeutschland von 1990 bis 2000 deutlich zurück. Insgesamt ist die Förderung auf rund 178 Mio. t im Jahr 2015 gesunken (Statistik der Kohlenwirtschaft 2015; Öko-Institut 2017b).

Die Reserven in genehmigten Braunkohlenplänen betragen Ende 2015 insgesamt rund 4,2 Mrd. t Braunkohle. Dies entspricht bei konstanter Förderung einer statischen Reichweite von 23 Jahren, wobei diese im Rheinland (26 Jahre) höher als in der Lausitz (21 Jahre) sowie in Mitteldeutschland (21 Jahre) ist (Öko-Institut 2017b). Für eine detaillierte Beschreibung der Braunkohleregionen siehe Kapitel 2.3.1.

Die genauere Abgrenzung der im Folgenden verwendeten Regionen wird auf Basis von Landkreisen, in welchen ein Großteil der Beschäftigten der Braunkohlenwirtschaft wohnhaft ist, getroffen. Die gewählte räumliche Abgrenzung der Braunkohleregionen wird einheitlich in allen Kapiteln dieses Gutachtens verwendet. Die Regionen schließen nicht nur die Landkreise mit Tagebauen ein, sondern auch die Regionen, in denen Kraftwerke und Veredelungsbetriebe ansässig sind.

Zur Abgrenzung der Braunkohlereviere und Braunkohleregionen wurde eine einheitliche Methodik angewandt. Im ersten Schritt wurden die Landkreise identifiziert in welchen ein aktiver Braunkohlentaubeau oder noch produzierendes Braunkohlkraftwerk ansässig ist. Diese Landkreise werden als **Braunkohlerevier** bezeichnet. Wenn ein Landkreis keine Tagebaue, sondern nur Kraftwerke besitzt müssen die Kraftwerke im Landkreis in Summe eine Nettoleistung von mehr als 50 MW vorweisen. Dieser Grenzwert wurde gewählt damit nur die Landkreise mit signifikanten Beschäftigungszahlen in der Braunkohlenwirtschaft als Braunkohlereviere erfasst werden.

Im zweiten Schritt werden auf Basis von Pendlerströmen die zuvor identifizierten Landkreise mit weiteren Landkreisen zu Arbeitsmarktregionen zusammengefasst. Die Kombination aus Braunkohlerevier und zusätzlichen Landkreisen der Arbeitsmarktregion definiert die **Braunkohleregion**. Die Arbeitsmarktregionen zeichnen sich durch eine Pendelzeit von 45 Minuten aus (in Ausnahmefällen 60 Minuten, welche nach dem Sozialgesetzbuch die maximale zumutbare Pendeldauer ist). Die Arbeitsmarktregionen basieren auf den durch Kosfeld und Werner (2012) erstellten Analysen der Pendlerströme.

Ein Überblick über die Reviere und Regionen ist in Tabelle 2-1 dargestellt. Die Revier- und Regionen-Abgrenzung der Rheinischen, Lausitzer und Mitteldeutschen Braunkohle dient als Grundlage für die folgenden Kapitel. Das Helmstedter Revier wird hierbei auf Grund seiner geringeren Vergleichsgröße sowie der bereits erfolgten Schließung des letzten Tagebaus und Überführung des letzten Kraftwerks in die Sicherheitsbereitschaft nicht ausführlicher betrachtet.

Tabelle 2-1: Revier- und Regionen-Abgrenzung der Rheinischen, Lausitzer und Mitteldeutschen Braunkohle

|   | Rheinische Braunkohle  | Lausitzer Braunkohle  | Mitteldeutsche Braunkohle   |
|---|--|---|---|
| Revier  | Düren<br>Euskirchen<br>Köln<br>Rhein-Erft-Kreis<br>Rhein-Kreis Neuss<br>Städteregion Aachen                              | Cottbus<br>Elbe-Elster<br>Görlitz<br>Oberspreewald-Lausitz<br>Spree-Neiße | Burgenlandkreis<br>Chemnitz<br>Leipzig (Stadt u. Landkreis)<br>Mansfeld-Südharz<br>Saalekreis |
| Region inklusive Revier<br><br>(zusätzliche Landkreise zum Revier auf Basis der Arbeitsmarktregionen) | Düsseldorf<br>Heinsberg<br>Krefeld<br>Leverkusen<br>Mönchengladbach<br>Mettmann<br>Rheinisch-Bergischer Kreis<br>Viersen | Bautzen   | Erzgebirgskreis<br>Halle (Saale)<br>Nordsachsen<br>Mittelsachsen<br>Zwickau                   |

Quelle: Eigene Darstellung, IWH.

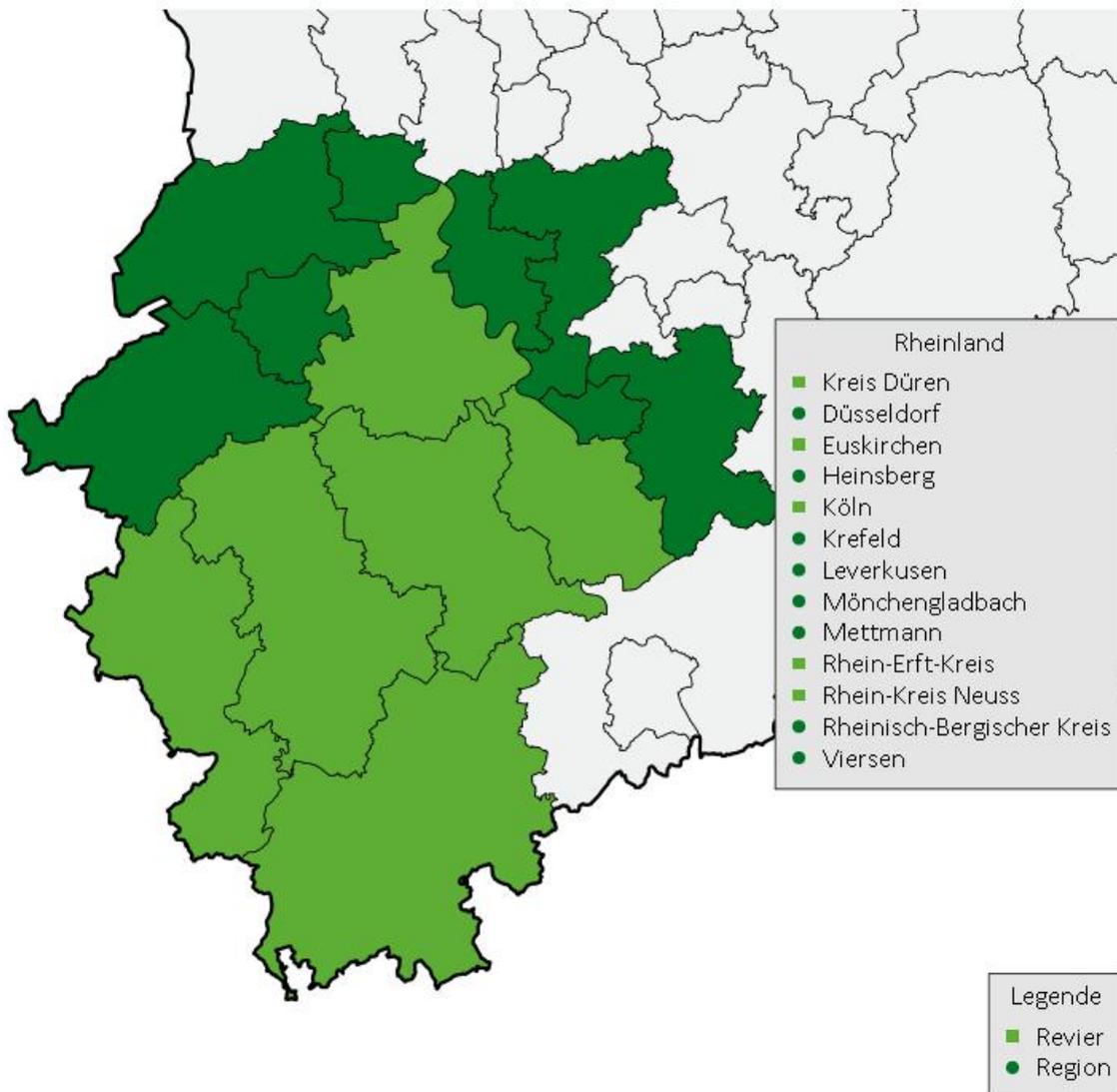
### 2.2.1 Rheinische Braunkohleregion

Das Rheinische Revier besteht aus den Tagebauen Garzweiler, Hambach und Inden sowie den Kraftwerken Frimmersdorf, Neurath, Niederaußem, Weisweiler, Fortuna Nord, Frechen, Ville-Berrenrath, Goldenberg und Merkenich.

Das Rheinische Braunkohlerevier (im Sinne der Methodik zu Anfang des Kapitels 2.2) besteht aus den **Kreisen Düren, Euskirchen, Köln, Rhein-Erft-Kreis und dem Rhein-Kreis Neuss**. Diese Kreise liegen in gemeinsamen Arbeitsmarktregionen mit Kreisen ohne Braunkohlenwirtschaft. Die zusätzlichen

Landkreise in der Arbeitsmarktregion sind **die Städtereion Aachen** (ohne die Stadt Aachen), **Düsseldorf, Heinsberg, Krefeld, Leverkusen, Mönchengladbach, Mettmann, Rheinisch-Bergischer Kreis und Viersen**.

Abbildung 2-2: Abgrenzung des Rheinischen Braunkohlenreviers und der Braunkohleregion

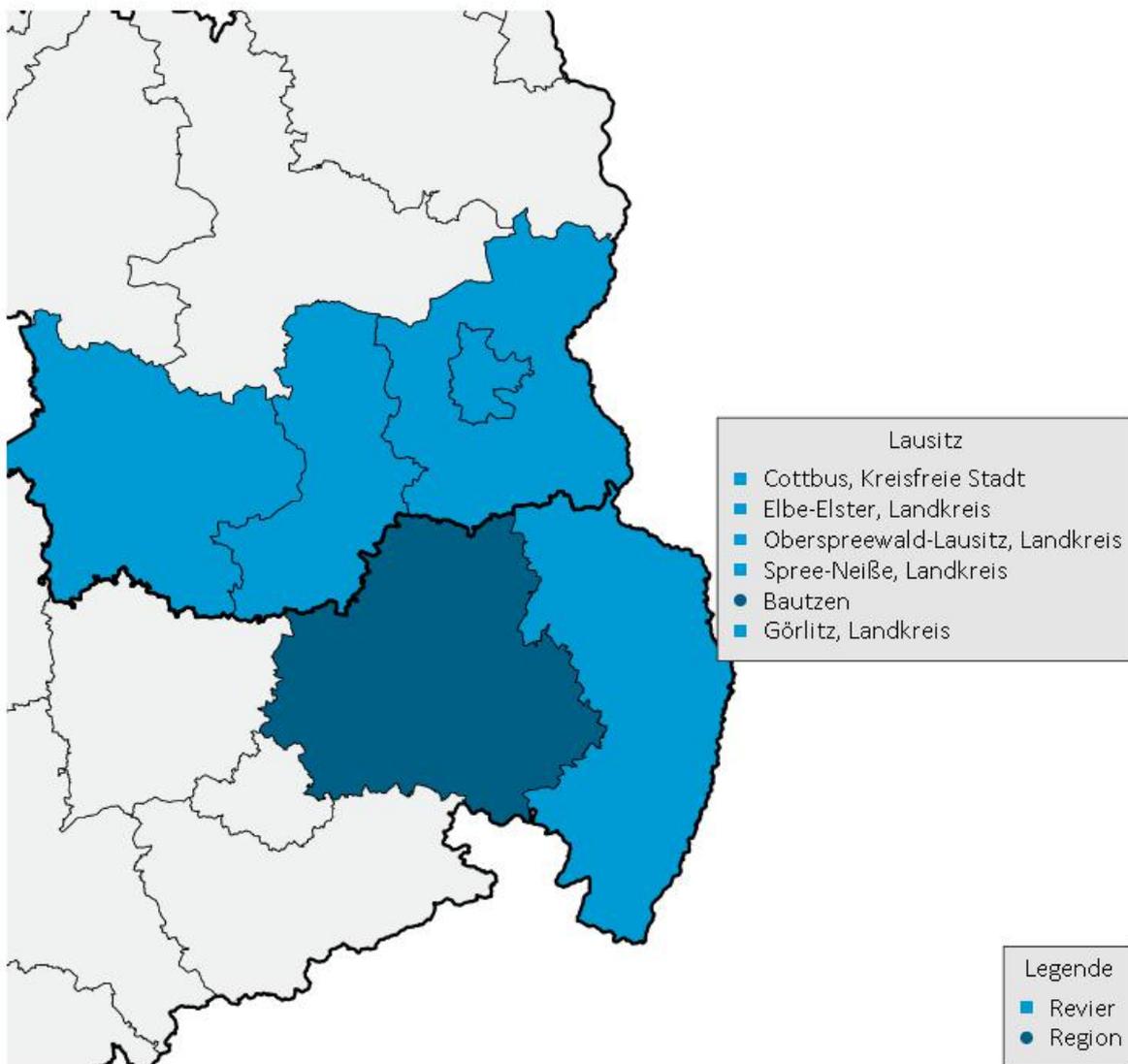


Quelle: Eigene Darstellung, IWH.

### 2.2.2 Lausitzer Braunkohleregion

Das Lausitzer Revier liegt im Südosten Brandenburgs und Nordosten Sachsens. Es beinhaltet die derzeit aktiven Braunkohleabbaugebiete Nochten, Reichwalde, Welzow-Süd und Jänschwalde, sowie den stillgelegten Tagebau Cottbus-Nord. Mit der Braunkohle aus den genannten Tagebauen werden die Kraftwerke Jänschwalde, Schwarze Pumpe und Boxberg versorgt. Weitere kleinere Abnehmer sind die Heizkraftwerke in Cottbus und in Frankfurt (Oder).

Abbildung 2-3: Abgrenzung des Lausitzer Braunkohlenreviers und der Braunkohleregion



Quelle: Eigene Darstellung, IWH.

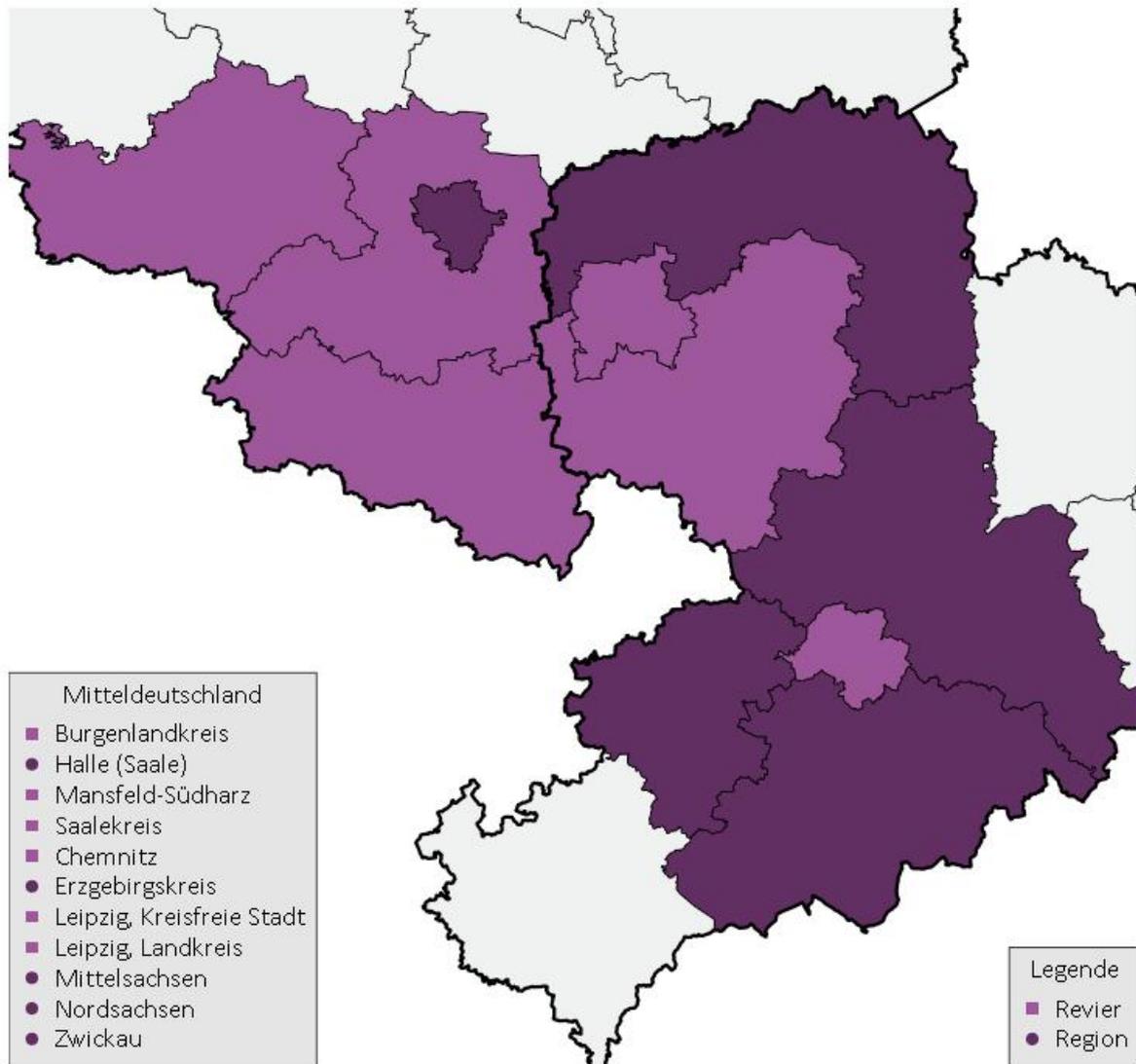
Das Lausitzer Braunkohlerevier (im Sinne der Methodik zu Anfang des Kapitels 2.2) umfasst die **Stadt Cottbus** und die **Landkreise Spree-Neiße, Görlitz, Oberspreewald-Lausitz und Elbe-Elster**. Durch die Betrachtung der Pendlerströme kommt in der Lausitz lediglich der **Landkreis Bautzen** hinzu.

Die brandenburgische Regierung hatte überlegt die Landkreise in der Lausitz neu aufzuteilen. Die Planung sollte einen großen Lausitzkreis aus den vier jetzigen Kreisen Elbe-Elster, Oberspreewald-Lausitz, Spree-Neiße und der derzeit kreisfreien Stadt Cottbus schaffen. Insbesondere durch den Strukturwandel weg von der Braunkohle sind diese Landkreise und die Stadt Cottbus von den gleichen Herausforderungen betroffen (Land Brandenburg 2016). Auf Grund größeren Widerstandes auf kommunaler Ebene wurde dieser Vorschlag im November 2017 jedoch zurückgezogen.

### 2.2.3 Mitteldeutsche Braunkohleregion

Die mitteldeutsche Braunkohleregion erstreckt sich über die Bundesländer Sachsen-Anhalt und Sachsen und besteht aus den Tagebauen Profen, Lützen, Vereinigtes-Schleenhain und Amsdorf. Beliefert werden die Kraftwerke Lippendorf und Schkopau sowie kleinere Abnehmer in Wähilitz, Deuben und Amsdorf.

Abbildung 2-4: Abgrenzung des Mitteldeutschen Braunkohlenreviers und der Braunkohleregion



Quelle: Eigene Darstellung, IWH.

Der **Burgenlandkreis, Mansfeld-Südharz, Saalekreis, Chemnitz, Landkreis Leipzig**, und die **Stadt Leipzig** gehören zum Mitteldeutschen Braunkohlerevier (im Sinne der Methodik zu Anfang des Kapitels 2.2). Die mitteldeutsche Braunkohleregion umfasst zudem die kreisfreie Stadt **Halle (Saale)** sowie die **Landkreise Zwickau, Erzgebirgskreis, Mittelsachsen** und **Nordsachsen**.

## 2.2.4 Helmstedter Braunkohleregion

Mit der Auskohlung des Tagebaus Schöningen im September 2016 ist der letzte aktive Tagebau des Helmstedter Reviers stillgelegt worden. Das dortige Kraftwerk Buschhaus befindet sich allerdings seit dem 1. Oktober 2016 noch für die darauffolgenden 4 Jahre in der Braunkohle-Sicherheitsbereitschaft der Bundesregierung. Von den ursprünglich 370 Beschäftigten wird diese Kraftwerksvorhaltung 80 Arbeitsplätze für die nächsten Jahre sichern, während weitere 50 Beschäftigte sich um die Renaturierung des Tagebaus kümmern (Johannsen 2016).

## 2.2.5 Allgemeine Informationen zu den Braunkohleregionen

Die drei noch aktiven Regionen sind unterschiedlich in ihrer Bevölkerungsdichte. Die Rheinische Region war mit 770 Einwohnern pro Quadratkilometer im Jahr 2015 die am dichtesten besiedelte Region und auch eine der am dichtesten besiedelten Deutschlands. Die Mitteldeutsche Region weist eine Dichte von im Mittel 222 Ew./km<sup>2</sup> auf, wobei die kreisfreien Städte Chemnitz und Halle (Saale) den Schnitt deutlich nach oben heben. Die Lausitzer Region hat im Schnitt 106 Ew./km<sup>2</sup>. Hierbei wird der Durchschnitt durch Cottbus und Görlitz deutlich nach oben gehoben (BBSR 2016).

Während die Bevölkerungsentwicklung der Rheinischen Region in den Jahren 2008 bis 2015 der gesamtdeutschen Entwicklung ähnlich ist, weisen die beiden anderen Braunkohleregionen eine sinkende Bevölkerung auf. Bei Betrachtung der Bundesländer weisen Sachsen und Sachsen-Anhalt insgesamt einen Rückgang der Bevölkerung auf, während Brandenburg nahezu sein Ursprungsniveau aus 2008 wieder erreicht (Statistisches Bundesamt 2017).

Eine Alterung der Bevölkerung ist im Betrachtungszeitraum in allen drei Regionen festzustellen, aber auch für ganz Deutschland. Während im Bundesdurchschnitt und in der Rheinischen Region der Anteil der über 50-Jährigen von rund 40% auf 43% stieg, ist der Anteil in der Mitteldeutschen Region von rund 45% auf etwa 48% und in der Lausitz sogar von 45% auf 55% angestiegen. Daten des Statistischen Bundesamtes zeigen, dass junge Menschen zwischen 18 und unter 30 Jahren aus der Lausitzer und der Mitteldeutschen Region abwandern. In der Lausitz ist es aber besonders ausgeprägt (Statistisches Bundesamt 2017).

## 2.3 Kraftwerke und Tagebaue in den Braunkohleregionen

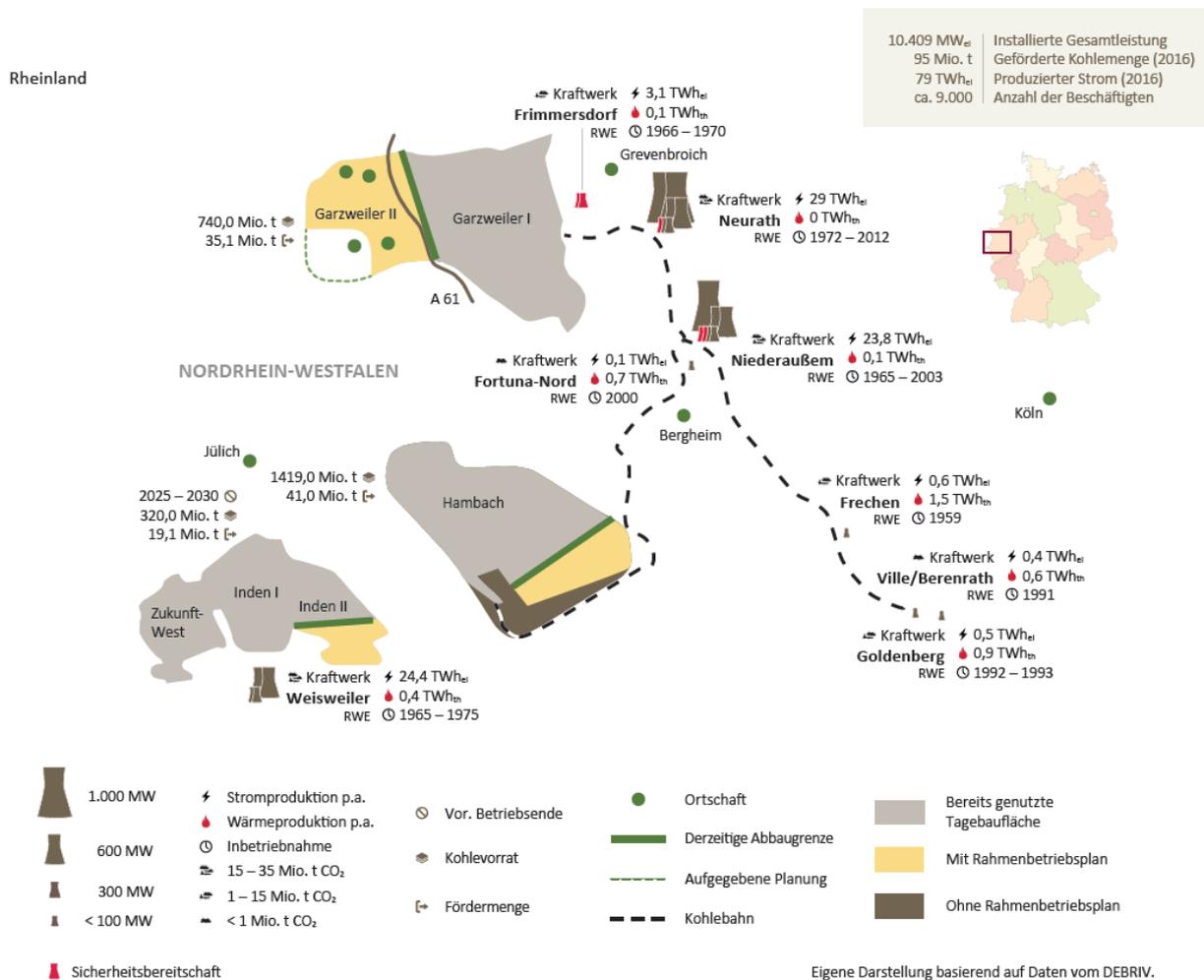
Die Braunkohleregionen unterscheiden sich auch im Hinblick auf die installierten Kraftwerkskapazitäten, Kraftwerkalter, Braunkohleförderung und weiteren Energiewirtschaftlichen Kenngrößen. In den folgenden Abschnitten werden diese Kenngrößen für die Regionen dargestellt und erläutert.

### 2.3.1 Rheinische Braunkohleregion

Die Förderung im Rheinland entwickelt sich seit zwei Jahrzehnten etwa konstant. Im Jahr 2015 wurden insgesamt etwa 95 Mio. t Braunkohle gefördert – davon 41 Mio. t in Hambach, 35 Mio. t in Garzweiler und 19 Mio. t in Inden. Der Tagebau Hambach ist sowohl im Hinblick auf die Förderung (23% der Förderung im Jahr 2015) als auch die Reserven (31% der gesamten Reserven) der größte Tagebau in Deutschland (Öko-Institut 2017b).

Abbildung 2-5 stellt das Rheinische Revier mit den jeweiligen Kraftwerken, Tagebauen sowie der Kohlebahn dar. Das Kraftwerk Weisweiler ist nicht an die Kohlebahn angeschlossen und kann somit nur aus dem Tagebau Inden direkt versorgt werden.

Abbildung 2-5: Rheinisches Revier



Quelle: Eigene Darstellung nach Gerbaulet et al. (2012) und Öko-Institut (2017b), Öko-Institut.

Die Kraftwerksblöcke der Rheinischen Region mit installierten Kapazitäten und Wirkungsgraden sind in Tabelle 2-2 aufgeführt.

Tabelle 2-2: Installierte Kapazität und Wirkungsgrad der Kraftwerksblöcke im Rheinischen Revier

| Kraftwerke NRW      | Block        | Start | Installierte Kapazität (MW) | Wirkungsgrad |
|---------------------|--------------|-------|-----------------------------|--------------|
| Fortuna Nord        | Fortuna Nord | 2000  | 54,0                        | 0,38         |
| Frechen / Wachtberg |              | 1959  | 118,0                       | 0,33         |
| Frimmersdorf        | P            | 1966  | 284,0                       | 0,33         |
| Frimmersdorf        | Q            | 1970  | 278,0                       | 0,33         |
| Goldenberg          | K            | 1993  | 85,0                        | 0,38         |
| Goldenberg          | J            | 1992  | 66,0                        | 0,38         |
| Kohlekraftwerk      | K06          | 2011  | 14,4                        | 0,42         |
| Kraftwerk           | K2/TG2       | 1995  | 10,0                        | 0,38         |
| Merkenich           | Block 6      | 2010  | 75,3                        | 0,42         |

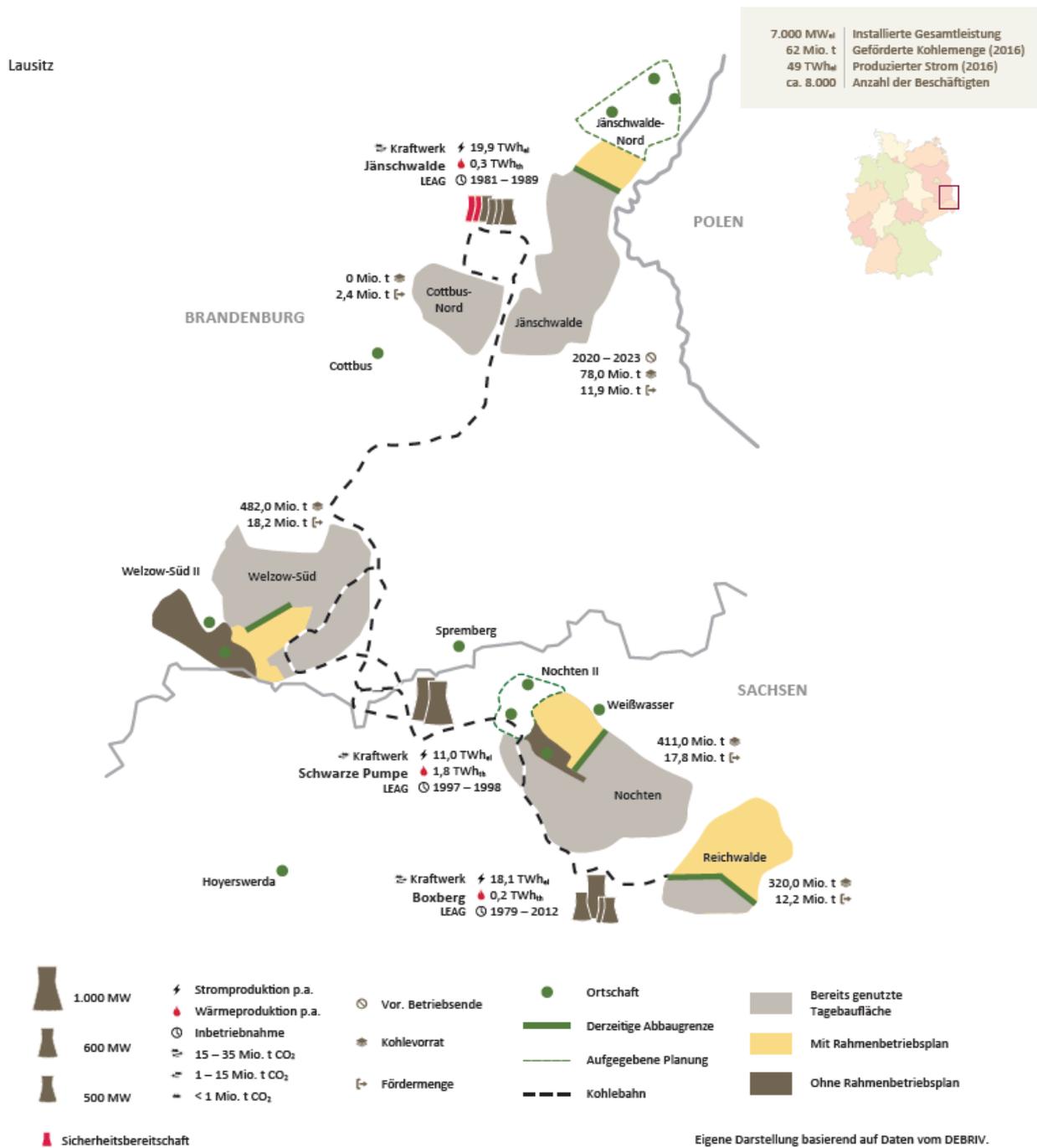
|                        |              |      |        |      |
|------------------------|--------------|------|--------|------|
| Neurath                | F BoA 2      | 2012 | 1100,0 | 0,43 |
| Neurath                | G BoA 3      | 2012 | 1100,0 | 0,43 |
| Neurath                | A            | 1972 | 277,0  | 0,33 |
| Neurath                | B            | 1972 | 288,0  | 0,35 |
| Neurath                | C            | 1973 | 292,0  | 0,33 |
| Neurath                | D            | 1975 | 607,0  | 0,37 |
| Neurath                | E            | 1976 | 604,0  | 0,37 |
| Niederaußem            | C            | 1965 | 294,0  | 0,33 |
| Niederaußem            | D            | 1968 | 297,0  | 0,33 |
| Niederaußem            | E            | 1970 | 295,0  | 0,33 |
| Niederaußem            | F            | 1971 | 299,0  | 0,33 |
| Niederaußem            | G            | 1974 | 653,0  | 0,37 |
| Niederaußem            | H            | 1974 | 648,0  | 0,37 |
| Niederaußem            | K            | 2003 | 944,0  | 0,43 |
| P&L Werk Euskirchen    | Kessel 4 / 6 | 2000 | 10,0   | 0,42 |
| P&L Werk Jülich        | Kessel 5     | 2004 | 24,6   | 0,42 |
| Sachtleben             |              | 1962 | 27,5   | 0,33 |
| Ville / Berrenrath IKW |              | 1991 | 52,0   | 0,38 |
| Weisweiler             | E            | 1965 | 312,0  | 0,33 |
| Weisweiler             | F            | 1967 | 304,0  | 0,33 |
| Weisweiler             | G            | 1974 | 590,0  | 0,37 |
| Weisweiler             | H            | 1975 | 592,0  | 0,37 |

Quelle: Eigene Darstellung nach Öko-Institut (2017a) und Öko-Institut (2017b), Öko-Institut.

### 2.3.2 Lausitzer Braunkohleregion

Im Jahr 2015 betrug die Förderung in der Lausitz rund 63 Mio. t Braunkohle – wovon rund 12 Mio. t in Jänschwalde, jeweils rund 18 Mio. t in Welzow-Süd und Nochten sowie 12 Mio. t in Reichwalde gefördert wurden. Die Reserven in Tagebauen mit Braunkohleplan betragen Ende 2015 rund 1.300 Mio. t Braunkohle, was bei konstanter Förderung einer statischen Reichweite von 21 Jahren entspricht – für Jänschwalde beträgt die statische Reichweite lediglich 7 Jahre. Aufgrund einer strukturellen Veränderung im Lausitzer Revier wurde die Kohlenverbindungsbahn, die die Tagebaue und Kraftwerke miteinander verbindet, in den letzten Jahren verstärkt genutzt. Zu der Veränderung gehört die Auskohlung von Cottbus Nord, die abnehmende Förderung in Jänschwalde (Auskohlung und Stilllegung im Jahr 2023) und die Wiederaufnahme der Förderung in Reichwalde im Jahr 2012. Das Kraftwerk Jänschwalde wird ab 2023 bis ca. 2033 über die Kohleverbindungsbahn aus den verbleibenden drei südlichen Tagebauen versorgt. Künftig wird die Kohlenverbindungsbahn somit zunehmend die Kohle von Süden nach Norden transportieren. Abbildung 2-6 stellt die Tagebaue, Kraftwerke und Kohleverbindungsbahn in der Lausitz dar (v. Hirschhausen und Oei 2013, Öko-Institut 2017b).

Abbildung 2-6: Lausitzer Revier



Quelle: Eigene Darstellung nach Gerbaulet et al. (2012) und Öko-Institut (2017b), Öko-Institut.

Die Kraftwerksblöcke der Lausitzer Region mit installierten Kapazitäten und Wirkungsgraden sind in Tabelle 2-3 aufgeführt.

Tabelle 2-3: Installierte Kapazität und Wirkungsgrad der Kraftwerksblöcke im Lausitzer Revier

| Kraftwerk         | Block    | Start | Installierte Kapazität (MW) | Wirkungsgrad |
|-------------------|----------|-------|-----------------------------|--------------|
| Boxberg           | III-N    | 1979  | 465,0                       | 0,36         |
| Boxberg           | III-P    | 1980  | 465,0                       | 0,36         |
| Boxberg           | IV-Q     | 2000  | 857,0                       | 0,42         |
| Boxberg           | IV-R     | 2012  | 640,0                       | 0,44         |
| Cottbus HKW       | 1        | 1999  | 74,0                        | 0,43         |
| Heizkraftwerk FFO | 1-GuD-EK | 1997  | 45,0                        | 0,43         |
| Jänschwalde       | A        | 1981  | 465,0                       | 0,36         |
| Jänschwalde       | B        | 1982  | 465,0                       | 0,36         |
| Jänschwalde       | C        | 1984  | 465,0                       | 0,36         |
| Jänschwalde       | D        | 1985  | 465,0                       | 0,36         |
| Jänschwalde       | E        | 1987  | 465,0                       | 0,36         |
| Jänschwalde       | F        | 1989  | 465,0                       | 0,36         |
| Schwarze Pumpe    | A        | 1997  | 750,0                       | 0,41         |
| Schwarze Pumpe    | B        | 1998  | 750,0                       | 0,41         |

Quelle: Eigene Darstellung nach Öko-Institut (2017a) und Öko-Institut (2017b), Öko-Institut.

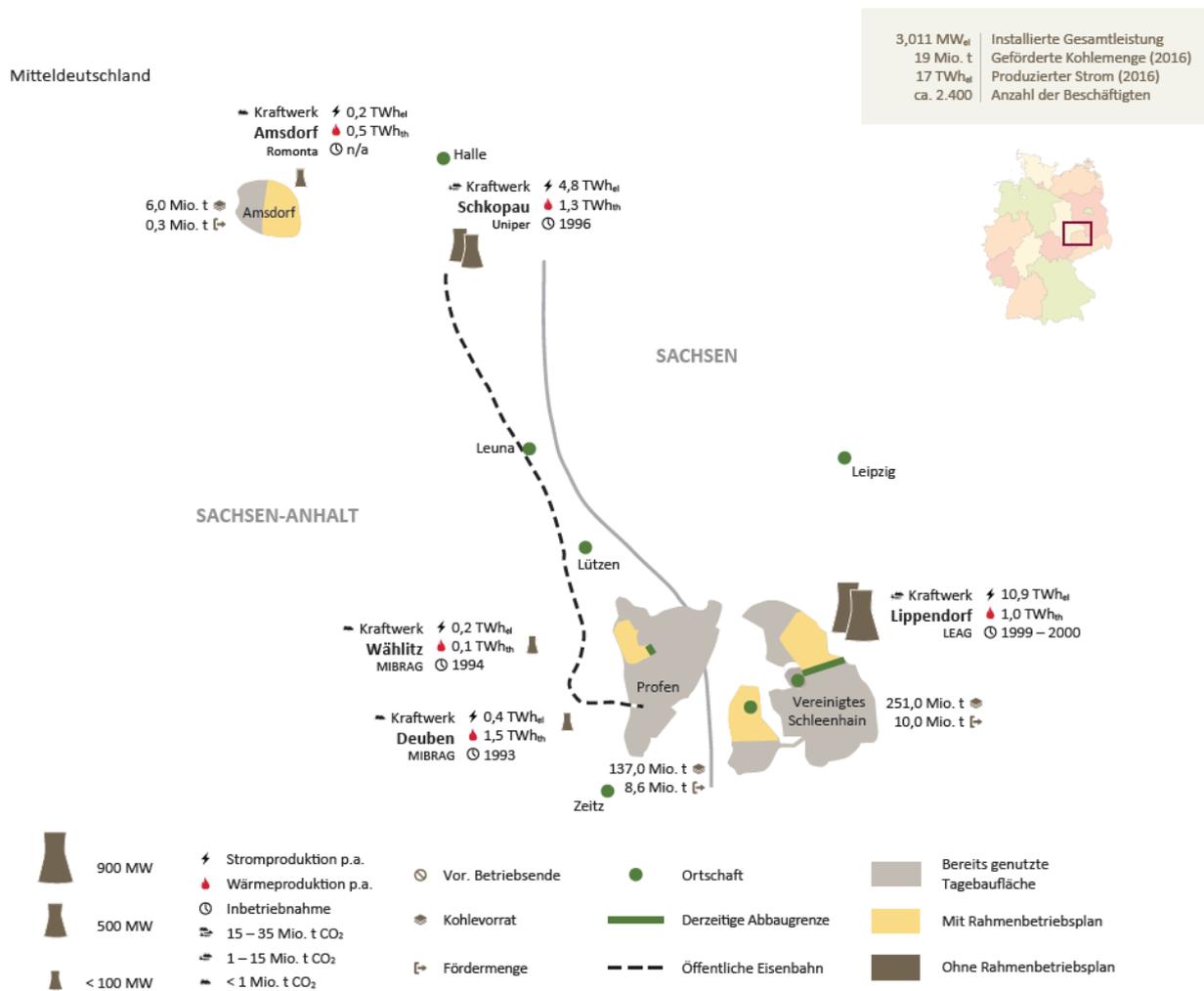
Die Braunkohleförderung für kleinere KWK-Anlagen ist im Lausitzer Revier aktuell rückläufig. Die Braunkohlekessel im Kraftwerk Klingenberg in Berlin wurden im Mai 2017 stillgelegt. Auch die Stadtwerke Cottbus planen bereits den Ersatz des Heizkraftwerks in Cottbus durch mehrere Blockheizkraftwerke auf Erdgasbasis (Grüne Liga/Umweltgruppe Cottbus (2017)).

### 2.3.3 Mitteldeutsche Braunkohleregion

In Mitteldeutschland wurde im Jahr 2015 18,9 Mio. t Braunkohle gefördert, wovon 8,6 Mio. t in Profen, 10 Mio. t in Schleenhain und 0,3 Mio. t in Amsdorf gefördert wurden. Die verfügbaren Reserven betragen Ende 2015 395 Mio. t Braunkohle, die sich auf die Tagebaue Profen und Vereinigtes Schleenhain konzentrieren. Bei einer konstanten Förderung entspricht das einer statischen Reichweite von 21 Jahren. Der Tagebau Vereinigtes Schleenhain ist über eine Bandanlage mit dem Kraftwerk Lippendorf verbunden, wohingegen ein Großteil der Förderung im Tagebau Profen über das öffentliche Eisenbahnnetz das 40 km nördlicher gelegene Kraftwerk Schkopau versorgt (Abbildung 2-7) (Öko-Institut 2017b). Der Tagebau Vereinigtes Schleenhain besteht aus den Abbaufeldern Schleenhain, Peres und Grotzscher Dreieck. Das Abbaufeld Schleenhain ist bereits größtenteils ausgekohlt, weshalb die Kohlenförderung 2018 beendet werden soll. Im Abbaufeld Peres wurde die Abraumbewegung im Jahr 2014 aufgenommen. Das Abbaufeld Grotzscher Dreieck soll ab dem Jahr 2028 erschlossen werden; die verfügbaren Reserven betragen 2015 68 Mio. t Braunkohle (Öko-Institut 2017b).

Durch den Anschluss an das öffentliche Eisenbahnnetz bestehen die Kosten des Kraftwerk Schkopaus tendenziell zu höheren Anteilen aus variablen Kosten, da die Transportkosten nicht wie bei den restlichen Kraftwerken des Reviers, als Fixkosten anfallen. Zudem besteht begrenzt die Möglichkeit die Braunkohle mit LKWs zu transportieren, damit könnte unter anderem Braunkohle aus dem Tagebau Vereinigtes Schleenhain auch zu anderen Kraftwerken als Lippendorf geliefert werden.

Abbildung 2-7: Mitteldeutsches Revier



Quelle: Eigene Darstellung nach Gerbaulet et al. (2012) und Öko-Institut (2017b), Öko-Institut.

Die Kraftwerksblöcke des Mitteldeutschen Reviers mit installierten Kapazitäten und Wirkungsgraden sind in Tabelle 2-4 aufgeführt.

Tabelle 2-4: Installierte Kapazität und Wirkungsgrad der Kraftwerksblöcke im Mitteldeutschen Revier

| Kraftwerk               | Block              | Start | Installierte Kapazität (MW) | Wirkungsgrad |
|-------------------------|--------------------|-------|-----------------------------|--------------|
| Buschhaus               | D                  | 1985  | 352,0                       | 0,38         |
| Chemnitz Nord II HKW    | Block C            | 1990  | 90,8                        | 0,38         |
| Chemnitz Nord II HKW    | Block B            | 1988  | 56,8                        | 0,38         |
| CropEnergies Bioethanol |                    | 2005  | 17,5                        | 0,43         |
| Dessau                  | An der Fine        | 1996  | 51,0                        | 0,38         |
| Deuben                  | Industriekraftwerk | 1993  | 67,0                        | 0,34         |
| EZ1                     | WSK                | 1993  | 18,5                        | 0,38         |

| Kraftwerk        | Block              | Start | Installierte Kapazität (MW) | Wirkungsgrad |
|------------------|--------------------|-------|-----------------------------|--------------|
| FKK              |                    | 1988  | 33,5                        | 0,38         |
| Lippendorf       | R                  | 2000  | 875,0                       | 0,42         |
| Lippendorf       | S                  | 1999  | 875,0                       | 0,42         |
| P&L Werk Könnern | Kessel 1 und 2     | 2000  | 20,3                        | 0,38         |
| Schkopau         | A                  | 1996  | 450,0                       | 0,40         |
| Schkopau         | B                  | 1996  | 450,0                       | 0,40         |
| Wahlitz          | Industriekraftwerk | 1994  | 31,0                        | 0,43         |

Quelle: Eigene Darstellung nach Öko-Institut (2017a) und Öko-Institut (2017b), Öko-Institut.

### 2.3.4 KWK-Wärmezeugung und Braunkohleveredelung

Die in Deutschland geförderte Braunkohle wird hauptsächlich zur Verstromung eingesetzt. Außerdem wird (Fern-)wärme produziert und Veredelungsprodukte hergestellt.

Neben der Stromerzeugung stellt die Braunkohlenwirtschaft weitere Produkte her. Hier sind insbesondere die Wärmezeugung (~20 TWh) und die Veredelungsprodukte (~31 TWh) zu nennen. Die Wärmeauskopplung ist gleichmäßig über die drei Reviere verteilt und konzentriert sich insbesondere auf kleinere Anlagen mit einer Leistung < 200 MW (vergleiche Öko-Institut 2017b; S. 80). Die Veredelung von Braunkohle umfasste historisch hauptsächlich die Brikettproduktion für die Wärmezeugung. In den letzten Jahren hat die Produktion von Staubkohle für Industriefeuerungen an Bedeutung gewonnen. Die Herstellung von Veredelungsprodukten entfällt zu 70% auf das Rheinland (vergleiche Öko-Institut 2017b; S 30-33).<sup>2</sup>

## 2.4 Beschäftigungssituation in den Braunkohleregionen

### 2.4.1 Beschäftigung in der Braunkohlenwirtschaft

DEBRIV veröffentlicht auf einer monatlichen Basis die Mitarbeiterzahlen für die Braunkohleindustrie. Zusätzlich stellt die Statistik der Kohlenwirtschaft jahresscharfe Zeitreihen zur Verfügung.

Neben diesen Quellen weist auch die Bundesagentur für Arbeit (BA) Mitarbeiter Zahlen für die Braunkohleindustrie aus. Diese liegen deutlich unterhalb der Zahlen die die Braunkohleindustrie (DEBRIV, Statistik der Kohlenwirtschaft) selbst veröffentlicht. Dies liegt vor allem an der unterschiedlichen sektoralen Zuordnung der Bundesagentur. Eine genauere Erläuterung hierzu folgt in Kapitel 2.4.2.

Die Zahlen, die die Kohleindustrie veröffentlichten, bedürfen an dieser Stelle eine kurze tiefergehende Betrachtung, insbesondere das Jahr 2016. Die ursprünglich veröffentlichten Zahlen der Statistik der Kohlenwirtschaft lagen für dieses Jahr bei 19.852 Mitarbeiter. Im Jahr 2018 wurden die Zahlen von der

<sup>2</sup> Veröffentlichte Preise für diese Produkte liegen nicht vor. Deshalb werden die folgenden Annahmen für die Modellierung im Kapitel 4 getroffen: Der Wert der Wärmezeugung lehnt sich am Großhandelspreis für Erdgas (~ 20 €/MWh) an und der Wert für Veredelungsprodukte am Steinkohlen-Preis (~10 €/MWh). Die Kosten für die Verteilung der Fernwärme werden hier nicht inkludiert, da diese bei einem Wechsel der Primärenergiebasis weiterhin anfallen würden. In Summe ergeben sich aktuell (z.B. im Jahr 2015) Umsätze von 710 Mio. €/Jahr, davon entfallen 400 Mio. € auf die Wärmezeugung und 310 Mio. € auf Veredelungsprodukte. Die Umsätze und die Bruttowertschöpfung für die Wärmezeugung und Veredelung werden für die Jahre 2020 bis 2035 mit dem Trend der Stromerzeugung abgeschmolzen.

Statistik der Kohlenwirtschaft nachträglich und ohne eindeutige Erklärung auf 21.094 nach oben korrigiert. In den Veröffentlichungen heißt es lediglich, dass die Zahlen nun auf Grund von „Neustrukturierung der Unternehmen“ (alle Unternehmen in den Revieren gleichzeitig) nicht mehr vergleichbar seien mit den Vorjahren. Die Korrektur nach oben kann verschiedene Gründe haben von denen einige im Folgenden genannt werden. Diese beinhalten die bewusste Inklusion oder Exklusion von Mitarbeitern in der Statistik, die z.B. (i) in Kraftwerken der Sicherheitsreserve untergebracht sind, (ii) Zeitarbeits-/ Werksverträge haben, (iii) derzeit über die LMBV in der Sanierung der Tagebaue untergebracht sind, (iv) sich in der Ausbildung befinden oder (v) Querschnittstätigkeiten und Tätigkeiten auf anderen Wertschöpfungsstufen, die nicht exklusiv der Braunkohle zugerechnet werden müssen, ausüben. Die Recherche in den von den Braunkohleunternehmen selbst in ihren Jahresabschlüssen ausgewiesenen Arbeiterzahlen ergeben eine mögliche Erhöhung der Arbeiterzahlen bei der RWE durch Berücksichtigung der Auszubildenden. Bei der LEAG ließ sich die Erhöhung nicht vollends aufklären. Tabelle 2-5 und Tabelle 8-46 im Anhang geben einen Überblick über die Veröffentlichungen von Beschäftigungszahlen in der Braunkohleindustrie.<sup>3</sup>

Tabelle 2-5: Beschäftigung in der Braunkohlenwirtschaft (Stand Februar 2017)

| Revier            | Braunkohleförderung und Verstromung | Sonstige |
|-------------------|-------------------------------------|----------|
| Rheinland         | 8.873                               |          |
| Helmstedt         |                                     | 170      |
| Lausitz           |                                     |          |
| davon LEAG        | 7.763                               |          |
| davon LMBV        |                                     | 392      |
| Mitteldeutschland |                                     |          |
| davon MIBRAG GmbH | 1.895                               |          |
| davon LMBV        |                                     | 206      |
| davon ROMONTA     |                                     | 291      |
| Summe             | 18.531                              | 1.059    |

Quelle: Eigene Berechnungen nach Statistik der Kohlenwirtschaft (2016) und LMBV (2017), Öko-Institut.

Zusätzlich zu den bisherig genannten Quellen veröffentlicht die Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft (LMBV) Daten zu Arbeiterzahlen, die eine detaillierte Aufgliederung der Tätigkeiten beinhalten. Hierbei werden Mitarbeiter in Kraftwerken in der Sicherheitsbereitschaft, in der

<sup>3</sup> Im Jahr 2017 hat die Statistik der Kohlenwirtschaft die Arbeitsplatzzahlen ab dem Jahr 2016 revidiert. Für die Anzahl der Arbeitsplätze am Ende des Jahres 2016 werden nach neueren Daten in Summe 21.094 Beschäftigte ausgewiesen (Monatsbericht vom 30.01.2018). Ursprünglich betrug die Anzahl der Arbeitsplätze zum Ende des Jahres 2016 in Summe 19.852 (Monatsbericht vom 30.08.2017). Diese Differenz von 1.242 Arbeitsplätzen erklärt sich durch höhere Arbeitsplatz-Angaben von 755 Arbeitsplätzen bei der RWE Power und 487 Arbeitsplätzen bei der LEAG (Anstieg von 7.868 auf 8.355 Beschäftigte). Der Jahresabschluss der RWE Power für das Jahr 2016 gibt die Anzahl der Mitarbeiter mit 9.376 an (gemessen in Mitarbeiteräquivalenten). Zählt man noch 340 Auszubildende hinzu, so ergibt sich die (höhere) im Monatsbericht vom 30.01.2018 ausgewiesene Anzahl der Beschäftigten. Bei RWE könnten sich die höheren Arbeitsplatzzahlen evtl. durch eine Verlagerung von Arbeitsplätzen in Querschnittsfunktionen durch die Trennung von Innogy und RWE erklären (Abschnitt 2.2 des Jahresabschlusses für 2016). In den Jahresabschlüssen der LEAG (Kraftwerke und Bergbau) werden zum Ende des Jahres 2016 in Summe 7.338 Mitarbeiter ausgewiesen (6.643 Mitarbeiter und 695 Auszubildende; in Mitarbeiteräquivalenten ergeben sich 6.497 Beschäftigte). Eine Erklärung für die höheren Angaben bei der LEAG in der Statistik der Kohlenwirtschaft konnte nicht gefunden werden.

Sanierung der Tagebaue und Braunkohleveredlung tätig sind, gesondert aufgeführt. Diese Unterteilung ermöglicht die Zuordnung der Arbeiter, die im direkten Zusammenhang mit der Braunkohleförderung und -verstromung stehen. Die Zahl der Arbeiter beträgt 18.531 für das Analysejahr 2017 (siehe dazu Tabelle 2-5); davon sind 8.873 im Rheinland, 7.763 in der Lausitz und 1.895 in Mitteldeutschland beschäftigt. Nicht einberechnet werden dabei i) die Beschäftigten bei der LMBV, welche für die Tagebausanierung zuständig ist (598), ii) die Beschäftigten in Helmstedt (170) aufgrund des Transfers in die Sicherheitsreserve und iii) die Beschäftigten bei dem Wachshersteller ROMONTA (291).

Für die disaggregierte Analyse der Beschäftigungseffekte in Kapitel 0 können die Erwerbstätigenzahlen von 2017 jedoch nicht genutzt werden, da weitere dafür notwendige Daten der VGR nur bis 2014 verfügbar sind. Der Anteil der Erwerbstätigen in der Braunkohlenwirtschaft (vgl. Öko-Institut (2017b)) an der gesamten Anzahl der Erwerbstätigen in Deutschland (vgl. VGR der Länder (2017c)) betrug im Jahr 2014 etwa 0,05%; bezogen auf das produzierende Gewerbe in Deutschland waren es 0,2%. Die ausgewiesenen Erwerbstätigenzahlen für die Braunkohlenwirtschaft umfassen die Erwerbstätigen im Braunkohletagebau und in den Kraftwerken der allgemeinen Versorgung. Diese Zahl ist seit 2002 bundesweit von 26.417 auf 20.996 Personen (2014), d.h. um ca. 23%, gefallen. Insgesamt spielt die Braunkohlenwirtschaft in der Bundesrepublik Deutschland als Arbeitgeber eine geringe Rolle.

Tabelle 2-6: Erwerbspersonen in den verschiedenen Regionen (Bezugsjahr 2014)

| Region              | Erwerbspersonen |
|---------------------|-----------------|
| Mitteldeutschland   | 1.602.561       |
| Lausitz             | 518.072         |
| Rheinland           | 3.261.791       |
| Übriges Deutschland | 40.177.964      |
| Deutschland         | 45.560.388      |

Anmerkung: Die Basis für die prozentualen Anteile in der Spalte Erwerbspersonen ist die nationale Erwerbsbevölkerung.

Quellen: VGR der Länder (2017c) und eigene Berechnungen, Öko-Institut.

In Tabelle 2-6 sind die Erwerbspersonen nach Regionen dargestellt. Die Region Rheinland hat mit 7% den größten Anteil an Erwerbspersonen unter den drei Braunkohleregionen. In Mitteldeutschland leben rund 4% der Erwerbspersonen in Deutschland. Die Lausitz ist mit 1% die kleinste der drei Braunkohleregionen.

Tabelle 2-7: Erwerbstätige in den verschiedenen Regionen nach Sektoren (Bezugsjahr 2014)

| Region              | Erwerbstätige    |                        |                       |
|---------------------|------------------|------------------------|-----------------------|
|                     | Dienstleistungen | Produzierendes Gewerbe | Braunkohlenwirtschaft |
| Mitteldeutschland   | 1.055.229        | 400.446                | 2.376                 |
| Lausitz             | 315.588          | 145.639                | 7.995                 |
| Rheinland           | 2.425.462        | 596.892                | 10.146                |
| Übriges Deutschland | 27.712.721       | 10.015.119             | 479                   |
| Deutschland         | 31.509.000       | 11.158.096             | 20.996                |

Anmerkung: Für die Erwerbstätigen nach Sektoren ist die Basis die regionale Anzahl der Erwerbstätigen. Für Deutschland ist die nationale Anzahl der Erwerbstätigen die Basis.

Quellen: VGR der Länder (2017c), Öko-Institut (2017b) und eigene Berechnungen, Öko-Institut.

Tabelle 2-7 stellt die Anteile der Erwerbstätigen nach Braunkohleregionen und Sektoren im Jahr 2014 dar. Nicht in der Tabelle aufgelistet sind die regionalen Anteile nach Sektoren der Regionen an der nationalen Größe. Die meisten Erwerbstätigen in der Braunkohlenwirtschaft waren in der Braunkohleregion Rheinland (48%) beschäftigt, gefolgt von der Braunkohleregion Lausitz (38%) und der Braunkohleregion Mitteldeutschland (11%).

Die Bedeutung der Braunkohlenwirtschaft für den Arbeitsmarkt unterscheidet sich von Region zu Region. Im Rheinland arbeiteten im Jahr 2014 0,34% aller Erwerbstätigen in der Region in der Braunkohlenwirtschaft, wie aus Tabelle 2-7 hervorgeht. Im Sektor Bergbau, Energie- und Wasserversorgung ohne Braunkohle waren ca. 1,3% der Erwerbstätigen im Rheinland beschäftigt. Jeder vierte Erwerbstätige in dem Sektor Bergbau, Energie- und Wasserversorgung war in der Braunkohlenwirtschaft beschäftigt. Die meisten Personen im Rheinland sind im Dienstleistungssektor beschäftigt (ca. 80%).<sup>4</sup> In der Lausitz zeigt sich, dass der Anteil der Erwerbstätigen in der Braunkohlenwirtschaft an den Erwerbstätigen mit (1,73%) auch im Vergleich zu den Braunkohleregionen außerordentlich hoch ist. Des Weiteren, liegt der Anteil der Erwerbstätigen im Dienstleistungssektor an den Erwerbstätigen unter dem nationalen Durchschnitt. Auch in Mitteldeutschland ist dies der Fall. Die ostdeutschen Regionen weisen einen höheren Anteil an Erwerbstätigen im Produzierenden Gewerbe im Vergleich zum nationalen Durchschnitt auf. In Mitteldeutschland ist aber der Anteil der Erwerbstätigen in der Braunkohlenwirtschaft an den Erwerbstätigen von den Braunkohleregionen mit 0,16% am geringsten.

#### 2.4.2 Qualifikations- und Altersstruktur in der Braunkohlenwirtschaft

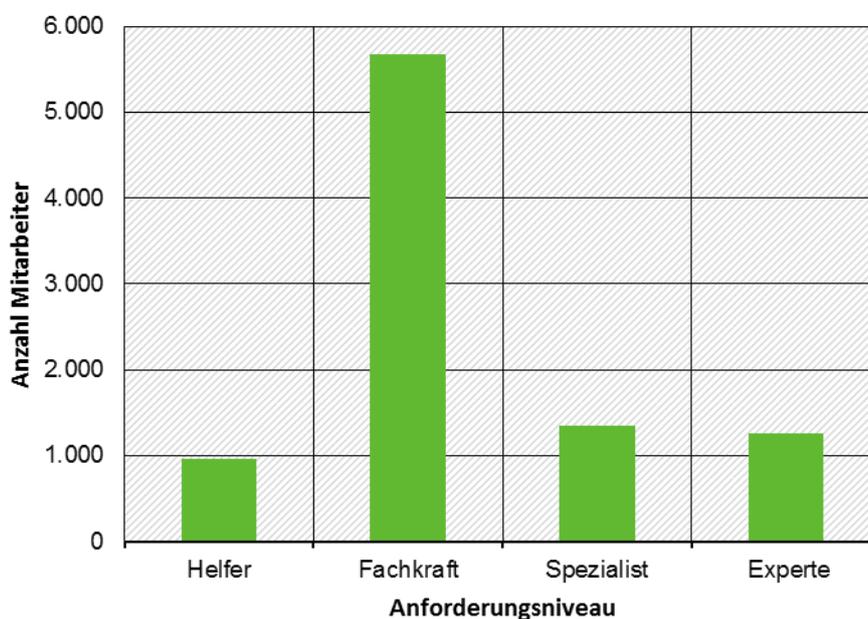
Die Qualifikations- und Altersstruktur kann aus Sonderauswertungen der Bundesagentur für Arbeit (BA) entnommen werden. Allerdings besteht eine Diskrepanz zwischen den Beschäftigtenzahlen der BA und den Angaben der Kohlenwirtschaft. Die Anzahl der Beschäftigten im Bergbau und in den Braunkohlekraftwerken in den deutschen Braunkohlerevieren lag nach Angaben der Kohlenwirtschaft unter Berücksichtigung einer Ausdifferenzierung des Öko-Instituts Ende Februar 2017 bei 18.531 Personen (vgl. Tabelle 2-5). Darunter befinden sich auch Beschäftigte der Braunkohlekraftwerke der allgemeinen Versorgung. Nach Angaben der Bundesagentur für Arbeit betrug die Anzahl der versicherungspflichtig Beschäftigten im Braunkohlebergbau Ende 2016 dagegen 9.247 Personen (BA 2017b). Die Differenz von 9.284 Personen in den beiden Statistiken erschließt sich nicht vollständig, auch nicht unter der Berücksichtigung, dass gegen Ende 2016 etwa rund 4.890 zusätzliche Beschäftigte in der Kraftwerkswirtschaft arbeiteten (BA 2017b). Die Statistik der Kohlenwirtschaft weist somit rund 4.394 Beschäftigte mehr aus, als die BA-Statistik. Da die Statistik der Bundesagentur für Arbeit lediglich die Beschäftigten im betrachteten Wirtschaftszweig enthält, sind bspw. LeiharbeiterInnen und WerkvertragsnehmerInnen nicht enthalten, da sie in der Statistik unter einem anderen Wirtschaftszweig geführt werden. Weitergehende Informationen zur Beschäftigung von LeiharbeiterInnen nach Wirtschaftszweigen stehen in der benötigten Tiefe nicht zur Verfügung. Es besteht daher die Möglichkeit, dass die Differenz hier, zum Teil, LeiharbeiterInnen und WerkvertragsnehmerInnen sowie weitere Branchen beinhaltet. Andere Studien wie Arepo (2017, S.10) erwägen ebenfalls, dass die Differenz aus Zwischenstufen der Wertschöpfungskette herrührt, die von der Bundesagentur für Arbeit nicht der Braunkohle zugeordnet wird, jedoch seitens der Kohlewirtschaft. Bestätigt wird die These teils durch eine Aussage der Statistik für Kohlewirtschaft e.V.. Demnach wäre es möglich, dass Unternehmen wie die ROMONTA GmbH oder die LMBV nicht in den besagten Wirtschaftszweigen

<sup>4</sup> Die Produktivität eines Erwerbstätigen ist die Bruttowertschöpfung pro Erwerbstätigen in einem Sektor.

der BA erfasst sind (vgl. Kap. 2.4.1), da ihre Haupttätigkeiten weder zum Bergbau noch zur Kraftwerkswirtschaft gehören“ (Horst, J. 2018). Somit werden aber seitens der Kohlewirtschaft diese Unternehmen hinzugezählt (vgl. auch Tabelle 2-5). Wird die zuvor genannte Differenz von 4.394 um die Beschäftigten der LMBV (531 Beschäftigte, LMBV 2016, S.22), dem Standort Helmstedt<sup>5</sup> (ca. 170 Beschäftigte, vgl. Tabelle 2-5) und der ROMONTA GmbH (294 Beschäftigte, Bundesanzeiger 2018) gekürzt, und werden bei LMBV auch die Unterauftragnehmer<sup>6</sup> mit 2.467 (LMBV 2016, S.22) mit einberechnet, so verbleibt lediglich noch eine Differenz von 932 Beschäftigten, die nicht aufgeklärt werden konnte. Ein kleinerer Teil davon mag durch die unterschiedlichen Zeitbezüge (Sep. sowie Dez. 2016, Feb. 2017) herrühren, ein weiterer Teil möglicherweise durch Auszubildende, die in der hier verwendeten BA-Statistik nicht berücksichtigt wurden, möglicherweise aber in den Angaben zu Tabelle 2-5.

Gemäß der BA-Statistik ergibt sich folgende Bild über die Qualifikation der Beschäftigten:

Abbildung 2-8: Anforderungsniveaus an die Beschäftigten im Braunkohletagebau



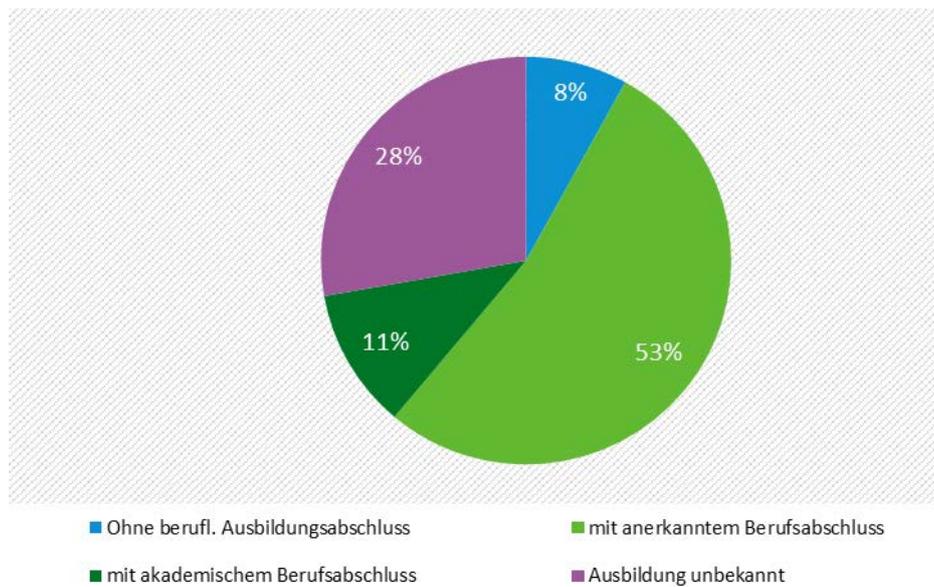
Quelle: BA (2016), Tabelle I.

Die meisten sozialversicherungspflichtig Beschäftigten im Braunkohletagebau arbeiten mindestens auf dem Niveau einer Fachkraft und verfügen über einen anerkannten Berufsabschluss. Dies zeigt auch Abbildung 2-8, nach der dies für mehr als die Hälfte der im Braunkohletagebau Beschäftigten gemäß Angaben nach der Bundesagentur für Arbeit (2017b) gilt (4.911 Personen).

<sup>5</sup> Dieser wurde bei der BA-Statistik-Abfrage gemäß der Eingrenzung in diesem Projekt nicht mit abgefragt.

<sup>6</sup> Indirekt Beschäftigte aus Arbeitseinkommen sowie ungeforderte Arbeitnehmer (Nachauftragnehmer). Die direkt Beschäftigten der LMBV umfassen den Projektträger, die Bundesgeschäftsstelle sowie Auszubildende.

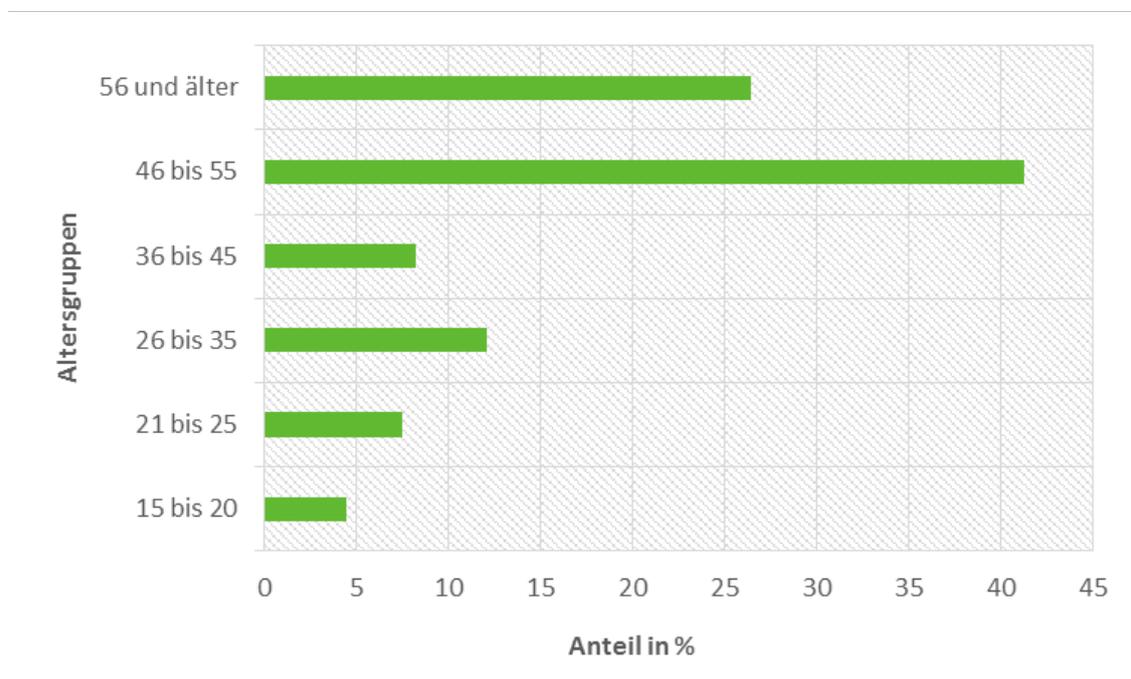
Abbildung 2-9: Berufsabschlüsse der Beschäftigten im Braunkohletagebau



Quelle: BA (2016), Tabelle II.

Bezüglich der Altersstruktur der Beschäftigten ist ein hoher Anteil an 46 bis 55-Jährigen (> 41%) und über 56-Jährigen (rund 26%) zu verzeichnen.

Abbildung 2-10: Altersstruktur der Beschäftigten im Braunkohlebergbau in Prozent im Jahr 2014



Quelle: Statistik der Kohlewirtschaft (2015).

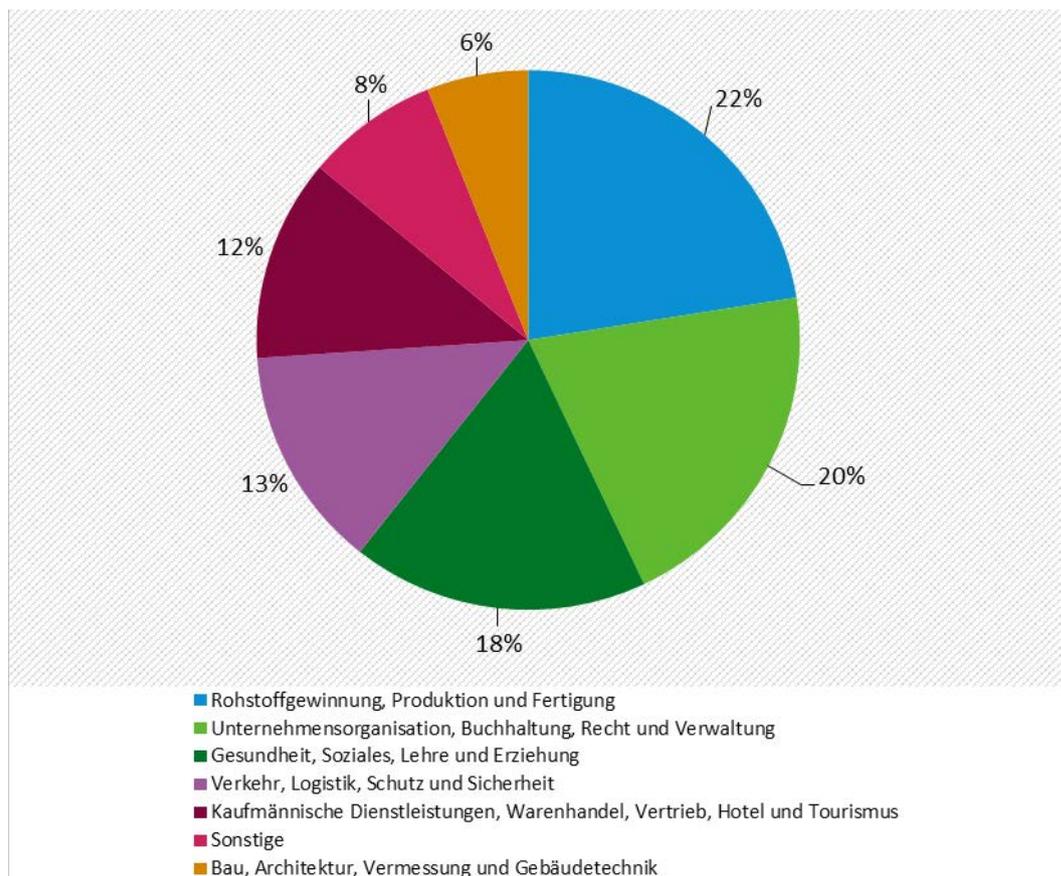
Sollte der Braunkohletagebau bis zum Jahr 2035 beendet werden, könnten fast 70% der heute in Tagebauen und Kraftwerken Beschäftigten regulär in Rente gehen. Folgt man den Angaben der Kohlewirtschaft, verbleiben von den rund 18.500 Erwerbstätigen der Braunkohlenwirtschaft – vorbehaltlich betriebsnotwendiger Neueinstellungen - etwa 5.560 Beschäftigte im Jahr 2035. Die genaue Zahl ist vom Verlauf des Kohleausstiegspfad es sowie dem Anteil des betriebsnotwendigen Personalbedarfs für

Kraftwerke und Tagebaue abhängig. Die Altersstruktur kann somit als Chance für einen sozialverträglichen Kohleausstieg gesehen werden.

Die jüngeren Erwerbstätigen könnten aufgrund ihrer hohen Qualifikation und mit zusätzlichen Weiterbildungsmaßnahmen in anderen Wirtschaftssektoren eine neue Beschäftigung finden.

Über den technischen Bereich hinaus, ist ein hoher Anteil der Beschäftigten des Braunkohlebergbaus in wirtschaftlichen, juristischen und sozialen Bereichen tätig (siehe Abbildung 2-11) (BA 2017b)

Abbildung 2-11: Berufsbereiche im Braunkohlebergbau



Anmerkung: Stand September 2016.

Quelle: BA (2017).

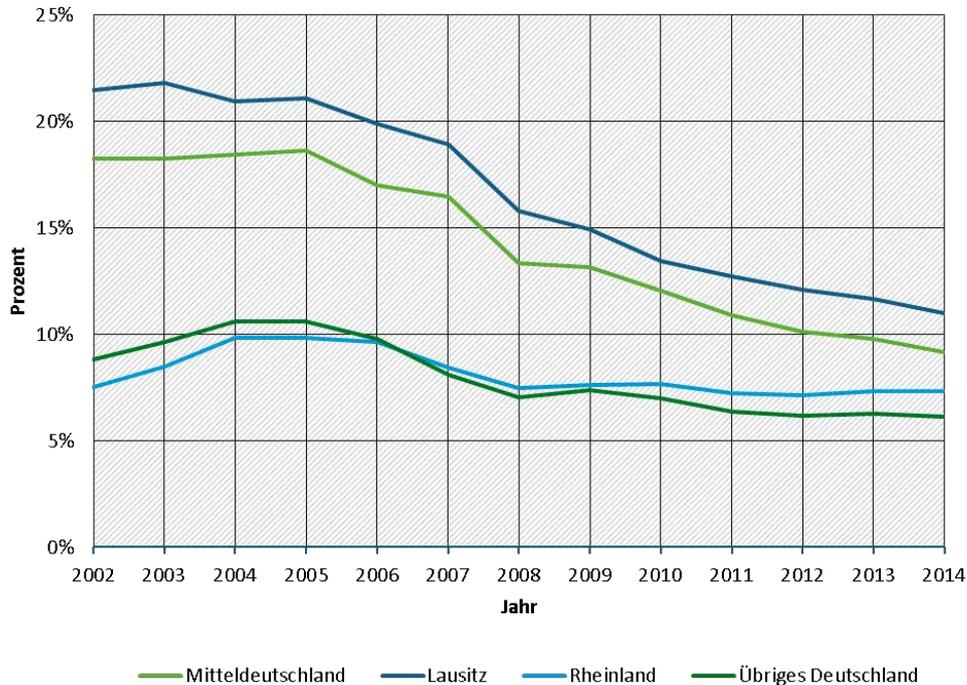
Zusammenfassend ist zu erkennen, dass ein großer Teil der Beschäftigten im Bergbau in Tätigkeiten angestellt ist, die sich auch in anderen Branchen wiederfinden. Dies würde einen Neueinstieg in anderen Branchen bei entsprechender Qualifikation begünstigen. Zugleich ist zu konstatieren, dass der Anteil der über 45-Jährigen hoch ist; eine Vermittlung in neue Berufe wäre zumindest schwieriger. Zugleich bietet sich damit auch eine Gelegenheit den Kohleausstieg sozialverträglich umzusetzen, indem in den kommenden Jahren ArbeitnehmerInnen regulär in Rente gehen und mit ihnen die Kraftwerke und Tagebaue schrittweise stillgelegt werden. Übergangsweise notwendiges Personal könnte über Beschäftigte bei Leiharbeitsfirmen rekrutiert werden.

### 2.4.3 Arbeitsmarktsituation in den Braunkohleregionen und betroffenen Bundesländern

Die regionale Entwicklung des Arbeitsmarktes unterscheidet sich zwischen den ostdeutschen Regionen und dem Rheinland stark. So hat sich seit 2002 bis 2014 die Arbeitslosenquote in den ostdeutschen Regionen – von hohem Niveau aus – fast halbiert (Abbildung 2-12). In der Braunkohleregion Rheinland und im übrigen Deutschland kam es in der ersten Hälfte der 2000er Jahre zu einem leichten

Anstieg der Arbeitslosenquote, welcher danach wieder abgebaut wurde. Die Arbeitslosigkeit im übrigen Deutschland reduzierte sich seit 2002 bis 2014 um ca. 2%, während sie sich im Rheinland nur um knapp 0,16% reduzierte.

Abbildung 2-12: Entwicklung der Arbeitslosenquoten in den Regionen zwischen 2002 und 2014



Quellen: VGR der Länder (2017c), Bundesagentur für Arbeit (2017) und eigene Berechnungen, Öko-Institut.

### Entwicklung der Beschäftigtenzahlen in bedeutenden Branchen der Kohleländer

Im Vergleich zu anderen Sektoren sind im Bergbau und der Gewinnung von Steinen und Erden die wenigsten Erwerbstätigen anzutreffen. Dies gilt für alle vier Bundesländer (VGRdL 2017b). Eine Betrachtung der Entwicklung der Erwerbstätigen in den übrigen Sektoren soll an dieser Stelle einen ersten Überblick darüber geben, welche Branchen Bedarf an Fachkräften haben und künftig Fachkräfte aus der Braunkohlenwirtschaft aufnehmen könnten.

In allen vier betrachteten Bundesländern entwickeln sich die Beschäftigtenzahlen in den Sektoren „Verkehr und Lagerei“ und „Gesundheits- und Sozialwesen“ im Zeitraum 2010 bis 2014 positiv (BA 2017a)

**Brandenburg** verzeichnet im Sektor Grundstücks- und Wohnungswesen eine positive Entwicklung, wenn auch auf niedrigem Niveau. Zudem waren Verwaltungsberufe im Trend. Hier gibt es sowohl Bedarf wie auch steigende Ausbildungszahlen. Bei den Lehrstellen sind Klempnerei, Sanitär, Heizung, Klimatechnik sowie Energietechnik im Trend. Die höchsten Auszubildendenzahlen jährlich verzeichnen Fahrzeug-, Luft- und Raumfahrttechnik.

**Sachsen** kann günstige Entwicklungen in den Sektoren „sonstige Unternehmensdienstleistungen“, „Verarbeitendes Gewerbe“ und „Freiberufliche, wissenschaftliche und technische Dienstleister“ vorweisen. Arbeitsplätze im Sektor „Objekt, Personen-, Brandschutz, Arbeitssicherheit“ erfahren einen Boom, der sich auch bei der Entwicklung der Ausbildungszahlen widerspiegelt. Er wird nur noch durch Ausbildungen in der Altenpflege und im Verkauf übertroffen.

**Sachsen-Anhalt** hat seine stärkste Entwicklung in der Beschäftigung im Bereich Bergbau, kann aber auch in den Sektoren „Information und Kommunikation“ und „Wasserversorgung und Entsorgung“ positive Entwicklungen vermelden. Deutliche positive Trends gibt es auch in der Papier- und Verpackungsindustrie, wenn sie auch im Vergleich zu anderen Branchen nur mit wenigen Beschäftigten vertreten ist. Branchen wie der Metallbau stellen pro Jahr mehr Beschäftigte ein, allerdings sind die Zahlen der Auszubildenden rückläufig.

**Nordrhein-Westfalen** ist vergleichsweise breit aufgestellt und zeigt in 9 von 20 Sektoren starke Personalnachfrage. Dazu gehören insbesondere „Freiberufliche, wissenschaftliche und technische Dienstleister“, „Wasserversorgung und Entsorgung“ sowie „Land- und Forstwirtschaft, Fischerei“. Die „Technische Forschung und Entwicklung“ bedarf dabei mehr Beschäftigter als die Auszubildenden letztendlich liefern können. Auch die „Softwareentwicklung und Programmierung“ zeigt in den letzten Jahren durchgehend eine zunehmende Beschäftigung sowie Ausbildungsplätze. Personalwesen und Dienstleistungen sowie Verwaltungsberufe zeigen in den vergangenen vier Jahren durchgehend deutliche Anstiege bei Arbeitsplätzen und Auszubildendenzahlen. Ins Auge fällt, dass Lehr- und Forschungstätigkeit an Hochschulen im Betrachtungszeitraum um 16% zugelegt hat. In keinem anderen der vier Bundesländer geschieht dies so ausgeprägt.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass Dienstleistungen in den Ländern eine hohe Konjunktur im Betrachtungszeitraum erfahren haben. Dennoch gibt es weiterhin einen hohen Bedarf an technisch ausgebildeten Fachkräften. Vorab tiefergehender Analysen in nachfolgenden Kapiteln kann konstatiert werden, dass energie- und verarbeitungstechnische Berufe, Logistik und Dienstleistung Bereiche sind, die in jüngerer Vergangenheit einen Bedarf an Fachkräften hatten und durch entsprechende positive Entwicklungen bei Auszubildendenzahlen auch einen künftigen Bedarf signalisieren.

### **Arbeitnehmerentgelt**

Die Bedeutung der Sektoren für die regionale Binnennachfrage kann durch das Arbeitnehmerentgelt erfasst werden. Es liegen keine offiziellen Statistiken über das Arbeitnehmerentgelt in der Braunkohlenwirtschaft vor. Aus diesem Grund werden im Weiteren die Bilanzzahlen der Braunkohleunternehmen LEAG und MIBRAG verwendet um die Arbeitnehmerentgelte zu bestimmen. Die RWE Power AG fördert nicht nur Braunkohle, sondern stellt auch Strom mit Hilfe von Kernenergie und Steinkohle her. Es ist daher nicht möglich über den Personalaufwand der RWE Power AG die Bedeutung der Braunkohle für das Arbeitnehmerentgelt in der Region zu ermitteln. Des Weiteren wird nur in der Lausitz der Tagebau und die Kraftwerke von einem Unternehmen, der LEAG, betrieben. Ersatzweise wird daher das Arbeitnehmerentgelt in der Braunkohlenwirtschaft im Rheinland über den Personalaufwand der Vattenfall Europe Generation AG und der Vattenfall Europe Mining AG pro Kopf multipliziert mit der Anzahl der Beschäftigten in der Braunkohlenwirtschaft im Rheinland. In Mitteldeutschland betreibt die MIBRAG hauptsächlich den Tagebau und produziert keinen Strom. Für Mitteldeutschland entspricht das Arbeitnehmerentgelt dem der MIBRAG zusätzlich dem Arbeitnehmerentgelt für die KraftwerksmitarbeiterInnen. Das Arbeitnehmerentgelt der KraftwerksmitarbeiterInnen entspricht dem Personalaufwand pro Kopf der Vattenfall Europe Generation AG multipliziert mit der Anzahl an KraftwerksmitarbeiterInnen in Mitteldeutschland.

Im Verarbeitenden Gewerbe inklusive Landwirtschaft reduzierte sich die Anzahl der Erwerbstätigen im Rheinland von 670.000 auf 600.000 um ca. 11% (Abbildung 8-2 im Anhang), was über dem bundesweiten Trend von ca. 3% liegt. Gleichzeitig stieg die Anzahl der Erwerbstätigen im Dienstleistungssektor von ca. 2,1 Millionen auf 2,4 Millionen (siehe Abbildung 8-3 im Anhang). Im Jahr 2014 gab es im Rheinland trotz weniger Erwerbstätiger im Produzierenden Gewerbe 230.000 Erwerbstätige mehr als 2002. Die Beschäftigung im Baugewerbe ist konstant auf dem Niveau von 2002. Der Sektor Bergbau, Energie- und Wasserversorgung beschäftigte im Jahr 2014 6% mehr Erwerbstätige als im Jahr 2002. In demselben Zeitraum reduzierte sich die Beschäftigung in der Braunkohlenwirtschaft um 20%. Aus

der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung der Länder geht hervor, dass im Bundesland Nordrhein-Westfalen die Reduktion der Anzahl der Erwerbstätigen im Sektor Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden durch einen Anstieg in den Sektoren Energie und Wasserversorgung ausgeglichen wurde. Der Sektor Energieversorgung wuchs nur schwach und der Sektor Wasserversorgung stark.

Im Jahr 2014 stammen ca. 75% des Arbeitnehmerentgelt im Rheinland aus dem Dienstleistungssektor (siehe Abbildung 8-4 im Anhang) und aus dem Produzierenden Gewerbe exklusive der Braunkohle ca. 24%. Die Braunkohlenwirtschaft trug mit ca. 0,61% zum gesamten Arbeitnehmerentgelt bei. In absoluten Zahlen gesehen ist die Bedeutung der Braunkohle als Einkommensquelle eher unbedeutend, aber relativ zu den anderen Sektoren handelt es sich um einen Hochlohnsektor (siehe Abbildung 8-5 im Anhang). Für den Zeitraum 2010 bis 2014 lag der Anteil des Arbeitnehmerentgelts am gesamten Arbeitnehmerentgelt durchschnittlich bei 0,69%. Im Jahr 2010 war der Anteil in der Region noch 0,73%.

Der Arbeitsmarkt in der Lausitz unterscheidet sich stark von dem rheinischen Arbeitsmarkt, was sich in der sektoralen Aufteilung der Erwerbstätigen in der Region widerspiegelt. Die Braunkohlenwirtschaft beschäftigte in der Lausitz im Jahr 2014 1,7% aller Erwerbstätigen in der Region – und ca. 6% aller Erwerbstätigen im Produzierenden Gewerbe (Abbildung 8-6). Die meisten Personen in der Lausitz sind im Dienstleistungssektor beschäftigt (ca. 68%).

Während es im Rheinland zu einem Abbau der Erwerbstätigen im Verarbeitenden Gewerbe inkl. Landwirtschaft kam, stieg in der Lausitz die Anzahl der Erwerbstätigen um ca. 7% von 83.000 im Jahr 2002 auf 89.000 im Jahr 2014 (siehe Abbildung 8-7 im Anhang). Gleichzeitig fiel die Anzahl der Erwerbstätigen im Dienstleistungssektor von ca. 323.000 in 2002 auf ca. 315.000 in 2014 (Abbildung 8-8 im Anhang). Die Beschäftigung fiel in diesem Zeitraum um 7.000 im Baugewerbe. Der Sektor Bergbau, Energie- und Wasserversorgung beschäftigte im Jahr 2014 ca. 19% weniger Erwerbstätige als im Jahr 2002. In demselben Zeitraum reduzierte sich die Beschäftigung in der Braunkohlenwirtschaft um 20%. Die Reduktion in der Arbeitslosenquote erklärt sich somit primär durch Abwanderung und eine durch Alterung bedingtes Schrumpfen der Erwerbsbevölkerung in dieser Region. Im Jahr 2002 lebten 600.000 Erwerbspersonen in der Lausitz und im Jahr 2014 etwa 518.000 Erwerbspersonen. Die Erwerbsbevölkerung schrumpfte um 14%, während die Anzahl der Erwerbstätigen insgesamt nur um 2,5% fiel.

Mit dem höheren Anteil an Erwerbstätigen in der Braunkohlenwirtschaft in der Lausitz im Vergleich zum Rheinland geht auch ein relativ höherer Anteil des Arbeitnehmerentgeltes einher. Aus Abbildung 8-9 im Anhang zeigt sich, dass ca. 66% des Arbeitnehmerentgelts aus dem Dienstleistungssektor stammt. Das Produzierende Gewerbe exkl. der Braunkohle generierte im Jahr 2014 ca. 30% des Arbeitnehmerentgeltes und ca. 4% stammen aus der Braunkohlenwirtschaft. In Relation zu dem Anteil der Erwerbstätigen in der Braunkohlenwirtschaft zeigt sich, dass dieser überproportional zum Arbeitseinkommen in der Region beiträgt und es sich um einen Hochlohnsektor handelt. Das durchschnittliche Arbeitnehmerentgelt in diesem Sektor ist von 59.164 € im Jahr 2008 auf 70.470 € im Jahr 2014 gestiegen. Das durchschnittliche Arbeitnehmerentgelt in der Lausitz ist allgemein mit 26.515€ um 30% niedriger im Vergleich zum Rheinland.

Die Region Mitteldeutschland hat mit 2.376 Beschäftigten absolut gesehen die geringste Anzahl an Erwerbstätigen in der Braunkohlenwirtschaft und mit 0,2% aller Erwerbstätigen in der Region auch den geringsten relativen Anteil (siehe Abbildung 8-10 im Anhang). Auf jeden Erwerbstätigen in der Braunkohlenwirtschaft kommen 10 Erwerbstätige aus dem Sektor Bergbau, Energie- und Wasserversorgung. Die meisten Personen in Mitteldeutschland sind in dem Dienstleistungssektor beschäftigt (ca. 72,5%).

Wie in der Lausitz kam es auch in Mitteldeutschland im Verarbeitenden Gewerbe inkl. Landwirtschaft zu einem Anstieg in der Anzahl der Erwerbstätigen von 235.000 auf 255.000 um 8% (siehe Abbildung

8-11). Gleichzeitig stieg die Anzahl der Erwerbstätigen im Dienstleistungssektor um 48.000 an, d.h. um ca. 5% (siehe Abbildung 8-12 im Anhang). Im Jahr 2014 gab es in Mitteldeutschland 7.000 Erwerbstätige weniger im Produzierenden Gewerbe. Die Beschäftigung im Baugewerbe fiel um 15% im Vergleich zum Niveau von 2002. Der Sektor Bergbau, Energie- und Wasserversorgung beschäftigte im Jahr 2014 gut 19% weniger Erwerbstätige als im Jahr 2002. In demselben Zeitraum reduzierte sich die Beschäftigung in der Braunkohlenswirtschaft um 8%. Die Anzahl der Erwerbstätigen insgesamt stieg aber um 40.000 (ca. 3%). In Mitteldeutschland ist ein Schrumpfen der Erwerbsbevölkerung um 130.000 Personen (ca. 8%), wie in der Lausitz maßgebend für die Verringerung der Arbeitslosigkeit.

Das Arbeitnehmerentgelt in Mitteldeutschland insgesamt stammt zu ca. 69,8% aus dem Dienstleistungssektor (Abbildung 8-14 im Anhang). Das Produzierende Gewerbe exkl. der Braunkohle generierte im Jahr 2014 ca. 29,8% des Arbeitnehmerentgeltes und ca. 0,4% stammen aus der Braunkohlenswirtschaft. Wie im Rheinland ist die Bedeutung der Braunkohle als Einkommensquelle eher unbedeutend, aber relativ zu den anderen Sektoren handelt es sich um einen Hochlohnsektor. Die durchschnittliche Entlohnung in diesem Sektor ist unter den o.g. Prämissen von 56.481 € im Jahr 2008 auf 70.287 € im Jahr 2014 gestiegen.<sup>7</sup> In der Region betrug das durchschnittliche Arbeitnehmerentgelt 2014 27.636 €.

## 2.5 Bruttowertschöpfung in den Braunkohleregionen

Die identifizierten Regionen generierten im Jahr 2014 zusammen ca. 12% der gesamten nominalen Bruttowertschöpfung (BWS) in Deutschland (siehe Tabelle 2-8) und für den Sektor Bergbau, Energie- und Wasserversorgung ca. 19%. Das Rheinland zeichnet sich durch eine intensive Spezialisierung im Dienstleistungssektor aus, was auch aus den Erwerbstätigenzahlen hervorgeht. Die ostdeutschen Braunkohleregionen zeichnen sich durch einen höheren Anteil des Produzierenden Gewerbes an der Bruttowertschöpfung aus.

Tabelle 2-8: Bruttowertschöpfung nach Regionen und Sektoren

| Region                     | Dienstleistungen    | Produzierendes Gewerbe | Bergbau, Energie- und Wasserversorgung | Gesamt               |
|----------------------------|---------------------|------------------------|--|----------------------|
| <b>Mitteldeutschland</b>   | 48.165€<br>(68%)    | 22.774€<br>(32%)       | 3.726€<br>(5%)                         | 70.939€<br>(3%)      |
| <b>Lausitz</b>             | 13.886€<br>(60%)    | 9.102€<br>(40%)        | 3.529€<br>(15%)                        | 22.988€<br>(1%)      |
| <b>Rheinland</b>           | 154.879€<br>(76%)   | 48.145€<br>(24%)       | 7.960€<br>(4%)                         | 203.024€<br>(8%)     |
| <b>Übriges Deutschland</b> | 1.592.726€<br>(68%) | 733.414€<br>(32%)      | 66.013€<br>(3%)                        | 2.326.139€<br>(89%)  |
| <b>Deutschland</b>         | 1.809.656€<br>(69%) | 813.434€<br>(31%)      | 81.228€<br>(3%)                        | 2.623.090€<br>(100%) |

Anmerkung: Bruttowertschöpfung im Jahr 2014 in den Regionen in Millionen Euro nach Sektoren. Die prozentualen Angaben für die gesamte Bruttowertschöpfung beziehen sich auf den Anteil an der nationalen Bruttowertschöpfung. Die Angaben für die Wirtschaftszweige beziehen sich auf die jeweiligen regionalen Bruttowertschöpfungen. Die Summe der prozentualen Anteile ergibt rundungsbedingt nicht notwendigerweise 100%.

<sup>7</sup> Das Arbeitnehmerentgelt für den Sektor Braunkohle in der Region Mitteldeutschland entspricht dem Personalaufwand der MIBRAG und dem approximierten Personalaufwand für die Beschäftigten der Kraftwerke. Die Approximation des Personalaufwands für die Beschäftigten der Kraftwerke ist das Produkt der Kraftwerkmitarbeiteranzahl mit dem durchschnittlichen Personalaufwand der Vattenfall Europe Generation AG in dem Jahr.

Quellen: VGR der Länder (2017c) und eigene Berechnungen, IWH.

Eine Betrachtung der für die Braunkohleregionen relevanten Bundesländer zeigt, dass in Brandenburg im Zeitraum 2010 bis 2014 die BWS um 13,3%, in Nordrhein-Westfalen um 11,6%, in Sachsen um 13,9% und in Sachsen-Anhalt um 9,2% nominal zugenommen hat. Die Rheinländische Braunkohleregion weist im Vergleich eine durchschnittliche Zunahme der BWS von 11,3% auf. Auch die Lausitzer Region ist mit einem Zuwachs der BWS von 10,8% unter dem Zuwachs der BWS in Sachsen und Brandenburg. Die Mitteldeutsche Braunkohleregion ist mit 12,7% zwar niedriger als Sachsen, aber deutlich höher als Sachsen-Anhalt.

Tabelle 2-9: Bruttowertschöpfung in jeweiligen Preisen je Erwerbstätigen in Deutschland, Ländern und Braunkohleregionen

|                              | 2010    | 2011    | 2012    | 2013    | 2014    | Veränderung<br>2014 ggü.<br>2010 |
|------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|----------------------------------|
| <b>Deutschland</b>           | 56.599€ | 58.400€ | 58.847€ | 59.933€ | 61.426€ | 9%                               |
| <b>Nordrhein-Westfalen</b>   | 58.004€ | 59.322€ | 59.608€ | 60.699€ | 62.438€ | 8%                               |
| <b>Rheinische Region</b>     | 63.022€ | 63.735€ | 64.004€ | 65.119€ | 67.162€ | 7%                               |
| <b>Brandenburg</b>           | 46.602€ | 47.862€ | 48.661€ | 50.272€ | 51.878€ | 11%                              |
| <b>Sachsen</b>               | 43.301€ | 45.069€ | 45.697€ | 46.714€ | 48.359€ | 12%                              |
| <b>Sachsen-Anhalt</b>        | 44.922€ | 45.575€ | 47.303€ | 48.403€ | 49.174€ | 9%                               |
| <b>Mitteldeutsche Region</b> | 43.792€ | 45.642€ | 46.446€ | 47.151€ | 48.700€ | 11%                              |
| <b>Lausitzer Region</b>      | 44.890€ | 46.297€ | 47.630€ | 48.720€ | 49.831€ | 11%                              |

Quellen: VGRdL 2017a und eigene Berechnungen, IWH.

Tabelle 2-10: Inflationsraten nach Sektoren

| Sektoren  | 2002 bis 2005 | 2006 bis 2009 | 2010 bis 2013 | 2014   |
|---|---------------|---------------|---------------|--------|
| <b>Gesamt</b>   | 0,9%          | 0,9%          | 1,4%          | 1,9%   |
| <b>Dienstleistungen</b>                                     | 1,3%          | 0,6%          | 1,3%          | 2,8%   |
| <b>Verarbeitendes Gewerbe, inklusive<br/>Landwirtschaft</b> | -0,3%         | 0,9%          | 1,5%          | -0,2%  |
| <b>Baugewerbe</b>   | 0,5%          | 4,4%          | 3,6%          | 2,9%   |
| <b>Bergbau, Energie- und Wasserver-<br/>sorgung</b>         | 2,9%          | 5,1%          | 1,0%          | -3,2%  |
| <b>Strom</b>  | 20,6%         | 4,4%          | 0,3%          | -13,3% |

Anmerkung: Jährliche durchschnittliche prozentuale Veränderungsrate der sektoralen Deflatoren der Bruttowertschöpfung.

Quellen: VGR der Länder (2017b) und BMWi (2017).

Amtliche Preisindizes für Sektoren sind auf Kreisebene nicht verfügbar. Zur Einordnung der nominalen regionalen Größen werden die nationalen Preisindizes verwendet (siehe Tabelle 2-10).<sup>8</sup> Der Strompreis stieg deutlich an bis 2011 und fällt seitdem. Das allgemeine Preisniveau stieg um 21% im Vergleich zum Jahr 2002. Die Preise im Sektor Bergbau, Energie- und Wasserversorgung sind 2014 gefallen und von 2010 bis 2013 stärker angestiegen als der Strompreis. Der Grund liegt in einem Anstieg der Preise im Sektor Wasserversorgung. Das Baugewerbe weist mit über 3% die größte Preissteigerungsrate im Zeitraum 2010 bis 2014 auf.

Bezogen auf die BWS der Länder ist der Sektor „Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden“ in allen vier Bundesländern mit unter 1% vertreten. In Brandenburg mit 0,7%, in Sachsen mit 0,4%, in Sachsen-Anhalt mit 0,8% und in Nordrhein-Westfalen mit 0,1%. Die Anteile sind von 2010 bis 2014 nahezu gleich. Von den vier Bundesländern hat Brandenburg im Zeitraum 2010 bis 2014 die BWS um 2,3% und Sachsen-Anhalt um 15,6% im Wirtschaftszweig Energieversorgung steigern können. In Nordrhein-Westfalen sank die BWS dagegen um -23,4% und in Sachsen um -9,1% gegenüber 2010.

Der Anteil des Sektors Bergbau, Energie- und Wasserversorgung an der Bruttowertschöpfung ist in allen drei Regionen größer als im übrigen Deutschland (siehe Tabelle 2-11). Es zeigt sich, dass besonders die Wirtschaftskraft der Lausitz stark abhängig von diesem Sektor ist. In allen drei Braunkohleregionen steigen und fallen die Anteile mit dem Strompreis. Strompreisänderungen zeigen sich in der Bruttowertschöpfung mit einer zeitlichen Verzögerung von bis zu zwei Jahren, weil die Braunkohlekraftwerke Strom über Terminkontrakte liefern.

Tabelle 2-11: Anteil Bergbau, Energie- und Wasserversorgung an Bruttowertschöpfung

| Region              | 2002 bis 2005 | 2006 bis 2009 | 2010 bis 2013 | 2014  |
|---------------------|---------------|---------------|---------------|-------|
| Rheinland           | 3,0%          | 3,9%          | 4,3%          | 3,9%  |
| Mitteldeutschland   | 4,6%          | 5,4%          | 5,5%          | 5,3%  |
| Lausitz             | 8,5%          | 12,8%         | 15,6%         | 15,4% |
| Übriges Deutschland | 2,8%          | 3,2%          | 3,2%          | 2,8%  |

Anmerkung: Durchschnittliche jährliche Anteile des Sektors Bergbau, Energie- und Wasserversorgung an der gesamten regionalen nominalen Bruttowertschöpfung.

Quellen: VGR der Länder (2017c).

### 2.5.1 Bruttowertschöpfung Rheinland

Die Bruttowertschöpfung der rheinischen Braunkohleregion nahm von 2003 bis 2014 im Durchschnitt pro Jahr nominal um ca. 1,95% zu (siehe Abbildung 8-16 im Anhang). In Deutschland lag das durchschnittliche Wachstum bei ca. 2,4%. In Abbildung 8-17 im Anhang (ebd.) sind die durchschnittlichen jährlichen Wachstumsbeiträge<sup>9</sup> an der Bruttowertschöpfung nach Sektoren dargestellt. Dominiert wird das Wachstum vom Dienstleistungssektor, der durchschnittlich mit 1,65 Prozentpunkten zum

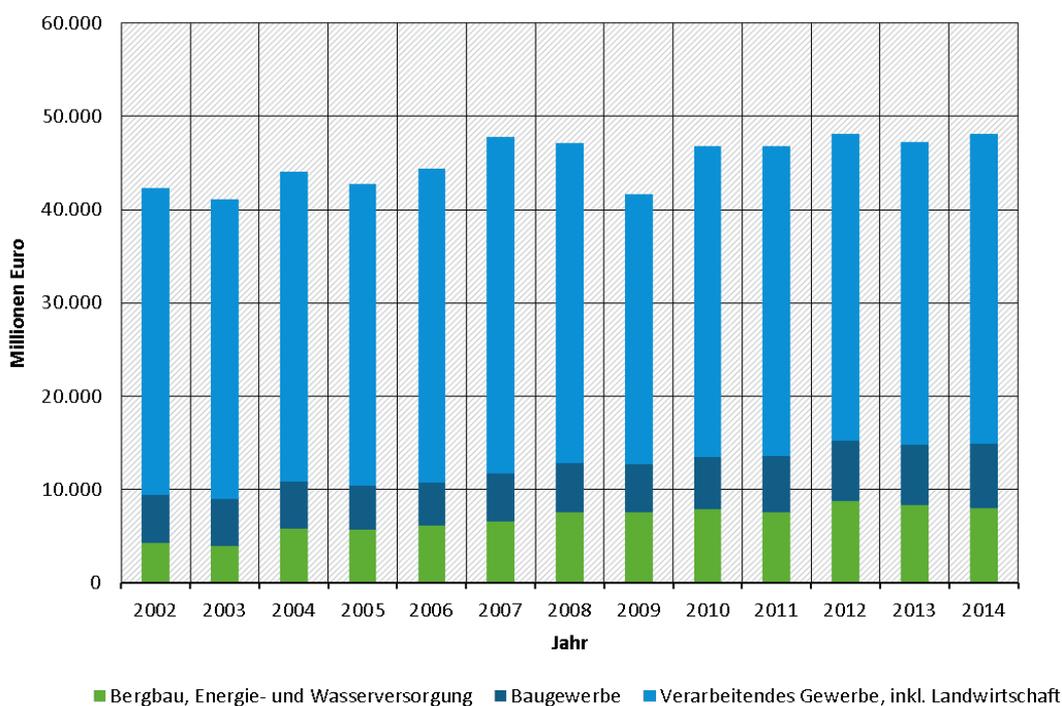
<sup>8</sup> Die Aussagekraft nationaler Preisindizes für regionale Preisentwicklungen ist von dem betrachteten Sektor abhängig. Preisindizes von Sektoren, die primär handelsbare Güter herstellen, z.B. Strom, weisen nur eine schwache Variation auf regionaler Ebene auf. Für den Erhalt der Vergleichbarkeit von sektoralen Bruttowertschöpfungszahlen auf regionaler Ebene werden nominelle Zahlen ausgewiesen.

<sup>9</sup> Der Wachstumsbeitrag eines Sektors ergibt sich aus der Wachstumsrate gewichtet mit dem nominalen Anteil des Aggregats an der Bruttowertschöpfung aus dem Vorjahr. Abweichungen in den Summen entstehen durch Runden der Zahlen.

Wachstum beitrug (ca. 85% des gesamten Wachstums). Er ist besonders in Düsseldorf und Köln vertreten, wobei Köln sowohl zur Region als auch zum Braunkohlerevier im methodischen Sinne dieser Studie gehört.

Das Verarbeitende Gewerbe dagegen lieferte nur einen untergeordneten Wachstumsbeitrag von 0,03 Prozentpunkten. Obwohl fast ein Drittel der Vorleistungen in der Kohlewirtschaft dem Verarbeitenden Gewerbe zuzurechnen ist (Reparatur, Instandhaltung und Installation von Maschinen und Ausrüstungen), ist kein statistischer Zusammenhang zur wirtschaftlichen Entwicklung des Sektors Bergbau, Energie- und Wasserversorgung erkennbar.<sup>10</sup> Hier zeigt sich, dass das Wachstum in dem Sektor Bergbau, Energie- und Wasserversorgung zu keiner bemerkbaren Steigerung der Vorleistungskäufe aus dem Verarbeitenden Gewerbe der Region geführt hat.

Abbildung 2-13: Bruttowertschöpfung in jeweiligen Preisen im Produzierenden Gewerbe in der Braunkohleregion Rheinland



Quellen: VGR der Länder (2017c) und eigene Berechnungen, IWH.

Von 2002 bis 2014 verdoppelte sich die nominale Bruttowertschöpfung im Sektor Bergbau, Energie- und Wasserversorgung. Der Anteil dieses Sektors am Produzierenden Gewerbe ist also gestiegen. Der Anteil des Produzierenden Gewerbes an der gesamten Bruttowertschöpfung in dieser Region (siehe Abbildung 2-13) ist aber gesunken. Die Fördermenge und Bruttostromerzeugung der Braunkohle im Rheinland blieb in diesem Zeitraum konstant (siehe Abbildung 2-1).

Hinsichtlich des starken Anstiegs des Strompreises ist dies ein Indiz, dass dieser Anstieg preislich bedingt ist. Am aktuellen Rand zeigt sich auch ein Schrumpfen des Sektors bei einem gleichzeitig stark fallenden Strompreis. Gemessen an der Bruttowertschöpfung war ein Erwerbstätiger in dem Sektor

<sup>10</sup> Bestimmtheitsmaß der Korrelation der Wachstumsbeiträge beider Sektoren beträgt nur 0,2.

Bergbau, Energie- und Wasserversorgung in der Region im Jahr 2014 2,5-mal so produktiv wie ein Erwerbstätiger aus dem Dienstleistungssektor und 2-mal so produktiv wie ein Erwerbstätiger aus dem Produzierenden Gewerbe.

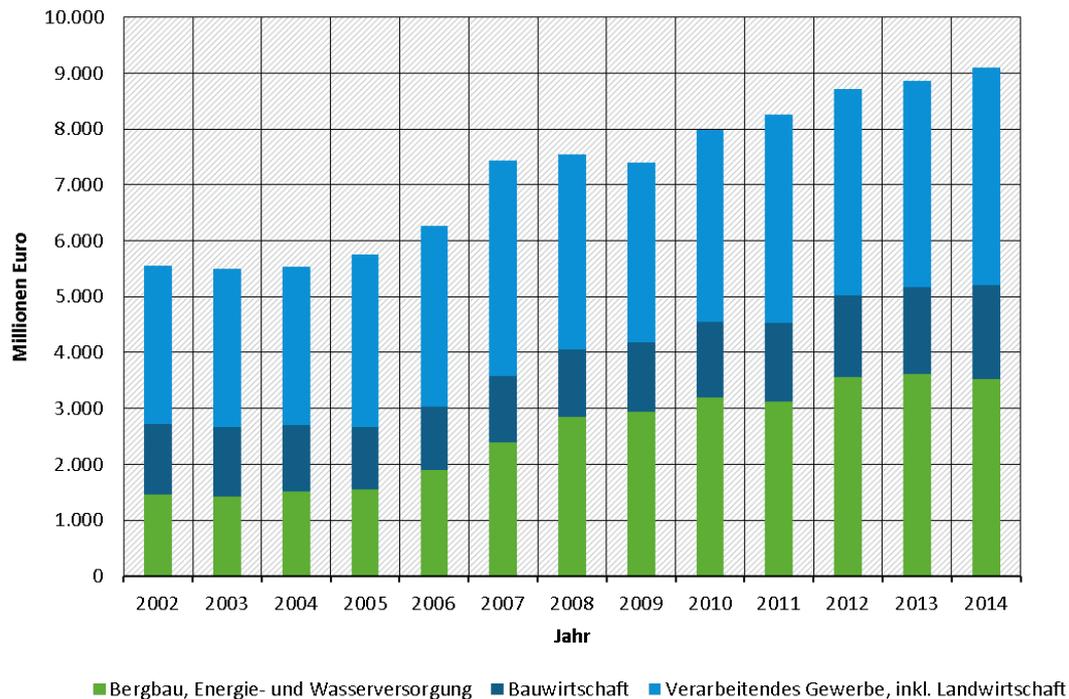
### 2.5.2 Bruttowertschöpfung Lausitz

Die Braunkohleregion Lausitz wuchs von 2003 bis 2014 im Durchschnitt mit ca. 2,5% p.a. und damit schneller als die Braunkohleregion Rheinland. In der Lausitz haben der Dienstleistungssektor und der Sektor Bergbau, Energie- und Wasserversorgung die gleiche Bedeutung für das Wirtschaftswachstum (siehe Abbildung 8-19 im Anhang). Der durchschnittliche Wachstumsbeitrag des Verarbeitenden Gewerbe, Baugewerbe und der Landwirtschaft lag zusammen unter dem des Sektors Bergbau, Energie- und Wasserversorgung.

In den Jahren von 2010 bis 2014 ist der Sektor Bergbau, Energie- und Wasserversorgung in zwei Jahren geschrumpft (siehe Abbildung 8-20 im Anhang). Auch in der Lausitz ist die Korrelation zwischen dem Wachstum im Verarbeitenden Gewerbe und dem Wachstum aus Bergbau, Energie- und Wasserversorgung klein. Diese Korrelation ist in der Lausitz (ca. 0,08) geringer als im Rheinland (ca. 0,20). Aus einer Unternehmensbefragung im Zeitraum September 2015 bis Februar 2016 (vgl. Markwardt et al. (2016)) geht hervor, dass ca. 2.400 MitarbeiterInnen durch Aufträge mit dem Vattenfall Konzern beschäftigt werden. Bei dieser Befragung wurden aber nur die größten Zulieferer ausgewählt. Aber auch unter der Annahme, dass so nur die Hälfte der abhängig Beschäftigten in der Lausitz ermittelt wurden, ist die Anzahl der Beschäftigten in den Zulieferungsbetrieben im Vergleich zu den ca. 80.000 Beschäftigten im Verarbeitenden Gewerbe (siehe Abbildung 8-7 im Anhang) in der Lausitz im Jahr 2014 gering. Das Verarbeitende Gewerbe in der Lausitz besteht folglich nicht zum größten Teil aus Zulieferern der Braunkohlenwirtschaft. Die wirtschaftliche Entwicklung ist aber relativ zur rheinländischen Region stark abhängig von der Entwicklung der Braunkohlenwirtschaft.

Die nominale Bruttowertschöpfung des Sektors Bergbau, Energie- und Wasserversorgung erhöhte sich um 150% (siehe **Fehler! Ungültiger Eigenverweis auf Textmarke.**) seit 2002. Der Anteil dieses Sektors am Produzierenden Gewerbe stieg von 26% auf 39%. Der Anteil des Produzierenden Gewerbes an der gesamten Bruttowertschöpfung in dieser Region (siehe Abbildung 8-18 im Anhang) ist von ca. 32% auf ca. 40% gestiegen. Die Verstromung durch Braunkohle stagnierte, somit ist wie im Rheinland das Wachstum auf den Preisanstieg zurückzuführen (siehe Abbildung 2-1). Gemessen an der Bruttowertschöpfung war ein Erwerbstätiger in dem Sektor Bergbau, Energie- und Wasserversorgung in der Region im Jahr 2014 6-mal so produktiv wie ein Erwerbstätiger aus dem Dienstleistungssektor und 4-mal so produktiv wie ein Erwerbstätiger aus dem Produzierenden Gewerbe. Im Vergleich zum Rheinland ist ein Erwerbstätiger in dem Sektor Bergbau, Energie- und Wasserversorgung in der Lausitz fast 2-mal so produktiv. Das Arbeitnehmerentgelt in der Lausitz ist aber geringer in der Braunkohlenwirtschaft im Vergleich zum Rheinland. Das geringere Arbeitnehmerentgelt erklärt sich teilweise durch eine höhere Arbeitslosigkeit in der Region und durch geringere Lebenshaltungskosten.

Abbildung 2-14: Bruttowertschöpfung in jeweiligen Preisen im Produzierenden Gewerbe in der Braunkohleregion Lausitz



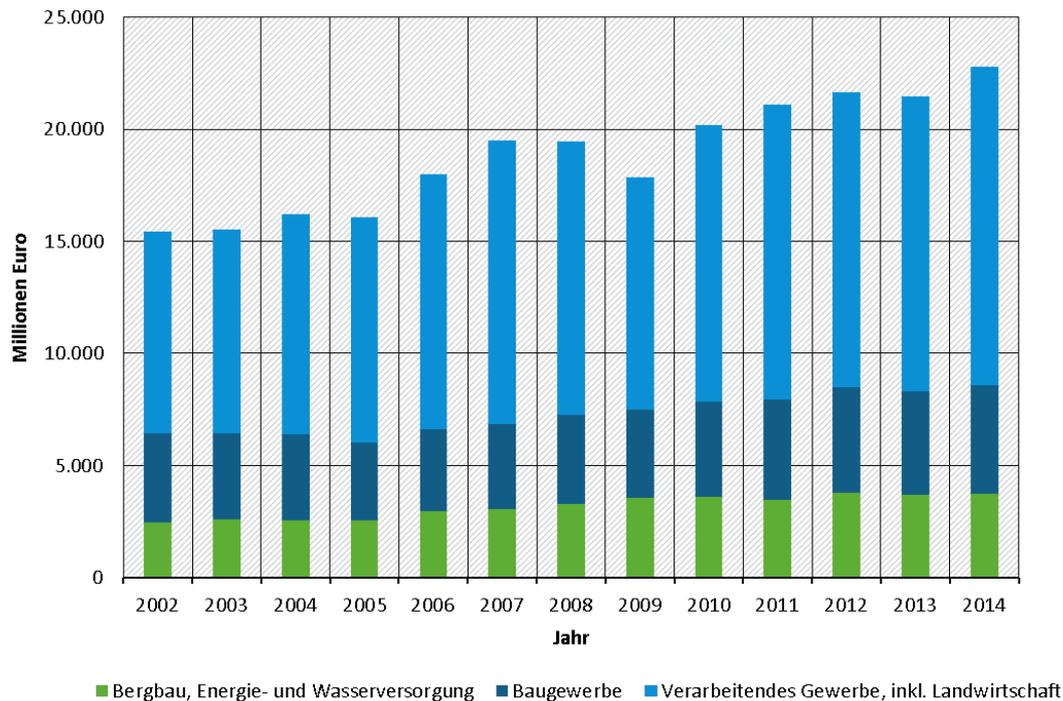
Quellen: VGR der Länder (2017c) und eigene Berechnungen, IWH.

### 2.5.3 Bruttowertschöpfung Mitteldeutschland

Die Wirtschaftsleistung der Braunkohleregion Mitteldeutschland gemessen an der nominalen Bruttowertschöpfung stieg von 2003 bis 2014 im Durchschnitt pro Jahr um ca. 2,4%. In Abbildung 8-22 im Anhang ist das durchschnittliche jährliche Wachstum nach Sektoren dargestellt. Der Dienstleistungssektor trug durchschnittlich mit 1,3 Prozentpunkten zum jährlichen Wachstum bei, d.h. ca. die Hälfte des Wirtschaftswachstums entfällt auf den Dienstleistungssektor. Das Verarbeitende Gewerbe, Baugewerbe und die Landwirtschaft trugen durchschnittlich mit 0,9 Prozentpunkten bei. Der Zuwachs des Sektors Bergbau, Energie- und Wasserversorgung inklusive Braunkohle war durchschnittlich 0,2 Prozentpunkte, was einem Anteil von ca. 8% entspricht.

Das Wirtschaftswachstum und der Beitrag der Sektoren in Mitteldeutschland für den Zeitraum 2003 bis 2014 sind in Abbildung 8-23 im Anhang dargestellt. In den Jahren von 2010 bis 2014 ist der Sektor Bergbau, Energie- und Wasserversorgung in zwei von fünf Jahren geschrumpft und machte im Jahr 2014 nur 1,5% des gesamten Wirtschaftswachstums in der Region aus. Der Wachstumsimpuls in dieser Region kommt aus dem Dienstleistungssektor und dem Verarbeitenden Gewerbe. Diese Sektoren machen zusammen ca. 88% des Wirtschaftswachstums aus.

Abbildung 2-15: Bruttowertschöpfung in jeweiligen Preisen im Produzierenden Gewerbe in der Braunkohleregion Mitteldeutschland



Quellen: VGR der Länder (2017c) und eigene Berechnungen, IWH.

Im Gegensatz zu den anderen Regionen ist die Bruttostromerzeugung aus Braunkohle in Mitteldeutschland um 12% gefallen. Dennoch ist die Bruttowertschöpfung im Sektor Bergbau, Energie- und Wasserversorgung seit 2002 insgesamt um 50% gestiegen (siehe Abbildung 2-15). Aus diesem Grund ist der Anteil dieses Sektors am Produzierenden Gewerbe fast unverändert geblieben, obwohl der Anteil des letzteren an der gesamten BWS der Region um 3% gewachsen ist. Der Anteil des Sektors Bergbau, Energie- und Wasserversorgung an der Bruttowertschöpfung in der Region ist von 4,6% in 2002 bis 2005 auf 5,3% in 2014 gestiegen.

#### 2.5.4 Bruttoinlandsprodukt in den Regionen

Die Summe der Bruttowertschöpfung der Sektoren zuzüglich Gütersteuern und abzüglich Gütersubventionen wird als Bruttoinlandsprodukt (BIP) definiert. Hierbei werden nur die Leistungen im Inland erfasst, es wird das sogenannte Inlandsprinzip angewendet, die Landesgrenzen sind ausschlaggebend. Die Veränderungsrate des preisbereinigten BIP dient als Messgröße für das Wirtschaftswachstum. Gemessen an der Zahl der Einwohner gilt das BIP je Einwohner als internationaler Vergleichsmaßstab für die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit und als Wohlstandsmaß und ist u.a. Grundlage für politische Entscheidungen und die Bewilligung von Fördermitteln. Betrachtet wird nachfolgend das Bruttoinlandsprodukt pro Erwerbstätigem (BIP/ET).

Der Verlauf des Bruttoinlandsprodukts im Zeitraum 2010 bis 2014 ist nahezu identisch mit der BWS. Dies gilt sowohl für Deutschland insgesamt als auch für die Länder und die Braunkohleregionen. So weisen die Rheinische Region und NRW höhere BIP/ET auf, als die anderen hier betrachteten Regionen oder Deutschland. Aufgrund des vergleichsweise hohen Nettoeinkommens kann ein hoher Lebensstandard unterstellt werden. Dennoch schreitet die Entwicklung des BIP/ET langsamer voran, als

im Bundesschnitt oder in den anderen Regionen, so dass langfristig ein sinkender Wohlstand unterstellt werden kann. Die ostdeutschen Braunkohleregionen können mit der Entwicklung des BIP/ET im Vergleich mit ihren Bundesländern bislang mithalten und haben gegenüber den größeren Regionen Brandenburg und Sachsen-Anhalt sowie Gesamtdeutschland ein etwas schnelleres Wachstum, was allerdings von einem absolut geringem Niveau ausgeht. Sachsen weist eine leicht bessere Wohlstandsentwicklung als die übrigen Regionen aus (VGRdL 2017).

Tabelle 2-12: Bruttoinlandsprodukt in jeweiligen Preisen je Erwerbstätigen in Deutschland, Ländern und Braunkohleregionen, 2010 – 2014

|                            | 2010    | 2011    | 2012    | 2013    | 2014    | Veränderung 2014 gegenüber 2010 |
|----------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------------------------------|
| <b>Deutschland</b>         | 62.898€ | 65.015€ | 65.498€ | 66.642€ | 68.277€ | 9%                              |
| <b>Nordrhein-Westfalen</b> | 64.459€ | 66.041€ | 66.345€ | 67.493€ | 69.402€ | 8%                              |
| <b>Rheinische Region</b>   | 70.035€ | 70.954€ | 71.238€ | 72.409€ | 74.653€ | 7%                              |
| <b>Brandenburg</b>         | 51.788€ | 53.284€ | 54.161€ | 55.900€ | 57.665€ | 11%                             |
| <b>Sachsen</b>             | 48.119€ | 50.174€ | 50.861€ | 51.943€ | 53.752€ | 12%                             |
| <b>Sachsen-Anhalt</b>      | 49.921€ | 50.738€ | 52.650€ | 53.821€ | 54.659€ | 9%                              |
| <b>Mitteldeutsche Re-</b>  | 48.665€ | 50.812€ | 51.696€ | 52.429€ | 54.132€ | 11%                             |
| <b>lausitzer Region</b>    | 49.886€ | 51.541€ | 53.014€ | 54.174€ | 55.389€ | 11%                             |

Quelle: VGRdL (2017).

## 2.6 Weitere Indikatoren in den Regionen

Zu den flankierenden Maßnahmen der Begleitung eines Strukturwandels werden Hochschulen als Nukleus für die Entwicklung neuer zukunftssträchtiger Branchen gesehen. Die Förderung der Forschung und Wissenszentren sowie die Kooperation mit der Wirtschaft nehmen dabei einen bedeutenden Stellenwert ein. Für eine Ableitung von Maßnahmen bedarf es daher einer Betrachtung der Hochschul- und Wissenslandschaft in den Regionen.

Ein weiterer Indikator für Maßnahmenentwicklungen ist der Zustand der Infrastrukturen. Gerade für exportorientierte Unternehmen sind gute Anbindungen über Straße, Schiene, Schifffahrt und Luftverkehr ein oftmals entscheidender Standortfaktor. Aber auch für die Attraktivität der Region selbst, insbesondere für junge Leute (Hosang 2011; S.10), ist die Anbindung an Großstädte und die Welt wichtig. Zur Infrastruktur zählen aber nicht nur Straßen und Wege, sondern auch die soziale und medizinische Versorgung.

Nicht ganz ein Drittel der 72 Hochschulen in NRW liegen in der **Rheinischen Braunkohleregion**, 6 davon mit technischer Prägung. Dass Lehr- und Forschungstätigkeit an Hochschulen im Betrachtungszeitraum um 16% zugelegt haben, deutet auf ein ausgeprägtes Wissenszentrum hin. Insgesamt sind die Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften am stärksten vertreten. An Forschungseinrichtungen und Instituten in den Bereichen Technik und Energie ist die Region sehr gut aufgestellt.

Im Hinblick auf Infrastrukturen verfügt NRW über das dichteste Straßen- und das zweitlängste Schienennetz, woran die Rheinische Region auch selbst gut angeschlossen ist. Zwei internationale Großflughäfen verbinden NRW mit der Welt. Dabei liegt der Großflughafen Düsseldorf ebenfalls in der Kohleregion. Zudem liegt das Bundesland an der Schnittstelle wichtiger europäischer Wasserstraßen. Die von

AirLiquide betriebene 240 km lange Wasserstoffpipeline im Rhein-Ruhr-Gebiet könnte möglicherweise für die Region im Rahmen der Energiewende von Vorteil sein.

Innerhalb der **Mitteldeutschen Region** sind 12 Hochschulen ansässig, die teils stark ingenieur- und naturwissenschaftlich geprägt sind und damit einen Wissensgrundstock für das Verarbeitende Gewerbe und Unternehmensdienstleistungen bieten. Ihnen zugehörig oder in Kooperation arbeitend sind mehrere Forschungseinrichtungen im Bereich Energie, Gebäude und Umwelttechnik zu finden.

Seit 2008 ist der Flughafen Leipzig/Halle Europas zweitgrößter Fracht-Flughafen in Deutschland und gilt als modernster Umschlagplatz für Expressluftfracht. Die Region verfügt zudem über zwei wichtige Erdgasknoten sowie zwei Erdgasspeicherstätten, die im Rahmen der Energiewende möglicherweise bedeutsam sein könnten.

Die **Lausitzer Region** verfügt über lediglich zwei Hochschulen, die beide ingenieurs- und naturwissenschaftlich geprägt sind. Lediglich ein Forschungsinstitut im technischen Bereich - das Institut für Prozesstechnik, Prozessautomatisierung und Messtechnik (IPM) – kann genannt werden.

Die Region verfügt über keine relevanten Flughäfen und hat nur schlechte Anbindungen an Schnellzüge.

Die **Ganztags-Betreuungsquote** (Anteil der betreuten Kinder an der Gesamtbevölkerung der entsprechenden Altersgruppe) der Vorschulkinder ist in den Braunkohleregionen höher, als in den jeweiligen Bundesländern, mit Ausnahmen in Sachsen. Im Schnitt der letzten 10 Jahre lag die Betreuungsquote dieser Altersgruppe in der Rheinischen Region bei 40%, dagegen in NRW nur bei 35%. Die Lausitzer Region liegt mit einem Schnitt von 61% über Brandenburg mit 56%, aber unter Sachsen, mit 73%. Ähnlich die Mitteldeutsche Braunkohleregion mit im Schnitt 68%, dagegen Sachsen-Anhalt 63% und Sachsen 73%. Ob das Angebot in den Braunkohleregionen höher ist, oder aber ob die Familien auf die Betreuung eher angewiesen sind, kann aus den Statistiken nicht abgeleitet werden (BBSR 2016).

Die **Ärztedichte** ist in allen drei Regionen geringer, als in den jeweiligen Bundesländern. Während in NRW zwischen 2004 bis 2014 die Ärztedichte im Schnitt bei 621 Einwohner je Arzt lag, waren es in der Rheinischen Region im Schnitt 682 Einwohner je Arzt, gut 10% mehr. In der Lausitzer Region kamen rund 778 Einwohner auf einen Arzt, während es in Brandenburg 736 und in Sachsen 636 Einwohner waren. Gleichfalls die Mitteldeutsche Braunkohleregion, wo im Schnitt ein Arzt für 760 Einwohner zur Verfügung stand, während in Sachsen-Anhalt ein Arzt durchschnittlich nur für 685 Einwohner zuständig war (BBSR 2016).

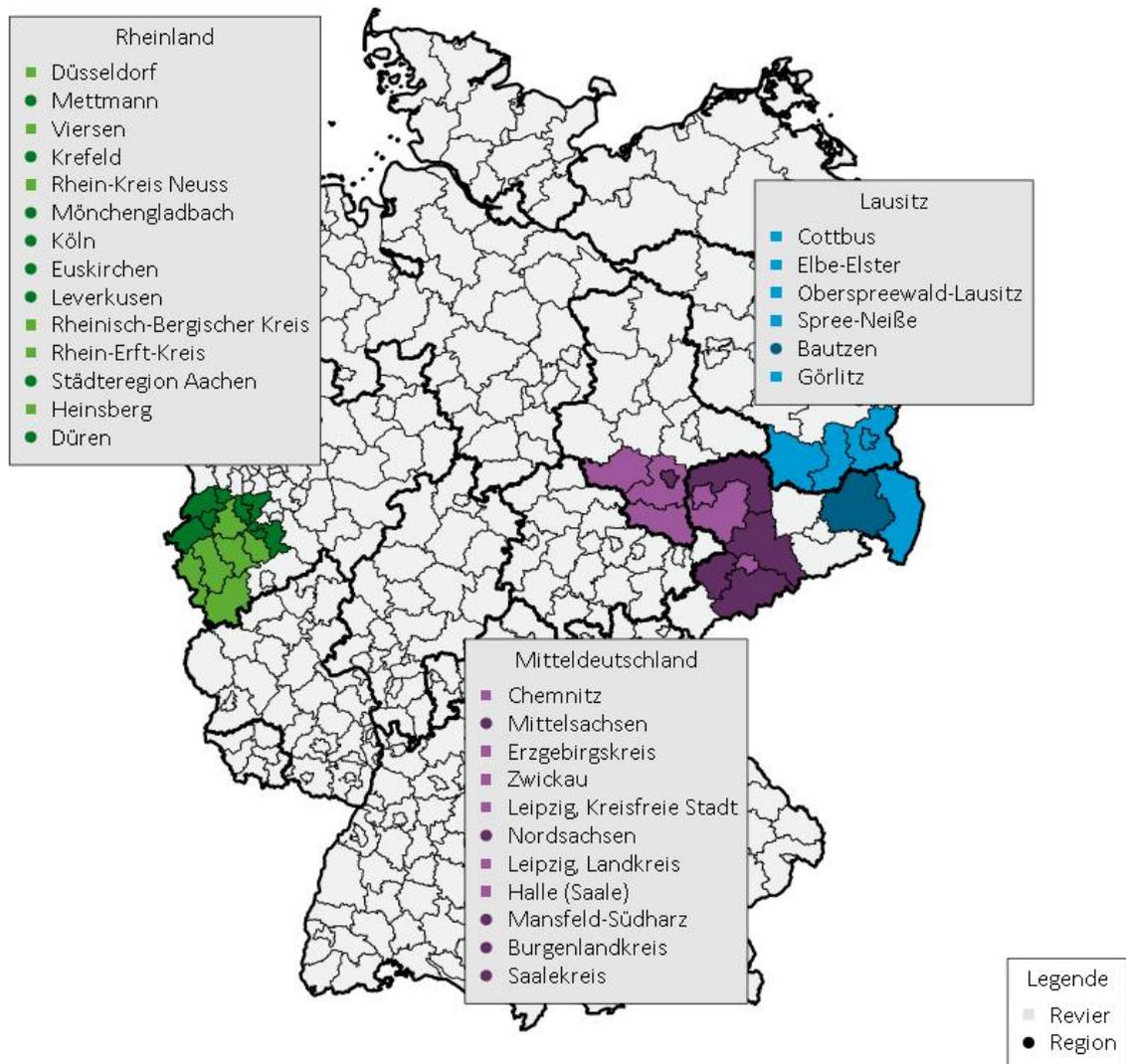
Ebenso sind **Pflegeheime** weniger stark ausgebaut, als im Landesschnitt. So stehen in Nordrhein-Westfalen rund 97 Pflegebetten je 10.000 Einwohner im Durchschnitt 2005 bis 2014 zur Verfügung, in der Rheinischen Braunkohleregion dagegen 90. Brandenburg und Sachsen weisen im besagten Zeitraum zwischen 99 bis 116 Betten aus, dagegen die Lausitzer Region 98. Die Mitteldeutsche Braunkohleregion ist in diesem Vergleich mit 112 Betten an der Spitze der Kohleregionen, doch in Sachsen und Sachsen-Anhalt stehen je 10.000 Einwohner zwischen 116 und 118 Betten zur Verfügung. Dies ist aber auch bedingt durch die Standorte von Universitätskliniken (BBSR 2016).

## 2.7 Kernergebnisse

Die vorliegende Studie identifiziert zur Abgrenzung und Beschreibung der Braunkohleregionen zum einen Landkreise, in denen sich aktive Braunkohletagebaue oder Braunkohlekraftwerke befinden. Zum anderen definiert sie auf Basis von Pendlerströmen Arbeitsmarktregionen. Die Kombination aus Braunkohlerevier und zusätzlichen Landkreisen der Arbeitsmarktregion definiert die **Braunkohleregion**. Die Arbeitsmarktregionen zeichnen sich durch eine Pendelzeit von maximal 60 Minuten aus, die nach dem Sozialgesetzbuch die maximale zumutbare Pendeldauer ist. Auf Basis dieses methodischen Ansatzes ergeben sich das Rheinische, das Lausitzer und das Mitteldeutsche Braunkohlerevier und –region. Das Helmstedter Revier wird hierbei auf Grund seiner geringeren Vergleichsgröße sowie der

bereits erfolgten Schließung des letzten Tagebaus und Überführung des letzten Kraftwerks in die Sicherheitsbereitschaft nicht ausführlicher betrachtet.

Abbildung 2-16: Abgrenzung der Braunkohlenreviere und der Braunkohleregionen



Quelle: Eigene Darstellung, IWH.

Insgesamt ist die Braunkohleförderung von 411 Mio. t im Jahr 1989 auf 178 Mio. t im Jahr 2015 gesunken (Statistik der Kohlenwirtschaft 2015; Öko-Institut 2017b). Seit Mitte der 90er Jahre ist nicht mehr die Lausitzer, sondern die Rheinische Region die größte Braunkohleförderregion in Deutschland. Folglich sind auch die installierten Kapazitäten mit 9,8 GW in der Rheinischen Region am höchsten, gefolgt von 7 GW in der Lausitzer und 3 GW in der Mitteldeutschen Region (Stand Ende 2017). In der Rheinischen Region ist mit 79 TWh<sub>el</sub> auch der produzierte Strom höher als in der Lausitzer (49 TWh<sub>el</sub>) sowie der Mitteldeutschen Region (17 TWh<sub>el</sub>) (Stand 2015) (siehe Tabelle 1-1). Die Bevölkerungsdichte ist in den Regionen verschieden. Die Rheinische Region ist mit 770 Einwohner pro Quadratkilometer am

dichtesten besiedelt. Anschließend folgt die Mitteldeutsche Region mit 222 Einwohner pro Quadratmeter und darauf die Lausitzer Region mit 106 Einwohner pro Quadratmeter (BBSR 2016). Der Anteil der über 50-Jährigen ist in der Lausitzer Region mit 55% am höchsten, anschließend folgt mit 48% die Mitteldeutsche Region und dann die Rheinischen Region, die mit einem Anteil von 43% dem bundesweiten Durchschnitt entspricht (Statistisches Bundesamt 2017).

In der Braunkohlenwirtschaft (Kraftwerke und Tagebaue) sind Ende Februar 2017 18.531 Personen im direkten Zusammenhang mit der Braunkohleförderung und anschließender Verstromung angestellt, davon 8.873 im Rheinland, 7.763 in der Lausitz und 1.895 in Mitteldeutschland.

Tabelle 2-13: Kennzahlen der Braunkohleregionen im Vergleich (Basis 2014 außer anders vermerkt)

|  | Rheinland               | Lausitz                 | Mitteldeutschland       | Deutschland             |
|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| <b>Erwerbsbevölkerung</b>                                | 3.261.791 Ew.           | 518.072 Ew.             | 1.602.561 Ew.           | 45.560.388 Ew.          |
| <b>Anteil über 50-Jährigen</b>                           | 43%                     | 55%                     | 48%                     | 43%                     |
| <b>Bevölkerungsdichte*</b>                               | 700 Ew./km <sup>2</sup> | 106 Ew./km <sup>2</sup> | 222 Ew./km <sup>2</sup> | 230 Ew./km <sup>2</sup> |
| <b>Arbeitslosenquote</b>                                 | 7,3%                    | 11,0%                   | 9,2%                    | 5,7%                    |
| <b>Bruttowertschöpfung</b>                               | 204.602 Mio. €          | 22.606 Mio. €           | 71.090 Mio. €           | 2.624.437 Mio. €        |
| <b>Anteil Bergbau, Energie- und Wasserversorgung***</b>  | 4%                      | 13%                     | 5%                      | 3%                      |
| <b>Anteil Produzierendes Gewerbe</b>                     | 24%                     | 38%                     | 33%                     | 31%                     |
| <b>Anteil Dienstleistung</b>                             | 76%                     | 62%                     | 67%                     | 69%                     |
| <b>Beschäftigte in der Braunkohle **</b>                 | 8.873                   | 7.763                   | 1.895                   | 18.531                  |
| <b>Installierte Leistung Braunkohle **</b>               | 10.370 MW               | 7.000 MW                | 3.330 MW                | 21.000 MW               |
| <b>Förderung Braunkohle **</b>                           | 95 Mio. Tonnen          | 63 Mio. Tonnen          | 19 Mio. Tonnen          | 178 Mio. Tonnen         |
| <b>Produzierter Strom aus der Braunkohle (brutto) **</b> | 79 TWh <sub>el</sub>    | 49 TWh <sub>el</sub>    | 17 TWh <sub>el</sub>    | 150 TWh <sub>el</sub>   |
| <b>Braunkohlereserven**</b>                              | 2.479 Mio. Tonnen       | 1.291 Mio. Tonnen       | 395 Mio. Tonnen         | 4.165 Mio. Tonnen       |
| <b>CO<sub>2</sub>-Emissionen der Braunkraftwerke **</b>  | 95,2 Mio. Tonnen        | 56,7 Mio. Tonnen        | 18,7 Mio. Tonnen        | 170,6 Mio. Tonnen       |

Anmerkung: \*In Mitteldeutschland heben die Städte Chemnitz, Görlitz und Halle und in der Lausitz Cottbus den Schnitt deutlich nach oben; \*\* Stand Ende 2017 \*\*\* Bergbau, Energie- und Wasserversorgung sind Teil des Produzierenden Gewerbes

Quelle: Öko-Institut 2017b, BBSR 2016, BMWi 2017, Statistisches Bundesamt 2017, VGR der Länder (2017c), LMBV (2017), SRU (2017, Seite 23) und eigene Berechnungen.

Insgesamt machen die identifizierten Regionen rund 12% der gesamten Bruttowertschöpfung Deutschlands aus. Von den drei Regionen ist der Anteil des Sektors Bergbau, Energie und Wasserversorgung in der Lausitz mit 15% am größten.

Der Anteil der Erwerbstätigen in der Braunkohlenwirtschaft an der gesamten Anzahl der Erwerbstätigen in Deutschland betrug im Jahr 2014 etwa 0,05%; bezogen auf das produzierende Gewerbe in

Deutschland waren es 0,2%. Die ausgewiesenen Erwerbstätigenzahlen für die Braunkohlenwirtschaft umfassen die Erwerbstätigen im Braunkohletagebau und in den Kraftwerken der allgemeinen Versorgung. Diese Zahl ist laut Statistik für Kohlewirtschaft seit 2002 bundesweit von 26.417 auf 20.996 Personen im Jahr 2014, d.h. um ca. 23%, gefallen. Insgesamt spielt die Braunkohlenwirtschaft in der Bundesrepublik Deutschland als Arbeitgeber eine geringe Rolle.

Die Braunkohlenwirtschaft trug mit ca. 0,61% zum gesamten Arbeitnehmerentgelt im Rheinland bei. In absoluten Zahlen gesehen ist die Bedeutung der Braunkohle als Einkommensquelle eher unbedeutend, aber relativ zu den anderen Sektoren handelt es sich um einen Hochlohnsektor. Der Arbeitsmarkt in der Lausitz unterscheidet sich stark von dem rheinischen Arbeitsmarkt, was sich in der sektoralen Aufteilung der Erwerbstätigen in der Region widerspiegelt. Die Braunkohleregion Mitteldeutschland ist hinsichtlich des relativen Anteils des Arbeitnehmerentgelts aus der Braunkohlenwirtschaft am gesamten Arbeitnehmerentgelt in der Region am geringsten von einem potentiellen Braunkohleausstieg aus betroffen.

Der Zustand der Infrastruktur umfasst neben Straßen-, Schienennetz und Flughäfen soziale und medizinische Versorgung. In NRW gibt es bspw. das dichteste Straßennetz. In der Mitteldeutschen Region befindet sich der zweitgrößte Fracht-Flughafen Deutschlands. Die Lausitzer Region verfügt dagegen weder über relevante Großflughäfen noch über gute Anbindungen an Schnellzüge. Auch im Hinblick auf angesiedelte Hochschulen schneidet die Lausitzer Region im Vergleich zu den beiden anderen Regionen schlecht ab. Die Ärztedichte ist in den drei Braunkohleregionen geringer, als in den jeweiligen Bundesländern. Auch die Pflegeheime sind in den drei Regionen weniger ausgebaut als im bundesweiten Durchschnitt (BBSR 2016).

Tabelle 1-1 stellt eine Übersicht zu der Kohleförderung und Kohleverstromung sowie Kennzahlen in Bezug auf die Beschäftigung, die Bruttowertschöpfung und weitere Indikatoren auf regionaler Ebene dar.

## 3 Optionen für die Regionalisierung des Kohleausstiegs

### 3.1 Überblick

In den Szenarien, die in dieser Studie betrachtet werden, werden drei grundsätzliche Varianten der Regionalisierung des Kohleausstiegs modelliert. Ihre Wirkung wird gegenüber einer Referenzentwicklung bewertet:

- Der **Referenzpfad** beschreibt die Entwicklung der Kraftwerkskapazitäten ab dem Jahr 2020 unter Berücksichtigung der bis zum Jahr 2016 beschlossenen Klimaschutzinstrumente. Er entspricht dem MMS (Mit-Maßnahmen-Szenario) des Projektionsberichts 2017.<sup>11</sup> Dort geht die installierte Leistung der Braunkohlekraftwerke und der Steinkohlekraftwerke bis 2030 gegenüber dem Jahr 2015 um etwa 25% zurück.

Tabelle 3-1: Installierte Leistung der Kohlekraftwerke in den Ausstiegspfaden [GW]

| Pfad     | Art                     | 2015      | 2020      | 2025      | 2030      | 2035        |
|----------|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| Referenz | <b>gesamt</b>           | <b>48</b> | <b>40</b> | <b>38</b> | <b>36</b> | <b>29</b>   |
|          | <i>davon Braunkohle</i> | 21        | 18        | 17        | 16        | 11          |
|          | <i>davon Steinkohle</i> | 27        | 22        | 21        | 20        | 18          |
| Schnell  | <b>gesamt</b>           | <b>48</b> | <b>40</b> | <b>29</b> | <b>22</b> | <b>* 15</b> |
|          | <i>davon Braunkohle</i> | 21        | 18        | 9         | 5         | 0           |
|          | <i>davon Steinkohle</i> | 27        | 22        | 20        | 17        | 15          |
| Moderat  | <b>gesamt</b>           | <b>48</b> | <b>40</b> | <b>27</b> | <b>19</b> | <b>* 9</b>  |
|          | <i>davon Braunkohle</i> | 21        | 18        | 13        | 9         | 5           |
|          | <i>davon Steinkohle</i> | 27        | 22        | 14        | 10        | 6           |
| Flex     | <b>gesamt</b>           | <b>48</b> | <b>40</b> | <b>33</b> | <b>19</b> | <b>5</b>    |
|          | <i>davon Braunkohle</i> | 21        | 18        | 14        | 9         | 0           |
|          | <i>davon Steinkohle</i> | 27        | 22        | 17        | 10        | 5           |

\* Anmerkung: Im Jahr 2035 der Pfade „Schnell“ und „Moderat“ werden die Kapazitätsentwicklung und die Modellergebnisse unter Beibehaltung der Stilllegungsrate extrapoliert, es findet keine explizierte Modellrechnung statt.

Quelle: Öko-Institut (2017a) und Öko-Institut et al. (2017).

In den drei Ausstiegsszenarien wird unterstellt, dass politische Instrumente zum Einsatz kommen, um die im Klimaschutzplan für 2030 definierte Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen der Energiewirtschaft um 61-62% (auf 175 bis 183 Mio. t CO<sub>2</sub>) zu erreichen (BMUB 2016):

<sup>11</sup> Im Rahmen der MMR (Monitoring Mechanismen Regulation, Verordnung (EU) Nr. 525/2013) ist die Bundesregierung alle zwei Jahre verpflichtet einen Projektionsbericht zu erstellen. Dabei werden unterschiedliche Szenarien betrachtet. Im Mit-Maßnahmen-Szenario wurden alle bis Sommer 2016 beschlossenen Maßnahmen berücksichtigt. Neben dem Mit-Maßnahmen-Szenario wird auch ein Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenario berechnet. Hier wurden weitere mögliche Maßnahmen berücksichtigt und ihre Emissionsminderungen quantifiziert.

- ▶ Im **Pfad „Schnell“** werden Kohlekraftwerke in Abhängigkeit ihrer **spezifischen Emissionen** stillgelegt. Dadurch sind bis 2030 nahezu alle Braunkohlekraftwerke und wenige Steinkohlekraftwerke durch Stilllegungen betroffen.<sup>12</sup>
- ▶ Im **Pfad „Moderat“** ist das Kriterium der Stilllegungen allein das **Alter**. Bis 2030 werden alle Braun- und Steinkohlekraftwerke stillgelegt, sobald sie ein Alter von 40 Jahren überschreiten.<sup>13</sup> **Variante A** dieses Pfades setzt diese Regel strikt um, während in einer **Variante B** die Stilllegungen zwischen den Regionen ausgeglichen werden.<sup>14</sup>
- ▶ Im **Pfad „Flex“** werden ab 2020 die **Vollbenutzungsstunden** der Kohlekraftwerke, die bereits länger als 20 Jahre in Betrieb sind, auf 4.000 beschränkt. **Stilllegungen aller Kohlekraftwerke älter als 40 Jahre** kommen ab dem Jahr 2025 zum Einsatz.<sup>15</sup>

Die **Referenzentwicklung verfehlt das Sektorziel** des Klimaschutzplans für 2030. Die Ausstiegspfade zielen hingegen darauf ab, das Sektorziel im Jahr 2030 zu erreichen.

## 3.2 Szenarien und Annahmen

### 3.2.1 Referenzentwicklung

Im Referenzpfad entsprechen die installierten Kapazitäten der Kraftwerke dem Mit-Maßnahmen-Szenario (MMS) des Projektionsberichts 2017: Bis 2020 geht die Kapazität der Braunkohlekraftwerke durch die Sicherheitsbereitschaft auf 18 GW (heute 21 GW) zurück. Ab 2020 erfolgt eine Stilllegung nur noch dann, wenn ein Kraftwerk im Modell nicht mehr wirtschaftlich betrieben werden kann.<sup>16</sup> Ältere Kraftwerke mit schlechteren elektrischen Wirkungsgraden erwirtschaften niedrigere Deckungsbeiträge, so dass sie früher stillgelegt werden als neuere, effizientere Kraftwerke (für eine block-scharfe Auflistung der installierten Kapazitäten bis 2035 siehe Tabelle 8-1 im Anhang). In der Referenzentwicklung wird das im Klimaschutzplan 2050 anvisierte Sektorziel für das Jahr 2030 für die Energiewirtschaft deutlich verfehlt. Im Stützjahr 2035 reduziert sich die installierte Leistung der Braunkohlekraftwerke durch Stilllegungen deutlich. Diese Stilllegungen ergeben sich aus reduzierten Deckungsbeiträgen aufgrund von steigenden CO<sub>2</sub>-Preisen und einer sinkenden Auslastung aufgrund des Ausbaus der erneuerbaren Energien.

### 3.2.2 Ausstiegsszenarien

Für das Jahr 2020 wird für alle drei zu untersuchenden Ausstiegspfade die Referenzentwicklung der Kapazitäten angesetzt. Im Pfad „Flex“ werden zusätzlich die Vollbenutzungsstunden der verbleibenden Kapazitäten begrenzt.

---

<sup>12</sup> Basierend auf Öko-Institut et al. (2017), Kapazitätsmanagement für Braunkohle

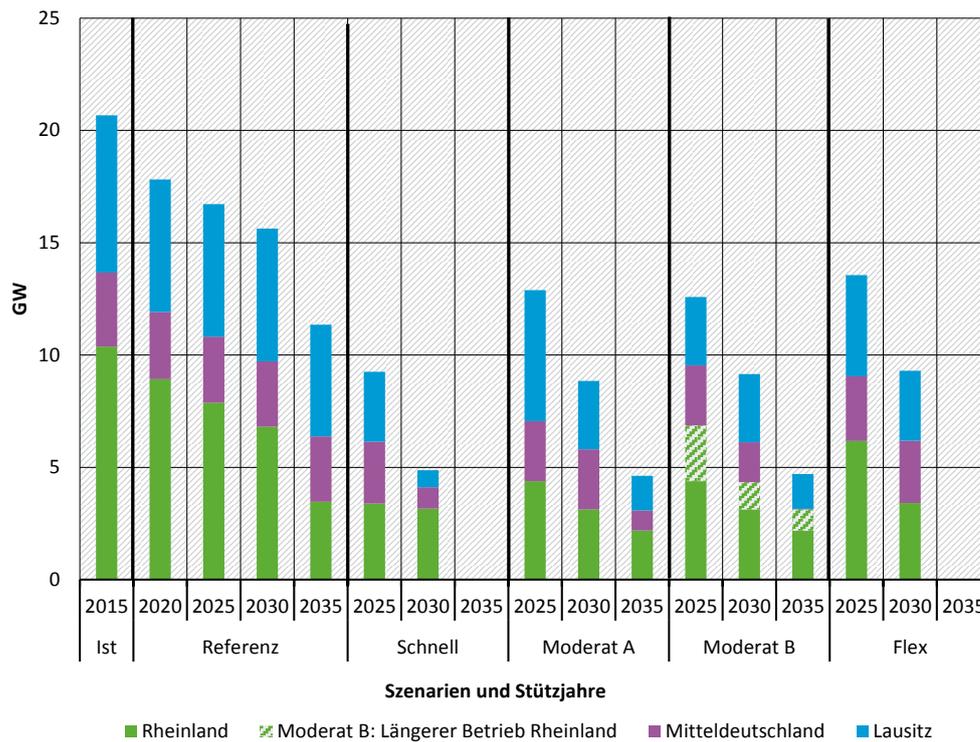
<sup>13</sup> Dabei wird streng auf das Jahr der Inbetriebnahme laut Kraftwerksliste der Bundesnetzagentur abgestellt und Retirofits werden nicht berücksichtigt.

<sup>14</sup> Basierend auf Öko-Institut et al. (2017), Kapazitätsmanagement für Braunkohle und Steinkohle

<sup>15</sup> Ab 2023 werden in etwa 3 GW pro Jahr nach Alter stillgelegt.

<sup>16</sup> Für Braunkohle gilt, dass sowohl die Fixkosten des Tagebaus als auch des Kraftwerks gedeckt werden müssen.

Abbildung 3-1: Installierte Leistungen der Braunkohlekraftwerke in den Ausstiegspfaden



Anmerkung: Die Kapazitäten und Modellergebnisse für 2035 im moderaten Szenario wurden extrapoliert.  
Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von Öko-Institut et al. (2017); Daten siehe Anhang, Tabelle 8-6, S. 247.

Bei der Festlegung einer Stilllegungsreihenfolge sind grundsätzlich zwei Varianten möglich (vergleiche z.B. Öko-Institut et al. 2017):

1. Stilllegung streng nach einem festzulegenden Kriterium (z.B. Alter oder spezifische Emissionen), von dem alle MarktteilnehmerInnen gleichermaßen betroffen sind.
2. Festlegung proportionaler Beiträge aller Beteiligten. Bei Braunkohle kann das beispielsweise heißen, dass wie bei der Sicherheitsbereitschaft in jedem Revier entsprechend seines Anteils an der Gesamtkapazität in Deutschland stillgelegt wird.

Stilllegungen, die sich nur an einem Kriterium orientieren, können zu wirtschaftlichen Härten für einzelne Betreiber oder Reviere führen. Beispielsweise sind im Rheinland viele eher alte Kraftwerke konzentriert. Bei einer Stilllegung streng nach Alter würde dort ein hoher Anpassungsdruck entstehen.

### Pfad „Schnell“ (Kapazitätsmanagement für Braunkohle)

Im Pfad „Schnell“ erfolgt die Stilllegung in der Reihenfolge der spezifischen Emissionen. Hier wird unverändert auf ein Szenario aus Öko-Institut et al. (2017) zurückgegriffen („Kapazitätsmanagement nur für Braunkohlekraftwerke“).

Wegen ihrer höheren spezifischen Emissionen gegenüber Steinkohle-Anlagen werden zunächst nahezu nur BK-Anlagen stillgelegt. Bis 2025 wird die gesamte ineffizientere, CO<sub>2</sub>-intensivere Hälfte der Braunkohlekraftwerke abgeschaltet. Dies bedeutet eine Stilllegungsgeschwindigkeit von 1,7 GW pro Jahr (siehe Tabelle 3-2). Ab 2025 beträgt die Stilllegungsgeschwindigkeit bei der Braunkohle nur noch 0,8 GW pro Jahr, so dass 2030 nur noch etwa 5 GW Braunkohlekraftwerke in Betrieb sind und der Ausstieg aus der Braunkohleverstromung im Jahr 2035 vollzogen ist.

Für eine blockscharfe Auflistung der installierten Braunkohlekapazitäten bis 2035 siehe Tabelle 8-2 (Anhang).

#### **Pfad „Moderat A“ (Variante A: Alter als Kriterium zur Stilllegung)**

Der zweite Ausstiegspfad stellt eine moderate Reduktion der Braunkohlekapazitäten dar. Dieser Pfad wird in zwei Varianten untersucht. Variante A des Pfads „Moderat“ beruht auf einer Stilllegung nach dem Alter aller Kohlekraftwerke. Bis 2030 werden alle Braun- und Steinkohlekraftwerke stillgelegt, die ein Alter von 40 Jahren überschritten haben. Die installierte Leistung der Braunkohlekraftwerke beträgt dann noch etwa 9 GW im Jahr 2030, eine Stilllegungsgeschwindigkeit für Braunkohle von ca. 0,9 GW pro Jahr (siehe Tabelle 3-2). Sie wird nach 2030 beibehalten, so dass 2035 noch etwa 5,5 GW Braunkohlekraftwerke in Betrieb sind.

Diese Entwicklung wird prinzipiell aus dem Szenario „Kapazitätsmanagement für Braun- und Steinkohle“ der Studie „Klimaschutz im Stromsektor 2030 – Vergleich von Instrumenten zur Emissionsminderung“ (Öko-Institut et al. 2017) übernommen, aber leicht verändert, um eine strenge Abschaltreihenfolge nach Alter abzubilden.<sup>17</sup>

Für eine blockscharfe Auflistung der installierten Braunkohlekapazitäten bis 2035 siehe Tabelle 8-3 (Anhang).

#### **Pfad „Moderat B“ (Variante B: Alter als Kriterium mit regionalem Ausgleich)**

Die Überlegung hinter der Variante B des moderaten Szenarios beruht darauf, dass das Rheinland von einer Abschaltung streng nach Alter überproportional betroffen wäre, weil dort wesentlich mehr ältere Kraftwerke stehen als in den anderen Revieren. Daher werden in dieser Variante Stilllegungen in Lausitz und Mitteldeutschland vorgezogen, um im Rheinland einen längeren Betrieb zu ermöglichen:

- ▶ 2025 werden in der Lausitz Boxberg N und P sowie Jänschwalde D (je 465 MW) früher abgeschaltet, dafür bleiben im Rheinland Niederaußem G und H (je 650 MW) länger am Netz.
- ▶ 2030 werden in Mitteldeutschland Schkopau A und B (je 450 MW) früher abgeschaltet, dafür bleiben im Rheinland Neurath D und E (je 600 MW) länger am Netz.
- ▶ 2035 wird in Mitteldeutschland Lippendorf S (875 MW) früher abgeschaltet, um den Betrieb von Niederaußem K (950 MW) zu ermöglichen.

Insgesamt bleiben die installierte Leistung, die Rahmenbedingungen und Stromerzeugung in dieser Variante in der Summe für Deutschland gleich. Lediglich die Stilllegungsgeschwindigkeit zwischen den Revieren wird soweit möglich ausgeglichener gestaltet und somit die Minderungsbeiträge gleichmäßiger verteilt.

Für eine blockscharfe Auflistung der installierten Braunkohlekapazitäten bis 2035 siehe Tabelle 8-4 (Anhang).

#### **Pfad „Flex“ (Begrenzung der Vollbenutzungsstunden)**

Der dritte Ausstiegspfad beschreibt eine flexible Nutzung der noch vorhandenen Braunkohlekapazitäten. Dazu wird in diesem Pfad eine Kombination aus Kapazitätsmanagement und einer Begrenzung der Vollbenutzungsstunden auf 4.000 unterstellt. Im Jahr 2015 betragen die Vollbenutzungsstunden

---

<sup>17</sup> Die Blöcke A, B und C in Jänschwalde (3 x 460 MW) bleiben nun im Jahr 2025 noch in Betrieb. Zum Ausgleich werden die Blöcke G und H in Weisweiler bereits im Jahr 2025 abgeschaltet (2 x 607 MW).

der Braunkohlekraftwerke im Durchschnitt 7.000 Stunden pro Jahr. Die Begrenzung der Vollbenutzungsstunden erfolgt ab 2020 für alle Kohlekraftwerke, die bereits länger als 20 Jahre in Betrieb sind. Die Reduktion der Vollbenutzungsstunden beträgt 43%.

Ab dem Stützjahr 2025 kommt ein Kapazitätsmanagement hinzu. Jährlich werden Kohlekraftwerke mit einer Leistung von 3 GW gereiht nach dem Alter stillgelegt. Im Ergebnis reduzieren sich die installierten Leistungen der Braunkohlekraftwerke im Jahr 2030 auf 9 GW. Der Braunkohleausstieg ist im Jahr 2035 vollzogen, es sind aber noch Steinkohlekraftwerke mit 5 GW installierter Leistung in Betrieb.

Für eine blockscharfe Auflistung der installierten Braunkohlekapazitäten bis 2035 siehe Tabelle 8-5 (Anhang).

Tabelle 3-2: Stilllegungsgeschwindigkeiten der Braunkohlkraftwerke

|                  |                   | 2020        | 2025        | 2030        | 2035        |
|------------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                  |                   | GW p.a.     |             |             |             |
| <b>Referenz</b>  | <b>Summe</b>      | <b>0,58</b> | <b>0,22</b> | <b>0,22</b> | <b>0,86</b> |
|                  | Rheinland         | 0,3         | 0,2         | 0,22        | 0,66        |
|                  | Mitteldeutschland | 0,06        | 0,02        | 0           | 0           |
|                  | Lausitz           | 0,22        | 0           | 0           | 0,18        |
| <b>Schnell</b>   | <b>Summe</b>      | <b>0,58</b> | <b>1,72</b> | <b>0,86</b> | <b>0,98</b> |
|                  | Rheinland         | 0,3         | 1,1         | 0,04        | 0,64        |
|                  | Mitteldeutschland | 0,06        | 0,06        | 0,36        | 0,18        |
|                  | Lausitz           | 0,22        | 0,56        | 0,46        | 0,16        |
| <b>Moderat A</b> | <b>Summe</b>      | <b>0,58</b> | <b>0,98</b> | <b>0,82</b> | <b>0,84</b> |
|                  | Rheinland         | 0,3         | 0,9         | 0,26        | 0,18        |
|                  | Mitteldeutschland | 0,06        | 0,06        | 0           | 0,36        |
|                  | Lausitz           | 0,22        | 0,02        | 0,56        | 0,3         |
| <b>Moderat B</b> | <b>Summe</b>      | <b>0,58</b> | <b>1,04</b> | <b>0,7</b>  | <b>0,88</b> |
|                  | Rheinland         | 0,3         | 0,4         | 0,52        | 0,24        |
|                  | Mitteldeutschland | 0,06        | 0,06        | 0,18        | 0,36        |
|                  | Lausitz           | 0,22        | 0,58        | 0           | 0,3         |
| <b>Flex</b>      | <b>Summe</b>      | <b>0,58</b> | <b>0,86</b> | <b>0,84</b> | <b>1,86</b> |
|                  | Rheinland         | 0,3         | 0,54        | 0,56        | 0,68        |
|                  | Mitteldeutschland | 0,06        | 0,02        | 0,02        | 0,56        |
|                  | Lausitz           | 0,22        | 0,28        | 0,28        | 0,62        |

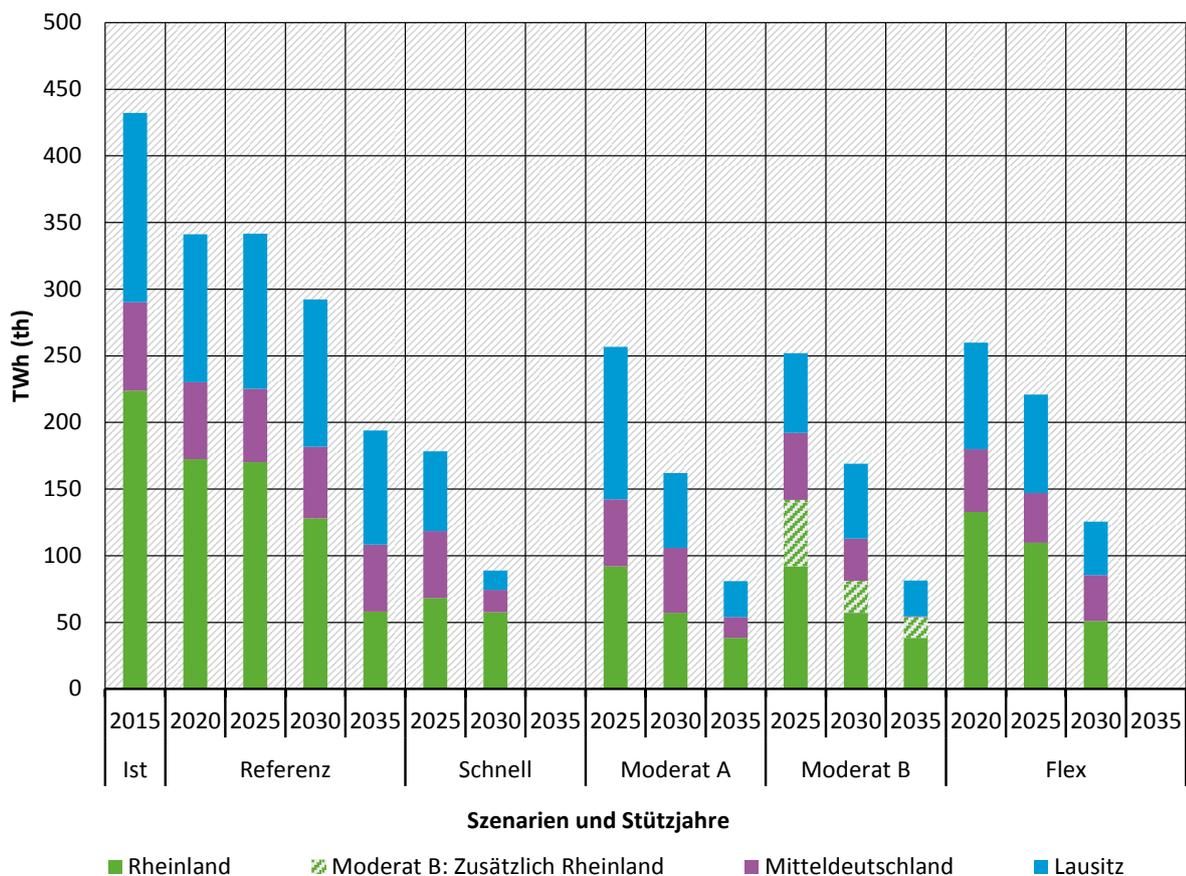
Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von Öko-Institut et al. (2017).

### 3.3 Braunkohlebedarf und Tagebauvorräte

#### 3.3.1 Brennstoffeinsätze

In der Kraftwerksmodellierung werden die Brennstoffeinsätze berechnet, die für den Braunkohlebedarf ausschlaggebend sind (Abbildung 3-2). In den Ausstiegspfaden „Schnell“ und „Moderat A“ und „Moderat B“ gehen sie weitgehend parallel zu den installierten Kapazitäten zurück. Im flexiblen Szenario ist die Situation anders, weil der Brennstoffeinsatz wegen der begrenzten Vollbenutzungsstunden schon 2020 geringer ist, obwohl in diesem Jahr in allen Szenarien die gleiche Kapazität angesetzt wird.

Abbildung 3-2: Brennstoffeinsätze der Braunkohlekraftwerke nach Szenario und Region



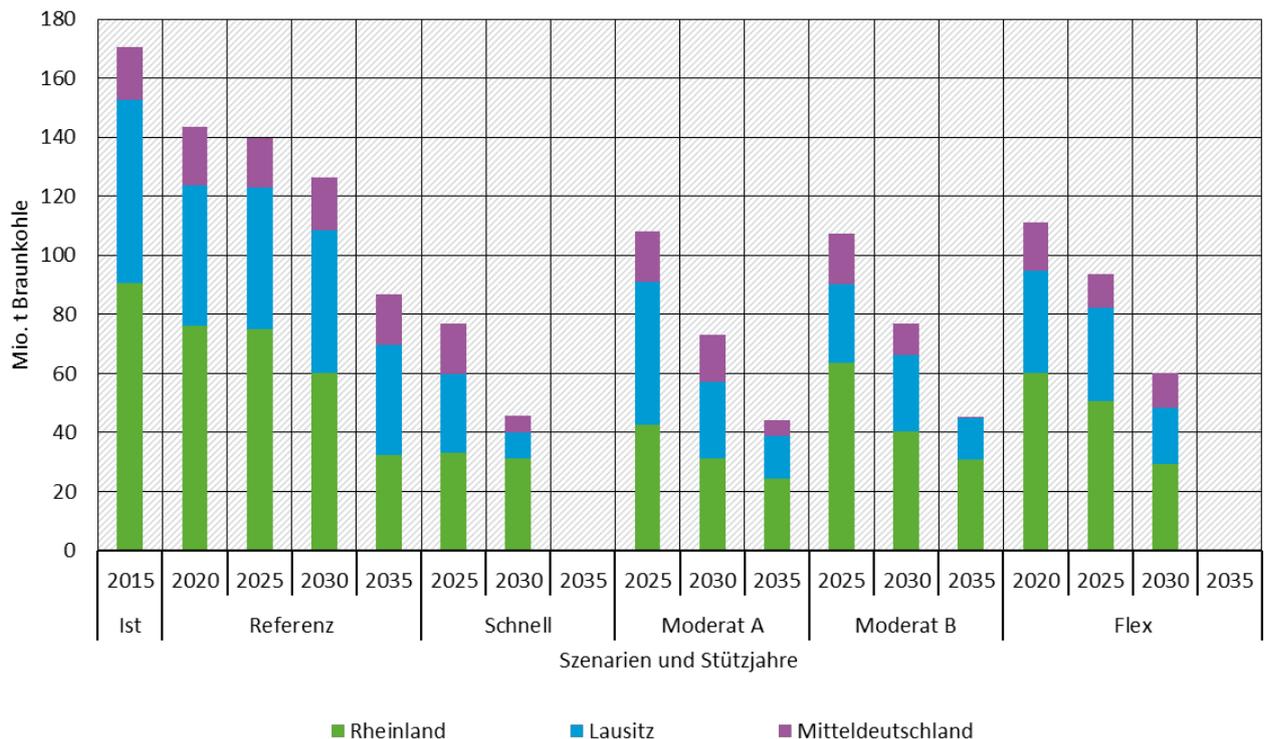
Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von Öko-Institut et al. (2017); Daten siehe Anhang, Tabelle 8-7, S. 248.

### 3.3.2 Braunkohleförderung

Die Höhe der Braunkohleverstromung bedingt direkt die notwendige Förderung, da Braunkohle nur sehr begrenzt gelagert wird. Die Braunkohle wird zumeist direkt aus dem Tagebau in das Kraftwerk transportiert. Aus diesem Grund reduziert sich die Braunkohleförderung mit der gleichen Geschwindigkeit wie die in Kapitel 3.3.1 beschriebenen Brennstoffeinsätze.

Je nach Szenario geht die Förderung von 170 Mio. t (2015) bis 2035 auf 0–87 Mio. t zurück (siehe Abbildung 3-3). **Alle Ausstiegspfade vermeiden den Abbau des Sonderfeldes Mühlrose in der Lausitz**, der im Referenzszenario im Jahre 2035 aufgrund der konstant hohen Fördermengen notwendig wird.

Abbildung 3-3: Braunkohleförderung nach Szenario und Region



Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von Öko-Institut et al. (2017), IWH.

### Referenzentwicklung

In der Referenzentwicklung geht die Braunkohleförderung bis 2020 nur leicht auf 144 Mio. t zurück und bleibt dann bis 2025 mit 141 Mio. t fast konstant. Nach 2025 erfolgt eine leichte Reduktion der Braunkohleförderung, welche sich ab 2030 weiter verstärkt. **Aufgrund der anhaltend hohen Braunkohleverstromung muss ab 2033 das Sonderfeld Mühlrose aufgeschlossen werden.**

### Pfad „Schnell“

Bis 2020 entspricht die Braunkohleförderung der Referenzentwicklung (siehe Abbildung 3-3). Danach weist der Pfad bis 2025 durch die umfangreichen Stilllegungen eine Halbierung der Braunkohleförderung auf 71 Mio. t auf. Zwischen 2025 und 2030 geht insbesondere die Förderung in der Lausitz zurück.

### Pfad „Moderat A“ ohne Gleichverteilung

Der Pfad „Moderat A“ ohne Gleichverteilung weist eine in der Summe nahezu lineare Reduktion der Braunkohleabbauengen auf (siehe Abbildung 3-3). Die jährliche Förderung reduziert sich von 144 Mio. t im Jahr 2020 auf 44 Mio. t im Jahre 2035. Zwischen den Jahren 2020 und 2025 wird die Fördermenge jedoch vor allem im Rheinland reduziert, welches damit einen deutlich größeren Rückgang als Mitteldeutschland oder die Lausitz verzeichnet. Dieser Unterschied ist in den Jahren 2030 und 2035 wesentlich geringer ausgeprägt.

### Pfad „Moderat B“ mit Gleichverteilung

Der Pfad „Moderat B“ mit Gleichverteilung zeigt hingegen eine Reduktion der Förderung in der Lausitz in den Jahren 2020 bis 2030 (siehe Abbildung 3-3), so dass die Förderung in den einzelnen Revieren gleichmäßiger zurückgeht. Die Förderung im Rheinland fällt hier wesentlich langsamer. Die deutschlandweiten jährlichen Fördermengen bleiben nahezu unverändert im Vergleich zur Szenariovariante ohne Gleichverteilung und gehen von 144 Mio. t im Jahr 2020 auf 45 Mio. t im Jahre 2035 zurück.

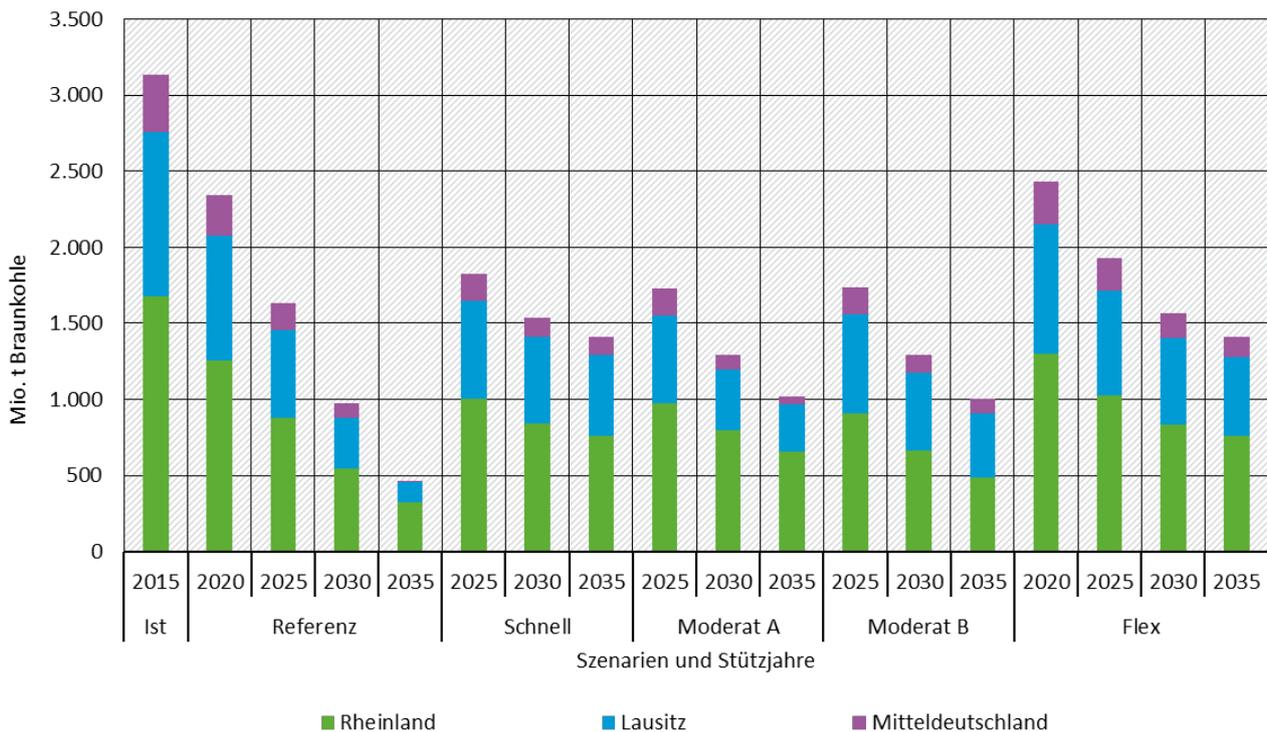
### Pfad „Flex“

Im Pfad „Flex“ erfolgt die schnellste Reduktion zwischen den Jahren 2015 und 2020 (siehe Abbildung 3-3). Wie im Pfad „Schnell“ wird auch im Pfad „Flex“ die Braunkohleförderung bis 2035 eingestellt. Die anfänglich schnelle Reduktion der jährlichen Förderung auf 111 Mio. t bereits im Jahre 2020 (im Gegensatz zu 144 Mio. t im Referenzpfad) ermöglicht jedoch nach 2020 eine langsamere Reduktion der Fördermengen gegenüber dem Pfad „Schnell“.

### 3.3.3 Braunkohlevorräte

Die unterschiedlichen Fördermengen in den Pfaden wirken sich auch auf die verbleibenden Braunkohlevorräte in den Tagebauen der Reviere aus. Abbildung 3-4 gibt eine Übersicht über die in den Revieren vorhandenen Braunkohlevorräte.

Abbildung 3-4: Braunkohlevorräte nach Szenario und Region



Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von Öko-Institut et al. (2017).

Dargestellt sind nur die Vorräte in zugelassenen Rahmenbetriebsplänen zuzüglich des Sonderfelds Mühlrose, für das noch kein Rahmenbetriebsplan vorliegt. Diese Vorräte betragen aktuell etwa 3 Mrd. t Braunkohle. Es wird deutlich, dass in allen Ausstiegsszenarien die Tagebaue mit bereits zugelassenen

Rahmenbetriebsplänen ausreichend Kapazitäten vorweisen und **keine neuen Tagebauflächen benötigt werden**. Lediglich im Referenzpfad (welches die Klimaziele für den Stromsektor nicht einhält), und hier auch erst nach 2030, wird in der Lausitz das Sonderfeld Mühlrose benötigt.

Aufgrund der hohen Braunkohleverstromung gehen im Referenzpfad die Braunkohlevorräte am schnellsten und weitesten zurück. Damit das Sektorziel für die Energiewirtschaft im Jahr 2030 erreicht werden kann, muss ein Großteil der Braunkohlevorräte in der Erde bleiben. Im Jahr 2035 verbleiben im Pfad „Schnell“ und „Flexibel“ noch 1.400 Mio. t an Vorräten, die nicht mehr abgebaut werden. Im Pfad „Moderat A“ und „Moderat B“ werden hingegen bis zu 350 Mio. t mehr gefördert. Die Vorräte im Jahr 2035 betragen dann noch 1.000 Mio. t.

### 3.4 Kerneergebnisse

Auf Basis energiewirtschaftlicher Modellrechnungen werden im Kapitel 3 verschiedene mögliche Entwicklungen der Kohleverstromung aufgezeigt. Dabei werden ein Referenzpfad und vier Ausstiegspfade dargestellt. Basis aller Pfade sind energiewirtschaftliche Modellierungen des europäischen Stromsektors. Bei der Festlegung einer Stilllegungsreihenfolge sind grundsätzlich zwei Varianten möglich (vergleiche z.B. Öko-Institut 2017):

1. **Stilllegung streng nach einem festzulegenden Kriterium** (z.B. **Alter** oder **spezifische Emissionen**), von dem alle MarktteilnehmerInnen gleichermaßen betroffen sind.
2. **Festlegung proportionaler Beiträge aller Beteiligten**. Bei Braunkohle kann das beispielsweise heißen, dass wie bei der Sicherheitsbereitschaft in jedem Revier entsprechend seines Anteils an der Gesamtkapazität in Deutschland stillgelegt wird.

Der Referenzpfad beschreibt die Entwicklung der installierten Leistung der Kraftwerke unter Berücksichtigung der bis Juli 2016 ergriffenen Klimaschutzmaßnahmen. Im ersten Ausstiegspfad („Schnell“) werden Kohlekraftwerke in der Reihenfolge der spezifischen Emissionen stillgelegt; dies betrifft insbesondere ältere Braunkohlekraftwerke. In den Pfaden „Moderat A“ und „Moderat B“ ist Stilllegungskriterium das Anlagenalter, so dass auch Steinkohle- neben den Braunkohlekraftwerken betroffen sind. Variante A dieses Pfades setzt diese Regel strikt um, mit der Folge, dass das Rheinland stärker zu Emissionsminderungen beiträgt, während in Variante B die Stilllegungen zwischen den Regionen ausgeglichen werden, so dass im Ergebnis alle Reviere gleichmäßiger zu Emissionsminderungen beitragen. Im Pfad „Flex“ erfolgt bereits ab 2020 eine Emissionsminderung über eine Reduktion der Vollbenutzungsstunden der Kohlekraftwerke. Dies wird ab dem Jahr 2025 durch Stilllegungen ergänzt. Die Entwicklung der installierten Leistungen in allen Pfaden ist in Tabelle 3-3 dargestellt.

Ziel aller Pfade war die Erreichung des Sektorziels aus dem Klimaschutzplan im Jahr 2030. Zusätzliche Minderungsbeiträge im Jahr 2020 werden im Vergleich zur Referenz nur im Flexibilisierungspfad erreicht. Im Gegensatz zum Referenzpfad, ist es in den Ausstiegspfaden nicht notwendig das Sonderfeld Mühlrose in der Lausitz aufzuschließen.

Tabelle 3-3: Übersicht installierte Leistung Braunkohlekraftwerke in Referenz- und Ausstiegspfaden

|                                  | 2015         | 2020 | 2025 | 2030 | 2035 |
|----------------------------------|--------------|------|------|------|------|
|                                  | GW           |      |      |      |      |
| <b>Referenz</b>                  | 20,7         | 17,8 | 16,7 | 15,6 | 11,3 |
| <b>Schnell</b>                   | wie Referenz |      | 9,2  | 4,9  | 0,0  |
| <b>Moderat A</b>                 | wie Referenz |      | 12,9 | 8,8  | 4,6  |
| <b>Moderat B</b>                 | wie Referenz |      | 12,6 | 9,1  | 4,7  |
| <b>Flex (mit Vbh Begrenzung)</b> | wie Referenz |      | 13,5 | 9,3  | 0,0  |

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von Öko-Institut et al. (2017), Öko-Institut.

## 4 Analyse der makroökonomischen und regionalwirtschaftlichen Effekte des Braunkohleausstiegs

Die Analyse der regionalwirtschaftlichen Effekte der verschiedenen Ausstiegspfade erfolgt auf Basis der Ergebnisse der Strommarktmodellierung, die in Kapitel 3 vorgestellt wurden. Für die Ermittlung der Effekte des Braunkohleausstiegs auf Produktion und Wertschöpfung anderer Sektoren in den Regionen kommen ein **Input-Output-Modell (IOM)** sowie ein **regionalwirtschaftliches makroökonomisches Modell (RWM)** zum Einsatz (zur Kopplung dieser Modelle mit dem Strommarktmodell siehe Kapitel 4.1). Durch die Verwendung verschiedener Modelle, kann die Frage nach den Effekten des Kohleausstiegs aus verschiedenen Blickwinkeln analysiert werden.

In Tabelle 4-1 werden wichtige Eigenschaften beider Modelle gegenübergestellt. Die Modelle greifen auf die Daten der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen für Deutschland zurück. In beiden Modellen ist die Produktion in mehrere Sektoren untergliedert. Aus diesem Grund ist es möglich, direkte, indirekte und einkommensinduzierte Effekte auszuweisen.<sup>18</sup>

Ein wesentlicher Unterschied ist die regionale Betrachtung in den Modellen. Im IOM wird Deutschland insgesamt betrachtet, während das RWM die einzelnen Braunkohleregionen modelliert. Das IOM ist ein statisches Modell, während das RWM ein dynamisches Modell ist. Im RWM wird angenommen, dass Preise und Löhne sich anpassen, während im IOM Preise und Löhne fix sind. Das IOM kann im Gegensatz zum RWM durch explizite Berücksichtigung der Vorleistungen indirekte und einkommensinduzierte Effekte separat ausweisen. Direkte Effekte des Braunkohleausstiegs sind im IOM die Reduktion der Braunkohleförderung und im RWM die Reduktion der Braunkohleförderung und der Braunkohleverstromung. Aus den aufgezählten Unterschieden folgt, dass die Ergebnisse beider Modelle nicht identisch sind und zum Teil deutlich voneinander abweichen können.

Im Folgenden werden die beiden Modelle sowie die hierfür verwendeten Daten detailliert vorgestellt und die ermittelten Effekte auf wichtige wirtschaftliche Kenngrößen diskutiert. Zunächst wird jedoch ein Kernelement skizziert, das für beide Modelle gleichermaßen relevant ist – der demographische Wandel. Dieser führt durch den Rückgang sowie die Alterung der Bevölkerung dazu, dass sich – unabhängig vom Kohleausstieg – die Bevölkerung im erwerbsfähigen Alter und damit das gesamtwirtschaftliche Produktionspotenzial im Zeitverlauf ändern wird. Diese Entwicklung wird im Folgenden als Null-Szenario bezeichnet.

---

<sup>18</sup> Die direkten Effekte treten bei der Kohleproduktion unmittelbar ein. Indirekte Effekte entstehen dadurch, dass zur Kohleproduktion Vorleistungsgüter benötigt werden. Zu deren Produktion werden wiederum Vorleistungen gebraucht usw. Die Summe aus direkten und indirekten Effekten wird als totaler Effekt bezeichnet. Einkommensinduzierte Effekte bezeichnen die totalen Effekte aus direkten und indirekten Effekten in der Einkommensverwendungsphase. Im Abschnitt 4.3.3 werden an Hand eines Beispiels diese unterschiedlichen Effekte erklärt.

Tabelle 4-1: Vergleich Input-Output-Modell und regionalwirtschaftliches makroökonomisches Modell

| Characteristics                                   | Input-Output-Modell               | Regional Macroeconomic Model   |
|---|-----------------------------------|--|
| regions   | Germany                           | lignite coal regions as labour markets   |
| literature  | Brautzsch et al. (2015)           | Schult et al. (2018)   |
| measurement unit for production                   | gross output in Mio. Euro         | real gross value added index (2014=100)  |
| sectors   | 72 product categories             | energy and non-energy sectors according to economic sector classification by national accounts |
| results   | direct, indirect, induced         | direct, indirect, induced  |
| primary data source                               | input-output-tables               | regional economic accounts   |
| secondary data source                             | calculations by Öko-Institute     | calculations by Öko-Institute, Unternehmensregister, Statistik der Kohlenwirtschaft            |
| expectation formation                             | static                            | dynamic (perfect foresight)  |
| goods market                                      | no price adjustment               | prices are determined by supply and demand   |
| labour market                                     | no wage adjustment                | wages are determined by supply and demand  |
| directly affected sector                          | lignite coal mining               | lignite coal mining and power generation   |
| directly affected sector in official statistics   | coal (product group 4)            | lignite coal mining economic sector B<br>lignite coal power generation economic sector D       |
| indirectly affected sectors                       | all                               | not reportable   |
| electricity price effects                         | without electricity price effects | with electricity price effects   |
| changes in coal mining and electricity generation | gross output                      | gross value added  |

Quelle: eigene Darstellung, IWH.

#### 4.1 Kopplung der energiewirtschaftlichen Betrachtung und der ökonomischen Modellierung

Ausgangsbasis des Input-Output-Modells (IOM) und des regionalwirtschaftlichen makroökonomischen Modells (RWM) sind die in Kapitel 3 vorgestellten energiewirtschaftlichen Betrachtungen. Dabei wird an das RWM die Veränderung der Stromproduktion aus Braunkohle übergeben, wohingegen das IOM die Veränderung der Braunkohlefördermengen nutzt. Die Reduktion der Bruttoproduktion der Braunkohle im IOM entspricht der prozentualen Veränderung der Fördermengen, wie sie in Abbildung 3-3 ausgewiesen sind.

In dem Strommarktmodell PowerFlex (vgl. Öko-Institut et al. 2017) ist die in den Pfaden definierte Stilllegung oder Regulierung von Braunkohlekraftwerken zusammen mit den Rahmenbedingungen des Marktes maßgeblich für die Veränderung der installierten Braunkohlekapazitäten und der daraus resultierenden Braunkohleverstromung. Die gesunkene Nettostromerzeugung aus Braunkohlekraftwerken wird an das RWM übergeben.

Das RWM nutzt die berechnete prozentuale Veränderung der Nettostromerzeugung aus Kapitel 3 in den verschiedenen Pfaden zur Berechnung der gesamtwirtschaftlichen Effekte, wie in Abbildung 4-1

dargestellt. Die Stilllegung der Braunkohlekraftwerke führt in dem Modell zu einer Reduktion der Arbeitsproduktivität und somit gehen die reale Bruttowertschöpfung und die Beschäftigtenzahl zurück. Der Energiepreis steigt und führt zu einem Ausbau anderer Energieträger.

Im RWM Modell wird die Arbeitsproduktivität so verändert, dass sich die prozentuale Veränderung der Nettostromerzeugung im RWM und dem PowerFlex Modell maximal um 2% unterscheiden (siehe Tabelle 8-28). Die resultierende Nettostromerzeugung im RWM Modell wird unter der Annahme von monopolistischem Wettbewerb der Firmen, intertemporaler Gewinnmaximierung, Preisanpassungen und endogener Nachfrage ermittelt. Das PowerFlex Modell ermittelt die Nettostromerzeugung unter der Annahme von Kostendeckung und vorgegebener Stromnachfrage. Während das PowerFlex Modell den Energiesektor basierend auf der Emissionsberichterstattung modelliert, basiert das RWM Modell auf der Wirtschaftszweigklassifikation der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen. Diese Systematiken unterscheiden sich grundlegend.

Im PowerFlex Modell wird die Entwicklung der Preise der Energieträger vorgegeben. Die einzelnen Kraftwerke werden im Modell so eingesetzt, dass die Kosten zur Stromerzeugung minimiert werden. Der Kraftwerkseinsatz wird europaweit in stündlicher Auflösung modelliert.

Im Gegensatz zum PowerFlex Modell werden im IOM und RWM im Zeitverlauf keine Preisveränderungen für Energieträger und CO<sub>2</sub> berücksichtigt. Dies betrifft im IOM den Preis für alle Energieträger (Braunkohle, Steinkohle, Erdgas usw.), während im RWM der Preis für Braunkohle endogen bestimmt wird. Basierend auf den konstanten Preisen für andere Energieträger werden im RWM der Preis für Energiegüter (z.B. Strompreise) und der Marktwert der Braunkohle modelliert. Diese Preise sind das Resultat der intertemporalen Gewinnmaximierung der Firmen. Dieses Vorgehen unterscheidet sich daher wesentlich zu dem Vorgehen in der r2b und HWWI (2013) Studie, wo Energiepreise mit einem Strommarktmodell ermittelt und an das allgemeine Gleichgewichtsmodell weitergegeben werden. Die Energiepreiseffekte hängen von den gewählten Instrumenten (Öko-Institut, BET, Klinski 2017) ab zur Erreichung der Klimaschutzziele. In dieser Studie werden die Effekte durch Stilllegungen und Regulierung der Volllaststunden der Braunkohlekraftwerke untersucht. Im RWM haben Firmen Marktmacht, d.h. sie können Preise über den Grenzkosten für Ihre Produkte verlangen. Der Marktwert der Braunkohle in Tabelle 8-30 ist der Strompreis, zu dem die Betreiber der Braunkohlekraftwerke Strom für das öffentliche Netz produzieren. Weil im RWM Modell keine Preisveränderungen für Energieträger und CO<sub>2</sub> berücksichtigt werden, verändern sich die Marktwerte der Braunkohle im Referenzpfad kaum.<sup>19</sup> Im Referenzpfad steigt der Marktwert bis 2025 um 1,8% im Vergleich zum Jahr 2014. Im Pfad „Schnell“ und „Flex“ steigt der Marktwert um ca. 5% bis 2025. Im Pfad „Moderat“ steigt der Marktwert um ca. 3,5%.<sup>20</sup> Die leichten Anstiege des Marktwertes der Braunkohle sind auf die Reduktion der Braunkohleverstromung im Modell zurückzuführen. Dies führt auch zu einem Anstieg der modellierten Preise von Energiegütern. Dieser Anstieg ist aber geringer als der Anstieg der Marktwerte der Braunkohle.

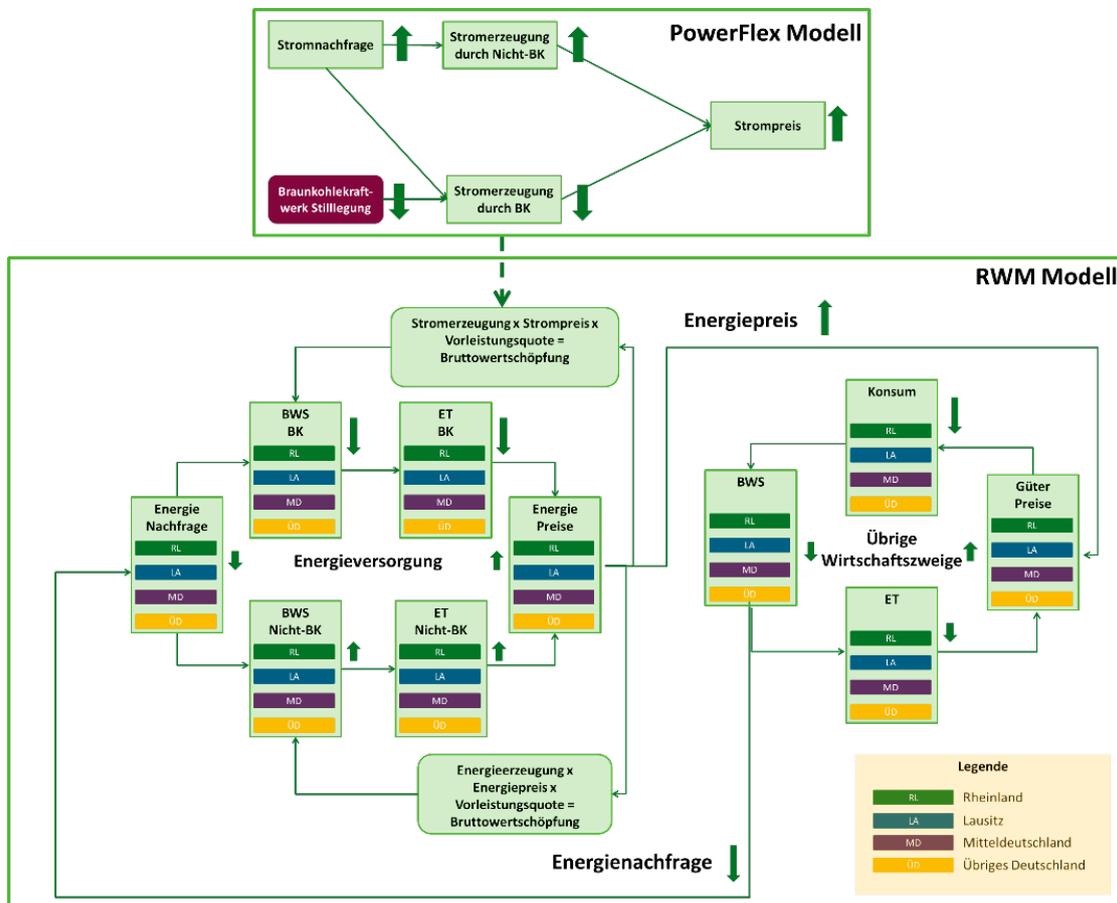
Ein höherer Energiepreis führt im RWM zu einem Anstieg von Güterpreisen in den anderen Wirtschaftszweigen. Höhere Güterpreise führen zu einer niedrigeren Nachfrage nach Gütern und somit zu einer Reduktion der Bruttowertschöpfung und der Anzahl der Beschäftigten. Eine verringerte Anzahl der Beschäftigten führt zu geringeren Arbeitseinkommen, was die Nachfrage nach Gütern reduziert. Firmen reagieren auf die geringere Nachfrage mit niedrigeren Preisen, was den Effekt durch höhere

<sup>19</sup> Die Entwicklung des Preises für Energiegüter und des Marktwertes der Braunkohle im RWM ersetzt daher keine energiewirtschaftlich fundierte Strommarktmodellierung und daraus abgeleiteten Strompreisen.

<sup>20</sup> Die starken Anstiege in den Marktwerten im Jahr 2040 in den Ausstiegsszenarien können nicht mehr als Strompreis interpretiert werden, weil es sich um eine Randlösung handelt. Die Braunkohle spielt dann in der Stromerzeugung keine relevante Rolle mehr.

Energiepreise verringert. Eine geringere Bruttowertschöpfung führt zu einer geringeren Nachfrage nach Strom, was sich wieder auf den Energieversorgungssektor auswirkt.

Abbildung 4-1: Schema der Modellkopplung



Anmerkungen: Die Abkürzungen ET, BK, BWS stehen für Erwerbstätige, Braunkohle und Bruttowertschöpfung. Quelle: eigene Darstellung, IWH.

## 4.2 Null-Szenario

Für die Betrachtung absoluter Erwerbstätigenzahlen im Kontext der Simulationsanalyse ist es notwendig, den demographischen Wandel in Deutschland zu berücksichtigen. Hierzu erfolgt zunächst die Simulation der Effekte, die sich allein durch den Rückgang der erwerbsfähigen Bevölkerung ab 2014 sowie die bereits vollzogene Stilllegung des Tagebaus Helmstedt im Jahr 2016 ergeben.<sup>21</sup>

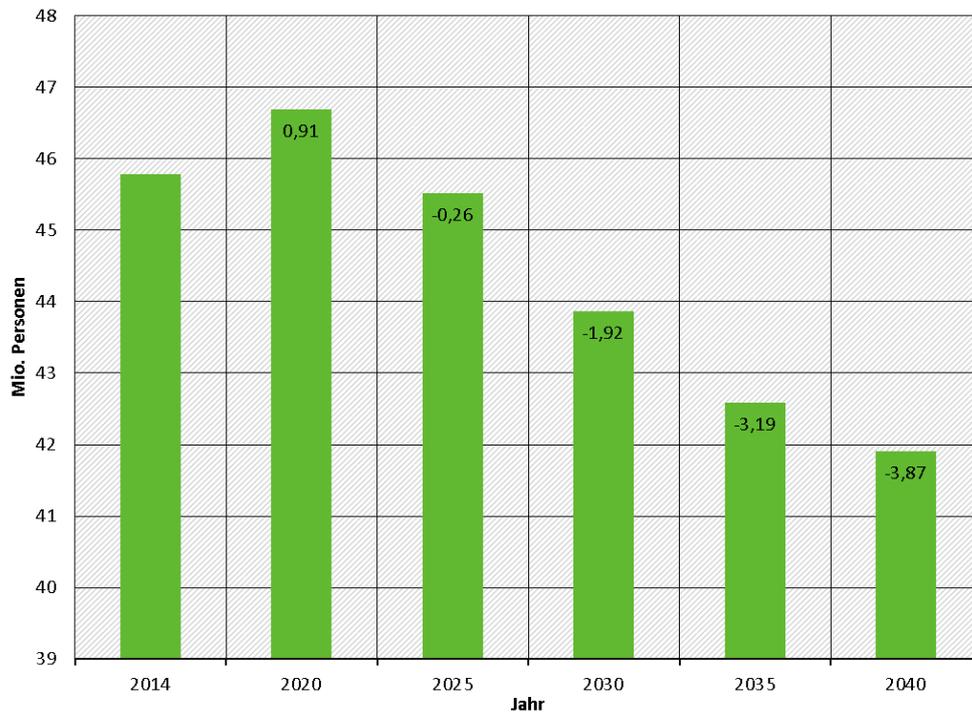
Für die Entwicklung der Anzahl der Erwerbspersonen werden geschlechterspezifische Bevölkerungsvorausberechnungen für die Altersklassen der 15–74 Jährigen und deren Partizipationsquoten am Arbeitsmarkt genutzt.<sup>22</sup> Dabei wird unterstellt, dass die Partizipationsquote Älterer und die Partizipati-

<sup>21</sup> Der Effekt der Schließung von Helmstedt ist vernachlässigbar klein, weil es nur noch eine geringe Anzahl an Erwerbstätigen im Braunkohletagebau gibt. Die Region Helmstedt ist in der Region übriges Deutschland enthalten.

<sup>22</sup> Für die Bevölkerungsprognose nach Altersklassen wird die Baseline-Projektion von Eurostat verwendet (Stand: 19.06.2017). Diese weicht von Projektionen des Statistischen Bundesamtes im Rahmen der 13. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung (Stand 2015) in ihren Annahmen bezüglich der Fertilitäts- und Mortalitätsraten sowie der Migration ab. Für die Partizipationsquoten nach Altersklassen werden Daten der OECD für das Jahr 2015 verwendet (Stand: 09.01.2016).

onsquote der Frauen in den nächsten Jahren weiter steigen. In Abbildung 4-2 ist für Gesamtdeutschland die Entwicklung der Erwerbspersonen dargestellt. Zunächst dürfte – auch bedingt durch die hohe Zuwanderung in der jüngsten Vergangenheit – die Anzahl der Erwerbspersonen bis zum Jahr 2020 auf gut 46 Mio. Personen zunehmen, danach wird sie jedoch langsam abnehmen und im Jahr 2040 etwa 41,5 Mio. Personen umfassen.

Abbildung 4-2: Erwerbspersonen Deutschland



Anmerkungen: Die Zahlen in den Säulen sind die absoluten Veränderungen der Erwerbspersonen in Millionen im Vergleich zum Jahr 2014.

Quellen: Eurostat (2017) und OECD (2017).

Bevölkerungsvorausberechnungen weisen darauf hin, dass es regional unterschiedliche Trends in der Entwicklung der Bevölkerung<sup>23</sup> und der Erwerbspersonen gibt.<sup>24</sup> Diese unterschiedlichen Trends entstehen durch eine Vielzahl von Faktoren. Hier wird vereinfachend unterstellt, dass die erwerbsfähige Bevölkerung in diesen Regionen im Null-Szenario mit gleicher Geschwindigkeit wie in den anderen Regionen schrumpft, was folglich zu konstanten regionalen Anteilen an der Erwerbsbevölkerung führt. Diese Vereinfachung hat keine Auswirkungen auf die darzustellenden Effekte, die sich aus dem Vergleich verschiedener Pfade ergeben. Da der Ausstieg aus der Braunkohle die relative wirtschaftliche

<sup>23</sup> Vgl. auch Bevölkerungsvorausberechnungen des Statistischen Bundesamtes für Flächenländer Ost und West und die Stadtstaaten im Rahmen der Ergebnisse der 13. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung - Aktualisierte Rechnung auf Basis 2015 vom März 2017.

<sup>24</sup> Die Prognosen des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung reichen jedoch nur bis zum Jahr 2035 und werden deswegen nicht genutzt.

Situation in den Braunkohleregionen verändern wird, ist mit potentiellen Wanderungseffekten heutiger und zukünftiger Generationen zu rechnen, die im Null-Szenario nicht enthalten sind, aber in den übrigen Pfaden.

Im Rahmen einer Voranalyse werden die Ergebnisse im Vergleich zum Null-Szenario ausgewiesen. Das Null-Szenario entspricht dem Ist-Zustand, zusätzlich wird aber die demographische Entwicklung berücksichtigt. Das heißt, nur der demographische Wandel führt zu einer Veränderung der absoluten Erwerbstätigenzahlen, nicht aber zu einer Veränderung des Anteils der Erwerbstätigen an den Erwerbspersonen<sup>25</sup>. Zum anderen werden die Ergebnisse der Ausstiegspfade im Vergleich zum Referenzpfad ausgewiesen.

Zusammenfassend werden die Einflussfaktoren auf die Erwerbstätigenentwicklung in den einzelnen Pfaden in Tabelle 4-2 dargestellt.

Tabelle 4-2: Einflussfaktoren auf die Erwerbstätigenanzahl in den Pfaden

| Pfad           | Primärer Zweck  |
|----------------|---|
| Null-Szenario  | Demographischer Wandel  |
| Referenzpfad   | Weiterer Betrieb sowie schrittweise Schließungen von Braunkohlekraftwerken ohne |
| Ausstiegspfade | klimapolitisch bedingte Schließungen bzw. Begrenzung der Stromerzeugung von     |

Quelle: eigene Darstellung, IWH.

Die Erwerbstätigenzahlen für das Jahr 2014 aus Tabelle 2-7 gehen in das RWM Modell als Anteil der Erwerbstätigen an den Erwerbspersonen ein. Für die Rückrechnung der Anteile der Erwerbstätigen an den Erwerbspersonen in Erwerbstätigenzahlen wird die Erwerbspersonenprojektion aus Abbildung 4-2 genutzt.

### 4.3 Analyse der sektoralen Effekte mit dem Input-Output-Modell

Um die unmittelbaren gesamtwirtschaftlichen Effekte des Braunkohleausstiegs zu ermitteln, bietet das offene statische Input-Output-Modell eine geeignete Methode. Dieses Modell gibt einen detaillierten Einblick in die Güterströme und die Produktionsverflechtungen der Volkswirtschaft (Holub, Schnabel 1994). Damit können die direkten und indirekten Effekte des Braunkohleausstiegs auf die Bruttonproduktion<sup>26</sup>, Bruttowertschöpfung<sup>27</sup>, Beschäftigung<sup>28</sup> und Arbeitnehmerentgelte<sup>29</sup> nach Gütergruppen – ohne makroökonomische Rückwirkungen – ermittelt werden. Zudem können die aus dem Einkommenskreislauf resultierenden direkten und indirekten Produktions-, Wertschöpfungs-, Beschäftigungs- und Einkommenseffekte näherungsweise berechnet werden. Diese werden auch als einkommensinduzierte Effekte bezeichnet.<sup>30</sup> Makroökonomische Rückwirkungen, die sich zum Beispiel aus

<sup>25</sup> Die Erwerbspersonen sind die Summe aus Arbeitslosen gemäß BA (2017a) und der Anzahl der Erwerbstätigen.

<sup>26</sup> Die Bruttonproduktion sind alle produzierten Güter und Dienstleistungen einer Gütergruppe, einschließlich des Eigenverbrauchs, bewertet zu Marktpreisen in einer Periode.

<sup>27</sup> Die Bruttowertschöpfung ist die Bruttonproduktion abzüglich der Vorleistungen in einer Periode.

<sup>28</sup> Die Beschäftigung entspricht hier der Anzahl der Erwerbstätigen.

<sup>29</sup> Das Arbeitseinkommen entspricht dem Arbeitnehmerentgelt, welches alle Personalausgaben einer Firma umfasst.

<sup>30</sup> Vgl. hierzu die kritischen Ausführungen des Sachverständigenrates für Umweltfragen (SRU 2017, 24) zu den Ergebnissen von Schätzung der indirekten und einkommensinduzierten Beschäftigungseffekten durch den Braunkohlektor sowie die Kommentare hierzu in RWI (2018, 43f.).

Preisanpassungen ergeben können, bleiben jedoch unberücksichtigt. Für die Abschätzung von regionalen Effekten wären regionale Input-Output-Daten notwendig. Diese liegen jedoch nicht vor, so dass bei den Berechnungen auf die amtliche nationale Input-Output-Tabelle für Deutschland zurückgegriffen werden muss. Damit wird vereinfachend unterstellt, dass in den betroffenen Regionen die gleichen produktionstechnisch bedingten Vorleistungsstrukturen wie in Deutschland insgesamt gelten.<sup>31</sup>

#### **4.3.1 Das Input-Output-Modell zur Berechnung der Effekte des Ausstiegs aus der Braunkohleförderung**

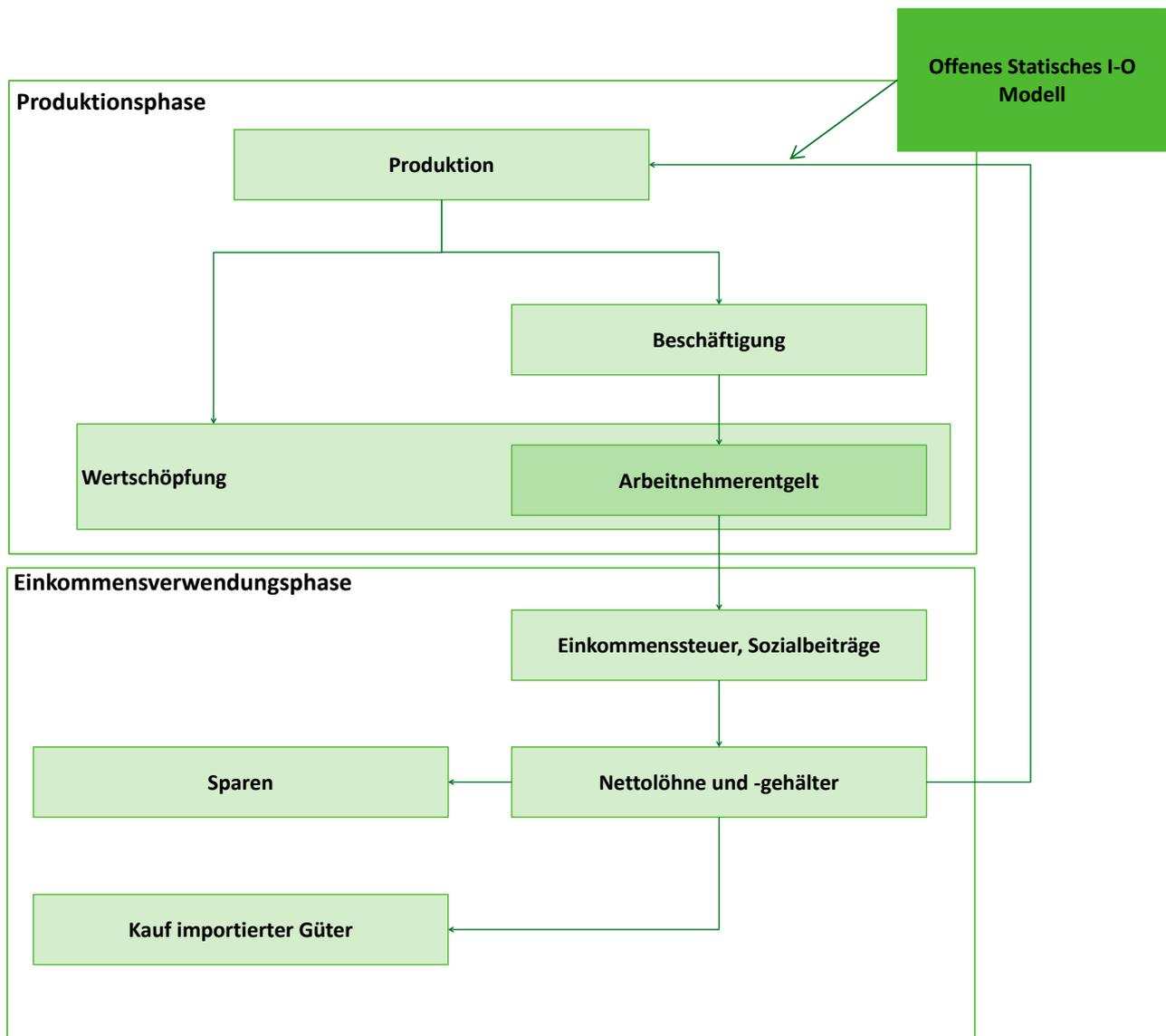
Ausgangspunkt ist das offene statische Input-Output-Modell, mit dem zu einer exogen vorgegebenen letzten Verwendung von Gütern (Nachfrage) die notwendige Bruttonproduktion (Angebot) berechnet wird. Dieser Ansatz wurde auch in einer Studie der Energy Environment Forecast Analysis GmbH & Co. KG (EEFA) verwendet, in der die gesamtwirtschaftliche Bedeutung der Braunkohlenwirtschaft untersucht wurde (vgl. EEFA 2011). Dabei wurde zunächst die Höhe des Nachfrageimpulses der Braunkohlenwirtschaft ermittelt, der sich aus Vorleistungskäufen, Käufen von Investitionsgütern sowie Konsumgüterkäufen der in der Braunkohlenwirtschaft beschäftigten Personen ergibt. Danach wurden mit dem Input-Output-Modell die direkten und die indirekten sowie die aus dem Einkommenskreislauf resultierenden Produktions-, Wertschöpfungs-, Beschäftigungs- sowie Einkommenseffekte ermittelt, die von diesem Nachfrageimpuls induziert werden.

In der vorliegenden Untersuchung wird – ebenso wie in der EEFA-Studie – davon ausgegangen, dass Effekte auf Produktionswert, Bruttowertschöpfung, Beschäftigung und Arbeitnehmerentgelte sowohl in der Phase der Kohleproduktion (Produktionsphase) als auch in der darauffolgenden Phase anfallen, wenn die Beschäftigten Teile ihrer Einkommen für den privaten Konsum ausgeben (Einkommensverwendungsphase) (siehe Abbildung 4-3) (Brautzsch, Ludwig 2003; Brautzsch et al. 2015). Die Produktionsphase umfasst die direkten und die indirekten Effekte. Die Einkommensverwendungsphase die induzierten Effekte. Im Folgenden werden auch die phasenübergreifenden totalen Effekte ausgewiesen. Diese Summe beinhaltet die direkten, die indirekten und die induzierten Beschäftigungseffekte. Da das Ziel der Untersuchung ist, die Effekte des Kohleausstiegs zu ermitteln, wird von einem modifizierten Input-Output-Modell (Miller, Blair 2009, S. 283f.) ausgegangen, bei dem aus dem Rückgang der Kohleproduktion unmittelbar der Rückgang der Produktion in allen anderen Produktionsbereichen berechnet werden kann. Die zu diesen Produktionseffekten gehörenden Wertschöpfungs-, Beschäftigungs- und Einkommenseffekte können bei Verwendung der sektorspezifischen Wertschöpfungsquoten, der Arbeitskoeffizienten bzw. der Arbeitsentgelte je ArbeitnehmerIn ermittelt werden. Zudem werden die über die Verwendung der Arbeitseinkommen induzierten Produktions-, Wertschöpfungs-, Beschäftigungs- und Einkommenseffekte berechnet.

---

<sup>31</sup> Zur Regionalisierung der Effekte vgl. Kapitel 4.4.

Abbildung 4-3: Grundstruktur des IOM-Modells



Quelle: Basiert auf Brautzsch et al. (2015).

### 4.3.2 Daten und Annahmen

Die Berechnungen beruhen auf der Input-Output-Tabelle für das Jahr 2013. Diese umfasst 72 Güter- bzw. Produktionsbereiche. Darunter befindet sich der Sektor „Kohle“.<sup>32</sup> Dabei ist zu beachten, dass es sich hierbei um eine gütermäßige Abgrenzung der Sektoren handelt, während in vielen anderen Produktionsstatistiken eine Abgrenzung unter institutionellen Gesichtspunkten erfolgt.

In der Input-Output-Tabelle sind für den Sektor Kohle wichtige Eckgrößen enthalten, die Ausgangspunkt der Berechnungen sind. Im Einzelnen zählen hierzu der Produktionswert, die Bruttowertschöpfung, die Arbeitnehmerentgelte sowie die Zahl der Erwerbstätigen bzw. Beschäftigten. Diese Eckwerte werden auf der Grundlage von Angaben der VGR fortgeschrieben. Da in der Input-Output-Tabelle nur der Sektor Kohle insgesamt ausgewiesen ist, werden die Eckgrößen für die Braunkohlenförderung auf

<sup>32</sup> Ein differenzierter Ausweis von Steinkohle und Braunkohle erfolgt nicht.

der Grundlage der vom Statistischen Bundesamt im „Jahresbericht für Betriebe - Arbeitsunterlage“ veröffentlichten Daten für den Steinkohlen- bzw. Braunkohlenbergbau berechnet. So kann aus dieser Arbeitsunterlage der Anteil des Braunkohlebergbaus am gesamten Kohlebergbau hinsichtlich Beschäftigung, Bruttoproduktion und Arbeitnehmerentgelt ermittelt werden. Für das Jahr 2014 betrug beispielsweise der Anteil der Braunkohlenförderung am Umsatz der Kohleförderung ca. 73%, der Bruttoumsatz beträgt also 2,5 Mrd. €. Dieser Anteil wird zur Berechnung des Bruttoproduktionswertes des Sektors Braunkohle verwendet.

Für den Simulationszeitraum wird die Entwicklung der Produktion von Braunkohle entsprechend der aus dem Kapitel 3.2 stammenden Angaben zur Entwicklung des Brennstoffeinsatzes von Braunkohle abgeleitet.<sup>33</sup> In Abbildung 4-4 sind die Entwicklung der – am Brennstoffeinsatz gemessenen – Braunkohleproduktion in den sechs analysierten Pfaden angegeben. Der Bruttoproduktionswert wird ausgehend vom Jahr 2014 prozentual entsprechend der Braunkohleförderung in den analysierten Pfaden abgeschmolzen. Dabei wird davon ausgegangen, dass der Preis pro Einheit Braunkohle im gesamten Simulationszeitraum dem Preis des Jahres 2014 entspricht.

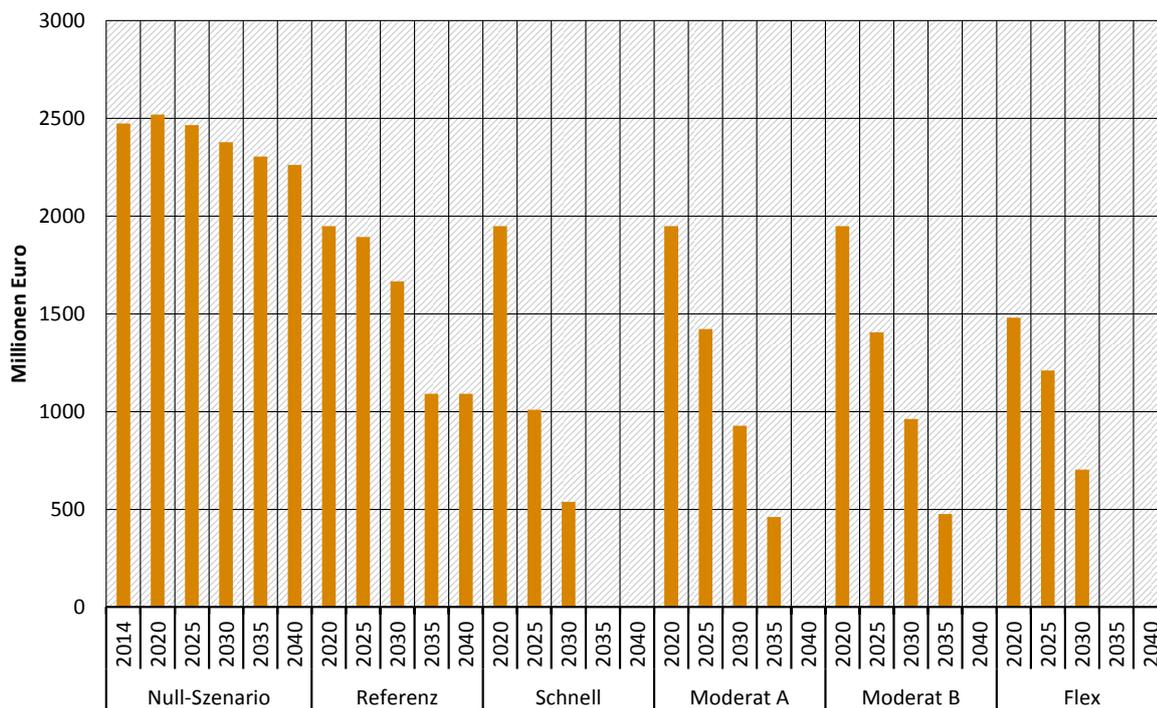
Die Berechnungen basieren auf mehreren zentralen Annahmen:

- a) Im gesamten Analysezeitraum bleibt der Anteil der Vorleistungen am Produktionswert sowie die gütermäßige Zusammensetzung der Vorleistungen konstant.
- b) Die gesamtwirtschaftlichen Effekte des Kohleausstiegs werden für alle Pfade für je zwei verschiedene Produktivitätsannahmen berechnet: Die erste Produktivitätsannahme geht davon aus, dass sich im Simulationszeitraum in allen Sektoren die Arbeitsproduktivität entsprechend der durchschnittlichen Veränderungsrate des Zeitraumes 1995 bis 2014 entwickeln. Diese wird im Folgenden als „Produktivitätsannahme Fortschreibung“ bezeichnet. Bei der zweiten (alternativen) Produktivitätsannahme wird davon ausgegangen, dass die Produktivität im Produktionsbereich Kohle im gesamten Simulationszeitraum konstant bleibt. Für alle anderen Sektoren wird – wie bei der ersten Produktivitätsannahme – die Arbeitsproduktivität mit der Veränderungsrate des Zeitraumes 1995 bis 2014 fortgeschrieben. Diese wird im Folgenden „Produktivitätsannahme Konstanz“ genannt. Mit dieser alternativen Annahme soll die Sensitivität der Berechnungen hinsichtlich der Produktivitätsannahme sichtbar gemacht werden.
- c) Bei der Berechnung der einkommensinduzierten Effekte wird unterstellt, dass sich die Arbeitnehmerentgelte je Beschäftigten in allen Sektoren im Simulationszeitraum entsprechend der durchschnittlichen Veränderungsrate des Zeitraumes 1995 bis 2014 entwickeln.

---

<sup>33</sup> Da die Steinkohleförderung im Jahr 2018 eingestellt werden soll, entspricht im Zeitraum danach die Entwicklung der Produktion im Sektor Kohle der Entwicklung im Sektor Braunkohle.

Abbildung 4-4: Annahme über Entwicklung der Bruttoproduktion der Braunkohleförderung



Quellen: Statistisches Bundesamt (2017e), eigene Berechnungen, IWH.

### 4.3.3 Exkurs: Zur Berechnung direkter, indirekter und einkommensinduzierter Effekte

In der vorliegenden Untersuchung werden sowohl für die Produktionsphase als auch für die Einkommensverwendungsphase direkte, indirekte und totale Effekte auf Produktion, Wertschöpfung, Beschäftigung und Arbeitnehmerentgelte unterschieden. Diese Begriffe werden im Folgenden am Beispiel des Pfades „Schnell“ für das Jahr 2020 (Produktivitätsannahme: Konstanz) erläutert. Die Ergebnisse sind in Tabelle 4-2 dargestellt. Diese sind mit den in der Tabelle 8-15 dargestellten Ergebnissen identisch.

Betrachtet man zunächst die *Produktionsphase*, also die unmittelbare Braunkohleförderung, so beträgt im betrachteten Beispiel der Bruttoproduktionswert, d.h. der direkte Produktionseffekt, 1 949 Mio. Euro. Für diese Bruttoproduktion werden Vorleistungsgüter benötigt. Zu deren Produktion werden wiederum Vorleistungen gebraucht usw. Diese indirekten Produktionseffekte der Braunkohlenproduktion belaufen sich auf insgesamt 1.898 Mio. Euro. Die Summe von direkten und indirekten Produktionseffekten – der totale Produktionseffekt – beträgt im betrachteten Beispiel 3.846 Mio. Euro. Der vom IOM-Modell ermittelte Produktionsmultiplikator, das Verhältnis von totalem Produktionseffekt zum direkten Produktionseffekt, beträgt 2,0. Mit Hilfe der sektoralen Wertschöpfungsquoten, der Arbeitskoeffizienten sowie der Arbeitnehmerentgelte je ArbeitnehmerIn können die entsprechenden direkten, indirekten und totalen Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte sowie die Effekte auf die Arbeitnehmerentgelte und damit die entsprechenden Multiplikatoren berechnet werden. Ein Vergleich der Multiplikatoren mit der bisherigen Literatur erfolgt in Abschnitt 4.3.5.

Tabelle 4-3: Effekte der Braunkohleförderung im Pfad „Schnell“ (Produktivitätsannahme: Konstanz) im Jahr 2020

|      |   |            | Produktions-Phase | Einkommensverwendungsphase | Phasenübergreifender Gesamteffekt |
|------|---|------------|-------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| [1]  | Direkter Produktionseffekt                  | Mio. Euro  | 1.949             | 662                        |                                   |
| [2]  | Indirekter Produktionseffekt                | Mio. Euro  | 1.898             | 337                        |                                   |
| [3]  | <i>Total ([3]=[1]+[2])</i>                  | Mio. Euro  | 3.846             | 998                        | 4.845                             |
| [4]  | Direkter Wertschöpfungseffekt               | Mio. Euro  | 650               | 347                        |                                   |
| [5]  | Indirekter Wertschöpfungseffekt             | Mio. Euro  | 823               | 166                        |                                   |
| [6]  | <i>Total ([6]=[4]+[5])</i>                  | Mio. Euro  | 1.473             | 513                        | 1.985                             |
| [7]  | Direkter Beschäftigungseffekt               | 1000 Pers. | 13,0              | 5,4                        |                                   |
| [8]  | Indirekter Beschäftigungseffekt             | 1000 Pers. | 11,4              | 2,4                        |                                   |
| [9]  | <i>Total ([9]=[7]+[8])</i>                  | 1000 Pers. | 24,4              | 7,7                        | 32,1                              |
| [10] | Direkter Effekt auf Arbeitnehmerentgelte    | Mio. Euro  | 1.134             | 160                        |                                   |
| [11] | Indirekter Effekt auf Arbeitnehmerentgelte  | Mio. Euro  | 537               | 98                         | 1.929                             |
| [12] | <i>Total ([12]=[10]+[11])</i>               | Mio. Euro  | 1.671             | 258                        |                                   |
|      | <i>Multiplikatoren</i>                      |            |                   |                            |                                   |
| [13] | <i>Produktion ([13]=[3]/[1])</i>            |            | 2,0               | 1,5                        | 2,5                               |
| [14] | <i>Wertschöpfung ([14]=[6]/[4])</i>         |            | 2,3               | 1,5                        | 3,1                               |
| [15] | <i>Beschäftigung ([15]=[9]/[7])</i>         |            | 1,9               | 1,4                        | 2,5                               |
| [16] | <i>Arbeitnehmerentgelte [16]=[12]/[10])</i> |            | 1,5               | 1,6                        | 1,7                               |

Quellen: Statistisches Bundesamt und eigene Berechnungen (vgl. Tabelle 8-13).

Die Effekte in der *Einkommensphase* setzen an den Effekten auf die Arbeitnehmerentgelte in der Produktionsphase an und werden als einkommensinduziert bezeichnet. Der für den Kauf von einheimischen Konsumgütern verwendete Teil der Arbeitnehmerentgelte führt unmittelbar (d.h. direkt) zu einer Zunahme der Bruttonproduktion. Die daraus abgeleiteten Effekte werden entsprechend der Vorgehensweise für die Produktionsphase berechnet. Die *phasenübergreifenden Effekte* ergeben sich als Summe der Effekte der Produktionsphase und der Einkommensverwendungsphase. Die Multiplikatoren beziehen sich auf die direkten Effekte in der Produktionsphase, also der direkten Effekte in der Braunkohleproduktion.

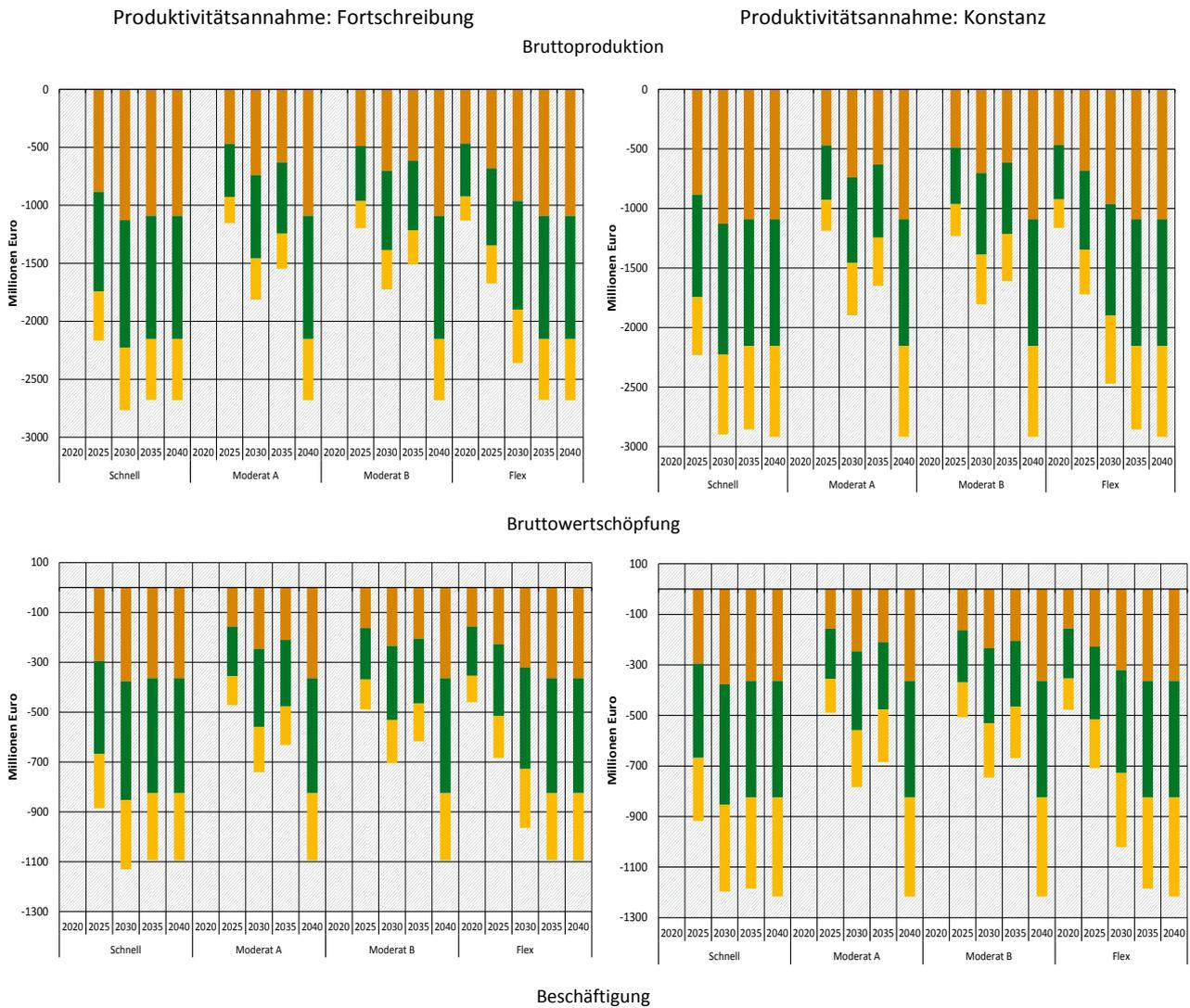
Die mit dem IOM berechneten Multiplikatoren beziehen sich auf Deutschland insgesamt. Eine Übertragung auf einzelne Regionen ist deshalb nur unter der Annahme möglich, dass die Produktions- und Einkommensverwendungsbedingungen in den Regionen gleich sind.

#### 4.3.4 Ergebnisse

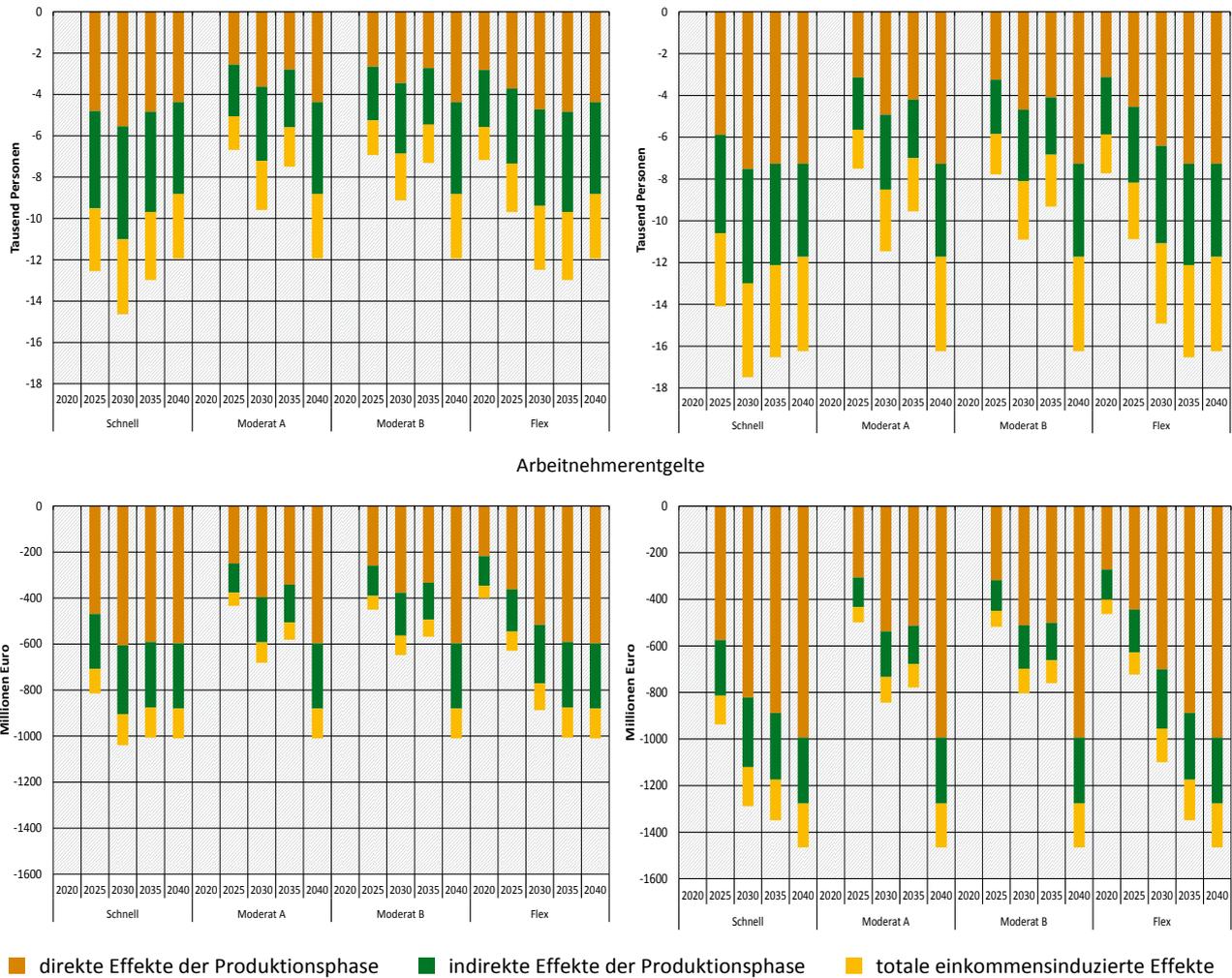
Die Entwicklung von Produktion, Wertschöpfung, Beschäftigung und Arbeitnehmerentgelten für die einzelnen Pfade sind in Tabelle 8-10 bis Tabelle 8-26 angegeben. Die Effekte des Kohleausstiegs ergeben sich als Differenz der totalen phasenübergreifenden Effekte zwischen dem Referenzpfad und den jeweiligen Pfaden. Diese sind in Abbildung 4-5 dargestellt, wobei auf der linken Seite die Ergebnisse

für die Produktivitätsannahme Fortschreibung und auf der rechten Seite die Ergebnisse für die Produktionsannahme Konstanz abgebildet sind.<sup>34</sup>

Abbildung 4-5: Differenz der phasenübergreifenden totalen Effekte für das jeweilige Jahr gegenüber dem Referenzpfad



<sup>34</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 8-22 und Tabelle 8-23.



Anmerkung: Die Angaben zum Produktionswert, zur Bruttowertschöpfung sowie zu den Arbeitnehmerentgelten sind in jeweiligen Preisen.

Quellen: Statistisches Bundesamt (2017e), eigene Berechnungen, IWH.

Zu den zentralen Ergebnissen der Analyse zählen die Folgenden:

- ▶ Erwartungsgemäß zeigen sich die größten Effekte im Pfad „Schnell“, der Pfad mit dem frühesten und schnellsten Ausstieg aus der Braunkohleförderung. Unter der Produktivitätsannahme Fortschreibung dürfte in diesem Pfad bereits zwischen den Jahren 2014 und 2025 mit einem klimapolitisch bedingten Rückgang der Bruttowertschöpfung um etwa 900 Millionen Euro und bis zum Jahr 2030 um ca. 1.100 Millionen Euro zu rechnen sein. Dies entspricht einem Rückgang von etwa 60% bzw. 80% gegenüber 2014. Bei den Erwerbstätigen wird im Pfad „Schnell“ zwischen dem Jahr 2014 bis zum Jahr 2025 ein zusätzlicher Rückgang um 12.000 Personen bzw. bis zum Jahr 2030 um 14.600 Personen berechnet.<sup>35</sup>
- ▶ Der überwiegende Anteil an den phasenübergreifenden Effekten entfällt auf die Produktionsphase. Etwa vier Fünftel der Produktionseffekte und drei Viertel der Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte hängen unmittelbar mit der Braunkohleproduktion und den durch sie induzierten

<sup>35</sup> Vgl. hierzu im Anhang Tabelle 8-10 bis Tabelle 8-21.

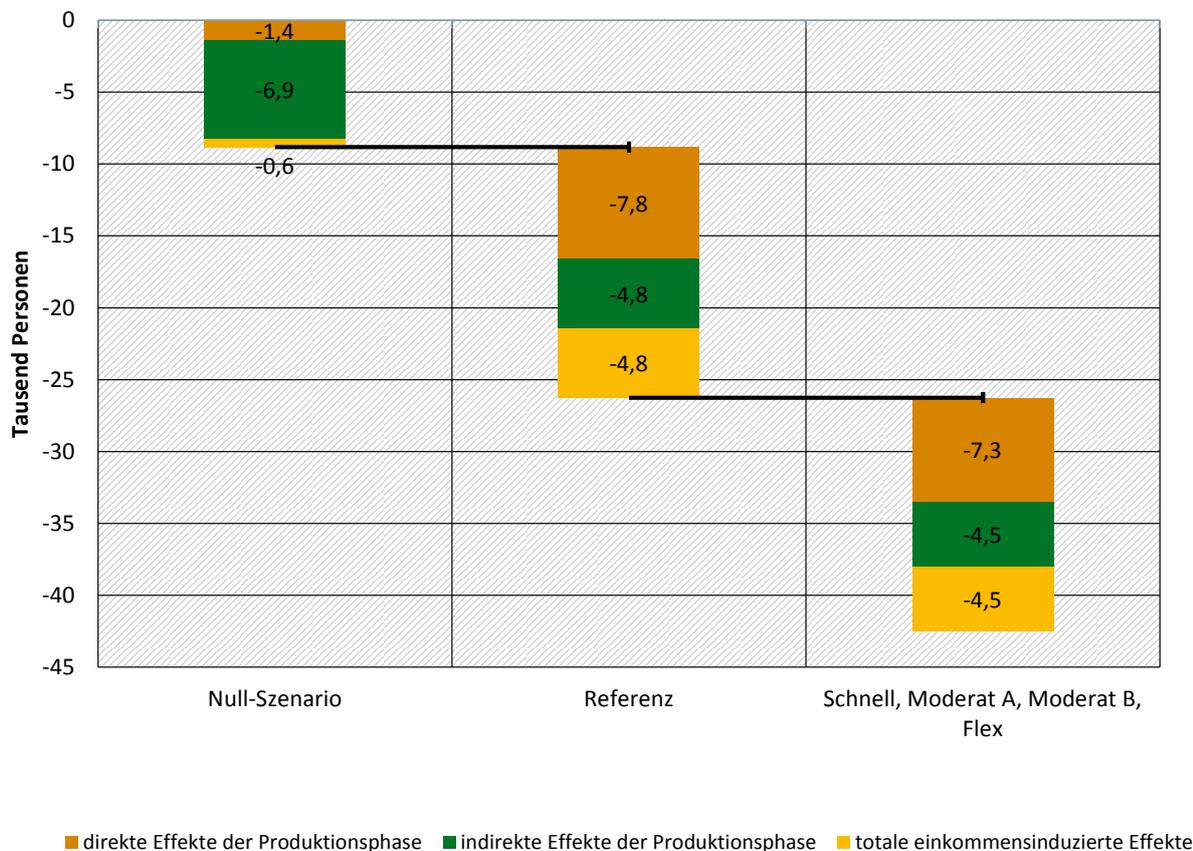
Vorleistungskäufen zusammen. Bei den Effekten auf die Arbeitnehmerentgelte sind es sogar über 85%. Die Einkommensverwendungsphase hat damit einen deutlich geringeren Einfluss.

- ▶ Betrachtet man zunächst die Produktionsphase, so ist hervorzuheben, dass das Verhältnis des direkten zum totalen Produktionseffekt – der sogenannte Produktionsmultiplikator – 2,0 beträgt (siehe Tabelle 8-10 bis Tabelle 8-21 im Anhang). Damit kommt zum direkten Effekt, der der Kohleförderung entspricht, ein gleich großer indirekter Effekt hinzu. Dieser indirekte Effekt resultiert aus den Käufen von Vorleistungsgütern für die Kohleförderung. Dieser Produktionsmultiplikator ist im Zeitablauf und bei allen betrachteten Pfaden gleich, da von einer konstanten Produktionsstruktur ausgegangen wird. Der Wertschöpfungsmultiplikator liegt mit 2,3 höher, da ein großer Teil der für die Kohleförderung notwendigen Vorleistungsgüter wertschöpfungsintensiver hergestellt wird als die Kohle selbst. Die Beschäftigungsmultiplikatoren liegen je nach Produktivitätsannahme zwischen 1,7 und 2,0. Die Multiplikatoren für die Arbeitnehmerentgelte liegen zwischen 1,4 bis 1,5. Die relativ geringe Höhe dieser Multiplikatoren hängt damit zusammen, dass die Arbeitnehmerentgelte je Beschäftigten bei der Kohleförderung deutlich höher sind als im gesamtwirtschaftlichen Durchschnitt.
- ▶ In der Einkommensverwendungsphase beträgt der Produktionsmultiplikator 1,5 und ist damit kleiner als der entsprechende Multiplikator in der Produktionsphase, wo dieser 2,0 beträgt. Damit stoßen die für den Konsum der privaten Haushalte produzierten Güter weniger Produktion an als die Kohleförderung.<sup>36</sup> Auch die Wertschöpfungs- und Beschäftigungsmultiplikatoren fallen geringer aus.
- ▶ Phasenübergreifend liegt der Produktionsmultiplikator bei 2,5 bis 2,6. Das bedeutet, dass der Rückgang der Kohleförderung um 1000 Euro zu einem weiteren Rückgang der Produktion von 1.500 bis 1.600 Euro führt. Der Wertschöpfungsmultiplikator liegt noch deutlich höher. Der Beschäftigungsmultiplikator differiert je nach Produktivitätsannahme und liegt zwischen 2,3 und 2,6.
- ▶ Der Braunkohleausstieg erreicht über den Vorleistungsbezug bzw. den Einkommenskreislauf alle Produktionsbereiche. Der Einfluss ist dabei jedoch unterschiedlich stark. Am Beispiel des Pfades „Schnell“ – dem Pfad mit dem schnellsten Kohleausstieg – soll dies exemplarisch gezeigt werden. In Tabelle 8-24 und Tabelle 8-25 im Anhang sind für den Referenzpfad bzw. den Pfad „Schnell“ die Wertschöpfungseffekte des Kohleausstiegs nach Gütergruppen angegeben. Es zeigt sich zunächst, dass die Wertschöpfung in allen Gütergruppen von der Kohleproduktion betroffen ist. Den größten Anteil haben dabei die Gütergruppen „Bergbauerzeugnisse, Steine und Erden, Energie- und Wasserversorgung“ und „Erzeugnisse des Verarbeitenden Gewerbes“. In der Tabelle 8-26 im Anhang sind die Differenzen zwischen beiden Pfaden angegeben. Bei dem – im Vergleich zum Referenzpfad – schnelleren Kohleausstieg entfallen etwa zwei Fünftel des stärkeren Rückgangs der Wertschöpfung auf die Gütergruppe „Bergbauerzeugnisse, Steine und Erden, Energie- und Wasserversorgung“ und etwa ein Sechstel auf „Erzeugnisse des Verarbeitenden Gewerbes“.

Zur Einordnung der gesamtwirtschaftlichen Effekte des Braunkohleausstiegs kann auch die folgende vereinfachte Rechnung beitragen: Unter der (unrealistischen) Annahme, dass die Braunkohleförderung in Höhe von knapp 2,5 Milliarden Euro binnen eines Jahres vollständig eingestellt wird, würde der (totale) Rückgang des gesamtwirtschaftlichen Produktionswertes ca. 6,1 Milliarden Euro betragen. Dies entspricht 0,1% des Produktionswertes des Jahres 2014. Der Rückgang der Bruttowertschöpfung in Höhe von etwa 2,5 Milliarden Euro würde zu einer Verringerung der gesamtwirtschaftlichen Bruttowertschöpfung um 0,1% führen. Die Zahl der Erwerbstätigen würde um ca. 42.000 Personen sinken; dies sind etwa 0,1% der gesamtwirtschaftlichen Beschäftigung.

<sup>36</sup> Die Zurechnung induzierte Beschäftigungseffekte ist methodisch umstritten vgl. Kluge et al. (2014).

Abbildung 4-6: Direkte, indirekte und einkommensinduzierte Beschäftigungseffekte bei sofortigem Eintreten der Braunkohleförderung wie im Jahr 2040 im Vergleich zum Jahr 2014 (Produktivitätsannahme: Konstanz)



Quellen: Statistisches Bundesamt (2017e), eigene Berechnungen, IWH.

Die Beschäftigungseffekte, die in den verschiedenen Szenarien auftreten, ergeben sich aus der Differenz zwischen den direkt, indirekt und induzierten Beschäftigten im Jahr 2040 und im Jahr 2014. Die Beschäftigung wird in den Ausstiegsszenarien im Jahr 2040 auf Grund der Einstellung der Braunkohleförderung Null betragen. Abbildung 4-6 zeigt, dass das Null-Szenario allein durch die demographische Entwicklung zu einem Beschäftigungsabbau von 8.900 Personen gegenüber dem Jahr 2014 führt. Eine zusätzliche Reduktion der Braunkohleförderung auf das Niveau im Referenzpfad im Jahr 2040 würde den Beschäftigungsabbau auf 26.300 Personen erhöhen.

#### 4.3.5 Diskussion der Ergebnisse

Mit Hilfe des Input-Output-Modells können die gesamtwirtschaftlichen Effekte des Kohleausstiegs ermittelt werden, die nicht nur die direkten, sondern auch die über den Vorleistungskreislauf angestoßenen indirekten Effekte sowie die durch die Ausgaben der zusätzlichen Arbeitseinkommen induzierten direkten und indirekten Effekte auf Produktion, Wertschöpfung, Beschäftigung und Arbeitnehmerentgelte umfassen.

Die hier vorgestellten Ergebnisse der Modellrechnungen werden maßgeblich von den Annahmen bestimmt, die dem Input-Output-Modell generell zugrunde liegen. Dabei ist zu beachten, dass jede der insgesamt 72 Gütergruppen bzw. Produktionsbereiche in der Input-Output-Tabelle einen Güter- und Technologie-Mix repräsentiert. Dabei wird unterstellt, dass in jedem Bereich eine „Durchschnittstech-

nologie“ zur Anwendung kommt.<sup>37</sup> Diese Durchschnittstechnologie entspricht einem bestimmten Faktoreinsatzverhältnis. Damit wird unterstellt, dass alle Hersteller einer Gütergruppe mit einem identischen Faktoreinsatzverhältnis produzieren.

Bei der vorgestellten Herangehensweise bleiben einige Effekte unberücksichtigt. So verringern sich durch den Kohleausstieg nicht nur die Arbeitnehmerentgelte, sondern auch die Unternehmens- und Vermögenseinkommen.<sup>38</sup> Der Einfluss der durch den Kohleausstieg direkt und indirekt reduzierten Gewinneinkommen auf die Investitionstätigkeit und damit auf das gesamtwirtschaftliche Beschäftigungsniveau kann jedoch im Rahmen des offenen statischen Input-Output-Modells nicht analysiert werden.<sup>39</sup>

In dem hier verwendeten Modellansatz werden die Effekte in den produktionstechnologisch „nachfolgenden“ Verarbeitungsstufen nicht berücksichtigt. Dies betrifft insbesondere die Stromerzeugung aus Braunkohle. Diese auf dem Einsatz von Braunkohle basierenden Kapazitäten werden nach und nach stillgelegt. Allerdings werden zur Sicherstellung der Stromversorgung Kapazitäten aufgebaut werden, die auf anderen Energieträgern beruhen. Die damit verbundenen Effekte auf Produktion, Wertschöpfung und Beschäftigung stehen den Effekten aus dem Abbau von Kraftwerkskapazitäten der Braunkohleleistung gegenüber. Die Effekte, die aus dem Aufbau von – auf anderen Energieträgern beruhenden – neuen Kapazitäten resultieren, werden im Rahmen der Input-Output-Analyse nicht berücksichtigt.

Zur Beurteilung der Ergebnisse des IOM können Vergleiche mit anderen Input-Output-Studien herangezogen werden, in denen auch direkte und einkommensinduzierte Effekte der Braunkohlenwirtschaft ermittelt wurden.<sup>40</sup> Für das Jahr 2009 hat EEFA (2011) für die Braunkohlenwirtschaft insgesamt (Tagebaue, Kraftwerke, Veredlung) Beschäftigungsmultiplikatoren ermittelt, wobei auch die durch Investitionen ausgelösten Impulse berücksichtigt wurden. Betrachtet man nur die Tagebaue und lässt die auf die Investitionstätigkeit zurückzuführenden Effekte unberücksichtigt, so ergibt sich hier ein totaler Beschäftigungsmultiplikator von 2,1. Das RWI (2018) ermittelte für den gesamten Sektor Braunkohlentagebaue und -kraftwerke für das Jahr 2016 einen totalen Beschäftigungsmultiplikator von 2,8. Bei der Berechnung dieses Multiplikators wurden jedoch auch die Beschäftigungseffekte durch Investitionen berücksichtigt. Ohne Investitionen beträgt der Multiplikator 2,4 und entspricht dem im Rahmen der vorliegenden Studie ermittelten Multiplikator.

#### **4.4 Analyse der regionalen Effekte der Braunkohlenutzung mit dem regionalwirtschaftlichen makroökonomischen Modell**

Für die Analyse kommt ein Modell auf Ebene der Braunkohleregionen zum Einsatz, das die gesamtwirtschaftliche Entwicklung in Deutschland insgesamt konsistent abbildet und somit auch überregionale Effekte berücksichtigt. Das Modell ist eine Weiterentwicklung des makroökonomischen

<sup>37</sup> Im Input-Output-Modell repräsentieren die Elemente jeder Spalte die „Durchschnittstechnologie“, die zur Produktion der entsprechenden Gütergruppe angewendet wird.

<sup>38</sup> Bei den Berechnungen wurde wie erwähnt berücksichtigt, dass die Selbstständigen (einschließlich der mithelfenden Familienangehörigen) ein durchschnittliches Einkommen in Höhe des durchschnittlichen Verdienstes der abhängig Beschäftigten in der jeweiligen Branche erzielen. Dadurch ist die (fiktive) Entlohnung der Selbstständigen erfasst.

<sup>39</sup> Die Reserven in genehmigten Braunkohlenplänen betragen Ende 2015 insgesamt rund 4,2 Mrd. t Braunkohle. Dies entspricht bei konstanter Förderung einer statischen Reichweite von 23 Jahren (siehe Kapitel 2.2). Nur wenn es weitere Genehmigungen zur Förderung der Braunkohlereserven gibt, könnten die Tagebaue über das Jahr 2038 hinaus weiter betrieben werden.

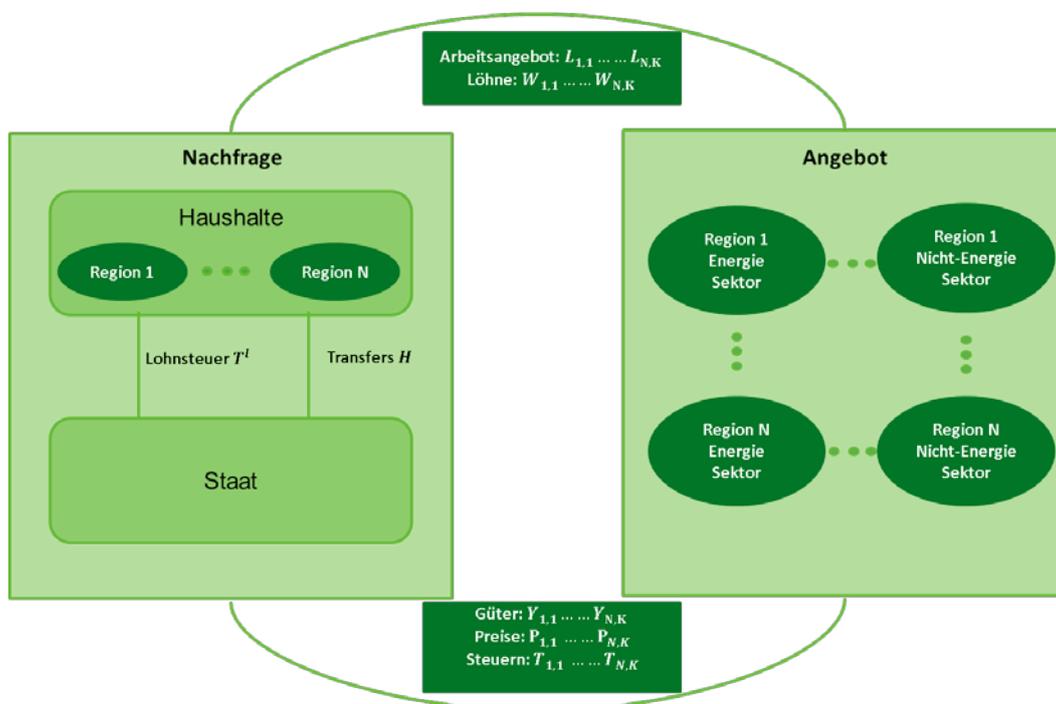
<sup>40</sup> Vgl. hierzu den Literaturüberblick in: Öko-Institut (2017b).

Deutschland-Modells (Scheufele 2008; Scheufele 2009; IWH 2011; IWH und Kiel Economics 2015) des IWH und des IWH Federal-Long-Run Model, das für Analysen auf Bundesländerebene verwendet wird (Holtemöller et al. 2011). Es handelt sich um ein dynamisches allgemeines Gleichgewichtsmodell, in dem sowohl die Angebots- als auch die Nachfrageseite modelliert werden. Die Entstehungsseite, der Arbeitsmarkt, die Löhne, die Preise und das Produktionspotenzial werden auf regionaler Ebene abgebildet. Für jeden Pfad wird die Übergangsphase von einem kurzfristigen zu einem langfristigen Gleichgewicht simuliert.<sup>41</sup>

#### 4.4.1 Das regionalwirtschaftliche makroökonomische Modell

Im Modell werden insgesamt vier Regionen betrachtet: Die drei Braunkohleregionen Mitteldeutschland, Lausitz, Rheinland und als Aggregat die übrigen Regionen von Deutschland. Die Regionen im Modell entsprechen den Braunkohleregionen in Tabelle 2-1 ergänzt um die Region „Übriges Deutschland“, welche die übrigen Kreise Deutschlands zusammenfasst. Pendlerverflechtungen können somit adäquat erfasst werden, weil Landkreise in einer Braunkohleregion eine Arbeitsmarktregion bilden.<sup>42</sup>

Abbildung 4-7: Struktur des regionalwirtschaftlichen makroökonomischen Modells



Quelle: eigene Darstellung, IWH.

In Abbildung 4-7 wird der Angebot- und Nachfragemechanismus des Modells dargestellt. Im Modell werden Braunkohlestrom und andere Energiegüter von Firmen hergestellt, die unter monopolistischem Wettbewerb agieren und Arbeit als Inputfaktor verwenden. Diese Energiegüter werden von

<sup>41</sup> Kurzfristig sind aufgrund verzögerter Anpassung von Preisen und Löhnen Abweichungen vom Potenzialpfad und damit Abweichungen der gesamtwirtschaftlichen Kapazitätsauslastung von der Normalauslastung möglich. In den Ausstiegsregionen wird eine temporär höhere Arbeitslosigkeit in dem Modell somit nicht ausgeschlossen. Mittelfristig werden sich jedoch die Strukturen der Wertschöpfung anpassen, so dass sich eine natürliche Arbeitslosenquote einstellt.

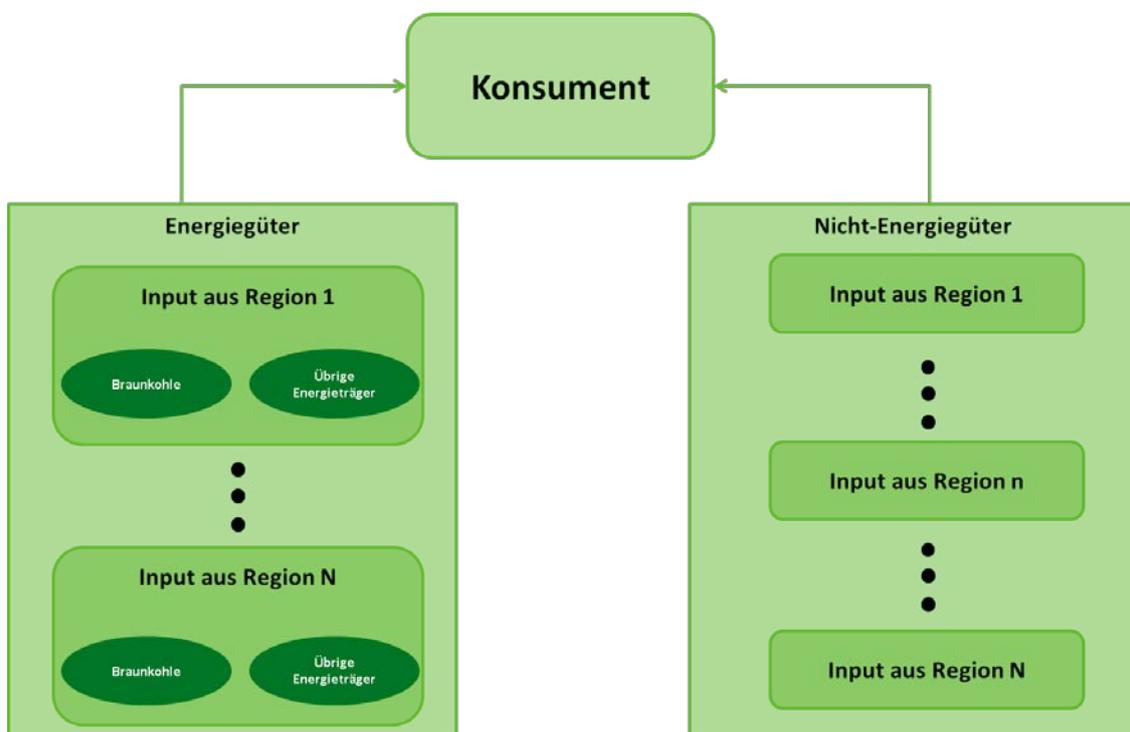
<sup>42</sup> Arbeitsmärkte bestehen aus räumlichen Einheiten, die durch starke Pendlerströme verknüpft sind, siehe Kosfeld und Werner (2012), S. 49-64.

Großhändlern unter perfektem Wettbewerb zu einem homogenen Energiegut gebündelt. Nicht-Energiegüter werden auch unter monopolistischem Wettbewerb und mit Arbeit hergestellt. Firmen nutzen Beschäftigte, um Output (Wertschöpfung) herzustellen. Hierzu müssen Firmen jede Periode Neueinstellungen vornehmen. Neue MitarbeiterInnen müssen erst trainiert werden und sind somit nicht direkt voll produktiv. Die Produktionsfunktion einer Firma hängt dem zu Folge von der Anzahl an bereits eingesetzten Beschäftigten und der Neueinstellungen ab. Dieser Ansatz findet sich unter anderem in Blanchard und Gali (2010) wieder.

In jeder Region existieren Firmen des Energiesektors und des Nicht-Energie Sektors. Der Energiesektor umfasst alle Firmen die nach Wirtschaftszweiggliederung der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen (WZ 2008) unter den Sektor Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden (B) und Energieversorgung (D) fallen. Firmen im Nicht-Energie Sektor sind folglich den restlichen Wirtschaftszweigen (A, C, E bis T) zuzuordnen.<sup>43</sup>

Produkte der Firmen werden vom Staat und von Haushalten nachgefragt. Der Staat erhebt Steuern auf den Verkauf von Gütern (Mehrwertsteuer) und auf Arbeitseinkommen. Des Weiteren zahlt der Staat Arbeitslosengeld und Transferzahlungen an die Haushalte aus. Haushalte generieren Einkommen durch Arbeitseinkommen und Firmengewinne.

Abbildung 4-8: Konsum im regionalwirtschaftlichen makroökonomischen Modell



Quelle: eigene Darstellung, IWH.

Die wirtschaftliche Abhängigkeit der Regionen wird im Modell durch interregionalen Handel abgebildet. Konsumenten in den Regionen konsumieren Energie- und Nicht-Energiegüter, welche mit Inputs

<sup>43</sup> Eine ähnliche Art der Modellierung des Energiesektors wurde in Millard (2011) verwendet. Diese Art der Modellierung ist eine leichte Abwandlung des Standardansatzes der Modellierung von Konsum- und Kapitalgütern (z.B. Smets und Wouters 2003) oder handelbaren und nicht-handelbaren Gütern (z.B. Hristov 2016).

aus verschiedenen Regionen hergestellt werden (siehe Abbildung 4-8). Konsumausgaben müssen durch das Einkommen der Haushalte gedeckt sein. Für den Fall des Wegfalls der Braunkohlenwirtschaft als Arbeitgeber und Einkommensquelle in den Regionen bedeutet dies sowohl eine Reduktion der regionalen als auch überregionalen Nachfrage nach Gütern. Die Braunkohlenwirtschaft selbst ist dem Energiesektor zuzurechnen. Hierbei wird nicht zwischen Tagebau und Verstromung unterschieden.

Im Gegensatz zum IOM kann dieses Modell nicht explizit indirekte Effekte über Vorleistungsstrukturen und Produktionsverflechtungen der einzelnen Sektoren abbilden. Aus diesem Grund werden Energie-Konsumgüter und Nicht-Energie-Konsumgüter als Komplemente modelliert. Des Weiteren sind Braunkohle und andere Energieträger Substitute, welche zur Herstellung von Energiegütern genutzt werden. Eine Reduktion der Braunkohleverstromung führt zu einem leicht höheren relativen Marktwert der Braunkohle und somit zur Erhöhung der relativen Energiepreise. Der Konsum von Nicht-Energiegütern wird daraufhin auch reduziert. Es ist somit möglich, die besondere Rolle des Energiesektors für die Gesamtwirtschaft in Deutschland zu approximieren.

Für die regionalwirtschaftliche Entwicklung ist die Arbeitsmarktsituation entscheidend. Die Abgrenzung der Regionen als Arbeitsmarktregionen ermöglicht es Pendlerströme auszuschließen (siehe Abbildung 4-9). Es wird unterstellt, dass Preisanpassungen und Wanderungsbewegungen langfristig zu einer Angleichung der regionalen Arbeitslosenquoten führen. Regionale strukturelle Arbeitslosenquoten sind jedoch nur schwer zu ermitteln. In den vergangenen Jahren zeichnet sich aber eine Konvergenz ab (siehe Abbildung 2-12). Für die Simulation des Modells wird angenommen, dass es zu einer Erholung auf dem Arbeitsmarkt kommt und sich langfristig Arbeitslosenquoten wie im Jahr 2014 einstellen.<sup>44</sup> Smets und Beyer (2015) zeigen, dass in Europa und den USA bis zu 50% der langfristigen Anpassungen durch eine regional spezifische Veränderung der Wirtschaftsstruktur auf Binnenwanderung zurückzuführen ist. Binnenmigration in Europa reagiert heute stärker auf regionalspezifische Veränderungen in der Wirtschaftsstruktur als in der Vergangenheit (siehe Dao et al. 2014).

Der Wegfall der Braunkohlenwirtschaft führt zunächst zu einer Verschlechterung der Arbeitsmarktsituation in den Braunkohleregionen. Eine höhere Arbeitslosigkeit wird das regionale Lohnniveau senken, was zu Wanderungsbewegungen aus den betroffenen Regionen in das übrige Deutschland führt. In der Vergangenheit hat sich gezeigt, dass besonders junge Menschen im Alter von 18 bis 30 Jahren aus wirtschaftlich schwachen Regionen abwandern (Kühntopf und Stedtfeld 2012). Aus diesem Grund wird angenommen, dass mit jeder neuen Generation, die dem Arbeitsmarkt beiträgt, ein Anteil abwandert bis sich die Arbeitslosenquote des Jahres 2014 eingestellt hat. Bei einer Verweildauer einer Person in der Erwerbsbevölkerung von 45 Jahren dauert es 22,5 Jahre bis die ältere Hälfte der Berufskohorten aus der Erwerbsbevölkerung ausgeschieden ist. Diese Geschwindigkeit wird bei der Kalibrierung des Modells berücksichtigt. Junge Generationen zeichnen sich des Weiteren durch geringe Bindungskosten aus. Grossman et al. (2017) zeigen in einem allgemeinen Gleichgewichtsmodell, dass die Bereitschaft zur Migration bei denen größer ist deren materielle und immaterielle Bindung an die Region geringer ist. Jüngere Generationen haben weniger bindendes Kapital, z.B. Immobilien, und sind eher bereit ihren Wohnort zu wechseln. Geringere Bevölkerungsanteile und regionale Attraktivität sind verbunden mit geringerer Nachfrage nach Wohnraum, was zu einem Rückgang der örtlichen Mieten und Häuserpreise führt. Aus diesem Grund fällt das allgemeine regionale Preisniveau und stabilisiert folglich die regionale Binnennachfrage. Im übrigen Deutschland kommt es umgekehrt zu einer

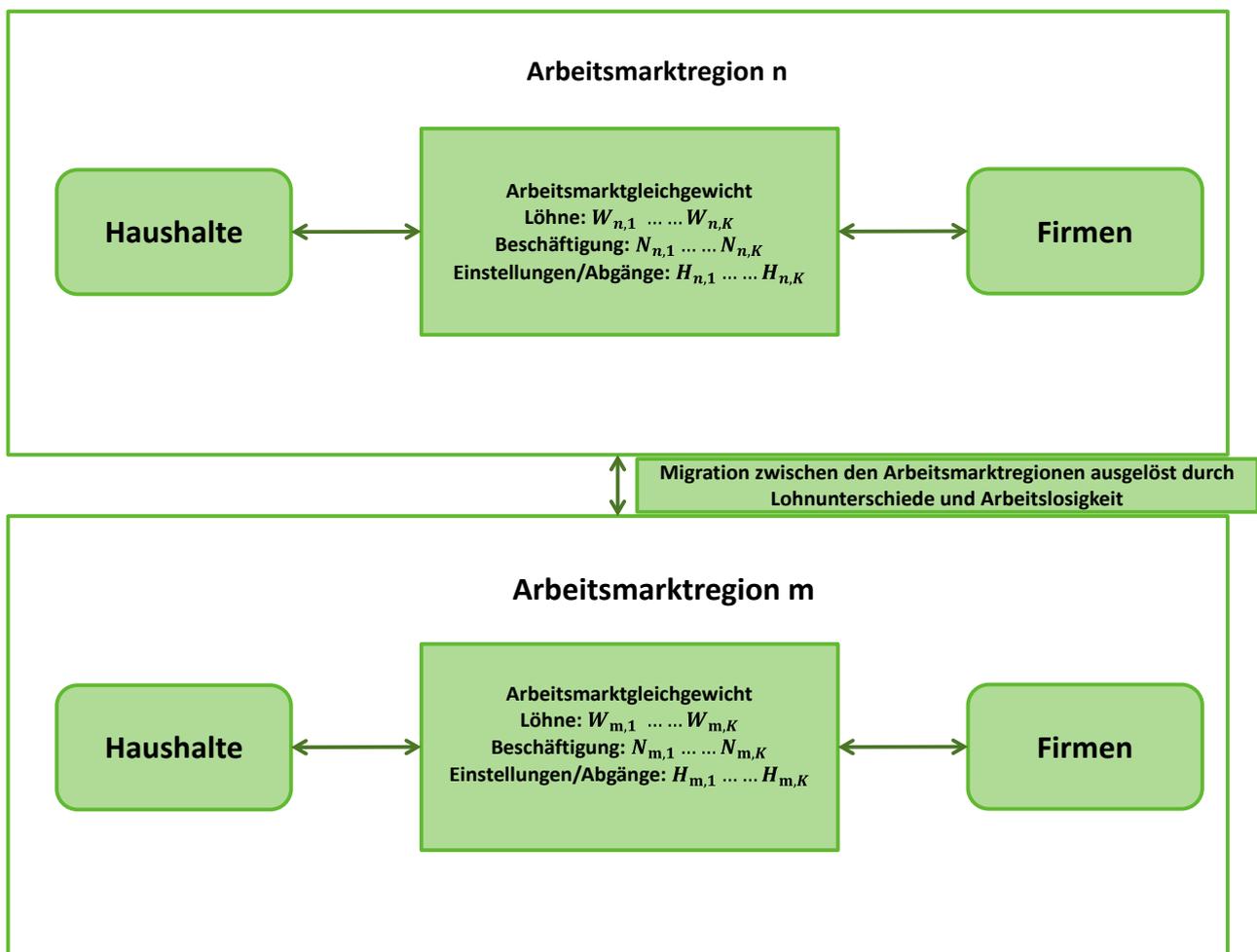
---

<sup>44</sup> Im Ruhrgebiet sind von 2002 bis 2014 ca. 30.000 Arbeitsplätze in der Steinkohleindustrie verloren gegangen. Die Arbeitslosenquote stieg von 11% im Jahr 2002 auf 14% im Jahr 2006 an und fiel danach wieder auf 11% im Jahr 2014. Es kann zudem davon ausgegangen werden, dass die deutsche Wirtschaft insgesamt im Jahr 2014 in etwa normal ausgelastet gewesen ist. Vgl. zur Schätzung des Produktionspotenzials: Holtemöller et al. (2017).

Erhöhung der Nachfrage nach Wohnraum, was zu einer Erhöhung der Mieten und Häuserpreise führt. Dies wirkt sich negativ auf die realen verfügbaren Einkommen aus und reduziert die Konsumnachfrage.

Zur Vereinfachung und auf Basis der vorigen Argumentation wird angenommen, dass nur Personen, die in die Erwerbsbevölkerung eintreten, ihren Wohn- und Arbeitsplatz wählen und danach nicht mehr wechseln. Die innerdeutschen Migrationsströme im Modell hängen nicht von kurzfristigen asymmetrischen konjunkturellen Schwankungen ab, sondern von langfristigen strukturellen Veränderungen. Für den Braunkohleausstieg bedeutet dies, dass die Geschwindigkeit der Migration weder vom Zeitpunkt noch von der Geschwindigkeit des Ausstiegs aus der Braunkohleverstromung abhängt. Folglich sind die Wanderungsbewegungen in allen klimapolitischen Ausstiegspfaden gleich. Dieser Annahme liegt die Überlegung zu Grunde, dass jede neue Generation, die auf dem Arbeitsmarkt strömt, bei der Wohn- und Arbeitsortwahl ihr erwartetes Arbeitseinkommen über das gesamte Berufsleben berücksichtigen, gegeben den Präferenzen hinsichtlich des Wohnortes. Des Weiteren unterliegt die Entscheidungsfindung von Individuen keiner Unsicherheit und es besteht vollkommene Voraussicht. Die Erwartungen sind damit Modell konsistent, d.h. Individuen kennen die Konsequenzen des gewählten Pfads und entscheiden dementsprechend.

Abbildung 4-9: Arbeitsmarkt im regionalwirtschaftlichen makroökonomischen Modell



Quelle: eigene Darstellung, IWH.

#### 4.4.2 Daten und Kalibrierung des Modells

Das Statistische Bundesamt veröffentlicht Daten zu den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen für die 402 kreisfreien Städte und Landkreise.<sup>45</sup> Für wesentliche Kennzahlen wie bspw. das Bruttoinlandsprodukt und die Bruttowertschöpfung, Erwerbstätige, Arbeitnehmerentgelte und Bruttolöhne und -gehälter nach Wirtschaftsbereichen liegen auch detaillierte Informationen auf Landkreisebene vor. Diese Daten sind in Jahresfrequenz für den Zeitraum 1995 bis 2014 verfügbar.<sup>46</sup>

Bei der Kalibrierung des Modells werden den strukturellen Parametern bestimmte Werte zugewiesen. Zu diesen Parametern gehören unter anderem die Diskontrate, die Substitutionselastizität<sup>47</sup> zwischen Produkten aus verschiedenen Sektoren usw. Diese werden z.T. aus vorhergehenden Studien entnommen bzw. aus den vorliegenden Daten geschätzt. Auf Kreisebene werden nur die Wirtschaftszweige Bergbau, Energie- und Wasserversorgung als Aggregat ausgewiesen. Für das Modell ist es notwendig, die Anzahl der Erwerbstätigen und die Bruttowertschöpfung für die Sektoren Bergbau und Energieversorgung abzuschätzen. Zur Ermittlung der Erwerbstätigen in der Region, die im Energiesektor oder Bergbausektor tätig sind, aber nicht in der Braunkohlenwirtschaft, wird der übergeordnete Sektor Bergbau, Energie-, und Wasserversorgung verwendet. Es werden zuerst die Beschäftigten in der Braunkohlenwirtschaft nach ihrem Anteil an Erwerbstätigen in dem übergeordneten Sektor im Revier auf die Landkreise der Reviere verteilt. In Köln arbeiten ca. ein Drittel aller Erwerbstätigen des Sektors Bergbau, Energie- und Wasserversorgung des Reviers. Nach dieser Rechnung arbeiten von ca. 10.200 Erwerbstätigen der Braunkohlenwirtschaft im Rheinland 3.500 Erwerbstätige in der kreisfreien Stadt Köln. Im zweiten Schritt werden diese Erwerbstätigen von den Erwerbstätigen im Sektor Bergbau und Energieversorgung des jeweiligen Bundeslandes in dem der Kreis liegt abgezogen. Danach werden die übrigen Erwerbstätigen nach ihrem jeweiligen Anteil an Erwerbstätigen im Sektor Bergbau, Energie- und Wasserversorgung des Bundeslandes ohne die Erwerbstätigen in der Braunkohlenwirtschaft auf die Kreise verteilt. In Nordrhein-Westfalen gibt es ca. 148.600 Erwerbstätige in den Sektoren Bergbau, Energie- und Wasserversorgung ohne die Erwerbstätigen in der Braunkohlenwirtschaft. In Köln arbeiten mit ca. 7.800 Erwerbstätigen rund 5,3% der Erwerbstätigen des Bundeslandes Nordrhein-Westfalen in diesem Sektor. Mit diesem Anteil ergibt sich die Erwerbstätigenanzahl der Stadt Köln im Energiesektor ohne die Braunkohlenwirtschaft von ca. 4.700 Erwerbstätigen bei einer Erwerbstätigenanzahl von 89.500 in Nordrhein-Westfalen in diesem Sektor. Die Erwerbstätigenanteile in den Regionen für die Sektoren entsprechen dem Jahr 2014 (Tabelle 4-4).

Tabelle 4-4: Erwerbstätigenanteile für Kalibrierung

| Region              | Energiesektor |                      | Nicht-Energie | Arbeitslosenquote | Gesamt  |
|---------------------|---------------|----------------------|---------------|-------------------|---------|
|                     | Braunkohle    | Übrige Energieträger |               |                   |         |
| Übriges Deutschland | 0,001%        | 0,64%                | 94,03%        | 5,32%             | 88,19%  |
| Mitteldeutschland   | 0,15%         | 0,67%                | 90,01%        | 9,17%             | 3,52%   |
| Lausitz             | 1,54%         | 0,56%                | 86,92%        | 10,97%            | 1,14%   |
| Rheinland           | 0,31%         | 0,74%                | 91,61%        | 7,34%             | 7,16%   |
| Deutschland         | 0,05%         | 0,65%                | 93,64%        | 5,67%             | 100,00% |

<sup>45</sup> Im Jahr 2016 wurden die Daten für Kreisergebnisse bis einschließlich 2014 vom Arbeitskreis "Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder" veröffentlicht.

<sup>46</sup> Die Daten zu Primär- und verfügbarem Einkommen der privaten Haushalte liegen nur für 2000-2014 vor.

<sup>47</sup> Die Substitutionselastizität zwischen den Faktoren Braunkohle und anderen Energieträgern beträgt 20,6 und entspricht einem Austauschfaktor von 0,95. Perfekte Substitute zeichnen sich durch einen Austauschfaktor von 1 aus.

Anmerkung: Prozentuale Anteile der Erwerbstätigen und Arbeitslosen an der regionalen Erwerbsbevölkerung im Jahr 2014. Die regionalen Gesamtanteile beziehen sich auf die nationale Erwerbsbevölkerung.  
 Quellen: VGR der Länder (2017c), Öko-Institut (2017b) und eigene Berechnungen.

Das Modell wird so kalibriert, dass die Anteile der Sektoren im Modell der gesamten Bruttowertschöpfung in Deutschland für das Jahr 2014 entsprechen (siehe Tabelle 4-5). Hierbei kommt das gleiche Verfahren zum Einsatz, welches bereits für die Approximation der Erwerbstätigen verwendet wurde. Für die Ermittlung der Bruttowertschöpfung des Energiesektors Braunkohle im Basisjahr 2014 wird der Umsatz in der Region ermittelt über die Nettostromerzeugung<sup>48</sup> und den Strompreis<sup>49</sup>. Auf Basis der Unternehmensabschlüsse der Braunkohleunternehmen RWE, Vattenfall und MIBRAG für das Jahr 2014 wurde eine Vorleistungsquote<sup>50</sup> von 50% geschätzt. Die Vorleistungsquote kann somit ohne Steinkohle ermittelt werden im Gegensatz zur Input-Output-Tabelle (ca. 57%).

Tabelle 4-5: Bruttowertschöpfungsanteile für Kalibrierung

| Region              | Energiesektor |                      | Nicht-Energie | Gesamt  |
|---------------------|---------------|----------------------|---------------|---------|
|                     | Braunkohle    | Übrige Energieträger |               |         |
| Übriges Deutschland | 0,002%        | 1,81%                | 98,19%        | 88,66%  |
| Mitteldeutschland   | 0,42%         | 2,95%                | 96,63%        | 2,70%   |
| Lausitz             | 3,86%         | 4,99%                | 91,15%        | 0,86%   |
| Rheinland           | 0,60%         | 2,09%                | 97,31%        | 7,78%   |
| Deutschland         | 0,09%         | 1,89%                | 98,02%        | 100,00% |

Anmerkungen: Es werden die prozentualen Anteile der Sektoren an der regionalen Bruttowertschöpfung für das Jahr 2014 ausgewiesen. Die regionalen Gesamtanteile beziehen sich auf die nationale Bruttowertschöpfung.  
 Quellen: VGR der Länder (2017c), Statistik der Kohlenwirtschaft (2016), EEX und eigene Berechnungen.

Um die Bedeutung der jeweiligen Sektoren für das Arbeitseinkommen der Haushalte darzustellen, wird auch das Verhältnis zwischen Bruttowertschöpfung in einem Sektor und der Lohnsumme bei der Kalibrierung berücksichtigt (siehe Tabelle 4-6). Für die Braunkohlenwirtschaft wird diese Kennzahl über das Arbeitnehmerentgelt der Braunkohleunternehmen approximiert (siehe Abschnitt 2.3). Für das Verhältnis Arbeitnehmerentgelt zu Bruttowertschöpfung der übrigen Energieträger werden die Werte der jeweiligen Bundesländer genutzt.<sup>51</sup>

<sup>48</sup> Im Jahr 2014 betrug die Nettostromerzeugung in Deutschland aus Braunkohle 146 TWh (siehe Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.). Zur Ermittlung der regionalen Nettostromerzeugung wird die gesamte Stromerzeugung auf die Regionen nach deren Anteil an der Braunkohlenförderung zur Stromerzeugung aufgeteilt. Die Fördermengen und deren Verwendung entsprechen den Angaben der Statistik der Kohlenwirtschaft e.V.

<sup>49</sup> Durchschnittlicher jährlicher Preis für Baseload-Strom an der European Power Exchange.

<sup>50</sup> Die Vorleistungsquote entspricht dem Quotienten aus Materialaufwand und Gesamtleistung des Unternehmens.

<sup>51</sup> Für Regionen, die in zwei Bundesländern liegen, werden die Arbeitnehmerentgelte zur Bruttowertschöpfung der Bundesländer als gewichtetes Mittel gebildet. Das Gewicht entspricht dem regionalen Anteil der Bruttowertschöpfung Bergbau, Energie- und Wasserversorgung in der Region aus Landkreisen des Bundeslandes.

Tabelle 4-6: Arbeitnehmerentgeltanteile für Kalibrierung

| Region              | Energiesektor |                      | Nicht-Energie | Gesamt |
|---------------------|---------------|----------------------|---------------|--------|
|                     | Braunkohle    | Übrige Energieträger |               |        |
| Übriges Deutschland | 50,87%        | 35,65%               | 56,85%        | 56,28% |
| Mitteldeutschland   | 54,48%        | 31,55%               | 57,53%        | 56,75% |
| Lausitz             | 60,09%        | 24,75%               | 55,64%        | 54,27% |
| Rheinland           | 58,42%        | 46,32%               | 57,53%        | 57,30% |
| Deutschland         | 58,37%        | 36,15%               | 56,91%        | 56,35% |

Anmerkungen: Es werden die prozentualen Anteile der Arbeitnehmerentgelte an der jeweiligen regionalen sektoralen Bruttowertschöpfung für das Jahr 2014 ausgewiesen.

Quellen: VGR der Länder (2017d-e), Unternehmensregister und eigene Berechnungen.

Zur Berücksichtigung von Abwanderung im Modell muss ein jährliches Abwanderungspotenzial angenommen werden. Das Modell geht davon aus, dass sich jährlich 3% der Erwerbspersonen in Deutschland für eine der vier Arbeitsmarktregionen (Mitteldeutschland, Lausitz, Rheinland, übriges Deutschland) entscheiden. So waren das im Jahr 2014 ca. 1,4 Mio. Erwerbspersonen. Davon entscheiden sich im Null-Szenario 88,19% für die Region übriges Deutschland, 3,52% für Mitteldeutschland, 1,14% für die Lausitz und 7,16% für das Rheinland (siehe Tabelle 2-6 im Anhang). Bis 2040 haben sich kumulativ ca. 24,6 Mio. Personen, die der Erwerbsbevölkerung in Deutschland angehören, für eine der vier Arbeitsmarktregionen entschieden. Davon sind ca. 21,7 Mio. Erwerbspersonen, die die Arbeitsmarktregion übriges Deutschland gewählt haben, ca. 0,8 Mio. entscheiden sich für Mitteldeutschland, ca. 0,3 Mio. für die Lausitz und ca. 1,8 Mio. für das Rheinland. Wenn der Braunkohleausstieg dazu führt, dass sich unter der unrealistischen Annahme keine einzige Erwerbsperson mehr für die Region Lausitz entscheidet, würde die Zahl der Erwerbspersonen um 279.700 Personen im Vergleich zum Null-Szenario in dieser Region sinken. Aus Kapitel 2.4 geht hervor, dass sich die Erwerbsbevölkerung in der Lausitz bereits um ca. 14% im Jahr 2014 im Vergleich zum Jahr 2002 reduziert hat. Im Null-Szenario wird die Erwerbsbevölkerung bis 2040 sich um weitere 44 Tausend Personen reduzieren und entspricht ca. 8,5% des Wertes von 2014. Es wird angenommen, dass alle hier betrachteten Regionen in Deutschland nach 2014 im Null-Szenario den gleichen Bevölkerungsrückgang aufweisen.

#### 4.4.3 Ergebnisse

Bereits im Referenzpfad geht die Anzahl der Erwerbstätigen bis 2040 um ca. 10.000 zurück. Abbildung 4-10 zeigt diese Entwicklung der Erwerbstätigenzahlen im Referenzpfad im Vergleich zum Null-Szenario. Der Rückgang der Erwerbstätigen in der Braunkohlenwirtschaft im Referenzpfad betrifft in erster Linie das Rheinland mit 6.200 Erwerbstätigen, die Lausitz mit 2.700 Erwerbstätigen und Mitteldeutschland mit 600 Erwerbstätigen.<sup>52</sup> Durch die Reduktion der Braunkohleverstromung kommt es deutschlandweit zu einer Reduktion der Erwerbstätigenzahl von 12.800 im Referenzpfad im Vergleich zum Null-Szenario im Jahr 2035: In Mitteldeutschland 700, in der Lausitz 3.500 und im Rheinland

<sup>52</sup> Die direkten Effekte sind hier nicht mit den direkten Beschäftigungseffekten der Input-Output-Analyse vergleichbar. Direkte Beschäftigungseffekte umfassen in diesem Abschnitt Erwerbstätige im Braunkohletagebau und in den Kraftwerken. Außerdem führt eine Reduktion der Braunkohleverstromung im RWM zu Wanderungsbewegungen, Preis- und Lohnanpassungen, diese Anpassungsprozesse werden im IOM nicht berücksichtigt.

7.200. Dies entspricht einer Differenz in der deutschlandweiten Arbeitslosenquote von 0,03 Prozentpunkten: In Mitteldeutschland 0,04, in der Lausitz 0,34 und im Rheinland 0,13 (siehe Tabelle 8-34 im Anhang). Weitere detaillierte Ergebnisse für den Referenzpfad im Vergleich zum Null-Szenario sind in Tabelle 8-33 und Tabelle 8-34 im Anhang zusammengefasst.<sup>53</sup>

Dieser Rückgang der Beschäftigung bereits in der Referenz hat Auswirkungen auf Migrationsbewegungen. Im Referenzpfad wandern im Vergleich zum Null-Szenario bis 2040 6.140 Personen aus den Braunkohleregionen in die Arbeitsmarktregion übriges Deutschland. Die Erwerbsbevölkerung in Mitteldeutschland unterscheidet sich im Referenzpfad in Summe nicht vom Null-Szenario. Bis zum Jahr 2040 leben im Vergleich zum Null-Szenario 2.300 Erwerbspersonen weniger in der Lausitz und 3.840 Personen weniger im Rheinland.<sup>54</sup>

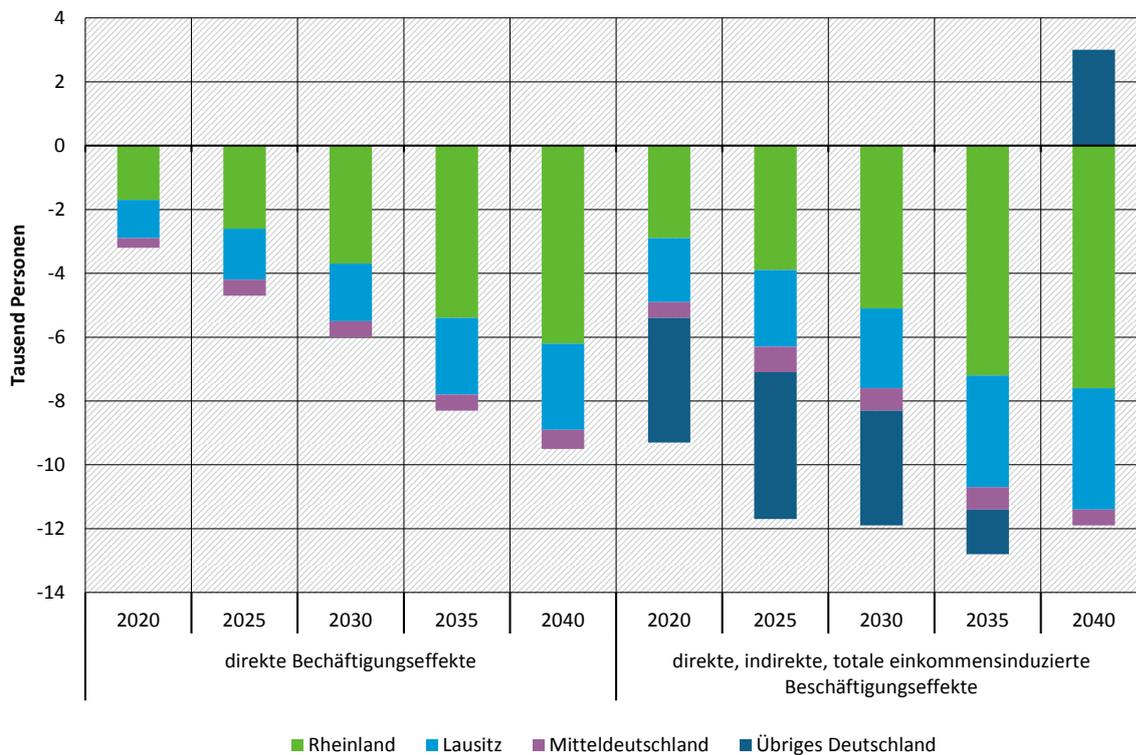
Im Referenzpfad sinkt die reale Bruttowertschöpfung in der Braunkohlenwirtschaft um 1,5 Milliarden Euro. Dies führt deutschlandweit zu einer Reduktion der realen Bruttowertschöpfung um 1 Milliarde Euro im Vergleich zum Null-Szenario (siehe Abbildung 8-25 im Anhang) im Jahr 2035 im Modell. Hintergrund ist, dass z.B. CO<sub>2</sub>-Kosten im Modell nicht berücksichtigt werden. Dadurch wird im Null-Szenario die Bruttowertschöpfung überschätzt. Die reale Bruttowertschöpfung pro Erwerbsperson ist im Jahr 2035 um ca. 25 Euro niedriger. Während sich die reale Bruttowertschöpfung deutschlandweit erholt, fällt das reale Arbeitnehmerentgelt bis 2040 um ca. 51 Euro pro Erwerbsperson (siehe Tabelle 8-34 im Anhang). Durch den Ausstieg aus der Braunkohlenwirtschaft fällt ein Hochlohnsektor in Deutschland weg, was sich langfristig auf das reale Arbeitnehmerentgelt auswirkt (siehe Abbildung 8-26 im Anhang). Das reale Arbeitnehmerentgelt in Deutschland muss im Modell niedriger ausfallen, damit sich bei einer geringeren Arbeitsnachfrage und einem gleichen relativen Arbeitsangebot (Arbeitslosenquote) ein Marktgleichgewicht auf dem Arbeitsmarkt einstellt. Wenn aber der Ausbau anderer Energieträger arbeitsintensiver ist im Vergleich zu der unterstellten Arbeitsintensität im Modell, so wird das Arbeitnehmerentgelt nicht so stark fallen.

---

<sup>53</sup> Die Ergebnisse für das Null-Szenario werden in Tabelle 8-31 und Tabelle 8-32 zusammengefasst.

<sup>54</sup> Bei der Interpretation dieser Ergebnisse ist zu beachten, dass es sich um Nettowanderungen handelt die nur durch die Reduktion der Braunkohleförderung und -verstromung entstehen. Dabei ist mitberücksichtigt, dass Personen, die keinen Arbeitsplatz in der Braunkohlenwirtschaft in der Lausitz gefunden haben, einen anderen Arbeitsplatz in dieser Region finden können.

Abbildung 4-10: Beschäftigungseffekte für das jeweilige Jahr des RWM im Referenzpfad (nur bis Juni 2016 beschlossene klimapolitische Maßnahmen) im Vergleich zum Null-Szenario



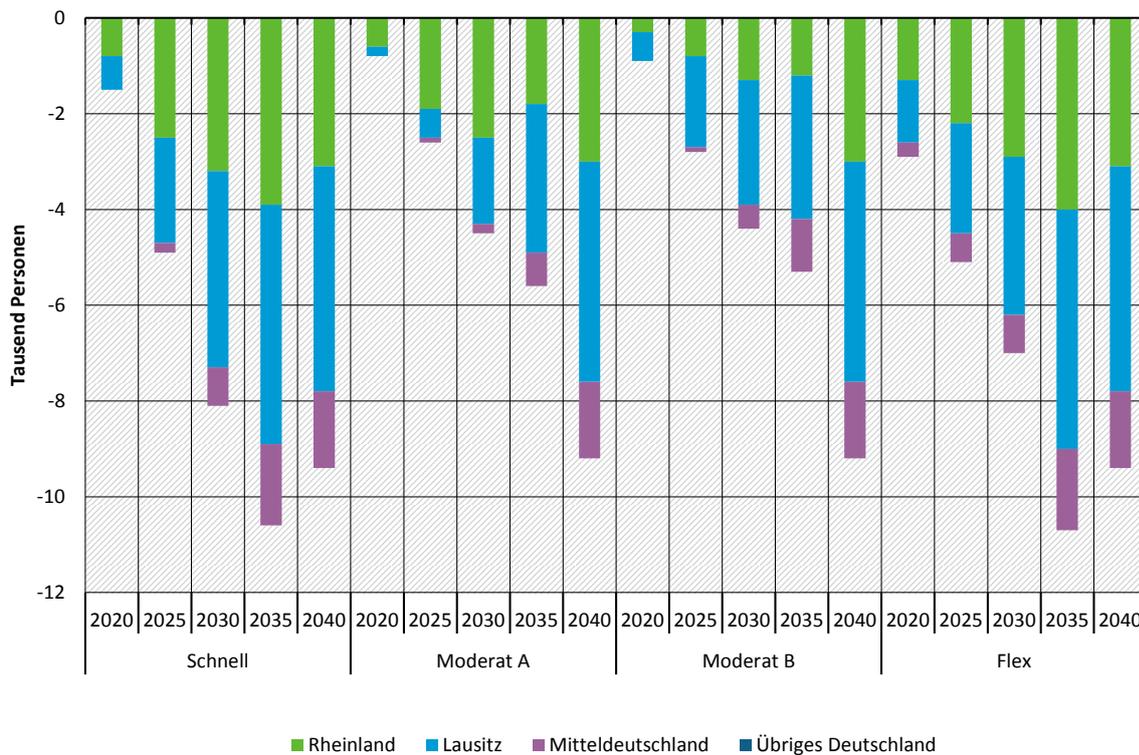
Anmerkungen: Die Differenz der Anzahl der Erwerbstätigen in der Braunkohlewirtschaft zum Null-Szenario.  
 Quellen: VGR der Länder (2017c), Öko-Institut (2017b) und eigene Berechnungen, IWH.

In Abbildung 4-11 sind die klimapolitischen direkten Beschäftigungseffekte abgebildet. Verglichen wird hier jeweils die Referenz mit den Ausstiegspfaden. Somit wird der klimapolitisch bedingte gesamtwirtschaftliche regionale Effekt ausgewiesen. Deutschlandweit ist die Zahl der Erwerbstätigen in der Braunkohlewirtschaft im Jahr 2040 um ca. 10.000 kleiner als im Referenzpfad: In Mitteldeutschland um ca. 1.600, in der Lausitz um ca. 4.600 und im Rheinland um ca. 3.000.

Im Modell RWM sinkt die Anzahl der Beschäftigten bereits im Jahr 2020, obwohl sich im Jahr 2020 die Ausstiegspfade noch nicht von der Referenz unterscheiden. Hier wird ein wesentlicher Unterschied zwischen dem IOM und dem RWM deutlich. Im RWM führen Anpassungen der Preise und Löhne unter perfekter Vorrausicht zu Antizipationseffekten.<sup>55</sup> Wenn die Braunkohleverstromung in der Zukunft sinkt, werden die Firmen im Modell schon heute ihre Neueinstellungen reduzieren. Ein weiterer Unterschied zwischen dem Referenzpfad und den Ausstiegsszenarien ist die Entwicklung des Marktwertes der Braunkohle. Im Pfad „Schnell“ steigt der Marktwert der Braunkohle um ca. 9% bis 2030 im Vergleich zum Null-Szenario (siehe Tabelle 8-30 im Anhang), während im Referenzpfad der Marktwert der Braunkohle nur um ca. 2,6% steigt. Die relativen Energiepreise steigen in allen klimapolitischen Ausstiegsszenarien bis 2040 um ca. 3,5% an. Im Referenzpfad steigen die relativen Energiepreise aber nur um ca. 2%. Außerdem ist der Anstieg der relativen Energiepreise in den Ausstiegspfaden schneller im Vergleich zum Referenzpfad.

<sup>55</sup> Die Einstellung von neuen Beschäftigten ist mit Qualifikations- und Einarbeitungsmaßnahmen verbunden. Außerdem optimieren Firmen ihre diskontierten intertemporale Gewinne, in dem sie die Anzahl von Beschäftigten wählen, gegeben der Nachfrage nach Braunkohlestrom.

Abbildung 4-11: Direkte klimapolitische Beschäftigungseffekte für das jeweilige Jahr des RWM im Vergleich zum Referenzpfad



Anmerkungen: Die Differenz der Anzahl der Erwerbstätigen in der Braunkohlewirtschaft zum Referenzpfad.  
 Quellen: VGR der Länder (2017c), Öko-Institut (2017b) und eigene Berechnungen, IWH.

Der klimapolitisch bedingte Rückgang der Braunkohleverstromung führt ebenfalls zu innerdeutschen Migrationsbewegungen. Bis zum Jahr 2040 wandern etwa 4.000 Erwerbspersonen aus den Braunkohleregionen in die Region übriges Deutschland ab (Tabelle 8-36 im Anhang). Diese klimapolitisch bedingte Abwanderung ist mengenmäßig vergleichbar mit der Abwanderung, die bereits in der Referenz im Vergleich zum Null-Szenario passiert. Diese zeigt die klimapolitisch bedingten Veränderungen der Erwerbsbevölkerung in den Regionen im Vergleich zum Referenzpfad. Die Entwicklung der gesamtdeutschen Erwerbsbevölkerung ist exogen gegeben, während die Entwicklung der regionalen Erwerbsbevölkerung modellendogen bestimmt wird. Dabei treten Unterschiede in der Entwicklung der regionalen Erwerbsbevölkerung zwischen dem Referenzpfad und den Ausstiegsszenarien auf, aber keine Unterschiede zwischen den Ausstiegsszenarien, weil sich die Ausstiegsszenarien sich langfristig nicht unterscheiden. So werden in den Ausstiegsszenarien im Vergleich zum Referenzpfad bis zum Jahr 2040 etwa 4.000 Erwerbspersonen mehr im übrigen Deutschland leben. Die Abwanderung von 4.000 Erwerbspersonen entfällt mit 200 Erwerbspersonen auf Mitteldeutschland, mit 3.300 Erwerbspersonen auf die Lausitz und mit 500 Erwerbspersonen auf das Rheinland.

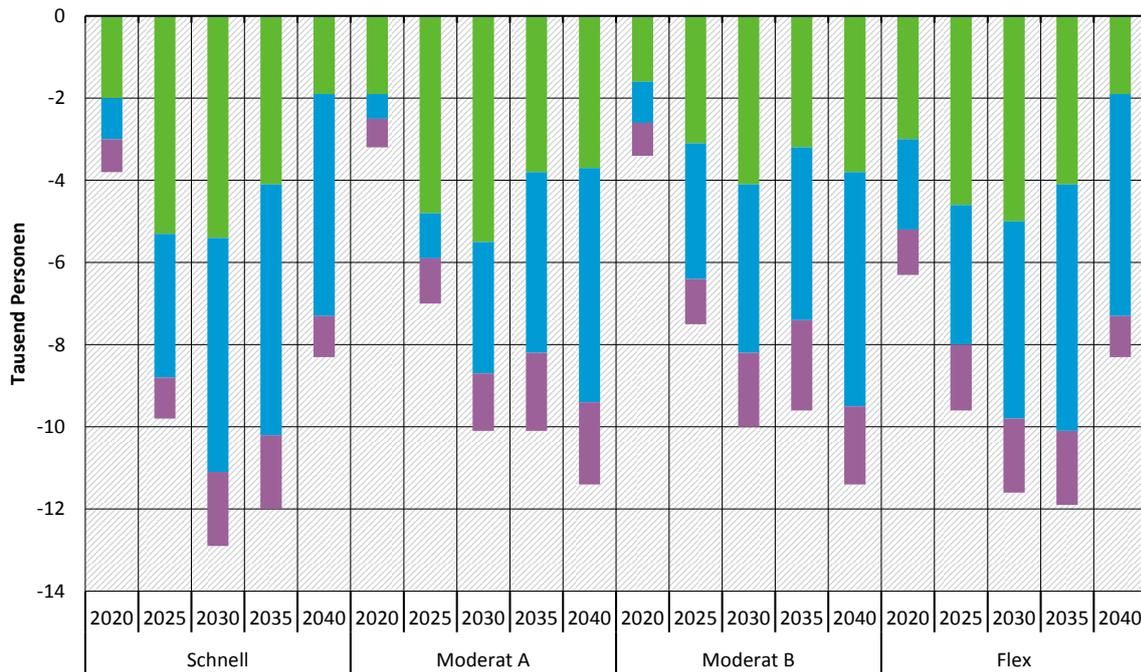
In Abbildung 4-12 ist die Summe der klimapolitischen Beschäftigungseffekte (inklusive induzierter Effekte) für Deutschland dargestellt. Für Gesamtdeutschland zeigt sich, dass bis zu 43.000 Arbeitsplätze (siehe Tabelle 8-37 im Anhang) im Pfad „Moderat B“ von einem politischen Ausstieg aus der Braunkohlewirtschaft betroffen sind. Dies entspricht einer Erhöhung der Abreislosenquote von 0,1 Prozentpunkten im Vergleich zum Referenzpfad (siehe Tabelle 8-35 im Anhang). Arbeitslosengeld und soziale Absicherung durch den Staat führen zu einer geringeren Reduktion des verfügbaren Einkommens in den Regionen (siehe Tabelle 8-45 im Anhang) im Vergleich zur Bruttowertschöpfung. Dies ist

wichtig um zu verstehen, dass die regionalen Beschäftigungseffekte nicht größer ausfallen. Einkommensinduzierte regionale Effekte in den Braunkohleregionen werden somit reduziert, aber belasten damit auch die übrigen Regionen in Deutschland. Das verfügbare Einkommen im übrigen Deutschland im Vergleich zum Referenzpfad ist auch niedriger, weil Zuwanderung aus den Braunkohleregionen zu Lohndruck führt und somit die Arbeitseinkommen im Vergleich zu einem Pfad ohne diese Zuwanderung verringert. Ein weiterer Effekt der Zuwanderung aus der Lausitz und dem Rheinland in das übrige Deutschland sind höhere Preisaufschläge (in der Größenordnung von 0,09%) in dieser Region bedingt durch höhere Haus- und Wohnpreise.

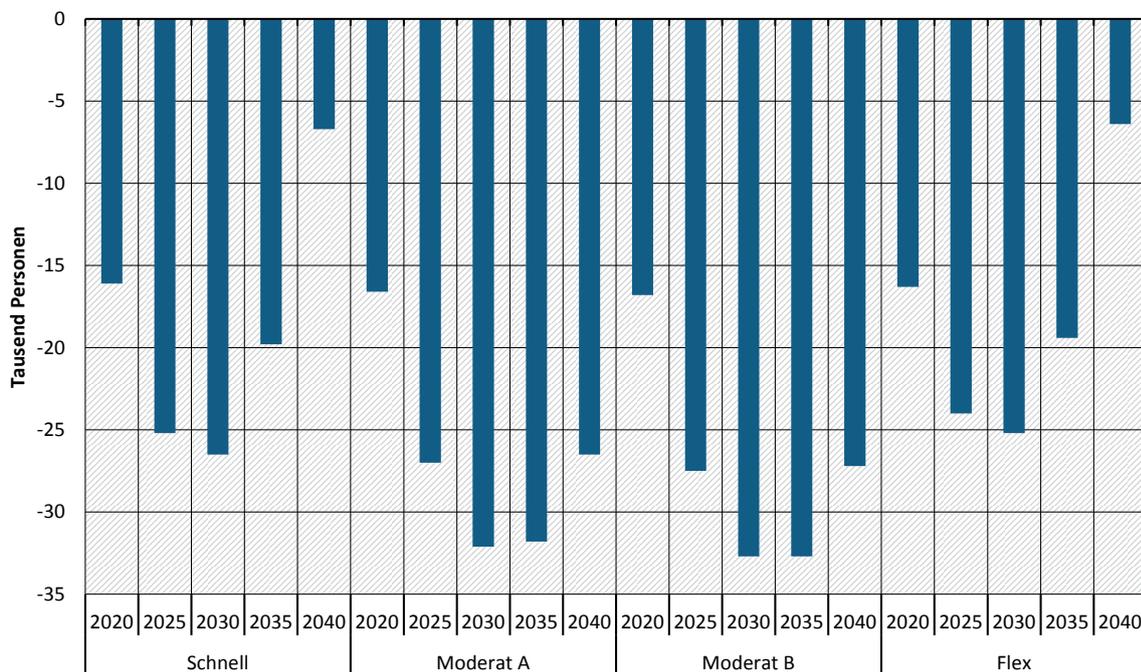
Die langfristig höheren Energiepreise im Vergleich zum Referenzpfad werden von den Firmen im Modell heute berücksichtigt. Höhere Energiepreise führen zu geringerem Konsum und somit zu einer geringeren Nachfrage nach Energiegütern und Nicht-Energiegütern. Firmen reagieren auf die zu erwartende geringere Nachfrage durch geringere Neueinstellungen. Im Rest von Deutschland kommt es zusätzlich zu den höheren Energiepreisen auch durch Zuwanderung zu höheren Preisen. In den Braunkohleregionen kommt es durch Abwanderung zu geringeren Preisanstiegen.

Die totalen phasenübergreifenden Beschäftigungseffekte in den Jahren 2020 und 2025 sind trotz größerer direkter Beschäftigungseffekte in den schnellen Pfaden sehr nah an den Ergebnissen der moderaten Pfade. Ein schnellerer und früherer Ausstieg führt zu einem schnelleren Ausbau anderer Energieträger, was wiederum zu positiven einkommensinduzierten Effekten führt die den negativen einkommensinduzierten Effekten entgegenwirken. In den Pfaden „Moderat A“ und „Moderat B“ ist erst im Jahr 2040 die Braunkohleverstromung und Braunkohleförderung vollkommen eingestellt. Aus diesem Grund verzögert sich der Ausbau anderer Energieträger. Die Region Mitteldeutschland wäre in absoluten (z.B. Anzahl der Erwerbstätigen) und auch relativen (z.B. Arbeitslosenquote) Zahlen am geringsten von einem potentiellen Braunkohleausstieg betroffen. Die Ergebnisse des RWM zeigen, dass in allen Pfaden die Erholungseffekte in der Lausitz im Gegensatz zu Mitteldeutschland durch die höheren absoluten Effekte schwächer ausfallen. Die Arbeitslosenquote steigt in der Lausitz um maximal 0,73 Prozentpunkte und in Mitteldeutschland um maximal 0,14 Prozentpunkte im Modell im Vergleich zum Referenzpfad für den Zeitraum 2020 bis 2040 an (siehe Tabelle 8-35 im Anhang). e Dieses Ergebnis ist auf den starken Anteil der Braunkohlenwirtschaft an der gesamten Bruttowertschöpfung in der Lausitz zurückzuführen. Die Lausitz erholt sich im Wesentlichen nur durch Abwanderung, während in Mitteldeutschland der Anteil der Erwerbspersonen an der Anzahl der Erwerbspersonen in Deutschland konstant bleibt. In der Lausitz kommt es in den Ausstiegspfaden „Schnell“, „Moderat B“ und „Flex“ im Jahr 2025 zu einem Rückgang von ca. 3.500 Erwerbstätigen im Vergleich zum Referenzpfad. Bei Betrachtung der Arbeitslosenquote zeigt sich, dass diese um 0,7 Prozentpunkte höher ist im Pfad „Flex“ und „Schnell“ für das Jahr 2035 (siehe Tabelle 8-35 im Anhang). Das Rheinland ist in absoluten Zahlen stärker betroffen, aber in relativen Zahlen zeigt sich an Hand der Arbeitslosenquote, dass diese nur um maximal 0,16 Prozentpunkte über dem Niveau des Referenzpfades liegt.

Abbildung 4-12: Regionale klimapolitische totale phasenübergreifende Beschäftigungseffekte für das jeweilige Jahr im Vergleich zum Referenzpfad des RWM



■ Rheinland ■ Lausitz ■ Mitteldeutschland



■ Übriges Deutschland

Anmerkungen: Die Differenz der Anzahl der Erwerbstätigen zum Referenzpfad.

Quellen: VGR der Länder (2017c), eigene Berechnungen, IWH.

Neben den Beschäftigungseffekten können auch Aussagen zur Entwicklung der realen Bruttowertschöpfung (siehe Abbildung 8-27 und Abbildung 8-28 im Anhang) und den Arbeitnehmerentgelten

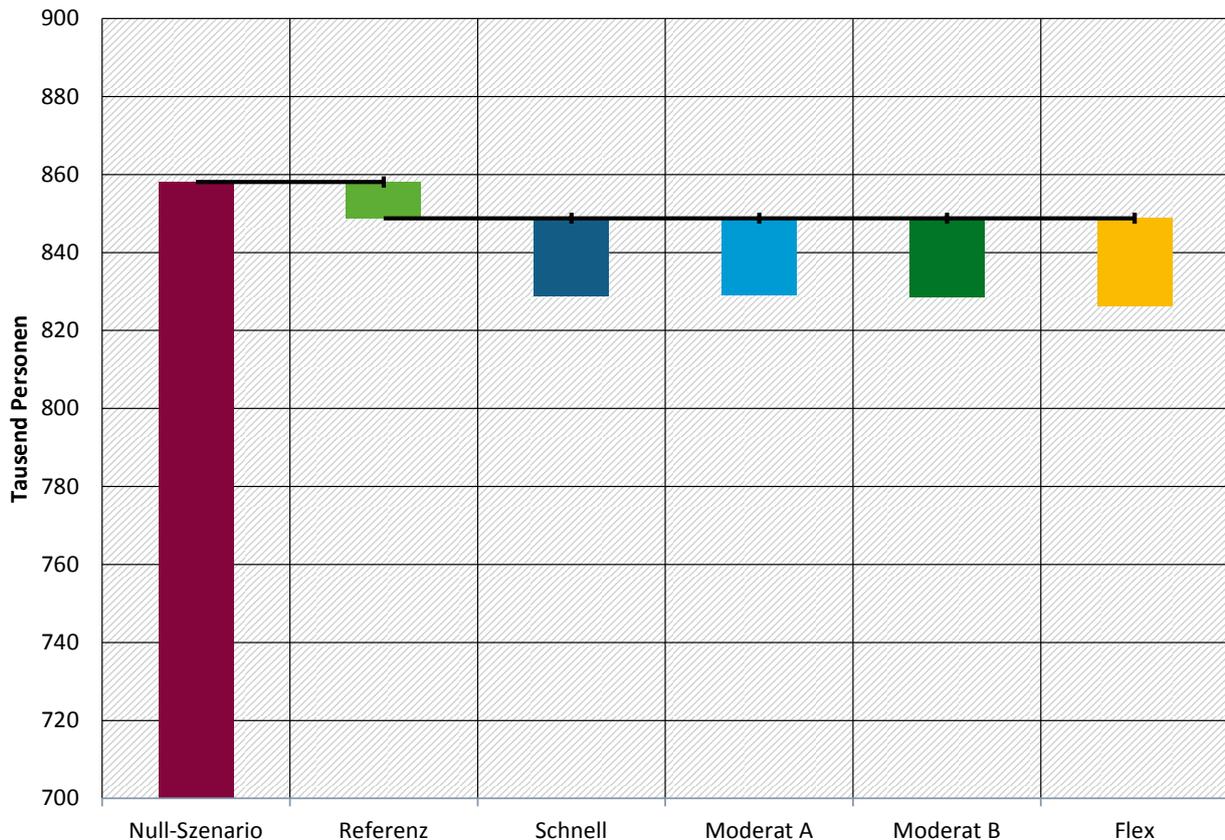
(siehe Abbildung 8-29 und Abbildung 8-30 im Anhang) gemacht werden. Die reale Bruttowertschöpfung fällt mit ca. 2.700 Millionen Euro am stärksten im Pfad „Moderat B“ im Vergleich zum Referenzpfad im Jahr 2040. Dieser Rückgang entspricht ca. 0,10% der Bruttowertschöpfung Deutschlands im Jahr 2014. Die Bruttowertschöpfung fällt um den Beitrag den die Braunkohle an der Bruttowertschöpfung im Jahr 2014 hatte. Das Arbeitnehmerentgelt in der Braunkohlenwirtschaft fällt im gleichen Jahr im Vergleich zum Referenzpfad um ca. 650 Millionen Euro. In den Pfaden „Schnell“ und „Flex“ stammt der Rückgang in der Bruttowertschöpfung primär aus den Regionen Lausitz und Rheinland. In den moderaten Szenarien sind die Rückgänge in der Lausitz und im Rheinland nicht so stark und im übrigen Deutschland fällt die Bruttowertschöpfung stärker. Regional ist dieses Bild aber nicht einheitlich, so liegt in den Pfaden „Schnell“ und „Flex“ im übrigen Deutschland schon im Jahr 2040 die reale Bruttowertschöpfung über dem Referenzpfad. Denn durch den Ausstieg in den Braunkohleregionen kommt es zu einem Aufbau des übrigen Energiesektors im Wesentlichen im übrigen Deutschland. Dieser Aufbau wird induziert durch höhere Energiepreise. In den schnelleren Ausstiegspfaden führen höhere Preise zu einem schnelleren Ausbau anderer Energieträger. Aus diesem Grund sind die negativen Bruttowertschöpfungseffekte im übrigen Deutschland in den schnellen Ausstiegspfaden geringer im Vergleich zu den moderaten Ausstiegspfaden. Für Mitteldeutschland bedeutet ein Braunkohleausstieg eine um 190 bis 240 Millionen Euro geringere Wirtschaftskraft im Jahr 2014 im Vergleich zum Referenzpfad. Für die Braunkohleregion Lausitz bedeutet ein kompletter Ausstieg aus der Braunkohle einen Verlust der Wirtschaftskraft von ca. 800 Millionen Euro. Die Bruttowertschöpfung der Braunkohleregion Rheinland wird im Jahr 2040 zwischen 200 Millionen und 400 Millionen Euro niedriger sein als im Referenzpfad.

Die Entwicklung des realen Arbeitnehmerentgelts in den verschiedenen Pfaden ist in Abbildung 8-29 im Anhang dargestellt. Die Braunkohleregion Lausitz ist am stärksten betroffen mit einem klimapolitisch bedingten Rückgang des Arbeitnehmerentgelts um 900 bis 940 Millionen Euro in 2040. Die klimapolitisch bedingten direkten realen Arbeitnehmerentgelteffekte betragen 300 Millionen Euro in 2040, d.h. ein Drittel der realen Lohnreduktion in 2040 hängt direkt mit der Braunkohlenwirtschaft in der Lausitz zusammen. Das Arbeitnehmerentgelt fällt somit doppelt so stark wie die Bruttowertschöpfung. Der Wegfall der Braunkohle führt deutschlandweit zu einer Reduktion des Arbeitnehmerentgelts im Jahr 2040 um 4 Milliarden Euro im Vergleich zum Referenzpfad. Dies entspricht einer Reduktion des Arbeitnehmerentgelts pro Erwerbsperson von 100 Euro im Vergleich zum Referenzpfad.

#### 4.4.4 Diskussion der Ergebnisse

Die Bedeutung der Braunkohlenwirtschaft für die Energiewirtschaft in Deutschland ist ohne Zweifel gegeben. Die gesamtwirtschaftliche Entwicklung wird aber im Wesentlichen nicht von der Entwicklung der Braunkohlenwirtschaft abhängig sein. Abbildung 4-13 zeigt die Veränderung Erwerbstätigenzahl im Jahr 2020 in den verschiedenen Pfaden. Bis 2020 wird es nach den Simulationen im Null-Szenario ca. 850.000 Erwerbstätige mehr geben im Vergleich zu 2014. Wenn es zu keinen weiteren politischen Maßnahmen kommt und sich der Referenzpfad einstellt, so wird es in Deutschland ca. 9.000 Erwerbstätige weniger geben als im Null-Szenario. Bei weiteren politischen Maßnahmen in den Ausstiegspfaden kann die Erwerbstätigenzahl im Jahr 2020 zusätzlich zum Referenzpfad zwischen 20.000 und 22.000 fallen.

Abbildung 4-13: Veränderung der totalen Erwerbstätigenzahlen in Deutschland für das Jahr 2020 in den Pfaden im Vergleich zu 2014 im RWM

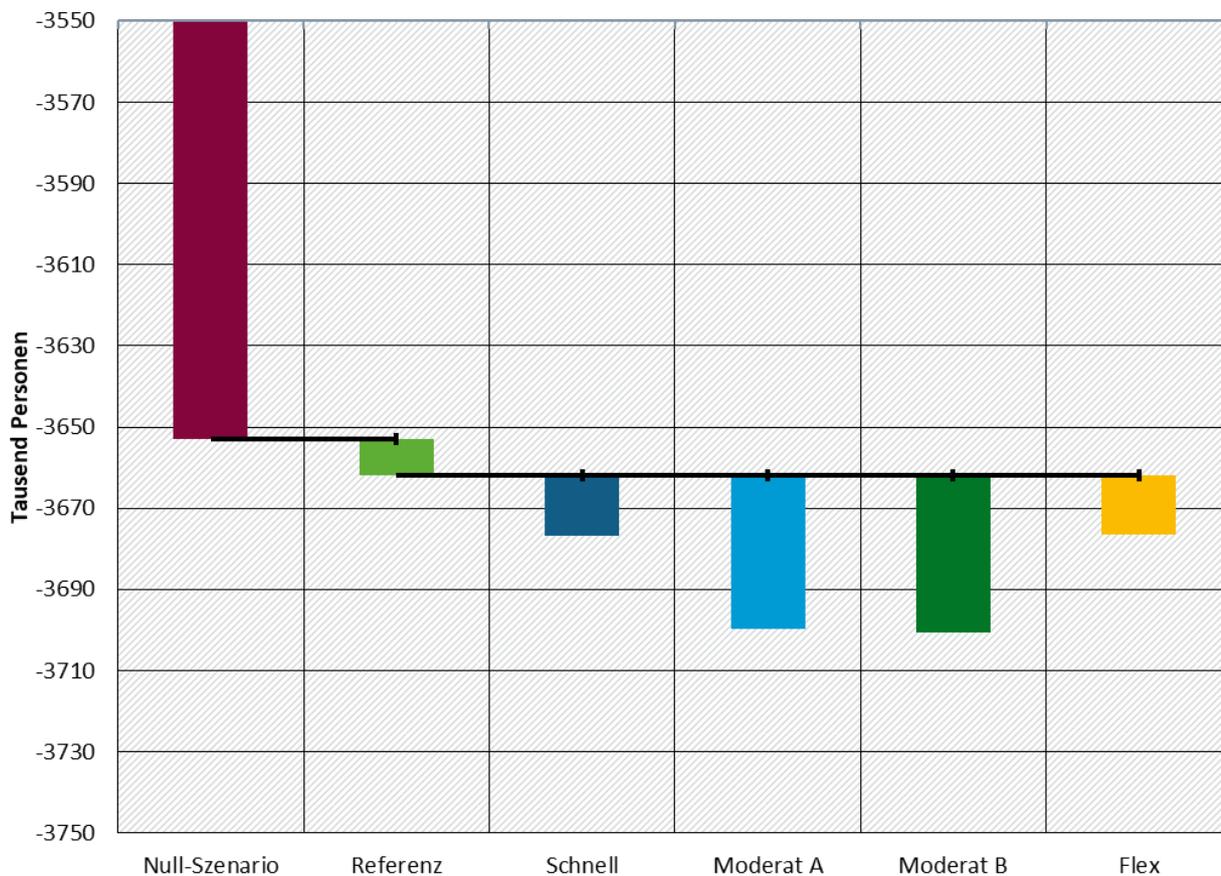


Anmerkungen: Es werden die Veränderungen der absoluten Erwerbstätigenzahlen für den Referenzpfad im Vergleich zum Null-Szenario und für die politischen Ausstiegspfade im Vergleich zum Referenzpfad für das Jahr 2020 ausgewiesen.

Quellen: Eurostat (2017), OECD (2017) und eigene Berechnungen, IWH.

Betrachtet man die Effekte auf die Erwerbstätigen im Jahr 2040 gegenüber 2014 werden ökonomisch signifikante unterschiedliche Effekte feststellbar wie in Abbildung 4-14 ersichtlich. Am Ende des betrachteten Zeitraums im Jahr 2040 schlägt sich der negative Effekt einer kleineren Anzahl an Erwerbspersonen aufgrund des demographischen Wandels in den Erwerbstätigenzahlen nieder. Im Jahr 2040 gäbe es 3.650.000 Erwerbstätige weniger im Vergleich zum Jahr 2014. Wenn der Referenzpfad eintreten würde, gäbe es zusätzlich ca. 9.000 Erwerbstätige weniger. Die weiteren politischen Maßnahmen zur Realisierung eines Kohleausstiegs in den moderaten Pfaden könnten noch einmal zu einem Rückgang von ca. 40.000 Erwerbstätigen führen. In den schnellen Pfaden mit einem früheren Ausstiegszeitpunkt kommt es auf Grund des schnelleren Ausbaus anderer Energieträger im Jahr 2040 zu einem Rückgang in den Erwerbstätigenzahlen von 15.000 Personen im Vergleich zum Referenzpfad.

Abbildung 4-14: Veränderung der totalen Erwerbstätigenzahlen in Deutschland für das Jahr 2040 in den Pfaden im Vergleich zu 2014 im RWM



Anmerkungen: Es werden die Veränderungen der absoluten Erwerbstätigenzahlen für den Referenzpfad im Vergleich zum Null-Szenario und für die übrigen Pfade im Vergleich zum Referenzpfad für das Jahr 2040 ausgewiesen.

Quellen: Eurostat (2017), OECD (2017) und eigene Berechnungen, IWH.

Der Vergleich der Auswirkungen der Pfade auf die Erwerbstätigen zeigt deutlich, dass ein Braunkohleausstieg kleine Effekte im Gegensatz zu dem demographischen Wandel hat. Jedoch können auch diese vergleichsweise kleinen Effekte für einzelne Regionen große Auswirkungen haben. Es zeigt sich, dass der demographische Wandel wesentlich die wirtschaftliche Entwicklung in Deutschland beeinflussen wird.

Im Vergleich zu den Auswirkungen des demografischen Wandels ist die durch den Kohleausstieg induzierte Abwanderung aus den Braunkohleregionen gering. Der demografische Wandel führt in Deutschland bis 2040 zu einem Rückgang der Erwerbsbevölkerung um 8,5% gegenüber 2014. Die Erwerbsbevölkerung der Braunkohleregionen verringert sich durch den Rückgang der Braunkohlenutzung zusätzlich. Gegenüber dem demografischen Wandel fällt dieser Effekt jedoch deutlich geringer aus. In der Modellierung des RWM geht in der Lausitz die Erwerbsbevölkerung in der Referenzentwicklung um weitere 0,4% zurück und durch einen klimapolitisch forcierten Kohleausstieg um weitere 0,2% (jeweils 2040 im Vergleich zu 2014). In absoluten Zahlen bedeutet dies für die Lausitz einen Rückgang von 3.300 Erwerbspersonen durch den klimapolitisch forcierten Kohleausstieg und einen Rückgang von 2.200 Erwerbspersonen in der Referenzentwicklung. In den beiden anderen Braunkohleregionen spielt Abwanderung auf Grund des Kohleausstiegs so gut wie keine Rolle und der relative Rückgang der Erwerbsbevölkerung ist in allen Pfaden nahezu gleich.

Im Vergleich zum IOM sind die Effekte in der regionalwirtschaftlichen Modellierung jedoch wesentlich größer. Das RWM berücksichtigt auch Effekte die der Braunkohleausstieg auf den Marktwert der Braunkohle und Energiepreise in Deutschland hat. Im Gegensatz zu bisherigen Studien (vgl. Öko-Institut, BET, Klinski 2017; Prognos AG, EWI, GWS 2014) wird die Entwicklung der deutschen Energiepreise unter intertemporaler Gewinnmaximierung und Modell endogen bestimmt. Die Anstiege in den Energiepreisen und Marktwerten in der Braunkohle (siehe Tabelle 8-30 im Anhang) sind nur durch den Braunkohleausstieg verursacht. Andere Studien unterstellen bestimmte Entwicklungen realer Rohstoffpreise für Energieträger (Kohle, Öl, usw.) und CO<sub>2</sub>. Bei den Simulationen mit dem RWM wird angenommen, dass die realen Rohstoffpreise von anderen Energieträgern im „Null-Szenario“ konstant bleiben. Aus diesem Grund, fallen die Preissteigerungen im Vergleich zu anderen Studien geringer aus. Die Marktwerte der Braunkohle können nicht direkt als Strompreis interpretiert werden, sondern als der Preis zu dem die Betreiber der Braunkohlekraftwerke in Deutschland bereit sind Strom in das deutsche Netz zu liefern.<sup>56</sup> Energiepreise steigen früher stärker an in den Ausstiegsszenarien im Vergleich zum Referenzpfad.<sup>57</sup> Dies führt zu stärkeren Antizipationseffekten bei Neueinstellungen der Firmen, was zu geringeren Neueinstellungen in Deutschland führt. Diese Preiseffekte werden im IOM nicht berücksichtigt.<sup>58</sup>

Ein weiterer wesentlicher Unterschied zwischen dem RWM und dem IOM ist das Null-Szenario. Im IOM wird unter der Produktivitätsannahme Fortschreibung ein größerer Teil der direkt Beschäftigten in der Braunkohlenwirtschaft abgebaut. Im RWM nimmt die Bruttowertschöpfung in allen Sektoren im Null-Szenario mit der gleichen Rate zu. Die potentiellen klimapolitisch bedingten Effekte sind im IOM geringer im Vergleich zum RWM. Im RWM reduziert sich bei einer 50% Reduktion der Braunkohlestromerzeugung im Vergleich zum Jahr 2014 auch die direkt Beschäftigten um ca. 50%, was zu den Ergebnissen in Öko-Institut (2017c) passt.

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die moderaten Pfade im Vergleich zu den schnelleren Ausstiegspfaden höhere gesamtdeutsche Beschäftigungseffekte aufweisen. Eine mögliche Schlussfolgerung wäre, dass ein früherer Ausstiegszeitpunkt in den Pfaden „Schnell“ und „Flex“ dem späteren Ausstiegszeitpunkt in den moderaten Ausstiegspfaden vorzuziehen ist. Dieses Ergebnis basiert auf der Annahme, dass die innerdeutschen Migrationsströme nicht von den Ausstiegsgeschwindigkeiten abhängen, d.h. nicht von dem genauen Zeitpunkt und der mengenmäßigen Reduktion der Braunkohleerzeugung. Diese Schlussfolgerung gilt aber nur für Deutschland als Ganzes. Wenn aber die Regionen für sich betrachtet werden, so sind die Pfade Flex und Schnell nicht den moderaten Pfaden für die Lausitz vorzuziehen. Hier ist besonders die stärkere Abhängigkeit der Lausitzer Wirtschaft von der Braunkohle hervorzuheben. Im Vergleich zum Rheinland kann der Wegfall der Braunkohle in der Lausitz in geringerem Maße durch andere Sektoren aufgefangen werden. Im Gegensatz zum IOM können keine Vorleistungsstrukturen berücksichtigt werden, da nur die reale Bruttowertschöpfung der Sektoren betrachtet wird. Das Modell simuliert die dynamische Entwicklung der Regionen und deren Sektoren simultan, was die Komplexität des Modells drastisch erhöht. Es werden über 300 Variablen gleichzeitig simuliert. Zur Kalibrierung des Modells müssen viele Annahmen getroffen werden, welche die Ergebnisse beeinflussen. Die Geschwindigkeit der Erholung in Deutschland und in den Regionen z.B. hängt maßgeblich von den Annahmen über die Geschwindigkeit der innerdeutschen Migration ab.

<sup>56</sup> Die Marktwerte in 2040 stellen Randlösungen des Modells dar.

<sup>57</sup> In der Studie von r2b und HWWI (2013) in den Abschnitten 4.3.2 und 4.3.3 werden die Energiepreiseffekte bestimmt. Die Energiepreise werden nicht durch das Modell bestimmt, sondern stammen aus einem Strommarktmodell.

<sup>58</sup> Somit werden im IOM keine Effekte von Strompreisveränderungen auf die Wertschöpfung und Beschäftigung erfasst.

Wenn innerdeutsche Migrationsbewegungen von den Ausstiegszeitpunkten abhängen, so käme es in den moderaten Pfaden zu geringeren zusätzlichen Effekten. Des Weiteren würden die Effekte eines Kohleausstiegs im Modell kleiner ausfallen.

Der Unterschied zwischen den moderaten und schnellen Pfaden lässt sich darauf zurückführen, dass die Arbeitsnachfrage stärker in den schnellen Pfaden ansteigt. Die relative Produktivität im Energiesektor exklusive Braunkohle steigt schneller an und führt bei gleichzeitig fallendem Arbeitnehmerentgelt zu einer größeren Arbeitsnachfrage der Unternehmen im Energiesektor. Firmen müssen neue Beschäftigte einarbeiten und berücksichtigen die damit verbundenen Kosten. Der Braunkohleausstieg wird laut Modell bis 2040 zu einer Reduktion der realen Bruttowertschöpfung führen. Dies ist verbunden mit einer Reduktion der Nachfrage, welche zu geringeren Neueinstellungen der Firmen führt. Diese Antizipationseffekte hängen im Wesentlichen davon ab, ob die Pfade auch konsequent umgesetzt werden. Nur unter Planungssicherheit sind bereits in der nahen Zukunft Antizipationseffekte zu erwarten.

Der schnellere Erholungseffekt in den schnellen Pfaden basiert auf der Annahme, dass andere Energieträger Braunkohle in der Verstromung adäquat ersetzen können. Außerdem berücksichtigt das Modell keinen Außenhandel und kann somit nicht die besondere Rolle Deutschlands als Exportnation und deren Abhängigkeit von günstigen Energiepreisen im Vergleich zu anderen Ländern abschätzen. Außerdem werden keine Effekte berücksichtigt, die durch Planungsunsicherheit eintreten können.

## 4.5 Kernergebnisse

In diesem Kapitel werden die Effekte des Braunkohleausstiegs auf die wirtschaftliche Lage mit Hilfe von zwei Modellen bestimmt. Mit dem Input-Output-Modell lassen sich die Ergebnisse konkret in einen direkten Effekt, der der Kohleförderung entspricht, und einen indirekten Effekt, der durch Vorleistungsgüter generiert wird, aufteilen. Darüber hinaus konnten die einkommensinduzierten Effekte auf Produktion, Beschäftigung und Arbeitnehmerentgelte quantifiziert werden. Substitutionsprozesse zwischen den Produktionsfaktoren, Preisanpassungen und Wanderungsbewegungen können im Input-Output-Modell jedoch nicht berücksichtigt werden. Um diese Effekte abschätzen zu können, wird auf das zweite Modell, ein regionalwirtschaftliches makroökonomisches Modell, zurückgegriffen. Somit bildet das IO-Modell lediglich die Effekte einer reduzierten Braunkohleförderung ab, wohin gegen das RWM darüber hinaus auch die Effekte einer reduzierten Braunkohleverstromung abbildet.

Mit dem IOM werden zum einen die Effekte des Braunkohleausstiegs bei der Braunkohleförderung (Produktionsphase) ermittelt, welche die eigentliche Förderung sowie die damit verbundenen Zulieferungen umfasst. Zum anderen werden die Effekte, die sich aus der Einkommensveränderung durch die Beschäftigungseffekte ergeben, berücksichtigt.

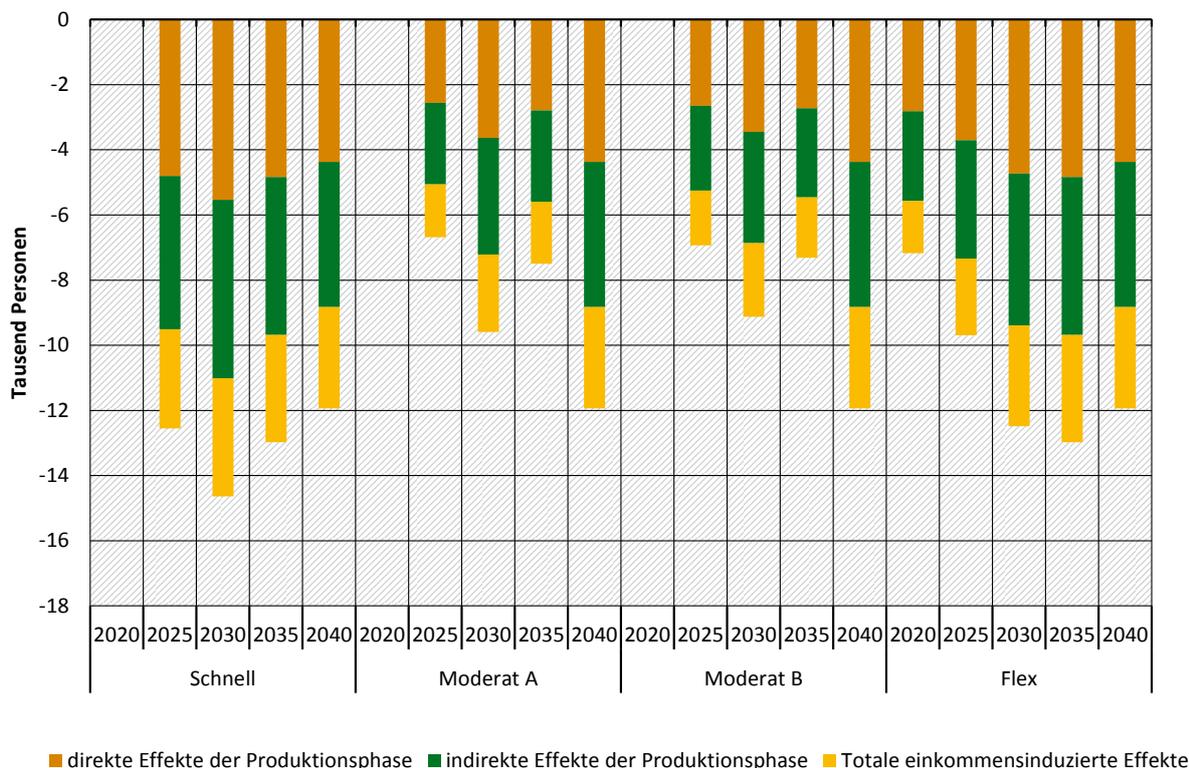
Die Effekte in der Produktionsphase sind deutlich höher als die Effekte in der Einkommensverwendungsphase. So hängen etwa vier Fünftel der gesamten Produktionseffekte und drei Viertel der Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte unmittelbar mit der Braunkohleproduktion und den durch sie induzierten Vorleistungskäufen zusammen. Bei den Effekten auf die Arbeitnehmerentgelte sind es sogar über 85%. Die Einkommensverwendungsphase (induzierte Effekte) hat damit einen deutlich geringeren Einfluss. Allerdings hängen die Effekte in der Einkommensverwendungsphase wesentlich davon ab, wie arbeitsintensiv die Braunkohleförderung in der Zukunft ist. Sofern die Arbeitsproduktivität über den gesamten Zeitraum gleich bleibt, werden für die Förderung der gleichen Braunkohlemenge mehr Beschäftigte benötigt. Dies führt zu höheren Arbeitseinkommen aus der Braunkohlewirtschaft, was wiederum höhere Effekte bei der Produktion von Konsumgütern auslöst. Der Anteil der Einkommensverwendungsphase an den totalen Effekten ist damit höher als im Falle einer Fortschreibung der Produktivität im Sektor Braunkohle.

Betrachtet man die Beschäftigungseffekte im Pfad „Schnell“ unter der Annahme einer trendmäßigen Zunahme der Arbeitsproduktivität, so zeigt sich, dass gegenüber dem Referenzpfad die Zahl der Erwerbstätigen bis zum Jahr 2025 um 12.500 und bis zum Jahr 2030 um 14.600 Erwerbstätige zurückgehen wird (siehe Abbildung 4-15). Die anderen Ausstiegsszenarien weisen zunächst niedrigere Arbeitsplatzverluste auf. In 2040, nach Vollendung des Kohleausstiegs, weisen alle Pfade ein gleiches Beschäftigungsniveau auf. Insgesamt beträgt in der Einkommensverwendungsphase der Produktionsmultiplikator 1,5 und ist damit kleiner als der entsprechende Multiplikator in der Produktionsphase, wo dieser 2,0 beträgt. Damit stoßen die für den Konsum der privaten Haushalte produzierten Güter weniger Produktion an als die Kohleförderung. Auch die Wertschöpfungs- und Beschäftigungsmultiplikatoren fallen geringer aus.

Zu den zentralen Ergebnissen der Analyse mit dem IOM zählen:

- ▶ Die Vorleistungskäufe der Braunkohlenförderung beschäftigen ungefähr die gleiche Anzahl an Erwerbstätigen wie die Braunkohleförderung selbst. Bei der Gestaltung des Strukturwandels ist es daher genauso wichtig die Zulieferer der Braunkohlenwirtschaft zu berücksichtigen.
- ▶ Verschiedene Studien mit dem IOM zeigen, dass der Abbau eines Arbeitsplatzes in der Braunkohlenwirtschaft zu einem Abbau von Eins bis Zwei weiteren Arbeitsplätzen in anderen Sektoren der deutschen Volkswirtschaft führt.

Abbildung 4-15: Direkte, indirekte und einkommensinduzierte klimapolitische Beschäftigungseffekte für das jeweilige Jahr einer reduzierten Braunkohleförderung im Vergleich zum Referenzpfad (IOM)



Quellen: Statistisches Bundesamt (2017e) und eigene Berechnungen, IWH.

Um auch Substitutionsprozesse zwischen den Produktionsfaktoren (vor allem Arbeit und Energie), Preisanpassungen und innerdeutsche Wanderungsbewegungen aufgrund eines Kohleausstiegs abbilden zu können, kommt im zweiten Schritt das RWM zum Einsatz. Neben den sektoralen Anpassungsprozessen können so auch Anpassungsprozesse zwischen den Regionen erfasst werden. Erfahrungen

nach der Wiedervereinigung in Ostdeutschland und auch mit dem Strukturwandel im Ruhrgebiet legen nahe, dass Anpassungsprozesse regional unterschiedlich verlaufen können und innerdeutsche Wanderungsbewegungen dadurch beeinflusst werden. In Ergänzung zu anderen vorliegenden Studien zu den wirtschaftlichen Effekten eines Kohleausstiegs (vgl. EEFA 2010; EEFA 2011; Markwardt et al. 2016; RWI 2018) können mit dem RWM auch regionalwirtschaftliche Effekte unter Berücksichtigung von Substitutionsprozessen konsistent ermittelt werden. Dabei ist im Vergleich zum IOM nur eine deutlich gröbere sektorale Erfassung der wirtschaftlichen Zusammenhänge möglich. Zudem werden auch energiewirtschaftliche Zusammenhänge stark vereinfacht erfasst. Die beiden Ansätze haben also unterschiedliche Stärken und Schwächen und ergänzen sich. Das RWM bildet insbesondere die qualitativen Anpassungsprozesse ab, die in der Diskussion der Effekte von regionalen Strukturwandelprozessen zwingend zu berücksichtigen sind.

Schätzungen auf Basis der Bevölkerungsprojektion von Eurostat ergeben, dass die Anzahl der Erwerbstätigen in Deutschland bis zum Jahr 2040 um etwa 3,6 Mio. zurückgehen wird. Das RWM führt u.a. zu dem Ergebnis, dass der auch im Referenzpfad stattfindende Rückgang der Braunkohlenutzung die Zahl der Erwerbstätigen in Deutschland um 9.000 Personen mindert.

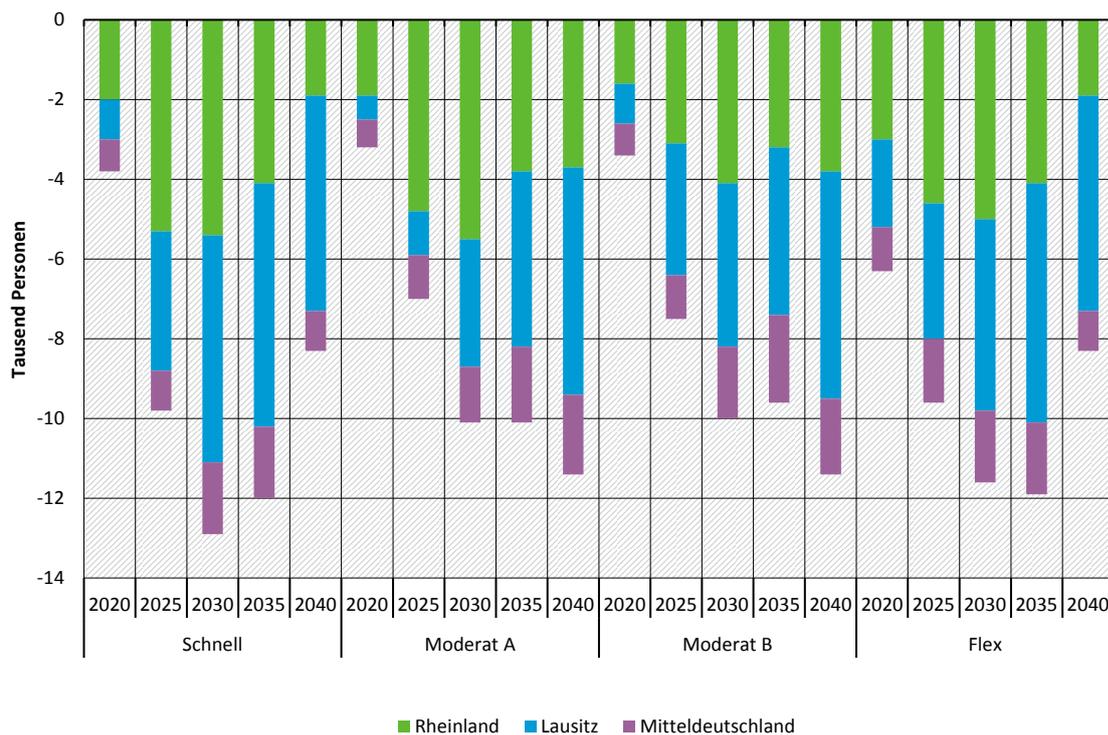
Ein klimapolitischer Ausstieg aus der Braunkohle kann im Vergleich zum Referenzpfad zu einem maximalen deutschlandweiten Rückgang der Beschäftigung von ca. 37.000 bis 43.000 Personen führen (siehe Abbildung 4-16). Dies umfasst direkte, indirekte und einkommensinduzierte Effekte des Braunkohleausstiegs. Der überwiegende Teil des Beschäftigungsrückgangs findet bei allen Pfaden außerhalb der Braunkohleregionen statt; u.a. aufgrund der Energiepreiseffekte. Im Vergleich zu den negativen Effekten des demografischen Wandels auf die Anzahl der Personen im erwerbsfähigen Alter ist die Anzahl der durch den Braunkohleausstieg wegfallenden Arbeitsplätze klein.

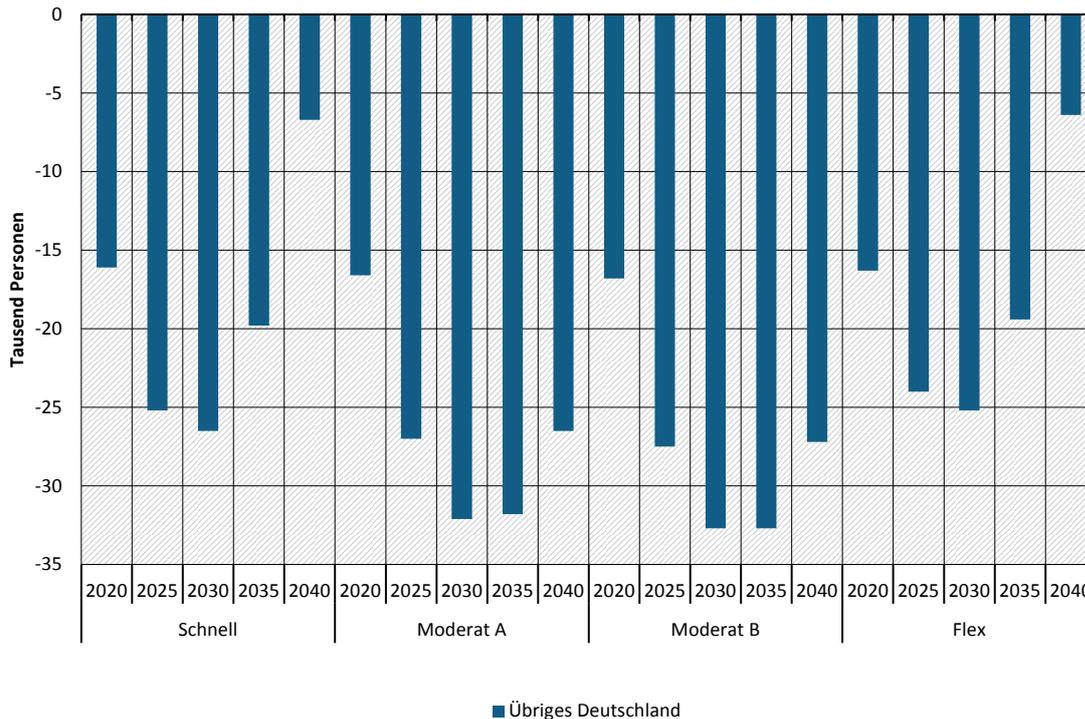
Im Pfad „Moderat B“ ist der klimapolitisch bedingte Rückgang mit insgesamt ca. 43.000 im Jahr 2030 im Vergleich zum Referenzpfad am höchsten. In der Lausitz ergeben sich die größten klimapolitischen Beschäftigungseffekte im Pfad „Schnell“ mit 6.100 im Jahr 2040. Das Rheinland weist auch im Pfad „Schnell“ aber im Jahr 2030 den größten klimapolitischen Beschäftigungseffekt mit 5.400 auf. Im Pfad „Moderat B“ im Jahr 2040 ist der klimapolitische Beschäftigungseffekt für Mitteldeutschland mit 2.200 am größten. Dabei ist in den direkten Effekten neben dem Rückgang im Tagebau auch der Rückgang in Kraftwerken enthalten. Ebenso fallen die Effekte auf Bruttowertschöpfung und Arbeitnehmerentgelte im makroökonomischen Modell höher aus als im Input-Output-Modell, weil auch nachgelagerte Effekte betrachtet werden. Arbeitnehmerentgelte gehen stärker zurück als die Bruttowertschöpfung. Ein langsamer Ausstieg verschiebt die negativen Beschäftigungseffekte in die Zukunft. Der Pfad „Flex“ hat unter allen Szenarien die größten negativen Beschäftigungseffekte in den nächsten 5 Jahren, führt aber zu einem früheren und schnelleren Erholungsprozess. Dieses Ergebnis ist auf einen schnelleren Ausbau anderer Energieträger bei gleichen innerdeutschen Migrationsbewegungen in den Ausstiegspfaden zurückzuführen und den damit verbundenen positiven einkommensinduzierten Effekten. Der Erholungsprozess auf den Arbeitsmarkt setzt daher deutschlandweit früher ein und ist schneller in den Pfaden „Schnell“ und „Flex“ im Vergleich zu den Pfaden „Moderat A“ und „Moderat B“. Wenn innerdeutsche Migrationsbewegungen in der Modellierung von der Ausstiegsgeschwindigkeit, d.h. von dem Zeitpunkt und der mengenmäßigen Reduktion der Braunkohleverstromung abhängen, so käme es in den moderaten Pfaden zu geringeren zusätzlichen Effekten. Der schnellere Erholungseffekt in den schnellen Pfaden basiert auf der Annahme, dass andere Energieträger Braunkohle in der Verstromung adäquat ersetzen können.

Bei der Modellierung mit dem RWM ist eine Isolation von Energiepreiseffekten, wie sie in der r2b und HWWI (2013) Studie untersucht wurde, nur bedingt möglich. Allgemein hängen Energiepreiseffekte auch von den gewählten Klimaschutzinstrumenten ab (Mengenregulierung, Preisregulierung; vgl. z.B. Öko-Institut, BET, Klinski 2017). Bei einem negativen direkten Beschäftigungseffekt im Referenzpfad

von 3.200 Erwerbstätigen für das Jahr 2020 im RWM ergibt sich unter Verwendung eines totalen phasenübergreifenden Beschäftigungsmultiplikators von 2,5 laut IOM für die Produktivitätsannahme Konstanz ein Beschäftigungseffekt auf die vorgelagerten Produktionsstufen von 4.800 Erwerbstätigen. Der zusätzliche Rückgang um 1.300 Erwerbstätige, um auf den im RWM ermittelten Gesamteffekt von 9.300 Beschäftigte zu kommen, kann somit auf die nachgelagerten Produktionsstufen zurückgeführt werden und wesentlich durch höhere Energiepreise bedingt sein. Ein klimapolitischer Ausstieg führt im Pfad Flex in 2020 zu einem direkten klimapolitischen Beschäftigungseffekt von 2.300 Erwerbstätigen und zu vorgelagerten Beschäftigungseffekten von 5.750 Erwerbstätigen. Ausgehend von den im RWM ermittelten gesamten Beschäftigungsverlusten in Höhe von insgesamt 22.550 Beschäftigte beträgt der Beschäftigungseffekt in den nachgelagerten Produktionsstufen somit 14.500 Personen. Im Vergleich zur r2b und HWWI (2013) Studie sind die nachgelagerten Effekte in den Ausstiegsszenarien des RWM damit deutlich größer. Es ist jedoch unzulässig dies ausschließlich auf höhere Energiepreise zurückzuführen, denn das RWM bildet auch weitere Effekte ab wie z.B. Lohnanpassungen, Binnenmigration, den Ausbau anderer Energieträger und später auch Erholungseffekte. Eine isolierte Betrachtung von Energiepreiseffekten kann den Modellierungsergebnissen des RWM daher nicht entnommen werden.

Abbildung 4-16: Direkte, indirekte und einkommensinduzierte klimapolitische Beschäftigungseffekte für das jeweilige Jahr einer reduzierten Braunkohleförderung und Verstromung im Vergleich zum Referenzpfad (RWM)





Quellen: VGR der Länder (2017c) und eigene Berechnungen, IWH.

Die Analyse mit dem RWM zeigt:

- ▶ Die meisten Beschäftigungseffekte fallen nicht in den Braunkohleregionen selbst an. Die Lausitz ist gemessen an Arbeitslosenquote und Bruttowertschöpfung pro Erwerbsperson am stärksten von einem Braunkohleausstieg betroffen.
- ▶ Reale Arbeitnehmerentgelte pro Erwerbstätigen werden besonders in den Braunkohleregionen geringer ausfallen, da ein Hochlohnsektor in Deutschland wegfällt.
- ▶ Die Erwerbsbevölkerung in den Braunkohleregionen Rheinland und Lausitz wird durch Abwanderung stärker schrumpfen, wenn keine neuen attraktiven Arbeitsplätze in diesen Regionen entstehen. Im Vergleich zu den Auswirkungen des demografischen Wandels ist die durch den Kohleausstieg induzierte Abwanderung aus den Braunkohleregionen jedoch gering.
- ▶ Beide makroökonomischen Analysen kommen zu dem Ergebnis, dass der Braunkohleausstieg zu negativen Beschäftigungseffekten führt. Diese Effekte, soweit vergleichbar, sind im RWM größer als im IOM. Dies hat verschiedene Gründe:
- ▶ Das RWM berücksichtigt neben dem Braunkohlebergbau auch die Verstromung. Dies ist im IOM nicht der Fall. Im RWM werden die Ergebnisse des Referenzpfades immer im Vergleich zu einem Pfad ausgewiesen, in dem alle Sektoren mit der gleichen Rate wachsen (Null-Szenario). Im IOM werden die Ergebnisse des Referenzpfades immer im Vergleich zu einem Pfad ausgewiesen, in dem die Trends der Sektoren aus der Vergangenheit fortgeschrieben werden (Produktivitätsannahme Fortschreibung). Die Produktivität in der Braunkohlenwirtschaft stieg stärker als in den übrigen Sektoren der deutschen Volkswirtschaft. Aus diesem Grund, kommt es schon im Null-Szenario zu einem stärkeren prozentualen Abbau der Beschäftigung in der Braunkohlenwirtschaft im IOM. Dies trägt dazu bei, dass die Effekte nicht vergleichbar sind.
- ▶ Das RWM ist ein dynamisches Modell, welches langfristig regionale Anpassungsprozesse berücksichtigt. Die Akteure stellen sich dabei vorausschauend auf den Kohleausstieg ein und die Effekte des Kohleausstiegs sind früher ersichtlicher. Gleichzeitig kommen langfristig Erholungseffekte zum Tragen, so dass die regionalen Arbeitslosenquoten das Niveau des Jahres 2014 erreichen.

- ▶ Das RWM ist ein nichtlineares Modell, d.h. eine Reduktion der Braunkohleverstromung um 10% von 100 TWh hat nicht die gleichen Effekte auf Preise und Wettbewerbssituation der Firmen wie eine 10% Reduktion der Braunkohleverstromung von 50 TWh. Die Energiepreise steigen nach 2020 in den Ausstiegsszenarien im Vergleich zum Referenzpfad schneller an. Firmen antizipieren die schneller steigenden Preise im Energiesektor und die damit verbundene geringere Nachfrage. Neueinstellungen gehen stärker zurück und aus diesem Grund kommt es zu höheren Beschäftigungseffekten. Das IOM erfasst Energiepreiseffekte einer verringerten Braunkohleverstromung auf nachgelagerte Wertschöpfungsstufen dagegen nicht.

## 5 Wirtschaftliche Chancen für die besonders vom Kohleausstieg betroffenen Regionen

Die Energiewende hat einen Strukturwandel in vielen Bereichen der Energieversorgung zur Folge. Sie trifft daher Regionen eher, die aufgrund von verfügbaren Ressourcen stark auf die konventionelle Energieversorgung gesetzt haben. Die Energiewende birgt aber auch für diese Regionen Chancen, sich mit dem Strukturwandel auf neue zukunftsträchtige, wirtschaftliche Standbeine zu stellen und hier Arbeitsplätze zu schaffen.

Die Wirkungen eines Braunkohleausstiegs sind für die gesellschaftliche Debatte von großer Relevanz. Einerseits aufgrund von erwarteten negativen wirtschaftlichen Auswirkungen für die einzelnen Braunkohleregionen selbst, andererseits aufgrund erwarteter steigender Strompreise. In Kapitel 5 wird mit einer qualitativen und quantitativen Chancenanalyse der Frage nachgegangen, inwieweit bereits bestehende wirtschaftliche Trends in anderen Branchen und wirtschaftliche Impulse durch die Energiewende möglichen regionalen negativen Effekten entgegenwirken können.

In den folgenden Abschnitten wird zunächst ein Überblick über die Entwicklung der Branchen in den betroffenen Bundesländern gegeben und dargestellt, welche Wirtschaftsbereiche sich positiv entwickeln und mittelfristig ggf. einen Teil des Strukturwandels im Kohlebergbau kompensieren können. Weiterhin erfolgt eine arbeitsmarktökonomische Analyse der Tätigkeiten im Braunkohlebergbau und -kraftwerkssektor und ob die Tätigkeiten in größerem Umfang außerhalb der Braunkohlenwirtschaft aber innerhalb der Region nachgefragt werden.

Ein Wandel bedeutet auch, dass alte Strukturen durch neue – in diesem Fall fossilen Energieträger durch Erneuerbare Energien – ersetzt werden. Daher wird in den folgenden Abschnitten auch abgeschätzt, welche wirtschaftlichen Impulse und Arbeitsplatzeffekte eine vorgezogene Sanierung der Tagebaue, ein Ausbau von erneuerbaren Energien sowie eine ambitionierte Umsetzung von Gebäudesanierungen haben könnten.

### 5.1 Branchenentwicklungen innerhalb der betroffenen Regionen

Die Untersuchung in Kapitel 4.4 hat mögliche regionalwirtschaftliche Effekte aufgezeigt. Das Input-Output-Modell berücksichtigt dabei die direkten und indirekten Folgen des Kohleausstiegs auch auf andere Sektoren. Außen vor blieben Entwicklungen und Trends in anderen Wirtschaftsbereichen, die negative Effekte des Kohleausstiegs teilweise kompensieren können.

Die Auswertung der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung kann diese Lücke ein Stück weit schließen. Der Schwerpunkt liegt neben dem Bergbau auf Wirtschaftsbereichen, die bisher von der Energiewende profitieren oder die generell einen positiven strukturellen Wandel aufweisen. Die Identifikation boomender Wirtschaftsbereiche entbindet in diesem Zusammenhang nicht von weiteren notwendigen Begleitmaßnahmen zum Strukturwandel, identifiziert aber bereits mögliche alternative Kernsektoren sowie mögliche Optionen für die direkt betroffenen ArbeitnehmerInnen aus dem Braunkohletagebau und den Kraftwerken.

Zur Identifikation der Branchenentwicklung in den Bundesländern dient die Bruttowertschöpfung (BWS). Sie spiegelt die wirtschaftliche Leistungskraft einer Region wider und gilt als ein zentraler Indikator zur Beurteilung des strukturellen Wandels. Ein wichtiger Faktor für das Wachstum der Wertschöpfung ist eine starke Nachfrage nach Gütern bzw. Dienstleistungen. Die Kennzahl Bruttowertschöpfung je Erwerbstätigem (BWS/ET) stellt dabei einen wichtigen Indikator für die Wirtschaftlichkeit dar und wird für die folgenden Sektorenuntersuchungen verwendet. Für den Bund wie auch für die Bundesländer sind lediglich Zahlen zur BWS sowie zu Erwerbstätigen oder Beschäftigten nach Wirtschaftssectoren veröffentlicht. D.h. eine tiefgreifende Auswertung einzelner Wirtschaftszweige ist nicht möglich. Dennoch können die bisherigen Entwicklungen erste Indizien geben.

Bei Betrachtung des Sektors „**Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden**“ in Sachsen, Sachsen-Anhalt und Brandenburg ist ein positiver Trend im Zeitraum 2010 bis 2014 sowohl bei der BWS als auch bei der BWS/ET zu erkennen, siehe Kapitel 2.5. Der Wirtschaftssektor „Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden“ umfasst nicht nur Kohlen, sondern auch Steine, Erden, Mineralien und Erze sowie Erdgas und -öl. Sachsen-Anhalt verfügt in der westlichen Altmark über größere Erdgasvorkommen und ist reich an Kiesen und Sanden, die in Tagebauen gefördert werden und die für die Bauwirtschaft wichtig sind (BGR 2017, S.19, 53). Zudem wird Salz in Bernburg und Zierlitz abgebaut. Sachsen verfügt neben Braunkohle über größere Lagerstätten von Ton, Schiefer und Tiefengesteinen (BGR 2017, S.19). In den vergangenen Jahren wurden zudem Erkundungen zur Gewinnung von Erzen und Spaten gestartet und neue Betriebe gegründet (Bergbau Sachsen 2018). Auch Brandenburg verfügt über größere Ressourcen an Ton, Kiesen und Sanden (BGR 2017, S.19). Es kann daher davon ausgegangen werden, dass die anderen Branchen innerhalb des Sektors „Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden“ in den drei Bundesländern eine hohe BWS/ET im Betrachtungszeitraum erreicht haben.

Da keine spezifischen Daten der einzelnen Wirtschaftszweige auf Landesebene vorliegen, wird behelfsweise die Entwicklung des BWS/Beschäftigten-Verhältnisses auf Bundesebene herangezogen, die über eine derartige Unterteilung verfügt (VGRdL 2017b, Statistisches Bundesamt 2018). Auf Bundesebene halbiert sich die Verhältniszahl „BWS je Beschäftigten“ bei Kohlen im Zeitraum 2010 bis 2014. Auch bei Öl und Gas kommt es zu einer Halbierung. Die BWS der beiden Wirtschaftszweige machen im Schnitt die Hälfte der BWS des Sektors aus. Demgegenüber verdoppelt sich dieser Indikator bei Gewinnung von Steinen und Erden sowie bei Erzen im gleichen Betrachtungszeitraum. Wird eine ähnliche Entwicklung in den drei Bundesländern unterstellt, so würde die positive Entwicklung des BWS-Beschäftigten-Verhältnisses durch positive Entwicklungen bei Steinen und Sanden herrühren. Unterstützt wird dies durch eine ebenfalls positive Entwicklung im Baugewerbe, wo Sand und Steine ein wesentlicher Grundstoff sind und ein Zusammenhang der Entwicklung zu erwarten wäre. Dieser Vergleich verdeutlicht, dass es andere Bergbautätigkeiten in den Bundesländern gibt, die sich im Gegensatz zu Braunkohle zumindest in der jüngsten Zeit positiv entwickeln und in denen FacharbeiterInnen aus den Tagebauen möglicherweise eine neue Anstellung finden können. Bei Betrachtung der Beschäftigtenzahlen der Branche muss allerdings festgestellt werden, dass sich diese über den Zeitraum kaum verändert haben. Bei detaillierter Betrachtung der Beschäftigten in der Tätigkeitsgruppe „Berg-, Tagebau und Sprengtechnik“ der einzelnen Länder zeigt sich, dass die Anzahl der Beschäftigten in diesem Berufsfeld teils deutlich abgenommen hat (BA 2017a): Gemäß der vorliegenden Daten im Zeitraum 2013 bis 2016 in NRW um -34%, in Sachsen um -14%, in Brandenburg um -6%, aber in Sachsen-Anhalt lediglich um -1%. Auch die Ausbildungszahlen sinken entsprechend. Es wird daher vermutet, dass die Bergwerke in 2010 nicht voll ausgelastet waren bzw. ein hoher mechanischer Anteil besteht, der nur eine kleine Anzahl an neuen Beschäftigten mit anderen Qualifikationen notwendig macht.

Nordrhein-Westfalen weist dagegen eine deutlich negative Entwicklung der Kennzahl BWS/ET auf, trotz ebenfalls hoher Vorkommen an Kies und Sand sowie an Kalk- und Dolomitgestein. Da auch das Baugewerbe sich im Betrachtungszeitraum 2010 bis 2014 positiv entwickelt hat, muss folglich die BWS im Wirtschaftszweig Kohlebergbau überproportional abgesunken sein. Dies deckt sich damit, dass der Kennwert im Betrachtungszeitraum für den gesamten Sektor um 26% gefallen ist, bei gleichzeitigen Abbau von fast 8.000 Erwerbstätigen (VGRdL 2017b).

Somit hat sich in einzelnen Bundesländern der Teil-Sektor „Gewinnung von Steinen und Erden“ zwar positiv entwickelt, ein Wechsel innerhalb der Branche Bergbau erscheint aus heutiger Sicht allerdings, wenn überhaupt nur für eine sehr geringe Anzahl an Arbeitnehmern realistisch.

Wie zuvor beim Bereich „Bergbau“ bereits angedeutet, hat sich auch das **Baugewerbe** positiv in allen vier Bundesländern entwickelt. Sachsen-Anhalt und Brandenburg weisen Zuwächse von 19% bzw. 20% auf. In Brandenburg führt dies zu einem Bedarf von durchschnittlich 500 zusätzlichen ET pro

Jahr, in Sachsen-Anhalt immerhin von 100 ET pro Jahr. Sachsen, welches einen Zuwachs von 11% an BWS/ET vorweisen kann, baut dagegen im Schnitt pro Jahr 200 Stellen ab. NRW weist einen Zuwachs von 13% aus und kann aber, im Vergleich, pro Jahr 3.600 neue Erwerbstätige vorweisen.

Der Sektor **Energieversorgung** liefert in allen vier betroffenen Bundesländern den zweithöchsten BWS/ET-Kennwert im Vergleich aller Sektoren. Die negativen Entwicklungen in Sachsen (-12%) und in NRW (-16%) lassen sich mit den in den vergangenen Jahren fallenden Strompreisen nachvollziehen (d.h. mit sinkendem Börsenstrompreis sinkt der Wert des Produkts und damit die BWS). In beiden Ländern erfolgte die Stromerzeugung zu 73% bis 78% aus Kohle. Auch in Brandenburg sind die Anteile an Braunkohle mit 62% bis 66% sehr hoch, dem stehen aber 23% bis 27% der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern, die über das EEG teilfinanziert werden, gegenüber. Brandenburg kann über die fünf Jahre das Niveau in etwa halten und dabei im Sektor noch rd. 100 zusätzliche Arbeitsplätze jedes Jahr schaffen. Allein Sachsen-Anhalt weist eine positive Entwicklung des Verhältnisses BWS/ET im Betrachtungszeitraum auf. Bei etwa gleichbleibender Anzahl an Erwerbstätigen steigt die Kennzahl um 16%. In diesem Zeitraum reduziert das Bundesland die Bruttostromerzeugung aus Erdgas von 22% in 2010 auf 15% in 2014. Zugleich steigt der Anteil erneuerbarer Energien von 39% auf 48% an, bei leicht sinkender Gesamtstromerzeugung. Auch hier liegt die Vermutung nahe, dass die Förderung durch das EEG die positive Entwicklung mit beeinflusst hat. Die Energieversorgung umfasst neben Strom auch die Gas- und Wärmeversorgung. Bei der Fernwärmeversorgung zeigt sich das gleiche Bild wie bei der Stromerzeugung. Auch hier haben Brandenburg und Sachsen-Anhalt den Anteil an erneuerbaren Energien an der Bruttowärmeversorgung von jeweils 8% auf 17% bzw. 19% ausgebaut, während die beiden anderen Bundesländer lediglich einen Anteil von 5% vorweisen. Neben dem EEG könnten hier auch das Erneuerbare Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) und die Energieeinsparverordnung (EnEV) zum Ausbau angeregt und die stabile bzw. positive Entwicklung in den beiden Bundesländern beeinflussen haben. Detaillierte Informationen hierzu liegen nicht vor. (VGRdL 2017b; Statistik der Länder 2018a, 2018b) Bei Betrachtung der Entwicklung der Erwerbstätigen fällt auf, dass trotz des EE-Ausbaus die Zahl der Erwerbstätigen nur in Brandenburg gestiegen ist. Der Unterschied liegt möglicherweise in den EE sowie in der statistischen Zuordnung begründet. So wurden in Brandenburg im Betrachtungszeitraum mehr Windenergieanlagen (WEA), in Sachsen-Anhalt dagegen mehr Photovoltaik (PV) zugebaut (BNetzA 2011, S.15; BNetzA 2015). Handelt es sich insbesondere um PV-Aufdachanlagen, so werden die Erwerbstätigen möglicherweise dem Bau und nicht der Energieerzeugung zugeordnet.

Zusammengefasst lässt sich festhalten, dass die Kennzahl BWS/ET im Energiesektor zwar im Vergleich zu anderen Sektoren sehr hoch ausfällt, allerdings die Entwicklung in Bundesländern mit nur geringem Anteil an erneuerbaren Energien negativ verläuft.

Die größten Zuwächse an BWS/ET im Betrachtungszeitraum erfahren die Sektoren „**Information & Kommunikation**“ sowie „**Sonstige Unternehmensdienstleistungen**“. Der Sektor Information & Kommunikation umfasst das Verlegen und Herstellen von Medien, den Rundfunk und die Kommunikation sowie spezifische Dienstleistungen dazu. Eine positive Entwicklung der Kennzahl BWS/ET gelingt hier durch eine zunehmende BWS in allen vier Bundesländern. Lediglich in Brandenburg und in Sachsen sinkt zugleich die Anzahl an ET, in Sachsen-Anhalt wächst sie schwach und in Nordrhein-Westfalen steigt sie dagegen um mehrere Tausend ET an (VGRdL 2017b). Ein ganz ähnliches Bild zeichnet sich bei Sonstige Unternehmensdienstleistungen ab. Der Bereich beinhaltet die Vermietung von Fahrzeugen, Gebrauchsgütern, Maschinen und Geräten, die Überlassung von Arbeitskräften, Reservierungsdienstleistungen, Sekretariatsdienste und Call-Center sowie Wach- und Sicherheitsdienste. Der Dienstleistungssektor führte in allen Bundesländern bis auf Sachsen-Anhalt zu einer teils deutlich Zunahme an Erwerbstätigen. Dies zeigt auch eine wachsende Anzahl an sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in allen Ländern bei Objekt und Personenschutz von 1.300 zusätzlichen Stellen in Sachsen-Anhalt im Zeitraum 2013 bis 2016 bis hin zu rd. 9.000 Stellen in NRW im gleichen Zeitraum (VGRdL

2017b). Ebenfalls positiv entwickeln sich die Beschäftigtenzahlen bei Reinigungskräften und Veranstaltungsservice um mehrere Tausend Stellen.

Beide Sektoren erscheinen als boomende Branchen die zugleich, mit einigen Ausnahmen, auch zu einer Nachfrage an Erwerbstätigen geführt haben.

Der Bereich „**Land- und Forstwirtschaft, Fischerei**“ entwickelte sich im Betrachtungszeitraum bezogen auf die BWS/ET ebenfalls recht gut in Brandenburg (+17%), Sachsen (+26%) und Sachsen-Anhalt (+28%). Sachsen und Sachsen-Anhalt verzeichnen im gleichen Zeitraum eine sinkende Anzahl an ET von 1.900 bzw. 1.200. Nordrhein-Westfalen hat dagegen fast 7.000 neue Arbeitsplätze geschaffen, aber nicht im gleichen Verhältnis die BWS steigern können, was über den Betrachtungszeitraum zu einem vergleichsweise geringen Zuwachs der Kennzahl BWS/ET von 7% führte. (VGRdL 2017b) In der Rheinischen Region sind die Zuwächse im Zeitraum 2013 bis 2016 mit etwa 730 Stellen übersichtlich, aber positiv. Die Mitteldeutsche Region sowie die Lausitzer Region konnten das Niveau in etwa halten und bauten leicht Stellen ab (BA 2017a).

Das **Verarbeitende Gewerbe** weist auf Länderebene gegenüber anderen Wirtschaftssektoren eher bescheidene Entwicklungen von 3% bis 11% aus, führt aber in NRW zu Beschäftigungseffekten von mehr 10.000 und in Sachsen von gut 6.000 zusätzlichen ET jedes Jahr im Zeitraum 2010 bis 2014 (VGRdL 2017b). Aufgrund der Entwicklung der Kennzahl BWS/ET gehen von diesem Sektor im Vergleich zu anderen weniger Anreize an Investoren aus, die mit neuem Geld wirtschaftliche Entwicklungen anstoßen würden. Dennoch wird der Sektor in der Auswahl aufgeführt, da er im Vergleich die meisten Arbeitsplätze in den Ländern stellt. In der Rheinischen Region waren maschinen- und fahrzeugtechnische Berufe (+ etwa 6.000 Stellen) und Berufe in der technischen Entwicklung und Prozesssteuerung (+3.500 Stellen) gefragt. Die Mitteldeutsche Region hatte ebenfalls Zuwächse von etwa +5.400 Stellen bei maschinen- und fahrzeugtechnischen Berufen vorzuweisen. In der Lausitzer Region gab es hier dagegen einen leichten Stellenrückgang (BA 2017a).

Wie das Verarbeitende Gewerbe so entwickelt sich der Sektor „**Verkehr und Lagerei**“ lediglich moderat positiv. Die Spanne reicht von Sachsen-Anhalt mit 1% bis Sachsen mit 11%. Im Schnitt werden aber in Sachsen-Anhalt 500, in Sachsen 1.200, in Brandenburg 1.400 und in NRW 5.100 Stellen pro Jahr zusätzlich geschaffen (VGRdL 2017b). Dabei sind es insbesondere Tätigkeiten in der Lagerwirtschaft, der Post, in der Zustellung und im Güterumschlag, die einen hohen Bedarf an zusätzlichem Personal vorweisen (VGRdL 2017b). In der Lausitzer Region sind es im Zeitraum 2013 bis 2016 etwa 1.200 Arbeitsplätze, in der Mitteldeutschen Region etwa 7.500 und in der Rheinischen Region gut 15.500 Stellen (BA 2017a).

In den einzelnen Bundesländern kommen folgende weitere Sektoren noch stärker zur Geltung:

In **Brandenburg** entwickelt sich der Sektor „**Kunst, Unterhaltung und Erholung**“ mit einer BWS/ET von 29% zwar recht positiv und setzt Anreize zu Investitionen, verliert im gleichen Zeitraum aber gut 2.000 Arbeitsplätze (VGRdL 2017b). Die **Erbringung von Sonstige Dienstleistungen**, welche neben den Arbeiten von Arbeitnehmer- und Arbeitgeberverbänden sowie religiösen Einrichtungen auch die Reparaturen von Geräten enthält sowie Wellnessangebote und Bestattungen beinhaltet, wächst im Betrachtungszeitraum um 16%. Auch sie verliert im gleichen Zeitraum etwa 6.700 Stellen (VGRdL 2017b). Beide Sektoren erscheinen somit für Investitionen interessant, haben aber bisher nicht zum Ausbau von Arbeitsplätzen geführt.

**Sachsen** kann ebenfalls im Sektor „**Kunst, Unterhaltung und Erholung**“ eine vergleichsweise gute Entwicklung von 16% vorzeigen, konnte aber im Vergleich zu Brandenburg die Anzahl der Beschäftigten halten (VGRdL 2017b). Auch das **Gastgewerbe** entwickelte sich in Sachsen positiv in Bezug auf BWS/ET. Auch hier bei Erhalt der Stellenanzahl (VGRdL 2017b). Die Tourismus-Branche erscheint daher für das Land ein wichtiger wirtschaftlicher Pfeiler zu sein mit hoher Wertschöpfungskraft.

Auch Sachsen-**Anhalt** hat einen wirtschaftlichen Schwerpunkt im Tourismus bzw. der Freizeitgestaltung: Hier boomen die Sektoren „**Kunst, Unterhaltung und Erholung**“ mit 36% sowie die „**Erbringung von Sonstige Dienstleistungen**“ inklusive Wellness mit 32%. Beide Sektoren weisen aber auch Rückgänge an Arbeitsplätzen von rd. 1.700 bzw. 7.300 auf. (VGRdL 2017b)

**Nordrhein-Westfalen** hat in diesen Sektoren mit 2% kaum Entwicklung in der Kennzahl BWS/ET vorzuweisen. Dennoch werden im Sektor „**Kunst, Unterhaltung und Erholung**“ 10.000 neue Arbeitsplätze von 2010 bis 2014 geschaffen (VGRdL 2017b). Eine Zuweisung zu spezifischen Branchen ist mit den öffentlich zugänglichen Daten nicht möglich.

Zusammenfassend ist für die Länder zu sagen, dass die Förderung des Tourismus - hier als Sammelbegriff für Kunst, Unterhaltung, Erholung, Gastgewerbe und sonstige Dienstleistungen verwendet - die BWS der Länder im Betrachtungszeitraum positiv beeinflussen konnte, allerdings nicht die Arbeitsplätze in der Branche.

## 5.2 Chancen für unmittelbar Betroffene eines Kohleausstiegs

Der Niedergang einer Branche setzt Arbeitskräfte frei. Sowohl für die Region selbst als auch für die meisten Arbeitssuchenden ist eine Weiterbeschäftigung in der Region wünschenswert. Die folgenden Betrachtungen geben einen Überblick darüber, inwiefern unmittelbar Betroffene eines Kohleausstiegs, hier die Beschäftigten im Braunkohletagebau und Kraftwerksbetrieb, entsprechend ihrer Tätigkeiten auf vergleichbare Tätigkeiten bzw. Anforderungen in der Region treffen.

Die Grundlage bildet eine Sonderauswertung der Bundesagentur für Arbeit (BA 2017b) zum Stichtag 30.09.2016. Sie listet für die Wirtschaftszweige „Braunkohletagebau“ sowie „Elektrizitätserzeugung ohne Fremdbezug zur Verteilung“ die Berufsbilder bzw. Tätigkeitsgruppen mit Anzahl der Beschäftigten auf.<sup>59</sup> Durch die Eingrenzung auf die hier definierten Braunkohleregionen sollte der Anteil an Beschäftigten aus anderen Arten von Stromerzeugungsanlagen recht gering ausfallen. Dennoch besteht ein statistischer Fehler, dessen Umfang nicht bekannt ist. Aus Datenschutzgründen ist die Sonderauswertung der Tätigkeitsgruppen der Braunkohlenwirtschaft bei den Regionen Mitteldeutschland und Lausitz zusammengefasst dargestellt (BA 2017b). Auch besteht ein Unterschied in den Angaben der Bundesagentur für Arbeit zur Anzahl der Beschäftigten gegenüber den Branchenangaben (vgl. Kap. 2.4.2). Die Differenz kann nachfolgend nicht aufgelöst werden. Da entsprechende Informationen seitens der Branche nicht zur Verfügung stehen, werden die Zahlen der Bundesagentur herangezogen.

Tabelle 5-1 zeigt die vorherrschenden Tätigkeitsgruppen innerhalb der Braunkohlenwirtschaft. Ergänzend wird für diese Gruppen auch die Entwicklung von Arbeitsplätzen innerhalb der gesamten Region dargestellt.

Die Tätigkeitsgruppen sind hier recht breit definiert, so dass sich keine spezifischeren Berufe oder Qualifikationen ableiten lassen. Hinzu kommt, dass die Daten neben Fachkräften und Experten auch Beschäftigte mit Helfer-Qualifikation enthalten. Eine Aufschlüsselung nach den zuvor genannten Qualifikationen in den Tätigkeitsgruppen ist anhand der BA-Datensätze nicht möglich (vgl. Kap. 2.4.2). Aber je kleiner der Anteil der Braunkohlenwirtschaft an allen Beschäftigten in der Tätigkeitsgruppe ist, desto größer ist die Chance, dass qualifizierte Beschäftigte innerhalb der Kohleregion eine neue Anstellung finden, sofern ausreichend Personal gesucht wird.

---

<sup>59</sup> Erläuterung: In den Betrachtungen von Kapitel 5.1 wurde insbesondere auf Erwerbstätige in der Kennzahl BWS/ET abgestellt. Unter den Begriff Erwerbstätige fallen neben sozialversicherungspflichtig Beschäftigten zudem auch Freiberufler, Beamte und Beschäftigte in Arbeitsgelegenheiten (Gabler 2018). Die Entwicklung der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten wird nachfolgend herangezogen, da in den vorhandenen Statistiken die Tätigkeiten detaillierter aufgeführt sind und ein Vergleich mit den Berufen innerhalb der Braunkohlebranchen damit besser möglich ist.

Tabelle 5-1: Darstellung ausgewählter Tätigkeitsgruppen von sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in der Rheinischen Region und in der Braunkohlenwirtschaft

| Tätigkeitsgruppe                                   | Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte innerhalb der Region sowie Veränderung ggü. Vorjahr |                     |                     |                     |                     |                                     |
|--|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------------------------|
|  | Dez. 13   | Dez. 14             | Dez. 15             | Dez. 16             | davon im BK-Tagebau | davon in der Elektrizitätserzeugung |
|  | Sep. 2016   |                     |                     |                     |                     |                                     |
| <b>Rohstoffgewinn, Glas-, Keramikverarbeitung</b>  | 7.681   | 7.536<br>- 145      | 7.244<br>- 292      | 6.987<br>- 257      | 1.384               | 178                                 |
| <b>Metallerzeugung,-bearbeitung, Metallbau</b>     | 63.527  | 62.822<br>- 705     | 62.427<br>- 395     | 62.317<br>- 110     | 81                  | 25                                  |
| <b>Maschinen- und Fahrzeugtechnikberufe</b>        | 97.127  | 100.867<br>3.740    | 101.720<br>853      | 103.084<br>1.364    | 697                 | 185                                 |
| <b>Mechatronik-, Energie- u. Elektroberufe</b>     | 66.038  | 66.093<br>55        | 66.313<br>220       | 67.106<br>793       | 407                 | 467                                 |
| <b>Techn. Entwickl. Konstr. Produktionssteuer.</b> | 55.220  | 56.900<br>1.680     | 57.522<br>622       | 58.726<br>1.204     | 322                 | 38                                  |
| <b>Bauplanung, Architektur, Vermessungsberufe</b>  | 17.323  | 17.624<br>301       | 18.203<br>579       | 19.020<br>817       | 50                  | 141                                 |
| <b>Führer von Fahrzeug- u. Transportgeräten</b>    | 63.402  | 63.725<br>323       | 66.179<br>2.454     | 67.684<br>1.505     | 18                  | 23                                  |
| <b>Schutz-,Sicherheits-, Überwachungsberufe</b>    | 26.739  | 27.306<br>567       | 29.502<br>2.196     | 29.784<br>282       | 27                  | 159                                 |
| <b>Berufe Unternehmensführung,-organisation</b>    | 331.651   | 333.526<br>1.875    | 337.226<br>3.700    | 342.522<br>5.296    | 182                 | 367                                 |
| <b>Medizinische Gesundheitsberufe</b>              | 150.967   | 154.794<br>3.827    | 158.730<br>3.936    | 162.757<br>4.027    | 62                  | 3                                   |
| <b>Sonstige</b>                                    | 1.222.282   | 1.249.291<br>27.009 | 1.290.786<br>41.495 | 1.328.132<br>37.346 | 136                 | 366                                 |

Quelle: Eigene Darstellung IZES auf Basis BA (2017b).

Die Zahlen in Tabelle 5-1 zeigen, dass spezifische Tätigkeiten in der Rohstoffgewinnung – einschließlich Bergbau – und in der Metallerzeugung und Bearbeitung in der Rheinischen Region derzeit ungünstigere Chancen auf einen Wechsel in andere Branchen aufweisen, zumindest gegenüber anderen Tätigkeitsgruppen. So ist der Anteil der in der Rohstoffgewinnung Tätigen mit 22% zur Gesamtzahl der Beschäftigten der Tätigkeitsgruppe sehr hoch. Zudem nimmt die Anzahl der Beschäftigten im Betrachtungszeitraum ab. Auch bei Tätigkeiten der Metallerzeugung, -bearbeitung und im Metallbau sinkt die Gesamtzahl der Beschäftigten leicht. Allerdings macht die Zahl der Beschäftigten in der Braunkohlenwirtschaft nur einen sehr geringen Teil an der Summe der Beschäftigten mit gleicher Qualifikation in der Region aus, selbst unter Abzug derjenigen aus der BK-Industrie. Auch bei Mechatronik, Energie und Elektroberufen erscheinen die Chancen eher gering. Der jährliche, durchschnittlich über alle vier Jahre zusätzliche Personalbedarf in diesen Tätigkeitsgruppen beträgt mit 356 Beschäftigten nur etwa 40% der Beschäftigten in der Braunkohlenwirtschaft. In Anbetracht eines mehrjährigen Strukturwandels kann die heutige Situation aber auch nicht grundsätzlich als schlecht bezeichnet werden. Für die

übrigen dargestellten Tätigkeitsgruppen kann aufgrund einer sehr hohen Nachfrage prinzipiell von guten Chancen ausgegangen werden, vorbehaltlich spezifischer Stellenanforderungen.

Für die 1.562 Beschäftigten innerhalb der Rohstoffgewinnung in der BK-Industrie bedarf es daher wahrscheinlich eher Begleitmaßnahmen wie Fortbildung und Umschulung, als bei den anderen Tätigkeitsgruppen, zumal auch innerhalb des Bundeslandes die Situation in anderen Bereichen des Bergbaus nicht nach einem zusätzlichen Bedarf an qualifizierten Arbeitskräften verlangt (vgl. Kap. 5.1). Die Metallerzeugung, -bearbeitung und der Metallbau zeigen zwar eine negative Entwicklung, allerdings ist nicht davon auszugehen, dass die mehr als 62.000 Beschäftigten von der Kohleindustrie in erheblichem Umfang abhängig sind. Auch die übrigen Tätigkeitsgruppen haben vergleichsweise gute Chancen. Die sonstigen Tätigkeiten, die in Summe die zweitgrößte Arbeitnehmeranzahl stellen, beinhalten u.a. Berufe der Holzverarbeitung, der Essenzzubereitung, Berufe im Hoch- und Tiefbau sowie im (Innen-) Ausbau, Gebäudeversorgungstechnik, Arbeitsstellen mit naturwissenschaftlichen Qualifikationen, Büro und Sekretariat sowie Erziehung. Ihnen stehen ebenfalls alternative Optionen innerhalb der Region zur Verfügung.

Auch in den beiden ostdeutschen Regionen kann es in einzelnen Tätigkeitsgruppen – namentlich in der Rohstoffgewinnung sowie in der Metallerzeugung und -bearbeitung – zu Problemen bei der Findung eines neuen Arbeitsplatzes in anderen Branchen innerhalb der Region kommen. Hier wurden in den letzten Jahren in der ganzen Region Arbeitskräfte freigesetzt. In der Tätigkeitsgruppe Mechatronik, Energie und Elektroberufen ist es in der Region zwar zu Einstellungen gekommen aber nicht in dem Maße, dass sie den Wegfall aus dem BK-Tagebau und der Elektrizitätserzeugung aus heutiger Sicht kurzfristig vollständig kompensieren könnte. Zwar sind auch innerhalb der Maschinen- und Fahrzeugtechnikberufe alle in den Regionen Beschäftigte in der BK-Industrie in einer höheren Anzahl vertreten, als andere Branchen zusätzliche Arbeitsplätze in diesem Tätigkeitsbereich entwickeln. Allerdings ist die Nachfrage nach dieser Tätigkeitsgruppe zunehmend, so dass bei einem geplanten Strukturwandel die vollständige Übernahme in andere Branchen gelingen kann. Für die übrigen nachfolgend dargestellten Tätigkeitsgruppen in Tabelle 5-2 kann aufgrund einer sehr hohen Nachfrage prinzipiell von guten Chancen ausgegangen werden, vorbehaltlich spezifischer Tätigkeitsanforderungen.

Wie bereits zum Rheinischen Revier dargestellt, sind für die Beschäftigten im Tagebau vergleichsweise mehr unterstützende Maßnahmen erforderlich, als in den anderen Tätigkeitsgruppen. Ungünstig scheint auch das Verhältnis bei Bauplanung, Architektur und Vermessungsberufen zwischen Braunkohlenwirtschaft und der Gesamtentwicklung. Allerdings gab es einen jährlichen zusätzlichen Bedarf an qualifiziertem Personal, wobei Ersatz Einstellungen für aus dem Berufsleben ausscheidende Angestellte noch hinzukommen. Die Gruppe der Sonstigen stellt sich in gleicher Weise zusammen, wie oben zum Rheinischen Revier bereits beschrieben, und kann auch innerhalb der Region prinzipiell mit guten Chancen auf eine Weiterbeschäftigung rechnen.

Die Summe der aufgeführten Beschäftigten in allen Regionen kommt gemäß den Zahlen von BA (2017b) lediglich auf rund 14.140 sozialversicherungspflichtig Beschäftigte. Die Differenz zu der von der Branche veröffentlichten Anzahl an Beschäftigten von rund 18.500 (vgl. Kapitel 2.4.2) konnte weder von BA (2017b) noch von Vertretern der Braunkohlenwirtschaft bislang beantwortet werden. Einschätzungen zur Herkunft der Differenz sind ebenfalls in Kapitel 2.4.2 zu finden.

Nicht bekannt ist die Altersstruktur innerhalb der Tätigkeitsgruppen in beiden hier betrachteten Regionen. Abbildung 2-10 in Kapitel 2.4.2 zeigt, dass über alle Reviere 65% der Beschäftigten bereits über 45 Jahre alt sind. Eine Vermittlung in andere Branchen kann altersbedingt somit trotz positiver Lage innerhalb der Tätigkeitsgruppen im Einzelfall schwierig sein.

Tabelle 5-2: Darstellung ausgewählter Tätigkeitsgruppen von sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in der ostdeutschen Region und in der Braunkohlenwirtschaft

| Tätigkeitsgruppe                            | Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte innerhalb der Region sowie Veränderung ggü. Vorjahr |                  |                   |                   |                     |                                     |
|---|---|------------------|-------------------|-------------------|---------------------|-------------------------------------|
|   | Dez. 13   | Dez. 14          | Dez. 15           | Dez. 16           | davon im BK-Tagebau | davon in der Elektrizitätserzeugung |
|   | Sep. 2016   |                  |                   |                   |                     |                                     |
| Rohstoffgewinn, Glas-, Keramikverarbeitung  | 7.596   | 7.567<br>- 29    | 7.576<br>9        | 7.420<br>- 156    | 2.736               | 0                                   |
| Metallerzeugung,-bearbeitung, Metallbau     | 62.325  | 63.763<br>1.438  | 63.626<br>- 137   | 62.952<br>- 674   | 101                 | 4                                   |
| Maschinen- und Fahrzeugtechnikberufe        | 63.872  | 68.574<br>4.702  | 68.946<br>372     | 69.699<br>753     | 553                 | 382                                 |
| Mechatronik-, Energie- u. Elektroberufe     | 38.552  | 38.343<br>- 209  | 38.743<br>400     | 38.877<br>134     | 505                 | 1.397                               |
| Techn. Entwickl. Konstr. Produktionssteuer. | 31.877  | 33.707<br>1.830  | 34.150<br>443     | 34.794<br>644     | 116                 | 287                                 |
| Bauplanung, Architektur, Vermessungsberufe  | 9.041   | 9.189<br>148     | 9.323<br>134      | 9.526<br>203      | 134                 | 43                                  |
| Führer von Fahrzeug- u. Transportgeräten    | 48.182  | 48.723<br>541    | 49.984<br>1.261   | 50.576<br>592     | 324                 | 7                                   |
| Schutz-, Sicherheits-, Überwachungsberufe   | 13.637  | 13.821<br>184    | 15.493<br>1.672   | 16.754<br>1.261   | 178                 | 67                                  |
| Berufe Unternehmensführung,-organisation    | 128.603   | 128.503<br>- 100 | 128.696<br>193    | 129.942<br>1.246  | 450                 | 342                                 |
| Medizinische Gesundheitsberufe              | 88.966  | 91.061<br>2.095  | 93.235<br>2.174   | 95.335<br>2.100   | 21                  | 0                                   |
| Sonstige                                    | 668.306   | 670.324<br>2.018 | 685.372<br>15.048 | 697.767<br>12.395 | 763                 | 1.185                               |

Quelle: Eigene Darstellung IZES auf Basis BA (2017).

### 5.3 Chancen durch die Energiewende

Die Untersuchungen in Kapitel 5.1 und Kapitel 5.2 deuten darauf hin, dass der Ausbau und der Betrieb der erneuerbaren Energien im Wirtschaftssektor Energieversorgung eine stabilisierende Rolle einnimmt. Entsprechend ihrer Ausbildung sollten hier Beschäftigte mit technischem und naturwissenschaftlichem Hintergrund prinzipiell auch Fuß fassen können. Auch zeigte der Bausektor in den vergangenen Jahren, bis auf Sachsen, einen positiven Trend bei Neueinstellungen. Die zunehmend mehr vernetzten und energietechnisch optimierten Gebäude mit immer komplexeren Energieversorgungssystemen brauchen zunehmend energietechnisches Fachpersonal, so dass für einige Berufsgruppen in der Braunkohlenwirtschaft auch in diesem Sektor Perspektiven möglich erscheinen. Nicht zu vergessen ist die Behebung der Folgeschäden aus dem Tagebau, die Flächensanierung. Bisher im Tagebau Tätige wären aufgrund der regionalen Kenntnisse und Fertigkeiten prädestiniert.

Die Chancen, die sich in diesen Bereichen bzgl. Personalbedarf in Zukunft auf tun können, werden nachfolgend abgeschätzt.

### 5.3.1 Sanierung der Tagebaue und Rückbau der Kraftwerke

Die Stilllegung von Kraftwerken und die damit einhergehende Sanierung der Tagebaue sind mit Investitionen verbunden und schaffen grundsätzlich Beschäftigung. Diese Effekte werden im Folgenden bzgl. des Ausstiegspfads Moderat A<sup>60</sup> beispielhaft analysiert.<sup>61</sup> Dabei spielen neben den kurzfristigen Effekten auch langfristige Beschäftigungsmöglichkeiten eine Rolle. Für diese Analysen war es wichtig, auf der Betrachtungsebene der einzelnen Tagebaue zu arbeiten, da diese zu unterschiedlichen Zeitpunkten auslaufen.

In einem ersten Schritt werden die Reviere beim Ausstiegspfad Moderat A betrachtet und die **Sanierungs- und Betriebsflächen** ab 2016 (siehe Tabelle 5-3) bis zu den Stilllegungszeitpunkten jährlich berechnet. Zur Vereinfachung werden dabei die im Ausstiegspfad dargestellten gesamten kumulierten Fördermengen bis zur Stilllegung mit den genehmigten Fördermengen i.S.d. Rahmenbetriebspläne (vgl. Kap. 3.3) für jedes Jahr in Relation gesetzt. Um diesen jeweiligen Verhältnisfaktor werden die in Tabelle 5-3 genannten Betriebsflächen jährlich reduziert. Es wird also angenommen, dass die Betriebsfläche auf den ursprünglich genehmigten Fördermengen basiert und dass die Betriebsflächen linear zum Fördervolumen in die bergbauliche Sanierung übergehen.<sup>62</sup> Sanierungsarbeiten die vor allem nach Abschluss der Braunkohleförderung anfallen dürften, wie z.B. mögliche Seen in den Restlöchern des Tagebaus, können mit dem Ansatz nicht korrekt erfasst werden. Diese Arbeiten wurden rechnerisch vorgezogen und auf die im jeweiligen Jahr herausfallende Betriebsfläche des Tagebaus umgelegt. Die Sanierungsziele, d.h. die Zielgestaltung der wieder nutzbar gemachten Flächen, wurde aus den vorliegenden Braunkohlenplänen (BKP) entnommen.<sup>63</sup> Die entsprechenden Sanierungsziele werden anteilig auf die jährlich aus der Betriebsfläche entfallenden Flächen übertragen. Vereinfachend wird angenommen, dass die Sanierungsarbeiten auf einer Fläche jeweils innerhalb eines Jahres weitestgehend abgeschlossen werden können.<sup>64</sup>

Für die nicht mehr bergbaulich beanspruchten Flächen (auf Grund vorgezogener Tagebaustilllegungen gemäß Ausstiegspfad) wurden die ursprünglichen Flächennutzungen, sofern in den Braunkohleplänen benannt, angenommen. Ergänzend wurden diese Flächenanteile an Hand von Karten oder durch den Abgleich mit aktuellen Satellitendaten (u.a. googlemaps®) grob geschätzt.<sup>65</sup>

Tabelle 5-3 gibt einen Überblick über die bestehenden Reviere mit Darstellung der aktuellen Flächeninanspruchnahme durch Tagebaubetrieb und -sanierung. Abweichende Zahlen der Sanierungsfläche in LMBV (2016) für die Mitteldeutsche und Lausitzer Reviere wurden zur Kenntnis genommen, aber nicht in den Bericht integriert, da zur Besicherung einer einheitlichen Datenbasis in allen drei Revieren den Flächendaten der Statistik der Kohlenwirtschaft e.V. Vorzug gegeben wurde. Die Kosten aus

<sup>60</sup> Beim Ausstiegspfad Moderat A wird im Rheinland im Vergleich schneller stillgelegt als beim Ausstiegspfad Moderat B.

<sup>61</sup> Angesichts der langfristigen Betrachtung bis zum Jahr 2040 können die verschiedenen Entwicklungen nicht umfassend vorausgeplant werden. Eine zeitliche Verschiebung des Ausstiegs um einige Jahre führt aber zu keinen grundsätzlich verschiedenen Chancen in den Regionen. Denn letztendlich besteht nicht die Frage, ob bei einem Ausstieg aus der Braunkohlenutzung die Anzahl der in dieser Branche Beschäftigten früher oder schneller sinkt. Vielmehr sind Chancen für alle Beschäftigten in den Regionen relevant. Deshalb wird der Strukturwandel an sich zugrunde gelegt, d.h. ein einziges Kohleausstiegs-szenario insgesamt betrachtet.

<sup>62</sup> Laut BbergG § 2Abs 1 Satz 2 ist die „Wiedernutzbarmachung der Oberfläche“ auch schon während der Abbauphase zu gewährleisten. Vgl. auch RWE (2013), S.3 ff.

<sup>63</sup> Konkrete Daten aus den Rahmenbetriebsplänen bzgl. der Sanierungskosten und Beschäftigungseffekte lagen nicht vor. Somit sind die berechneten Werte als Annäherung zu verstehen.

<sup>64</sup> Tatsächlich ist davon auszugehen, dass die jeweiligen Flächenkohorten mehrere Jahre in der Sanierung verbleiben bevor die Sanierungsziele erreicht werden.

<sup>65</sup> Die sich hieraus ergebende Flächenaufteilung dient ebenfalls als Input zur Berechnung der EE-Potenziale in Kapitel 5.3.2.

der sog. „Grundsanierung“ (gem. § 2 des Verwaltungsabkommens (VA)) und die Beschäftigungseffekte aus den LMBV Sanierungsberichten wurden auf die bisherige Gesamtsanierungsfläche aller drei Reviere extrapoliert und anteilig auf die Flächenangaben der Statistik der Kohlenwirtschaft e.V. umgelegt. Sie bilden die Grundlage für die weiteren Berechnungen (vgl. Tabelle 5-4).

Tabelle 5-3: Flächeninanspruchnahme durch Betrieb und Rekultivierung, Stand Dezember 2015

| Reviere                    | Gesamt                   | Betriebsflächen (Abraum, Kohle, Kippe) <sup>1)</sup> | Bereits wieder nutzbar gemachte Flächen |                         |                         |                         |                           |
|----------------------------|--------------------------|--|---|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|
|                            |                          |  | Sanierungsfläche gesamt                 | Davon Agrar             | Forst                   | Gewässer <sup>66</sup>  | Sonstiges <sup>2)</sup>   |
| <b>Rheinland</b>           | 32.489,6<br>100%         | 9.540,1 ha<br>29%                                    | 22.949,6 ha<br>71%                      | 12.340,1<br>38%         | 8.623,8<br>27%          | 819,7 ha<br>3%          | 1.166,0 ha<br>4%          |
| <b>Lausitz</b>             | 87.475,8<br>100%         | 32.051,6 ha<br>37%                                   | 55.424,2 ha<br>63%                      | 10.027,9<br>11%         | 30.893,1<br>35%         | 7.545,9<br>9%           | 6.957,3 ha<br>8%          |
| <b>Mitteldt.</b>           | 48.501,4<br>100%         | 12.252,5 ha<br>25%                                   | 36.248,9 ha<br>75%                      | 9.302,7 ha<br>19%       | 11.402,1<br>24%         | 12.417,8<br>26%         | 3.126,4 ha<br>6%          |
| <b>Gesamt<sup>3)</sup></b> | <b>168.466,<br/>100%</b> | <b>53.844,2 ha<br/>32%</b>                           | <b>114.622,7<br/>68%</b>                | <b>31.670,7<br/>19%</b> | <b>50.919,0<br/>30%</b> | <b>20.783,3<br/>13%</b> | <b>11.249,7 ha<br/>7%</b> |

Quelle: Statistik der Kohlenwirtschaft e.V., Stand Dezember 2015

- 1) einschl. Rekultivierungsrückstände und Risikoflächen
- 2) Wohnsiedlungen, fremde Betriebe, Müllflächen, Verkehrswege, etc.
- 3) mit den Vorjahren aufgrund von Flächenänderungen nicht vergleichbar

Zur Bestimmung der Beschäftigungseffekte sowie der Sanierungskosten<sup>67</sup> im Lausitzer und Mitteldeutschen Revier wird auf Daten der Sanierungsberichte der LMBV zurückgegriffen (siehe Tabelle 5-3 auf Basis LMBV; 2017d). Hierbei wird der durchschnittliche Beschäftigungseffekt für die Periode 1993-2016 ermittelt und auf die Gesamtkosten der Sanierung nach § 2 VA „Grundsanierung“ im LMBV-Gebiet umgelegt. Es wird angenommen, dass die Angaben der Beschäftigungseffekte in den LMBV Sanierungsberichten alle Maßnahmen (§ 2 - § 4 VA) einschließen. Die Beschäftigungseffekte und die Kosten für die in der weiteren Berechnung eingeflossenen § 2 VA Grundsanierung, wurden aus dem Gesamtbudget nach StuBa (2017) herausgerechnet (siehe Tabelle 5-4).

Auf Grund fehlender Daten wurden die spezifischen Kosten und Beschäftigungseffekte der ostdeutschen Bergbauregionen auch auf das rheinische Revier angewendet. Zusammenfassend sind die Grunddaten für die Hochrechnung in Tabelle 5-4 und die daraus resultierenden Ergebnisse für die Jahre 2020, 2030 und 2040 in Tabelle 5-5 dargestellt.

<sup>66</sup> Inklusive in Flutung befindliche Flächenbefindlich

<sup>67</sup> Im Verantwortungsbereich der LMBV umfassen diese Grundsanierung, Abwehr von Gefährdungen im Zusammenhang mit dem Wiederanstieg des Grundwassers sowie Maßnahmen zur Erhöhung des Folgenutzungsstandards.

Tabelle 5-4: Kosten und Beschäftigungseffekte für das Lausitzer und Mitteldeutsche Revier

| <b>Sanierung Lausitzer und Mitteldeutsches Revier durch LMBV 1991 – 2016</b> |                          |   |
|--|--------------------------|---|
| <b>Art</b>   | <b>Kennzahl</b>          | <b>Bemerkung</b>  |
| Direkte und indirekte Beschäftigungseffekte in Vollzeitstunden pro Jahr      | 8.169 Beschäftigte/a     | Durchschnitt über 24 Jahre (1993 –2016) nach § 2, 3 und 4 VA (LMBV 2017d) |
| Gesamtkosten nach §§2, 3 und 4 VA <sup>68</sup> (1991 – 2016), ohne ABM      | 10.424.827.160 €         | (StuBa 2017)  |
| Grundsanierungskosten nach §2 VA <sup>69</sup> (1991 – 2016), ohne ABM       | 8.504.561.274 €          | Bund Länder Geschäftsstelle für Braunkohle 2016 (StuBa 2017)              |
| Anteil Beschäftigungseffekte an §2 Maßnahmen in Vollzeitstunden pro Jahr     | 7.447 Beschäftigte/a     | Berechnete Beschäftigtenzahl nur § 2 VA                                   |
| Gesamtsanierungsfläche 1991 – 2016 in ha                                     | 91.673 ha                | vgl. Tabelle 5-3, Spalte 4, Summe der Zeilen 6 und 8                      |
| spezifische Sanierungskosten (€/ha)  | 92.770 €/ha              | berechnet aus Kosten und Sanierungsfläche                                 |
| jährliche spezifische Sanierungskosten                                       | 3.865 €/(ha*a)           | allokiert auf 24 Jahre  |
| Beschäftigungseffekte pro ha Sanierungsfläche und Jahr                       | 1,95 Beschäftigte/(ha*a) | nur Maßnahmen nach §2 VA  |

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis LMBV (2017d).

<sup>68</sup> Das 1991 verabschiedete Bund-Länder-Verwaltungsabkommen über die Finanzierung der Braunkohlesanierung trat in der Stufe I 1993 in Kraft um eine entsprechende Sanierungsstruktur (die LMBV wurde 1994 gegründet) zu etablieren.

<sup>69</sup> Das 1991 verabschiedete Bund-Länder-Verwaltungsabkommen über die Finanzierung der Braunkohlesanierung trat in der Stufe I 1993 in Kraft um eine entsprechende Sanierungsstruktur (die LMBV wurde 1994 gegründet) zu etablieren.

Tabelle 5-5: Kosten und Beschäftigungseffekte der Sanierung der Tagebaue (brutto) gemäß Ausstiegspfad Moderat A<sup>70</sup>

| Rev.                    | Sanierungskategorien, Kosten und Beschäftigungseffekte | Einheit         | 2015               | 2020               | 2030              | 2040          |
|-------------------------|--|-----------------|--------------------|--------------------|-------------------|---------------|
| Rheinland               | Betriebsfläche   | ha              | 9.540              | 7.930              | 6.107             | 0             |
|                         | Landwirtschaft   | ha              | k.A.               | 337                | 719               | 4.501         |
|                         | Forstwirtschaft  | ha              | k.A.               | 362                | 771               | 2.395         |
|                         | Wasserflächen  | ha              | k.A.               | 774                | 1.649             | 1.873         |
|                         | Naturschutz & Erholung                                 | ha              | k.A.               | 120                | 255               | 286           |
|                         | Sonstige Flächen <sup>71</sup>                         | ha              | k.A.               | 18                 | 38                | 485           |
|                         | <b>Flächen insgesamt, davon Flächen</b>                | <b>ha</b>       | <b>9.540</b>       | <b>9.540</b>       | <b>9.540</b>      | <b>9.540</b>  |
|                         | ungenutzt durch vorzeitiger Stilllegung                | ha              | k.A.               | 0                  | 0                 | 5.776         |
|                         | in Sanierung oder Sanierung abgeschlossen              | ha              | k.A.               | 1.610              | 3.433             | 3.764         |
|                         | <b>Beschäftigungseffekte (Arbeitnehmer=AN)</b>         | <b>Personen</b> | <b>k.A.</b>        | <b>570</b>         | <b>228</b>        | <b>54</b>     |
| <b>Sanierungskosten</b> | <b>€</b>   | <b>k.A.</b>     | <b>45.674.891</b>  | <b>18.320.234</b>  | <b>4.333.316</b>  |               |
| Lausitz                 | Betriebsfläche   | ha              | 32.052             | 24.771             | 13.116            | 0             |
|                         | Landwirtschaft   | ha              | k.A.               | 1.032              | 2.684             | 5.749         |
|                         | Forstwirtschaft  | ha              | k.A.               | 2.881              | 7.494             | 14.042        |
|                         | Wasserflächen  | ha              | k.A.               | 1.282              | 3.334             | 4.290         |
|                         | Naturschutz & Erholung                                 | ha              | k.A.               | 1.083              | 2.816             | 3.619         |
|                         | Sonstige Flächen                                       | ha              | k.A.               | 1.003              | 2.608             | 4.352         |
|                         | <b>Flächen insgesamt, davon Flächen</b>                | <b>ha</b>       | <b>32.052</b>      | <b>32.052</b>      | <b>32.052</b>     | <b>32.052</b> |
|                         | ungenutzt durch vorzeitiger Stilllegung                | ha              | k.A.               | 0                  | 0                 | 10.087        |
|                         | in Sanierung oder Sanierung abgeschlossen              | ha              | k.A.               | 7.281              | 18.936            | 21.965        |
|                         | <b>Beschäftigungseffekte (Arbeitnehmer=AN)</b>         | <b>Personen</b> | <b>k.A.</b>        | <b>3.220</b>       | <b>1.394</b>      | <b>317</b>    |
| <b>Sanierungskosten</b> | <b>€</b>   | <b>k.A.</b>     | <b>203.198.707</b> | <b>87.959.840</b>  | <b>19.999.365</b> |               |
| Mitteldeutschland       | Betriebsfläche   | ha              | 12.253             | 9.486              | 4.880             | 0             |
|                         | Landwirtschaft   | ha              | k.A.               | 723                | 1.927             | 3.751         |
|                         | Forstwirtschaft  | ha              | k.A.               | 827                | 2.203             | 3.664         |
|                         | Wasserflächen  | ha              | k.A.               | 901                | 2.402             | 3.189         |
|                         | Naturschutz & Erholung                                 | ha              | k.A.               | 289                | 771               | 1.413         |
|                         | Sonstige Flächen                                       | ha              | k.A.               | 27                 | 71                | 235           |
|                         | <b>Flächen insgesamt, davon Flächen</b>                | <b>ha</b>       | <b>12.253</b>      | <b>12.253</b>      | <b>12.253</b>     | <b>12.253</b> |
|                         | ungenutzt durch vorzeitiger Stilllegung                | ha              | k.A.               | 0                  | 0                 | 2.909         |
|                         | in Sanierung oder Sanierung abgeschlossen              | ha              | k.A.               | 2.767              | 7.373             | 9.343         |
|                         | <b>Beschäftigungseffekte (Arbeitnehmer=AN)</b>         | <b>Personen</b> | <b>k.A.</b>        | <b>1.059</b>       | <b>844</b>        | <b>316</b>    |
| <b>Sanierungskosten</b> | <b>€</b>   | <b>k.A.</b>     | <b>84.722.402</b>  | <b>67.497.733</b>  | <b>25.281.198</b> |               |
| Gesamt                  | Betriebsfläche   | ha              | <b>53.844</b>      | 42.186             | 24.103            | 0             |
|                         | Landwirtschaft   | ha              | k.A.               | 2.092              | 5.330             | 14.001        |
|                         | Forstwirtschaft  | ha              | k.A.               | 4.070              | 10.467            | 20.101        |
|                         | Wasserflächen  | ha              | k.A.               | 2.957              | 7.385             | 9.352         |
|                         | Naturschutz & Erholung                                 | ha              | k.A.               | 1.491              | 3.841             | 5.318         |
|                         | Sonstige Flächen                                       | ha              | k.A.               | 1.047              | 2.717             | 5.072         |
|                         | <b>Flächen insgesamt, davon Flächen</b>                | <b>ha</b>       | <b>53.844</b>      | <b>53.844</b>      | <b>53.844</b>     | <b>53.844</b> |
|                         | ungenutzt durch vorzeitiger Stilllegung                | ha              | k.A.               | 0                  | 0                 | 18.773        |
|                         | in Sanierung oder Sanierung abgeschlossen              | ha              | k.A.               | 11.658             | 29.741            | 35.071        |
|                         | <b>Beschäftigungseffekte (Arbeitnehmer=AN)</b>         | <b>Personen</b> | <b>k.A.</b>        | <b>4.849</b>       | <b>2.466</b>      | <b>687</b>    |
| <b>Sanierungskosten</b> | <b>€</b>   | <b>k.A.</b>     | <b>333.596.000</b> | <b>173.777.807</b> | <b>49.613.880</b> |               |

Quelle: Eigene Berechnungen, IZES.

Gemäß dem Ausstiegspfad „Moderat A“ werden alle betrachteten Tagebaue vor 2040 stillgelegt. Im Jahr 2037 gehen die letzten Tagebaue aus dem Betrieb. Etwa 35% (18.773 ha) der nach heutiger Planung benötigten Gesamtbetriebsflächen werden annahmegemäß nicht in tagebauliche Nutzung genommen. Die übrigen Flächen verbleiben annahmegemäß dem Braunkohlebergbau und bedürfen früher oder später der Sanierung. Die damit verbundenen direkten und indirekten Beschäftigungseffekte werden als Brutto-Bedarfe ausgewiesen.<sup>72</sup>

Zusammenfassend ergibt sich in allen drei Revieren ein Beschäftigungsbedarf für die Sanierung der Tagebaue von ca. 4.850 Personen (brutto) für das Jahr 2020. Zum Vergleich: Derzeit (2016) sind per Ausschreibung und Vergabe ca. 3.000 Personen in der Sanierung allein für die ehemaligen Flächen im Mitteldeutschen und Lausitzer Revier direkt und indirekt beschäftigt (LMBV 2017a). Für NRW liegen keine spezifischen Daten für Sanierung vor und konnten auch nicht mit den verfügbaren Daten sinnvoll abgeschätzt werden. Gemäß den hier unterstellten Annahmen fallen bei der Tagebausanierung für alle Regionen über alle Jahre ab 2020 kumuliert ca. 4,3 Mrd. € an Kosten an.

Bezüglich Referenzen zu Kosten und **Beschäftigungseffekten von Kraftwerksstilllegung und -rückbau** liegen keine konkreten Daten von Braunkohlekraftwerken vor. Für die Bestimmung der Beschäftigungseffekte durch Kraftwerksstilllegung werden ersatzweise die summarischen Rückbaukosten der Steinkohlekraftwerke Voerde (2.234 MW<sub>el</sub>) und Lünen (507 MW<sub>el</sub>) in NRW von insgesamt 30 Mio. € über 3 Jahre herangezogen (NRZ 2017). Dies entspricht somit Kosten in Höhe von rund **11.000 € je rückgebautem MW<sub>el</sub> installierte Bruttoleistung**. Bei unterstellten gewichteten Jahresgehältern am Bau für handwerkliche, planerische und leitende Tätigkeiten von 45.141 €<sup>73</sup> läge der direkte Personalbedarf maximal bei **0,24 Vollzeitstellen pro rückgebautem MWe<sub>1</sub> Bruttoleistung**. Wird ein etwa gleicher Arbeitskräftebedarf über die gesamten drei Jahre unterstellt, so ergeben sich 0,08 direkte Vollzeitstellen pro MW und Jahr. Hierbei werden bewusst andere Kostenfaktor, wie z.B. Sachkosten nicht berücksichtigt.

Auf Grundlage dieser Ansätze ergeben sich nachfolgende Ergebnisse für die Jahre 2020, 2030 und 2040 in Tabelle 5-6. Die Gesamtrückbaukosten bzgl. der Beschäftigung belaufen sich auf ca. 263 Mio. €. Beim Ausstiegspfad Moderat A wären z.B. nur für das Jahr 2030 rund 320 Personen beschäftigt, im Jahr 2040 jedoch nur noch ca. 240 Personen.

---

<sup>70</sup>In 2015 lagen keine Zahlen von sanierungsbezogenen Beschäftigten vor. Die Betriebsfläche wurde trotzdem mit aufgenommen, um die Veränderungen in den Folgejahren einzuschätzen.

<sup>71</sup> ohne zweckbestimmte Nutzung

<sup>72</sup> Die langfristigen direkten und indirekten Beschäftigungsbedarfe wären bei Umsetzung der ursprünglichen Betriebspläne oder bei einer Braunkohlenutzung wie im Referenzpfad größer. Zugleich werden jedoch Flächen zeitlich früher für eine Folgenutzung z.B. für den Tourismus frei. Diese Effekte wurden hier nicht untersucht.

<sup>73</sup> Durchschnittliches Jahresgehalt für handwerkliche Tätigkeiten 30.000 €, Bautechniker 60.000 € und Bauingenieur 74.000 € zzgl. Arbeitgeberanteile zur Sozialversicherung von rd. 23% und einer angenommenen Verteilung von 80% Fachkraft, 15% Techniker und 5% Ingenieure: 45.141 €/a. (NRW 2017)

Tabelle 5-6: Kosten- und Beschäftigungseffekte des Kraftwerksrückbaus

| Reviere       | Kategorien                                       | Stand 2017    |                    | Rückbau in       |                   |                   |
|---------------|--|---------------|--------------------|------------------|-------------------|-------------------|
|               |  | MWel          | Ausgekoppelte MWth | 2020             | 2030              | 2040              |
|               |  |               |                    | MWel             |                   |                   |
| Rheinland     | In Rückbau befindliche Kraftwerksleistung        | 13.631        | 3.976              | 482              | 798               | 0                 |
|               | Beschäftigte                                     |               |                    | 117              | 193               | 0                 |
|               | Rückbaukosten in €                               |               |                    | 5.271.799        | 8.730.390         | 0                 |
| Lausitz       | In Rückbau befindliche Kraftwerksleistung        | 7.003         | 823                | 365              | 481               | 499               |
|               | Beschäftigte                                     |               |                    | 88               | 117               | 121               |
|               | Rückbaukosten in €                               |               |                    | 3.991.244        | 5.264.502         | 5.461.510         |
| Mitteldt.     | In Rückbau befindliche Kraftwerksleistung        | 3.981         | 1.509              | 0                | 37                | 583               |
|               | Beschäftigte                                     |               |                    | 0                | 9                 | 141               |
|               | Rückbaukosten in €                               |               |                    | 0                | 404.962           | 6.384.531         |
| <b>Gesamt</b> | <b>In Rückbau befindliche Kraftwerksleistung</b> | <b>24.615</b> | <b>6.308</b>       | <b>846</b>       | <b>1.316</b>      | <b>1.082</b>      |
|               | <b>Beschäftigte</b>                              |               |                    | <b>205</b>       | <b>319</b>        | <b>262</b>        |
|               | <b>Rückbaukosten in €</b>                        |               |                    | <b>9.263.043</b> | <b>14.399.854</b> | <b>11.846.042</b> |

Quelle: Eigene Berechnungen IZES.

Zusammenfassend können potentiell etwa 4.850 Vollzeitbeschäftigte (brutto) in 2020 in der Sanierung von Tagebauen sowie etwa 200 (brutto) mit dem Rückbau von Braunkohlekraftwerken für einige Jahre weiterbeschäftigt werden.

Somit könnten bis zu 20-25% der Belegschaft aller drei Reviere bezogen auf 2014 (rd. 18.500 direkt Beschäftigte nach Öko-Institut (2017b), siehe auch Kapitel 2.4.1) im Zuge der Tagebaustilllegung und -sanierung sowie des Kraftwerksrückbaus noch übergangsweise beschäftigt werden. Somit ist der Bedarf an Beschäftigten bezogen auf die Zeit im Vergleich zum Referenzszenario geringer. Demgegenüber kommen Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte durch eine vorrangig landwirtschaftliche, forstwirtschaftliche und touristische Folgenutzung früher zum Tragen und würden zumindest bilanziell einen Teil der Stellen kompensieren. Diese konnte hier nicht berechnet werden.

Nicht berücksichtigt ist dabei die Tatsache, dass die Sanierungen ggf. europaweit ausgeschrieben werden (müssen), wie es bei LMBV der Fall ist. Sollten die Energieunternehmen im Falle eines Ausstiegs die Betriebe vor Ort abwickeln, könnte eine Ausschreibung der Sanierung möglich sein. Den Zuschlag müssen dabei nicht regionale Anbieter erhalten, die vielleicht ehemalige Beschäftigte der Braunkohlenwirtschaft einstellen würden. In einem solchen Fall sinken die Chancen auf eine Weiterbeschäftigung.

### **Exkurs: Möglicher Bodensanierungsbedarf durch in den Tagebau verbrachte Filterstäube aus Braunkohlekraftwerken**

Die Rückstände aus der Verfeuerung von Braunkohle sind im Wesentlichen Aschen und Schlacken, die im Verbrennungsraum und der Abgasführung anfallen. Hinzu kommen die Filterkuchen aus den Rauchgasfilteranlagen sowie Schlämme der Kesselreinigung. Grundsätzlich sind die Abfallstoffe aus reiner Kohlefeuerung nach der Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV) nicht als gefährlich eingestuft. Gefährliche Abfälle sind dort mit einem „\*“ gekennzeichnet. Dies trifft auf Abfälle aus Kohlekraftwerken, im Spezifischen die Nummern 10 01 01 (Rost- und Kesselaschen) und 10 01 02 (Filterstäube aus Kohlefeuerungen), nicht zu, zumindest wenn keine Abfälle oder Öle mitverbrannt werden. Entsprechende unabhängige Untersuchungen sollen die Qualität der Abfälle feststellen.

Unbeschadet dieser Tatsache ist für die spätere Verwertung oder Beseitigung von Abfällen das Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) einschlägig. Wesentlich für die Verwertung und Beseitigung ist, dass es zu keiner negativen Beeinträchtigung für Mensch und Natur kommt (§1 KrWG).

Wenn nach Abschluss der Bergbauaktivitäten das Abpumpen von Grundwasser entfällt, könnte sich der Aschekörper künftig im Grundwasser befinden und die ausgelösten Stoffe die Wasserqualität negativ beeinträchtigen. Gemäß dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG) dürfen allerdings Stoffe nur so gelagert oder abgelagert werden, dass eine nachteilige Veränderung der Grundwasserbeschaffenheit ausgeschlossen werden kann (§ 48 Abs. 2 WHG).

In Nordrhein-Westfalen und Brandenburg ist daher eine Verbringung derartiger Stoffe in Tagebaustätten bereits untersagt. Zumindest für Sachsen ist bekannt, dass derartige Stoffe auch weiterhin in die Tagebaue eingebracht werden (SMWA 2015). Insofern Braunkohlepläne darauf hindeuten, dass die Asche künftig mit Grundwasser in Berührung kommt und die Schadstoffbelastung als gefährlich eingestuft wird, entsteht hieraus ein zusätzlicher Bedarf an Flächensanierung und damit an weiteren Arbeitsstellen.

### **5.3.2 Ausbau und Betrieb von EE-Anlagen**

Bei der Analyse der wirtschaftlichen Chancen werden im Bereich der erneuerbaren Energien Biomasse, Photovoltaik und Wind betrachtet. Nach Ermittlung der aktuell installierten Leistung in den Regionen wird ein Entwicklungspfad bis 2040 festgelegt und es werden mittels des Wertschöpfungsrechners 2.0 des IÖW (IÖW 2017a) die Beschäftigungs- und Wertschöpfungseffekte in den Regionen ermittelt. Dabei sollen (i) die Möglichkeiten des Ausbaus von erneuerbarem Strom und (ii) die Möglichkeiten der Substitution von Wärme aus den Kohlekraftwerken durch erneuerbare Wärme erarbeitet werden.

Bei der **Stromproduktion aus Biomasse** liegt der Fokus auf der holzartigen Biomasse, da aufgrund der Rahmenbedingungen im EEG keine neuen Biogasanlagen zu erwarten sind (vgl. IZES 2016). Waldholz und Sägewerksrestholz (in Form von Pellets) werden ebenfalls nicht in neuen Kraftwerken zur Stromerzeugung verwendet, da auch hier das derzeitige EEG keinen Kraftwerksneubau anreizt. Altholzheizkraftwerke haben dagegen eine Entsorgungsfunktion. Am Ende der Kaskadennutzung könnten diese somit als Verbrennungskapazität durchaus zum Tragen kommen. Je nach regionaler Verfügbarkeit von Altholz ist es demnach sinnvoll, über die Errichtung von Altholzheizkraftwerken nachzudenken.

Entsprechend bezieht sich die weitere Analyse auf nur thermische Nutzung von holzartiger Biomasse über Holzcentralheizungen sowie die beispielhafte Installation eines Altholzkraftwerks von 10 MWel pro Region.

**Die holzartigen Potenziale zur thermischen Nutzung** werden über die KomInteg-Datenbank (Baur et al. 2015) für die drei Regionen ermittelt und um die bereits in Nutzung befindlichen Mengen redu-

ziert. Zur Ermittlung Letzterer wird die installierte Leistung von Biomassefeuerungen (Holzhackschnitzel, Pellets und Scheitholz in Zentralheizungen) aus der Datenbank der Agentur für Erneuerbare Energien (AEE 2017) verwendet und mit den Korrekturfaktoren des Projekts „Holzkaskaden“ (IZES 2014) ergänzt.<sup>74</sup> Über alle Reviere hinweg kann festgestellt werden, dass das verfügbare Holzpotential bereits in 2015 in Nutzung ist und in Zukunft mit keinem signifikanten Zubau von Wärme aus Holzheizanlagen gerechnet werden kann. Entsprechend wird in der Betrachtung eine Beibehaltung des aktuellen Anlagenbestandes unterstellt (vgl. Tabelle 5-7).

Tabelle 5-7: Bestand Holzzentralheizungen in den Regionen 2015 (nur Wärme)

| Regionen             | MW <sub>th</sub> (2015) |
|----------------------|-------------------------|
| Rheinland            | 1.491                   |
| Lausitz              | 365                     |
| Mitteldeutschland    | 956                     |
| <b>Gesamt, davon</b> | <b>2.813</b>            |
| Holzhackschnitzel    | 283                     |
| Scheitholz           | 2.213                   |
| Pellets              | 317                     |

Quellen: AEE (2017), IZES (2014), Eigene Berechnungen IZES.

Für die Tagebaubetriebs- und Sanierungsflächen sind keine zusätzlichen Waldholzpotenziale innerhalb des Betrachtungszeitraums ermittelbar, da Forstflächen ca. 30 Jahre bis zum Ersteinschlag herangezogen werden müssen und für Agrarflächen höchstens Kurzumtriebsplantagen in Frage kommen, die ebenfalls erst etabliert werden müssten. Aufgrund der geringen Potenziale pro Hektar und vieler Ungewissheiten im Anbau von Kurzumtriebsplantagen auf Rohboden wurden daher hierfür keine Potenziale berechnet.<sup>75</sup>

Zusätzlich zu den Waldholz- und Sägewerksrestholzpotenzialen besteht in den drei Regionen laut KomInteg-Datenbank ein Altholzpotenzial von insgesamt ca. 8,5 GWh/a (ca. 450 MWel. Nennleistung bei 8.000 Vbh/a, ohne Verluste). Pauschal wird aufgrund der gegebenen rechtlichen Rahmenbedingungen jedoch nur 10 MWel als freies Potenzial pro Region zugrunde gelegt. Dies entspricht pro Region einem neuen Altholzheizkraftwerk (Altholz-HKW). Die Altholz-HKWs können ab 2020 in Betrieb gehen. Derzeit ist die erneute Installation von Altholzheizkraftwerken aufgrund fehlender Entsorgungskapazitäten zumal wieder in der Diskussion.<sup>76</sup> Da dieser Prozess jedoch erst am Beginn steht und im Rahmen dieser Studie keine Bestandsaufnahme der existierenden Anlagen vorgenommen werden kann, wird an dieser Stelle eine vorsichtige Schätzung vorgenommen.

Im Bereich Solar und Wind sind die aktuell installierten Leistungen (Stand 12.2015) für Dach-PV, Freiflächen-PV sowie Windkraftanlagen (WKA) in den drei Regionen bis 2015 anhand der Daten von Energymap.info Energymap.info (DGS 2017 auf Basis der Stammdaten der Übertragungsnetzbetreiber) und

<sup>74</sup> Die Leistungen von Biomassefeuerungen zur Wärmeerzeugung sind oft abweichend gegenüber den offiziellen Statistiken der BAFA. Die installierten Leistungen werden gegenüber der Realität immer unterschätzt. Dies stellt ein Problem dar, wenn ein „freies Biomassepotenzial“ abgeschätzt werden soll. Hierzu wurden von IZES (2014) die Korrekturfaktoren berechnet.

<sup>75</sup> Theoretisch wäre die Robinie (*robinia pseudoacacia*) sehr gut geeignet, um die Rohböden zu ergründen. Die Erfahrungen bzgl. Robinie zeigen jedoch, dass es große Herausforderungen bzgl. Ernte und vegetativer Vermehrung gibt. Zudem ist das Thema Kurzumtriebsplantage trotz einer verstärkten Förderung in den letzten 10 Jahren noch nicht Flächenrelevant.

<sup>76</sup> IZES ist dabei, zusammen mit Steag New Energies das Projekt „Altholz Quo VadisVadis“ zu bearbeiten, Projektträger PtJ, Fördermittelgeber BMWi, FKZ 03KB134. Hier werden Fragestellungen rund um die Zukunft von Altholz adressiert.

ab 2015 auf Basis des PV-Meldeportals (BNetzA 2017a) sowie des Anlagenregisters der Bundesnetzagentur (BNetzA 2017b) ermittelt worden. Zur Abschätzung einer zukünftigen Entwicklung der installierten Leistung sind die Zubauraten des Jahres 2016 der einzelnen Bundesländer für Wind (BWE 2017a) und Solar (BSW 2017) auf die Regionen allokiert und linear fortgeschrieben worden. Nicht berücksichtigt sind dagegen die Folgen eines Endes der EEG-Vergütung für bestimmte Alterskohorten und dem damit verbundenen Anlagenrückbau.

Tabelle 5-8: „Entwicklungsszenario EE“ für alle Regionen inklusive Tagebauflächen<sup>77</sup>

| EE                     | Regionen               |                              | MWel<br>2015 | Zubau-<br>rate<br>MW/Jahr | MWel<br>2020 | MWel<br>2030 | MWel<br>2040  |
|------------------------|------------------------|------------------------------|--------------|---------------------------|--------------|--------------|---------------|
| Wind                   | Rheinland              | Region                       | 1.068        | 69                        | 1.412        | 2.101        | 2.789         |
|                        |                        | zzgl. Tagebau                |              |                           | 17           | 37           | 172           |
|                        | Lausitz                | Region                       | 1.281        | 67                        | 1.617        | 2.289        | 2.961         |
|                        |                        | zzgl. Tagebau                |              |                           | 98           | 254          | 495           |
| Mittel-<br>deutschland | Region                 | 2.086                        | 120          | 2.687                     | 3.890        | 5.093        |               |
|                        | zzgl. Tagebau          |                              |              | 39                        | 103          | 185          |               |
|                        | Gesamt                 | Region                       | <b>4.435</b> | <b>256</b>                | <b>5.717</b> | <b>8.280</b> | <b>10.843</b> |
|                        |                        | zzgl. Tagebau                |              | <b>0</b>                  | <b>154</b>   | <b>395</b>   | <b>853</b>    |
| Solar                  | Rheinland              | Region: Dach                 | 779          | 30                        | 931          | 1.235        | 1.539         |
|                        |                        | Region: Freiflä-<br>che      | 45           | 2                         | 54           | 71           | 89            |
|                        |                        | Zzgl. Tagebau:<br>Freifläche |              |                           | 1            | 2            | 24            |
|                        | Lausitz                | Region: Dach                 | 229          | 13                        | 294          | 424          | 554           |
|                        |                        | Region: Freiflä-<br>che      | 816          | 46                        | 1.048        | 1.511        | 1.974         |
|                        |                        | Zzgl. Tagebau:<br>Freifläche |              |                           | 50           | 130          | 218           |
|                        | Mittel-<br>deutschland | Region: Dach                 | 654          | 45                        | 877          | 1.323        | 1.769         |
|                        |                        | Region: Freiflä-<br>che      | 1.086        | 74                        | 1.456        | 2.196        | 2.937         |
|                        |                        | Zzgl. Tagebau:<br>Freifläche |              |                           | 1            | 4            | 12            |
|                        | Gesamt                 | Region: Dach                 | <b>1.662</b> | <b>88</b>                 | <b>2.102</b> | <b>2.982</b> | <b>3.861</b>  |
|                        |                        | Region: Freiflä-<br>che      | <b>1.947</b> | <b>122</b>                | <b>2.557</b> | <b>3.778</b> | <b>4.999</b>  |
|                        |                        | Zzgl. Tagebau:<br>Freifläche |              |                           | <b>52</b>    | <b>136</b>   | <b>254</b>    |

Quelle: Eigene Berechnungen IZES.

<sup>77</sup> Sanierungsflächen siehe Tabelle 5-5

Hinsichtlich der Installation von EE auf ehemaligen Tagebauflächen sind für PV-Freiflächen auf 10% der in den Braunkohleplänen ausgewiesenen „sonstigen Flächen“ und für Windkraft eine Belegung von 50% der dort ausgewiesenen Forst- und Agrarflächen in die Berechnung eingeflossen. Die Flächen wurden auf Basis der in Ausstiegspfad „Moderat A“ vorgegebenen Werte berechnet. Des Weiteren wurden für Windkraft konservative Werte mit einer niedrigen Leistungsdichte von 0,05 MW/ha<sup>78</sup> gerechnet. Für Freiflächen-PV wurde mit 0,5 MWp/ha ebenfalls ein konservativer Wert angenommen. Die entsprechenden Resultate für Solar und Wind sind für die Jahre 2020, 2030 und 2040 in Tabelle 5-8 dargestellt.

Für die Berechnung der Wertschöpfung sowie der direkten Beschäftigungseffekte in den jeweiligen Regionen sind die folgenden Basiswerte und Anlagentypen im IÖW-Rechner für alle Regionen gewählt worden. Diese entsprechen einer Involvierung hauptsächlich regionaler Akteure. Auf Grund (i) der Größe der Reviere und (ii) der Akteure in den Revieren und (iii) dem Willen des Ausbaus von Erneuerbaren Energien als Kompensation zur Braunkohle ist dies als realistisch einzuschätzen.

Tabelle 5-9: Einstellungen Wertschöpfungsrechner 2.0 des IÖW, alle Regionen

| Kategorien                              | Windkraft | Solar (PV) |      | Holzartige Biomasse |                |  |       |
|---|-----------|------------|------|---------------------|----------------|--|-------|
|   |           | On-Shore   | Dach | Freifläche          | > 1 MW<br>HHKW | < 1 MW<br>HHS-Anlage < 100 kW<br>Scheitholz<br>Holzpellets |       |
| Rückgang Stromverbrauch bis 2015*       | -2        | -2         | -2   | -2                  | n.n            | n.n  | n.n   |
| Rückgang des Stromverbrauchs bis 2020*  | -5,4      | -5,4       | -5,4 | -5,4                | n.n            | n.n  | n.n   |
| Rückgang Wärmeverbrauch bis 2015*       | n.n       | n.n        | n.n  | -6,9                | -4,2           | -6,9   | -6,9  |
| Rückgang des Wärmeverbrauchs bis 2020*  | n.n       | n.n        | n.n  | -13,9               | -11,1          | -13,9  | -13,9 |
| Planung und Installation                | 100%      | 100%       | 100% | 100%                | 100%           | 100%   | 100%  |
| Anlagenbetrieb und Wartung              | 100%      | 100%       | 100% | 100%                | 100%           | 100%   | 100%  |
| Betreibergesellschaft                   | 100%      | 100%*<br>* | 100% | 50%                 | n.n            | n.n  | n.n   |
| Anteil der kommunalen Eigenkapitalgeber | 50%       | 50%**      | 50%  | 50%                 | n.n            | n.n  | n.n   |
| Anteil der kommunalen Grundstücke       | 20%       | n.n        | n.n  | 50%                 | n.n            | n.n  | n.n   |
| Anteil Nutzwärmeabgabe                  | n.n       | n.n        | n.n  | 100%                | n.n            | n.n  | n.n   |
| Anteil Gewerbe an Nutzwärme             | n.n       | n.n        | n.n  | 50%                 | n.n            | n.n  | n.n   |

<sup>78</sup> Laut BNetzA Flächenbericht waren bei Wind in 2016 0,63 MW/ha im Durchschnitt gebaut worden. Im Rahmen der Studie wurden konservative Werte verwendet (vgl. hierzu „Windenergie im Binnenland“, unter <http://www.windenergie-im-binnenland.de/flaechenverbrauch.php>).

Quelle: Vorgaben IÖW Wertschöpfungsrechner 2.0 und eigene Annahmen IZES

\* Standardeinstellungen

\*\* nur Dachflächen &gt; 30 kWp

Basierend auf diesen Vorgaben wurden die Beschäftigungs- und Wertschöpfungseffekte regionen- und technologiescharf ermittelt. Die Effekte beinhalten keine sekundären Effekte, z.B. auf Forschung & Entwicklung, öffentliche Verwaltung, technische Zertifizierung, Prüfung und Überwachung oder Ausbildung/Qualifikation.

Tabelle 5-10: Direkte Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte gemäß „Entwicklungsszenario EE“

| EE         | Regionen      |                                   | Regionale Beschäftigungseffekte |              |              | Regionale Wertschöpfung in € |                    |                    |           |
|------------|---------------|-----------------------------------|---------------------------------|--------------|--------------|------------------------------|--------------------|--------------------|-----------|
|            |               |                                   | 2020                            | 2030         | 2040         | 2020                         | 2030               | 2040               |           |
| Wind       | Rheinland     |                                   | 258                             | 368          | 466          | 73.757.138                   | 107.825.620        | 148.890.192        |           |
|            | Lausitz       | inkl. Tagebaue                    | 310                             | 438          | 544          | 88.470.192                   | 128.286.402        | 173.752.097        |           |
|            | Mitteltdt.    |                                   | 492                             | 688          | 830          | 140.645.626                  | 201.423.331        | 265.393.921        |           |
|            | <b>Gesamt</b> |                                   | <b>1.060</b>                    | <b>1.494</b> | <b>1.840</b> | <b>302.872.957</b>           | <b>437.535.352</b> | <b>588.036.210</b> |           |
| Solar      | Rheinland     | Dach                              | 126                             | 151          | 176          | 56.172.240                   | 69.039.654         | 89.284.068         |           |
|            |               | Freiflächen inkl. Tagebaue        | 3                               | 8            | 11           | 3.55.547                     | 4.995.965          | 8.075.291          |           |
|            | Lausitz       | Dach                              | 40                              | 52           | 63           | 17.737.340                   | 23.699.327         | 32.134.299         |           |
|            |               | Freiflächen inkl. Tagebaue        | 69                              | 175          | 221          | 71.376.835                   | 111.913.049        | 156.380.288        |           |
|            | Mitteltdt.    | Dach                              | 118                             | 162          | 202          | 52.910.305                   | 73.949.160         | 102.610.957        |           |
|            |               | Freiflächen inkl. Tagebaue        | 92                              | 235          | 297          | 94.774.934                   | 150.040.020        | 210.434.491        |           |
|            | <b>Gesamt</b> | <b>Dach</b>                       | <b>284</b>                      | <b>365</b>   | <b>441</b>   | <b>126.819.885</b>           | <b>166.688.140</b> | <b>224.029.324</b> |           |
|            |               | <b>Freiflächen inkl. Tagebaue</b> | <b>164</b>                      | <b>418</b>   | <b>529</b>   | <b>169.707.316</b>           | <b>266.949.033</b> | <b>374.890.070</b> |           |
|            | BM            | Rheinland                         | Region < 1 MW                   | 96           | 92           | 92                           | 4.469.035          | 4.289.236          | 4.289.236 |
|            |               |                                   | 1 x 10 MW (Altholz)             | 15           | 6            | 6                            | 4.795.471          | 2.331.262          | 2.331.262 |
| Lausitz    |               | Region < 1 MW                     | 22                              | 21           | 21           | 995.040                      | 959.421            | 959.421            |           |
|            |               | 1 x 10 MW (Altholz)               | 15                              | 6            | 6            | 4.795.471                    | 2.331.262          | 2.331.262          |           |
| Mitteltdt. |               | Region < 1 MW                     | 59                              | 57           | 57           | 2.712.520                    | 2.609.159          | 2.609.159          |           |
|            |               | 1 x 10 MW (Altholz)               | 15                              | 6            | 6            | 4.795.471                    | 2.331.262          | 2.331.262          |           |
|            |               | <b>Summe:</b>                     | <b>222</b>                      | <b>188</b>   | <b>188</b>   | <b>22.563.008</b>            | <b>14.851.602</b>  | <b>14.851.602</b>  |           |

| EE                                     | Regionen         |                     | Regionale Beschäftigungseffekte |              |              | Regionale Wertschöpfung in € |                      |                      |
|--|------------------|---------------------|---------------------------------|--------------|--------------|------------------------------|----------------------|----------------------|
|  |                  |                     | 2020                            | 2030         | 2040         | 2020                         | 2030                 | 2040                 |
|  | Gesamte Regionen | davon < 1 MW        | 177                             | 170          | 170          | 8.176.594                    | 7.857.816            | 7.857.816            |
|  |                  | davon HHS           | 23                              | 21           | 21           | 1.146.399                    | 1.089.875            | 1.089.875            |
|  |                  | Scheitholz          | 121                             | 118          | 118          | 5.311.659                    | 5.163.974            | 5.163.974            |
|  |                  | Pellets             | 34                              | 32           | 32           | 1.718.536                    | 1.603.967            | 1.603.967            |
|  |                  | 3 x 10 MW (Altholz) | 46                              | 19           | 19           | 14.386.414                   | 6.993.786            | 6.993.786            |
| <b>Gesamt (alle Regionen, alle EE)</b> |                  |                     | <b>1.730</b>                    | <b>2.465</b> | <b>2.998</b> | <b>1.015.559.166</b>         | <b>1.059.801.934</b> | <b>1.251.421.086</b> |

Quelle: Eigene Berechnungen, IZES.

Zusammenfassend zeigt Tabelle 5-10 die regionalen Wertschöpfungspotenziale und Beschäftigungseffekte für die drei EE-Sektoren Solar, Wind und Biomasse. Für 2040 können ca. 1.200 Mio. € an Wertschöpfung und direkte Beschäftigungseffekte von ca. 3.000 Vollzeit Arbeitsplätzen dargestellt werden. Inklusiv indirekter EE-Beschäftigungseffekte – die gem. einer Studie zur kommunalen Wertschöpfung auf 55% geschätzt werden (IÖW 2010) – sind somit in Summe bis zu 4.500 Beschäftigte durch Erneuerbare Energien möglich.

### 5.3.3 Energetische Gebäudesanierung

Um die gewünschte Steigerung der Energieeffizienz und damit des Klimaschutzes in verschiedenen Bereichen in Zukunft zu erreichen, sind noch erhebliche Anstrengungen erforderlich. In diesem Kapitel wird untersucht, welche Arbeitsplatzeffekte eine deutlich gesteigerte energetische Sanierung von Gebäuden auf die Regionen hat.

Der Fokus auf den Gebäudesektor begründet sich darin, dass nach erster Einschätzung die energetische Gebäudesanierung für einen Teil der unmittelbar Betroffenen eines Kohleausstiegs einen neuen Tätigkeitsbereich darstellen kann. Dies ist auf deren Ausbildung zurückzuführen und gilt für die Beschäftigten in den Tätigkeitsfeldern Mechatronik-, Energie- u. Elektroberufe sowie die in Kapitel 5.2 unter „Sonstige“ gelisteten Berufe im Hoch- und Tiefbau sowie im (Innen-)Ausbau und der Gebäudeversorgungstechnik. Von Bedeutung für die Fokussierung auf den Gebäudesektor ist zudem die vergleichbar gute Datenlage zur Einschätzung des Sanierungsbedarfs. Zudem könnten auch Effizienzpotenziale in der Produktion abgeschätzt werden, dort besteht aber wenig Potenzial für neue Arbeitsplätze.

Der Sanierungsbedarf der einzelnen Regionen zum Erreichen der energiepolitischen Ziele bis 2050 sowie die daraus resultierenden zusätzlichen Investitionen und Arbeitsplätze werden nachfolgend abgeschätzt. Gemäß BMUB (2016, S. 44) benötigt es einen durchschnittlichen Energieverbrauch von mindestens 40 kWh/m<sup>2</sup>a, um bis 2050 einen klimaneutralen Gebäudebestand erreichen zu können (vgl. BMUB 2016, S.44). Dieser Wert wird als Sanierungsziel bis 2050 unterstellt und entspricht etwa einem heutigen KfW 55-Standard.

Aus einer Datenbank, die im Rahmen des Forschungsprojekts KomInteg der IZES gGmbH im Auftrag des Bundeswirtschaftsministeriums realisiert worden ist<sup>79</sup>, werden die Wärmebedarfe für den Gebäudebestand der Braunkohleregionen abgeleitet. Es handelt sich um den gemittelten spezifischen Wärmebedarf auf der Basis von Daten aus den Jahren 2009/2010. Da keine Daten vorliegen, um den durchschnittlichen Energieverbrauch für Heizung (Hz) und Warmwasser (WW) nach Gebäudealtersklassen zu errechnen, wird wie folgt vorgegangen. Zunächst werden für Altbauten bis einschließlich 1978 190 kWh/m<sup>2</sup>a für Heizung und Warmwasser angesetzt, für Bauten zwischen 1979 und 1990 140 kWh/m<sup>2</sup>a und für Bauten zwischen 1991 und 2010 100 kWh/m<sup>2</sup>a (Basis ARGE e.V. 2012, S. 5). Da diese Werte multipliziert mit der Quadratmeterzahl der Gebäudealtersklassen nicht den gesamten Energiebedarf der Gebäude in den jeweiligen Regionen widerspiegelt, erfolgen Korrekturen. Der ermittelte korrigierte Wert für jede Region ist in Tabelle 5-11 angegeben.

Zur Abschätzung der Nettoarbeitsplatzeffekte und -investitionen wird als Referenz-Szenario eine Sanierungsrate von 1% pro Jahr seit 2009 unterstellt und in die Zukunft fortgeschrieben. Die Sanierungsrate wird hier definiert als Anteil am Bestand. Weiterhin wird angenommen, dass umfangreiche Sanierungen nicht vor 2021 in Angriff genommen werden. Derzeit besteht noch kein geeigneter Rahmen, der eine entsprechende Entwicklung anreizen würde.

Für eine grobe Abschätzung der aus den Sanierungsmaßnahmen resultierenden Investitionen werden Vollkosten von 420 €/m<sup>2</sup> inkl. Umsatzsteuer für 2010 herangezogen (DENA 2010, S. 36). Auf Grundlage des Bau-Index des Statistischen Bundesamtes (für Sanierungen wurden Neubaupreisentwicklungen unterstellt) wird eine Preissteigerung von etwa 14% bis 2015 mit einberechnet.

Die Abschätzung des Personalbedarfs erfolgt auf Basis von IWU et al. (2016, S. 54ff.). Diese geben im Rahmen des KfW-Monitoringberichts an, dass je 1 Mrd. € an Investitionen rd. 11.700 Vollzeitstellen im jeweiligen Jahr entstehen. Etwa 20% der Arbeitsplätze sind leitende und planerische Tätigkeiten.

Tabelle 5-11: Zusammenfassung der Annahmen

|   | Rheinische Region        | Mitteldeutsche Region | Lausitzer Region |
|---|--------------------------|-----------------------|------------------|
| Bestand Wohneinheiten (WE) (2009/2010)  | 2.592.486                | 737.174               | 574.405          |
| Davon geschätzte WE in Gebäuden mit Baujahr bis Ende 1978                         | 1.728.454                | 515.264               | 388.987          |
| WE in Gebäuden mit Baujahr zw. 1979 und 1990                                      | 350.728                  | 64.819                | 59.089           |
| WE in Gebäuden mit Baujahr zw. 1991 und 2010                                      | 513.304                  | 157.091               | 126.328          |
| Durchschnittliche Sanierungsrate pro Jahr seit 2010 als Referenzansatz            | 1%                       |                       |                  |
| Zielwert durchschnittlicher Energieverbrauch für Heizung (Hz) und Warmwasser (WW) | 40 kWh/m <sup>2</sup> *a |                       |                  |

<sup>79</sup> IZES et al., Nachhaltige Integration von Bioenergiesystemen im Kontext einer kommunalen Entscheidungsfindung (KomInteg), 2015, Abschlussbericht unter [http://www.izes.de/sites/default/files/publikationen/ST\\_12\\_061.pdf](http://www.izes.de/sites/default/files/publikationen/ST_12_061.pdf), Abruf am 12.5.2017

|   | Rheinische Region                            | Mitteldeutsche Region | Lausitzer Region |
|---|--|-----------------------|------------------|
| Heutiger Energieverbrauch für Gebäude bis Ende 1978 [kWh/m <sup>2</sup> *a] | 170  | 186                   | 218              |
| Für Gebäude zw. 1979 bis 1990 [kWh/m <sup>2</sup> *a]                       | 113  | 124                   | 145              |
| Für Gebäude zw. 1991 bis 2010 [kWh/m <sup>2</sup> *a]                       | 68   | 74                    | 87               |
| Personalbedarf  | 11.700 Personen je 1 Mrd. € an Investitionen |                       |                  |
| Vollkosten der Sanierung (inkl. USt) in Preisen 2015                        | 478,80 €                                     |                       |                  |

Die nachfolgenden Ergebnisse für die einzelnen Kohleregionen ergeben sich aufgrund der zuvor genannten Annahmen (d.h. die Sanierungsraten und dafür notwendigen Investitionen sind so hochskaliert, dass bis 2050 ein klimaneutraler Gebäudebestand erreicht würde):

Tabelle 5-12: Ergebnisse der Abschätzung des künftigen Sanierungsbedarfs in den Regionen zwischen 2021 und 2030

| 2021 bis 2030   | Rheinische Region | Mitteldeutsche Region | Lausitzer Region |
|---|-------------------|-----------------------|------------------|
| Sanierungsbedarf 2021 bis 2030 [WE]   | 821.676           | 236.298               | 181.804          |
| Sanierungsbedarf abzgl. Referenzpfad [WE]                                       | 562.428           | 162.581               | 124.333          |
| Sanierungsrate pro Jahr [%]   | 3,2               | 3,2                   | 3,2              |
| Investitionsvolumen für zusätzl. Sanierung pro Jahr [Mrd. € <sub>2015</sub> /a] | 2,2               | 0,5                   | 0,4              |
| Zusätzl. benötigtes Personal pro Jahr   | 25.836            | 6.102                 | 5.154            |

Tabelle 5-13: Ergebnisse der Abschätzung des künftigen Sanierungsbedarfs in den Regionen zwischen 2031 und 2040

| 2031 bis 2040  | Rheinische Region | Mitteldeutsche Region | Lausitzer Region |
|--|-------------------|-----------------------|------------------|
| Sanierungsbedarf 2031 bis 2040 [WE]  | 540.459           | 155.031               | 119.638          |
| Sanierungsbedarf abzgl. Referenzpfad [WE]  | 281.211           | 81.314                | 45.921           |
| Sanierungsrate pro Jahr [%]  | 2,1               | 2,1                   | 2,1              |
| Investitionsvolumen für zusätzliche Sanierung pro Jahr [Mrd. € <sub>2015</sub> /a] | 1,1               | 0,3                   | 0,2              |
| Zusätzlich benötigtes Personal pro Jahr  | 12.918            | 3.052                 | 2.577            |

Aufgrund der unterstellten Gleichverteilung der notwendigen Energieeinsparungen je Dekade von 2010 bis 2050 sind sowohl die Sanierungsraten, die zusätzlich notwendigen Investitionen und der zusätzliche Personalbedarf im Zeitraum 2031 bis 2040 halb so groß, wie im Zeitraum 2021 bis 2030. So könnten bis 2030 die zusätzlich notwendigen Sanierungen von 2010 bis 2020 nachgeholt werden. Zeitlich würde dies zudem mit dem Beschäftigungsabbau in der Braunkohle gut korrespondieren.

Damit diese Beschäftigungszahlen in der Gebäudesanierung erreicht werden, bedarf es entsprechender Rahmenbedingungen. Unter den gegenwärtigen Rahmenbedingungen des Nationalen Aktionsplans für Energieeffizienz (NAPE) erscheint es unrealistisch, anzunehmen, dass Sanierungsmaßnahmen in diesem Umfang angegangen werden und entsprechendes Personal zusätzlich eingestellt wird.

## 5.4 Kerneergebnisse

Die Auswertung der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung der vergangenen Jahre gibt einen Überblick über Wirtschaftssektoren mit positiver Entwicklung. Für die vier Bundesländern mit Braunkohleregionen wurden Wirtschaftssektoren mit hoher und zugleich zunehmender Produktivität identifiziert (Bruttowertschöpfung je Erwerbstätigem, BWS/ET). In diesen Sektoren darf ein positives Investitionsklima vermutet werden. Daneben ist auch die Zahl der Erwerbstätigen wichtig. Einige sehr produktive Wirtschaftssektoren schneiden hier eher ungünstig ab. Gleichzeitig konnten weniger produktive Sektoren viele Erwerbstätige dazugewinnen und wirken sich so günstig auf den Arbeitsmarkt aus. Aufgrund der Datenlage ist eine Branchenbetrachtung auf Regionenebene nicht möglich gewesen.

Für **Brandenburg** waren es im Betrachtungszeitraum 2010 bis 2014 insbesondere die Sektoren Information und Kommunikation sowie sonstige Unternehmensdienstleistungen. Die Entwicklung bei I&K wird allerdings durch eine sinkende Anzahl an Erwerbstätigen erkaufte (-5.000). Sehr positiv entwickelte sich der Sektor „Kunst, Unterhaltung und Erholung“, hier ebenfalls durch eine sinkende Anzahl an ET (-2.000). Gleiches gilt für die Finanz- sowie die sonstigen Dienstleistungen, die gemeinsam 8.000 Stellen verloren. Wenn auch in der Produktivitätsentwicklung weniger auffällig haben in Brandenburg das verarbeitende Gewerbe sowie das Gesundheits- und Sozialwesen durch ihre hohe Personalnachfrage die übrigen Verluste vollständig ausgleichen können.

**Sachsen** weist ebenfalls bei sonstigen Unternehmensdienstleistungen, zudem in den Sektoren „Land- und Forstwirtschaft, Fischerei“ und „Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden“ eine überdurchschnittlich gute Entwicklung auf. Während erstgenannter Sektor im Betrachtungszeitraum 12.000 zusätzliche Stellen geschaffen hatte, hat der Bergbau nur leicht zulegen können und Land und Forst haben gar Verluste bei den Erwerbstätigen hinnehmen müssen. Trotz vergleichsweise schlechterer Produktivitätsentwicklung haben das verarbeitende Gewerbe sowie das Gesundheits- und Sozialwesen in Summe die meisten neuen Stellen geschaffen. Im Zeitverlauf sind über alle Branchen 42.000 zusätzliche Stellen hinzugekommen.

**Sachsen-Anhalt** ist in Bezug auf sehr positive Produktivitätsentwicklungen von Branchen breit aufgestellt und kann diese für die Sektoren „Land- und Forstwirtschaft, Fischerei“, „Erziehung und Unterricht“, „Kunst, Unterhaltung und Erholung“ sowie „Sonstige Dienstleistungen anderweitig nicht genannt“ vorweisen. In allen vier Branchen ist die außergewöhnliche Entwicklung aber nicht nur durch eine gestiegene Wertschöpfung, sondern auch durch einen Abbau an Erwerbstätigen hervorgerufen worden. Wie in den vorherigen beiden Bundesländern haben auch hier die Sektoren „Verarbeitendes Gewerbe“ und „Gesundheits- und Sozialwesen“ die meisten neuen Arbeitsplätze geschaffen. Von allen vier Ländern ist Sachsen-Anhalt das einzige Land, welches Arbeitsplätze verloren hat, in Summe etwa 18.000. Dies insbesondere bei der öffentlichen Verwaltung und im Sektor „sonstige Dienstleistungen“.

Ganz anders **Nordrhein-Westfalen**: hier sind zwischen 2010 und 2014 gut 330.000 neue Arbeitsplätze zu verzeichnen. Diese stammen insbesondere aus dem hohen Personalbedarf bei „Gesundheits- und Sozialwesen“, „freiberuflichen und technischen Dienstleistungen“, „sonstigen Unternehmensdienstleistungen“, „Erziehung und Unterricht“ sowie „Verkehr und Lagerei“, um nur die größten zu nennen. Hier zeigt sich, dass NRW in vielen Sektoren wächst, auch wenn außergewöhnlich positive Beschäftigungsentwicklungen nur im Sektor „sonstige Unternehmensdienstleistungen“ mit 9.000 Neueinstellungen zu finden sind.

Darüber hinaus auffällig ist der Sektor Energieerzeugung. Er hat in allen Ländern zwar die zweithöchste Produktivität (BWS/ET) im Sektorenvergleich, aber weist eine sinkende Entwicklung gerade

in den Ländern auf, die weiterhin auf fossile Stromerzeugung setzen, wie Sachsen und NRW. Brandenburg kann die Produktivität in etwa halten und Sachsen-Anhalt sogar steigern. Beide Länder setzen zunehmend auf Erneuerbare Energien. In Bezug auf Beschäftigungseffekte im Sektor Energie kann allerdings auch nur Brandenburg eine leicht positive Entwicklung vorweisen. Aufgrund dezentraler Erzeugungsanlagen ist es aber wahrscheinlich, dass die Beschäftigungseffekte auch eher einem anderen Sektor, bspw. dem Baugewerbe, zugeordnet werden.

Neben der Entwicklung der Wirtschaftssektoren kann die Arbeitsmarktentwicklung auch mit Blick auf Tätigkeitsgruppen untersucht werden. Daher wurden die Entwicklungen der Tätigkeitsgruppen und der Anteil der Beschäftigten der Braunkohlenwirtschaft daran eine Einschätzung geben, wie gut ein Wechsel in andere Branchen möglich erscheint. So werden verschiedene Tätigkeitsgruppen innerhalb der Braunkohlenwirtschaft (Tagebau und Elektrizitätserzeugung) in anderen Branchen weiterhin nachgefragt, so dass für diese – vorbehaltlich arbeitsplatzspezifischer Anforderungen – ein Branchenwechsel gelingen sollte. Der Abgleich der Tätigkeits- bzw. Berufsgruppen der Braunkohlenwirtschaft mit den Entwicklungen dieser Gruppen innerhalb der Regionen führt zu dem Schluss, dass der Großteil der Berufsgruppen neue Stellen finden sollte. Allerdings weisen die Beschäftigten im Tagebau eine vergleichsweise geringere Chance auf und stellen zugleich den größten Anteil an Beschäftigten im Kohlebergbau. Ebenfalls nicht so günstig sehen die Chancen bei Berufen der Metallerzeugung und –bearbeitung sowie Metallbau aus, wenn die historische Entwicklung zugrunde gelegt wird. Aufgrund der hohen Anzahl an Beschäftigten in dieser Gruppe innerhalb der Regionen könnte sich das Blatt noch wenden, je nachdem, wie sehr die Branchen, denen Beschäftigte mit Tätigkeiten in der Metallerzeugung- und Bearbeitung sowie Metallbau angehören, von der Braunkohlenwirtschaft abhängig ist.

Mit der Sanierung der Kohletagebaue und dem Rückbau der Kraftwerke ergeben sich im Laufe eines Kohleausstiegs keine zusätzlichen Beschäftigungsbedarfe, ermöglichen aber einigen Beschäftigten eine längere Übergangszeit, ggf. auch bis in eine Rente. Offen ist, ob die Energieunternehmen die Sanierungen im Falle eines Ausstiegs selbst fortsetzen werden oder es als Dienstleistung ausschreiben. Im letzteren Fall ist eine europäische Ausschreibung unumgänglich und die Chancen für eine Weiterbeschäftigung der derzeit im Tagebau und der Sanierung Beschäftigten sinken. Darüber hinaus bietet die Energiewende durch dezentrale Strukturen bspw. Berufen innerhalb der Mechatronik und Elektrik, Optionen für neue Beschäftigungen. Zusätzliche Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte ergeben sich durch die wirtschaftliche Folgenutzung der Flächen für Forst, Erholung und Gewerbe nach Beendigung der Sanierungsphase.

Die Beschäftigungseffekte des Ausbaus und des Betriebs von Erneuerbarer Energien werden auf etwa 1.700 Arbeitsplätze bis 2020 und auf rund 2.500 Arbeitsplätze bis 2030 geschätzt. Zusammen mit der Tagebausanierung und dem Kraftwerksrückbau können die Regionen 2020 ca. 6.785, 2030 ca. 5.250 und 2040 ca. 3.650 Menschen eine Beschäftigungsperspektive bieten.

Für die Berufsgruppen Mechatronik-, Energie- u. Elektroberufe, Berufe im Hoch- und Tiefbau sowie im (Innen-)Ausbau und der Gebäudeversorgungstechnik ergeben sich weitere Optionen im Zusammenhang mit energetischen Gebäudesanierungen. Ein entsprechender rechtlicher Rahmen für die Wärmerewende vorausgesetzt, werden die Arbeitsplatzeffekte auf 37.000 in 2030 und 18.500 in 2040 geschätzt.

Tabelle 5-14: Geschätzte Bruttobeschäftigungseffekte durch die Energiewende in den drei Braunkohleregionen (siehe auch Abbildung 1-6)

| Sektor                                | geschätzte Beschäftigungseffekte |              |               |
|---------------------------------------|----------------------------------|--------------|---------------|
|                                       | 2020                             | 2030         | 2040          |
| Bergbausanierung (brutto)             | 5.054                            | 2.785        | 949           |
| <i>darunter Kraftwerksrückbau</i>     | <i>205</i>                       | <i>319</i>   | <i>262</i>    |
| Erneuerbare Energien (brutto)         | 1.731                            | 2.466        | 2.999         |
| <i>darunter Wind</i>                  | <i>1.060</i>                     | <i>1.494</i> | <i>1.840</i>  |
| <i>darunter Solar</i>                 | <i>448</i>                       | <i>783</i>   | <i>970</i>    |
| <i>darunter Biomasse</i>              | <i>222</i>                       | <i>188</i>   | <i>188</i>    |
| Gebäudesanierung gesamt (netto)       | 37.092 <sup>1</sup>              |              | 18.547        |
| <i>darunter Rheinische Region</i>     | <i>25.836<sup>1</sup></i>        |              | <i>12.918</i> |
| <i>darunter Mitteldeutsche Region</i> | <i>6.102<sup>1</sup></i>         |              | <i>3.052</i>  |
| <i>darunter Lausitzer Region</i>      | <i>5.154<sup>1</sup></i>         |              | <i>2.577</i>  |

Anmerkung: <sup>1</sup>Zusätzliche Effekte gegenüber der Referenz-Sanierungsrate von 1% werden bis 2020 angesichts des regulatorischen Rahmens und der derzeitigen Investitionskosten nicht erwartet.

Quelle: Eigene Darstellung, IZES.

Insgesamt darf dabei nicht vernachlässigt werden, dass bereits 65% der Beschäftigten in der Braunkohle über 45 Jahre alt sind und insgesamt etwa 30% bereits älter als 55. Die Altersstruktur kann somit als Chance für einen sozialverträglichen Kohleausstieg gesehen werden, indem in den kommenden Jahren ArbeitnehmerInnen regulär in Rente gehen und mit ihnen schrittweise die Kraftwerke und Tagebaue stillgelegt werden.

## 6 Optionen für flankierende politische Strategien und Instrumente

Veränderungen von Rahmenbedingungen wirken sich stets auf etablierte Strukturen aus. Die Wirkungen können gering oder auch sehr umfassend sein. Der Anstoß kann von neuen technologischen Entwicklungen ausgehen, wie beispielsweise der Personal-Computer die Schreibmaschine oder das Auto die Pferde und Kutschen ersetzten. Auch Interessensverlagerungen von Nachfragern oder die Verfügbarkeit von Rohstoffen haben Auswirkungen auf bestehende Strukturen, so es nicht gelingt Substitute zu erschaffen bzw. zu nutzen. Strukturwandel ist somit ein Prozess, der in allen Wirtschaftsbereichen andauernd stattfindet.

Im Folgenden werden sowohl Instrumente dargestellt, die geeignet erscheinen, kurzfristige negative Auswirkungen einer Stilllegung von Braunkohlentagebauen und zugehörigen Kraftwerkskapazitäten auf die Beschäftigung zu mildern als auch solche, die mittel- bis langfristig die wirtschaftliche Entwicklung in den Braunkohleregionen verbessern können, um so insgesamt einen sozialverträglichen Strukturwandel zu gewährleisten. Hierzu gehören einerseits regionalpolitische Instrumente (vgl. Kapitel 6.2.1), die sich mittels Information und Beratung, finanziellen Anreizen, Infrastrukturmaßnahmen aber auch regulativ an Unternehmen, Bevölkerung und Kommunen richten. Mit ihrer Hilfe können frühzeitig neue thematische Schwerpunkte für Regionen entwickelt sowie der Aufbau von benötigtem Wissen und Fähigkeiten unterstützt werden. Andererseits bieten sich aktive und passive arbeitsmarkt- und sozialpolitische Instrumente an (vgl. Kapitel 6.2.2), wenn bspw. das Ende des Fortbestands eines Industriezweigs absehbar ist. Die Maßnahmen setzen hier insbesondere auf einen sozialverträglichen Übergang, bspw. durch Frühverrentungen und Lohnersatzzahlungen in der passiven Variante oder als aktive Variante bspw. mittels Fortbildungs- und Qualifikationsmaßnahmen. Als dritte Instrumentengruppe ist der regulative Rahmen der Wirtschafts- sowie Klima- und Energiepolitik durch Bund und Länder zu nennen – in diesem Kontext insbesondere die Förderung der Energiewende -, der durch festgesetzte Rahmen Entwicklungen anstößt, die als Chancen zur Neustrukturierung genutzt werden können (siehe Kapitel 6.2.3).

Es wird an zwei Ausgangsüberlegungen angesetzt: Zum einen werden die Erfahrungen beim Einsatz bisheriger Instrumente zur Bewältigung des Strukturwandels in den ostdeutschen Braunkohlerevieren und beim Ausstieg aus dem Steinkohlebergbau aufgenommen. Zum anderen werden Ergebnisse aus den vorangegangenen Abschnitten herangezogen, um zu prüfen, mit welchen Instrumenten die Chancen für die jeweilige Region bestmöglich genutzt werden können.

Im Zuge der Strategieentwicklung werden dabei die jeweiligen Regionen getrennt betrachtet, da zum Beispiel zwischen dem Lausitzer und dem Rheinischen Revier erhebliche Unterschiede bezüglich fundamentalen Strukturparametern und Entwicklungschancen vorliegen (vgl. ifo 2013, Regionomics (2013), Wuppertal-Institut 2016).

### 6.1 Erfahrungen bei der ostdeutschen Braunkohle nach der Wiedervereinigung und aus dem Strukturwandel im Steinkohlebergbau

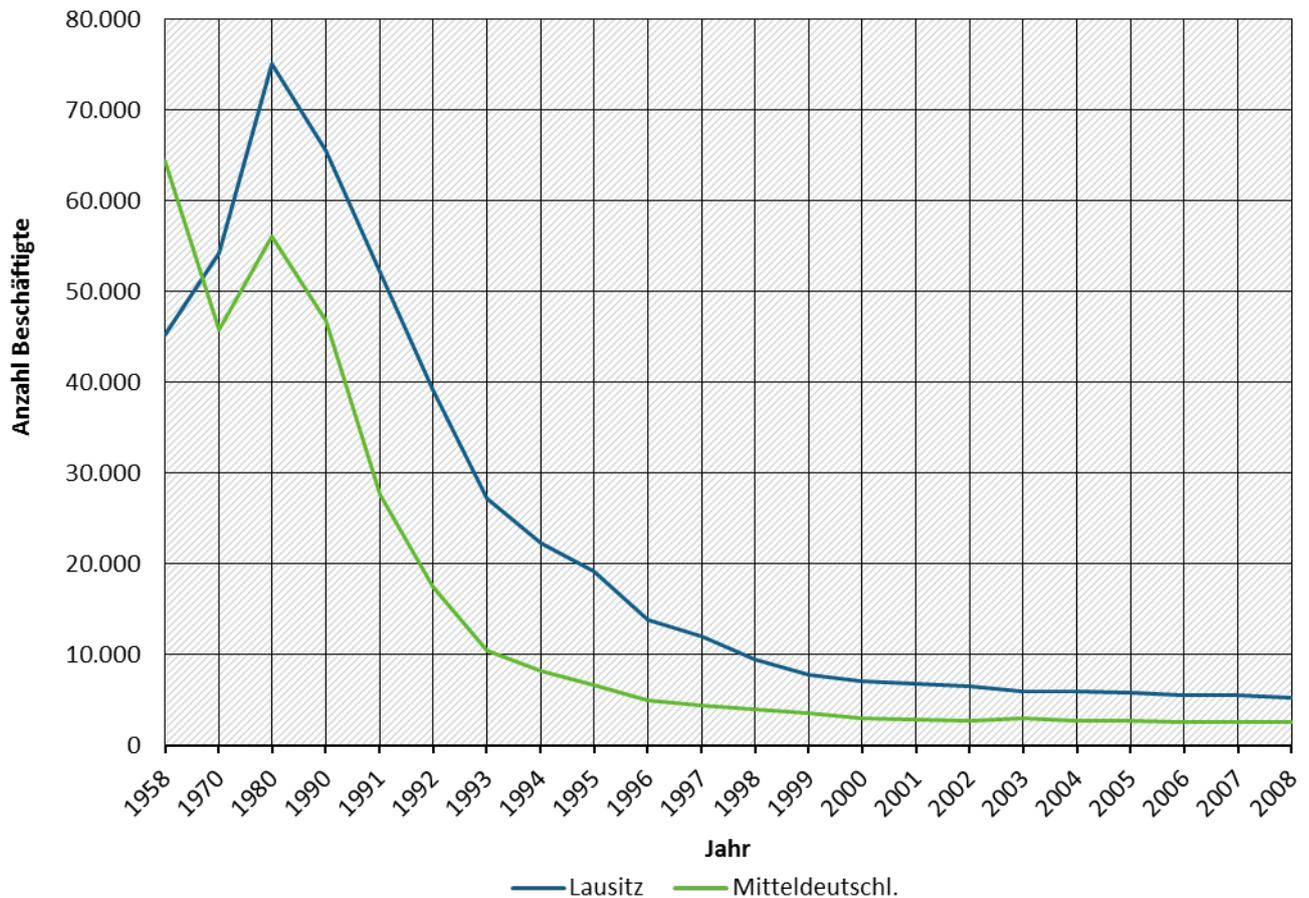
#### 6.1.1 Erfahrungen in den Braunkohlerevieren in Ostdeutschland

Im Jahr 1990 arbeiteten in den betroffenen ostdeutschen Bundesländern noch rund 112.000 Menschen im Braunkohlebergbau (ohne Kraftwerke). Von diesen Arbeitsplätzen wurden bis zum Jahr 2008 rund 104.000 oder 92% abgebaut.<sup>80</sup> Abbildung 6-1 zeigt, dass lange vor der Energiewende und

<sup>80</sup> Bis zur Deutschen Wiedervereinigung war die Braunkohle in der Ex-DDR der Hauptenergielieferant für Strom und Wärme (Kohleöfen und Fernwärme). Nach der Wende wurde die Wärmeversorgung rasch auf Gas und Öl umgestellt, so dass einerseits der Kohlebedarf insgesamt zurück ging und zum anderen Beschäftigte bei den Brikettfabriken keine Arbeit mehr hatten (Zeit 1992; S.2).

auch noch vor der ersten Liberalisierungsrunde des Energiebinnenmarktes im Jahr 1998 die größten Arbeitsplatzverluste im Braunkohlebergbau zu verzeichnen waren.

Abbildung 6-1: Beschäftigungsabbau im Braunkohlebergbau in Ostdeutschland zwischen 1990 und 2008



Quelle: Statistik der Kohlewirtschaft (2016).

Ab dem Jahr 2000 verlangsamte sich hingegen der Beschäftigtenabbau, und die Anzahl der Beschäftigten sank von 10.000 auf rund 7.700 im Jahr 2008.

Um den Umbau der Wirtschaft und den damit verbundenen Arbeitsplatzabbau zu flankieren, wurden nach der Wende Unterstützungsprogramme für den Osten Deutschlands aufgelegt. Unterstützung wurde vor allem für die Modernisierung des stark verschlissenen Kapitalstocks im Unternehmenssektor und im Infrastrukturbereich gegeben. Unternehmensinvestitionen wurden mit Investitionszuschüssen, -zulagen, Sonderabschreibungen und Darlehen mit günstigen Konditionen unterstützt, mit einem besonderen Fokus auf KMU und Existenzgründungen. Neben der Investitionsförderung wurden auch Forschung und Entwicklung, Innovationen, Unternehmenskooperationen, Netzwerke und Clusterinitiativen sowie Beratungsleistungen für KMU und der Umweltschutz unterstützt. Weil in den frühen 1990er Jahren zahlreiche Betriebe wegen mangelnder Sanierungsfähigkeit geschlossen wurden, diente insbesondere die Investitionsförderung der Schaffung von Ersatzarbeitsplätzen. Für die Umstrukturierung der ostdeutschen Wirtschaft spielten ferner die Mittel eine zentrale Rolle, die die Treuhandanstalt für die Sanierung und Privatisierung der ehemaligen volkseigenen Betriebe verausgabte. Weil der Verlust von Arbeitsplätzen größer war und sich schneller vollzog als die Schaffung neuer Arbeitsplätze, kam der passiven und aktiven Arbeitsmarktpolitik in Form von Kurzarbeit, vorzeitigem Ruhestand, Arbeitsbeschaffungs-, Umschulungs- und Qualifizierungsmaßnahmen eine sehr große Bedeutung zu, um soziale Härten und Spannungen zu vermeiden. Mithin gibt es in Ostdeutschland eine

auf diese Förderpraxis gestützte Expertise bei der strukturellen Erneuerung und entsprechende Organisationsstrukturen, die auch für den Strukturwandel nach Ende des Abbaus und der Verstromung von Braunkohle genutzt werden können. Neben der Unternehmensförderung wurde viel in die Modernisierung der Infrastruktur investiert, und zwar praktisch in allen Bereichen: wirtschaftsnahe Infrastruktur, überregionale Verkehrsinfrastruktur, Hochschulen, Gesundheits- und Wohnungswesen, Stadtbau, Denkmalschutz, ländliche Entwicklung.

Für die ostdeutschen Bundesländer spielten seit dem Jahr 1990 für die Finanzierung des Aufbau Ost drei Finanzierungsquellen eine besondere Rolle:

- ▶ *Fonds Deutsche Einheit (1990-1994)*: Da Ostdeutschland nicht sofort in den Länderfinanzausgleich einbezogen werden sollte, wurde zunächst der Fonds Deutsche Einheit als ein Sondervermögen des Bundes gegründet. Hieraus sollten die Ost-Bundesländer ihren unmittelbaren Finanzbedarf decken. Auch der unerwartet drastische Abbau von Arbeitsplätzen wurde u.a. aus Mitteln dieses Fonds abgedeckt. Zu nennen wären in diesem Zusammenhang die Zahlung von Vorruhestands-, Übergangsgeld und Arbeitslosenhilfe. Auch Zuwendungen für die Schaffung von sog. Arbeitsbeschaffungsmaßnahmen (ABM) an die regionalen Bundesagenturen für Arbeit kamen aus dem Fonds.
- ▶ *Solidarpakt I (1995-2004) und II (2005 – 2019)*: Die beiden Solidarpakte ermöglichen als Einigung zwischen der Bundesregierung und den Ländern besondere Transferleistungen im Rahmen des Länderfinanzausgleichs, die für Sonderlasten und die Kosten der Wiedervereinigung zugewiesen werden. Hieraus wurde und wird ein umfangreicher Infrastrukturaufbau in den Ostländern finanziert. Ziel der beiden Aufbaupakete sind die Erhaltung und Sanierung wettbewerbsfähiger industrieller Kernregionen, eine aktive Arbeitsmarktpolitik und der Ausbau von Infrastrukturen. So werden z.B. Verkehrswege, der ÖPNV oder auch die Verbesserung von Kommunikationsverbindung und der Breitbandausbau aus Mitteln der Solidarpakte finanziert.

In den Schwerindustrieregionen des Ostens wurde vor allem in der ersten Zeit nach der Wende auf eine Kombination von arbeitsmarkt- und strukturpolitischen Maßnahmen gesetzt. Dies sollte zum einen dazu beitragen, den durch den unerwartet raschen Niedergang der alten DDR-Industrien und den Zusammenbruch der COMECON-Märkte entstandenen Arbeitskräfteüberhang aufzufangen und zum anderen dazu beitragen, den Boden für neue wirtschaftliche Aktivitäten zu bereiten.

So wurden z.B. Auffanggesellschaften für Beschäftigte des Braunkohlebergbaus gegründet, die die Umweltschäden der Tagebaue beseitigen sollten. Ein Beispiel hierfür ist die Mitteldeutsche Braunkohle Strukturförderungsgesellschaft mbH (MBS), deren Aufgabe in der Sanierung von Tagebauen und Altlasten bestand. Nach dem gleichen Prinzip wurden die Anhaltinische Braunkohlenstrukturförderungsgesellschaft (ABS) und im Lausitzer Revier auf brandenburgischem Territorium Parallelgesellschaften gegründet. Somit konnte die Sanierung der Bergbauregionen regional erfolgen und gleichzeitig mit anderen Ansätzen verknüpft werden. Beide Sanierungsgesellschaften wurden 1994 Töchterunternehmen der neu gegründeten Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH (LMBV) im Besitz des Bundes. Bereits in 1995 wurden die Strukturfördergesellschaften privatisiert, konnten sich aber nicht halten und gingen in Konkurs bzw. in anderen Gesellschaften auf (LMBV 2017c). Aufgabe der MBS war z.B. auch die Um- und Weiterqualifizierung von ArbeitnehmerInnen, um diesen wieder Chancen auf einen Einstieg im ersten Arbeitsmarkt zu geben. Nachdem jedoch Sanierungsleistungen europäisch ausgeschrieben werden mussten, verloren viele Beschäftigte in dieser Gesellschaft ihren Arbeitsplatz, da nun auch andere Unternehmen in der Sanierung tätig wurden. Waren bei der MBS 1995 4.000 Personen beschäftigt, so lag deren Zahl im Jahr 1998 unter 1.000. Immerhin ein Drittel der Beschäftigten konnte qualifiziert werden, und über Ausgliederungen fanden 219 Personen eine neue Beschäftigung. (Terbach 1998; S.7ff.)

Weitere Maßnahmen in dieser Frühzeit nach der Wende waren die flächendeckende Frühverrentung ab 55 Jahre und Kurzarbeitsangebote der MIBRAG. Viele Personen konnten auch über ABM-Maßnahmen beschäftigt werden, fanden jedoch nur selten einen Platz im ersten Arbeitsmarkt (Terbach 1998; S.7ff.).

Als Beispiel für eine Verknüpfung von Arbeitsmarkt- und Strukturpolitik sei hier im Folgenden die Entwicklung des Südraums Leipzig etwas ausführlicher dargestellt. Geprägt von Chemieindustrie und Braunkohle waren diese Industrien nach der Wende nicht mehr wettbewerbsfähig. So wurde das Espenhainer Kombinat aus dem Gaskombinat „Schwarze Pumpe“ herausgelöst und neue Firmen auf dem Gelände angesiedelt. Dort konnten 500 Beschäftigte untergebracht werden (Terbach 1998; S.11).

Mit der Gründung der „Südraum Leipzig GmbH“ wurden erstmals alle wichtigen regionalen Akteure (Verwaltungsebenen, Parteien, Gemeinden, Unternehmen, Verbände, Bürgergruppen) gebündelt, um den Strukturwandel aktiv voran zu treiben. Die Gesellschaft war zunächst bei der Gestaltung der Bergbaufolgenlandschaft und in der Bildungsarbeit tätig. Später erfolgte eine Ausweitung auf die Ansiedlung und Vernetzung mittelständischer Unternehmen (Terbach 1998; S.12).

Der Erfolg der ergriffenen Maßnahmen wurde in der zitierten Studie mittels Experteninterviews validiert. In diesem Zusammenhang wurden KommunalvertreterInnen, PolitikerInnen, VertreterInnen von Unternehmen aus der Braunkohlesanierung, von Arbeitsämtern und aus Gewerkschaften befragt. Diese bewerteten die arbeitsmarktpolitischen Maßnahmen zwar als notwendig und positiv. Bessere Resultate hätten aber evtl. durch die Überwindung der Mentalität des „Weiter-So-Denkens“ erzielt werden können. Hier war das Beharren auf alten Ideen aus der Vorwendezeit teilweise zu stark. Bei der Strukturpolitik wurden hingegen von einigen Befragten deren Heterogenität sowie mangelnde Absprachen kritisiert. Auch wurde bezweifelt, ob weniger arbeitsplatzintensive Projekte erfolgversprechend sind. (Terbach 1998; S.13ff).

Seit 1992 wurden bis Ende 2016 vom Bund und den betroffenen Ländern Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen nach Angaben der Bund-Länder-Geschäftsstelle (GS StuBA) zusammengekommen etwa 10,4 Mrd. Euro (Stand 02/2017) für die Braunkohlesanierung verausgabt (LMBV 2017a). Bis zu 20.000 Personen fanden in der Spitzenzeit Mitte der 1990er Jahre in der Braunkohlesanierung Beschäftigungsmöglichkeiten (LMBV 2017b). Für den Folgezeitraum 2018 bis 2022 steht gemäß dem Verwaltungsabkommen über die Finanzierung ökologischer Altlasten ein Plafond in Höhe von 1,23 Milliarden Euro zur Verfügung. (LMBV 2014a).

### **6.1.2 Ausstieg aus dem Steinkohlebergbau im Ruhrgebiet**

Bereits seit den 1960er Jahren wurde der Steinkohlebergbau durch Strukturpolitik begleitet und unterstützt. Ein starker „Ausstiegstreiber“ für die deutsche Steinkohle war neben der Preisentwicklung auf dem Weltmarkt das europäische Beihilferecht. Mit dessen Verschärfung im Jahr 1992 (Leuschner 2018) wurde die staatliche Unterstützung des Steinkohlebergbaus begrenzt. In Folge des geänderten Beihilferechts wurde im Jahr 2007 das Steinkohlefinanzierungsgesetz erlassen, das eine Beendigung des Bergbaus bis zum Jahr 2018 vorsieht und bis 2019 hierfür Finanzierungsmittel für die betroffenen Unternehmen bereitstellt. Die Beschäftigten können noch bis zum Jahr 2022 ein sog. Anpassungsgeld erhalten (BMJV 2007). Damit wurde die Flankierung des bereits Anfang der 1960er Jahre mit der Bergbaukrise beginnenden wirtschaftlich getriebenen Strukturwandels für den Steinkohlebergbau zu einem vorläufigen Abschluss gebracht.

Die in den vergangenen Jahrzehnten verfolgte Strukturpolitik für das Ruhrgebiet durchlebte vier Phasen, die sich durch ihre Politik wie folgt unterscheiden (Prognos 2015; S.97):

- ▶ Erste Phase (1966-1974): Integrierte Strukturpolitik
- ▶ Zweite Phase (1975-1986): Zentralisierte Strukturpolitik
- ▶ Dritte Phase (1987-1999): Regionalisierte Strukturpolitik

► Vierte Phase (2000- heute): Kompetenzfeldorientierte Strukturpolitik

Die erste Phase der Strukturpolitik im Ruhrgebiet wurde durch die bereits in den 1960er Jahren beginnenden Schwierigkeiten der Montanindustrie ausgelöst, die sich einerseits durch die hohen Preise für Ruhrkohle und andererseits durch einen Verfall der Ölpreise auf den Weltmärkten ergab, der u.a. die Chemieindustrie zu einem Brennstoffwechsel veranlasste (Metropoleruhr 2018). Zechen wurden stillgelegt und in großem Maße Arbeitskräfte freigesetzt. Die Antwort auf diese Entwicklung war die Verabschiedung des „Entwicklungsprogramms Ruhr“, das im Jahr 1968 in Kraft trat. Über fünf Jahre standen hierfür insgesamt 17 Mrd. DM aus Mitteln des Landes, des Bundes, der Europäischen Gemeinschaft und der Arbeitsagentur zur Verfügung. Anliegen des Programms waren die Modernisierung der Kohlewirtschaft, eine Bildungsoffensive und die Ansiedlung neuer Industrien. Außerdem wurden Verkehrsinfrastruktur sowie ÖPNV gefördert und der Freizeitwert des Ruhrgebiets erhöht.

Die Bewertung dieses ersten, umfangreichen Strukturprogramms in Deutschland fällt jedoch ambivalent aus. Es hat zwar zum Aufbau von Bildungs- und Forschungsstrukturen sowie von Arbeitsplätzen vor allem im tertiären Sektor geführt und zum Ausbau von Infrastruktur beigetragen. Doch wurden auch bedeutende Mittel aus dem Strukturprogramm in „Wiederbelebungsversuche der Altindustrien“ investiert. Die Hoffnung auf einen neuen Aufschwung der von der Montanindustrie geprägten Zweige gründete sich auf einen vorübergehenden „Stahlboom“. Als Mangel des Strukturprogramms muss auch der begonnene und nicht zu Ende gebrachte Ausbau des ÖPNV-Netzes sowie die nicht fertiggestellte überregionale Vernetzung desselbigen im Ruhrgebiet angesehen werden (Prognos 2015; S. 100-101).

Die zweite Phase der Strukturpolitik hatte ihren Ursprung in der Änderung administrativer Zuständigkeiten. Dem anfangs für Planungen zuständigen Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk (SVR) wurden diese Kompetenzen entzogen und auf die Regierungsbezirke verlagert. Damit wurde die Strukturpolitik stärker zentralisiert, um so eine gezielte Förderung von Schlüsseltechnologien und Innovationen zu erreichen. In der Frühphase des Programms lag jedoch noch immer ein starker Fokus auf der Montanindustrie, der erst später auf Klein- und Mittelbetriebe ausgedehnt wurde. Die vier Programme, die das Kernstück dieser Phase bildeten, waren stark an Stahl und Kohle ausgerichtet und gingen 1980 in das „Aktionsprogramm Ruhr“ ein, welches mit insgesamt 6,9 Milliarden DM, davon 5,1 Mrd. DM aus Landesmitteln, bestritten wurde. Dieses sollte stärker dialogorientiert ausgerichtet sein und kann als Vorläufer einer regionalisierten Strukturpolitik angesehen werden. Denn als Problem bei der Umsetzung der Programme stellte sich auch deren starke Zentralisierung heraus, was dazu führte, dass „räumlich differenzierte Planungen sowie deren Durchsetzung auf lokaler und regionaler Ebene immer schwieriger zu bewerkstelligen waren“ (Prognos 2015; S. 103f).

So wurde mit der dritten Phase der Strukturpolitik bewusst ein Fokus auf deren Regionalisierung gelegt, womit auch sog. Regionalkonferenzen eingerichtet wurden. Ihre Aufgabe war es, Akteure vor Ort stärker in die Umsetzung der Strukturpolitik einzubinden und „einen dezentralen, flächendeckenden Dialog zum Strukturwandel anzustoßen“ (Heinz/Hilbert et al. nach Prognos 2015; S. 106). Im Zuge dieser Strategie wurden nicht nur Montanregionen, sondern weitere sechs Regionen in ganz NRW zu Fördergebieten bestimmt. Kritisch muss jedoch angemerkt werden, dass nicht immer alle wichtigen Akteure (bspw. Unternehmen, Gewerkschaften oder andere gesellschaftliche Gruppen) in Dialogprozesse eingebunden wurden. Dies traf vor allem auf die Kommunen des Ruhrgebiets zu. Hier wurden daher z.T. vor vielen Jahren geplante Infrastrukturprojekte ohne nochmalige Prüfung ihres strukturverändernden Beitrags oder Innovationscharakter wiederbelebt und mit Fördermitteln ausgestattet. In diese dritte Phase der Strukturpolitik fiel auch die Internationale Bauausstellung (IBA) Emscher Park, während der in 10 Jahren 129 Projekte in 17 Gemeinden mit rund 2,3 Milliarden Euro realisiert wurden. Diese haben z.T. bis heute Leuchtturmcharakter, hätten vielerorts jedoch mit intensiverer Bürgerbeteiligung evtl. besser gelingen und zu einer länger andauernden Ausstrahlung beitragen können (Prognos 2015; S. 107-109). Mit der IBA konnte über zehn Jahre neue Infrastruktur aufgebaut, der Naherholungswert der Region gestärkt und auch ökologische Erfolge durch Renaturierungsprojekte

erzielt werden. Dennoch konnten die Verluste an Arbeitsplätzen in der Montanindustrie nicht vollkommen kompensiert werden, so dass bis heute eine verfestigte Langzeitarbeitslosigkeit im Ruhrgebiet herrscht.

Eine Lehre aus der IBA Emscher Park ist jedoch, dass hier zwar viele regionale Projekte angestoßen, diese jedoch nicht in regionalisierten Umsetzungsstrategien für das Ruhrgebiet weiterverfolgt wurden.

Die vierte, noch andauernde Phase der Strukturpolitik konzentriert sich stark auf sog. Kompetenzfelder, die sich in der Gründung zahlreicher Cluster niedergeschlagen haben. Eingeleitet wurde diese Entwicklung durch den „Wachstums- und Beschäftigungspakt“, der im Jahr 2002 insgesamt 12 Kompetenzfelder definierte. Im Jahr 2004 wurden die Kompetenzfelder zu „Strategischen Handlungsfeldern“ weiterentwickelt. Seither werden diese geschärft, evaluiert und fortgeschrieben. Es handelt sich dabei um die folgenden:

- ▶ Werkstoffe und ihre Anwendungen
- ▶ Verkehrssysteme
- ▶ Medizintechnische und Biotechnologische Anwendungen
- ▶ IT-gestützte Systemintegration
- ▶ Wissensbasierte Dienstleistungen
- ▶ Nachhaltiges Ressourcenmanagement

Das entscheidende bei der Definition dieser Felder war, dass diese vom Markt und zukünftigen Nachfragetrends und nicht nur von den Technologien her definiert wurden. Damit sind Handlungsfelder branchenübergreifend und zeichnen sich durch die Vernetzung von Akteuren aus. Eine abschließende Präzisierung der Cluster wurde im Jahr 2007 vorgenommen, „die bis heute die strukturpolitische Grundlage, zumindest in Bezug auf Arbeitsmarkt, Beschäftigung und Wirtschaftsentwicklung, in NRW bildet“ (Prognos 2015; S. 111).

Positiv ist in diesem Zusammenhang festzustellen, dass sich die Entwicklung von Clustern bzw. Handlungsfeldern auf ein tatsächlich vorhandenes endogenes Potenzial in den Regionen stützen kann. Damit können neue Ansätze und Wachstumsbranchen identifiziert und gezielt gefördert werden und es erfolgt eine Abkehr von der in der Vergangenheit praktizierten strukturkonservierenden Industriepolitik. Kritisch ist jedoch die inflationäre Ausrufung von Clustern auf allen Ebenen von Politik und Verwaltung zu sehen. Das hat dazu geführt, dass diverse Einrichtungen zur Wirtschaftsförderung eigene „Leitmärkte“ und „Zukunftsfelder“ ausgerufen haben (Prognos 2015; S. 111). Dies kann dazu führen, dass auch Aktivitäten ohne realistisches Entwicklungspotenzial gefördert werden und damit Finanzmittel binden, die in tatsächlich innovativen Ansätzen fehlen.

Die Strukturpolitik des Landes Nordrhein-Westfalen hat sich aus der Notwendigkeit der Neuausrichtung einer Industrielandschaft entwickelt, die stark auf die Montanindustrie fixiert war. Ihren Ausgangspunkt nahm sie dabei im Ruhrgebiet, das zunächst ausschließlich von dieser „alten“ Industriestruktur geprägt und somit auch von deren Niedergang betroffen war. Trotz mancher Schwächen und Unvollkommenheiten der unterschiedlichen politischen Ansätze ist hervorzuheben, dass es dem Ruhrgebiet im Laufe von 50 Jahren Strukturpolitik gelungen ist, eine diversifizierte Bildungs-, Forschungs- und Kulturlandschaft aufzubauen und Arbeitsplätze in zahlreichen neuen Feldern vor allem des Dienstleistungssektors zu schaffen.

Doch ebenso muss festgestellt werden, dass das Ruhrgebiet trotz der erheblichen struktur- und arbeitsmarktpolitischen Bemühungen der letzten 50 Jahre nicht nur die Arbeitsplatzverluste durch den Niedergang der Montanindustrie nicht aufholen konnte, sondern seit Beginn der vierten Phase der Strukturpolitik weitere Rückschläge hinnehmen musste.

Das Ruhrgebiet, eine hoch urbanisierte Region, verzeichnet Beschäftigungsverluste seit 2000 und niedrige Beschäftigungsquoten über alle Personengruppen hinweg. Letztere sind ein Hinweis darauf,

dass hohe Anteile an Beschäftigungsverhältnisse wie Teilzeitarbeit, Minijobs und Werkverträge in der Region als Arbeitsverhältnis bestehen. Dies kann zu einem sozialen Ausschluss führen und erhebliche Folgen für den Handlungsspielraum von Kommunen und öffentlichen Verwaltungen haben. Ein hoher Anteil der Beschäftigten arbeitet in Großbetrieben. Dies stärkt einerseits die Region aufgrund der Wirtschaftskraft, bedingt aber zugleich eine geringe Risikodiversifikation und hohe Abhängigkeiten. Überdurchschnittlich ist auch der Anteil Beschäftigter im tertiären Sektor und verdeutlicht die Abkehr aus der Montanindustrie. Der Anteil der Schulabgänger ohne Abschluss ist überdurchschnittlich, was mittel- bis langfristig die Standortqualität mindern wird. Auf dem Ausbildungsstellenmarkt ist die Bewerber-Ausbildungsstellen-Relation für BewerberInnen die ungünstigste im Bundesland. Überdurchschnittliche Arbeitslosigkeit und ein sehr hoher Anteil von Arbeitslosengeld II-BezieherInnen prägen die Region. Ein Fortbestehen der Bevölkerungsverluste seit 2000 ist bis 2030 prognostiziert (s. u.a. BA NRW 2016).

## 6.2 Überblick zu Instrumenten

Die zuvor beschriebenen Erfahrungen geben einen ersten – sicherlich nicht vollständigen - Überblick über Strategien und Instrumente, wie sie in Deutschland zur Begleitung von Strukturwandel in Bergbauregionen eingesetzt wurden und auch noch werden.

Nachfolgend wird ein Kurzüberblick über denkbare Instrumente gegeben, die im Zuge eines Ausstiegs aus der Braunkohleverstromung eingesetzt werden können, um unerwünschte ökonomische Nebeneffekte zu mildern oder das ökonomische Potential der Regionen zu verbessern. Die Darstellung gibt an dieser Stelle zunächst einen Überblick, an den sich am Ende des Abschnittes eine erste grobe Einschätzung des Bedarfs an bestimmten Instrumenten anschließt. Die Benennung erforderlicher Instrumente erfolgt erst in Kapitel 6.4 nach einer Überprüfung bestehender Instrumentarien in Kapitel 6.3.

Im Vordergrund stehen regionalpolitische Instrumente, mit deren Hilfe frühzeitig zukunftsfähige Wirtschaftszweige in den Regionen entwickelt werden können, die ein Gegengewicht zu denen sich im Niedergang befindlichen Branchen bilden. Daneben sind aber auch arbeitsmarkt- und sozialpolitische Instrumente von Bedeutung, die zum einen unmittelbare negative Auswirkungen auf Beschäftigung und Einkommen der aus der Braunkohlebranche Entlassenen zumindest teilweise kompensieren können und zum anderen über Maßnahmen wie Umschulungen oder Weiterbildungen für die Entlassenen die Wahrscheinlichkeit erhöhen, eine andere Arbeitsstelle zu finden. Im Kontext der Energiewende liegt es schließlich nahe, auch zu fragen, inwieweit einschlägige Bundesgesetze Chancen darstellen und einen Beitrag zur regionalökonomischen Entwicklung in den Braunkohleregionen leisten können.

### 6.2.1 Regionalpolitische Instrumente

Tabelle 6-1 liefert eine Übersicht zu regionalpolitischen Instrumenten.<sup>81</sup> Regionalpolitische Instrumente können demnach nach Art der Einflussnahme, Adressaten und inhaltlicher Ausrichtung unterschieden werden. In Bezug auf die Einflussnahme können Information und Beratung, finanzielle Anreize, Bereitstellung von Infrastruktur und administrative Instrumente unterschieden werden. Die Intensität der Intervention ist dabei bei Information und Beratung am geringsten und bei administrativen Instrumenten am höchsten. Außer für administrative Instrumente sind Mittel aus den öffentlichen Haushalten für alle weiteren Instrumente erforderlich. Als Adressaten von Instrumenten kommen Unternehmen, Haushalte (die Bevölkerung<sup>82</sup>) und die Kommunen (und Landkreise) oder andere regionale Organisationen in Betracht. Kommunen (Landkreise) können sowohl Adressaten (z.B. Zuschüsse vom Land zum Aufbau eines Stadtmarketings) als auch strukturpolitische Akteure (z.B. Beratung von

<sup>81</sup> Der Abschnitt orientiert sich eng an Maier et al. (2006;S.148ff).

<sup>82</sup> Die Instrumente können auch auf Arbeitnehmer als Teil der Bevölkerung adressiert sein.

Unternehmen) sein. Mit der „Ausrichtung“ wird beschrieben, an welchen Aktivitäten eines Adressaten ein Instrument unmittelbar ansetzt. So können an Unternehmen adressierte Instrumente z.B. an der Standortentscheidung von Unternehmen ansetzen („Mobilität“), an der Investitionsentscheidung oder an der Entscheidung, die Beschäftigung zu erhöhen. Die Ausrichtung orientiert sich daran, wo das Instrument unmittelbar ansetzt und nicht an der Wirkung. Z.B. wird ein Zuschuss für Erweiterungsinvestitionen tendenziell die Investitionen erhöhen, was auch eine Wirkung auf die Beschäftigtenzahlen hat.

*Information und Beratung* sollen den Kenntnisstand der jeweiligen Adressaten zu einem Thema erhöhen und dadurch zusätzliche Handlungsmöglichkeiten und mögliche Vorteile von Handlungsoptionen aufzeigen. Zudem kann gegebenenfalls versucht werden, die Werthaltung der Adressaten zu beeinflussen. Sie prämiert aber keine bestimmte Handlungsoption.

*Finanzielle Anreize* prämiieren hingegen bestimmte Handlungen des Adressaten und ändern dadurch das Kosten-Nutzenkalkül. Bei den Unternehmen können finanzielle Anreize insbesondere als Ansiedlungshilfen (z.B. direkte Zuschüsse zur Neuinvestition, Kreditvergünstigungen, Vergünstigung bei Grundstückskosten), Anreize für Erweiterungsinvestitionen und Prämien für neu geschaffene Arbeitsplätze gewährt werden. Aufgrund von u. U. auftretenden Mitnahmeeffekten und ungünstigen Struktureffekten, die eine kapitalintensive Wirtschaftsweise begünstigen und damit tendenziell nur wenige Arbeitsplätze schaffen (vgl. hierzu auch die Sektorenbetrachtung in Kap. 5.1), stehen derartige Maßnahmen in der Kritik und wurden zunehmend durch Förderungen von Innovationen, von Unternehmensgründungen und Kooperationen abgelöst (Maier et al. 2006; S.150).

*Infrastrukturmaßnahmen* bewirken im Allgemeinen eine Verbesserung der Standort- oder Wohnqualität und erhöhen dadurch dauerhaft die Attraktivität eines Standorts, was längerfristig eine günstigere Wirtschaftsentwicklung erwarten lässt. Aufgrund der Eigenschaften von Infrastrukturen lassen sie sich im Allgemeinen nicht auf bestimmte Nutzer ausrichten.

*Regulative und administrative Instrumente* erlauben oder verbieten bestimmte Handlungen oder Verhaltensweisen. Als Eingriff des Staates werden sie oftmals als Hemmnis dargestellt, andererseits sind es Instrumente, welches negative Einflüsse von Umwelt und Mensch fernhalten können. Insbesondere im Bereich der Erneuerbaren Energien können raumplanerische Elemente von großer Bedeutung sein, z.B. durch den Ausweis von Windvorranggebieten. Im Vergleich zu einer beliebigen Standortwahl von Windkraftanlagen bedeutet Regulierung wohl eine Einschränkung, da sie bspw. den Bau von EE-Anlagen in Naturschutzgebieten ausschließt. Sie kann aber auch zu mehr Rechtssicherheit für Betreiber und Anwohner führen und damit ggf. auch zu mehr Akzeptanz. Für die potentielle Entwicklung einer Region kann die Möglichkeit, durch administrative Instrumente eine positive wirtschaftliche Entwicklung anzustoßen, ein wichtiges Instrument darstellen.

Tabelle 6-1: Instrumente der Regionalpolitik

| ADRESSA-<br>TEN, Aus-<br>richtung | ART DER EINFLUSSNAHME MIT STEIGENDER INTENSITÄT DER INTERVENTION                       |   |   |   |
|-----------------------------------|--|---|---|---|
|                                   | Information und Bera-<br>tung  | Finanzielle An-<br>reize  | Bereitstellung von Infra-<br>struktur   | Regulative und<br>administrative<br>Instrumente                                       |
| <b>UNTERNEHMEN</b>                |  |   |   |   |
| Mobilität                         | zu Standorten, Regi-<br>onsmarketing   | Ansiedlungshil-<br>fen, Hebe-sätze<br>Gewerbesteuer                                   | Ausbau der wirtschaftsna-<br>hen Infrastruktur: Ver-, Ent-<br>sorgung, Verkehr, Telekom-<br>munikation, & Digitalisie-<br>rung, Ausbildung, For-<br>schungseinrichtungen, For-<br>schungsparks, Gründerzen-<br>tren, Forschungstransfer-<br>stellen | Ansiedlungsge-<br>und –verbote,<br>Ausweisung<br>von Industrie/<br>Gewerbebie-<br>ten |
| Investitio-<br>nen                | zu Förderungsmöglich-<br>keiten (z.B. EE u. Effizi-<br>enzmaßnahmen)                   | Investitionsan-<br>reize (z.B. Bei-<br>hilfen zu Erwei-<br>terungsinvesti-<br>tionen) |   | Regulierung<br>von Investitio-<br>nen   |
| (neue) Ar-<br>beitsplätze         | -  | Arbeitsplatzprä-<br>mien, Lohnzu-<br>schüsse  |   | -   |
| Technolo-<br>gie, Innova-<br>tion | Technologie- und In-<br>novationsberatung  | Anreize f. neue<br>Technologien,<br>F&E, Innovation                                   |   | Regulierung<br>neuer Techno-<br>logien  |
| Gründung                          | Gründerberatung  | Risikokapital,<br>Starthilfen   |   | Regulierung<br>von Gründun-<br>gen  |
| Kooperation                       | Kooperationsberatung   | Anreize für Ko-<br>operation  |   | -   |
| <b>BEVÖLKERUNG</b>                |  |   |   |   |
| Ausbildung                        | Info. über Aus-, Wei-<br>terbildungs- und Um-<br>schulungsmöglichkei-<br>ten           | Aus-, Weiterbil-<br>dungs- und Um-<br>schulungszu-<br>schüsse                         | Ausbau der bevölkerungs-<br>orientierten Infrastruktur:<br>Wohnungen, Ausbildung,<br>Einrichtungen der sozialen<br>Versorgung, Freizeitange-<br>bote  | -   |
| Mobilität                         | Info. über Arbeits-<br>platzangebote, z.B.<br>auch für aus der Re-<br>gion Weggezogene | Mobilitätszu-<br>schüsse  |   | -   |
| Versorgung                        | Info. über Wohnungs-<br>angebot und Versor-<br>gungsqualität                           | Subventionen<br>an Nahversor-<br>ger  |   | -   |
| <b>KOMMUNEN/ORGANISATIONEN</b>    |  |   |   |   |

|   |  |                                 |   |
|---|--|---------------------------------|---|
| Beratung von Gemeinden und regionalen Einrichtungen | Zuschüsse zu kommunalen und regionalen Entwicklungsprojekten | Infrastrukturhilfen an Kommunen | Koordination von Gemeinden und regionalen Einrichtungen |
|---|--|---------------------------------|---|

Quelle: Maier et al. (2006, S.149), modifiziert.

## 6.2.2 Arbeitsmarktpolitische Instrumente

Arbeitsmarkt- und sozialpolitische Instrumente sind für sich keine regionalpolitischen Instrumente. Allerdings kann ihnen im Falle einer schnellen Schrumpfung eines regional konzentrierten Sektors – wie der Braunkohleverstromung – eine hohe regionalpolitische Bedeutung zukommen. Mit den regionalpolitischen Instrumenten ist eine gewisse Überschneidung allgemein insofern vorhanden, als die regionalpolitischen Instrumente tendenziell auch die Arbeitsnachfrage in einer Region erhöhen sollen. Die Einordnung von Instrumenten erfolgt im Weiteren über eine Differenzierung der Ziele von Arbeitsmarktpolitik.

Die Arbeitsmarktpolitik kann in eine aktive und passive Arbeitsmarktpolitik aufgeteilt werden (Kluve 2003; S.9). Während es bei der passiven Arbeitsmarktpolitik um eine Sicherung des Einkommens eines Arbeitslosen geht, ist das Ziel aktiver Arbeitsmarktpolitik, die Wahrscheinlichkeit zu erhöhen, dass ein Arbeitsloser eine Beschäftigung findet.

Unter eine passive Arbeitsmarktpolitik fallen dann folgende Instrumente:

- ▶ Lohnersatzleistungen, wie bspw. Arbeitslosengeld, Arbeitslosengeld II, Kurzarbeitergeld und Insolvenzgeld

Dagegen wird aktive Arbeitsmarktpolitik durch die Politik gelenkt. Sie kann in vier Typen unterschieden werden (Kluve, 2013, S.7, 10ff.)<sup>83</sup>:

- ▶ Unterstützung bei der Arbeitssuche
- ▶ Fortbildungs- und Qualifikationsmaßnahmen
- ▶ Förderung der Beschäftigung im privaten Sektor
- ▶ Beschäftigung im öffentlichen Sektor

Zu diesen vier Typen gehören folgende Instrumente:

- ▶ Unterstützung bei der Arbeitssuche: Arbeitsvermittlung, Orientierung und Beratung, Unterstützung der Bewerbung.
- ▶ Fortbildungs- und Qualifikationsmaßnahmen: Übernahme der Fortbildungskosten, Vermittlung von Praktikumsplätzen Diese kämen z.B. im Falle der Qualifizierung von Fachkräften für neue Branchen und Tätigkeiten in Betracht (vgl. Kapitel 5.2 und 5.3)
- ▶ Förderung der Beschäftigten im privaten Sektor: Lohnsubvention, Gründungszuschuss.<sup>84</sup>

<sup>83</sup> Die ersten drei Instrument-Typen werden auch bezeichnet als „auf Arbeitsmarktausgleich gerichtete“, „arbeitsangebotsorientierte“ und „arbeitsnachfrageorientierte“ Maßnahmen (Gabler Wirtschaftslexikon 2016). Dort wird Beschäftigung im öffentlichen Sektor nicht explizit genannt; diese ist dann aber unter „arbeitsnachfrageorientierte Maßnahmen“ zu subsumieren.

<sup>84</sup> Gabler Wirtschaftslexikon (2016) ordnet einen Gründungszuschuss den „arbeitsangebotsorientierten Maßnahmen“. Der Unterschied ist hier aber unerheblich.

- ▶ Förderung der Beschäftigten im öffentlichen Sektor: Beschäftigungsmaßnahmen, Auffang- bzw. Transfergesellschaften, reguläre Beschäftigung im öffentlichen Sektor.

Fasst man die Instrumentendarstellung zusammen, so fällt auf, dass die Instrumente der aktiven Arbeitsmarktpolitik überwiegend bereits in den regionalökonomischen Instrumenten enthalten sind. Das ist insofern nicht verwunderlich, als die Regionalpolitik auch darauf abzielt, geeignete qualifizierte Beschäftigte bereitzustellen, und Arbeitslosigkeit zu verhindern. Die einzige Ausnahme ist eine Beschäftigung im öffentlichen Sektor. Hierbei handelt es sich um eine vorübergehende Beschäftigung in dem ersten Arbeitsmarkt fernen Tätigkeiten, die staatlich finanziert wird. Ziel ist die Arbeitssuchenden in Kontakt mit dem Arbeitsmarkt zu halten (Kluve 2013, S.15).

### **6.2.3 Instrumente auf Basis von Bundes- und Landesgesetzen zur Förderung der Energiewende**

Grundsätzlich können auch Bundesgesetze und -verordnungen<sup>85</sup>, die die Energiewende voranbringen sollen, in die Braunkohleregion hineinwirken und dort eine positive wirtschaftliche Entwicklung anstoßen. Anreizförderungen durch das EEG und KWKG in Form von Vergütungen oder Tilgungszuschüsse und zinsgünstige Darlehn im Marktanzreizprogramm aktivieren zusätzliche Investitionen und schaffen neue Arbeitsplätze in der gesamten Bundesrepublik. Sie kann aber auch den Braunkohleregionen zu Gute kommen und als Chance im Strukturwandel aufgefasst werden, um neue wirtschaftliche Standbeine zu errichten (vgl. Kapitel 5.3).

In dem Zusammenhang könnten alle einschlägigen rechtlichen Vorschriften geprüft und nach deren Potential für die Braunkohleregionen untersucht werden. Da es hier aber darum geht, Instrumente zu finden, die den wirtschaftlichen Wandel in den Regionen voranbringen, scheint es zweckmäßig, zu fragen, inwieweit diese Regionen Besonderheiten aufweisen, die bereits im bestehenden rechtlichen Rahmen einen Vorteil ausmachen können.

Bei Betrachtung dessen, was die Braunkohlenreviere auszeichnet, können zwei Aspekte hervorgehoben werden:

- ▶ Erstens: Es sind hohe Leistungen von Braunkohlekraftwerken ans Stromnetz angeschlossen und
- ▶ Zweitens: Es gibt größere für Tagebau reservierte Flächen ohne Besiedlung.

Zu erstens: Werden die Braunkohlekraftwerke stillgelegt, so bleibt zum einen die gute Netzinfrastruktur erhalten. Diese kann für Erneuerbare Energien, bspw. für den Aufbau einer mindestens gleichen Leistung von 20,8 GW an WEA genutzt werden, oder für gegebenenfalls zukünftig erforderliche neue Reservekraftwerke.

Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass Braunkohlkraftwerke mitunter auch Wärme liefern. Bei einem Braunkohleausstieg ist diese Wärme durch andere Quellen zu ersetzen. Hier bietet sich ein Ersatz durch Erneuerbare Energien an, sofern ausreichende Potenziale vorhanden sind. Die Potenziale wurden im Kapitel 5.3.2 untersucht. Um diese zu heben, sollte geprüft werden, ob KWKG, EEG und MAP (ggf. EnEV und EEWärmeG) gegenwärtig ausreichen, um solch einen Ersatz rentabel zu ermöglichen. So gibt bspw. das KWKG in § 7 Abs. 2 erste Anreize, indem der Wechsel von einem Kohle-KWK auf einen anderen Brennstoff finanziell angeregt wird. Altholz-Heizkraftwerke können bspw. von dieser Regelung Gebrauch machen, zumal sie aufgrund des Brennstoffs nicht über das EEG teilfinanziert werden können.

---

<sup>85</sup> Vereinfachend wird in diesem Abschnitt von „Gesetzen“ gesprochen. Darunter sind in diesem Abschnitt auch Verordnungen subsumiert.

Zu zweitens: Die Tagebaue beanspruchen große Flächen mit weiten Abständen zu Ortschaften. Insofern erscheint es naheliegend, bei ausreichend guter Standortqualität Windkraftanlagen anzusiedeln, da Abstandsregelungen hier kaum greifen. Mit Einstieg in einen frühzeitigeren Ausstieg aus der Braunkohle sollte daher die Raumplanung durch das jeweilige Bundesland zeitnah derart angepasst werden, dass möglichst schnell die Grundlagen geschaffen sind, den EE-Ausbau umzusetzen. Da die Flächen zum Teil auch schon für andere Zwecke, wie bspw. für Tourismus, vorgesehen sind, sollte die Kompatibilität entsprechend berücksichtigt werden. Im Rahmen des EE-Ausbaus in Kapitel 5.3.2 wurden bereits die Möglichkeiten innerhalb der Planungen diskutiert.

#### 6.2.4 Erste Einschätzung zu benötigten Instrumenten

Werden die möglichen Auswirkungen der verschiedenen Pfade auf die Regionen betrachtet (siehe Kapitel 4.4) und zudem die Altersstruktur der Beschäftigten im Braunkohletagebau (Kapitel 2.4.2), die zugleich den Großteil der Beschäftigten stellen (vgl. Kapitel 5.2), berücksichtigt, dann bedarf es vorrangig regionalpolitischer Instrumente. Bei Pfaden bis 2035 werden die bisher Beschäftigten aufgrund der heutigen Altersstruktur zu großem Teilen verrentet sein. Werden in gleichem Zuge die Tagebaue und Kraftwerke geschlossen und rückgebaut, ist der Bedarf an aktiven und passiven arbeitsmarktpolitischen Instrumenten als gering einzuschätzen. Zur Erhaltung und Belebung der Regionen bedarf es für die jungen und künftigen Generationen eine gut ausgebaute Infrastruktur. Dies nicht nur zur Erhöhung der Attraktivität der Region, sondern auch, weil sie für viele Branchen eine Grundvoraussetzung darstellt. Zugleich bedarf es geeigneter Ansiedelungsflächen. Die Politik könnte daher bereits jetzt mittels regulativer Instrumente die bisher als künftige Braunkohleabbaugebiete gekennzeichnete Regionen für andere Erschließungen freigegeben. Dies kann zudem zum weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien genutzt werden. Der rechtliche Rahmen zum Ausbau der erneuerbaren Energien im Strom- und Wärmesektor sowie die Effizienzoffensiven der EU und der Bundesregierung, hier für den Gebäudesektor, können bei richtiger Ausgestaltung zum Jobmotor werden (vgl. Kapitel 5.3.3). Bundesgesetze sind ein wesentlicher Antrieb, aber auch finanzielle Anreize für Gebäudesanierungen auf Landesebene können einen deutlichen Schub auf den Arbeitsmarkt haben.

### 6.3 Bestehende Aktivitäten und eingesetzte Instrumente zur Begleitung des Strukturwandels in den Regionen

Im Folgenden wird ein Überblick über die aktuell eingesetzten Instrumente in den jeweiligen Regionen gegeben, um im Anschluss in Kapitel 6.4 unter Berücksichtigung der historischen Erfahrungen mit Politikinstrumenten (Kap. 6.1), der heutigen und künftig erwarteten Situationen vor Ort (Kap. 2 bis 0) und den abgeschätzten Chancen und Potenzialen (Kap. 0), fehlende Bausteine für eine regionale Strukturpolitik zur Bewältigung des Braunkohleausstiegs ableiten zu können.

Vier Ebenen bieten einen (Förder-)Rahmen an, die den regionalen Strukturwandel begleiten:

**Europäische Ebene:** Die Europäische Struktur- und Investitionsfonds (ESIF) haben zum Ziel, negative Wirkungen struktureller Veränderungen abzumildern. Ein spezifischer Fonds für Kohleregionen existiert noch nicht, befindet sich aber im Aufbau (Europäische Kommission 2017a). Die Regionen, in diesem Fall die jeweiligen Bundesländer, können bisher allerdings Themenschwerpunkte definieren, um alternative Strukturen aufzubauen und den Wandel möglichst sozialverträglich abzufedern. Für die Kohleländer bieten sich der Europäische Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) und der Europäische Sozialfonds (ESF) an. So unterstützt der EFRE Industriegebiete mit rückläufiger Entwicklung darin, einen Ausgleich der wichtigsten regionalen Ungleichgewichte in der Union herbeizuführen. Finanziert werden vor allem Investitionen zur Stärkung der betrieblichen Wettbewerbsfähigkeit und Schaffung von Arbeitsplätzen in KMU sowie Maßnahmen, die der Energieeffizienz, der Forschung und technologischen Entwicklung sowie dem Schutz der Umwelt dienen. Der ESF dient als beschäftigungspolitisches Instrument der Wiedereingliederung von Arbeitslosen in den Arbeitsmarkt und fördert Bildungsmaßnahmen für diejenigen, die ihre beruflichen Chancen verbessern müssen (BMWi 2017).

Insgesamt elf thematische Ziele wurden durch die Europäische Kommission für den Zeitraum 2014-2020 benannt. Diese sind (Europäische Kommission 2017b):

1. Forschung und Innovation
2. Informations- und Kommunikationstechnologien
3. Wettbewerbsfähigkeiten von KMU
4. CO<sub>2</sub>-armes Wirtschaften
5. Bekämpfung des Klimawandels
6. Umweltschutz und effiziente Nutzung von Ressourcen
7. Nachhaltiger Transport
8. Beschäftigung und Mobilität
9. Verbesserung von Bildung, Schulungen
10. Soziale Integration und
11. Bessere öffentliche Verwaltung

Je nach Region werden EFRE-Mittel zu 50% bis 80% für Investitionen in Forschung und Innovation, die digitale Agenda, Unterstützung von KMU und die CO<sub>2</sub>-arme Wirtschaft verwendet. Mindestens 20% der ESF-Mittel sind für die Förderung der sozialen Eingliederung und die Armutsbekämpfung bereitzustellen. Für die jeweilige Förderperiode, also gegenwärtig für die Jahre 2014-2020, haben die Bundesländer operationelle Programme zur Nutzung des EFRE und des ESF erstellt. Auf dieser Grundlage werden von den Bundesländern Förderrichtlinien erarbeitet und bekannt gemacht, die die Förderbedingungen weiter konkretisieren. Interessierte Akteure können sich um Fördermittel bewerben.

Neben den beiden zuvor genannten Strukturfonds gibt es noch weitere Programme, beispielsweise den Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des Ländlichen Raums (ELER) und INTERREG, ein Programm zur grenzüberschreitenden und interregionalen Zusammenarbeit zwischen den Regionen. EFRE und ESF sind für den Strukturwandel in den Kohleregionen bis 2021 aber am bedeutsamsten.

**Bund-Länder-Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur“:** Mit der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur“ (GRW) fördern der Bund und die zum GRW-Fördergebiet gehörenden Länder gewerbliche Investitionen und Investitionen in die kommunale wirtschaftsnahe Infrastruktur, um zusätzliches Einkommen innerhalb der Region zu generieren und die strukturschwachen Regionen an die allgemeine Wirtschaftsstruktur heranzuführen (vgl. §1 GRWG). Die GRW-Förderung steht auch für Investitionen in den ostdeutschen Braunkohleregionen und in Teilräumen des Rheinischen Reviers zur Verfügung, um dort neue wirtschaftliche Aktivitäten oder die Modernisierung bestehender Betriebe und entsprechende Beschäftigungsmöglichkeiten zu unterstützen, flankiert durch wirtschaftsnahe Infrastrukturen. Zum Förderspektrum der GRW gehören, sofern dies nicht durch landespezifische GRW-Regelungen eingeschränkt wird, auch gewerbliche Tourismusunternehmen und touristische Infrastrukturen, was für touristische Folgenutzungen beispielsweise der entstandenen Seenlandschaften in Mitteldeutschland und in der Lausitz von Bedeutung sein kann. Die finanzielle Förderung kann in der Gewährung von Zuschüssen, Darlehen und Bürgschaften bestehen (§3 GRWG) und wird von Bund und Ländern zu gleichen Teilen finanziert.

Mittels eines Regionalindikatorenmodells werden die Fördergebiete identifiziert. Grundlage bildet der Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union (AEUV). Gemäß Art. 107 Abs. 3 werden Gebiete (Plafonds) identifiziert und in Höchstfördergebiete (A-Gebiete) und C-Gebiete unterteilt. Als Indikatoren dienen die durchschnittliche Arbeitslosenquote, der Bruttojahreslohn je sozialversicherungspflichtig Beschäftigtem, eine Erwerbstätigenprognose und ein Infrastrukturindikator. Letzterer ergibt sich aus der Bewertung von sach- und humankapitalorientierten sowie haushaltsorientierten Infrastrukturen. Seit dem 1. Juli 2014 verfügt Deutschland über keine Höchstfördergebiete mehr. Allerdings wurde in der GRW eine weitere Fördergebietskategorie – die sogenannten D-Gebiete – eingeführt.

Zu den Fördergebieten in den Braunkohleregionen gehören im Zeitraum 2014 bis 2020 (BBR 2014):

Rheinische Region:

- ▶ Städteregion Aachen (D)
- ▶ Düsseldorf Stadt (D, als Teil im Kreis Wesel)
- ▶ Krefeld (D)
- ▶ Mönchengladbach, Stadt (C)
- ▶ Heinsberg (D)

Mitteldeutsche Region: gesamt, alles C-Gebiete

Lausitzer Region: gesamt, alles C-Gebiete

Für die Durchführung der GRW-Förderung sind ausschließlich die Länder zuständig. Sie können im Rahmen der Bund-Länder-Regelungen gezielt Schwerpunkte setzen und die Fördermittel auf bestimmte Projekte, Branchen oder Regionen konzentrieren. Sie wählen die förderfähigen Projekte aus, erteilen die Bewilligungsbescheide und kontrollieren die Einhaltung der Förderbestimmungen durch die Zuschussempfänger.

Die GRW berücksichtigt die Beihilferegeln der Europäischen Union. Außerdem werden EFRE-Mittel zum Teil als Kofinanzierung für GRW-Fördervorhaben eingesetzt.<sup>86</sup>

**Bundesebene:** Mit Wirtschafts-, (Außen-)Handels- und Sozialpolitik ist die Bundesregierung bestrebt, den Wohlstand und soziale Sicherheit in Deutschland zu erhalten und zu mehren. Im Rahmen einer Ausbau von erneuerbaren Energien und Primärenergieeffizienz zu investieren (vgl. Kapitel 6.2.3). Mit den Instrumenten der aktiven Arbeitsmarktpolitik will die Bundesregierung bestehende Arbeitsplätze sichern und Übergänge erleichtern und im Fall von Arbeitslosigkeit mit passiven Instrumenten ein Auffangnetz anbieten (vgl. Kapitel 6.2.2).

**Verwaltungsabkommen des Bundes und der Länder Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen zur Braunkohlesanierung in Ostdeutschland:** Die weiter oben dargestellte Zusammenarbeit des Bundes mit den Ländern Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen zur Braunkohlesanierung in Ostdeutschland wird auf der Grundlage entsprechender Verwaltungsabkommen fortgesetzt. Das fünfte Verwaltungsabkommen betrifft die Jahre 2013 bis 2017 und umfasst ein finanzielles Volumen von ca. 1,23 Mrd. Euro (LMBV 2017a). Im Juni 2017 wurde ein sechstes Verwaltungsabkommen unterzeichnet, das für den Zeitraum 2018-2022 Mittel im Umfang von 910 Mio. Euro vorsieht, zu dem Bund und betroffenen Länder 874,32 Mio. Euro (davon 75% der Bund und 25% die Länder) und die LMBV 35,68 Mio. Euro beisteuern (zu diesen und den nachfolgenden Informationen – siehe VA VI Braunkohlesanierung 2017; S. 2f). Das Abkommen berücksichtigt, dass trotz des erreichten Fortschritts bei der Sanierung weiterhin wasserwirtschaftliche Maßnahmen, die Sicherung von Böschungen sowie von Kippen, die Vorbereitung der Flächen für Folgenutzungen und deren Verwertung erforderlich sein werden.

**Landesebene:** Die Bundesländer entwickeln Förderprogramme, die teils durch Mittel aus den ESIF kofinanziert werden und demgemäß den EU-Förderregelungen entsprechen müssen, teils werden aber auch Förderprogramme entwickelt und durchgeführt, die ausschließlich aus Landesmitteln finanziert werden. Hinzu kommt die Förderung im Rahmen der GRW, die gemeinsam von Bund und Ländern konzipiert und finanziert wird (vgl. oben).

---

<sup>86</sup>

Vgl. §4 Abs 2 GRWG

**Gemeindeebene:** Die Gemeinden besitzen nur wenig Spielraum für das Auflegen von Förderprogrammen. Ihre Steuerungsinstrumente sind vielmehr die Anpassung von Hebesätzen bei der Gewerbesteuer, die Flächennutzungsplanung, der Ausbau von Infrastrukturen sowie Standortmarketing und damit zusammenhängende Akquise- und Beratungstätigkeiten. Da diese sehr individuell sind, wird in der nachfolgenden Betrachtung nicht mehr darauf eingegangen.

### 6.3.1 Nordrhein-Westfalen

Das Bundesland verfügt im Zeitraum 2014-2020 im Rahmen des Operationellen Programms des EFRE über ein Gesamtvergabevolumen von etwa 2,4 Mrd. Euro, die zu 50% aus EU-Fördermitteln stammen. (Vgl. OP EFRE NRW 2014, S.83) Mit den Zielen Wachstum und Beschäftigung priorisiert NRW die Stärkung von Forschung, technologischer Entwicklung und Innovation, in die 40% der Mittel fließen. Die eigenen Analysen der Landesregierung NRW haben gezeigt, dass die regionalen Unternehmen gegenüber dem Bundesdurchschnitt weniger in Forschung und Entwicklung investieren. Eine umsetzungsorientierte Zusammenführung von Forschung und Wirtschaft soll daher die Innovationsfähigkeit erhöhen und die Wettbewerbsposition der nordrhein-westfälischen Unternehmen stärken. Mittels SWOT-Analysen hat das Land NRW auf Grundlage spezifischer Stärken und Spezialisierungsvorteile für sich insgesamt acht Leitmärkte identifiziert:

1. Maschinen und Anlagenbau/Produktionstechnik,
2. Neue Werkstoffe,
3. Mobilität und Logistik,
4. Informations- und Kommunikationswirtschaft,
5. Energie- und Umweltwirtschaft,
6. Medien und Kreativwirtschaft,
7. Gesundheit,
8. Life Sciences.

Neben Infrastruktur und Projektförderungen sollen Cluster sowie Innovations- und Kompetenznetzwerke bei der Zusammenführung der verschiedenen Akteure helfen. KMU, denen sich bei der Markteinführung innovativer Produkte finanzielle Hemmnisse entgegenstellen, sollen zudem durch zinsgünstige Darlehen Unterstützung gewährt werden (Vgl. OP EFRE NRW 2014, S.25).

Um in NRW die Gründungskultur weiter zu verbessern, werden Gründungen mit Innovations-, Wachstums- und Beschäftigungspotenzial besonders gefördert und begleitet. Im Fokus stehen dabei Ausgründungen aus den Hochschulen. Einen weiteren Schwerpunkt bildet die Übernahme von Unternehmen zur Sicherung der Unternehmensnachfolge. Ferner hat sich die Förderung von sogenannten Meistergründungen in der vorangegangenen EFRE-Periode als erfolgreiches Instrument herausgestellt, um viele erfolgreiche Unternehmen mit einer überdurchschnittlichen Zahl von Arbeitsplätzen auf den Weg zu bringen. Daher wird diese Förderung weitergeführt. Begleit-, Kommunikations- und Coaching-Maßnahmen sollen neben den finanziellen Unterstützungen die Gründungen erleichtern und auf einen nachhaltigen Weg bringen. Berufliche Aus- und Weiterbildungseinrichtungen sollen Investitionszuschüsse für die Modernisierung insbesondere der technischen Ausstattungen erhalten. Gut 15% der Mittel sollen zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit von KMU eingesetzt werden (Vgl. OP EFRE NRW 2014, S.29ff).

Nordrhein-Westfalen ist aufgrund seiner besonderen Industrie- und Energieversorgungsstruktur für ein Drittel aller Treibhausgasemissionen in Deutschland verantwortlich. Die 3. Prioritätsachse des operationellen Programms (EFRE) dient daher der Minderung von CO<sub>2</sub>-Emissionen durch den Ausbau von Erneuerbaren Energien und Energieeffizienzmaßnahmen. Dafür sollen Mittel im Umfang von rund 25% der Gesamtmittel eingesetzt werden. Um den Anteil der Erneuerbaren Energien deutlich zu erhöhen, sollen Aktivitäten entlang der gesamten Wertschöpfungskette der EE und der Energieeinsparung sowohl im Strom- als auch im Wärmesektor von der Forschung bis zur Markteinführung gefördert

werden. Technologien und Verfahren im Bereich Effizienzsteigerung bzw. energiesparende Techniken, Lastmanagement, Energiespeicherung und innovative/intelligente Stromnetze stehen im Fokus. Eine Förderung von mit fossilen Energieträgern betriebenen Strom- oder Wärmeerzeugungsanlagen ist ausgeschlossen. Neben der Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen werden auch Umsetzungskonzepte – nicht Einzelmaßnahmen – im Bereich Mobilität, der Energieversorgung und des Energiesparens zur Senkung der Treibhausgase in Städten und Regionen gefördert. Der Ausbau von hocheffizienter Kraft-Wärme/Kälte-Kopplung und Wärme- bzw. Kältenetzen und die damit verbundene Primärenergieeinsparung ist in den dicht besiedelten Regionen daher weiterhin ein Förderungsschwerpunkt. Durch das Format KlimaExpo.NRW sollen erfolgreiche Entwicklungen national und international vermarktet werden (vgl. OP EFRE NRW 2014, S.47ff).

Der Strukturwandel hat in vielen Städten zu einer Schrumpfung und einer sozialen Entmischung in den Quartieren geführt. Eine schwache lokale Wirtschaft, soziale Probleme mit schlechten Bildungs- und Zukunftschancen in einem negativ geprägten Wohnumfeld verschärfen die sozialen Spannungen. 20 Prozent der Mittel sollen daher einer nachhaltigen Stadt- und Quartiersentwicklung zugutekommen. Es werden Maßnahmen gefördert, die eine gezielte Sanierung von Industriebrachen und Konversionsflächen ermöglichen sowie eine wirtschaftliche und soziale Belebung einleiten. Ein modellhafter Aus- und Aufbau von Gemeinschaftseinrichtungen soll das Entstehen sozialer Brennpunkte möglichst schon präventiv auffangen. Maßnahmen zur Verbesserung der Attraktivität eines Wohngebiets sollen dabei das Umfeld für eine positive Entwicklung verbessern. Mit diesen Maßnahmen wird eine Durchmischung der Quartiersbewohner verschiedener Herkunft, Altersstrukturen und sozialer Lage angestrebt (vgl. OP EFRE NRW 2014, S.64ff.).

Bis 31.12.2017 wurden in der Rheinischen Braunkohleregion etwa 160 Mio. Euro an EFRE-Fördermittel bewilligt, welchen geplanten Gesamtinvestitionen von etwas mehr als 331 Millionen Euro zugrunde liegen (EFRE NRW 2018). Mit rund 143 Millionen Euro flossen 43% der Investitionen in den Technologietransfer und die Zusammenarbeit zwischen Hochschulen und Unternehmen, vor allem zugunsten von KMU.

Tabelle 6-2: Bewilligte förderfähige Gesamtinvestitionen aus EFRE in der Rheinischen Region bis 31.12.2017

| Bezeichnung der EU-Interventionskategorie   | Summe von bewilligten förderfähigen Gesamtinvestitionen | Summe von bewilligten EU-Mitteln |
|---|---|----------------------------------|
| Technologietransfer und Zusammenarbeit zwischen Hochschulen und Unternehmen, vor allem zugunsten von KMU  | 143.179.583 €   | 71.575.466 €                     |
| Forschungs- und Innovationsinfrastruktur, Prozesse, Technologietransfer und Zusammenarbeit in Unternehmen mit Schwerpunkt auf der CO2-armen Wirtschaft und der Verstärkung der Widerstandsfähigkeit gegenüber dem Klimawandel | 47.193.675 €  | 23.596.838 €                     |
| Hocheffiziente Kraft-Wärme-Kopplung und Fernwärme   | 22.279.462 €  | 9.353.981 €                      |
| Sonstige soziale Infrastruktur, die zur regionalen und lokalen Entwicklung beiträgt   | 14.039.582 €  | 7.019.791 €                      |
| Schutz und Verbesserung der biologischen Vielfalt, des Naturschutzes und grüner Infrastrukturen   | 12.290.848 €  | 6.145.424 €                      |
| Forschungs- und Innovationsinfrastruktur (öffentlich)   | 12.070.633 €  | 6.035.316 €                      |
| Bildungsinfrastruktur (berufliche Aus- und Weiterbildung sowie Erwachsenenbildung)  | 11.957.000 €  | 2.391.400 €                      |

|   |                      |                      |
|---|----------------------|----------------------|
| Förderung von Clustern und Unternehmensnetzen, vor allem zugunsten von KMU  | 11.816.173 €         | 5.908.087 €          |
| Forschungs- und Innovationsinfrastruktur (privat, einschließlich Wissenschaftsparks)  | 8.574.590 €          | 4.287.293 €          |
| Entwicklung und Förderung touristischer Dienstleistungen durch oder für KMU   | 8.154.221 €          | 4.077.110 €          |
| Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel und zur Verhinderung des Klimawandels, Bewältigung klimabezogener Risiken  | 7.641.015 €          | 3.820.508 €          |
| Intelligente Energieverteilungssysteme auf Mittel- und Niederspannungsebene (einschließlich intelligenter Netze und IKT-Systemen)   | 7.632.774 €          | 3.816.387 €          |
| Fortgeschrittene Unterstützungsdienste für KMU und KMU-Zusammenschlüsse (einschließlich Dienstleistungen für Management, Marketing und Design)  | 7.532.455 €          | 3.766.228 €          |
| Entwicklung von KMU, Förderung von Unternehmertum und Gründerzentren (einschließlich der Unterstützung von Spin-offs und Spin-outs)   | 6.801.697 €          | 3.359.665 €          |
| Energieeffizienz- und Demonstrationsprojekte in KMU und Begleitmaßnahmen  | 5.941.380 €          | 2.970.690 €          |
| Entwicklung und Förderung touristischer Ressourcen durch KMU  | 2.111.607 €          | 1.055.804 €          |
| Unterstützung umweltfreundlicher Produktionsverfahren und der Ressourceneffizienz in KMU  | 1.258.463 €          | 629.232 €            |
| Sonstige Erneuerbare Energien (einschließlich Wasserkraft, Erdwärme und Meeresenergie) und Integration erneuerbarer Energien (einschließlich Infrastrukturen zur Speicherung, für "Power-to-Gas" und zur Wasserstoffherzeugung mittels erneuerbarer Energien) | 700.118 €            | 350.059 €            |
| <b>Gesamtergebnis</b>   | <b>331.175.277 €</b> | <b>160.159.278 €</b> |

Quelle: EFRE NRW (2018), Auswertungen IZES.

Für die nordrhein-westfälische Arbeits- und Sozialpolitik stehen aus dem ESF 627 Millionen Euro für die Periode 2014-2020 zur Verfügung (OP ESF NRW 2014; S.89). Von diesen entfallen über 60% auf präventive Maßnahmen und Armutsbekämpfung. Im Fokus stehen die Vermeidung oder zumindest Minderung der Jugendarbeitslosigkeit, die Anpassung der Arbeitskräfte, Unternehmen und Unternehmer an den Strukturwandel, die Bekämpfung der Armut durch Verbesserung der Beschäftigungschancen von Langzeitarbeitslosen durch Beratung und ABM sowie Inklusion behinderter Menschen. Hinzu kommen Investitionen in Grund- und Weiterbildung sowie Weiterentwicklung der Ausbildungssysteme hinsichtlich der Anforderungen des Arbeitsmarktes und Verbesserung der Ausbildungsqualität (OP ESF NRW 2014; S.19ff). In Bezug auf die Kohleregionen werden kooperative, überbetriebliche Lehrlingsunterweisungen gefördert, die den Auszubildenden auch Chancen in anderen Wirtschaftszweigen eröffnen sollen, u.a. im Bereich alternative Energien (OP ESF NRW 2014; S.141).

Bis 31.12.2017 wurden Aktivitäten mit einem Gesamtvolumen von rund 683 Mio. Euro angestoßen, der ESF-Förderanteil beläuft sich auf 50%. Eine genaue Zuordnung in die Rheinische Region ist nicht möglich, da nur der Ort des Vorhabens angegeben wird. Dazu gehören auch in größerem Umfang Schulungen außerhalb von NRW. (ESF NRW 2018)

Das Regionale Wirtschaftsförderungsprogramm (RWP) des Landes Nordrhein-Westfalen umfasst Förderangebote sowohl für die gewerbliche Wirtschaft als auch für Vorhaben im Bereich der wirtschaftsnahen Infrastruktur. Statt bedrohte Unternehmen mit Subventionen kurzfristig zu erhalten, sollen mit Hilfe des RWP Investitionsanreize zur Schaffung und Sicherung von Dauerarbeits- und Ausbildungsplätzen in den strukturschwachen Regionen des Landes gegeben werden. Die Markteinführung von

Produkten, die maßgeblich durch eigene Forschungs- und Entwicklungsleistungen im Unternehmen entwickelt worden sind, kann ebenfalls gefördert werden. Weiterhin gehören nicht-investive Vorhaben wie beispielsweise Beratung, Schulung und die Bildung von Humankapital zu den förderbaren Aktivitäten. Hauptadressaten sind insbesondere kleine und mittlere Unternehmen, da in der Vergangenheit gerade mit Hilfe der KMU der Verlust von Arbeitsplätzen in Krisenbranchen teilweise ausgeglichen werden konnte. Finanziert wird das Programm aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE), der Bund/Länder-Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur“ (GRW) und des Landes NRW. Innerhalb der Rheinischen Kohleregion werden die Mittel in folgende Regionen ausgegeben: Städteregion Aachen, Kreis Heinsberg, Mönchengladbach und Krefeld (MWIDE 2017).

Die Strukturpolitik im Revier wird durch die dafür im März 2014 gegründete **Innovationsregion Rheinisches Revier GmbH (IRR)** begleitet (IRR 2017). Aufgabe der Gesellschaft ist es, Leitbilder, Innovationsstrategien und Handlungskonzepte zu entwickeln und den Strukturwandel durch Initiierung und Durchführung von Projekten zu unterstützen. Der Projektfokus liegt derzeit auf den Themen:

- ▶ Energie: regionales Energiemanagement, Erneuerbare Energien, E-Mobilität, neue Antriebstechnologien
- ▶ Digitale Infrastruktur: Breitbandausbau, Förderprogramme, Öffentlichkeitsarbeit, Vergabeverfahren
- ▶ Ressourcenmanagement: Bioökonomie, Kohlenstoff-Chemie
- ▶ Ressourceneffizienz: Baustoffrecycling, technische Verfahren

Es besteht ein enger Zusammenschluss zur Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Verbänden, sowohl innerhalb und außerhalb des Reviers.

Die IRR trägt sich jeweils hälftig durch Förderungen des Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Industrie, Mittelstand und Handwerk NRW und den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE). Der Landtag hat die IRR mit einem Budget von jährlich 500.000 Euro bis 2017 ausgestattet. Hinzu kommen Spenden durch das Aufsichtsratsmitglied RWE Power AG in Höhe von 70.000 € pro Jahr (IRR 2016, S.204).

### 6.3.2 Sachsen

Das Land erhält zwischen 2014-2020 rund 2,1 Milliarden Euro aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) und rund 663 Millionen Euro aus dem Europäischen Sozialfonds (ESF). Sozioökonomische Analysen sowie eine SWOT-Analyse, die im Vorfeld der Programmplanung erstellt wurden, haben zu den folgenden länderspezifischen Empfehlungen geführt (OP EFRE Sachsen 2014; S.16):

- ▶ mehr und effizientere öffentliche Investitionen in Infrastruktur, Bildung und Forschung;
- ▶ Steigerung der Kosteneffizienz der öffentlichen Ausgaben im Gesundheitswesen und in der Pflege;
- ▶ Begrenzung der gesamtwirtschaftlichen Kosten des Umbaus des Energiesystems.

Sachsens Wirtschaftsstruktur ist von KMU geprägt. Durch die Kooperation mit Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen sollen anwendungsorientierte Entwicklungen vorangetrieben werden. Neben technischen Innovationen werden auch innovative Lösungen für die Gestaltung von Geschäftsprozessen, Kommunikationsstrukturen oder Vertriebs- und Servicekonzepten berücksichtigt. Thematisch entwickelt aus dem Energie- und Klimaprogramm Sachsen 2012 stehen Erneuerbare Energie, Energieeffizienz, aber auch die effizientere (energetische und stoffliche) Nutzung der Braunkohle im Zentrum. Gefördert werden zudem Infrastrukturen im Bereich der anwendungsnahen öffentlichen Forschung. Neben der Kooperation besteht ein zentraler Ansatz darin, die erhöhten Risiken bei F&E-Investitionen der Unternehmen – insbesondere KMU – abzufedern. Mit den EFRE-Mitteln sollen auch die Markteinführung neuer Produkte von KMU, die Erschließung neuer Märkte sowie die

Ausgründungen aus Hochschulen unterstützt werden. Man erhofft sich dadurch, das Wachstumspotenzial der Unternehmen besser ausschöpfen und vergleichsweise mehr Arbeitsplätze schaffen zu können (OP EFRE Sachsen 2014; S.46ff).

Als weitere Priorität fördert der Freistaat Sachsen sogenannte Pilotlinien auf dem Gebiet der Schlüsseltechnologien (Key Enabling Technologies, KET). Als KET wurden definiert (SAB 2017):

- ▶ Mikroelektronik,
- ▶ Informations- und Kommunikationstechnologien,
- ▶ Nanotechnologien,
- ▶ neue Materialien,
- ▶ Fortgeschrittene Produktionstechnologien,
- ▶ Photonik und
- ▶ Biotechnologien.

Ziel ist es, den Transfer von Forschungsergebnissen in die wirtschaftliche Nutzung zu verbessern.

Mit dem Vorhaben „Zukunftsinitiativen Sachsen“ steht der themenbezogene Aufbau von Kooperationsbeziehungen, Netzwerken und Clustern im Vordergrund, die sich durch ihren interdisziplinären/intersektoralen Charakter bei der Zusammenarbeit zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen auszeichnen. Durch eine intensive Zusammenarbeit der Mitglieder der Initiativen beim Wissenstransfer erhofft man sich eine bessere wirtschaftliche Verwertung von Forschungsergebnissen und die Erschließung neuer Geschäftsfelder und Märkte.

Der demografische Wandel und der weltweit schnell wachsende Gesundheitsmarkt führen zur Förderung innovativer Ansätze im Bereich der Gesundheits- und Pflegewirtschaft. Im Zentrum steht der Bereich E-Health einschließlich telematischer, interdisziplinärer Vernetzung sowie der Bereich des Ambient Assisted Living (AAL). Es handelt sich somit um den Einsatz moderner IKT im Gesundheitswesen. Mit der stärkeren Vernetzung sollen einerseits die ambulante Versorgung älterer Menschen - insbesondere im ländlichen Raum - verbessert sowie andererseits Kosteneinsparpotenziale umgesetzt werden.

Neben der Entwicklung von Technologien wird zudem der Hebung von Energieeffizienzpotenzialen in den Unternehmen, sowie in Hochschul-, Landes- und Schulgebäuden eine hohe Priorität eingeräumt. Gefördert werden in diesem Zusammenhang die Errichtung von KWK-Anlagen, Energiespeichern und intelligenten Niederspannungs- und Mittelspannungsverteilsystemen sowie energetische Sanierungen (OP EFRE Sachsen 2014; S.75ff).

Zur Verringerung des Energieverbrauchs im Verkehr und zur Minderung klimaschädlicher Emissionen sollen die EFRE-Mittel zudem dazu beitragen, den Anteil umweltfreundlicher Verkehrsträger am Modal Split durch Investitionen in den ÖPNV, die Binnenschifffahrt, den Radverkehr, in eine intelligente Verkehrssteuerung sowie den Einsatz moderner, energieeffizienter und emissionsarmer Antriebstechnologien im ÖPNV zu erhöhen (OP EFRE Sachsen 2014; S.83f).

Eine weitere Priorität erhalten präventive Baumaßnahmen und naturnahe Maßnahmen, welche die Hochwasserschutzwirkungen verbessern und nachhaltig die Schadenserwartungswerte sowie sonstige negative Folgewirkungen mindern. Zu den Umgestaltungen der Landschaft gehören auch die Beseitigung der Hinterlassenschaften aus dem Altbergbau und die Sicherung der Wasserabflussverhältnisse. Insgesamt sind inklusive unterirdischer Hohlräume, Halden und Betriebsflächen bis zu 685 km<sup>2</sup> durch präventive Maßnahmen zu schützen. Innerhalb des Förderzeitraums soll ein Teil der Fläche saniert und eine Gefährdung von Mensch und Umwelt durch schadstoffbelastete Flächen verringert werden (OP EFRE Sachsen 2014; S.90f).

Ebenfalls ein wichtiges Thema für den Freistaat ist die klima- und umweltgerechte Stadterneuerung durch energetische Sanierungen und umweltfreundliche Mobilität sowie die wirtschaftliche und soziale Belebung benachteiligter Städte bzw. Stadtquartiere. Die EFRE-Mittel stehen allerdings nur für Sanierungen öffentlicher Gebäude zur Verfügung. Mit der Errichtung von Nahwärmenetzen ausgehend von öffentlichen Gebäuden sollen mit der Zeit vorhandene Altbaubestände mit versorgt werden. Ziel ist es, die Wohn- und Lebensbedingungen in den ausgewählten Stadtquartieren gezielt zu verbessern, um einer Verdichtung sozialer, wirtschaftlicher und ökologischer Problemlagen entgegenzuwirken (OP EFRE Sachsen 2014; S.98ff).

Bis zum 03.01.2018 wurden etwa 430 Mio. € an förderfähigen Gesamtinvestitionen für die EFRE-Periode eingeplant, davon 80% EFRE-Mittel. Davon entfallen etwa 92% auf die Mitteldeutsche Region.

Tabelle 6-3: Bewilligte förderfähige Gesamtinvestitionen EFRE in Sachsen anteilig zur Mitteldeutschen sowie zur Lausitzer Region bis 03.01.2018

| Programmbereich   | Summe von bewilligten förderfähigen Gesamtinvestitionen (Mitteldeutsche Region) | Summe von bewilligten förderfähigen Gesamtinvestitionen (Lausitzer Region) |
|---|---|--|
| Forschung und Entwicklung/Produktinnovationen                 | 117.770.851 €   | 11.990.244 €   |
| Neubaumaßnahmen/Hochschulinfrastruktur                        | 49.424.634 €  |  |
| Energetische Maßnahmen bei Gesamt-sanierungen                 | 30.381.391 €  | 627.923 €  |
| Umbau-,Modernisierungsmaßnahmen/Hochschulinfrastruktur        | 29.487.000 €  |  |
| Staatliche Baumaßnahmen präventiver Hochwasserschutz          | 24.337.520 €  | 2.003.532 €  |
| Forschungsprojekte, anwendungsnahe                            | 16.059.711 €  |  |
| Reduzierung CO2-Ausstoss                                      | 11.718.027 €  | 33.498 €   |
| Anwendungsorientierte Forschung                               | 10.555.565 €  | 4.393.472 €  |
| Geräteausstattungen, Forschungsinfrastruktur                  | 10.152.287 €  |  |
| Messen  | 9.792.518 €   | 785.001 €  |
| Frühphaseninvestitionen                                       | 9.399.051 €   |  |
| Schulgebäudeneubau  | 6.682.885 €   | 8.992.881 €  |
| Bergbauliche Entwässerungssysteme/Maßnahmen                   | 6.680.000 €   |  |
| elektronischer Geschäftsverkehr (E-Business)                  | 5.628.174 €   | 904.722 €  |
| Armutsbekämpfung  | 5.264.862 €   | 812.300 €  |
| Innovative Modell-/Pilotvorhaben: Neubaumaßnahmen             | 4.871.081 €   |  |
| Städtischer öffentlicher Personennahverkehr                   | 4.620.496 €   |  |
| Sanierung Altlasten/Grundwasserschäden                        | 4.598.145 €   |  |
| externe FuE-Dienstleistungen                                  | 3.734.546 €   | 225.757 €  |
| Markteinführung innovativer Produkte und Produktdesign        | 3.331.489 €   | 244.566 €  |
| Energieeffizienz/Modellprojekte Wasserver-/AW-Entsorgung      | 3.198.959 €   |  |
| Ambient Assisted Living, Forschungs- und Entwicklungsprojekte | 3.140.584 €   |  |
| Schulgebäudesanierung   | 2.961.406 €   | 1.605.738 €  |
| E-Health-Maßnahmen, innovative Modellvorhaben                 | 2.956.172 €   |  |
| Technologietransfer   | 2.438.128 €   | 36.778 €   |
| Energieeffizienz Anlagen/Infrastrukturen Straßenbeleuchtung   | 1.966.854 €   | 178.561 €  |

| Programmbereich   | Summe von bewilligten förderfähigen Gesamtinvestitionen (Mitteldeutsche Region) | Summe von bewilligten förderfähigen Gesamtinvestitionen (Lausitzer Region) |
|---|---|--|
| Radverkehr an Staatsstraßen   | 1.926.950 €   |  |
| Bauteilbezogene Einzelmaßnahmen   | 1.886.458 €   |  |
| Energieeffizienz in Fertigungs- und Betriebsprozessen                     | 1.773.394 €   | 83.189 €   |
| Schulgebäudeteilsanierung   | 1.668.987 €   |  |
| Programmbegleitung/Städtische Entwicklung                                 | 1.299.352 €   | 537.047 €  |
| Speicherung elektrischer Energie  | 1.250.000 €   |  |
| E-Health-Maßnahmen, Forschungs- und Entwicklungsprojekte                  | 762.065 €   |  |
| Verbesserung kulturtouristischer Angebote                                 | 605.321 €   |  |
| Energieeffizienz Anlagen/Infrastrukturen Wasserver-/AW-Entsorgung         | 532.265 €   | 12.381 €   |
| Nutzbarmachung brachliegender Flächen                                     | 509.408 €   |  |
| Energieeffizienz Anlagen/Infrastrukturen Wärme-/Kälteversorgung           | 489.740 €   | 54.756 €   |
| Energieeffizienz Konzepte/Instrumente Zertifizierung EnergyAward          | 470.952 €   | 263.773 €  |
| Energieeffizienz Konzepte/Instrumente sonstige Umsetzungsinstrumente      | 232.519 €   | 183.740 €  |
| Energieeffizienz durch Nutzung von Anfallenergie                          | 176.034 €   |  |
| Sanierung verschmutzter Flächen   | 158.720 €   |  |
| Nutzbarmachung Brachen /Reduzierung CO <sub>2</sub> -Ausstoss             | 157.000 €   | 280.541 €  |
| Energieeffiziente Anlagen zur Strom-, Wärme- und Kälteerzeugung           | 137.098 €   |  |
| Energieeffizienz Anlagen/Infrastrukturen sonstige Einzelmaßnahmen         | 113.686 €   | 45.671 €   |
| Öffentlichkeitsarbeit/Städtische Entwicklung                              | 97.000 €  | 115.125 €  |
| Machbarkeitsstudien   | 93.603 €  |  |
| Informationssicherheit  | 78.586 €  |  |
| Energieeffizienz Konzepte/Instrumente CO <sub>2</sub> -Minderungskonzepte | 34.695 €  |  |
| nichtinvestive Vorhaben/Evaluierung Modellvorhaben                        | 10.000 €  |  |
| Energieeffizienz Konzepte/Instrumente Initialberatung                     | 1.284 €   |  |
| <b>Gesamtergebnis</b>   | <b>395.617.457 €</b>  | <b>34.411.196 €</b>  |

Quelle: EFRE Sachsen (2018), eigene Berechnungen IZES.

Der Europäische Sozialfonds soll nachhaltige und hochwertige Beschäftigung fördern und die Mobilität der Arbeitskräfte unterstützen. So sieht das Operationelle Programm für den ESF in Sachsen ebenfalls Finanzierungs- und Beratungsinstrumente für Existenzgründungen und eine stärkere Zusammenarbeit von Forschung und Wirtschaft vor. Da aktuelle Trends auf einen nahenden Fachkräftemangel insbesondere bei den KMU und im ländlichen Raum hindeuten, sollen die Fachkräfte durch Fortbildungsangebote und kontinuierliche Weiterentwicklung Anreize erhalten, sich weiter zu qualifizieren

und durch ihre Arbeit die regionalen Betriebe zu stärken. Die Angebote sollen sowohl individuell als auch unternehmens- oder branchenspezifisch genutzt werden können. Hierbei soll zudem der Anteil an Frauen und älteren Beschäftigten erhöht werden. Die steigende Quote an Schul- und Ausbildungsabbrüchen erschwert die Rekrutierung dringend benötigter Fachkräfte und gefährdet das wirtschaftliche Entwicklungspotenzial, zumal nur eine geringe Nachfrage nach geringqualifizierten Personen besteht. Die Jugendberufshilfe soll hierfür weiter ausgebaut werden und es AbbrecherInnen auch ermöglichen, Schul- und Berufsabschlüsse nachzuholen (OP ESF Sachsen 2014; S.15ff, 60f). Im Bereich der Stadtentwicklung soll Brennpunkten mittels sozialer Eingliederung und Integration benachteiligter Zielgruppen in Beschäftigung präventiv entgegengearbeitet werden (OP ESF Sachsen 2014; S.17).

Bislang wurden in Sachsen etwa 235 Mio. Euro an förderfähigen Gesamtinvestitionen bis zum Stichtag 09.01.2018 eingeplant.

Tabelle 6-4: Bewilligte förderfähige Gesamtinvestitionen EFRE in Sachsen jeweils für die Mitteldeutsche sowie zur die Lausitzer Region bis 09.01.2018

| Programmbereich  | Summe von bewilligten förderfähigen Gesamtinvestitionen (Mitteldeutsche Region) | Summe von bewilligten förderfähigen Gesamtinvestitionen (Lausitzer Region) |
|--|---|--|
| Bildungspotentiale von Promovierenden und Nachwuchswissenschaftlern          | 46.575.165 €  | 4.875.415 €  |
| ESF-Technologieförderung 2014 bis 2020                                       | 30.963.118 €  | 870.360 €  |
| SMK-ESF-Richtl. 2014-20; Bildungserfolg benachteiligt. Kinder u Jugendlicher | 26.113.577 €  | 4.290.559 €  |
| Qualifizierung Gefangener - ESF 2014-2020                                    | 18.604.775 €  | 2.094.133 €  |
| JobPerspektive Sachsen   | 14.073.432 €  | 6.256.123 €  |
| Stärkung der betrieblichen Berufsausbildung                                  | 13.386.194 €  | 1.123.072 €  |
| Unternehmensgründungen aus der Wissenschaft - ESF 2014-2020                  | 10.301.522 €  | 440.780 €  |
| SMK-ESF-Richtlinie 2014-2020; Berufsorientierung und Praxisberater           | 7.690.490 €   | 2.006.401 €  |
| Förderung der beruflichen Weiterbildung                                      | 7.177.402 €   | 658.643 €  |
| Zugang benachteiligter junger Menschen zu Beschäftigung/ ESF 14-20           | 5.740.887 €   | 1.204.023 €  |
| Vorrang für duale Ausbildung für Jugendliche mit Startschwierigkeiten        | 5.111.085 €   |  |
| Nachhaltige soziale Stadtentwicklung - ESF 2014-2020                         | 4.840.669 €   | 1.105.305 €  |
| Vorhaben in Hochschulen zur Steigerung des Studienerfolgs                    | 3.949.205 €   | 489.623 €  |
| Konfliktlösung und Entwicklung sozialer Kompetenzen/ ESF 14-20               | 3.911.220 €   | 1.335.166 €  |
| SMK-ESF-Richtlinie 2014-2020, Alphabetisierung                               | 3.668.767 €   | 1.114.736 €  |
| Teilhabe am Arbeitsmarkt benachteiligte Männer und Frauen/ ESF 14-20         | 3.647.933 €   | 1.176.195 €  |
| Gründungsberatung - ESF 2014-2020  | 931.300 €   | 46.400 €   |
| Systembezogene Vorhaben der beruflichen Aus- und Weiterbildung               | 5.492 €   |  |
| <b>Gesamtergebnis</b>  | <b>206.692.235 €</b>  | <b>29.086.933 €</b>  |

Quelle: ESF Sachsen 2018, eigene Auswertungen IZES.

### 6.3.3 Sachsen-Anhalt

Untersuchungen haben gezeigt, dass Sachsen-Anhalt erhebliche Strukturschwächen im F&E-Bereich hat. Die Unternehmenslandschaft von Sachsen-Anhalt wird von KMU dominiert und weist einen sehr hohen Anteil von Unternehmen ohne eigene F&E auf. Entsprechend wird eine deutlich stärkere Verknüpfung der Unternehmen mit öffentlich finanzierter Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen im operationellen Programm des EU-Strukturfonds angestrebt. Als Konsequenz sollen die Forschungsausgaben im öffentlichen Sektor mindestens auf dem aktuellen Niveau erhalten bleiben. Eine bedarfsorientierte Weiterentwicklung der FuE-Infrastruktur, die Profilierung von Kompetenzzentren und die Forcierung von anwendungsnahen Forschungsprojekten bilden dabei den zentralen Ansatz. Darüber hinaus sollen die Unternehmen im Land durch Projektzuschüsse und Bereitstellung von Risikokapital zu mehr F&E-Tätigkeiten mit Hochschulen angereizt werden. Thematisch orientiert sich die Kooperation zwischen Wissenschaft und Wirtschaft entlang der von Sachsen-Anhalt definierten Leitmärkte in der Regionalen Innovationsstrategie (RIS): (OP EFRE ST 2014; S.8f).

- ▶ Energie,
- ▶ Maschinen- und Anlagenbau,
- ▶ Ressourceneffizienz
- ▶ Gesundheit und Medizin,
- ▶ Mobilität und Logistik,
- ▶ Chemie und Bioökonomie sowie
- ▶ Ernährung und Landwirtschaft.

Investitionen in moderne Innovations- und Produktionskapazitäten sowie bedarfsgerechte wirtschaftsnahe Infrastrukturen werden in Sachsen-Anhalt als Voraussetzung für den Erhalt und den Ausbau der unternehmerischen Wettbewerbsfähigkeit angesehen. Ebenso wichtig wird der Bedarf an Beratung und Coaching angesehen, um unzureichende spezifische Kenntnisse über Märkte, Zielgruppen, neuartige Geschäftsmodelle, Vertriebskonzepte und Optimierungsmöglichkeiten in der Produktion aufzuarbeiten (OP EFRE ST 2014; S.11f, S.33f). Im Rahmen der Optimierungen ist es auch ein Ziel, die Energieproduktivität zu steigern und somit auch mittelfristig Wettbewerbsvorteile zu erschließen.

Cluster und Netzwerke sollen regionale Wertschöpfungsverflechtungen intensivieren und die überregionale Profilierung forcieren (OP EFRE ST 2014; S.9). Wesentlich ist dabei ein durchdachtes und umsetzungsorientiertes Clustermanagement, welches die Akteure zusammenführt und das Netzwerk nach außen hin vermarktet (OP EFRE ST 2014; S.33).

Mit der Unterstützung von Ausgründungen aus F&E-Einrichtungen erhofft sich das Land eine schnelle wirtschaftliche Verwertung und in deren Gefolge die Schaffung weiterer Arbeitsplätze, insbesondere für Hochqualifizierte. Es gilt daher, innovations- und gründerfreundliche Rahmenbedingungen an den Hochschulen zu verbessern. Entsprechend sollen Beratungspersonal und Forschungsinfrastrukturen gefördert werden (OP EFRE ST 2014; S.40).

Sachsen-Anhalt weist außerdem eine sehr hohe Dichte an bedeutsamen Bau- und Bodendenkmalen auf. Daher nimmt neben dem Produzierenden Gewerbe und der Energieversorgung der Tourismus einen wichtigen Stellenwert in den Plänen des Landes ein. Ziel ist es sich als Kulturreiseland weiter zu etablieren. Damit geht die Erhaltung von Industrie-, Natur- und Kulturerbe einher (OP EFRE ST 2014; S.15).

Auch in Sachsen-Anhalt erhalten öffentliche Gebäude Förderungen für energetische Sanierungen und den Einsatz Erneuerbarer Energien (OP EFRE ST 2014; S.13). Damit will die öffentliche Hand ihre Vorbildfunktion wahrnehmen und Impulse für die Umsetzung von Maßnahmen zur Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparung an private Akteure geben (OP EFRE ST 2014; S.58). Auch KMU werden stark gefördert, sofern keine anderweitigen Programme die geplanten Maßnahmen abdecken. Sie erhalten Fördermittel zur

Effizienzverbesserung der Produktion, der energetischen Gebäudesanierung und für den Einsatz von EE und KWK. Den investiven Maßnahmen muss eine Energieberatung vorausgehen. Wenn im Unternehmen ein zertifiziertes Energiemanagementsystem vorhanden ist, kann die Konzepterstellung auch durch unternehmensinterne Experten erfolgen (OP EFRE ST 2014; S.56). Auch der Verkehrssektor ist ein bedeutender CO<sub>2</sub>-Emittent. Eine Verbesserung soll der Einsatz intelligenter Verkehrssysteme und die zunehmende Nutzung umweltfreundlicher Verkehrsmittel – insbesondere ÖPNV – gewährleisten (OP EFRE ST 2014; S.61). Integrierte Stadtentwicklungskonzepte sind dafür vorgesehen, die angebahnten Veränderungen aufzunehmen und die Strukturprozesse zu begleiten (OP EFRE ST 2014; S.62). Eine nachhaltige Stadtentwicklung zielt darauf ab das Land attraktiver zu machen und Abwanderungswellen im Zuge des Strukturwandels entgegen zu wirken. Im Fokus stehen hier Baumaßnahmen zum Erhalt oder Wiederherrichtung von historischen Stadt- und Landschaftsbildern. Dabei geht es auch um die Sicherstellung des Erholungswerts durch die Ertüchtigung und Erweiterung der grünen Infrastruktur und der Grünvernetzung sowie verkehrsberuhigender und lärmindernder Maßnahmen. Eine Wiederherrichtung von Brach- und Konversionsflächen in Städten und im städtischen Umfeld soll dies unterstützen. Die wieder nutzbar gemachten Flächen sollen zum Teil aber auch mit neuen Gewerbe- und Industriestandorten besetzt werden (OP EFRE ST 2014; S.75).

Investitionen zur Beseitigung von Gefahren aus dem Altbergbau ohne Rechtsnachfolger sollen präventiv Schäden an der kommunalen Infrastruktur vermeiden helfen. Hierzu gehört u.a. die Sanierung von Wasserlösestollen zur Gewährleistung einer geordneten Entwässerung von Grubenfeldern. Sie ist wichtig, um Vernässungen sowie nachteilige Auswirkungen auf die Wasserqualität zu vermeiden. Ebenfalls sollen Maßnahmen zur Böschungssicherung an Tagebaurestlöchern nachhaltig starken Schwankungen der Grundwasserstände und Oberflächenwasserzuflüsse trotzen (OP EFRE ST 2014; S.86).

Die Umsetzung der geplanten Maßnahmen zur Verbesserung des Hochwasserschutzes adressieren investive Maßnahmen von Kommunen, welche bisher aufgrund fehlender finanzieller Mittel zurückgestellt werden mussten. Zu den förderwürdigen Maßnahmen zählen u.a. der Deichbau, Deichrückverlegungsmaßnahmen, die Errichtung von Flutungspoldern sowie der Bau von Hochwasserrückhaltebecken (OP EFRE ST 2014; S.82).

Das operationelle Programm für den EFRE umfasst ein Volumen von über 1,8 Mrd. Euro einschließlich der nationalen Mittel von etwa 403 Mio. Euro.

Im Rahmen des Operationellen Programms für den ESF werden in Sachsen-Anhalt folgende Schwerpunktthemen gesehen: (OP ESF ST 2014; S.9)

1. zusätzliche Anstrengungen zur Verbesserung der Kosteneffizienz der öffentlichen Ausgaben im Gesundheitswesen und in der Pflege, indem die Leistungserbringung besser integriert wird und Prävention, Rehabilitation und eigenständige Lebensführung stärker in den Mittelpunkt gestellt werden;
2. vorhandenen finanziellen Spielraum nutzen, damit auf allen staatlichen Ebenen mehr und effizienter als bisher wachstumsfördernde Bildungs- und Forschungsausgaben getätigt werden;
3. das Bildungsniveau benachteiligter Menschen anheben;
4. geeignete Aktivierungs- und Integrationsmaßnahmen insbesondere für Langzeitarbeitslose aufrechterhalten.

Eine Auswertung bestehender Vorhaben in der hier definierten Kohleregion ist aufgrund der unzureichenden Veröffentlichungen nicht möglich gewesen. Anteilig an den bewilligten förderfähigen Gesamtinvestitionen wurden bis Ende Juli 2017 etwa (EFRE ST 2018):

- ▶ 32% in nicht zurückzahlbare Finanzhilfen,

- ▶ 17% in Forschungs- und Innovationstätigkeiten in öffentlichen Forschungseinrichtungen und Kompetenzzentren einschließlich Vernetzung,
- ▶ 16% Forschungs- und Innovationsprozesse in KMU und
- ▶ 15% in Maßnahmen der Vorbereitung, Durchführung, Begleitung und Kontrolle

eingepplant. Projektanträge zur Energieeffizienz und Anpassungen an den Klimawandel umfassten bis Mitte 2017 ein Volumen von etwa 10% der bewilligten förderfähigen Gesamtinvestitionen in Sachsen-Anhalt.

Die Zahl der Erwerbstätigen, insbesondere von jungen Erwerbstätigen bis 25, ist seit Jahren, teils aufgrund eines Geburteneinbruchs, rückläufig. In Folge sinkt das vorhandene Erwerbspersonenpotenzial ab und kann auch nur bedingt kompensiert werden. Die Strategie des Landes sieht daher eine zunehmende Einbindung benachteiligter Zielgruppen vor (OP ESF ST 2014; S.10). In den letzten Jahren hat sich die Quote an Schul- und Ausbildungsabbrüchen zwar halbiert, doch fällt es mit den gegebenen Strukturen noch immer schwer, den Jugendlichen den passenden Ausbildungsplatz anzubieten. Auch Jugendliche und junge Erwachsene mit einem qualifizierten Abschluss sehen sich mit Problemen konfrontiert, einen geeigneten Arbeitsplatz zu finden. In Sachsen-Anhalt sollen daher konzeptionell fundierte, chancengleichheitsorientierte und regional koordinierte Übergangsmaßnahmen etabliert werden. Zu nennen wären hier bspw. das Berufsorientierungsprogramm BRAVO, Öffnung des Unterrichts für praxisbezogene Einzelmaßnahmen sowie die Stärkung von Eigenaktivitäten durch die Vermittlung von Lerntechniken, -strategien und Medienkompetenz (OP ESF ST 2014; S.34ff). Regional koordinierte Maßnahmen sollen als Bottom-Up-Ansatz keinen Schwerpunktsetzungen unterworfen werden; Basis sind allein die im Operationellen Programm ESF verankerten Förderbereiche (OP ESF ST 2014; S.73). Demografisch bedingt gewinnt das Problem der Betriebsnachfolge in den nächsten Jahren an Bedeutung. Weiterbildungsmaßnahmen, Beratung und Coaching sollen daher individuell die künftigen Unternehmensgründer von der ersten Idee bis zur Stabilisierung des Unternehmens begleiten (OP ESF ST 2014; S.40ff).

Um den Fachkräftebedarf in der Region dauerhaft zu sichern, bedarf es nach Analysen im Auftrag des Landes Sachsen-Anhalt der Verbesserung der Qualität der beruflichen Qualifizierung sowie innovative Ansätze sowohl im Personalmanagement als auch in der Arbeitsorganisation. Aufgrund der demografischen Entwicklung bildet zudem die qualitative Anhebung der Qualifikationen in den Gesundheits- und Pflegeberufen einen Schwerpunkt (OP ESF ST 2014; S.49). Das operationelle Programm des ESF umfasst von 2014 bis 2020 ein Volumen von über 765 Mio. Euro inklusive der nationalen Mittel von 153 Mio. Euro.

Eine spezifischere Auswertung der aktuellen Projekte in Bezug auf die hier definierte Braunkohleregion war aufgrund der Datenlage nicht möglich.

#### **6.3.4 Brandenburg**

Das Land Brandenburg erhält in der Förderperiode 2014 bis 2020 aus dem EFRE Mittel in Höhe von etwa 845 Mio. Euro. Mit den nationalen Mittel stehen dann insgesamt 1.057 Mio. Euro zur Verfügung. In Brandenburg wird ein Bedarf gesehen, die Wettbewerbsposition des Landes bei der Entwicklung und Marktpositionierung von Innovationen auszubauen. Divergierende wirtschaftliche, soziale und ökologische Entwicklungen in seinen Städten und im Umland kennzeichnen das Land. Bedingt ist dies zum einen durch den demografischen Wandel und zum anderen aus den Nachteilen einer verstärkten Suburbanisierung im Berliner Umland, mit den Folgen einer überdurchschnittlich gestiegenen Verkehrsleistung und dem Anstieg des Anteils des motorisierten Individualverkehrs (OP EFRE BB 2014; S.14, 37).

Als wesentliche Förderbedarfe wurden die Bereiche Innovation, Wettbewerbsfähigkeit, Energiewende und nachhaltige städtische und ländliche Entwicklung identifiziert (OP EFRE BB 2014; S.15). Auch

Brandenburg weist wie andere ostdeutsche Flächenländer eine unterdurchschnittliche Entwicklung der F&E-Aktivitäten im privaten Sektor auf. Daher existieren Bestrebungen die betriebliche Forschung anzuheben. Als problematisch wird dabei die kleinteilige und heterogene Unternehmensstruktur mit geringen personellen, finanziellen und infrastrukturellen F&E-Ressourcen angesehen. Nahezu 100% aller Unternehmen sind KMU, ein Fünftel davon Kleinstunternehmen mit weniger als zehn MitarbeiterInnen (OP EFRE BB 2014; S.21). Entsprechend hoch ist der Bedarf von Unternehmen an Finanzinstrumenten, die auf die unterschiedlichen Entwicklungsphasen einer Neugründung, einer Produktentwicklung und -platzierung sowie dem Eintritt in neue Märkte ausgerichtet sind (OP EFRE BB 2014; S.24).

Durch gemeinsame Verbundprojekte zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen, ggf. auch internationalen Partnern, sollen Größen- und Flexibilitätsvorteile bei Innovationsprozessen erzielt werden. Neben Projekten werden auch an den Bedarfen der Wirtschaft ausgerichtete Infrastrukturen finanziell gefördert (OP EFRE BB 2014; S.17). Wie auch in den zuvor genannten Bundesländern werden bei KMU größenbedingte Nachteile im F&E-Bereich gesehen. Um den Austausch zu intensivieren und langfristig zu stabilisieren, werden clusterrelevante und anwendungsorientierte Forschungsinfrastrukturen auf den Weg gebracht (OP EFRE BB 2014; S.18).

Eine gemeinsame Innovationsstrategie (innoBB) verbindet Brandenburg und Berlin. Während Brandenburg selbst sich auf die Themen Ernährungswirtschaft, Kunststoffe und Chemie, Metall und Tourismus in eigenen Clustern fokussiert, umfassen mit Berlin die gemeinsamen Cluster Energietechnik, Gesundheitswirtschaft, IKT, Medien, Kreativwirtschaft, Optik, Verkehr, Mobilität und Logistik (OP EFRE BB 2014; S.19).

In Rahmen seiner Energiestrategie will sich das Land Brandenburg vorrangig den Themen effiziente Energienutzung, nachhaltige Energieerzeugung aus EE, effiziente, CO<sub>2</sub>-arme konventionelle Energieerzeugung und intelligente Übertragung, Verteilung und Speicherung von Energie widmen. Dabei sieht Brandenburg auch noch in den kommenden Jahren einen nicht unbedeutenden Anteil an Stromerzeugung aus Braunkohlekraftwerken vor. Eine ergänzende Förderung von EE wird in Brandenburg nicht verfolgt, da nach Ansicht des Landes der Bund ausreichend Instrumente dafür bereithält. Der Schwerpunkt liegt daher in der Verringerung des Primär- und Endenergieverbrauchs. Besonders große Energieeinsparpotenziale entstehen durch die räumliche Konzentration von Gebäuden und Energieinfrastrukturen in den Städten. Das besondere Augenmerk gilt der energetischen Sanierung von städtischen Quartieren (OP EFRE BB 2014; S.25ff).

Die ländlich geprägten Landkreise Brandenburgs sind trotz Senkung des Erwerbsspersonenzpotenzials von überdurchschnittlich hoher Arbeitslosigkeit geprägt. Die ungünstige Wettbewerbsposition wird zudem durch den demografischen Wandel verstärkt. (OP EFRE BB 2014; S.30f). Den Städten als Motor der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Entwicklung, die den Hauptteil der Wertschöpfung des Landes erbringen, soll durch städtebauliche Maßnahmen ein besonderer Stellenwert zukommen. Handlungsbedarfe werden im Abbau ökologischer Gefährdungspotenziale auf Brachflächen, Verringerung der Luftverschmutzung und Schutz der Biodiversität gesehen. Maßnahmen zur Sanierung von Altlasten (Beräumung und Entsiegelung sowie Beseitigung der Kontamination des Bodens und des Grundwassers) wurden bis 2014 nur zu 15% aufgearbeitet. Auch die noch bestehenden Lücken im Hochwasserschutz stellen Risiken dar, welche die Ansiedlung von Unternehmen in den jeweiligen Regionen verhindert (OP EFRE BB 2014; S.31f, S.110).

Zur Verringerung des Armutsrisikos soll mit Hilfe von Maßnahmen die soziale Eingliederung benachteiligter gesellschaftlicher Gruppen gewährleistet werden. Dabei kommt den in Ober- und Mittelzentren gelegenen Grund- und weiterführenden Schulen mit Blick auf soziale Brennpunktstadtteile eine besondere Bedeutung als Bildungs- und Integrationsort zu (OP EFRE BB 2014; S.33).

Aufgrund der schlechten Datenverfügbarkeit ist eine spezifische Auswertung für die Lausitzer Region nicht möglich.

Eine besondere Herausforderung liegt in der demografischen Entwicklung. Daher setzen Maßnahmen des operationellen Programms des Landes Brandenburg für den ESF insbesondere hier an (OP ESF BB 2014; S.13). Zwar haben sich Wirtschaft und Beschäftigung in Brandenburg in den letzten Jahren positiv entwickelt, aber angesichts des inzwischen auch spürbar starken Rückgangs des Erwerbspersonenpotentials bedarf es Maßnahmen, die das Bildungsniveau heben und zu guten Schulabschlüssen führen. Mit Schulprojekten sollen Schüler in der Sekundarstufe befähigt werden, ihre beruflichen Interessen zu finden und soziale Schlüsselkompetenzen auszubauen. Junge Menschen, die aus vielfältigen Gründen über keinen oder nur schlechten Abschluss verfügen, werden durch die Jugendhilfe beim Übergang in die Berufsausbildung und –tätigkeit unterstützt (OP ESF BB 2014; S.63). Zur Erhöhung der Zahl akademischer Abschlüsse sollen die Hochschulen Studieninteressierte mit sehr unterschiedlichen Studienvoraussetzungen aufnehmen. Die erweiterte Zugangsberechtigung adressiert beruflich Qualifizierte ohne schulische Hochschulzugangsberechtigung, die im Vorfeld oder zu Anfang des Studiums fehlende Kenntnisse und Kompetenzen nacherwerben können. Durch Zusammenarbeit mit Unternehmen sollen möglichst viele Absolventen in Brandenburg gehalten werden (OP ESF BB 2014; S.69f). Als Innovationsassistenten oder Werkstudenten eingestellt, sollen die Studenten bereits frühzeitig ihr erworbenes Wissen in die Unternehmen tragen und an die Region gebunden werden (OP ESF BB 2014; S.81).

Leistungsschwächere Menschen sollen besser in Ausbildung und Beschäftigung integriert werden, um auch ihnen Chancen zu eröffnen. Die Zahl von Langzeitarbeitslosen in dieser Gruppe soll verringert werden, indem sie entsprechend ihrer Fähigkeiten bis zu zwei Jahren in eine sozialversicherungspflichtige Beschäftigung vermittelt und dort auch betreut werden können (OP ESF BB 2014; S.51).

Um Unternehmergeist und Neugründungen zu initiieren werden die flächendeckend vorhandenen regionalen Lotsendienste sowie Gründungsservice und –werkstätten gefördert, welche die angenommenen Bewerber beraten und teils bis zur Gründung begleiten. Ergänzt werden diese Maßnahmen durch individuelles Coaching und Qualifizierungen, um die Ideen in tragfähige Geschäftsmodelle zu verwandeln (OP ESF BB 2014; S.34).

Unternehmen, insbesondere KMU, sollen dabei unterstützt werden, ihre Handlungsmöglichkeiten zur Fachkräftesicherung, zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit und Entwicklung von Innovationen besser zu nutzen. Sie können sich zur Verbesserung der Arbeitsorganisation, der Vereinbarkeit von Beruf und Familie sowie Personalentwicklung beraten lassen (OP ESF BB 2014; S.39). Mittels Verbundausbildung und überbetrieblicher Lehrlingsunterweisung im Handwerk sollen gerade die KMU gestärkt werden. Lokale Koordinierungsstellen sollen Auszubildende und Betriebe begleiten, um bei der Berufsausbildung zu helfen und Abbruchquoten weiter zu mindern (OP ESF BB 2014; S.81). Für ältere Beschäftigte, die aus gesundheitlichen Gründen ihre bisherige Tätigkeit nicht mehr bis zur Rente fortsetzen können, wird durch Beratung und vorbereitendes Coaching für einen Berufs- oder Tätigkeitswechsel geholfen (OP ESF BB 2014; S.39f). Die Maßnahmen aus dem ESF werden inklusive der nationalen Mittel mit rund 452 Millionen Euro gefördert.

Aufgrund der schlechten Datenverfügbarkeit ist eine spezifische Auswertung für die Lausitzer Region nicht möglich.

### 6.3.5 Länderübergreifende Zusammenarbeit in den Braunkohleregionen

Die **Mitteldeutsche Braunkohleregion** und auch die Lausitzer Braunkohleregion erstrecken sich, was die noch aktiven Tagebaue und Kraftwerke betrifft, jeweils über zwei Bundesländer. In Mitteldeutschland sind die Länder Sachsen-Anhalt und Sachsen betroffen, in der Lausitz die Länder Brandenburg und Sachsen. Daher ist es für die Bewältigung des Strukturwandels im Zuge des Ausstiegs aus der Braunkohle erforderlich, länderübergreifend zusammenzuarbeiten.

Im Falle von Mitteldeutschland erfolgt dies im Rahmen der Europäischen Metropolregion Mitteldeutschland. Die Europäische Region Mitteldeutschland e.V., mit Sitz in Leipzig (EMMD) mit ihrer Geschäftsstelle Metropolregion Mitteldeutschland Management GmbH, setzt sich seit 2014 mit den Problemen des Strukturwandels in Mitteldeutschland auseinander. Damit umfasst das Gebiet Teile von Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen. Das Ziel der Aktivitäten ist Mitteldeutschland bis 2020 zu einem der attraktivsten und innovativsten Wirtschafts-, Wissenschafts- und Kulturregionen in Europa zu machen und dynamisches Wachstum mit hoher Lebensqualität zu verbinden. Für dieses Ziel wurden folgende sieben Handlungsfelder definiert (EMMD 2017):

- ▶ Image verbessern: Standortmarketing für Mitteldeutschland
- ▶ Innovationen fördern: IQ Innovationspreis, Industrieprojekt "HYPOS"<sup>87</sup>
- ▶ Stärken stärken: Initiierung von mitteldeutschen Clustern (Chemie, Automotive, Solar, IT)
- ▶ Fach- und Führungskräfte: Karriereportale
- ▶ Nachhaltigkeit und Familienfreundlichkeit: Projekt "V-Faktor - Verantwortungsvoll Wirtschaften in Mitteldeutschland"
- ▶ Verkehr und Infrastruktur: Projekt "Metropolregionsticket"
- ▶ Kultur und Tourismus: Mitteldeutscher Kulturwegweiser

Zu den Mitgliedern gehören 56 Unternehmen, sieben Städte, fünf Landkreise, fünf Hochschulen und drei Kammern bzw. Verbände, welche durch Beiträge die Gesellschaft mit sieben Vollzeitstellen finanzieren.

Unter dem Dach der Europäischen Metropolregion Mitteldeutschland existieren zwei Projektgruppen, die einen Bezug zum Strukturwandel in der Braunkohlregion haben. Erstens existiert eine Projektgruppe „Innovation im Revier“, die 2016 gegründet wurde. Ihr gehören unter anderem Vertreter der Braunkohlenwirtschaft, der betroffenen sächsischen und sachsen-anhaltischen Landkreise, Hochschulen, die Industrie- und Handelskammer Halle-Dessau und der Regionale Planungsverband Leipzig-West Sachsen an. Der Geschäftsstelle der Metropolregion obliegt das Management der Projektgruppe. Anliegen der Projektgruppe ist der „aktive Strukturwandel“ in der Mitteldeutschen Braunkohlregion. Zweitens hat sich eine Projektgruppe „Gewässerlandschaft Mitteldeutschland“ gebildet; ihrer Bildung liegt ein Tourismuskonzept für die mitteldeutsche Gewässerlandschaft zugrunde. Das Konzept hat einen Zeithorizont bis 2030 und antizipiert bereits die Beendigung des aktiven Tagebaus in den Tagebauen Vereinigtes Schleenhain und Profen, wobei im Konzept das Entstehen der Seen im Zeitraum 2030 bis 2060 erwartet wird (Wirtschaftsförderungsgesellschaft Anhalt Bitterfeld | Dessau | Wittenberg mbH; Stadt Leipzig; Grüner Ring Leipzig (2014); S. 19).

Im Fall der **Lausitz** existieren, neben anderen, derzeit drei größere Initiativen: die Innovationsregion Lausitz GmbH (IRL), die Energieregion Lausitz-Spreewald GmbH sowie die Wirtschaftsinitiative Lausitz e. V. (WiL).

Die **Innovationsregion Lausitz GmbH** (IRL) wurde im Januar 2016 gegründet mit dem Ziel, die Folgen eines Strukturwandels für die Region in ihren Auswirkungen zu erfassen und Strategien zu entwickeln, wie die Lausitz als Industrie- und Energieregion erhalten werden kann. Dabei sollen die vielfältigen Ideen und Aktivitäten in der Region gebündelt, bewertet und die für gut befundenen systematisch umgesetzt werden. Die IRL hat grundsätzlich alle Branchen im Blick, setzt aber einen Schwerpunkt

---

<sup>87</sup> Das Ziel des Vorhabens umfasst die Herstellung, die Speicherung, die Verteilung und breite Anwendung von mit erneuerbaren Energien erzeugtem Wasserstoff in den Bereichen Chemieindustrie, Raffinerie, Mobilität und Energieversorgung. Mehr als 100 Partnern aus Wirtschaft und Wissenschaft haben sich in verschiedensten Projektverbänden zusammengeschlossen und wollen innovative Nutzungsmöglichkeiten von Wasserstoff erarbeiten. Mitteldeutschland bietet sich „aufgrund der bereits existierenden Infrastruktur (Pipeline, Kavernenspeicher) sowie der ansässigen kleinen und mittelständischen Unternehmen im Energiesystem als Vorzugsregion für eine frühe Umsetzung an“ (HYPOS 2018).

auf die mittelständische Industrie und industrienahen Dienstleister, die direkt in die Wertschöpfungsketten der Braunkohlebranche eingebunden sind.

Die derzeitigen Aktivitäten der IRL sind (IRL 2017):

- ▶ Maßnahmen: Workshops, Projekte, „Lausitz Lab“ (das Gebäude).
- ▶ „Erfolgsgeschichten“: Befragung von 15 vom Strukturwandel betroffenen Unternehmen i.A. des Sächsischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr (SMWA). Hieraus wurden 70 Projekte in der Region, die Wachstumsansätze bringen könnten, identifiziert.
- ▶ Projekte:
  - ▶ Professor Dr. Berg & Kießling GmbH zur Markteinführung „ölfreier Mikrogasturbinen“.
  - ▶ ABB Automation GmbH am Standort Cottbus „Übergang von der Industrie-Wartung zur spezialisierten Fertigung, die Industrieautomatisierung sowie die Industrialisierung der Erneuerbaren Energien“.

Die IRL beschäftigt vier MitarbeiterInnen. Die Gesellschafter – zu ihnen gehören Kammern, Hochschulen und Verbände – stellen über drei Jahre eine Summe von rund einer Million Euro zur Verfügung. Sachkosten, Mieten und Mitarbeitergehälter werden so finanziert. Die von der IRL entwickelten Projekte sollen durch Fördermittel der EU, des Bundes und des Landes, die für den Strukturwandel zur Verfügung gestellt werden, finanziert werden. Unterstützt wird sie zudem vom Ministerium für Wirtschaft und Energie (MWE) des Landes Brandenburg sowie der Energieregion Lausitz.

Auch die **Energieregion Lausitz-Spreewald GmbH** mit Sitz in Cottbus will den Strukturwandel begleiten und ist bereits seit 2010 für die Region aktiv. Sie verwaltet Plattformen und Netzwerke und informiert über wirtschaftliche und wissenschaftliche Zentren der Region. Das Unternehmen managt einen Zukunftsdialog mit den Schwerpunkten (Energieregion Lausitz 2017):

- ▶ Energiewirtschaft,
- ▶ Kunststoffe / Chemie,
- ▶ Metallindustrie,
- ▶ Ernährungswirtschaft,
- ▶ Tourismus,
- ▶ Logistik

sowie Fachforen:

- ▶ Zur ländlichen Entwicklung, neue Landschaften und Klimaschutz,
- ▶ Infrastruktur,
- ▶ Wirtschaft, Wissenschaft, Forschung, Entwicklung und Bildung.

Das Unternehmen wird von der Stadt Cottbus und vier Landkreisen getragen.

Die Energieregion Lausitz-Spreewald GmbH ist im Dezember 2017 in der Wirtschaftsregion Lausitz GmbH (WRL) aufgegangen. (vgl. auch Staatskanzlei des Landes Brandenburg; Sächsische Staatskanzlei 2017; WRL 2017) Grundlage bildete eine gemeinsame Kabinettsitzung vom Juni 2017, indem die Ministerien beider Länder den sechs Lausitzer Landräten und dem Oberbürgermeister von Cottbus eine finanzielle Unterstützung von 150.000 € pro Jahr für die WRL zusprechen. Hinzu kommen weitere 7,3 Mill. Euro für die ersten 4 Jahre von Seiten des Bundes. Des Weiteren wurde ein Grundsatzpapier „Gemeinsam für die Zukunft der Industrieregion Lausitz“ verabschiedet (Staatskanzlei des Landes Brandenburg; Sächsische Staatskanzlei 2017, S. 1; Grundsatzpapier „Gemeinsam für die Zukunft der Industrieregion Lausitz“, S. 1-5).

Als gemeinsame Organisationsform für die brandenburgisch-sächsische Zusammenarbeit steht auch die Wirtschaftsinitiative Lausitz e. V. (WiL) zur Verfügung, die eine Unternehmensplattform darstellt,

mit Geschäftsstellen in Cottbus und Hoyerswerda (Verein – Wirtschaftsinitiative Lausitz e. V., ohne Jahresangabe, ohne Seitenangabe). Zu den Themenbereichen, um die sich die Initiative kümmert, gehören die Wirtschaftskraft, die Fachkräfte- und Nachwuchsproblematik sowie die Forschung (ebenda).

Die einzelnen Länder haben, teils entlang von Leitbildern und Visionen, jeweils Maßnahmen und Ziele definiert, um den Strukturwandel zu begleiten und die Wettbewerbsposition mindestens zu halten oder zu verbessern. Hierbei zeichnet sich der Einsatz regionaler sowie kompetenzfeldorientierter Strukturpolitik ab. Eine direkte Adressierung des Kohleausstiegs erfolgt nicht, was mit den Rahmenbedingungen von EFRE und ESF in Zusammenhang steht. Viele der durch EFRE angereizten Maßnahmen, wie bspw. die Landschaftssanierung, sind langfristig notwendig und eröffnen prinzipiell weitere Beschäftigung von heute in der Braunkohlenwirtschaft Tätigen. Auch die notwendigen energetischen Sanierungen, die mit dem EFRE angestoßen werden, generieren einen Bedarf an Fachkräften. Die Verfügbarkeit von Fachkräften kann durch den ESF gefördert werden, etwa im Rahmen von Weiterbildung und Umschulung.

Mit der Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“ (WSB) ist eine weitere länderübergreifende Zusammenarbeit ins Leben gerufen worden, die von der Bundesregierung ausgegangen ist. Sie hat den Auftrag, ab Juni 2018 konkrete Vorschläge für einen proaktiven und sozialverträglichen Strukturwandel zu erarbeiten. Hierzu werden Bundesressorts, Länder, Gewerkschaften, Kommunen, betroffene Unternehmen und regionale Akteure zusammenarbeiten. Zur Begleitung des Prozesses wurde seitens der Bundesregierung bereits das Förderprogramm „Unternehmen Revier“ zur Unterstützung der im Strukturwandel stehenden Braunkohleregionen im November 2017 aufgelegt. Es handelt sich dabei um Ideen- und Projektwettbewerbe, mit denen Projekte identifiziert und ausgewählt werden sollen, die den Strukturwandel in den Braunkohleregionen erleichtern. Die einzelnen Braunkohleregionen haben hierzu bereits Investitionskonzepte entwickelt (BMWi 2018).

#### **6.4 Bausteine einer regionalen Strukturpolitik zur Bewältigung des Braunkohleausstiegs**

Die bestehenden Aktivitäten unter Verwendung von EFRE-, ESF- und GWR-Mitteln (vgl. Kapitel 6.3) umfassen bereits die Instrumente, welche für die Begleitung und Abfederung eines Strukturwandels als geeignet erscheinen. Diese Maßnahmen adressieren einen größeren Kreis an Adressaten und sind teils regional (C- und D-Gebiete) sowie zeitlich begrenzt. Durch die Maßnahmen wurden aber bereits Strukturen und Instrumente geschaffen und erprobt sowie Akteure identifiziert, so dass das Wissen genutzt und gezielt in den Kohleregionen umgesetzt werden kann.

Aus den historischen Erfahrungen, den aktuellen Regionalanalysen im Auftrag der Länder, den identifizierten Chancen und anstehenden regionalen Auswirkungen eines vorgezogenen Braunkohleausstiegs ergibt sich eine Bandbreite an weiteren spezifischen Maßnahmen bzw. Konkretisierungen bestehender Maßnahmen, um insbesondere den von einem Kohleausstieg betroffenen ArbeitnehmerInnen neue Perspektiven zu geben. Dabei greifen verschiedene Instrumente ineinander, jeweils mit dem Endziel, langfristige Arbeitsplätze zu schaffen. Die Maßnahmen werden nach den drei Regionen gegliedert, um auf spezifische Bedarfe einzugehen. Maßnahmen, die ggf. nur bei einer der Regionen genannt werden, tendenziell aber auch auf die anderen passen würde, werden hier dennoch spezifisch genannt, weil hier auch aus anderen Analysen auf ein bereits langwieriges bestehendes Problem aufmerksam gemacht wurde. Darüber hinaus gibt es übergreifende Maßnahmen, die in allen Regionen gleichermaßen Einsatz finden sollten und über die bestehenden Maßnahmen hinausgehen oder sie konkretisieren. Zu den vorgeschlagenen Maßnahmen werden Art der Maßnahme, initiiierende Akteure, die Adressaten, die Ausrichtung der Maßnahmen, deren Dringlichkeit sowie der Zeitraum, in dem die Maßnahmen durchgeführt werden sollten, bevor sie zum Selbstläufer werden.

### 6.4.1 Lausitzer Region

Empfehlung L1: Kleine und mittelständische Unternehmen, welche Zulieferer der Bergbauindustrie sind, benötigen gut ausgebildete Akademiker (vgl. Kap. 8.3.2 im Anhang) und Handwerker, um den Strukturwandel proaktiv durch neue Geschäftsideen mitentwickeln zu können und sich neue Standbeine zu schaffen. Die in der Region außergewöhnlich hohe Abbruchquote der Auszubildenden (vgl. Kap. 6.3.2 und 0) könnte durch eine **Qualitätsoffensive** der beiden Länder bei den **Berufsschulen** (durch Ausstattung auf den neuesten Stand und hochqualifiziertes Lehrpersonal) und aktiv beworbenen Weiterbildungschancen gesenkt werden. Dies unterstützt zudem dabei, dass neuestes Wissen aus der Lehre in die Unternehmen getragen wird. Mittels Evaluierungen wird der Qualitätsanspruch gesichert und das Niveau durch korrigierendes Nachsteuern erreicht (vgl. auch E3G 2015, S. 17f., IMU 2015, S. 9).

Art: aktive Arbeitsmarktpolitik

Akteur: Bund (GRW, Koordination Strukturfonds), Land (Operationelle Programme)

Adressat: Unternehmen, Berufsschulen

Ausrichtung: Fortbildungs- und Qualifikationsmaßnahmen

Dringlichkeit: kurzfristig

Horizont: 2018 - 2025

Empfehlung L2: Es bestehen zahlreiche Förderprogramme und Budgets in der Region. Innovationen werden teils nicht umgesetzt, weil das Förderwesen insbesondere den KMU widerstrebt bzw. es an ausreichenden und qualifizierten Personalressourcen mangelt (vgl. bspw. Markwardt, Gunther et al. 2016, S.42, 65, 78). Die Hochschulen sollten daher in der Förderantragstellung gezielt unterwiesen und derart personell auszustatten werden, dass sie Antragstellung und Koordination der Projekte auf hohem Niveau leisten können. Die Industrie- und Handelskammern sowie Handwerkskammern in der Region können die KMU bei der Beantragung von Fördermitteln unterstützen (s.a. bspw. Markwardt, Gunther et al. 2016, S.72f; Agora 2017, S.40; E3G 2015, S.18).

Art: Information & Beratung

Akteur: Bund (GRW, Koordination Strukturfonds), Land (operationelle Pläne)

Adressat: Unternehmen, Hochschulen, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen

Ausrichtung: Innovation

Dringlichkeit: kurzfristig

Horizont: 2018 – 2025

Empfehlung L3: Der **Aufbau von technischen Kompetenzzentren** trägt Know-how in die Region. Beispielsweise strebt die Brandenburgische Technische Universität (BTU) die Etablierung eines Kompetenzzentrums für "Smart Clean Innovation" an. Die Finanzierung einer Infrastruktur sowie die Ausstattung mit einer Grundförderung würden den Nukleus für den Ausbau des Kompetenzzentrums bilden. Gut ausgestattete Institute und aktuelle Forschungsthemen ziehen Wissensträger an. Mit steigender Reputation und Projekten kann dies Arbeitsplätze für hochqualifizierte Beschäftigte schaffen und die Kooperation mit Unternehmen fördern. Die Stärkung der Zusammenarbeit zwischen Hochschulen und Unternehmen mit dem Ziel industrienahe Projektentwicklung trägt zur Steigerung der Innovationsfähigkeit bei (s.a. Prognos 2013, S.13; Agora 2017, S.43).

Art: Bereitstellung von Infrastruktur

|                |   |
|----------------|---|
| Akteur:        | Bund (GRW, Koordination Strukturfonds), Land (Operationelle Programme)                  |
| Adressat:      | Unternehmen, Hochschulen, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen, Wirtschaftskammern |
| Ausrichtung:   | Investition   |
| Dringlichkeit: | mittelfristig   |
| Horizont:      | 2018 – 2030   |

### 6.4.2 Rheinische Region

Um in der Region ein Gegengewicht zu bestehenden Arbeitsplätzen in der Braunkohlenwirtschaft zu schaffen, bedarf es der Ansiedelung, Ausweitung oder Gründung neuer Unternehmen außerhalb der Kohlewirtschaft. Ebenfalls müssen sich Zuliefererunternehmen der Kohlebranche neue Märkte erschließen. Es ist daher naheliegend, die in der Region und ihrer unmittelbaren Umgebung verfügbare hohe Forschungs- und Entwicklungskompetenz u.a. zu neuen Energieformen zu nutzen (s.a. Kapitel 8.3.2). Netzwerk- und Clusteraktivitäten werden u.a. durch EFRE- und GRW-Mittel bereits vorangetrieben (vgl. Kap. 6.3.1). Ziel ist es dabei, die wissenschaftlichen Erkenntnisse in marktnahe Produkte und Dienstleistungen zu überführen. Entlang der Innovationsstrategie von NRW wurden bereits Leitmärkte definiert, die als Orientierung für die Zusammenführung von Akteuren genutzt werden. Neben der Energiewirtschaft wurden u.a. auch die Mobilität, der Maschinenbau, die Informatik und das Gesundheitswesen identifiziert. Mit der Diversifizierung auf mehrere Kernthemen, wie es die Innovationsstrategie vorsieht, wird weiterer Strukturwandel in einzelnen Branchen innerhalb der Region gesamtwirtschaftlich besser abgefedert werden können, als wenn nur auf eine oder sehr wenige Kernbranchen gesetzt wird. Es bedarf aber zudem auch einer guten Durchmischung der Branchen in den einzelnen Landkreisen und Städten der Region.

Empfehlung R1: Mit den bisher geschaffenen und geplanten Maßnahmen bestehen bereits gute Voraussetzungen. Damit sich die gewünschte Dynamik zwischen Forschung, Gewerbe und Industrie entfaltet, bedarf es zusätzlich eines moderierenden Managements, welche die Netzwerke und Cluster betreut, Akteure persönlich vor Ort anspricht, aktiv zusammenführt und beratend in rechtlichen und finanziellen Fragen zur Seite steht und vermittelt. Eigens dafür eingerichtete Stellen innerhalb der Landesregierung oder einer ihrer Institutionen zugehörig, sollten die Aufgabe übernehmen.

Die Koordination kann dabei einen zusätzlichen Mehrwert schaffen: Da in der Rheinischen Region die Sozialausgaben und die Anzahl der Bedarfsgemeinschaften über Jahre zunimmt, sollte versucht werden, die durch die zuvor genannten Maßnahmen initiierten Neuansiedlungen möglichst in die Kreise zu bringen, wo diese Entwicklungen besonders deutlich sind. Ziel wäre es dabei nicht nur Arbeitsplätze in die Nähe von Arbeitssuchenden zu bringen, sondern genauso eine Durchmischung der Quartiere herbeizuführen und soziale Brennpunkte erst gar nicht entstehen zu lassen. Eine entsprechende Investitionsbegleitung zur Erhöhung der Attraktivität der Quartiere erscheint notwendig. Sie sollte sich auf Infrastrukturen und Raumentwicklung konzentrieren. (vgl. OP EFRE NRW 2014, S.64ff.) Eine Verdrängung der ansässigen Bevölkerung durch z.B. steigende Mieten, die im Zuge von Strukturmaßnahmen vorkommen, sollte vermieden werden.

Um gemeinsame Forschungsprojekte gerade mit KMU voranzutreiben, sind die Hochschulen mit entsprechenden Beratungszentren auszustatten, die sich um Forschungsanträge und Projektkoordination kümmern. Regelmäßige Evaluationen sollen dabei helfen, die Strukturen zu prüfen und weiter anzupassen (s.a. bspw. inwis/Prognos 2016, S.149ff. und S.167; IRR 2013, S.51).

Art: Information & Beratung, finanzielle Anreize

Akteur: Bund (GRW, Koordination Strukturfonds), Land (Operationelle Programme)

Adressat: Unternehmen, Hochschulen, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen

Ausrichtung: Innovation, Investition

Dringlichkeit: mittelfristig

Horizont: 2018 – 20230

Empfehlung R2: Die Fokussierung von Forschung und Lehre an den Hochschulen und außeruniversitären Wissenschaftseinrichtungen der Rheinischen Region auf neue und unkonventionelle Energieformen sollte genutzt werden, um durch deren fachliche Kompetenz aktiv Unternehmen in diesen Branchen in der Region anzusiedeln. Dies bedarf einerseits der Ausstattung der Hochschulen und Kompetenzzentren mit neuester Infrastruktur. Andererseits sind koordinierende Akteure notwendig, welche den Wissensstandort als wirtschaftlichen Vorteil bewerben und Kontakte zu Unternehmen herstellen. (siehe auch bspw. inwis/Prognos 2016, S.149ff.) Hier gibt es bereits die NRW.INVEST als Landeseinrichtung sowie die IRR.

Art: Bereitstellung von Infrastruktur; Beratung

Akteur: Bund (GRW, Koordination Strukturfonds), Land (Operationelle Programme)

Adressat: Unternehmen, Hochschulen, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen

Ausrichtung: Kooperation

Dringlichkeit: kurz- bis mittelfristig

Horizont: kurz bis mittelfristig (2018 – 2025)

Empfehlung R3: Die Gestaltung des Flächennutzungsplans (FNP) sendet Signale an Standortinteressierte aus, ob Flächen für bestimmte Ansiedelungen genutzt werden können. Eine Neuzuweisung von Flächen, die für den Braunkohletagebau reserviert waren, aber nicht mehr benötigt werden, setzt Anreize zur Ansiedlung neuer Unternehmen, sofern auch eine entsprechende Infrastruktur gegeben ist. Zudem können derartig angepasste Flächennutzungsplanungen den politischen Willen zum Kohleausstieg dokumentieren. Der neue Koalitionsvertrag CDU/FDP 2017-2022 sieht bereits auf S. 44 eine Sonderstellung der Braunkohleregion bei der Ausweisung zusätzlicher Industrie- und Gewerbegebiete vor. Bzgl. einer Flächennutzung für EE in ehemaligen Tagebaugebieten gibt es keine Informationen.

Die Öffnung ehemaliger Tagebauflächen für Erneuerbare Energien wie Wind und Freiflächen-PV kann den Ausbau regional vorantreiben (vgl. Kap. 5.3.2). NRW, welches im Vergleich zu anderen Bundesländern im Bezug zum Primärenergieverbrauch mit 4,1% (AEE 2017) in 2014 einen der geringsten Anteile an EE-Strom und -Wärme vorweist, kann den Rückstand aufarbeiten. Die bestehende Stromnetzinfrastuktur ist hierbei ein Vorteil. Wie in Kapitel 6.2.3 dargestellt befinden sich die Tagebauflächen in den meisten Fällen in großen Abständen zu Ortschaften, weshalb Abstandsregelungen ein geringeres Problem darstellen. Die Renaturierungsmaßnahmen können die spätere Nutzung für EE-Erzeugungsanlagen berücksichtigen und damit auch mögliche Konflikte mit Naturschutzanforderungen minimieren.

Art: regulativ

Akteur: Land

Adressat: Unternehmen, Kommunen

Ausrichtung: Investitionen

Dringlichkeit: kurzfristig

Horizont: 2018 - 2020

### 6.4.3 Mitteldeutsche Region

Empfehlung M1: In Sachsen-Anhalt ist die Energieberatungsdichte vergleichsweise hoch, dennoch besteht ein hoher Sanierungsstau von Gebäuden (BAFA 2017 und IfM 2017). Die durch EFRE-Mittel **bestehende Sanierungsförderung** für öffentliche Gebäude und Unternehmen innerhalb der beiden Bundesländer Sachsen und Sachsen-Anhalt gibt erste Anreize, den Sanierungsstau aufzuarbeiten. Adressiert werden müssten aber auch die Wohngebäude (vgl. Kapitel 5.3.3). Hierzu bedarf es weiterer Investitionsanreize, die dann aber Arbeitsplätze schaffen können und zudem die Region auch als Wohnort und für den Tourismus attraktiver machen.

Art: Finanzielle Anreize

Akteur: Bund (GRW, Koordination Strukturfonds), Land (Operationelle Programme)

Adressat: Unternehmen, öffentliche Gebäude

Ausrichtung: Investition

Dringlichkeit: mittel- bis langfristig

Horizont: 2018 – 2040

Empfehlung M2: Die Fokussierung von Forschung und Lehre an den Hochschulen der Region auf **Gebäude- und Energieeffizienz** (s. Kap. 8.3.2) sollte mittels **Netzwerk- und Clusteraktivitäten sowie Marketing** genutzt werden, um aktiv Unternehmen in diesen Branchen vor Ort anzusiedeln (s.a. HHL 2011, S.25). Dies umfasst die Zusammenführung regionaler Unternehmen – insbesondere KMU – mit den Hochschulen, Beratung und Begleitung von Gründungswilligen bis zur Ansiedlung gestandener Unternehmen. Produkte und Dienstleistungen für die Sanierung können damit auch aus der Region kommen und die regionale Wertschöpfung erhöht werden. Ein Teil der Berufsgruppen in der Braunkohlenwirtschaft könnte über Weiterbildung Neuanstellungen im Bereich der Gebäudesanierung finden (vgl. Kap.5.3.3). Auch die gezielte Erforschung, Umsetzung und Unterstützung von Sanierungsmaßnahmen in einem denkmalgeschützten oder aus touristischen Gründen wertvollen Baubestand sollte spezifisch vorangetrieben werden. Solche Produkte und Dienstleistungen können wiederum aus der Region in andere Regionen exportiert werden. Da die Region zwei Bundesländer tangiert, bedarf es hierzu eines entsprechenden Austauschs und einer gemeinsamen Organisation.

Art: Information & Beratung/ finanzielle Beratung/ „Clusterbildung“

Akteur: Bund (GRW, Koordination Strukturfonds), Land (operationelle Pläne)

Adressat: Unternehmen, Hochschulen, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen

Ausrichtung: Innovation

Dringlichkeit: mittelfristig

Horizont: 2020 – 2025

Empfehlung M3: Gerade Sachsen-Anhalt hat in seinen Entwicklungsstrategien einen Schwerpunkt auf die Tourismus-Branche gesetzt. Eine Nachnutzung von Tagebauen wird bereits durch das Projekt Mitteldeutsches Seenland / Sächsisches Seenland umgesetzt. Aufgrund der Windhöflichkeit einiger Gebiete bietet sich aber auch der Ausbau von Windenergieanlagen (WEA) an, was weitere Beschäftigungseffekte mit sich führen würde (s. Kap. 5.3.2, Tabelle 5-10). Dieses Vorgehen entspricht auch den Zielen

der beiden Bundesländer, die Windenergie deutlich auszubauen, wie aus den aktuellen Koalitionsverträgen hervorgeht. Eine entsprechende **Anpassung der Flächennutzungspläne** zur Nutzung ehemaliger Tagebauflächen für WEA wird das Ziel unterstützen.

Art: regulativ

Akteur: Land

Adressat: Unternehmen, Kommunen

Ausrichtung: Investitionen

Dringlichkeit: kurzfristig

Horizont: 2018-2020

#### 6.4.4 Übergreifende Instrumente

Das Verharren in alten Strukturen hat immer wieder zum wirtschaftlichen Niedergang von und zunehmender Arbeitslosigkeit in Regionen geführt. Als Fazit aus den Beispielen in Kapitel 6.1 kann abgeleitet werden, dass ohne arbeitsmarktpolitische Förderung kein industrieller Neubeginn hätte stattfinden können. Aber um mehr Wirkung zu erzielen, hätte eine engere Abstimmung von Wirtschafts-, Innovations- und Beschäftigungspolitik erfolgen müssen. Ein **proaktiv** frühzeitig eingeleiteter, begleiteter und transparenter Strukturwandel kann einen Großteil der negativen Wirkungen verhindern helfen. Wichtig ist ein **Management durch die Politik**, welches vorhandene und neue Instrumente entsprechend den sich anbahnenden Bedürfnissen aufeinander abstimmt.

Die Ausführungen über die Fördermöglichkeiten des Bundes und der EU und die länderspezifischen Umsetzungen in den operationellen Programmen haben gezeigt, dass das Angebot an Förderprogrammen viele Bereiche adressiert, die Teil des Strukturwandels sind. Die Fördergegenstände sind zudem meistens solche, die zur Entwicklung von Wirtschaftsaktivitäten außerhalb des Kohlesektors sowie der Verbesserung der Attraktivität der Regionen tauglich sind. Es bedarf keines Top-down-Masterplans, sondern vielmehr einer Gesamtstrategie, welche auch das Wissen und die Interessen der lokalen Bevölkerung umfänglich berücksichtigt. In diesem Zusammenhang sind Bürgerbeteiligungen und Bürgerdialoge, lokale Wirtschaftsinitiativen sowie Ideenwettbewerbe, wie sie teils auch schon in den Regionen eingesetzt werden, ein passendes Format, um Bedürfnisse zu erfassen und eine spätere Umsetzung vor Ort zu generieren. Eine Strategie soll verhindern, dass das Endresultat lediglich ein zusammenhangloses Flickwerk kleinerer Projekte wird. Vielmehr geht es darum die Einzelprojekte auf ein Gesamtziel (mindestens Erhalt der Wirtschaftskraft) oder direkt untergeordnete Ziele (sozialverträglicher Kohleausstieg, größtmögliche Überführung in neue Beschäftigungsverhältnisse) hin, auszurichten.

Erst mit klaren Zielen für einen Kohleausstieg werden die Rahmenbedingungen gestaltet werden können und die Planung und Ausgestaltung eines sozialverträglichen Strukturwandels in den einzelnen Regionen möglich sein. Ein verbindlicher Ausstiegspfad und ambitionierte Fortschritte bei der Energiewende sind hilfreich für Investitions- und Personalplanung.

Der Strukturwandel in den Regionen ist bereits im vollen Gange. Um den potentiell von einem Ausstieg Betroffenen Perspektiven zu bieten, sind Lösungswege bereits jetzt transparent zu machen und mit ihren Vertretern zu gestalten.

Die direkt und indirekt betroffenen Arbeitnehmer brauchen eine sichere Planungsgrundlage sowie das Wissen, dass sie nicht alleine gelassen werden und eine positive Perspektive haben. Daher sollten **proaktiv Sozialpläne für die betroffenen Unternehmen mit allen Vertretern (Bund, Landesregierung, Tagebau und Energieunternehmen, Arbeitnehmervertretungen) ausgearbeitet** werden. Es

werden Rahmenbedingungen für Frühverrentung, Stellenwechsel im Konzern, Kurzarbeits- und Teilzeidlösungen, Transfer- und Lohnersatzleistungen, Umschulungen, etc. festgelegt. Die Sozialpläne sollten dabei so flexibel sein, dass sie sowohl bei wirtschaftlichen Veränderungen (bspw. Wirkung eines derzeit diskutierten CO<sub>2</sub>-Price-Floors) als auch bei einem geplanten Kohleausstieg anwendbar sind. Dabei wird der weitere Personalbedarf, auch für Sanierung<sup>88</sup> der Landschaft und den Rückbau von Kraftwerken, berücksichtigt (s.a. Kap. 0).

Art: passive Arbeitsmarktpolitik

Akteur: Bund, Land

Adressat: Unternehmen, Arbeitnehmervertretungen

Ausrichtung: Sozialplan

Dringlichkeit: kurzfristig

Horizont: 2018 - 2020

Alle Beschäftigten, insbesondere die jüngeren MitarbeiterInnen, sollten im Rahmen der Aus- und Weiterbildung kostenlose Möglichkeiten für **Fortbildungen** erhalten, die sie auch – gerade nach langjährigen branchenspezifischen Tätigkeiten – für andere Branchen qualifiziert. Eine extra dafür eingerichtete und **qualifizierte Beratung** sollte in allen Arbeitsagenturen der Region zur Seite stehen.

Art: aktive Arbeitsmarktpolitik

Akteur: Bund (GRW, Koordination Strukturfonds), Land (Operationelle Programme)

Adressat: Unternehmen, Berufsschulen

Ausrichtung: Fortbildungs- und Qualifikationsmaßnahmen

Dringlichkeit: kurzfristig

Horizont: 2018 - 2020

Neben der Einrichtung neuer finanzpolitischer Instrumente für die Regionen durch die Länder und den Bund, sollten bereits vorhandene **Strukturförderprogramme verstärkt auf** die Unterstützung des Strukturwandels der **Braunkohleregionen ausgerichtet** werden. Die Möglichkeit einer Teil-Fokussierung bestehender europäischer und nationaler Strukturfonds auf die Braunkohleregionen wäre daher ein weiterer wichtiger Schritt: Der Großteil der EU-Mittel kommt entsprechend dem Kohäsionsgedanken den strukturschwächsten Regionen zu. Dazu gehören auch der Großteil der beiden ostdeutschen Regionen (C-Gebiete) und ein Teil der Rheinischen Region (D-Gebiete). Die Bewertung der Regionen erfolgt nach Indikatoren (vgl. Kap. 6.3), bei denen es sich größtenteils um Vergangenheitswerte handelt. Lediglich die Erwerbstätigenprognose ist zukunftsgerichtet. Hier ist zu prüfen, inwieweit ein politisch induzierter Kohleausstieg in die Ermittlung für die kommende Periode aufgenommen werden kann oder gar muss, damit die betroffenen Regionen aktiv den Strukturwandel umsetzen können. Durch die Notwendigkeit, bei der GRW die **EU-Beihilferegulungen** zu berücksichtigen, ist eine alternative nationale Förderung nur in Grenzen möglich. Zudem wird der Solidaripakt II zu Gunsten Ostdeutschlands auslaufen und die Schuldenbremse ab 2020 greifen. Eine **frühzeitige Abstimmung mit**

---

<sup>88</sup> Sollte das Energieunternehmen die Sanierung nach Schließung der Kraftwerke nicht mehr selbst verfolgen wollen, kann dies zu Ausschreibungen der Arbeiten führen. Da Sanierungsmaßnahmen dieser Größenordnung aber europäisch ausgeschrieben werden müssen, bleibt fraglich, wie viele der Beschäftigten übernommen werden.

**der Europäischen Kommission** zu diesem Thema wäre daher **dringend anzuraten**. Die Bundesregierung wird sich nach eigenen Aussagen darum bemühen, „dass das europäische Wettbewerbsrecht kein Hindernis für die öffentliche Förderung von Investitionen und Unternehmensansiedlungen in den bisherigen Braunkohlerevieren darstellt“ (vgl. hierzu auch BMWi 2017a, S. 2f). Zudem beschäftigt sich die Europäische Kommission bereits damit, eine „Plattform für Kohleregionen im Strukturwandel“ auf den Weg zu bringen, welche über zusätzliche Strukturförderungen von Kohleregionen entscheiden soll. Den Auftakt bildete eine Konferenz am 11. Dezember 2017 in Straßburg, Frankreich (EU-Kommission 2017a).

Die Vergabe von Mitteln aus dem Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE) oder dem Europäischen Fonds für Strategische Investitionen (EFSI) könnte dann intensiver für die spezifische regionale Problematik genutzt werden, um gezielt Kompetenzen zur Entwicklung neuer Perspektiven zu schaffen oder den Ausbau bestehender Expertise, die an zukünftige Märkte oder Geschäftsfelder anschlussfähig sind, entsprechend zu fördern. Gleiches gilt für das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM), das Programm „Innovative regionale Wachstumskerne“, der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur“ (GRW) sowie KfW-Unternehmenskredite. Die bisherige Mehrebenenpolitik ist dahingehend zu prüfen, inwiefern eine nationale Regionalförderung komplementäre oder ergänzende Schwerpunkte setzt darf (s.a. Prognos 2015; S. 235).

Neben den Kohleregionen gibt es auch andere strukturschwache Regionen. Auch sind mit neuen technologischen Entwicklungen (bspw. Elektromobilität), neuen Interessen der Käufer, gesellschaftliche Entscheidungen wie der Energiewende sowie dem globalen Handel (Abwanderung von Industriezweigen) weitere Strukturumbrüche unausweichlich. Ein eigens initiiertes Sonderfonds oder eine Sonderwirtschaftszone, wie er derzeit von einigen Akteuren vorgeschlagen wird, kann zu Akzeptanzproblemen oder Begehrlichkeiten bei anderen Wirtschaftsbereichen oder der Bevölkerung führen. (vgl. hierzu auch die Antwort des BMWi in BMWi 2017a, S.3)

Art: finanzielle Anreize; Bereitstellung von Infrastruktur; Beratung

Akteur: Bund (GRW, Koordination Strukturfonds), Land (Operationelle Programme)

Adressat: Unternehmen, Hochschulen, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen

Ausrichtung: divers

Dringlichkeit: mittelfristig

Horizont: 2018 – 2025

Ein weiterer nicht zu vernachlässigender Aspekt ist die Standortqualität aus Sicht der Anwohner. Die Schaffung neuer Arbeitsplätze mag ein grundlegender Baustein sein, um Abwanderungen von qualifizierten Arbeitskräften zu verringern. Doch auch lukrative Arbeits- und Wohnangebote in anderen Regionen verleiten dort insbesondere jungen Menschen nicht zwangsläufig zum Bleiben oder sich anzusiedeln. Nach Hosang (2011, S.9f) besteht ein Bestreben nach multioptionalen Lebenswelten, die in Großstädten eher zu finden sind, als in ländlich-traditionellen Milieus. Die Anbindung an die Welt mit schnellem Internet, wie sie die oben genannten operationellen Programme für EFRE vorsehen, mag einer von vielen Aspekten sein. Aber auch die mobile Anbindung an andere Regionen, die Teilnahmemöglichkeiten an vielfältigen kulturellen Veranstaltungen und attraktive Naherholungsoptionen bei gleichzeitig vorhandener Gesundheits- und Versorgungsinfrastruktur gehören dazu. Für junge Familien sind zudem gute und flexible Kinderbetreuungs- und Schulangebote ein wichtiges Argument für die Standortqualität. Hier gilt es auch die KMU bei der Entwicklung s.g. „Balance-Projekte“ zu unterstützen und sich damit auch als Arbeitgeber interessanter zu machen.

Adressaten für die Bereitstellung regionaler Angebote sind in erster Linie die Gemeinden. Dabei muss nicht jede Gemeinde die gesamte Nachfrage nach Kultur-, Freizeit- und Gesundheitsstruktur abdecken. Vielmehr bietet sich eine Aufteilung des Angebots an, um die jeweiligen Angebote auch möglichst gut auszulasten. Die Aufgaben der Gemeinden liegen somit im Abstimmungsprozess sowie der Sicherstellung einer guten und günstigen Verbindung zwischen den Angeboten. Hierzu gehören Straßen / Wege und öffentliche Verkehrsmittel.

Die Umsetzung bedarf finanzieller Mittel, die, teils gedeckt mit Strukturfonds, durch die Länder mitfinanziert werden müssten, um die Standortqualität von Gemeinden und Quartieren zu verbessern.

Art: Bereitstellung von Infrastruktur; Beratung

Akteur: Bund (GRW, Koordination Strukturfonds), Land (Operationelle Programme)

Adressat: Gemeinden, Land

Ausrichtung: divers

Dringlichkeit: mittel- bis langfristig

Horizont: 2020 - 2040

Da Wärme im Gegensatz zu Strom nur regional bereitgestellt werden kann, ist die Wärmewende vor allem regional zu denken. Insbesondere gilt dies für die Mobilisierung der eigenen klimaneutralen Energieressourcen. Das Wissen und die Erfahrungen verschiedener Berufsgruppen aus dem Tagebau und dem Kraftwerksgeschäft können für bestehende aber auch neue Versorger von Nutzen sein, um die regionale Wärmewende voranzutreiben. Entsprechend qualifizierte MitarbeiterInnen aus der Braunkohlebranche könnten bspw. zum Betrieb von Altholz-Kraftwerken, die Einbindung von Abwärmequellen sowie dem Bau und der Betreuung von Nahwärmenetzen (siehe auch Pläne der Länder in NRW, Kap. 6.3.1 sowie Sachsen, Kap. 6.3.2) eingesetzt werden.

Art: regulativ (KWKG, EEG, MAP)

Akteur: Bund

Adressat: Unternehmen

Ausrichtung: Investition

Dringlichkeit: mittelfristig

Horizont: 2020 – 2035

## 6.5 Kerneergebnisse

Der Strukturwandel in den Regionen ist bereits seit vielen Jahren in Gang. Durch einen breiten gesellschaftlichen Konsens zur Energiewende und dem Ablassen wichtiger Finanzierer<sup>89</sup> von der Braunkohle ist ein Abwenden der Entwicklung unvermeidlich.

Die Erfahrungen aus dem Steinkohlebergbau im Ruhrgebiet seit den 1950ern sowie die Entwicklung in den ostdeutschen Braunkohlerevieren nach der Wende zeigen, dass ein Festhalten an alten Strukturen den notwendigen Wandel nur bremst, ihn aber nicht aufhält. Entsprechend haben sich die Instrumente

---

<sup>89</sup> U.a. Allianz AG, Deutsche Bank, DZ Bank, Axa, Norwegischer Pensionsfonds, ...

über die Jahre gewandelt mit dem Ziel, die alten Strukturen loszulassen und in Gemeinschaft mit den ansässigen Akteuren und den Bürgern tragfähige und möglichst langanhaltende Lösungen zu entwickeln.

Hierfür steht eine Vielzahl von regional- sowie arbeitsmarkt- und sozialpolitischen Instrumenten zur Verfügung. Finanziell werden sie nicht nur durch Landes- und Bundesmittel ausgestattet, sondern können auch - und hier profitieren insbesondere Brandenburg und Sachsen davon (BMW 2017a, S.2) - auf Mittel des europäischen Strukturfonds zurückgreifen. Die operationellen Pläne der 4 betroffenen Bundesländer weisen geplante Mittel von insgesamt rund 10 Mrd. Euro für die Periode 2014 bis 2020 auf (vgl. Kap. 6.3).

Tabelle 6-5: Verfügbare Strukturfördermittel für die Periode 2014 bis 2020 in den Braunkohleländern

| Bundesland          | EFRE         | ESF          |
|---------------------|--------------|--------------|
|                     | Mio. Euro    |              |
| Nordrhein-Westfalen | 2.400        | 627          |
| Sachsen             | 2.100        | 662          |
| Sachsen-Anhalt      | 1.800        | 765          |
| Brandenburg         | 1.057        | 452          |
| <b>Gesamt</b>       | <b>7.357</b> | <b>2.506</b> |

Die von den Ländern geplanten Maßnahmen beruhen auf ausgiebigen SWOT-Analysen und weitergehenden Regionalstudien. Viele haben für sich neue Kompetenzfelder identifiziert, die dem jeweiligen Land neue Chancen in Wirtschaft, Bildung und Zusammenleben eröffnen sollen. Diese Schwerpunkte sind in den Programmen noch recht weit gefasst. So hat bspw. NRW für sich die Zukunftskompetenzen: Maschinen und Anlagenbau/Produktionstechnik, Neue Werkstoffe, Mobilität und Logistik, Informations- und Kommunikationswirtschaft, Energie- und Umweltwirtschaft, Medien und Kreativwirtschaft, Gesundheit und Life Sciences identifiziert. Nun besteht die Aufgabe die entsprechenden Akteure über Netzwerke zusammenzuführen und innerhalb von Clusteraktivitäten die Kernthemen zu vertiefen und zu spezifizieren sowie Projekte zur Förderung eines Ausgleichs zum bestehenden Strukturwandel auf den Weg zu bringen. Neben diesen wirtschaftlich orientierten Themen werden im ESF auch sozialpolitische Themen wie Bildung, Inklusion und Zusammenleben adressiert.

Mit den Europäischen Strukturfonds, der Bund-Länder-Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur“ sowie den Landesmitteln wurden bereits Strukturen und Lerneffekte geschaffen, die für die weitere Begleitung eines sozialverträglichen Strukturwandels genutzt werden können und sollten. Hierauf aufbauend und unter Berücksichtigung der zahlreichen Regionalstudien zu den Regionen und Bundesländern werden weitergehende Empfehlungen ausgesprochen. Nachfolgend finden sich diejenigen, die aus Sicht der Autoren mit am drängendsten scheinen:

Es gilt nun **zallererst** den **unmittelbar Betroffenen** aus der Braunkohlenwirtschaft Perspektiven zu bieten und Lösungswege aufzuzeigen. Zwar ist der Entwicklungspfad aus der Kohle noch ungewiss, dennoch wäre es jetzt an der Zeit proaktiv durch Bund und Länder Sozialpläne mit den Arbeitgebern und Arbeitnehmervertretungen auf den Weg zu bringen. Ziel des Sozialplans in diesem Fall ist es die Rahmenbedingungen für die ArbeitnehmerInnen zu klären und Planungssicherheit für die Übergangszeit in eine Rente oder eine neue Anstellung zu bieten. Mindestens für Angestellte, die nicht mit einer Beschäftigung bis zur Verrentung rechnen können, sind Weiterbildungsprogramme aufzulegen und qualifizierte Beratungen für einen Arbeitsplatzwechsel anzubieten.

Der Strukturwandel wird bereits seit vielen Jahren durch regionalpolitische und aktive arbeitsmarktpolitische Maßnahmen flankiert. Finanziert werden die Aktivitäten insbesondere durch die Nutzung

der europäischen und nationalen Strukturfonds sowie durch Mittel der Länder. So werden umfangreiche Geldmittel insbesondere für Forschung, Innovation, Gründungen und Bildung bereitgestellt. Regionale Erhebungen weisen aber darauf hin, dass viele Unternehmen, gerade KMU, aufgrund des Aufwands davor zurückschrecken, diese Angebote wahrzunehmen. Um **Innovationen** in den regionalen Unternehmen auf den Weg zu bringen, legen die Länder großen Wert auf die Vernetzung der Unternehmen mit den Hochschulen. Deren Erfahrung in der Beantragung von Forschungsgeldern sollte genutzt werden auch den Unternehmen **Zugang zu Forschungsmitteln** durch gemeinsame Anträge oder Antragsbegleitung zu eröffnen.

Gerade in der Lausitzer Region wird eine hohe Abbrecherquote in den Berufsschulen verzeichnet. Es wird angeregt mittels einer Qualitätsoffensive der beiden Bundesländer die Ausstattung der Schulen zu verbessern und das Lehrpersonal zu qualifizieren und Weiterbildungschancen intensiv zu bewerben. Die Maßnahmen sollen nicht nur die Abbruchquote senken, sondern zu hochqualifizierten MitarbeiterInnen führen, welche neues Wissen in ihre Firmen tragen.

Es ist bereits absehbar, dass ein Teil der ausgewiesenen Flächen für den Tagebau nicht mehr angetastet werden. Durch eine **Anpassung der Flächennutzungspläne** können die Flächen für die Ansiedlung neuer Unternehmen als Industrie- und Gewerbegebiete sowie den Ausbau erneuerbarer Energien genutzt werden. Auch bei der Tagebausanierung sollte eingeplant werden, inwieweit Erneuerbare Energien hier künftig aufgebaut und in die bestehenden Stromnetze eingebunden werden können. Dies minimiert später mögliche Konflikte mit Naturschutzanforderungen.

Insbesondere Sachsen-Anhalt verfolgt die Strategie, die ehemaligen Tagebaue in Naherholungsgebiete umzuwandeln und den Tourismus voranzubringen. Aufgrund windhöfliche Gebiete in der Mitteldeutschen Region sollte auch hier geprüft werden, wie eine **Doppelnutzung für Tourismus und Erneuerbare Energien** ausgestaltet werden könnte, da auch der Energiesektor mit EE weitere Arbeitsplätze verspricht.

Die **Wärmewende** ist aufgrund des Einsparpotenzials an klimaschädlichen Gasen ein wichtiges Element der Energiewende. Sollen anteilig die Beiträge zur Erreichung der bundespolitischen Ziele in den Braunkohleregionen bis 2020 geleistet werden, würde dies kurzfristig eine **hohe Nachfrage nach Fachkräften** bedeuten. Um den Sanierungsstau aufzubrechen bedarf es aber auch in den kommenden Dekaden gutausgebildeter Handwerker und Energieberater, die aufgrund der Qualifikationserfordernissen bspw. auch aus Berufsgruppen innerhalb der Braunkohlewirtschaft stammen können. Für öffentliche Gebäude und teils für Unternehmen können Strukturfördermittel genutzt werden. Das große Potenzial liegt aber in den Wohngebäuden, was zusätzlicher Investitionsanreize für die Eigentümer mittels Förderprogrammen bedarf.

Als Beitrag zur Wärmewende können die lokalen Ressourcen mobilisiert werden, um bspw. Wärmenetze aufzubauen und KW(K)K-Anlagen zu betreiben. Das Know-how einiger Berufsgruppen der Braunkohlebranche kann hier zum Einsatz kommen, so dass ein Übergang auf einen Arbeitsplatz im gleichen Sektor möglich wäre. Die Anreize für die effektive Nutzung von EE und Abwärme können durch Anpassungen u.a. im KWKG, EEG und MAP weiter gestärkt werden.

Gut ausgestattete Kompetenzzentren ziehen Wissensträger an und bringen damit Know-how in die Region. Von den drei Braunkohleregionen kann allein die Lausitz kein nach außen hin sichtbares und beworbenes Kompetenzzentrum vorweisen, auch wenn in der Region zwei Hochschulen ansässig sind. Mit steigender Reputation und Projekten kann dies Arbeitsplätze für hochqualifizierte Beschäftigte schaffen und die Kooperation mit Unternehmen fördern.

Aufgrund des EU-Beihilferechts gilt es zu prüfen, ob und mit welchem Volumen ein **nationaler Sonderfonds** speziell für die Braunkohleregionen umsetzbar wäre. Das Bundesmodellvorhaben „Unternehmen Revier“ ist ein erster Ansatz, jedoch bzgl. der finanziellen Möglichkeiten stark begrenzt. Angesichts sinkender EU-Fördermittel in den kommenden Jahren wäre daher zeitnah mit der Europäischen

Kommission zu prüfen, ob bei den Indikatoren, die zur Bewertung der Förderfähigkeit von Regionen herangezogen werden, der Indikator „Erwerbstätigkeitsprognose“ weit ausgelegt werden kann. Als einziger in die Zukunft gerichteter Indikator kann er einen politisch induzierten Kohleausstieg antizipieren. Je nach Entwicklung der anderen Indikatoren besteht somit die Chance, dass die Regionen förderbegünstigt bleiben. Seitens der Kommission gibt es mit der Plattform „Kohleregionen im Strukturwandel“ bereits Signale, diese Regionen auch künftig finanziell weiter unterstützen zu wollen.

Tabelle 6-6: Strukturfördernde Aktivitäten durch den Gesetzgeber

| Ziel              | Instrument                            | Aktivitäten   | Verantwortung          | Beginn der Maßnahme(n)                    | Beginn der Wirkung       |
|-------------------|---------------------------------------|---|------------------------|---|--------------------------|
| richtungsweisend  | Flächennutzungsplan                   | Umwidmung Kohlegebiete für Gewerbeansiedlung, Tourismus, EE-Erzeugungsgebiete | Gesetzgeber der Länder | Spätestens mit Feststellung Ausstiegspfad | kurz- bis mittel-fristig |
|                   | EEG, KWKG, MAP                        | Anpassung rechtlicher Rahmen zur weiteren Forcierung der Wärmewende           | Gesetzgeber Bund       | Jetzt                                     | kurz- bis mittel-fristig |
| Strukturförderung | Strukturförderprogramme EU/Bund /Land | Weiterentwicklung Regionenbewertung bzgl. Erwerbstätigkeitsprognose           | EU, Bund, Länder       | Jetzt                                     | mittelfristig            |

Tabelle 6-7: Flankierende arbeitsmarktpolitische Instrumente

| Ziel                           | Instrument                  | Aktivitäten  | Verantwortung                                   | Beginn der Maßnahme(n)                    | Beginn der Wirkung       |
|--------------------------------|-----------------------------|--|---|---|--------------------------|
| Auffangnetz / Sicherheit geben | Aktive Arbeitsmarktpolitik  | Fortbildung, Qualifizierung, Beratung, aktive Vermittlung                          | Bund, Land, Arbeitgeber, Arbeitnehmervertretung | Jetzt                                     | kurz- bis mittel-fristig |
|                                | Passive Arbeitsmarktpolitik | Initialisierung und Begleitung proaktiver Sozialpläne o. vergleichbarer Regelungen | Bund, Land, Arbeitgeber, Arbeitnehmervertretung | Spätestens mit Feststellung Ausstiegspfad | kurz- bis mittel-fristig |

Tabelle 6-8: Flankierende standortpolitische Instrumente

| Ziel  | Instrument                    | Aktivitäten   | Verantwortung    | Beginn der Maßnahme(n) | Beginn der Wirkung |
|---|-------------------------------|---|------------------|------------------------|--------------------|
| Standortattraktivität für Unternehmen erhöhen | (Infra-) Strukturentwicklung  | Verkehr, Energie, Telekommunikation   | Länder, Kommunen | Jetzt                  | mittelfristig      |
|   | Aktive Arbeitsmarktpolitik    | Gute fachliche Ausbildung vor Ort   | Länder           | Jetzt                  | mittelfristig      |
|   | Forschungsförderung           | Nähe zu Kompetenzzentren  | Länder, Kommunen | Jetzt                  | mittelfristig      |
| Standortattraktivität für Anwohner erhöhen    | (Infra-) Strukturentwicklung  | Gute Verkehrsanbindung (ggf. auch zu Arbeitsplätzen außerhalb der Region)<br>Naherholung, Freizeitmöglichkeiten | Länder, Kommunen | Jetzt                  | mittelfristig      |
|   | Regional- u. Kohäsionspolitik | Bildung, Versorgung, Betreuung  | Länder, Kommunen | Jetzt                  | Mittelfristig      |

## 7 Quellenverzeichnis

- Agentur für Erneuerbare Energien (2017): Bundesländerübersicht zu Erneuerbaren Energien. <https://www.foederal-erneuerbar.de/auf-einen-blick-detailseite/items/bundeslaendervergleich-ee-2017>. Aufgerufen am 12.06.2017.
- Agora Energiewende (2017): Eine Zukunft für die Lausitz. [https://www.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2017/Strukturwandel\\_Lausitz/Agora\\_Impulse\\_Strukturwandel-Lausitz\\_WEB.pdf](https://www.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2017/Strukturwandel_Lausitz/Agora_Impulse_Strukturwandel-Lausitz_WEB.pdf). Aufgerufen am 28.11.2017.
- Air Liquide: Wasserstoff – Ein Element mit Zukunft (2012): [https://industrie.airliquide.de/sites/industry\\_de/files/2016/05/20/wasserstoff.pdf](https://industrie.airliquide.de/sites/industry_de/files/2016/05/20/wasserstoff.pdf). Aufgerufen am 12.06.2017.
- Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V.; Walberg, Dietmar: Typische Energieverbrauchskennwerte deutscher Wohngebäude. Institut Wohnen und Umwelt (IWU) Fachtagung: Die energetische Zukunft des Wohngebäudebestands am 31.05.2012. Darmstadt.
- Arepo Consult (2017): Arbeitsplätze in Braunkohleregionen – Entwicklungen in der Lausitz, dem Mitteldeutschen und Rheinischen Revier. Kurzstudie für die Bundestagsfraktion Bündnis 90/Die Grünen. Berlin 1. Juli 2017
- Bartis James T. (2008): Producing Liquid Fuels from Coal. [http://www.rand.org/pubs/research\\_briefs/RB9342/index1.html](http://www.rand.org/pubs/research_briefs/RB9342/index1.html). Aufgerufen am 12.06.2017.
- Baur, F., Noll, F., Wern, B., Vogler, C., Weiler, K., Arnold, K., Carpentier, R., Pietzner, K., Samadi, S., Wane, S., Hiebel, M., Dresen, B., Nühlen, J. (2015): KomInteg – Nachhaltige Integration von Bioenergiesystemen im Kontext einer kommunalen Entscheidungsfindung. Abschlussbericht. Gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages. Saarbrücken/Wuppertal/Oberhausen.
- Bergbau Sachsen (2018): Erkundung und Gewinnung von Erzen und Spaten; Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr <http://www.bergbau.sachsen.de/8205.html>. Aufgerufen am 01.02.2018.
- Blanchard, O., und Gali, J. (2010). Labor markets and monetary policy: A New Keynesian model with unemployment. *American economic journal: macroeconomics*, 2(2), 1-30.
- Brautzsch, H.-U (2016): Dienstleister bestimmen die Dynamik der Beschäftigung. Halle.
- Brautzsch, H.-U.; Ludwig, U. (2003): Gesamtwirtschaftliche Beschäftigungswirkungen von Großinvestitionen, in: Neuere Anwendungsfelder der Input-Output-Analyse in Deutschland, Sonderhefte 4/2003, S. 151-180.
- Brautzsch, H.-U.; Günther, J.; Loose, B.; Ludwig, U.; Nulsch, N. (2015): Can R&D subsidies counteract the economic crisis? – Macroeconomic effects in Germany, in: *Research Policy*, Volume 44, Issue 3, April 2015, S. 623–633.
- Bundesagentur für Arbeit (BA) Regionaldirektion Nordrhein-Westfalen (2016): Gegenläufige Entwicklung. Der Ausbildungs- und Arbeitsmarkt in Nordrhein-Westfalen 2015 / 2016 <https://www3.arbeitsagentur.de/web/wcm/idc/groups/public/documents/webdatei/mdaw/mtm2/~edisp/l6019022dstbai710843.pdf>. Aufgerufen am 11.11.2016.
- Bundesagentur für Arbeit (BA) (2016): Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte nach Wirtschaftszweigen der WZ 2008 und ausgewählten Merkmalen - Tabelle I + II, Stichtag 30.9.2016.
- Bundesagentur für Arbeit (BA) (2017a): Arbeitsmarktstatistik der Bundesagentur für Arbeit, Stand Juni 2017.
- Bundesagentur für Arbeit (BA) (2017b): Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte nach ausgewählten Wirtschaftszweigen der WZ 2008 und der ausgeübten Tätigkeit der KIdB 2010 sowie Auszubildende nach der ausgeübten Tätigkeit der KIdB 2010 in den Braunkohleregionen; Auswertung im Auftrag der IZES gGmbH.
- Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) (2017a): Energieberatung im Mittelstand. Fortbildungsanforderungen ab dem 01.01.2017. Stand 01.03.2017. Eschborn.
- Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) (2017b): Energieberatungen im Mittelstand - Hinweise zur Beraterzulassung, Stand 13.03.2017. Eschborn.
- Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) (2017b): Vor-Ort-Beratung Anforderungen an die Zusatzqualifikation von Energieberatern im Rahmen des Förderprogramms; Stand 03.07.2017. Eschborn.
- Bundesanstalt für Geowissenschaft und Rohstoffe (BGR) (2016): Deutschland – Rohstoffsituation 2016. Hannover im November 2016.
- Bundesanzeiger 2018: Unternehmensregister, ROMONTA GmbH - Jahresabschluss zum Geschäftsjahr vom 01.01.2016 bis zum 31.12.2016; abgerufen im Internet 25.05.2018: <https://www.unternehmensregister.de/ureg/result.html;jsessionid=0D30318F0981D5214A39E8B3E3AFADA1.web01-1?submitaction=showDocument&id=20348537>

- Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBR 2014) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung: GRW-Fördergebiete und Mittelaufteilung, Fachbeitrag Juli 2014; <http://www.bbr.bund.de/BBSR/DE/Raumentwicklung/StrukturAusgleichspolitik/Projekte/FoerdergebieteMittelaufteilung/FoerdergebieteMittelaufteilung.html> .. Aufgerufen am 28.11.2017.
- Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR 2015) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung: Die Raumordnungsprognose 2035 nach dem Zensus. BBSR-Analysen Kompakt, Nr. 6. 2015.
- Bundesministerium der Justiz (BMJ) (2007): Gesetz zur Finanzierung der Beendigung des subventionierten Steinkohlenbergbaus zum Jahr 2018 (Steinkohlefinanzierungsgesetz).
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (2010): Ideen.Innovation.Wachstum. Hightech-Strategie 2020 für Deutschland. <http://www.ibbnetzwerk-gmbh.com/fileadmin/Content/Foerderprogramme%20und%20pdfs/BMBF%20-%20Ideen.Innovation.Wachstum%20Hightec2020%202010.pdf>. Aufgerufen am 12.06.2017.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMUB) (2000a): Atomkonsens, Umwelt Nr. 7-8/ 2000, S. I bis IX (Sonderteil).
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMUB) (2000b): Pressemitteilung des Bundesumweltministeriums vom 27. Januar 2000.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) (2012): Information zur Sanierung der Altlasten des Braunkohlebergbaus in den neuen Ländern. Stand Oktober 2012. [http://www.bmub.bund.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/braunkohlesanierung\\_2012\\_bf.pdf](http://www.bmub.bund.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/braunkohlesanierung_2012_bf.pdf). Aufgerufen am 04.10.2017.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) (2016): Klimaschutzplan 2050 – Klimapolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung, Kabinettsbeschluss. Stand November 2016. Berlin.
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) (2017): Längenstatistik der Straßen des überörtlichen Verkehrs, Stand: 1. Januar 2016. Statistischer Bericht 10, Ausgabe Juli 2016. Berlin.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) (2010): Rohstoffstrategie der Bundesregierung. Sicherung einer nachhaltigen Rohstoffversorgung Deutschlands mit nicht-energetischen mineralischen Rohstoffen. <http://www.rohstoffwissen.org/fileadmin/downloads/160720.rohstoffstrategie-der-bundesregierung.pdf>. Aufgerufen am 12.06.2017.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2016a): Strom 2030. Langfristige Trends – Aufgaben für die kommenden Jahre. Impulspapier. Berlin.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2016b): Das deutsche Gas-Fernleitungsnetz im Überblick. <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Bilder/Energie/gas-fernleitungsnetz-im-ueberblick.html>. Aufgerufen am 02.10.2017.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2017a): Antwort auf die Schriftliche Frage an die Bundesregierung im Monat Januar 2017, Fragen Nr. 260 und 261 vom 07.02.2017
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2017b): Energiedaten: Gesamtausgabe. Berlin.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2017c): EFRE und ESF. <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Europa/efre-und-esf.html> . Aufgerufen am 02.10.2017.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2018): Strukturwandel in den Braunkohleregionen. <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Wirtschaft/strukturwandel-in-den-braunkohleregionen.html>. Aufgerufen am 09.02.2018
- Bundesnetzagentur (BNetzA) (2015): EEG-Statistikbericht 2015. [https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen\\_Institutionen/ErneuerbareEnergien/ZahlenDatenInformationen/StatistikberichtEEG2010pdf.pdf](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/ErneuerbareEnergien/ZahlenDatenInformationen/StatistikberichtEEG2010pdf.pdf); Aufgerufen am 02.10.2017.
- Bundesnetzagentur (BNetzA) (2010): EEG-Statistikbericht 2010. [https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen\\_Institutionen/ErneuerbareEnergien/ZahlenDatenInformationen/EEGinZahlen\\_2015.xlsx](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/ErneuerbareEnergien/ZahlenDatenInformationen/EEGinZahlen_2015.xlsx); Aufgerufen am 02.10.2017.
- Bundesnetzagentur (BNetzA) (2017a): PV-Datenmeldungen. [https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen\\_Institutionen/ErneuerbareEnergien/ZahlenDatenInformationen/EEG\\_Registerdaten/EEG\\_Registerdaten\\_node.html;jsessionid=DB5F653F2F3B0630A39F380874E95931](https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/ErneuerbareEnergien/ZahlenDatenInformationen/EEG_Registerdaten/EEG_Registerdaten_node.html;jsessionid=DB5F653F2F3B0630A39F380874E95931). Aufgerufen am 01.09.2017.
- Bundesnetzagentur (BNetzA) (2017b): EEG-Anlagenstammdaten. [https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen\\_Institutionen/ErneuerbareEnergien/ZahlenDatenInformationen/EEG\\_Registerdaten/EEG\\_Registerdaten\\_node.html;jsessionid=DB5F653F2F3B0630A39F380874E95931](https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/ErneuerbareEnergien/ZahlenDatenInformationen/EEG_Registerdaten/EEG_Registerdaten_node.html;jsessionid=DB5F653F2F3B0630A39F380874E95931). Aufgerufen am 01.09.2017.
- Bundesverband Solarwirtschaft e.V. (2017): Entwicklung des deutschen PV-Marktes. Auswertung und grafische Darstellung der Meldedaten der Bundesnetzagentur – Stand 31.1.2017; [https://www.solarwirtschaft.de/fileadmin/user\\_upload/BNetzA-Daten\\_Jan\\_Dez\\_2016\\_kurz.pdf](https://www.solarwirtschaft.de/fileadmin/user_upload/BNetzA-Daten_Jan_Dez_2016_kurz.pdf) . Aufgerufen am 01.03.2017.

- Bundesverband WindEnergie (BWE) (2017a): Statistiken. Stand: 31. Dezember 2016. <https://www.wind-energie.de/themen/statistiken/bundeslaender>. Aufgerufen am 12.06.2017.
- Bundesverband WindEnergie (BWE) (2017b): Landes- und Regionalverbände. <https://www.wind-energie.de/verband/landes-und-regionalverbaende>. Aufgerufen am 01.09.2017.
- Bundesverfassungsgericht (BVerfG) (2016): Leitsätze zum Urteil des Ersten Senats vom 06. Dezember 2016. 1 BvR 2821/11 - Rn. (1-407). [http://www.bverfg.de/e/rs20161206\\_1bvr282111.html](http://www.bverfg.de/e/rs20161206_1bvr282111.html). Aufgerufen am 22.08.2017.
- Bund-Länder-Geschäftsstelle für die Braunkohlesanierung (2017): Finanzkontrolle: Steuerungs- und Budgetausschuss (StuBA). <https://www.lmbv.de/index.php/StuBA.html>. Aufgerufen am 18.10.2017.
- Buttermann, H.-G.; Baten, T. (2013): Wirtschaftlichkeit des Neubaus von Braunkohlekraftwerken. Energiewirtschaftliche Tagesfragen, 63. Jahrgang, Heft 4/2013. Essen. S.46-51.
- Dao, M., D. Furceri, and P. Loungani. Regional labor market adjustments in the United States. No. 14-211. International Monetary Fund, 2014.
- Deutsche Energie-Agentur, Institut für Wohnen und Umwelt (2010): dena-Sanierungsstudie. Teil 1: Wirtschaftlichkeit energetischer Modernisierung im Mietwohnungsbestand. Begleitforschung zum dena-Projekt „Niedrigenergiehaus im Bestand“. Berlin.
- Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V. (2017): EnergyMap. [http://www.energymap.info/download/eeg\\_anlagenregister\\_2015.08.utf8.csv.zip](http://www.energymap.info/download/eeg_anlagenregister_2015.08.utf8.csv.zip). Aufgerufen am 01.09.2017.
- Deutscher Bundestag (2001): Gesetzentwurf der Fraktionen SPD und BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN. Entwurf eines Gesetzes zur geordneten Beendigung der Kernenergienutzung zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität. Drucksache 14/6890 vom 11.09.2001. <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/14/068/1406890.pdf>. Aufgerufen am 22.08.2017.
- Deutscher Bundestag (2011a): Gesetzentwurf der Fraktionen der CDU/CSU und FDP. Entwurf eines Dreizehnten Gesetzes zur Änderung des Atomgesetzes. Drucksache 17/6060 vom 06. 06. 2011. <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/17/060/1706070.pdf>. Aufgerufen am 22.08.2017.
- Deutscher Bundestag (2011b): Gesetzentwurf der Bundesregierung. Entwurf eines Dreizehnten Gesetzes zur Änderung des Atomgesetzes. Drucksache 17/6246 vom 22.06.2011. <http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/17/062/1706246.pdf>. Aufgerufen am 22.08.2017.
- Die Bund-Länder-Geschäftsstelle für die Braunkohlesanierung (GS StuBA) (Hrsg.) (2012): 20 Jahre Verwaltungsabkommen Braunkohlesanierung. Gesichter und Geschichten der Braunkohlesanierung. [http://www.braunkohlesanierung.de/docs/112\\_broschuere\\_20\\_Jahre\\_stuba.pdf](http://www.braunkohlesanierung.de/docs/112_broschuere_20_Jahre_stuba.pdf). Aufgerufen am 05.09.2016.
- Droege, P.; Radzi, A. (Hrsg.) (2016): Lausitz im Wandel. Visionen für eine Region – Lusatia in Transition. Visions for a Region, Studio Lusatia, Verleger: Universität Liechtenstein.
- Europäischer Fonds für regionale Entwicklung Nordrhein-Westfalen (EFRE NRW) (2018): Liste der Vorhaben. <https://www.efre.nrw.de/daten-fakten/liste-der-vorhaben/>. Aufgerufen am 08.02.2018
- Europäischer Sozialfonds Nordrhein-Westfalen (ESF NRW) (2018): Liste der Vorhaben. [https://www.mags.nrw/sites/default/files/asset/document/esf\\_liste\\_der\\_vorhaben.xlsx](https://www.mags.nrw/sites/default/files/asset/document/esf_liste_der_vorhaben.xlsx). Aufgerufen am 08.02.2018
- E3G (2015): Zukunftsperspektive für die Lausitz – Was kommt nach der Kohle?, Third Generation Environmentalism Ltd, London
- EnergieeffizienzExperten (2017): EnergieeffizienzExperten für Förderprogramme des Bundes. <https://www.energie-effizienz-experten.de/sie-sindbauherr/expertensuche/>. Aufgerufen am 01.03.2017.
- Energy Environment Forecast Analysis Forschungsinstitut (EEFA) (2010): Bedeutung der rheinischen Braunkohle – sektorale und regionale Beschäftigungs- und Produktionseffekte. Untersuchung im Auftrag der RWE Power AG. Energie und Umwelt Analysen 43. Münster/Berlin.
- Energy Environment Forecast Analysis Forschungsinstitut (EEFA) (2011): Die Rolle der Braunkohlenindustrie für die Produktion und Beschäftigung in Deutschland. Münster.
- Enervis (2016): Gutachten: Sozialverträgliche Ausgestaltung eines Kohlekonsums. Präsentation bei Verdi. September 2016. Berlin.
- Europäische Metropolregion Mitteldeutschland Management GmbH: Ziele; <http://www.mitteldeutschland.com/de/page/ziele>. Aufgerufen am 28.11.2017.
- Europäische Kommission (2009): Press Release 28.03.2012: [http://europa.eu/rapid/press-release\\_IP-12-319\\_de.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_IP-12-319_de.htm)
- Europäische Kommission (2012): Press Release 28.03.2012: [http://europa.eu/rapid/press-release\\_IP-12-319\\_de.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_IP-12-319_de.htm)
- Europäische Kommission (2016) Pressemitteilung der EU-Kommission vom 22. September 2016: Mergers: Commission clears acquisition of Vattenfall Europe Generation and Vattenfall Europe Mining by EPH and PPF Investments.
- Europäische-Kommission (2017a): Conference: Coal Regions in Transition Platform; <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/oil-gas-and-coal/coal-and-other-solid-fuels>. Aufgerufen am 08.02.2017.

- Europäische Kommission (2017b): Regionalpolitik – Prioritäten im Zeitraum 2014 – 2020. [http://ec.europa.eu/regional\\_policy/de/policy/how/priorities](http://ec.europa.eu/regional_policy/de/policy/how/priorities). Aufgerufen am 28.11.2017
- Europäischer Sozialfonds (ESF); Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Soziales des Landes Nordrhein-Westfalen (2014): Operationelle Programme in Rahmen des Ziels „Investitionen in Wachstum und Beschäftigung“. [https://www.mags.nrw/sites/default/files/asset/document/esf\\_op\\_nrw\\_2014\\_2020.pdf](https://www.mags.nrw/sites/default/files/asset/document/esf_op_nrw_2014_2020.pdf) . Aufgerufen am 12.06.2017.
- Eurostat (2017): Population on 1st January by age, sex and type of projection: [http://ec.europa.eu/eurostat/web/products-datasets/-/proj\\_15npps](http://ec.europa.eu/eurostat/web/products-datasets/-/proj_15npps). Aufgerufen am 19.06.2017.
- Flauger, J. (2015) Schmutziges Geschäft mit Braunkohle. Handelsblatt vom 26.10.2015. <http://www.handelsblatt.com/my/unternehmen/industrie/schmiergeld-verdacht-bei-mibrag-verkauf-schmutzige-geschaefte-mit-braunkohle/12496158.html?ticket=ST-7007859-m09j5JgEa6tUETemJeAq-ap2>. Aufgerufen am 14.11.2017.
- Gabler (2018): Gabler Wirtschaftslexikon „Erwerbstätige“. <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/erwerbstaetige.html>. Aufgerufen am 01.02.2018
- Gerbaulet, Clemens et al. (2012): Die Zukunft der Braunkohle in Deutschland im Rahmen der Energiewende. Politikberatung kompakt 69. [http://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw\\_01.c.412261.de/diwkom\\_pakt\\_2012-069.pdf](http://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.412261.de/diwkom_pakt_2012-069.pdf). 09.09.2017.
- German Trade and Invest (2012): Germany's Chemical Industry Pipeline Network. <https://www.gtai.de/GTAI/Content/EN/Invest/SharedDocs/Downloads/GTAI/Maps/C-H/map-pipelines-for-germany-chemistry.pdf?v=4>. Aufgerufen am 12.06.2017.
- Gesellschaft Deutscher Chemiker e.V. (GDCh), DECHEMA, DGMK, VCI (2010): Change in the Raw Materials Base. Frankfurt. August 2010. [http://dechema.de/dechema\\_media/Positionspapier\\_Rohstoffbasis\\_en-p-3281.pdf](http://dechema.de/dechema_media/Positionspapier_Rohstoffbasis_en-p-3281.pdf). Aufgerufen am 12.06.2017.
- Grossmann, V., Schäfer, A., Steger, T., & Fuchs, B. (2017). Reversal of Migration Flows: A Fresh Look at the German Reunification. Journal of International Economics.
- Grüne Liga Umweltgruppe Cottbus (2017): Cottbus: Stadt der Kohlelobby steigt aus der Braunkohle aus. Stadtwerke ersetzen Braunkohle-Heizkraftwerk durch Gasanlage. <http://www.kein-tagebau.de/index.php/de/aktuell/333-cottbus-stadt-der-kohlelobby-steigt-aus-der-braunkohle-ausm>. Aufgerufen am 12.06.2017.
- Haubofd-Rosar, M.; Schwarzenberg, A. (2009): Landwirtschaftliche Rekultivierung im Braunkohlentagebau Jämschwalde durch die Vattenfall Europe Mining AG. <http://www.fib-finsterwalde.de/files/pdf/Veroeffentlichungen/12.pdf>. Aufgerufen am 12.06.2017.
- HaushaltsSteuerung.de (2017): Staatsschulden in Deutschland. Portal zur öffentlichen Haushalts- und Finanzwirtschaft. <http://www.haushaltssteuerung.de/staatsverschuldung-deutschland.html> . Aufgerufen am 10.07.2017.
- Heck, P., Weiler, K., Wern, B. (2003): Rechtliche Erläuterungen zum Aufbau von kompletten Stoffstromketten im Rahmen von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen nach §19 ff BNatSchG. Erstellung einer Konzeption zur optimierten Nutzung von Biomasse aus ökologischen Saumstrukturen und extensiven Grasanbau im Rahmen von naturschutzrechtlichen Kompensationsmaßnahmen. <http://www.fawf.wald-rlp.de/fileadmin/website/fawfseiten/fawf/downloads/Projekte/Seeg/Kompensationsbiomasse.pdf>. Aufgerufen am 12.06.2017.
- Heinisch, K.; Holtemöller, O.; Schult, C. (2018): A Multi-Region Multi-Sector Macroeconomic Model for Germany - An Application to the Coal Phase-Out in Germany, IWH-Diskussionspapier forthcoming.
- Hirschhausen, C. v.; Oei, P (2013): Gutachten zur energiepolitischen Notwendigkeit der Inanspruchnahme der im Teilfeld II des Tagebau Welzow-Süd lagernden Kohlevorräte unter besonderer Berücksichtigung der Zielfunktionen der Energiestrategie 2030 des Landes Brandenburg. Studie im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz. Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung Berlin. Berlin.
- Hristov, N. (2016). The Ifo DSGE Model for the German Economy (No. 210). ifo Working Paper.
- Holub, H.-W.; Schnabl, H. (1994): Input-Output-Rechnung: Input-Output-Analyse. München/Wien.
- Holtemöller, O. et al. (2011): A Federal Long-run Projection Model for Germany, IWH-Diskussionspapier 2011/12. Halle.
- Holtemöller, O. et al. (2017): Konjunktur aktuell: Aufschwung in Deutschland und in der Welt, in: Konjunktur aktuell, Jg. 5, 2017, 6, 113-114.
- Horst, J. (2018): Antwort der Statistik der Kohlenwirtschaft e.V. auf eine schriftliche Anfrage zu Differenzen zwischen den Angaben der Statistik der Kohlenwirtschaft und der Bundesagentur für Arbeit. Antwort per Email vom 22.03.2018
- Hosang, M. (2011): Kritik der Demografie. Warum verliert die Oberlausitz ihre Kinder? Was tun?. Görlitzer Forschungsbeiträge zu regionalen Transformationsprozessen: Die Neue Region - Gesellschaftliches Labor für gelingendes Leben. Peter Lang. Bern.
- Höök, M.; Aleklett, K. (2009): A review on coal-to-liquid fuels and its coal consumption. International Journal of Energy Research. <https://sverigeradio.se/diverse/appdata/isidor/files/3345/12009.pdf>. Aufgerufen am 12.06.2017.

- HYPOS (2018): Das Innovationsprojekt. <http://www.hypos-eastgermany.de/das-innovationsprojekt/>. Aufgerufen am 09.02.2018.
- IBA Fürst-Pückler-Land (ohne Jahresangabe): Internationale Bauausstellung. 2000-2010. IBA Fürst-Pückler-Land. Werkstatt für neue Landschaften. <https://www.open-iba.de/geschichte/2000-2010-iba-furst-puckler-land/>. Aufgerufen am 10.12.2017.
- Ifo Institut (2013): Industrie- und Wirtschaftsregion Lausitz: Bestandsaufnahme und Perspektiven. Studie im Auftrag der Wirtschaftsinitiative Lausitz e.V. Dresden.
- Innogy Gas Storage NWE (2017): Unsere Speicher. <https://innogy-gasstorage-nwe.com/web/cms/de/3267954/innogy-gas-storage-nwe/ueber-uns/unsere-speicher/>. Aufgerufen am 03.09.2017.
- Innovationsregion Rheinisches Revier GmbH (IRR) (Hrsg.) (2013): Bericht: Potenzialanalyse zur intelligenten Spezialisierung der Innovationsregion Rheinisches Revier (IRR). [http://rheinisches-revier.de/fileadmin/user\\_upload/pdf/allgemein/130617\\_Kurzfassung\\_Potenzialanalyse\\_IRR\\_komplett.pdf](http://rheinisches-revier.de/fileadmin/user_upload/pdf/allgemein/130617_Kurzfassung_Potenzialanalyse_IRR_komplett.pdf). Aufgerufen am 29.10.2017.
- Innovationsregion Rheinisches Revier GmbH (IRR) (2017): Homepage. <http://rheinisches-revier.de/home/>. Aufgerufen am 15.09.2017.
- Institut der deutschen Wirtschaft Köln (2017): Deutschland in Zahlen 2017. Verkehrswege. Köln.
- Institut für Wirtschaftsforschung (IWH) (2011): Landesweite und lokale Wirksamkeit der geförderten Projekte im Rahmen des Konjunkturpakets II in Sachsen-Anhalt. Gutachten im Auftrag der Investitionsbank Sachsen-Anhalt. Halle.
- Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) (2010): Kommunale Wertschöpfung durch Erneuerbare Energien. Berlin. [https://www.ioew.de/fileadmin/user\\_upload/BILDER\\_und\\_Downloaddateien/Publikationen/2010/STUDIE\\_IOEW\\_ZEE\\_Kommunale\\_Wertschoepfung\\_durch\\_Erneuerba.pdf](https://www.ioew.de/fileadmin/user_upload/BILDER_und_Downloaddateien/Publikationen/2010/STUDIE_IOEW_ZEE_Kommunale_Wertschoepfung_durch_Erneuerba.pdf). Aufgerufen am 12.06.2017.
- Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) (2017a): Online Wertschöpfungsrechner. <http://www.kommunal-erneuerbar.de/de/kommunale-wertschoepfung/rechner.html>. Aufgerufen am 12.06.2017.
- Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) (2017b): Mehrwert einer regionalen Energiewende im Lausitzer und im Rheinischen Revier. Wertschöpfungs- und Beschäftigungspotenziale durch den Ausbau von Photovoltaik und Windenergie. Berlin. [https://www.greenpeace-energy.de/fileadmin/docs/publikationen/Studien/Studie\\_GPE-IoEW\\_Jobs\\_BK\\_u.\\_EE\\_fina.pdf](https://www.greenpeace-energy.de/fileadmin/docs/publikationen/Studien/Studie_GPE-IoEW_Jobs_BK_u._EE_fina.pdf). Aufgerufen am 12.06.2017.
- Institut für Wohnen und Umwelt (IWU); Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung (IFAM) (2016): Monitoring der KfW-Programme „Energieeffizient Sanieren“ und „Energieeffizient Bauen“ 2015. Im Auftrag der KfW-Bankengruppe. Darmstadt/Bremen.
- International Energy Agency (IEA) (2013): Production Costs of alternative transportation fuels. Influence of Crude Oil Price and Technology Maturity. Paris. [https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/FeaturedInsights\\_Alternative-Fuel\\_FINAL.pdf](https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/FeaturedInsights_Alternative-Fuel_FINAL.pdf). Aufgerufen am 12.06.2017.
- International Energy Agency (IEA) (2016): World Energy Outlook 2016.
- Investitions- und Marketinggesellschaft Sachsen-Anhalt mbH (IMG) (2017): Bundeswasserstrassen in Sachsen-Anhalt. Wasserwege. <http://www.logistik-sachsen-anhalt.de/infrastruktur/wasser>. Aufgerufen am 12.06.2017.
- Institut für Wirtschaftsforschung (IWH); Kiel Economics Research & Forecasting (2015): Ökonomische Wirksamkeit der Konjunkturstützenden finanzpolitischen Maßnahmen der Jahre 2008 und 2009. Forschungsvorhaben im Auftrag des Bundesministeriums der Finanzen. IWH Online 4/2015. Halle/Kiel.
- Institut für ZukunftsEnergieSysteme gGmbH (IZES) (2014): Regionale Konzepte zum Ausbau der Bioenergieerzeugung aus Holz – nachhaltige und energieeffiziente Strategieentwicklung unter besonderer Berücksichtigung der Holzkaskadennutzung, Endbericht. Saarbrücken/Heidelberg/Münster.
- Institut für ZukunftsEnergieSysteme gGmbH (IZES) (2016): Biogas – Quo vadis? Endbericht. Saarbrücken.
- Johannsen, F. (2016): Mibrag streicht in Profen mehr als 300 Jobs. 06.10.2016. Leipziger Volkszeitung. <http://www.lvz.de/Mitteldeutschland/Wirtschaft/Mibrag-streicht-in-Profen-mehr-als-300-Jobs>. Aufgerufen am 17.08.2017.
- Kluge et al. (2014): Industrie- und Wirtschaftsraum Lausitz: Bestandsaufnahme und Perspektiven (ifo Dresden Studien Nr. 71). München: ifo Institut, Niederlassung Dresden. Online verfügbar: [www.cesifo-group.de/DocDL/ifo\\_Dresden\\_Studien\\_71.pdf](http://www.cesifo-group.de/DocDL/ifo_Dresden_Studien_71.pdf); letzter Abruf am 17.08.2017.
- Kölnische Rundschau (2013): Zeitung: „Romonta“ will neues Braunkohlefeld erschließen. <http://www.rundschau-online.de/zeitung--romonta--will-neues-braunkohlefeld-erschliessen-6650938>. Aufgerufen am 12.06.2017.
- Kühntopf, S.; Stedtfeld, S. (2012): Wenige junge Frauen im ländlichen Raum: Ursachen und Folgen der selektiven Abwanderung in Ostdeutschland. Bundes Institut für Bevölkerung. Diskussionspapier 3/2012. Wiesbaden.
- Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH (LMBV) (2016): Daten und Fakten. [https://www.lmbv.de/index.php/Daten\\_Fakten.html](https://www.lmbv.de/index.php/Daten_Fakten.html). Aufgerufen am 12.06.2017.

- Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH (LMBV) (2017): Aktive Beschäftigte im DEBRIV-Vergleich, [https://www.lmbv.de/files/LMBV/Fotos/CMS-Fotos/DIVERSE\\_Fotos/DEBRIV\\_Beschaeftigte\\_Braunkohlenindustrie\\_02\\_2017.jpg](https://www.lmbv.de/files/LMBV/Fotos/CMS-Fotos/DIVERSE_Fotos/DEBRIV_Beschaeftigte_Braunkohlenindustrie_02_2017.jpg). Aufgerufen am 11.10.2017.
- Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH (LMBV) (2017a): Einblicke. Sanierung, Sicherung und Rekultivierung von Bergwerken und Tagebauen, Senftenberg, Stand: 2017, in: [https://www.lmbv.de/index.php/Publikationen.html?file=files/LMBV/Publikationen/Publikationen%20Zentrale/Publikationen%20Diverse/LMBV\\_Einblicke\\_2017\\_deutsch\\_englisch.pdf](https://www.lmbv.de/index.php/Publikationen.html?file=files/LMBV/Publikationen/Publikationen%20Zentrale/Publikationen%20Diverse/LMBV_Einblicke_2017_deutsch_englisch.pdf). Aufgerufen am 19.10.2017.
- Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH (LMBV) (2017b): Erläuterung der Inhalte des Verwaltungsabkommens, in: <https://www.lmbv.de/index.php/Verwaltungsabkommen.html>. Aufgerufen am 17.10.2017.
- Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH (LMBV) (2017c): Finanzkontrolle: Steuerungs- und Budgetaushuß (StuBA). <https://www.lmbv.de/index.php/StuBA.html>. Aufgerufen am 17.10.2017.
- Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH (LMBV) (2017d): Sanierungsbericht 2016. <https://www.lmbv.de/index.php/Sanierungsberichte.html>. Aufgerufen am 19.6.2017.
- Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH (LMBV) (2017e): Unternehmen LMBV. Projektträgerin der Braunkohlesanierung. <https://www.lmbv.de/index.php/unternehmen-lmbv.html>. Aufgerufen am 19.6.2017.
- Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH (LMBV) (2017f): Geschäftsbericht 2016.
- Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH (LMBV) (2017g): Sanierungsberichte. <https://www.lmbv.de/index.php/Sanierungsberichte.html>. Aufgerufen am 01.06.2017.
- Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH (LMBV) (2017h): Verwaltungsabkommen VI Braunkohlesanierung. Fünftes ergänzendes Verwaltungsabkommen zum Verwaltungsabkommen über die Regelung der Finanzierung der ökologischen Altlasten (VA Altlastenfinanzierung) in der Fassung vom 10. Januar 1995 über die Finanzierung der Braunkohlesanierung in den Jahren 2018 bis 2022 (VA VI Braunkohlesanierung) vom 2. Juni 2017 <https://www.lmbv.de/index.php/Verwaltungsabkommen.html?file=files/LMBV/Dokumente/Verwaltungsabkommen/Verwaltungsabkommen%20VA%20VI%20-%20Quelle%20BMF.pdf>. Aufgerufen am 17.10.2017.
- Leuschner (2018): EG-Kommission für drastischen Subventionsabbau bei Steinkohle; Energie-Chronik 92110; <http://www.energie-chronik.de/921106.htm>. Aufgerufen am 01.02.2018
- Liechtenstein Institute for Strategic Development (2016): Strukturwandel Lausitz: Bilder einer Zukunft für Peitz und Region. Donnerstag, 8. September 2016. [http://www.evkirchenkreis-cottbus.de/fileadmin/ekbo/mandant/evkirchenkreis-cottbus.de/news/08.09.\\_Strukturwandel\\_Tagungseinladung.pdf](http://www.evkirchenkreis-cottbus.de/fileadmin/ekbo/mandant/evkirchenkreis-cottbus.de/news/08.09._Strukturwandel_Tagungseinladung.pdf). Aufgerufen am 20.10.2017.
- Logistik.NRW Cluster Nordrhein Westfalen (2017): Infrastruktur: Schell überall hin – national und international. <http://www.log-it-club.de/logistikstandortnrw/zahlen-daten-fakten/infrastruktur/>. Aufgerufen am 08.06.2017.
- Lorenz, C. et al. (2016): Atomkraft ist nicht wettbewerbsfähig – Auch im Vereinigten Königreich und Frankreich ist Klimaschutz ohne Atomkraft möglich. DIW Wochenbericht Nr. 44/2016. Berlin. S. 1047-1054.
- Markwardt, G. Mißler-Behr, M., Schuster, H., Zundel, S., Hedderoth, J. (2016): Strukturwandel in der Lausitz. Wissenschaftliche Auswertung der Potentialanalyse der Wirtschaft der Lausitz ab 2010. Studie im Auftrag der Innovationsregion Lausitz GmbH.
- Matthes, F. (2014): Die Klimaschutzlücke 2020 im Lichte der Erkenntnisse aus den politikorientierten Szenario-Modellierungen. Vortrag auf der Fachtagung „Energiewende und Klimaschutz: Wie kann die Lücke zum 40%-Klimaschutzziel für 2020 geschlossen werden“ am 21. Oktober 2014. Berlin.
- Metropolregion (2018): Regionalkunde Ruhrgebiet; [http://www.ruhrgebiet-regionalkunde.de/html/aufstieg\\_und\\_rueckzug\\_der\\_montanindustrie/verbundwirtschaft\\_der\\_montanindustrie/chemische\\_industrie\\_verbund.php%3Fp=2,1.html](http://www.ruhrgebiet-regionalkunde.de/html/aufstieg_und_rueckzug_der_montanindustrie/verbundwirtschaft_der_montanindustrie/chemische_industrie_verbund.php%3Fp=2,1.html). Aufgerufen 01.02.2018
- Metropolregion Mitteldeutschland (2016a): Projektgruppe „Gewässerlandschaft Mitteldeutschland“. <http://www.mitteldeutschland.com/de/page/pg-gewaesserlandschaft-mitteldeutschland>. Aufgerufen am 26.01.2017.
- Metropolregion Mitteldeutschland (2016b): Projektgruppe „Innovation im Revier“. <http://www.mitteldeutschland.com/de/page/projektgruppe-innovation-im-revier>. Aufgerufen am 16.10.2017.
- Meyer, B.; Küchler, S.; Hölzinger, O. (2010): Staatliche Förderungen der Stein- und Braunkohle im Zeitraum 1950-2008. Forum ökologisch-soziale Marktwirtschaft e.V. (FÖS). Berlin.
- Meyer, B., Appelt, J., Baitalow, F., Boblenz, K., Gutte, H., Keller, F., Krzack, S., Laugwitz, A., Pardemann, R., Schiffer, L., Wolfersdorf, Ch. (2013): Gutachten für den Landtag Nordrhein-Westfalen. "Stoffliche Nutzung von Braunkohle". [https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/GB\\_I/I.1/EK/16.WP/EK\\_II/EK\\_II\\_-\\_Info\\_16-402-TU\\_Freiberg.pdf](https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/GB_I/I.1/EK/16.WP/EK_II/EK_II_-_Info_16-402-TU_Freiberg.pdf). Aufgerufen am 8.6.2017.
- Millard, S. (2011): An Estimated DSGE Model of Energy, Costs and Inflation in the United Kingdom (July 26, 2011). Bank of England Working Paper No. 432. <https://ssrn.com/abstract=1898065>. Aufgerufen am 11.12.2017.

- Ministerium des Inneren und für Kommunales des Landes Brandenburg (MIK) (2016): Pressemitteilung vom 05.10.2016. Potsdam. [http://www.mik.brandenburg.de/wp\\_verwalt/vorschlag-zum-neuzuschnitt-der-kreise](http://www.mik.brandenburg.de/wp_verwalt/vorschlag-zum-neuzuschnitt-der-kreise) . Aufgerufen am 20.10.2016.
- Ministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit, Frauen und Familie des Landes Brandenburg (MASGF) (2014): Operationelles Programm des Landes Brandenburg für den Europäischen Sozialfonds (ESF) in der Förderperiode 2014–2020. [http://www.esf.brandenburg.de/media\\_fast/667/ESF-1554-001%20Langfassung%20ESF-OP\\_v4.pdf](http://www.esf.brandenburg.de/media_fast/667/ESF-1554-001%20Langfassung%20ESF-OP_v4.pdf). Aufgerufen am 12.06.2017.
- Ministerium für Landesentwicklung und Verkehr des Landes Sachsen-Anhalt (MLV) (2014): Operationelles Programm für den Europäischen Sozialfonds des Landes Sachsen-Anhalt 2014 – 2020. [https://ms.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik\\_und\\_Verwaltung/MS/MS/5\\_Arbeitsmarktprogramm/operationelles\\_programm\\_europaeischer\\_sozaifonds\\_sachsen\\_anhalt\\_2014\\_2020.pdf](https://ms.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MS/MS/5_Arbeitsmarktprogramm/operationelles_programm_europaeischer_sozaifonds_sachsen_anhalt_2014_2020.pdf). Aufgerufen am 12.09.2017.
- Ministerium für Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen (VM) (2017): Daten und Fakten. [http://www.vm.nrw.de/verkehr/schiffahrt/Daten\\_und\\_Fakten/index.php](http://www.vm.nrw.de/verkehr/schiffahrt/Daten_und_Fakten/index.php). Aufgerufen am 20.09.2017.
- Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (MWIDE) (2013): Förderung von Unternehmen; abgerufen im Internet unter: <https://www.wirtschaft.nrw/foerderung-von-unternehmen-rwp>. Aufgerufen am 12.06.2017.
- Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (MWIDE) (2014): Operationales Programm NRW 2014-2020 für den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung „Investitionen in Wachstum und Beschäftigung“. [https://www.efre.nrw.de/fileadmin/user\\_upload/EFRE-Programm/OP\\_Version\\_final\\_Internet\\_01.pdf](https://www.efre.nrw.de/fileadmin/user_upload/EFRE-Programm/OP_Version_final_Internet_01.pdf) . Aufgerufen am 12.06.2017.
- Ministerium für Wirtschaft und Energie des Landes Brandenburg (MWE) (2014): Operationelles Programm des Landes Brandenburg für den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) in der Förderperiode 2014-2020. [http://www.efre.brandenburg.de/media\\_fast/4055/OP\\_EFRE\\_2014\\_2020.pdf](http://www.efre.brandenburg.de/media_fast/4055/OP_EFRE_2014_2020.pdf). Aufgerufen am 12.06.2017.
- Ministerium für Wirtschaft und Europaangelegenheiten des Landes Brandenburg (MWE) (2017): Grundsatzpapier „Gemeinsam für die Zukunft der Industrieregion Lausitz“. <https://www.brandenburg.de/media/bb1.a.3780.de/LausitzGrundsatzpapier.pdf>. Aufgerufen am 16.10.2017.
- Müller, V. (2014): Baden in der Braunkohlegrube. Süddeutsche Zeitung. <http://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/renaturierung-baden-in-der-braunkohlegrube-1.2004029> . Aufgerufen am 19.6.2017.
- Neue Rhein/Neue Ruhr Zeitung (NRZ) (2017): Rückbau des Kraftwerks Voerde soll bis zu drei Jahren dauern. <https://www.nrz.de/staedte/dinslaken-huenxe-voerde/rueckbau-des-kraftwerks-voerde-soll-bis-zu-drei-jahre-dauern-id210159665.html> .. Aufgerufen am 12.06.2017.
- Neue Westfälische Zeitung (NWZ) (2014): Rückbau des AKW Würgassen nach 17 Jahren abgeschlossen. [http://www.nw.de/lokal/kreis\\_hoexter/beverungen/beverungen/11276380\\_Rueckbau-des-AKW-Wuergassen-nach-17-Jahren-abgeschlossen.html](http://www.nw.de/lokal/kreis_hoexter/beverungen/beverungen/11276380_Rueckbau-des-AKW-Wuergassen-nach-17-Jahren-abgeschlossen.html). Aufgerufen am 12.06.2017.
- OECD (2017), Labour force participation rate (indicator). doi: 10.1787/8a801325-en. <https://data.oecd.org/emp/labour-force-participation-rate.htm>. Aufgerufen am 09.01.2016.
- Oei, P.-Y. et al. (2014): Braunkohleausstieg – Gestaltungsoptionen im Rahmen der Energiewende. DIW Berlin. Politikberatung kompakt 84. Berlin.
- Öko-Institut (2015): Klimaschutzszenario 2050. 2. Endbericht. <http://www.oeko.de/oekodoc/2451/2015-608-de.pdf> . Aufgerufen am 28.06.2016.
- Öko-Institut, BET, Klinski (2017): Klimaschutz im Stromsektor 2030 – Vergleich von Instrumenten zur Emissionsminderung. Climate Change 02/2017. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/klimaschutz-im-stromsektor-2030-vergleich-von> . Aufgerufen am 01.03.2018
- Öko-Institut (2017a): Überprüfung der Emissionsminderung 2020 im Projektionsbericht 2017. <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Memo-Ueberpruefung-Emissionsminderung-2020.pdf>. Aufgerufen am 07.12.2017.
- Öko-Institut (2017b): Die deutsche Braunkohlenwirtschaft. Historische Entwicklungen, Ressourcen, Technik, wirtschaftliche Strukturen und Umweltauswirkungen. Studie im Auftrag der Agora-Energiewende und der European Climate Foundation. Berlin.
- Öko-Institut (2017c): Beschäftigungsentwicklung in der der Braunkohlenwirtschaft: Status quo und Projektion bis 2030. Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit; Forschungskennzahl 3716 41 1210; noch unveröffentlicht
- Operationales Programm des Freistaates Sachsen für den Europäischen Fonds für Europäischen Sozialfonds (ESF) im Förderzeitraum 2014 – 2020 (OP ESF Sachsen) (2014): genehmigt am 18.11.2014 durch die Europäische Kommission; <http://www.strukturfonds.sachsen.de/download/ESF-OP-Sachsen-2014-2020.pdf>. Aufgerufen am 01.05.2017.

- Operationales Programm des Freistaates Sachsen für den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung in der Förderperiode 2014-2020 (OP EFRE Sachsen) (2014): genehmigt am 17.11.2014 durch die Europäische Kommission; [http://www.strukturfonds.sachsen.de/download/OP\\_EFRE\\_Sachsen\\_2014-2020.pdf](http://www.strukturfonds.sachsen.de/download/OP_EFRE_Sachsen_2014-2020.pdf). Aufgerufen am 12.06.2017.
- Operationales Programm NRW 2014-2020 für den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung „Investitionen in Wachstum und Beschäftigung“ (OP EFRE NRW) (2014) : genehmigt am 17.10.2014 durch die Europäische Kommission; [https://www.efre.nrw.de/fileadmin/user\\_upload/EFRE-Programm/OP\\_Version\\_\\_final\\_Internet\\_01.pdf](https://www.efre.nrw.de/fileadmin/user_upload/EFRE-Programm/OP_Version__final_Internet_01.pdf). Aufgerufen am 12.06.2017.
- Operationelles Programm des Landes Brandenburg für den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) in der Förderperiode 2014-2020 (OP EFRE BB) (2014) ; abrufbar im Internet unter [http://www.efre.brandenburg.de/media\\_fast/4055/OP\\_EFRE\\_2014\\_2020.pdf](http://www.efre.brandenburg.de/media_fast/4055/OP_EFRE_2014_2020.pdf). Aufgerufen am 12.06.2017.
- Operationelles Programm des Landes Brandenburg für den Europäischen Sozialfonds (ESF) in der Förderperiode 2014–2020 (OP ESF BB) (2014): abrufbar im Internet unter [http://www.esf.brandenburg.de/media\\_fast/667/ESF-1554-001%20Langfassung%20ESF-OP\\_v4.pdf](http://www.esf.brandenburg.de/media_fast/667/ESF-1554-001%20Langfassung%20ESF-OP_v4.pdf). Aufgerufen am 12.06.2017.
- Operationelles Programm für den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) des Landes Sachsen-Anhalt 2014-2020 (OP EFRE ST) (2014) : abrufbar im Internet unter [https://europa.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik\\_und\\_Verwaltung/StK/Europa/ESI-Fonds-Neu\\_2017/Dokumente/EFRE/OP\\_EFRE/2014\\_12\\_22\\_OP-Entwurf\\_EFRE\\_ohne\\_Aenderungsmodus.pdf](https://europa.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/StK/Europa/ESI-Fonds-Neu_2017/Dokumente/EFRE/OP_EFRE/2014_12_22_OP-Entwurf_EFRE_ohne_Aenderungsmodus.pdf). Aufgerufen am 12.06.2017.
- Operationelles Programm für den Europäischen Sozialfonds des Landes Sachsen-Anhalt 2014 – 2020 (OP ESF ST) (2014): [https://ms.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik\\_und\\_Verwaltung/MS/MS/5\\_Arbeitsmarktprogramm/operationelles\\_programm\\_europaeischer\\_sozailfonds\\_sachsen\\_anhalt\\_2014\\_2020.pdf](https://ms.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MS/MS/5_Arbeitsmarktprogramm/operationelles_programm_europaeischer_sozailfonds_sachsen_anhalt_2014_2020.pdf). Aufgerufen am 12.09.2017.
- Prognos AG (2011): Bedeutung der Braunkohle in Ostdeutschland. Auftraggeber Vattenfall Europe Ag. Berlin.
- Prognos AG (2013a): Kompetenzfeldanalyse im Zukunftsdialo g Energieregion Lausitz. Kurzfassung des Endberichts. Studie im Auftrag der Energieregion Lausitz-Spreewald GmbH. Berlin.
- Prognos AG; Verband der Chemischen Industrie e.V. (VCI) (2013b): Die deutsche chemische Industrie in 2030. <https://www.vci.de/vci/downloads-vci/publikation/langfassung-prognos-studie-30-01-2013.pdf> . Aufgerufen am 12.06.2017.
- Prognos AG; EWI; GWS (2014): Entwicklung der Energiemärkte. Energiereferenzprognose. Projekt Nr. 57/12 Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie. Basel/Köln/Osnabrück.
- Prognos AG; InWIS-Institut (2015): Lehren aus dem Strukturwandel im Ruhrgebiet für die Regionalpolitik. Im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi). Bremen/Berlin/Bochum.
- Qian, Y. (2014): Sustainability Assessment of Coal based Energy and Chemical Processes. Guangzhou. [http://www.research.che.utexas.edu/susman/documents/wuhan/NSF%20SM%20Workshop\\_Session%203-2\\_China\\_Qian.pdf](http://www.research.che.utexas.edu/susman/documents/wuhan/NSF%20SM%20Workshop_Session%203-2_China_Qian.pdf) .. Aufgerufen am 12.06.2017.
- Regionomica GmbH (2013): Potentialanalyse zur intelligenten Spezialisierung der Innovationsregion Rheinisches Revier. Berlin.
- Revierkohle Verband e.V. (2017): Kraftwerk Voerde wird komplett stillgelegt. <http://www.revierkohle.de/kraftwerke-voerde-wird-komplett-stillgelegt/> . Aufgerufen am 19.09.2017.
- r2b Energy Consulting und Hamburgisches Weltwirtschaftsinstitut (r2b und HWWI) (2014): Aktionsprogramm Klimaschutz 2020: Konsequenzen potenzieller Kraftwerksstilllegungen. [https://www.innovationsforum-energiewende.de/fileadmin/user\\_upload/2014\\_11\\_19\\_r2b\\_HWWI\\_Gutachten\\_BDI\\_Klimaschutz.pdf](https://www.innovationsforum-energiewende.de/fileadmin/user_upload/2014_11_19_r2b_HWWI_Gutachten_BDI_Klimaschutz.pdf)
- RWE (2013): Rekultivierung im Rheinland - Die Landschaft nach dem Tagebau. Broschüre von RWE Power; <https://www.rwe.com/web/cms/mediablob/de/235956/data/0/3/Rekultivierung-im-Rheinland.pdf>
- RWE AG (2017): Geschäftsbericht 2016 – Zukunft. Sicher. Machen. <http://www.rwe.com/web/cms/mediablob/de/3688518/data/2957158/7/rwe/investor-relations/berichte/2016/RWE-Geschaeftsbericht-2016.pdf> . Aufgerufen am 19.6.2017.
- RWI (2018): Erarbeitung aktueller vergleichender Strukturdaten für die deutschen Braunkohleregionen Projektbericht für das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), Essen.
- Sachverständigen Rat für Umweltfragen (SRU) (2013): Den Strommarkt der Zukunft gestalten. Sondergutachten. Berlin
- Sachverständigen Rat für Umweltfragen (SRU) (2017): Kohleausstieg jetzt einleiten. Stellungnahme. Berlin.
- Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr (SMWA) (2014a): Operationales Programm des Freistaates Sachsen für den Europäischen Fonds für Europäischen Sozialfonds (ESF) im Förderzeitraum 2014 – 2020. <http://www.strukturfonds.sachsen.de/download/ESF-OP-Sachsen-2014-2020.pdf> . Aufgerufen am 01.05.2017.

- Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr (SMWA) (2014b): Operationales Programm des Freistaates Sachsen für den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung in der Förderperiode 2014-2020. [http://www.strukturfonds.sachsen.de/download/OP\\_EFRE\\_Sachsen\\_2014-2020.pdf](http://www.strukturfonds.sachsen.de/download/OP_EFRE_Sachsen_2014-2020.pdf). Aufgerufen am 12.06.2017.
- Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr (SMWA) (2015): Kleine Anfrage des Abgeordneten Dr. Gerd Lippold, Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN. Drucksache-Nr.: 6/2515. [http://edas.landtag.sachsen.de/vierwer.aspx?dok\\_nr=2685&dok\\_art=Drs&leg\\_per=6&pos\\_dok=1](http://edas.landtag.sachsen.de/vierwer.aspx?dok_nr=2685&dok_art=Drs&leg_per=6&pos_dok=1). Aufgerufen am 27.09.2017.
- Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr (2017): Luftverkehr und Binnenschifffahrt in Sachsen. <http://www.verkehr.sachsen.de/8601.html>. Aufgerufen am 27.09.2017.
- Scheufele, R. (2008): Das makroökonomische Modell des IWH: Eine angebotsseitige Betrachtung. Diskussionspapiere 9/2008. Halle. S. 1-27.
- Scheufele, R. (2009): Im Fokus: Konjunkturprogramme und ihre Wirkung – Eine Simulation mit dem makroökonomischen Modell des IWH. Wirtschaft im Wandel 1/2009. Halle. S. 4-7.
- Smets, F., und Wouters, R. (2003). An estimated dynamic stochastic general equilibrium model of the euro area. Journal of the European economic association, 1(5), 1123-1175.
- Smets, F., Beyer, R. (2015). Labour market adjustments in Europe and the US: How different?. No. 1767. European Central Bank, 2015.
- SPV Spreepfan Verkehr GmbH (2016): Verkehrsstatistik. Bundes- und Landeswasserstraßen 2015 im Land Brandenburg. [http://www.mil.brandenburg.de/verkehrsstatistik/Webpages/Tables/HTMLTables/Wasserstrassen\\_BBG.htm](http://www.mil.brandenburg.de/verkehrsstatistik/Webpages/Tables/HTMLTables/Wasserstrassen_BBG.htm). Aufgerufen am 19.09.2017.
- Staatskanzlei des Landes Brandenburg; Sächsische Staatskanzlei (2017): Pressemitteilung. Woidke und Tillich: Für die Lausitz neue Jobs in neuen Industriezweigen schaffen – Länderkabinette beschließen Lausitzstrategie. [http://www.igmetall-bbs.de/fileadmin/user/Dokumente/2017/20170613PM\\_LausitzKabinett\\_BB\\_SN.pdf](http://www.igmetall-bbs.de/fileadmin/user/Dokumente/2017/20170613PM_LausitzKabinett_BB_SN.pdf). Aufgerufen am 16.10.2017.
- Statistik der Kohlenwirtschaft e.V. Stand (2015): Ende Dezember 2015. Tab. 12. <http://www.kohlenstatistik.de/19-0-Braunkohle.html>. Aufgerufen 19.6.2017.
- Statistik der Kohlenwirtschaft e.V. (2016). Braunkohle. Tab 3. <https://www.kohlenstatistik.de/19-0-Braunkohle.html>. Aufgerufen am 20.10.2016.
- Statistik der Kohlenwirtschaft (2017a): Braunkohle. Tab. 10. <http://www.kohlenstatistik.de/19-0-Braunkohle.html>. Aufgerufen am 19.6.2017.
- Statistik der Kohlenwirtschaft (2017b): Steinkohle. Tab. 1 und Tab.6. <https://www.kohlenstatistik.de/18-0-Steinkohle.html>. Aufgerufen am 16.11.2017.
- Statistik der Länder (2018a): Bruttostromerzeugung nach Energieträgern; <http://www.lak-energiebilanzen.de/bruttostromerzeugung-nach-energetraegern-aktuell/>. Aufgerufen 01.02.2018.
- Statistik der Länder (2018b): Umwandlungsausstoß aus Fernwärmeerzeugung; <http://www.lak-energiebilanzen.de/umwandlungsausstoss-aus-fernwaermeerzeugung/>; Aufgerufen 01.02.2018.
- Statistische Bundesamt (2016a): Großstädte in Deutschland am 31.12.2011. <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/LaenderRegionen/Regionales/Gemeindeverzeichnis/Administrativ/GrosstaedteEinwohner.html> .. Aufgerufen am 21.10.2016.
- Statistisches Bundesamt (2016b): Kreisfreie Städte und Landkreise nach Fläche, Bevölkerung und Bevölkerungsdichte am 31.12.2015, im Juli 2017 wegen korrigierter Fläche revidiert. <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/LaenderRegionen/Regionales/Gemeindeverzeichnis/Administrativ/Aktuell/04Kreise.html> .. Aufgerufen am 21.10.2016.
- Statistisches Bundesamt (2017a): Bund-Länder Geschäftsstelle für die Braunkohlesanierung. Finanzierung der Braunkohlesanierung nach VA [ € ]. [http://www.braunkohlesanierung.de/docs/108\\_Finanz\\_GSK\\_gesamt\\_nach\\_VA.pdf](http://www.braunkohlesanierung.de/docs/108_Finanz_GSK_gesamt_nach_VA.pdf). Aufgerufen am 12.06.2017.
- Statistisches Bundesamt (2017b): Schieneninfrastrukturstatistik. Stichtag 31.12.2013. Aufgerufen am 27.07.2017.
- Statistisches Bundesamt (2017c): Verkehrsleistungsstatistik im Luftverkehr. Aufgerufen am 27.07.2017.
- Statistisches Bundesamt (2017d): Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen. Fachserie 18, Reihe 1.2 – 2013. <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online/data>. Aufgerufen am 17.04.2017.
- Statistisches Bundesamt (2017e): Jahresbericht für Betriebe - Arbeitsunterlage. Betriebe von Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden mit 20 und mehr tätigen Personen. – 2017. Laufende Hefte. <https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/IndustrieVerarbeitendesGewerbe/Strukturdaten/Jahresbericht.html>. Aufgerufen am 17.04.2017.
- Statistisches Bundesamt (2018): Beschäftigte, Umsatz, Produktionswert und Wertschöpfung der Unternehmen im Verarbeitenden Gewerbe: Deutschland, Jahre, Wirtschaftszweige (WZ2008 2-4-Steller Hierarchie). Aufgerufen 02.02.2018

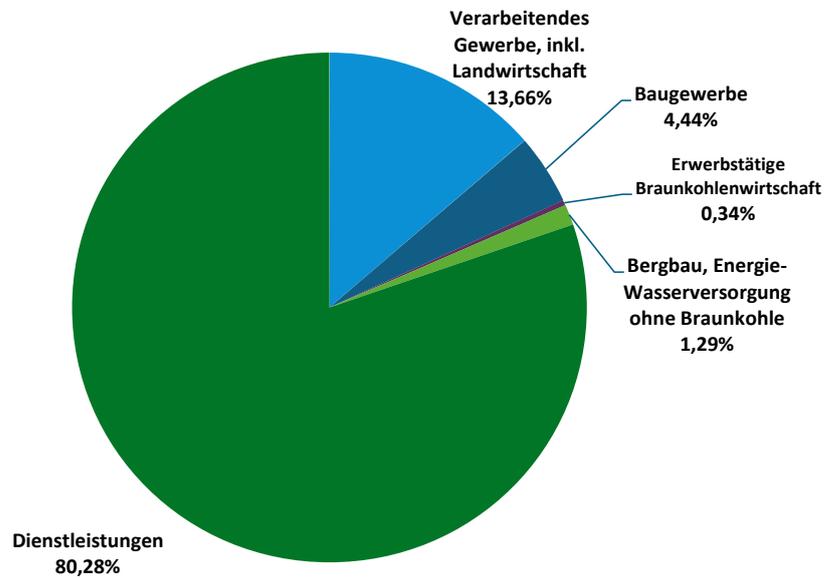
- STEAG GmbH (2017): Aus nach 47 Jahren: Kraftwerk Voerde wird stillgelegt. <https://www.steag.com/de/pressemitteilungen/04-04-2017-aus-nach-47-jahren-kraftwerk-voerde-wird-stillgelegt/>. Aufgerufen am 19.09.2017.
- Schroeter, S. (2016): Komplizierte Strukturen für die Lausitzer Braunkohle. <http://stefanschroeter.com/1265-komplizierte-strukturen-fuer-die-lausitzer-braunkohle.html>. Aufgerufen am 27.01.2016.
- Tarifregister Nordrhein-Westfalen (2017): Grundvergütungen aus ausgewählten Branchen. Baubranche. [http://www.tarifregister.nrw.de/tarifinformationen/grundverguetung\\_branchen/index.php?show=QmF1Z2V3ZXJiZQ==](http://www.tarifregister.nrw.de/tarifinformationen/grundverguetung_branchen/index.php?show=QmF1Z2V3ZXJiZQ==). Aufgerufen am 22.09.2017.
- Terbach, M. (1998): Deindustrialisierung, Arbeitsmarktpolitik und Strukturpolitik in den neuen Bundesländern. Das Fallbeispiel „Südraum Leipzig“. Diskussionspapier Nr. 98-16. Bochum.
- Trianel Gasspeicher Epe GmbH & Co. KG (2017): TGE. Trianel Gasspeicher Epe. <http://www.trianel-gasspeicher.com/home/>. Aufgerufen am 03.09.2017.
- Umweltbundesamt (2009): Klimaschutz und Versorgungssicherheit. Entwicklung einer nachhaltigen Stromversorgung, Climate Change 13/2009.
- Verband der Chemischen Industrie e.V. (VCI) (2017): Rohstoffbasis der chemischen Industrie. Daten und Fakten. <https://www.vci.de/top-themen/rohstoffbasis-der-chemischen-industrie.jsp>. Aufgerufen am 12.06.2017.
- Vereinigung zur Förderung der Nutzung Erneuerbarer Energien (VEE) Sachsen e.V. (2017): Kurzstudie „Stand der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien in Sachsen“ Entwicklung von 2002 bis 2016. Dresden. [https://www.gruene-fraktion-sachsen.de/fileadmin/user\\_upload/Studien/Kurzstudie\\_-\\_Stromerzeugung\\_EE\\_Sachsen\\_2002\\_bis\\_2016\\_-\\_ENDVERSION\\_1.0.pdf](https://www.gruene-fraktion-sachsen.de/fileadmin/user_upload/Studien/Kurzstudie_-_Stromerzeugung_EE_Sachsen_2002_bis_2016_-_ENDVERSION_1.0.pdf).. Aufgerufen am 12.06.2017.
- Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder (2017a): Einkommen der privaten Haushalte in den kreisfreien Städten und Landkreisen der Bundesrepublik Deutschland 1995 bis 2014. Reihe 2, Band 3. Stand Oktober 2016.
- Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder (2017b): Bruttoinlandsprodukt, Bruttowertschöpfung in den Ländern der Bundesrepublik Deutschland 1991 bis 2016. Reihe 1, Band 1. Stand Februar 2017.
- Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder (2017c): Bruttoinlandsprodukt, Bruttowertschöpfung in den kreisfreien Städten und Landkreisen der Bundesrepublik Deutschland 1992 und 1994 bis 2015. Reihe 2, Band 1. Stand November 2016.
- Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder (2017d): Arbeitnehmerentgelt, Bruttolöhne und -gehälter in den Ländern der Bundesrepublik Deutschland 1991 bis 2016. Reihe 1, Band 2. Stand Mai 2017.
- Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder (2017e): Arbeitnehmerentgelt, Bruttolöhne und -gehälter in den kreisfreien Städten und Landkreisen der Bundesrepublik Deutschland 2000 bis 2015. Reihe 2, Band 2. Stand November 2016.
- Wang, Michael (2008): Estimation of Energy Efficiencies of U.S. Petroleum Refineries. Center for Transportation Research. Argonne.
- Wirtschaftsförderungsgesellschaft Anhalt-Bitterfeld (2014): Gewässerlandschaft im Mitteldeutschen Raum. Das Tourismuswirtschaftliche Gesamtkonzept im Überblick. <http://www.wf-anhalt.de/uploads/38433/38433.pdf>. Aufgerufen am 15.08.2017.
- Wirtschaftsinitiative Lausitz e.V. (ohne Jahresangabe): Verein. Über uns. <http://www.wil-ev.de/index.php/verein.html>. Aufgerufen am 16.10.2017.
- Wirtschaftsregion Lausitz GmbH (WRL) (2017): Wirtschaftsregion Lausitz GmbH gestartet. Presseinformation. [http://wirtschaftsregion-lausitz.de/visioncontent/mediendatenbank/pm\\_20171218\\_wirtschaftsregion\\_lausitz\\_gestartet.pdf](http://wirtschaftsregion-lausitz.de/visioncontent/mediendatenbank/pm_20171218_wirtschaftsregion_lausitz_gestartet.pdf). Aufgerufen am 09.02.2018
- Wuppertal Institut (2016): Strategische Ansätze für die Gestaltung des Strukturwandels in der Lausitz – Was lässt sich aus den Erfahrungen in Nordrhein-Westfalen und dem Rheinischen Revier lernen? Gutachten im Auftrag von Bündnis 90/Die Grünen im Brandenburger Landtag. Wuppertal.
- Zeit Online (1992): Fluch des schwarzen Goldes. <http://www.zeit.de/1992/19/fluch-des-schwarzen-goldes/seite-2>. Aufgerufen am 20.09.2017.
- ZERE 2015 ZERE e.V. (2015): Abschlussbericht - Wissenschaftliche Begleitung der Koordinierung des Ausbaus der erneuerbaren Energien in Sachsen-Anhalt - Endfassung vom 10.05.2015. Magdeburg. [http://www.lee-lsa.de/uploads/media/2015\\_MLU\\_Studie\\_Ausbau\\_EE\\_-\\_lang.pdf](http://www.lee-lsa.de/uploads/media/2015_MLU_Studie_Ausbau_EE_-_lang.pdf). Aufgerufen am 12.06.2017.
- Ziehm, C. (2014): Europarechtliche Zulässigkeit nationaler CO<sub>2</sub>-Emissionsstandards für Energieerzeugungsanlagen, ZNER 2014, 34-39

## 8 Datenanhang

### 8.1 Abbildungen

Abbildung 8-1: Prozentuale Aufteilung der Erwerbstätigen in der Braunkohleregion Rheinland nach Sektoren für das Jahr 2014

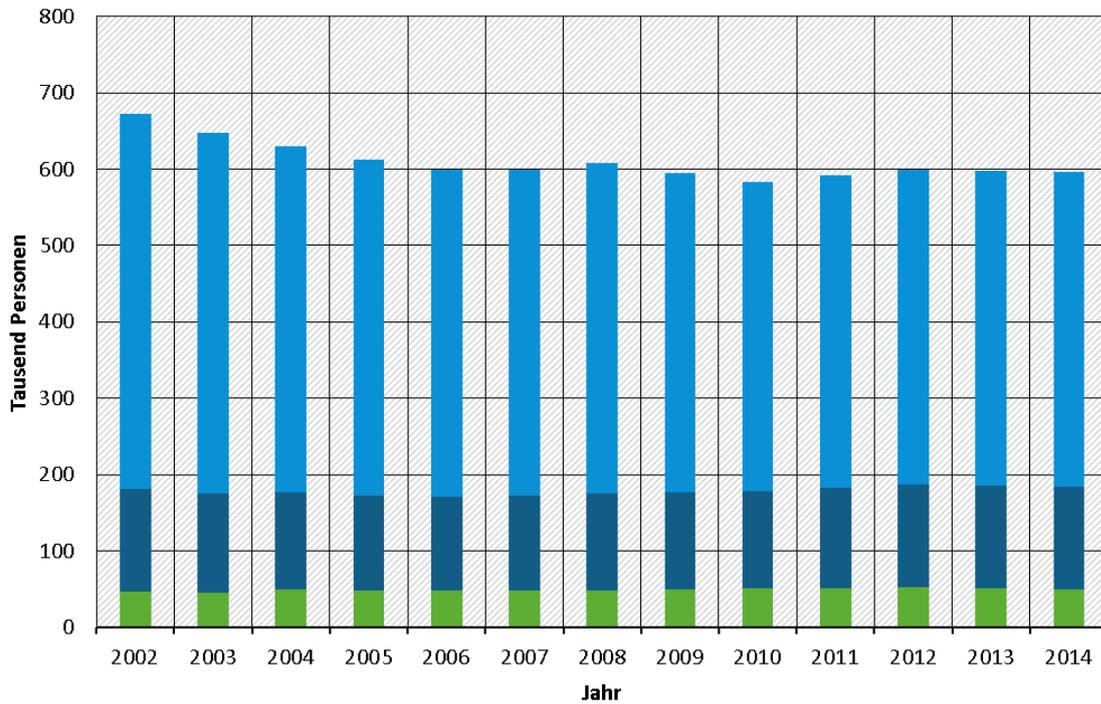
---



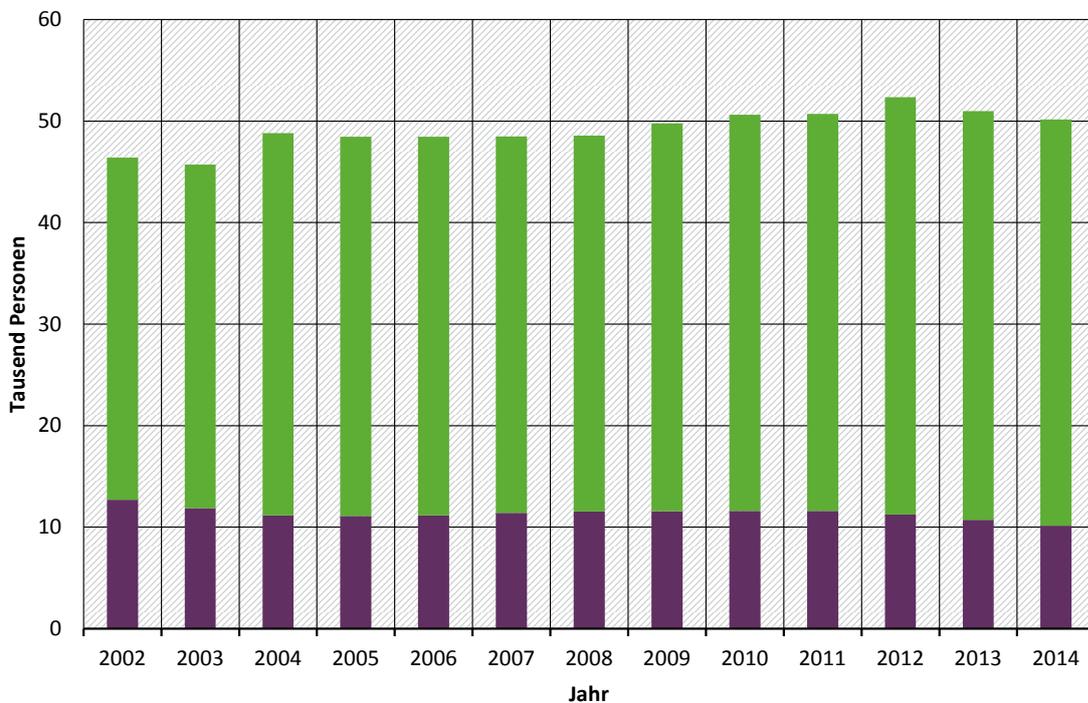
Anmerkung: Datenstand ist das Jahr 2014.

Quellen: VGR der Länder (2017c), Öko-Institut (2017b) und eigene Berechnungen, IWH.

Abbildung 8-2: Anzahl der Erwerbstätigen im Produzierenden Gewerbe in der Braunkohleregion Rheinland nach Sektoren



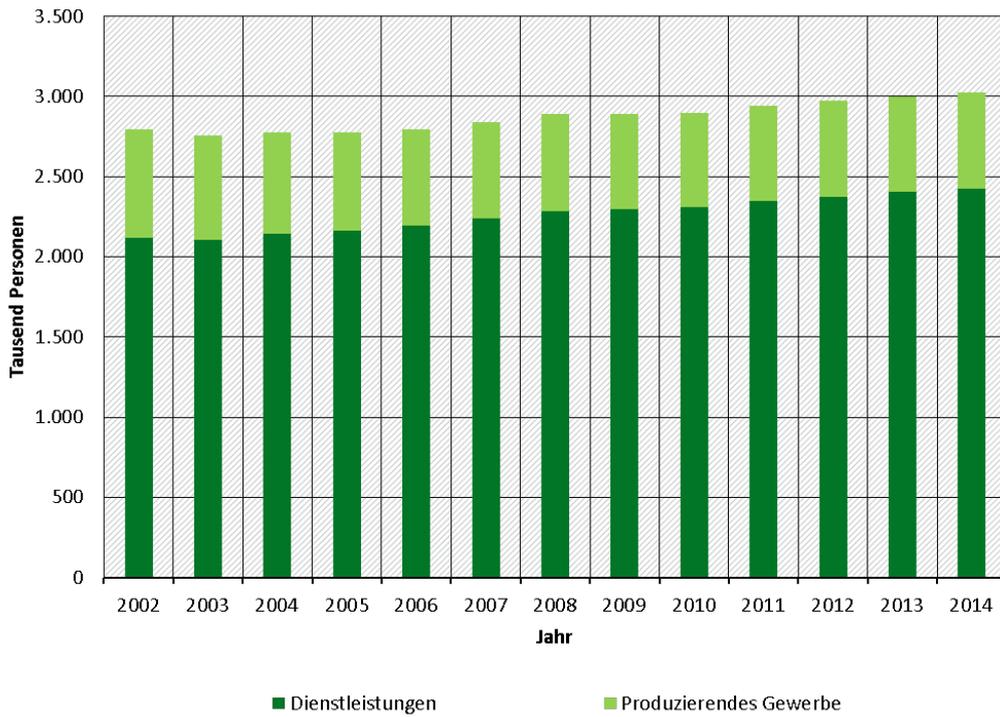
■ Bergbau, Energie- und Wasserversorgung ■ Baugewerbe ■ Verarbeitendes Gewerbe, inkl. Landwirtschaft



■ Erwerbstätige in der Braunkohlenwirtschaft ■ Bergbau, Energie- und Wasserversorgung ohne Braunkohle

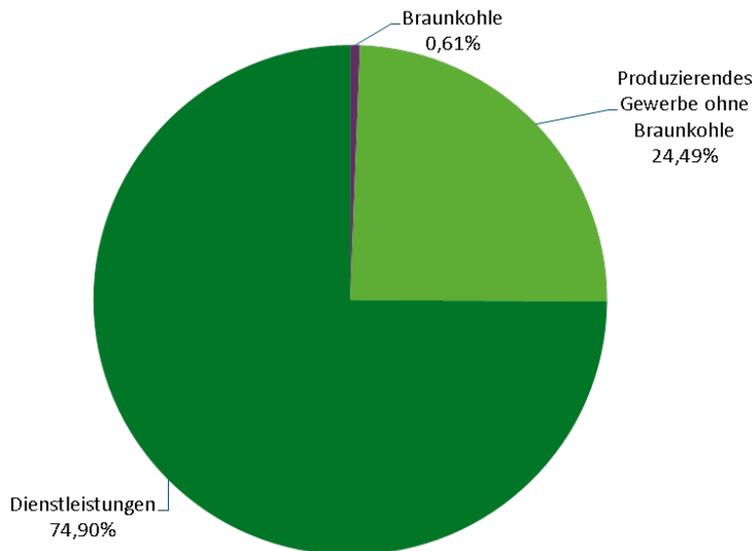
Quellen: VGR der Länder (2017c), Öko-Institut (2017b) und eigene Berechnungen, IWH.

Abbildung 8-3: Anzahl der Erwerbstätigen in der Braunkohleregion Rheinland nach Sektoren



Quellen: VGR der Länder (2017c), Öko-Institut (2017b) und eigene Berechnungen, IWH.

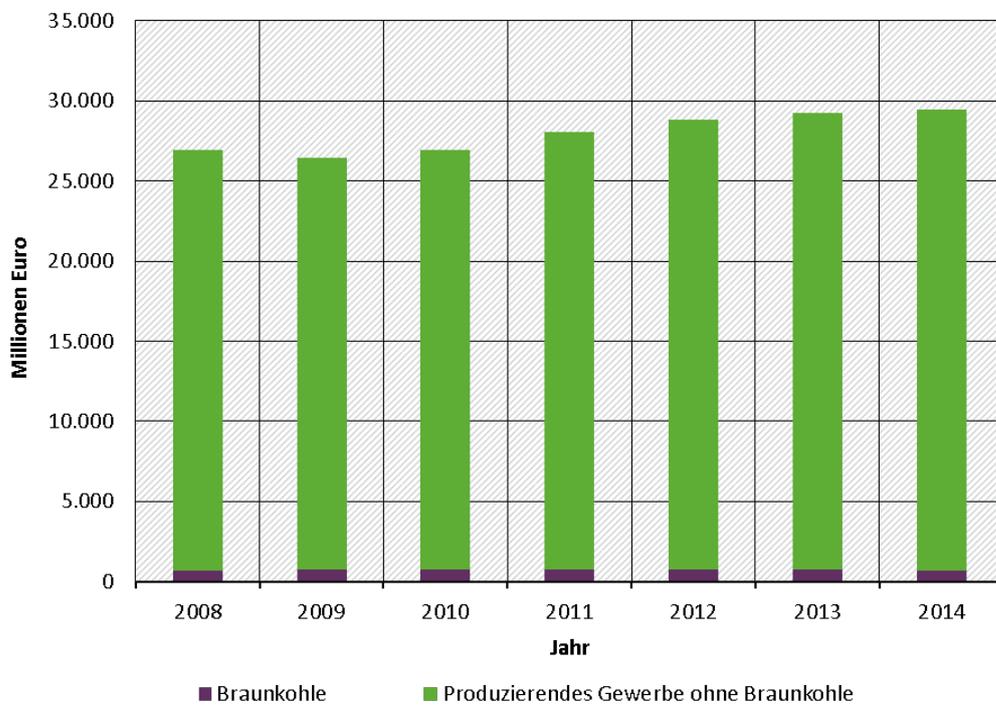
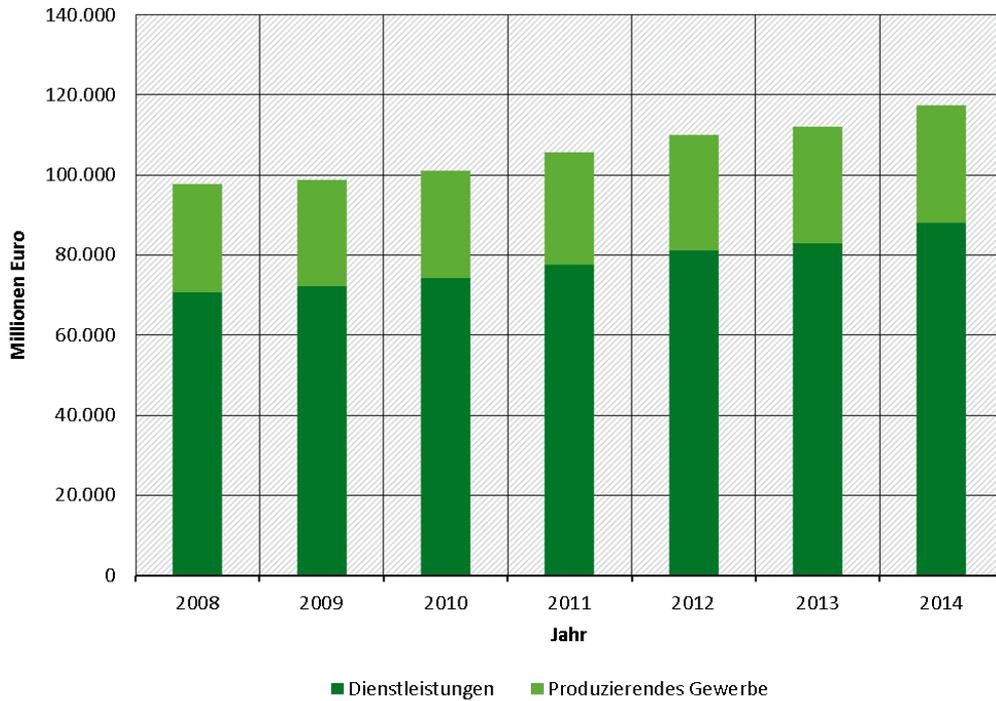
Abbildung 8-4: Prozentualer Anteil des nominalen Arbeitnehmerentgelts nach Sektoren in der Braunkohleregion Rheinland



Anmerkung: Datenstand ist das Jahr 2014.

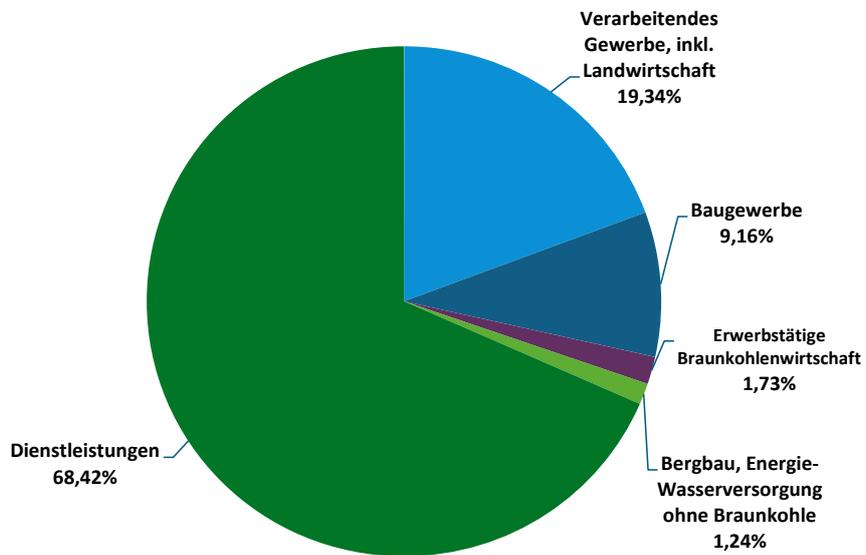
Quellen: VGR der Länder (2017d-e), Unternehmensregister und eigene Berechnungen, IWH.

Abbildung 8-5: Entwicklung des nominalen Arbeitnehmerentgelts in der Braunkohleregion Rheinland für den Zeitraum



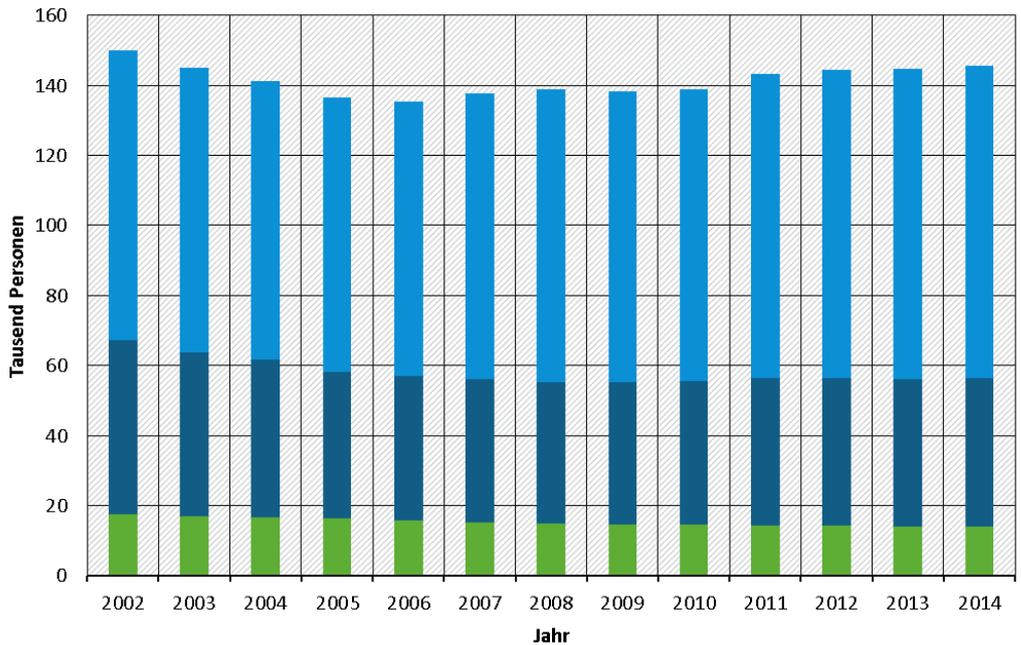
Quellen: VGR der Länder (2017d-e), Unternehmensregister und eigene Berechnungen, IWH.

Abbildung 8-6: Prozentuale Aufteilung der Erwerbstätigen in der Braunkohleregion Lausitz nach Sektoren

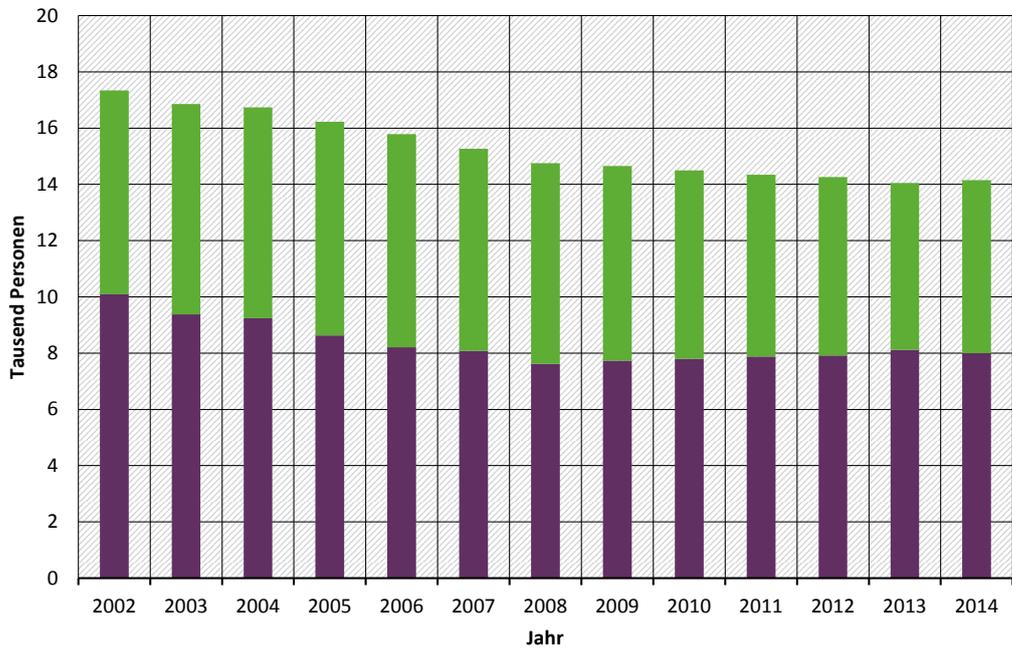


Quellen: VGR der Länder (2017c), Öko-Institut (2017b) und eigene Berechnungen, IWH.

Abbildung 8-7: Anzahl der Erwerbstätigen im Produzierenden Gewerbe in der Braunkohleregion Lausitz nach Sektoren



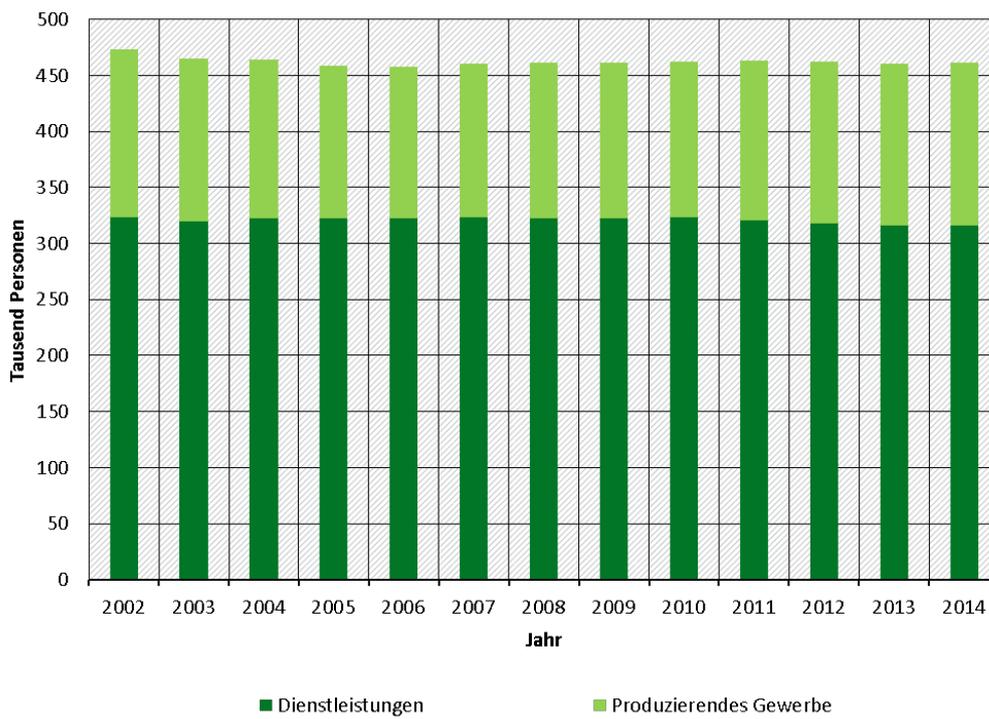
■ Bergbau, Energie- und Wasserversorgung ■ Baugewerbe ■ Verarbeitendes Gewerbe, inkl. Landwirtschaft



■ Erwerbstätige in der Braunkohlenwirtschaft ■ Bergbau, Energie- und Wasserversorgung ohne Braunkohle

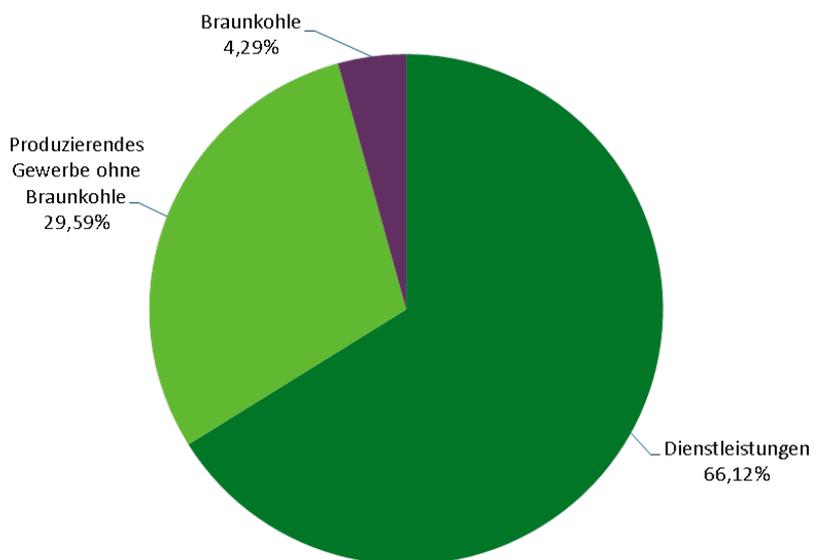
Anmerkung: Die Zahlen über den Säulen sind die Erwerbstätigen in der Braunkohlenwirtschaft für das jeweilige Jahr.  
 Quellen: VGR der Länder (2017c), Öko-Institut (2017b) und eigene Berechnungen, IWH.

Abbildung 8-8: Anzahl der Erwerbstätigen in der Braunkohleregion Lausitz nach Sektoren



Quellen: VGR der Länder (2017c), Öko-Institut (2017b) und eigene Berechnungen, IWH.

Abbildung 8-9: Prozentualer Anteil des nominalen Arbeitnehmerentgelts nach Sektoren in der Braunkohleregion Lausitz



Anmerkung: Datenstand ist das Jahr 2014.

Quellen: VGR der Länder (2017d-e), Unternehmensregister und eigene Berechnungen, IWH.

Abbildung 8-10: Entwicklung des nominalen Arbeitnehmerentgelts in der Braunkohleregion Lausitz

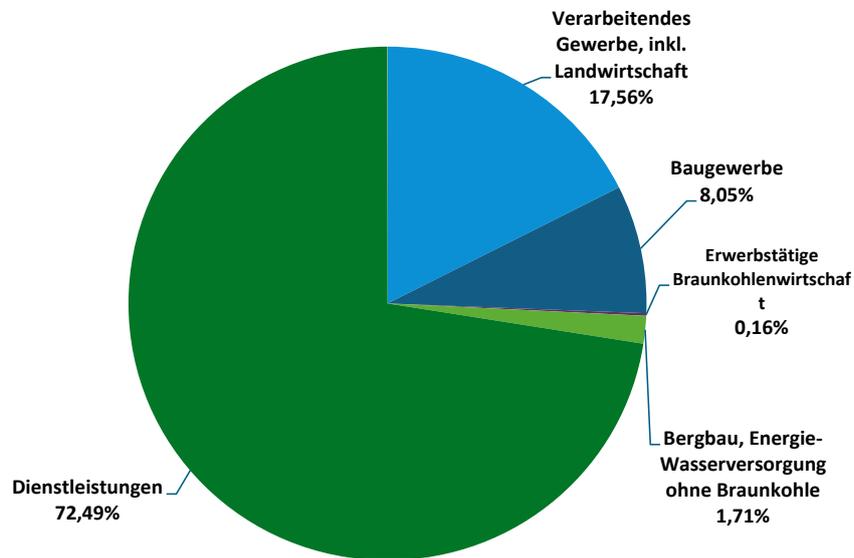


Anmerkung: Die Arbeitnehmerentgelte in der Braunkohlenwirtschaft sind der Personalaufwand der Vattenfall Europe Mining AG und Vattenfall Europe Generation AG für das jeweilige Jahr.

Quellen: VGR der Länder (2017d-e), Unternehmensregister und eigene Berechnungen, IWH.

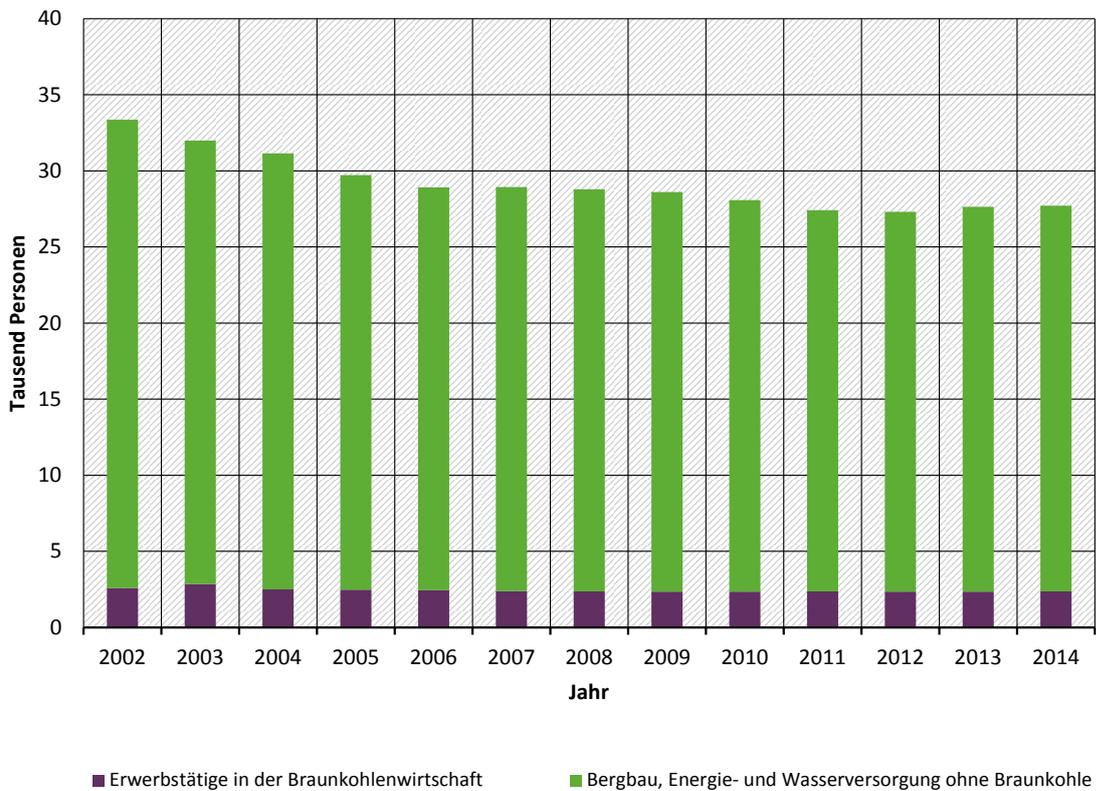
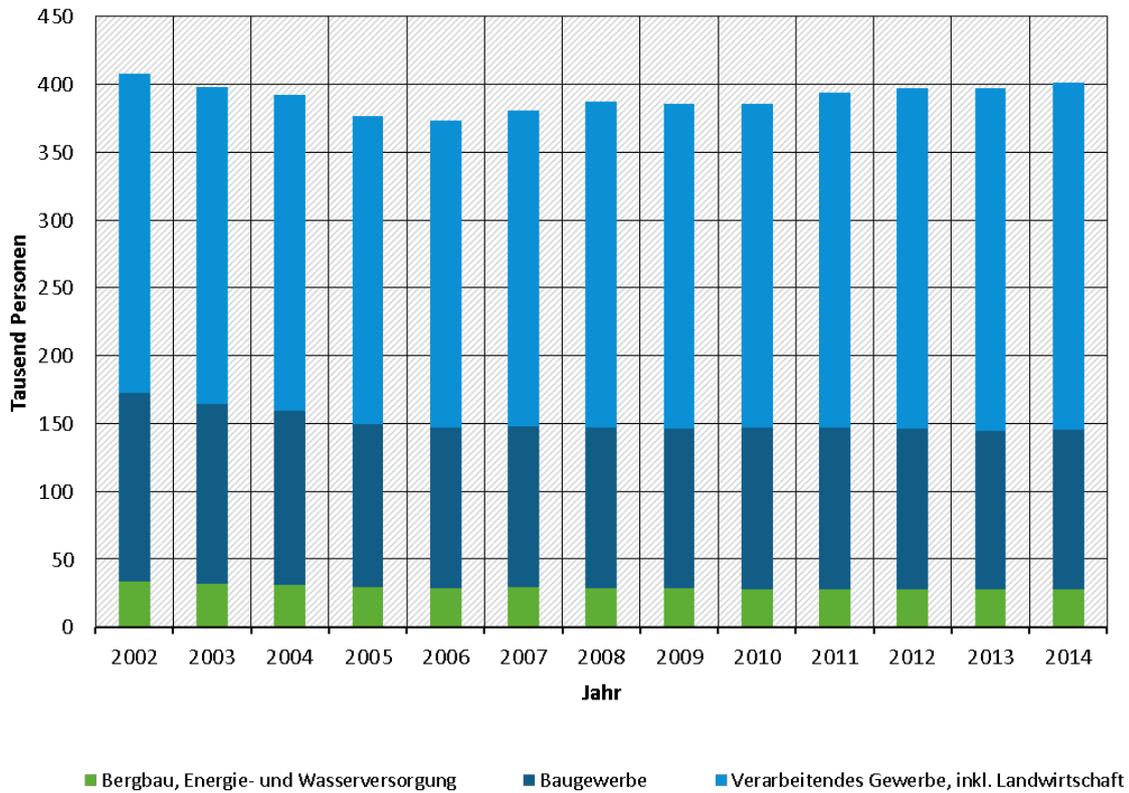
Abbildung 8-11: Prozentuale Aufteilung der Erwerbstätigen in der Braunkohleregion Mitteldeutschland nach Sektoren

---



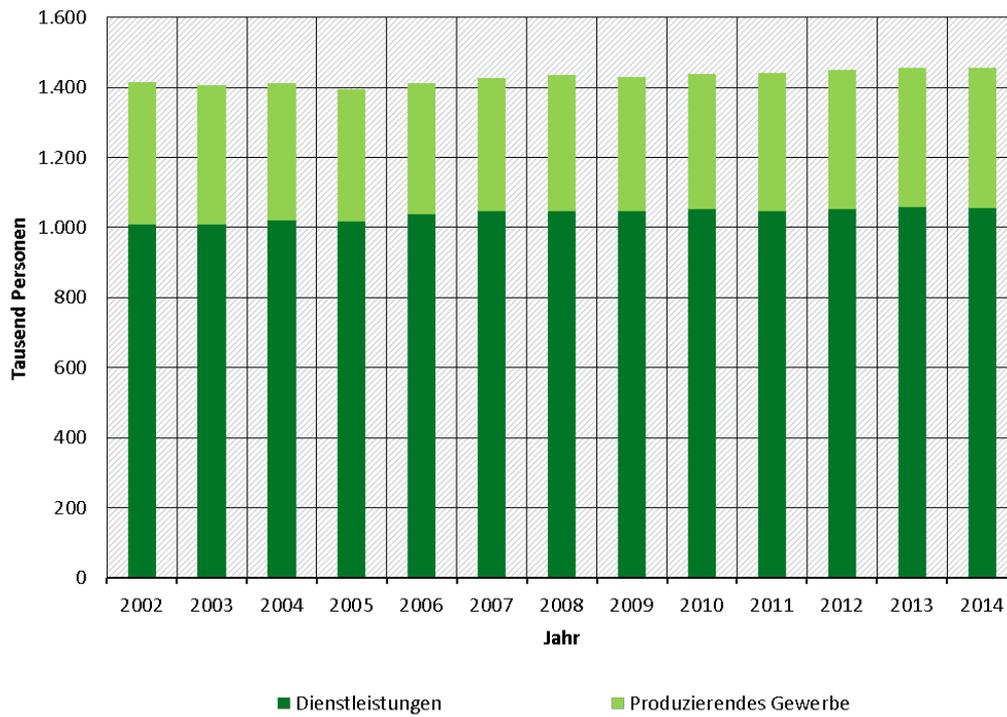
Quellen: VGR der Länder (2017c), Öko-Institut (2017b) und eigene Berechnungen, IWH.

Abbildung 8-12: Anzahl der Erwerbstätigen im Produzierenden Gewerbe in der Braunkohleregion Mitteldeutschland nach Sektoren



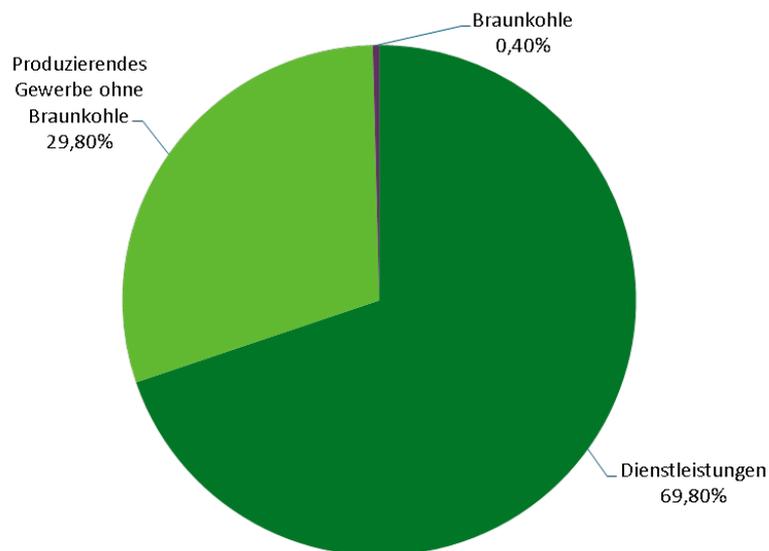
Quellen: VGR der Länder (2017c), Öko-Institut (2017b) und eigene Berechnungen, IWH.

Abbildung 8-13: Anzahl der Erwerbstätigen in der Braunkohleregion Mitteldeutschland nach Sektoren



Quellen: VGR der Länder (2017c), und eigene Berechnungen.

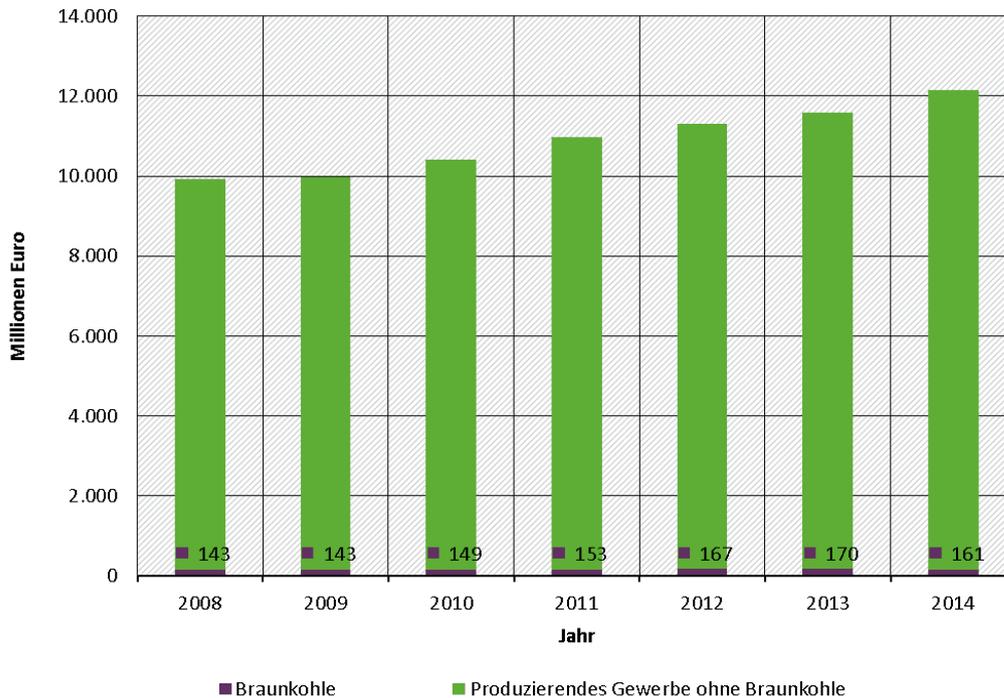
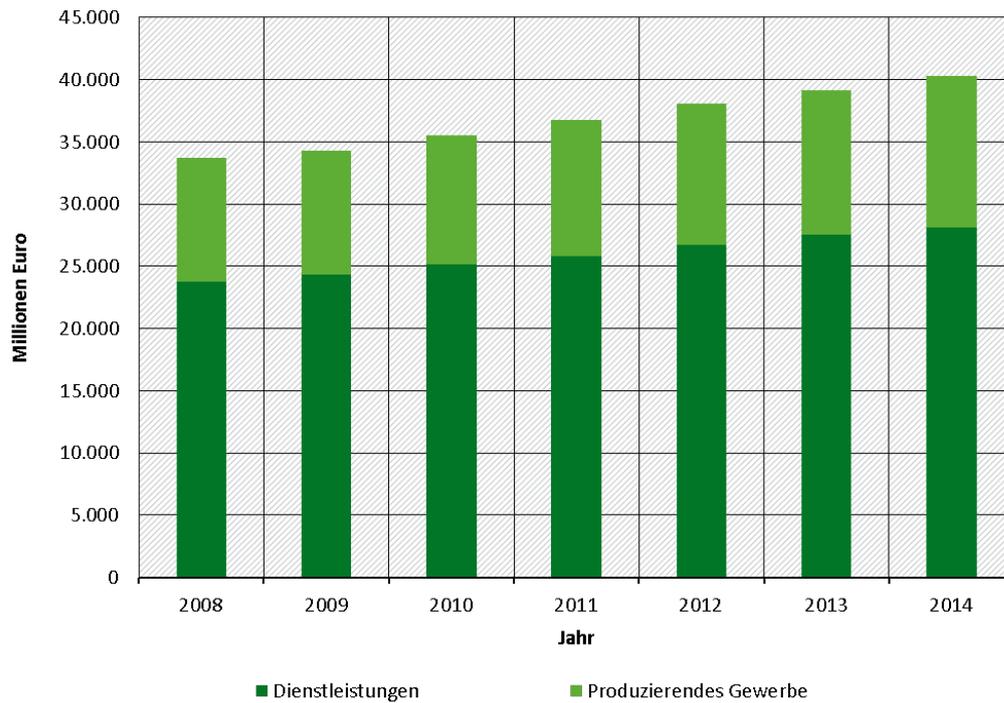
Abbildung 8-14: Prozentualer Anteil des nominalen Arbeitnehmerentgelts nach Sektoren in der Braunkohleregion Mitteldeutschland



Anmerkung: Datenstand ist das Jahr 2014.

Quellen: VGR der Länder (2017d-e), Unternehmensregister und eigene Berechnungen, IWH.

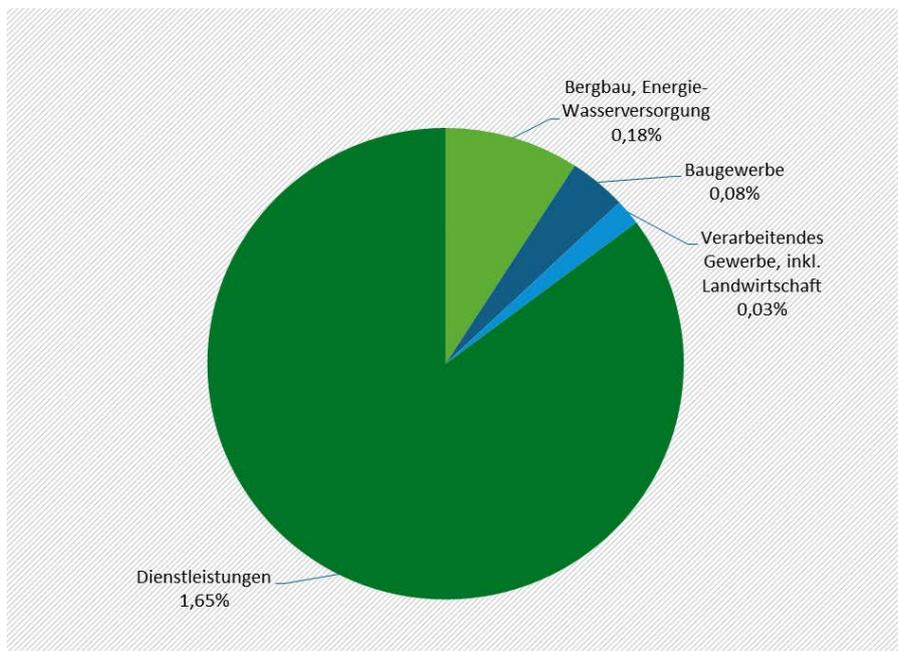
Abbildung 8-15: Entwicklung des nominalen Arbeitnehmerentgelts in der Braunkohleregion Mitteldeutschland



Anmerkung: Das Arbeitnehmerentgelt in der Braunkohlenwirtschaft sind der Personalaufwand der MIBRAG plus dem Produkt aus dem durchschnittlichen Personalaufwand für KraftwerksmitarbeiterInnen in der Lausitz und die Anzahl der Erwerbstätigen in Braunkohlekraftwerken in Mitteldeutschland.

Quellen: VGR der Länder (2017d-e), Unternehmensregister und eigene Berechnungen, IWH.

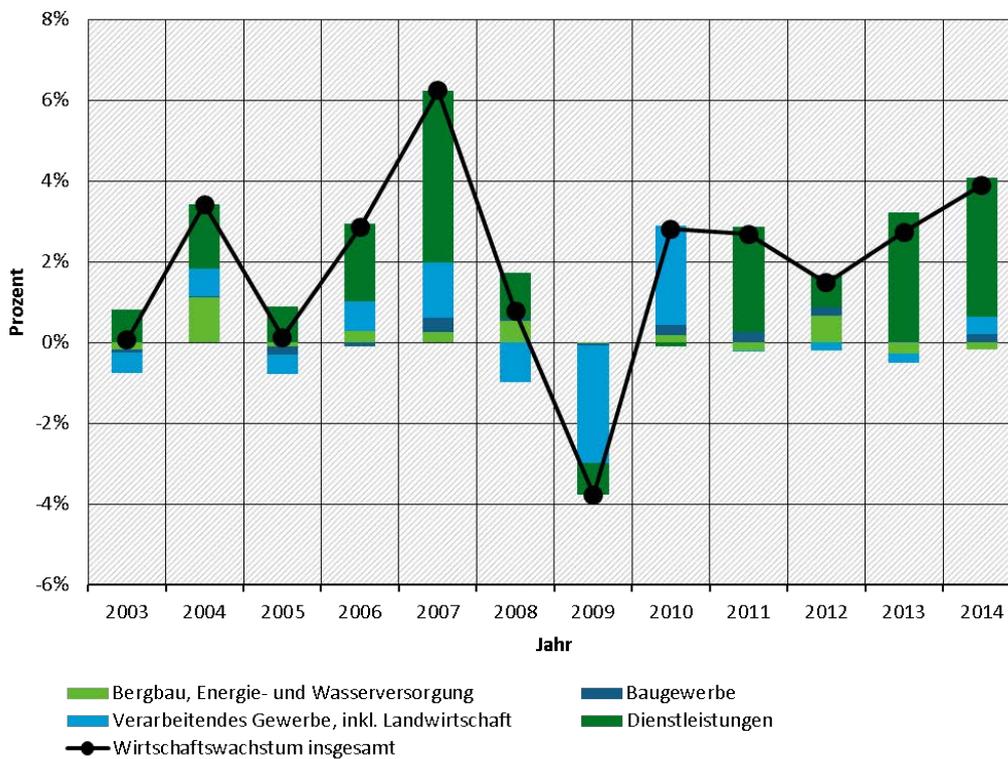
Abbildung 8-16: Nominale durchschnittliche jährliche Wirtschaftswachstumsbeiträge in der Braunkohleregion Rheinland von 2003 bis 2014



Anmerkung: Datenstand ist das Jahr 2014.

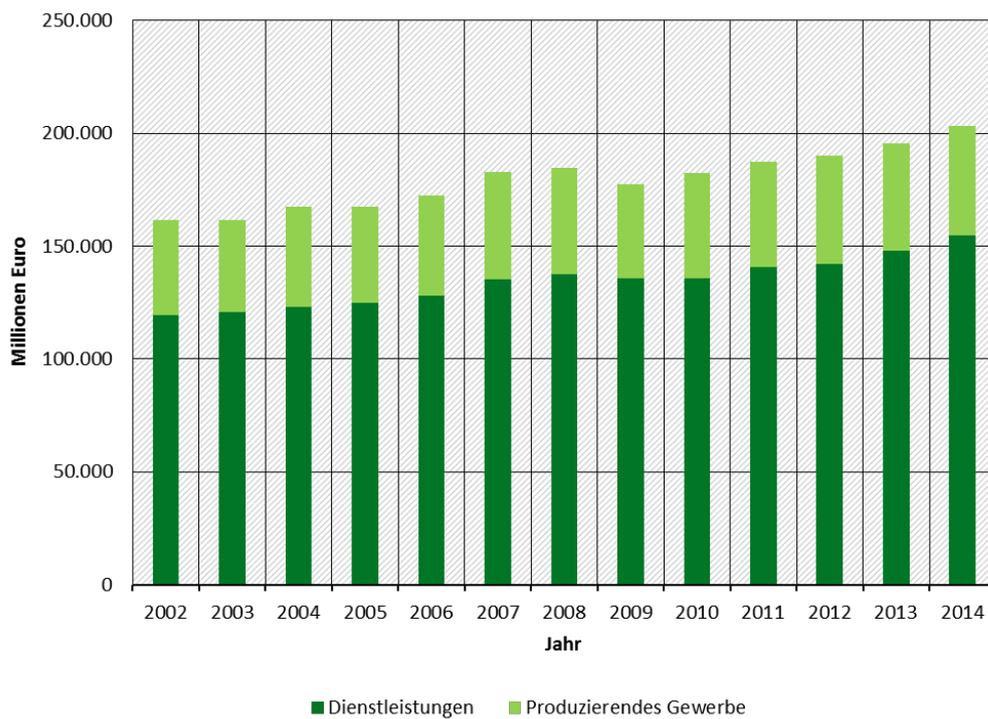
Quellen: VGR der Länder (2017c) und eigene Berechnungen, IWH.

Abbildung 8-17: Nominale jährliche Wachstumsbeiträge an der Bruttowertschöpfung in der Braunkohleregion Rheinland nach Sektoren



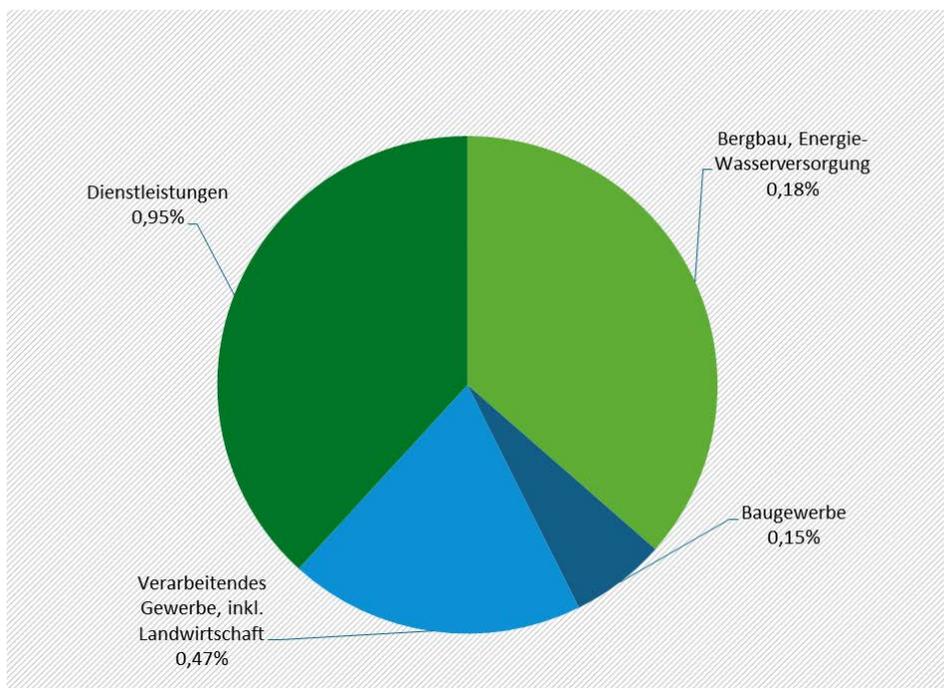
Quellen: VGR der Länder (2017c) und eigene Berechnungen, IWH.

Abbildung 8-18: Nominale Bruttowertschöpfung in der Braunkohleregion Rheinland



Quellen: VGR der Länder (2017c) und eigene Berechnungen, IWH.

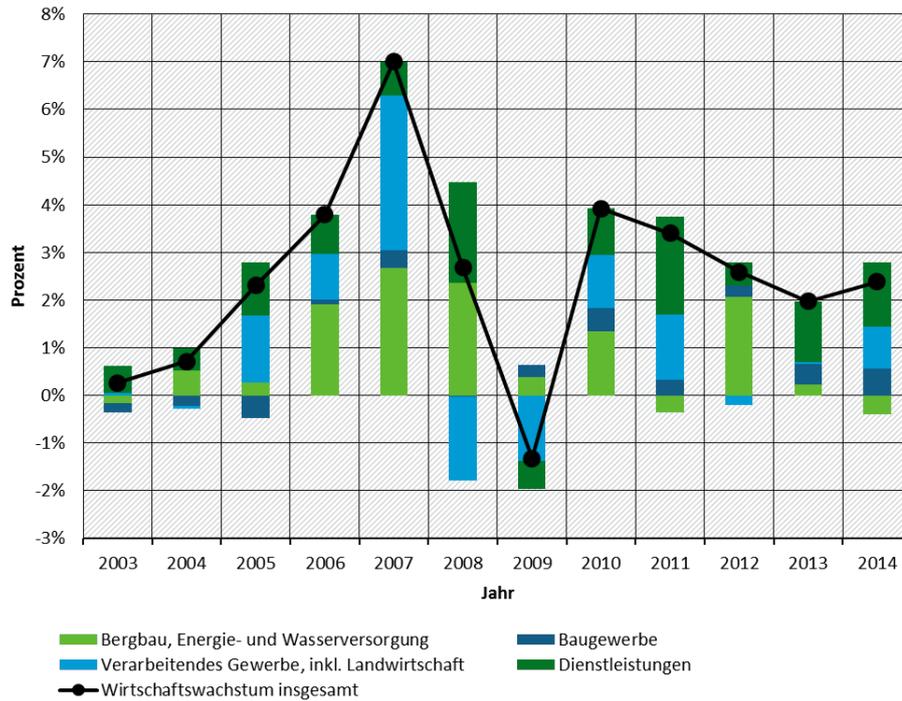
Abbildung 8-19: Nominale durchschnittliche jährliche Wachstumsbeiträge an der Bruttowertschöpfung in der Braunkohleregion Lausitz nach Sektoren von 2003 bis 2014



Anmerkung: Datenstand ist das Jahr 2014.

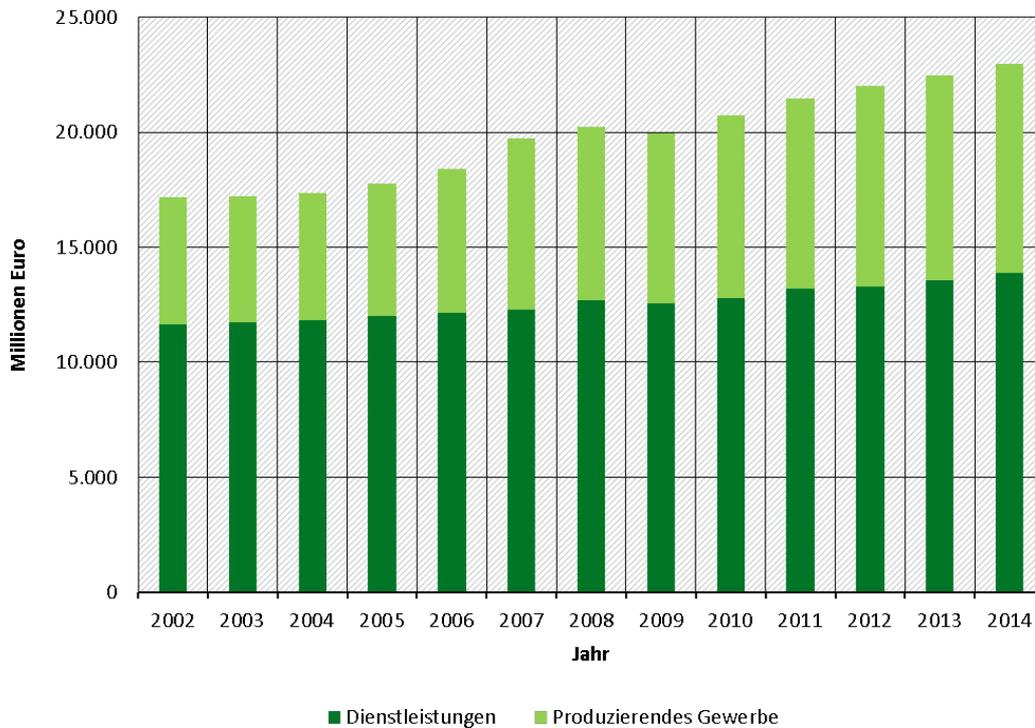
Quellen: VGR der Länder (2017c) und eigene Berechnungen, IWH.

Abbildung 8-20: Nominale jährliche Wachstumsbeiträge an der Bruttowertschöpfung in der Braunkohleregion Lausitz nach Sektoren



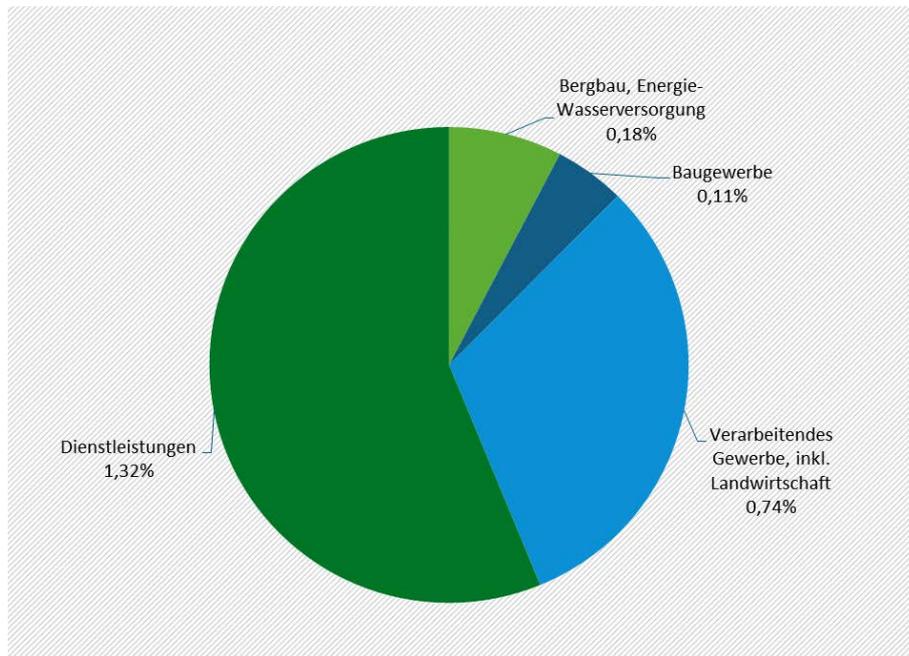
Quellen: VGR der Länder (2017c) und eigene Berechnungen, IWH.

Abbildung 8-21: Nominale Bruttowertschöpfung in der Braunkohleregion Lausitz



Quellen: VGR der Länder (2017c) und eigene Berechnungen, IWH.

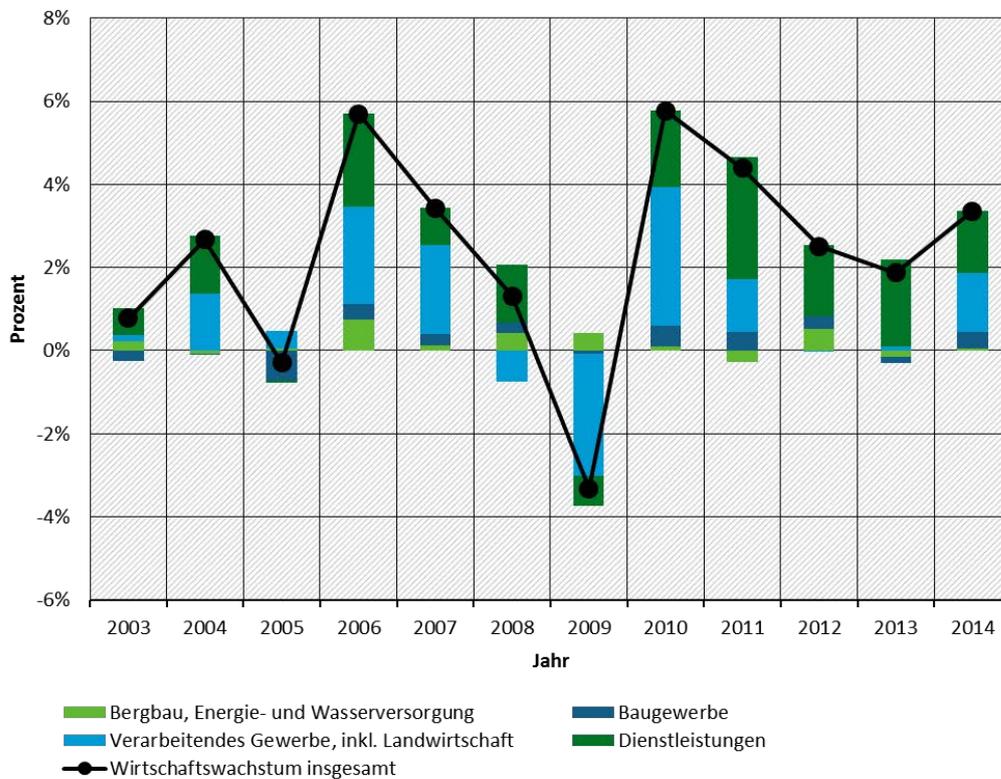
Abbildung 8-22: Nominale durchschnittliche jährliche Wachstumsbeiträge an der Bruttowertschöpfung in der Braunkohleregion Mitteldeutschland nach Sektoren von 2003 bis 2014



Anmerkung: Datenstand ist das Jahr 2014.

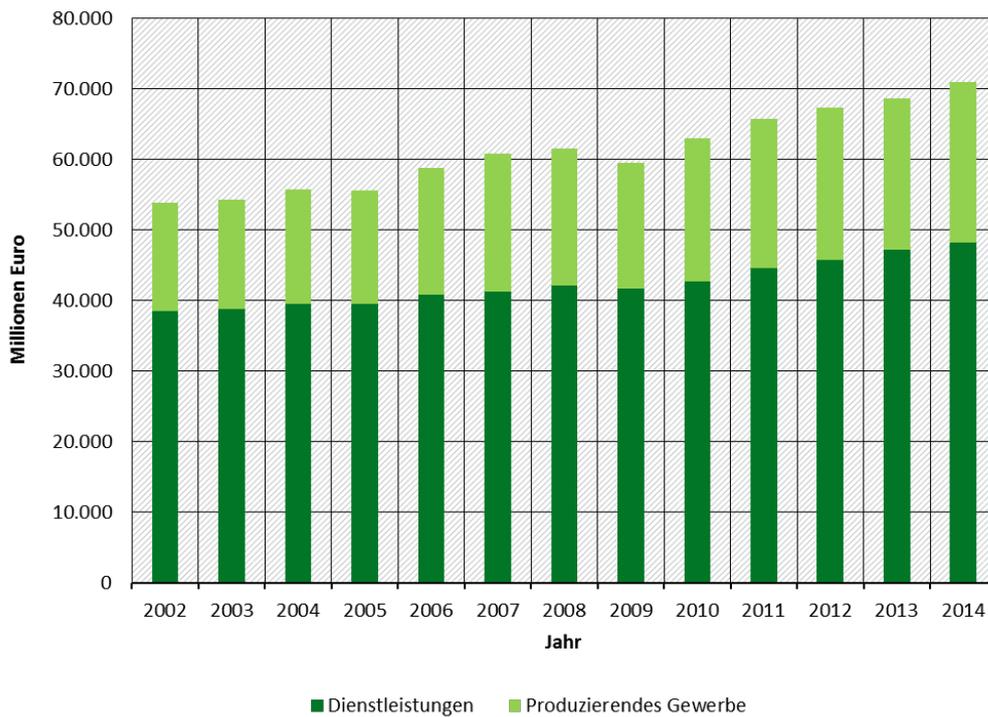
Quellen: VGR der Länder (2017c) und eigene Berechnungen, IWH.

Abbildung 8-23: Nominale jährliche Wachstumsbeiträge an der Bruttowertschöpfung in der Braunkohleregion Mitteldeutschland nach Sektoren



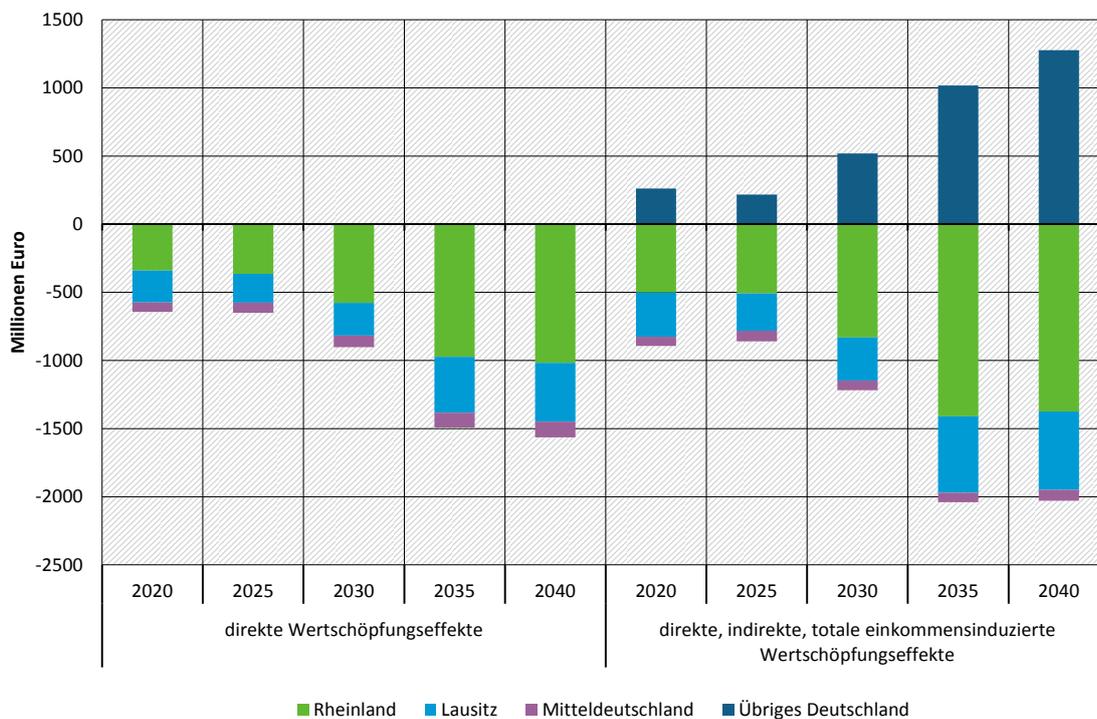
Quellen: VGR der Länder (2017c) und eigene Berechnungen, IWH.

Abbildung 8-24: Nominale Bruttowertschöpfung in der Braunkohleregion Mitteldeutschland



Quellen: VGR der Länder (2017c) und eigene Berechnungen, IWH.

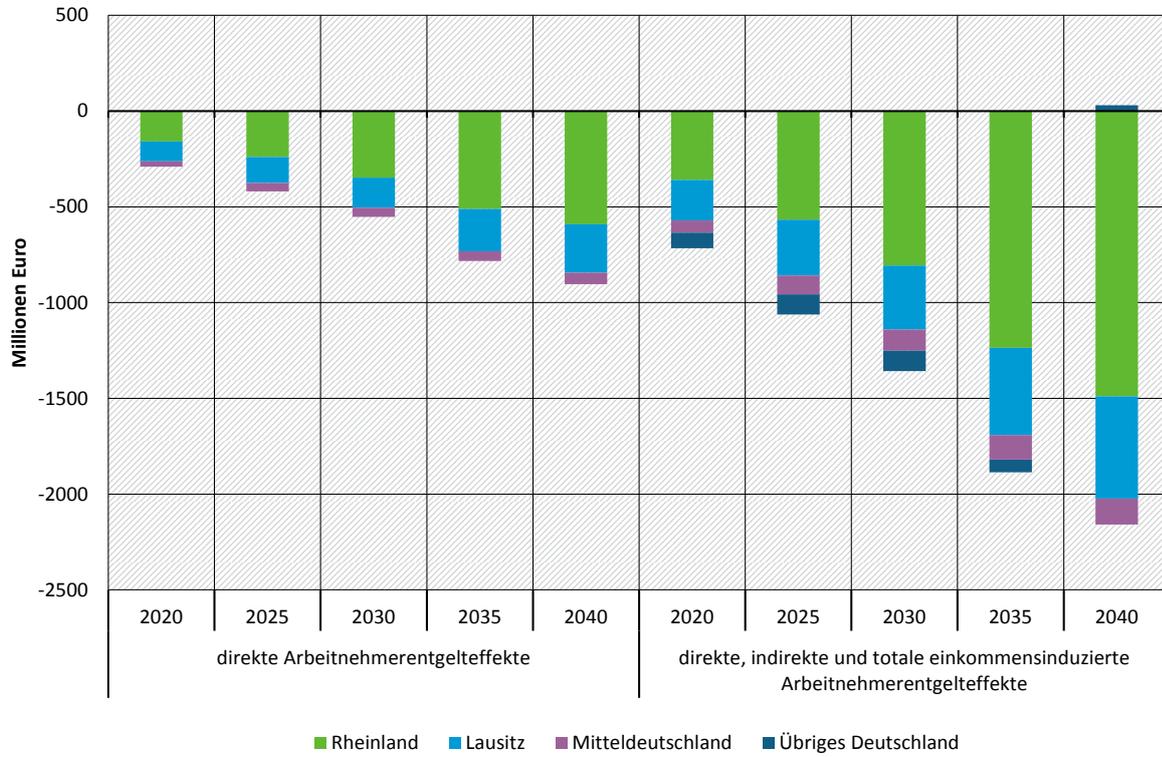
Abbildung 8-25: Reale Bruttowertschöpfungseffekte im Referenzpfad im Vergleich zum Null-Szenario des RWM



Anmerkungen: Die Differenz der Bruttowertschöpfung zum Null-Szenario.

Quellen: VGR der Länder (2017c), eigene Berechnungen, IWH.

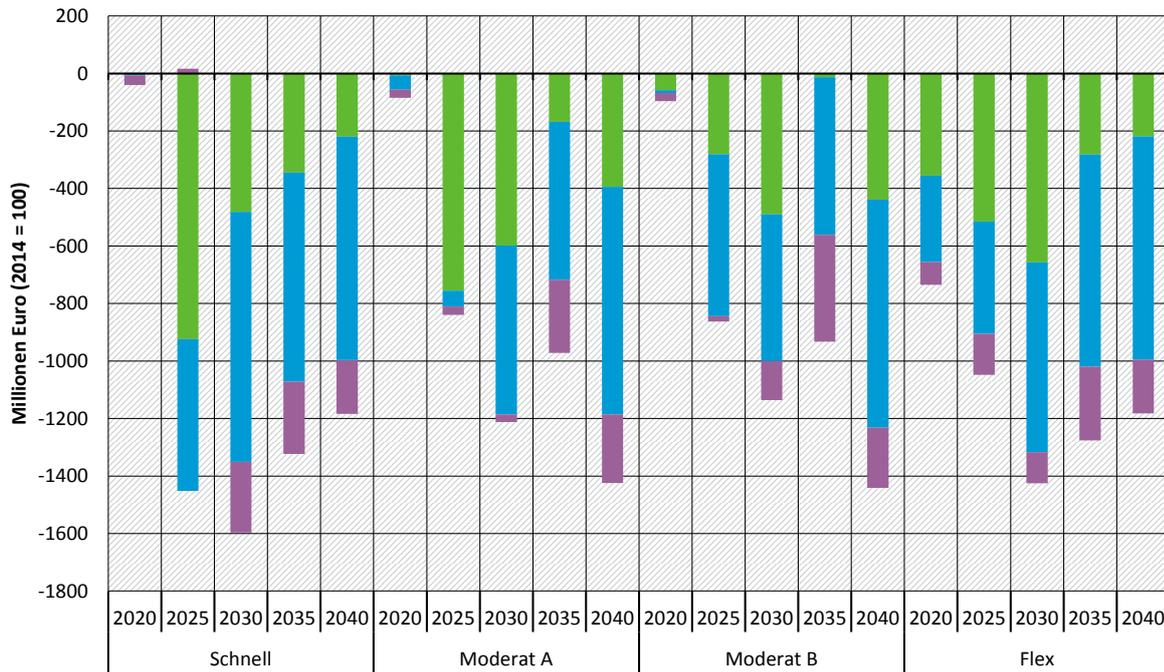
Abbildung 8-26: Reale Arbeitnehmerentgelteffekte im Referenzpfad im Vergleich zum Null-Szenario des RWM



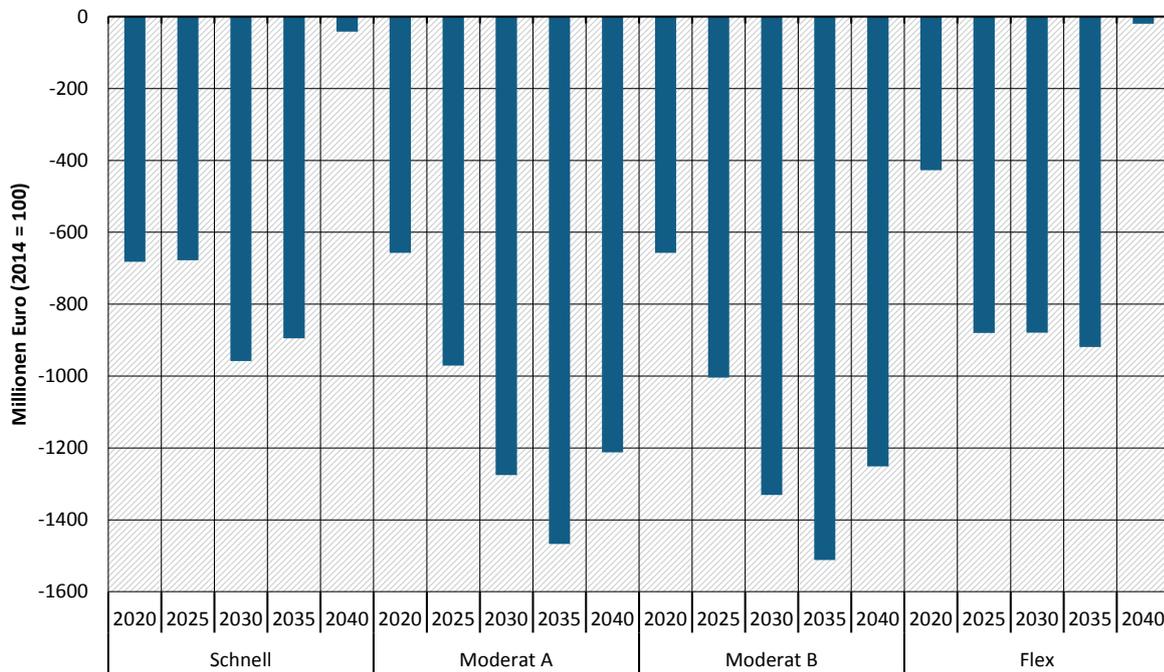
Anmerkungen: Die Differenz der Bruttowertschöpfung zum Null-Szenario.

Quellen: VGR der Länder (2017c), eigene Berechnungen, IWH.

Abbildung 8-27: Regionale klimapolitische totale phasenübergreifende reale Bruttowertschöpfungseffekte im Vergleich zum Referenzpfad des RWM



■ Rheinland ■ Lausitz ■ Mitteldeutschland

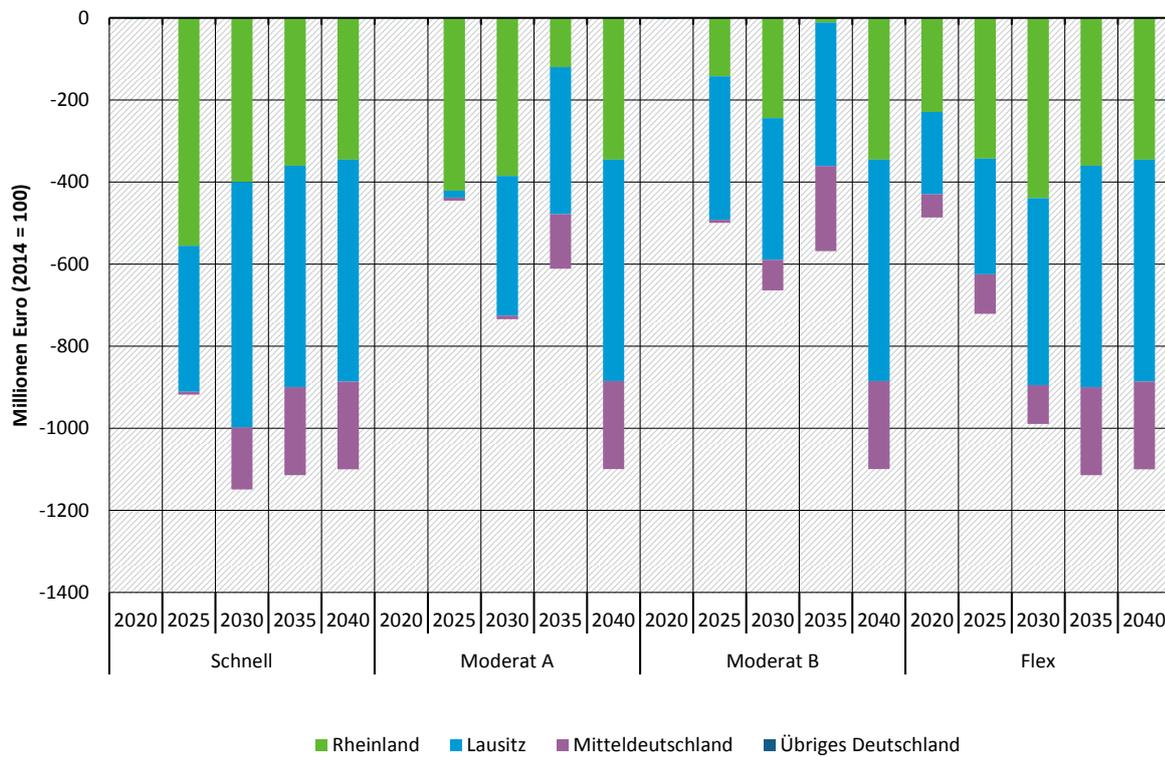


■ Übriges Deutschland

Anmerkungen: Die Differenz der Bruttowertschöpfung zum Referenzpfad.

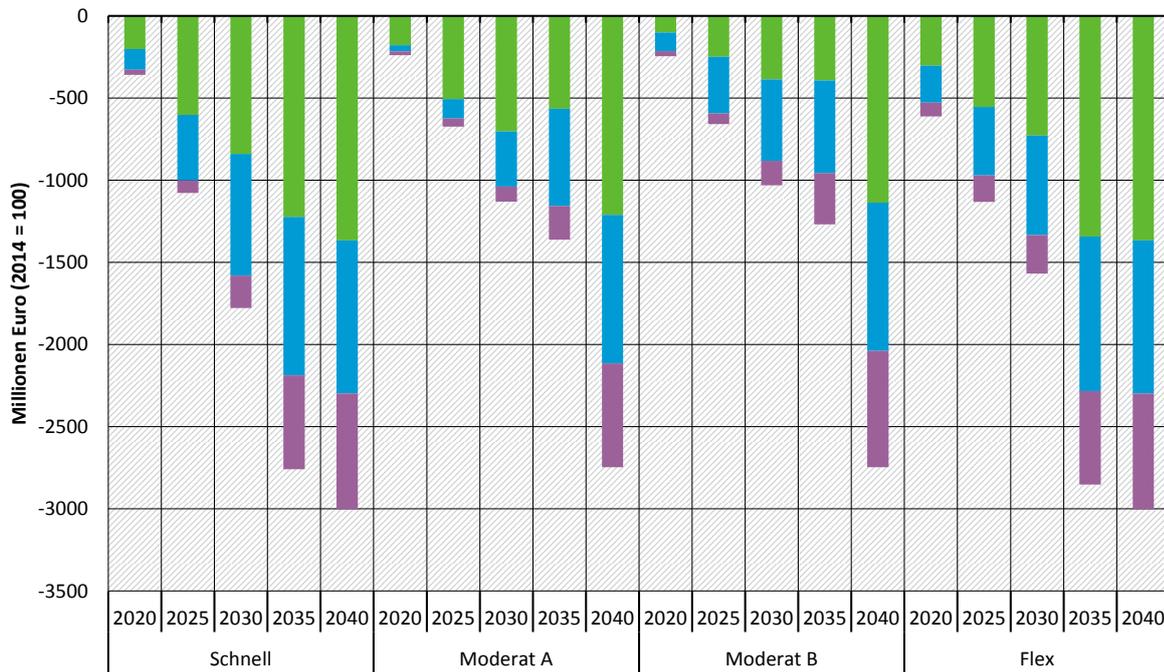
Quellen: VGR der Länder (2017c), eigene Berechnungen, IWH.

Abbildung 8-28: Regionale klimapolitische direkte reale Bruttowertschöpfungseffekte in der Braunkohlenwirtschaft im Vergleich zum Referenzpfad des RWM

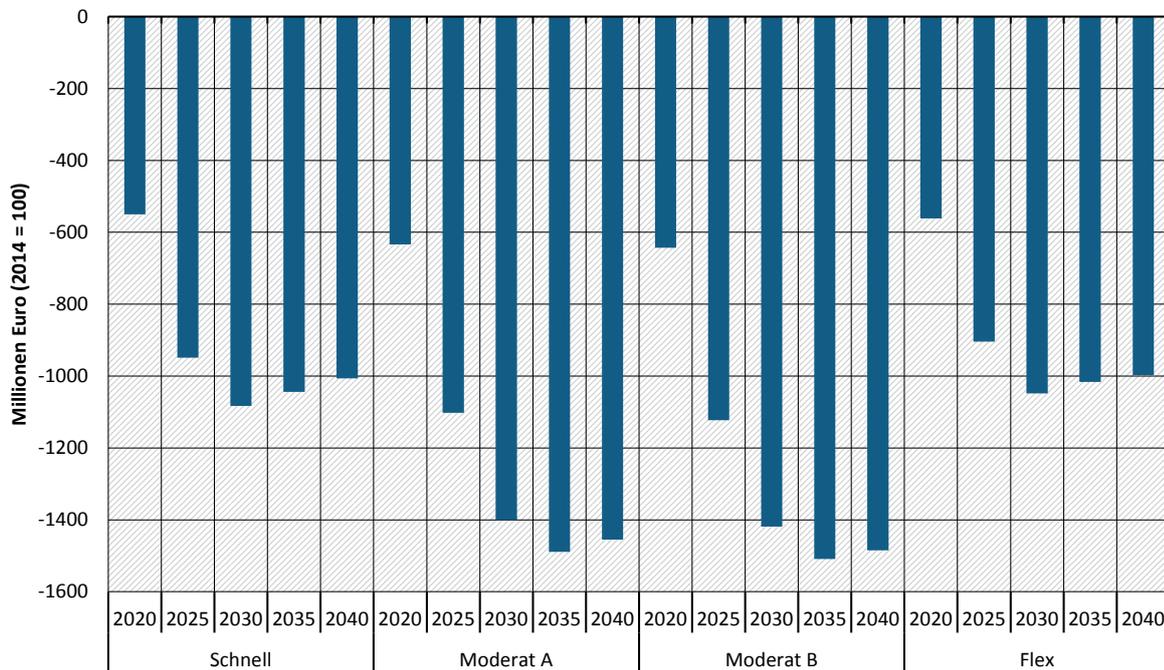


Anmerkungen: Die Differenz der Bruttowertschöpfung zum Referenzpfad.  
 Quellen: VGR der Länder (2017c), eigene Berechnungen, IWH.

Abbildung 8-29: Regionale klimapolitische totale phasenübergreifende Effekte auf das Arbeitnehmerentgelt im Vergleich zum Referenzpfad des RWM



■ Rheinland ■ Lausitz ■ Mitteldeutschland

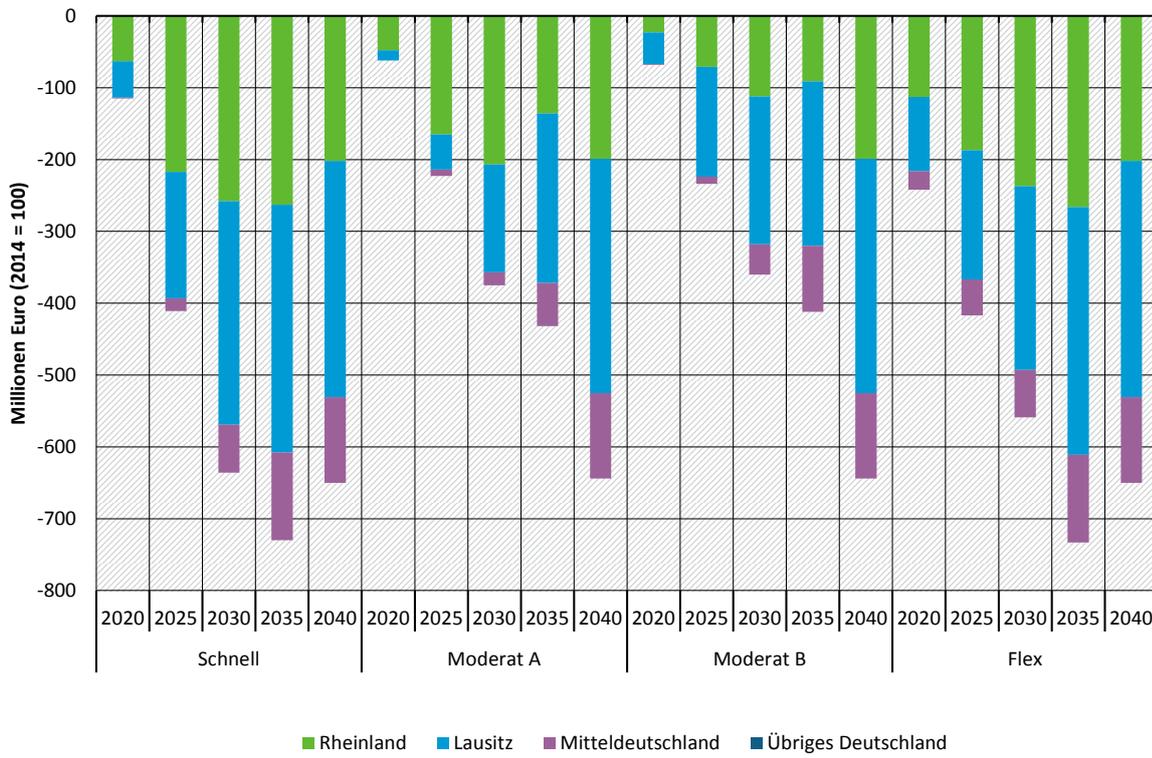


■ Übriges Deutschland

Anmerkungen: Die Differenz der Arbeitnehmerentgelte zum Referenzpfad.

Quellen: VGR der Länder (2017d-e), Unternehmensregister und eigene Berechnungen, IWH.

Abbildung 8-30: Regionale klimapolitische direkte Effekte auf das Arbeitnehmerentgelt in der Braunkohlenwirtschaft im Vergleich zum Referenzpfad des RWM



Anmerkungen: Die Differenz der Arbeitnehmerentgelte zum Referenzpfad.

Quellen: VGR der Länder (2017d-e), Unternehmensregister und eigene Berechnungen.

## 8.2 Tabellen

Tabelle 8-1: Referenzpfad: Installierte Kapazität bis 2035

| Kraftwerk                | Block             | Start | Installierte Kapazität (MW) | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 | 2035 |
|--------------------------|-------------------|-------|-----------------------------|------|------|------|------|------|
| <b>Rheinland</b>         |                   |       |                             |      |      |      |      |      |
| BoA 2                    | Neurath F         | 2012  | 1050                        | x    | x    | x    | x    | x    |
| BoA 3                    | Neurath G         | 2012  | 1050                        | x    | x    | x    | x    | x    |
| Niederaußem              | K                 | 2002  | 944                         | x    | x    | x    | x    | x    |
| Niederaußem              | G                 | 1974  | 653                         | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| Niederaußem              | H                 | 1974  | 648                         | x    | x    | x    | x    | 0    |
| Neurath                  | D                 | 1975  | 607                         | x    | x    | x    | x    | 0    |
| Neurath                  | E                 | 1976  | 604                         | x    | x    | x    | x    | 0    |
| Weisweiler               | G                 | 1974  | 592                         | x    | x    | x    | x    | 0    |
| Weisweiler               | H                 | 1975  | 592                         | x    | x    | x    | x    | 0    |
| Weisweiler               | E                 | 1965  | 312                         | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| Weisweiler               | F                 | 1967  | 304                         | x    | x    | x    | x    | 0    |
| Niederaußem              | F                 | 1971  | 299                         | x    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Niederaußem              | D                 | 1968  | 297                         | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| Niederaußem              | E                 | 1970  | 295                         | x    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Niederaußem              | C                 | 1965  | 294                         | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| Neurath                  | C                 | 1973  | 292                         | x    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Neurath                  | B                 | 1972  | 288                         | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| Frimmersdorf             | P                 | 1966  | 284                         | x    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Frimmersdorf             | Q                 | 1970  | 278                         | x    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Neurath                  | A                 | 1972  | 277                         | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| Frechen/Wachtberg        | Frechen/Wachtberg | 1959  | 0                           | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Goldenberg               | F                 | 1993  | 85                          | x    | x    | x    | x    | x    |
| Goldenberg               | E                 | 1992  | 66                          | x    | x    | x    | x    | x    |
| Ville/Berrenrath         | Ville/Berrenrath  | 1991  | 52                          | x    | x    | x    | x    | x    |
| Fortuna Nord             | Fortuna Nord      | 1984  | 15                          | x    | x    | x    | x    | x    |
| P&L Werk Jülich          | Kessel 5          | 2004  | 25                          | x    | x    | x    | x    | x    |
| P&L Werk Könnern         | Kessel 1 und 2    | 1993  | 20                          | x    | x    | x    | x    | x    |
| P&L Werk Euskirchen      | Kessel 4 / 6      | 1992  | 15                          | x    | x    | x    | x    | x    |
| Kraftwerk                | K2/TG2            | 1995  | 10                          | x    | x    | x    | x    | x    |
| HKW Merkenich            | Block 6           | 2010  | 75                          | x    | x    | x    | x    | x    |
| FKK                      |                   | 1988  | 34                          | x    | x    | x    | x    |      |
| Kohlekraftwerk           | K06               | 2010  | 14                          | x    | x    | x    | x    | x    |
| <b>Mitteldeutschland</b> |                   |       |                             |      |      |      |      |      |
| Lippendorf               | LIP S             | 1999  | 875                         | x    | x    | x    | x    | x    |
| Lippendorf               | R                 | 1999  | 875                         | x    | x    | x    | x    | x    |
| Schkopau                 | B                 | 1996  | 450                         | x    | x    | x    | x    | x    |
| Schkopau                 | A                 | 1996  | 450                         | x    | x    | x    | x    | x    |
| Buschhaus                | D                 | 1985  | 352                         | x    | 0    | 0    | 0    | 0    |

|                                    |               |      |     |   |   |   |   |   |
|------------------------------------|---------------|------|-----|---|---|---|---|---|
| HKW Chemnitz Nord II               | Block C       | 1990 | 91  | x | x | x | x | x |
| HKW Chemnitz Nord II               | Block B       | 1990 | 57  | x | x | x | x | x |
| Deuben                             |               | 1936 | 67  | x | x | 0 | 0 | 0 |
| Wählitz                            |               | 1994 | 31  | x | x | x | x | x |
| CropEnergies Bioethanol GmbH Zeitz |               | 2005 | 18  | x | x | x | x | x |
| Kraftwerk Dessau                   |               | 1996 | 49  | x | x | x | x | x |
| EZ1                                | WSK           | 1993 | 19  | x | x | x | x | x |
| HKW Sachtleben                     |               | 1962 | 0   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <b>Lausitz</b>                     |               |      |     |   |   |   |   |   |
| Boxberg                            | Q             | 2000 | 857 | x | x | x | x | x |
| Schwarze Pumpe                     | A             | 1997 | 750 | x | x | x | x | x |
| Schwarze Pumpe                     | B             | 1998 | 750 | x | x | x | x | x |
| Boxberg                            | R             | 2012 | 640 | x | x | x | x | x |
| Boxberg                            | N             | 1979 | 465 | x | x | x | x | 0 |
| Boxberg                            | P             | 1980 | 465 | x | x | x | x | 0 |
| KW Jänschwalde                     | A             | 1981 | 465 | x | x | x | x | x |
| KW Jänschwalde                     | B             | 1982 | 465 | x | x | x | x | x |
| KW Jänschwalde                     | C             | 1984 | 465 | x | x | x | x | x |
| KW Jänschwalde                     | D             | 1985 | 465 | x | x | x | x | x |
| KW Jänschwalde                     | E             | 1987 | 465 | x | 0 | 0 | 0 | 0 |
| KW Jänschwalde                     | F             | 1989 | 465 | x | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Klingenberg                        | Klingenberg   | 1981 | 164 | x | 0 | 0 | 0 | 0 |
| HKW Cottbus                        | 1             | 1999 | 74  | x | x | x | x | x |
| Heizkraftwerk FFO                  | Block1-GuD-EK | 1997 | 45  | x | x | x | x | x |

Legende: Zum Zeitpunkt älter als 20 30 40 50 Jahre

Quelle: Eigene Darstellung nach Öko-Institut (2017a)

Tabelle 8-2: Schneller Pfad: Installierte Kapazität bis 2035

| Kraftwerk        | Block     | Start | Installierte Kapazität (MW) | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 | 2035 |
|------------------|-----------|-------|-----------------------------|------|------|------|------|------|
| <b>Rheinland</b> |           |       |                             |      |      |      |      |      |
| BoA 2            | Neurath F | 2012  | 1050                        | x    | x    | x    | x    | 0    |
| BoA 3            | Neurath G | 2012  | 1050                        | x    | x    | x    | x    | 0    |
| Niederaußem      | K         | 2002  | 944                         | x    | x    | x    | x    | 0    |
| Niederaußem      | G         | 1974  | 653                         | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| Niederaußem      | H         | 1974  | 648                         | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| Neurath          | D         | 1975  | 607                         | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| Neurath          | E         | 1976  | 604                         | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| Weisweiler       | G         | 1974  | 592                         | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| Weisweiler       | H         | 1975  | 592                         | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| Weisweiler       | E         | 1965  | 312                         | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| Weisweiler       | F         | 1967  | 304                         | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| Niederaußem      | F         | 1971  | 299                         | x    | 0    | 0    | 0    | 0    |

| Kraftwerk                          | Block             | Start | Installierte Kapazität (MW) | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 | 2035 |
|------------------------------------|-------------------|-------|-----------------------------|------|------|------|------|------|
| Niederaußem                        | D                 | 1968  | 297                         | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| Niederaußem                        | E                 | 1970  | 295                         | x    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Niederaußem                        | C                 | 1965  | 294                         | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| Neurath                            | C                 | 1973  | 292                         | x    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Neurath                            | B                 | 1972  | 288                         | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| Frimmersdorf                       | P                 | 1966  | 284                         | x    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Frimmersdorf                       | Q                 | 1970  | 278                         | x    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Neurath                            | A                 | 1972  | 277                         | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| Frechen/Wachtberg                  | Frechen/Wachtberg | 1959  | 0                           | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Goldenberg                         | F                 | 1993  | 85                          | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| Goldenberg                         | E                 | 1992  | 66                          | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| Ville/Berrenrath                   | Ville/Berrenrath  | 1991  | 52                          | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| Fortuna Nord                       | Fortuna Nord      | 1984  | 15                          | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| P&L Werk Jülich                    | Kessel 5          | 2004  | 25                          | x    | x    | x    | x    | 0    |
| P&L Werk Könnern                   | Kessel 1 und 2    | 1993  | 20                          | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| P&L Werk Euskirchen                | Kessel 4 / 6      | 1992  | 15                          | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| Kraftwerk                          | K2/TG2            | 1995  | 10                          | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| HKW Merkenich                      | Block 6           | 2010  | 75                          | x    | x    | x    | x    | 0    |
| FKK                                |                   | 1988  | 34                          | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| Kohlekraftwerk                     | K06               | 2010  | 14                          | x    | x    | x    | x    | 0    |
| <b>Mitteldeutschland</b>           |                   |       |                             |      |      |      |      |      |
| Lippendorf                         | LIP S             | 1999  | 875                         | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| Lippendorf                         | R                 | 1999  | 875                         | x    | x    | x    | x    | 0    |
| Schkopau                           | B                 | 1996  | 450                         | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| Schkopau                           | A                 | 1996  | 450                         | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| Buschhaus                          | D                 | 1985  | 352                         | x    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| HKW Chemnitz Nord II               | Block C           | 1990  | 91                          | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| HKW Chemnitz Nord II               | Block B           | 1990  | 57                          | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| Deuben                             |                   | 1936  | 67                          | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| Wähilitz                           |                   | 1994  | 31                          | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| CropEnergies Bioethanol GmbH Zeitz |                   | 2005  | 18                          | x    | x    | x    | x    | 0    |
| Kraftwerk Dessau                   |                   | 1996  | 49                          | x    | x    | x    | x    | 0    |
| EZ1                                | WSK               | 1993  | 19                          | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| HKW Sachtleben                     |                   | 1962  | 0                           | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| <b>Lausitz</b>                     |                   |       |                             |      |      |      |      |      |
| Boxberg                            | Q                 | 2000  | 857                         | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| Schwarze Pumpe                     | A                 | 1997  | 750                         | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| Schwarze Pumpe                     | B                 | 1998  | 750                         | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| Boxberg                            | R                 | 2012  | 640                         | x    | x    | x    | x    | 0    |
| Boxberg                            | N                 | 1979  | 465                         | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| Boxberg                            | P                 | 1980  | 465                         | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| KW Jänschwalde                     | A                 | 1981  | 465                         | x    | x    | 0    | 0    | 0    |

| Kraftwerk         | Block         | Start | Installierte Kapazität (MW) | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 | 2035 |
|-------------------|---------------|-------|-----------------------------|------|------|------|------|------|
| KW Jänschwalde    | B             | 1982  | 465                         | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| KW Jänschwalde    | C             | 1984  | 465                         | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| KW Jänschwalde    | D             | 1985  | 465                         | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| KW Jänschwalde    | E             | 1987  | 465                         | x    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| KW Jänschwalde    | F             | 1989  | 465                         | x    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Klingenberg       | Klingenberg   | 1981  | 164                         | x    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| HKW Cottbus       | 1             | 1999  | 74                          | x    | x    | x    | x    | 0    |
| Heizkraftwerk FFO | Block1-GuD-EK | 1997  | 45                          | x    | x    | x    | x    | 0    |

Legende: Zum Zeitpunkt älter als 20 30 40 50 Jahre

Quelle: Eigene Darstellung nach Öko-Institut et al. (2017)

Tabelle 8-3: Moderater Pfad (Variante A): Installierte Kapazität bis 2035

| Kraftwerk         | Block             | Start | Installierte Kapazität (MW) | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 | 2035 |
|-------------------|-------------------|-------|-----------------------------|------|------|------|------|------|
| <b>Rheinland</b>  |                   |       |                             |      |      |      |      |      |
| BoA 2             | Neurath F         | 2012  | 1050                        | x    | x    | x    | x    | x    |
| BoA 3             | Neurath G         | 2012  | 1050                        | x    | x    | x    | x    | x    |
| Niederaußem       | K                 | 2002  | 944                         | x    | x    | x    | x    | 0    |
| Niederaußem       | G                 | 1974  | 653                         | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| Niederaußem       | H                 | 1974  | 648                         | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| Neurath           | D                 | 1975  | 607                         | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| Neurath           | E                 | 1976  | 604                         | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| Weisweiler        | G                 | 1974  | 592                         | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| Weisweiler        | H                 | 1975  | 592                         | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| Weisweiler        | E                 | 1965  | 312                         | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| Weisweiler        | F                 | 1967  | 304                         | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| Niederaußem       | F                 | 1971  | 299                         | x    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Niederaußem       | D                 | 1968  | 297                         | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| Niederaußem       | E                 | 1970  | 295                         | x    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Niederaußem       | C                 | 1965  | 294                         | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| Neurath           | C                 | 1973  | 292                         | x    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Neurath           | B                 | 1972  | 288                         | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| Frimmersdorf      | P                 | 1966  | 284                         | x    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Frimmersdorf      | Q                 | 1970  | 278                         | x    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Neurath           | A                 | 1972  | 277                         | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| Frechen/Wachtberg | Frechen/Wachtberg | 1959  | 0                           | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Goldenberg        | F                 | 1993  | 85                          | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| Goldenberg        | E                 | 1992  | 66                          | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| Ville/Berrenrath  | Ville/Berrenrath  | 1991  | 52                          | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| Fortuna Nord      | Fortuna Nord      | 1984  | 15                          | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| P&L Werk Jülich   | Kessel 5          | 2004  | 25                          | x    | x    | x    | x    | x    |

| Kraftwerk                          | Block          | Start | Installierte Kapazität (MW) | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 | 2035 |
|------------------------------------|----------------|-------|-----------------------------|------|------|------|------|------|
| P&L Werk Könnern                   | Kessel 1 und 2 | 1993  | 20                          | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| P&L Werk Euskirchen                | Kessel 4 / 6   | 1992  | 15                          | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| Kraftwerk                          | K2/TG2         | 1995  | 10                          | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| HKW Merkenich                      | Block 6        | 2010  | 75                          | x    | x    | x    | x    | x    |
| FKK                                |                | 1988  | 34                          | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| Kohlekraftwerk                     | K06            | 2010  | 14                          | x    | x    | x    | x    | x    |
| <b>Mitteldeutschland</b>           |                |       |                             |      |      |      |      |      |
| Lippendorf                         | LIP S          | 1999  | 875                         | x    | x    | x    | x    | x    |
| Lippendorf                         | R              | 1999  | 875                         | x    | x    | x    | x    | 0    |
| Schkopau                           | B              | 1996  | 450                         | x    | x    | x    | x    | 0    |
| Schkopau                           | A              | 1996  | 450                         | x    | x    | x    | x    | 0    |
| Buschhaus                          | D              | 1985  | 352                         | x    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| HKW Chemnitz Nord II               | Block C        | 1990  | 91                          | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| HKW Chemnitz Nord II               | Block B        | 1990  | 57                          | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| Deuben                             |                | 1936  | 67                          | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| Wähilitz                           |                | 1994  | 31                          | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| CropEnergies Bioethanol GmbH Zeitz |                | 2005  | 18                          | x    | x    | x    | x    | x    |
| Kraftwerk Dessau                   |                | 1996  | 49                          | x    | x    | x    | x    | x    |
| EZ1                                | WSK            | 1993  | 19                          | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| HKW Sachtleben                     |                | 1962  | 0                           | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| <b>Lausitz</b>                     |                |       |                             |      |      |      |      |      |
| Boxberg                            | Q              | 2000  | 857                         | x    | x    | x    | x    | x    |
| Schwarze Pumpe                     | A              | 1997  | 750                         | x    | x    | x    | x    | 0    |
| Schwarze Pumpe                     | B              | 1998  | 750                         | x    | x    | x    | x    | 0    |
| Boxberg                            | R              | 2012  | 640                         | x    | x    | x    | x    | x    |
| Boxberg                            | N              | 1979  | 465                         | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| Boxberg                            | P              | 1980  | 465                         | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| KW Jänschwalde                     | A              | 1981  | 465                         | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| KW Jänschwalde                     | B              | 1982  | 465                         | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| KW Jänschwalde                     | C              | 1984  | 465                         | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| KW Jänschwalde                     | D              | 1985  | 465                         | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| KW Jänschwalde                     | E              | 1987  | 465                         | x    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| KW Jänschwalde                     | F              | 1989  | 465                         | x    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Klingenberg                        | Klingenberg    | 1981  | 164                         | x    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| HKW Cottbus                        | 1              | 1999  | 74                          | x    | x    | x    | x    | x    |
| Heizkraftwerk FFO                  | Block1-GuD-EK  | 1997  | 45                          | x    | x    | x    | x    | x    |

Quelle: Eigene Darstellung nach Öko-Institut et al. (2017)

Tabelle 8-4: Moderater Pfad (Variante B): Installierte Kapazität bis 2035

| Kraftwerk                | Block             | Start | Installierte Kapazität (MW) | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 | 2035 |
|--------------------------|-------------------|-------|-----------------------------|------|------|------|------|------|
| <b>Rheinland</b>         |                   |       |                             |      |      |      |      |      |
| BoA 2                    | Neurath F         | 2012  | 1050                        | x    | x    | x    | x    | x    |
| BoA 3                    | Neurath G         | 2012  | 1050                        | x    | x    | x    | x    | x    |
| Niederaußem              | K                 | 2002  | 944                         | x    | x    | x    | x    | x    |
| Niederaußem              | G                 | 1974  | 653                         | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| Niederaußem              | H                 | 1974  | 648                         | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| Neurath                  | D                 | 1975  | 607                         | x    | x    | x    | x    | 0    |
| Neurath                  | E                 | 1976  | 604                         | x    | x    | x    | x    | 0    |
| Weisweiler               | G                 | 1974  | 592                         | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| Weisweiler               | H                 | 1975  | 592                         | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| Weisweiler               | E                 | 1965  | 312                         | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| Weisweiler               | F                 | 1967  | 304                         | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| Niederaußem              | F                 | 1971  | 299                         | x    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Niederaußem              | D                 | 1968  | 297                         | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| Niederaußem              | E                 | 1970  | 295                         | x    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Niederaußem              | C                 | 1965  | 294                         | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| Neurath                  | C                 | 1973  | 292                         | x    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Neurath                  | B                 | 1972  | 288                         | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| Frimmersdorf             | P                 | 1966  | 284                         | x    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Frimmersdorf             | Q                 | 1970  | 278                         | x    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Neurath                  | A                 | 1972  | 277                         | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| Frechen/Wachtberg        | Frechen/Wachtberg | 1959  | 0                           | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Goldenberg               | F                 | 1993  | 85                          | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| Goldenberg               | E                 | 1992  | 66                          | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| Ville/Berrenrath         | Ville/Berrenrath  | 1991  | 52                          | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| Fortuna Nord             | Fortuna Nord      | 1984  | 15                          | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| P&L Werk Jülich          | Kessel 5          | 2004  | 25                          | x    | x    | x    | x    | x    |
| P&L Werk Könnern         | Kessel 1 und 2    | 1993  | 20                          | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| P&L Werk Euskirchen      | Kessel 4 / 6      | 1992  | 15                          | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| Kraftwerk                | K2/TG2            | 1995  | 10                          | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| HKW Merkenich            | Block 6           | 2010  | 75                          | x    | x    | x    | x    | x    |
| FKK                      |                   | 1988  | 34                          | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| Kohlekraftwerk           | K06               | 2010  | 14                          | x    | x    | x    | x    | x    |
| <b>Mitteldeutschland</b> |                   |       |                             |      |      |      |      |      |
| Lippendorf               | LIP S             | 1999  | 875                         | x    | x    | x    | x    | 0    |
| Lippendorf               | R                 | 1999  | 875                         | x    | x    | x    | x    | 0    |
| Schkopau                 | B                 | 1996  | 450                         | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| Schkopau                 | A                 | 1996  | 450                         | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| Buschhaus                | D                 | 1985  | 352                         | x    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| HKW Chemnitz Nord II     | Block C           | 1990  | 91                          | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| HKW Chemnitz Nord II     | Block B           | 1990  | 57                          | x    | x    | 0    | 0    | 0    |

|                                    |     |      |    |   |   |   |   |   |
|------------------------------------|-----|------|----|---|---|---|---|---|
| Deuben                             |     | 1936 | 67 | x | x | 0 | 0 | 0 |
| Währlitz                           |     | 1994 | 31 | x | x | x | 0 | 0 |
| CropEnergies Bioethanol GmbH Zeitz |     | 2005 | 18 | x | x | x | x | x |
| Kraftwerk Dessau                   |     | 1996 | 49 | x | x | x | x | x |
| EZ1                                | WSK | 1993 | 19 | x | x | x | 0 | 0 |
| HKW Sachtleben                     |     | 1962 | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**Lausitz**

|                   |               |      |     |   |   |   |   |   |
|-------------------|---------------|------|-----|---|---|---|---|---|
| Boxberg           | Q             | 2000 | 857 | x | x | x | x | x |
| Schwarze Pumpe    | A             | 1997 | 750 | x | x | x | x | 0 |
| Schwarze Pumpe    | B             | 1998 | 750 | x | x | x | x | 0 |
| Boxberg           | R             | 2012 | 640 | x | x | x | x | x |
| Boxberg           | N             | 1979 | 465 | x | x | 0 | 0 | 0 |
| Boxberg           | P             | 1980 | 465 | x | x | 0 | 0 | 0 |
| KW Jänschwalde    | A             | 1981 | 465 | x | x | 0 | 0 | 0 |
| KW Jänschwalde    | B             | 1982 | 465 | x | x | 0 | 0 | 0 |
| KW Jänschwalde    | C             | 1984 | 465 | x | x | 0 | 0 | 0 |
| KW Jänschwalde    | D             | 1985 | 465 | x | x | 0 | 0 | 0 |
| KW Jänschwalde    | E             | 1987 | 465 | x | 0 | 0 | 0 | 0 |
| KW Jänschwalde    | F             | 1989 | 465 | x | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Klingenberg       | Klingenberg   | 1981 | 164 | x | 0 | 0 | 0 | 0 |
| HKW Cottbus       | 1             | 1999 | 74  | x | x | x | x | x |
| Heizkraftwerk FFO | Block1-GuD-EK | 1997 | 45  | x | x | x | x | x |

Legende: Zum Zeitpunkt älter als 20 30 40 50 Jahre

Quelle: Eigene Darstellung nach Öko-Institut et al. (2017)

Tabelle 8-5: Flexibler Pfad: Installierte Kapazität bis 2035

| Kraftwerk        | Block     | Start | Installierte Kapazität (MW) | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 | 2035 |
|------------------|-----------|-------|-----------------------------|------|------|------|------|------|
| <b>Rheinland</b> |           |       |                             |      |      |      |      |      |
| BoA 2            | Neurath F | 2012  | 1050                        | x    | x    | x    | x    | 0    |
| BoA 3            | Neurath G | 2012  | 1050                        | x    | x    | x    | x    | 0    |
| Niederaußem      | K         | 2002  | 944                         | x    | x    | x    | x    | 0    |
| Niederaußem      | G         | 1974  | 653                         | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| Niederaußem      | H         | 1974  | 648                         | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| Neurath          | D         | 1975  | 607                         | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| Neurath          | E         | 1976  | 604                         | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| Weisweiler       | G         | 1974  | 592                         | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| Weisweiler       | H         | 1975  | 592                         | x    | x    | x    | 0    | 0    |
| Weisweiler       | E         | 1965  | 312                         | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| Weisweiler       | F         | 1967  | 304                         | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| Niederaußem      | F         | 1971  | 299                         | x    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Niederaußem      | D         | 1968  | 297                         | x    | x    | 0    | 0    | 0    |
| Niederaußem      | E         | 1970  | 295                         | x    | 0    | 0    | 0    | 0    |

|                     |                   |      |     |   |   |   |   |   |
|---------------------|-------------------|------|-----|---|---|---|---|---|
| Niederaußem         | C                 | 1965 | 294 | x | x | 0 | 0 | 0 |
| Neurath             | C                 | 1973 | 292 | x | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Neurath             | B                 | 1972 | 288 | x | x | x | 0 | 0 |
| Frimmersdorf        | P                 | 1966 | 284 | x | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Frimmersdorf        | Q                 | 1970 | 278 | x | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Neurath             | A                 | 1972 | 277 | x | x | x | 0 | 0 |
| Frechen/Wachtberg   | Frechen/Wachtberg | 1959 | 0   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Goldenberg          | F                 | 1993 | 85  | x | x | x | x | 0 |
| Goldenberg          | E                 | 1992 | 66  | x | x | x | x | 0 |
| Ville/Berrenrath    | Ville/Berrenrath  | 1991 | 52  | x | x | x | x | 0 |
| Fortuna Nord        | Fortuna Nord      | 1984 | 15  | x | x | 0 | 0 | 0 |
| P&L Werk Jülich     | Kessel 5          | 2004 | 25  | x | x | x | x | 0 |
| P&L Werk Könnern    | Kessel 1 und 2    | 1993 | 20  | x | x | x | x | 0 |
| P&L Werk Euskirchen | Kessel 4 / 6      | 1992 | 15  | x | x | x | x | 0 |
| Kraftwerk           | K2/TG2            | 1995 | 10  | x | x | x | x | 0 |
| HKW Merkenich       | Block 6           | 2010 | 75  | x | x | x | x | 0 |
| FKK                 |                   | 1988 | 34  | x | x | x | 0 | 0 |
| Kohlekraftwerk      | K06               | 2010 | 14  | x | x | x | x | 0 |

**Mitteldeutschland**

|                                    |         |      |     |   |   |   |   |   |
|------------------------------------|---------|------|-----|---|---|---|---|---|
| Lippendorf                         | LIP S   | 1999 | 875 | x | x | x | x | 0 |
| Lippendorf                         | R       | 1999 | 875 | x | x | x | x | 0 |
| Schkopau                           | B       | 1996 | 450 | x | x | x | x | 0 |
| Schkopau                           | A       | 1996 | 450 | x | x | x | x | 0 |
| Buschhaus                          | D       | 1985 | 352 | x | 0 | 0 | 0 | 0 |
| HKW Chemnitz Nord II               | Block C | 1990 | 91  | x | x | 0 | 0 | 0 |
| HKW Chemnitz Nord II               | Block B | 1990 | 57  | x | x | 0 | 0 | 0 |
| Deuben                             |         | 1936 | 67  | x | x | 0 | 0 | 0 |
| Währlitz                           |         | 1994 | 31  | x | x | x | x | 0 |
| CropEnergies Bioethanol GmbH Zeitz |         | 2005 | 18  | x | x | x | x | 0 |
| Kraftwerk Dessau                   |         | 1996 | 49  | x | x | x | x | 0 |
| EZ1                                | WSK     | 1993 | 19  | x | x | x | x | 0 |
| HKW Sachtleben                     |         | 1962 | 0   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**Lausitz**

|                |   |      |     |   |   |   |   |   |
|----------------|---|------|-----|---|---|---|---|---|
| Boxberg        | Q | 2000 | 857 | x | x | x | x | 0 |
| Schwarze Pumpe | A | 1997 | 750 | x | x | x | x | 0 |
| Schwarze Pumpe | B | 1998 | 750 | x | x | x | x | 0 |
| Boxberg        | R | 2012 | 640 | x | x | x | x | 0 |
| Boxberg        | N | 1979 | 465 | x | x | x | 0 | 0 |
| Boxberg        | P | 1980 | 465 | x | x | x | 0 | 0 |
| KW Jänschwalde | A | 1981 | 465 | x | x | x | 0 | 0 |
| KW Jänschwalde | B | 1982 | 465 | x | x | x | 0 | 0 |
| KW Jänschwalde | C | 1984 | 465 | x | x | x | 0 | 0 |
| KW Jänschwalde | D | 1985 | 465 | x | x | x | 0 | 0 |
| KW Jänschwalde | E | 1987 | 465 | x | 0 | 0 | 0 | 0 |

|                   |               |      |     |   |   |   |   |   |
|-------------------|---------------|------|-----|---|---|---|---|---|
| KW Jänschwalde    | F             | 1989 | 465 | x | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Klingenberg       | Klingenberg   | 1981 | 164 | x | 0 | 0 | 0 | 0 |
| HKW Cottbus       | 1             | 1999 | 74  | x | x | x | x | 0 |
| Heizkraftwerk FFO | Block1-GuD-EK | 1997 | 45  | x | x | x | x | 0 |

Legende: Zum Zeitpunkt älter als 20 30 40 50 Jahre

Quelle: Eigene Darstellung nach Öko-Institut et al. (2017)

Tabelle 8-6: Installierte Leistungen der Braunkohlekraftwerke in den Ausstiegspfaden

|                  |                   | 2015        | 2020        | 2025        | 2030        | 2035        |
|------------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                  |                   | <b>GW</b>   |             |             |             |             |
| <b>Referenz</b>  | <b>Summe</b>      | <b>20,7</b> | <b>17,8</b> | <b>16,7</b> | <b>15,6</b> | <b>11,3</b> |
|                  | Rheinland         | 10,4        | 8,9         | 7,9         | 6,8         | 3,5         |
|                  | Mitteldeutschland | 3,3         | 3,0         | 2,9         | 2,9         | 2,9         |
|                  | Lausitz           | 7,0         | 5,9         | 5,9         | 5,9         | 5,0         |
| <b>Schnell</b>   | <b>Summe</b>      | <b>20,7</b> | <b>17,8</b> | <b>9,2</b>  | <b>4,9</b>  | <b>0,0</b>  |
|                  | Rheinland         | 10,4        | 8,9         | 3,4         | 3,2         | 0,0         |
|                  | Mitteldeutschland | 3,3         | 3,0         | 2,7         | 0,9         | 0,0         |
|                  | Lausitz           | 7,0         | 5,9         | 3,1         | 0,8         | 0,0         |
| <b>Moderat A</b> | <b>Summe</b>      | <b>20,7</b> | <b>17,8</b> | <b>12,9</b> | <b>8,8</b>  | <b>4,6</b>  |
|                  | Rheinland         | 10,4        | 8,9         | 4,4         | 3,1         | 2,2         |
|                  | Mitteldeutschland | 3,3         | 3,0         | 2,7         | 2,7         | 0,9         |
|                  | Lausitz           | 7,0         | 5,9         | 5,8         | 3,0         | 1,5         |
| <b>Moderat B</b> | <b>Summe</b>      | <b>20,7</b> | <b>17,8</b> | <b>12,6</b> | <b>9,1</b>  | <b>4,7</b>  |
|                  | Rheinland         | 10,4        | 8,9         | 6,9         | 4,3         | 3,1         |
|                  | Mitteldeutschland | 3,3         | 3,0         | 2,7         | 1,8         | 0,0         |
|                  | Lausitz           | 7,0         | 5,9         | 3,0         | 3,0         | 1,5         |
| <b>Flex</b>      | <b>Summe</b>      | <b>20,7</b> | <b>17,8</b> | <b>13,5</b> | <b>9,3</b>  | <b>0,0</b>  |
|                  | Rheinland         | 10,4        | 8,9         | 6,2         | 3,4         | 0,0         |
|                  | Mitteldeutschland | 3,3         | 3,0         | 2,9         | 2,8         | 0,0         |
|                  | Lausitz           | 7,0         | 5,9         | 4,5         | 3,1         | 0,0         |

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von Öko-Institut (2017a) und Öko-Institut et al. (2017).

Tabelle 8-7: Brennstoffeinsätze von Braunkohle in der Stromerzeugung, inkl. Veredelungseinsatz

|                  |              | 2015                | 2020 | 2025 | 2030 | 2035      |
|------------------|--------------|---------------------|------|------|------|-----------|
|                  |              | TWH <sub>th</sub>   |      |      |      |           |
| <b>Referenz</b>  | <b>Summe</b> | 432                 | 341  | 341  | 292  | 194       |
|                  | Rheinland    | 224                 | 172  | 170  | 128  | 58        |
|                  | Mitteldt.    | 67                  | 58   | 55   | 54   | 50        |
|                  | Lausitz      | 142                 | 111  | 117  | 111  | 86        |
| <b>Schnell</b>   | <b>Summe</b> | <b>wie Referenz</b> |      | 178  | 89   | 0         |
|                  | Rheinland    |                     |      | 68   | 57   | <b>0</b>  |
|                  | Mitteldt.    |                     |      | 50   | 17   | <b>0</b>  |
|                  | Lausitz      |                     |      | 60   | 14   | <b>0</b>  |
| <b>Moderat A</b> | <b>Summe</b> | <b>wie Referenz</b> |      | 256  | 162  | 81        |
|                  | Rheinland    |                     |      | 92   | 57   | <b>38</b> |
|                  | Mitteldt.    |                     |      | 50   | 49   | <b>16</b> |
|                  | Lausitz      |                     |      | 114  | 56   | <b>27</b> |
| <b>Moderat B</b> | <b>Summe</b> | <b>wie Referenz</b> |      | 252  | 169  | 81        |
|                  | Rheinland    |                     |      | 142  | 81   | <b>54</b> |
|                  | Mitteldt.    |                     |      | 50   | 32   | <b>1</b>  |
|                  | Lausitz      |                     |      | 60   | 56   | <b>27</b> |
| <b>Flex</b>      | <b>Summe</b> | <b>wie Referenz</b> | 260  | 221  | 125  | 0         |
|                  | Rheinland    |                     | 133  | 110  | 51   | 0         |
|                  | Mitteldt.    |                     | 47   | 37   | 34   | 0         |
|                  | Lausitz      |                     | 80   | 74   | 40   | 0         |

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von Öko-Institut (2017a) und Öko-Institut et al. (2017).

Tabelle 8-8: Braunkohleförderung nach Szenario und Revier

| Szenario         | Region            | 2015       | 2020       | 2025       | 2030       | 2035      |
|------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|-----------|
| <b>Referenz</b>  | Lausitz           | 62         | 48         | 49         | 48         | 37        |
|                  | Mitteldeutschland | 18         | 18         | 20         | 17         | 18        |
|                  | Rheinland         | 90         | 76         | 75         | 60         | 32        |
|                  | <b>Summe</b>      | <b>170</b> | <b>144</b> | <b>141</b> | <b>126</b> | <b>87</b> |
| <b>Schnell</b>   | Lausitz           | 62         | 48         | 27         | 9          | 4         |
|                  | Mitteldeutschland | 18         | 18         | 20         | 17         | 6         |
|                  | Rheinland         | 90         | 76         | 33         | 31         | 0         |
|                  | <b>Summe</b>      | <b>170</b> | <b>144</b> | <b>77</b>  | <b>46</b>  | <b>4</b>  |
| <b>Moderat A</b> | Lausitz           | 62         | 48         | 49         | 26         | 14        |
|                  | Mitteldeutschland | 18         | 18         | 20         | 17         | 16        |

|                  |                   |            |            |            |           |           |
|------------------|-------------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|
|                  | Rheinland         | 90         | 76         | 43         | 31        | 25        |
|                  | <b>Summe</b>      | <b>170</b> | <b>144</b> | <b>108</b> | <b>73</b> | <b>44</b> |
| <b>Moderat B</b> | Lausitz           | 62         | 48         | 27         | 26        | 14        |
|                  | Mitteldeutschland | 18         | 18         | 20         | 17        | 11        |
|                  | Rheinland         | 90         | 76         | 64         | 40        | 31        |
|                  | <b>Summe</b>      | <b>170</b> | <b>144</b> | <b>107</b> | <b>77</b> | <b>45</b> |
| <b>Flex</b>      | Lausitz           | 62         | 35         | 32         | 19        | 4         |
|                  | Mitteldeutschland | 18         | 18         | 16         | 11        | 12        |
|                  | Rheinland         | 90         | 60         | 51         | 29        | 0         |
|                  | <b>Summe</b>      | <b>170</b> | <b>170</b> | <b>111</b> | <b>94</b> | <b>60</b> |

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von Öko-Institut (2017a) und Öko-Institut et al. (2017).

Tabelle 8-9: Braunkohlevorräte nach Szenario und Revier

| Szenarien        | Region            | 2015        | 2020        | 2025        | 2030        | 2035        |
|------------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>Referenz</b>  | Lausitz           | 1087        | 820         | 579         | 337         | 129         |
|                  | Mitteldeutschland | 374         | 374         | 271         | 181         | 94          |
|                  | Rheinland         | 1674        | 1253        | 876         | 544         | 326         |
|                  | <b>Summe</b>      | <b>3135</b> | <b>2345</b> | <b>1636</b> | <b>975</b>  | <b>462</b>  |
| <b>Schnell</b>   | Lausitz           | 1087        | 820         | 646         | 566         | 538         |
|                  | Mitteldeutschland | 374         | 374         | 271         | 180         | 129         |
|                  | Rheinland         | 1674        | 1253        | 1001        | 841         | 758         |
|                  | <b>Summe</b>      | <b>3135</b> | <b>2345</b> | <b>1827</b> | <b>1537</b> | <b>1414</b> |
| <b>Moderat A</b> | Lausitz           | 1087        | 820         | 579         | 404         | 309         |
|                  | Mitteldeutschland | 374         | 374         | 271         | 180         | 97          |
|                  | Rheinland         | 1674        | 1253        | 973         | 795         | 659         |
|                  | <b>Summe</b>      | <b>3135</b> | <b>2345</b> | <b>1732</b> | <b>1296</b> | <b>1017</b> |
| <b>Moderat B</b> | Lausitz           | 1087        | 820         | 646         | 515         | 421         |
|                  | Mitteldeutschland | 374         | 374         | 271         | 180         | 115         |
|                  | Rheinland         | 1674        | 1253        | 910         | 661         | 488         |
|                  | <b>Summe</b>      | <b>3135</b> | <b>2345</b> | <b>1736</b> | <b>1291</b> | <b>1002</b> |
| <b>Flex</b>      | Lausitz           | 1087        | 855         | 691         | 570         | 521         |
|                  | Mitteldeutschland | 374         | 374         | 281         | 214         | 157         |
|                  | Rheinland         | 1674        | 1297        | 1025        | 836         | 757         |
|                  | <b>Summe</b>      | <b>3135</b> | <b>3135</b> | <b>2434</b> | <b>1931</b> | <b>1564</b> |

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von Öko-Institut (2017a) und Öko-Institut et al. (2017).

Tabelle 8-10: Effekte der Braunkohleförderung im Null-Szenario im IOM (Produktivitätsannahme: Fortschreibung)<sup>a</sup>

|      |  |            | 2014  | 2020  | 2025  | 2030  | 2035  | 2040  |
|------|--|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|      | <b>Produktionsphase</b>                        |            |       |       |       |       |       |       |
| [1]  | Direkter Produktionseffekt                     | Mio Euro   | 2.474 | 2.519 | 2.465 | 2.379 | 2.304 | 2.263 |
| [2]  | Indirekter Produktionseffekt                   | Mio Euro   | 2.410 | 2.453 | 2.401 | 2.316 | 2.244 | 2.203 |
| [3]  | <i>Gesamt ([3]=[1]+[2])</i>                    | Mio Euro   | 4.884 | 4.973 | 4.866 | 4.695 | 4.549 | 4.466 |
| [4]  | Direkter Wertschöpfungseffekt                  | Mio Euro   | 825   | 840   | 822   | 793   | 768   | 754   |
| [5]  | Indirekter Wertschöpfungseffekt                | Mio Euro   | 1.045 | 1.064 | 1.041 | 1.005 | 974   | 956   |
| [6]  | <i>Gesamt ([6]=[4]+[5])</i>                    | Mio Euro   | 1.870 | 1.904 | 1.863 | 1.798 | 1.742 | 1.710 |
| [7]  | Direkter Beschäftigungseffekt                  | 1000 Pers. | 16,5  | 15,2  | 13,4  | 11,7  | 10,2  | 9,1   |
| [8]  | Indirekter Beschäftigungseffekt                | 1000 Pers. | 16,1  | 14,8  | 13,1  | 11,5  | 10,2  | 9,2   |
| [9]  | <i>Gesamt ([9]=[7]+[8])</i>                    | 1000 Pers. | 32,6  | 30,0  | 26,5  | 23,2  | 20,4  | 18,3  |
| [10] | Direkter Effekt auf Arbeitnehmerentgelte       | Mio Euro   | 1.287 | 1.324 | 1.308 | 1.275 | 1.248 | 1.237 |
| [11] | Indirekter Effekt auf Arbeitnehmerentgelte     | Mio Euro   | 700   | 695   | 665   | 631   | 603   | 587   |
| [12] | <i>Gesamt ([12]=[10]+[11])</i>                 | Mio Euro   | 1.987 | 2.018 | 1.973 | 1.906 | 1.851 | 1.825 |
|      | <b>Multiplikatoren</b>                         |            |       |       |       |       |       |       |
| [13] | Produktion ( <i>[13]=[3]/[1]</i> )             |            | 2,0   | 2,0   | 2,0   | 2,0   | 2,0   | 2,0   |
| [14] | Wertschöpfung ( <i>[14]=[6]/[4]</i> )          |            | 2,3   | 2,3   | 2,3   | 2,3   | 2,3   | 2,3   |
| [15] | Beschäftigung ( <i>[15]=[9]/[7]</i> )          |            | 2,0   | 2,0   | 2,0   | 2,0   | 2,0   | 2,0   |
| [16] | Arbeitnehmerentgelte ( <i>[16]=[12]/[10]</i> ) |            | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   |
|      | <b>Einkommensverwendungsphase</b>              |            |       |       |       |       |       |       |
| [17] | Direkter Produktionseffekt                     | Mio Euro   | 787   | 799   | 781   | 755   | 733   | 723   |
| [18] | Indirekter Produktionseffekt                   | Mio Euro   | 400   | 407   | 398   | 384   | 373   | 368   |
| [19] | <i>Gesamt ([19]=[17]+[18])</i>                 | Mio Euro   | 1.187 | 1.206 | 1.179 | 1.139 | 1.106 | 1.090 |
| [20] | Direkter Wertschöpfungseffekt                  | Mio Euro   | 413   | 419   | 410   | 396   | 384   | 379   |
| [21] | Indirekter Wertschöpfungseffekt                | Mio Euro   | 197   | 200   | 196   | 189   | 184   | 181   |
| [22] | <i>Gesamt ([22]=[20]+[21])</i>                 | Mio Euro   | 610   | 619   | 605   | 585   | 568   | 560   |
| [23] | Direkter Beschäftigungseffekt                  | 1000 Pers. | 6,9   | 6,5   | 5,9   | 5,4   | 4,9   | 4,6   |
| [24] | Indirekter Beschäftigungseffekt                | 1000 Pers. | 3,1   | 2,8   | 2,6   | 2,3   | 2,0   | 1,9   |
| [25] | <i>Gesamt ([25]=[23]+[24])</i>                 | 1000 Pers. | 9,9   | 9,3   | 8,5   | 7,6   | 7,0   | 6,5   |
| [26] | Direkter Effekt auf Arbeitnehmerentgelte       | Mio Euro   | 195   | 193   | 185   | 175   | 167   | 162   |
| [27] | Indirekter Effekt auf Arbeitnehmerentgelte     | Mio Euro   | 119   | 119   | 115   | 111   | 108   | 108   |
| [28] | <i>Gesamt ([28]=[26]+[27])</i>                 | Mio Euro   | 314   | 312   | 300   | 286   | 275   | 270   |
|      | <b>Multiplikatoren</b>                         |            |       |       |       |       |       |       |

|  |  |            | 2014  | 2020  | 2025  | 2030  | 2035  | 2040  |
|--|--|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| [29]                                     | Produktion $([29]=[19]/[17])$              |            | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   |
| [30]                                     | Wertschöpfung $([30]=[22]/[20])$           |            | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   |
| [31]                                     | Beschäftigung $([31]=[25]/[23])$           |            | 1,4   | 1,4   | 1,4   | 1,4   | 1,4   | 1,4   |
| [32]                                     | Arbeitnehmerentgelt<br>$([32]=[28]/[26])$  |            | 1,6   | 1,6   | 1,6   | 1,6   | 1,6   | 1,7   |
| <b>Phasenübergreifender Gesamteffekt</b> |  |            |       |       |       |       |       |       |
| [33]                                     | Produktion $([33]=[3]+[19])$               | Mio Euro   | 6.072 | 6.179 | 6.044 | 5.834 | 5.655 | 5.556 |
| [34]                                     | Wertschöpfung $([34]=[6]+[22])$            | Mio Euro   | 2.480 | 2.523 | 2.468 | 2.382 | 2.310 | 2.270 |
| [35]                                     | Beschäftigung $([35]=[9]+[25])$            | 1000 Pers. | 42,5  | 39,3  | 35,0  | 30,9  | 27,4  | 24,7  |
| [36]                                     | Arbeitnehmerentgelt<br>$([36]=[12]+[28])$  | Mio Euro   | 2.301 | 2.330 | 2.273 | 2.191 | 2.126 | 2.095 |
| <i>Multiplikatoren</i>                   |  |            |       |       |       |       |       |       |
| [37]                                     | Produktion $([37]=[33]/[1])$               |            | 2,5   | 2,5   | 2,5   | 2,5   | 2,5   | 2,5   |
| [38]                                     | Wertschöpfung $([38]=[34]/[4])$            |            | 3,0   | 3,0   | 3,0   | 3,0   | 3,0   | 3,0   |
| [39]                                     | Beschäftigung $([39]=[35]/[7])$            |            | 2,6   | 2,6   | 2,6   | 2,6   | 2,7   | 2,7   |
| [40]                                     | Arbeitnehmerentgelte<br>$([40]=[36]/[10])$ |            | 1,8   | 1,8   | 1,7   | 1,7   | 1,7   | 1,7   |

<sup>a</sup> Die ausgewiesenen Effekte beziehen sich stets auf das jeweilige Jahr.

Quellen: Statistisches Bundesamt und eigene Berechnungen, IWH.

Tabelle 8-11: Effekte der Braunkohleförderung des Null-Szenarios im IOM (Produktivitätsannahme: Konstanz)

|                         |  |            | 2014  | 2020  | 2025  | 2030  | 2035  | 2040  |
|-------------------------|--|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Produktionsphase</b> |  |            |       |       |       |       |       |       |
| [1]                     | Direkter Produktionseffekt                 | Mio Euro   | 2.474 | 2.519 | 2.465 | 2.379 | 2.304 | 2.263 |
| [2]                     | Indirekter Produktionseffekt               | Mio Euro   | 2.410 | 2.453 | 2.401 | 2.316 | 2.244 | 2.203 |
| [3]                     | <i>Gesamt</i> $([3]=[1]+[2])$              | Mio Euro   | 4.884 | 4.973 | 4.866 | 4.695 | 4.549 | 4.466 |
| [4]                     | Direkter Wertschöpfungseffekt              | Mio Euro   | 825   | 840   | 822   | 793   | 768   | 754   |
| [5]                     | Indirekter Wertschöpfungseffekt            | Mio Euro   | 1.045 | 1.064 | 1.041 | 1.005 | 974   | 956   |
| [6]                     | <i>Gesamt</i> $([6]=[4]+[5])$              | Mio Euro   | 1.870 | 1.904 | 1.863 | 1.798 | 1.742 | 1.710 |
| [7]                     | Direkter Beschäftigungseffekt              | 1000 Pers. | 16,5  | 16,8  | 16,4  | 15,8  | 15,4  | 15,1  |
| [8]                     | Indirekter Beschäftigungseffekt            | 1000 Pers. | 16,1  | 14,8  | 13,1  | 11,5  | 10,2  | 9,2   |
| [9]                     | <i>Gesamt</i> $([9]=[7]+[8])$              | 1000 Pers. | 32,6  | 31,6  | 29,5  | 27,4  | 25,6  | 24,3  |
| [10]                    | Direkter Effekt auf Arbeitnehmerentgelte   | Mio Euro   | 1.287 | 1.466 | 1.604 | 1.731 | 1.876 | 2.060 |
| [11]                    | Indirekter Effekt auf Arbeitnehmerentgelte | Mio Euro   | 700   | 695   | 665   | 631   | 603   | 587   |
| [12]                    | <i>Gesamt</i> $([12]=[10]+[11])$           | Mio Euro   | 1.987 | 2.160 | 2.269 | 2.362 | 2.479 | 2.647 |
| <i>Multiplikatoren</i>  |  |            |       |       |       |       |       |       |
| [13]                    | Produktion $([13]=[3]/[1])$                |            | 2,0   | 2,0   | 2,0   | 2,0   | 2,0   | 2,0   |

|  |  |            | 2014  | 2020  | 2025  | 2030  | 2035  | 2040  |
|--|--|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| [14]                                     | Wertschöpfung $([14]=[6]/[4])$             |            | 2,3   | 2,3   | 2,3   | 2,3   | 2,3   | 2,3   |
| [15]                                     | Beschäftigung $([15]=[9]/[7])$             |            | 2,0   | 1,9   | 1,8   | 1,7   | 1,7   | 1,6   |
| [16]                                     | Arbeitnehmerentgelte $([16]=[12]/[10])$    |            | 1,5   | 1,5   | 1,4   | 1,4   | 1,3   | 1,3   |
| <b>Einkommensverwendungsphase</b>        |  |            |       |       |       |       |       |       |
| [17]                                     | Direkter Produktionseffekt                 | Mio Euro   | 787   | 855   | 898   | 935   | 982   | 1.048 |
| [18]                                     | Indirekter Produktionseffekt               | Mio Euro   | 400   | 435   | 457   | 476   | 500   | 533   |
| [19]                                     | <i>Gesamt</i> $([19]=[17]+[18])$           | Mio Euro   | 1.187 | 1.291 | 1.356 | 1.411 | 1.481 | 1.582 |
| [20]                                     | Direkter Wertschöpfungseffekt              | Mio Euro   | 413   | 448   | 471   | 490   | 515   | 550   |
| [21]                                     | Indirekter Wertschöpfungseffekt            | Mio Euro   | 197   | 214   | 225   | 234   | 246   | 263   |
| [22]                                     | <i>Gesamt</i> $([22]=[20]+[21])$           | Mio Euro   | 610   | 663   | 696   | 725   | 761   | 812   |
| [23]                                     | Direkter Beschäftigungseffekt              | 1000 Pers. | 6,9   | 6,9   | 6,8   | 6,7   | 6,6   | 6,6   |
| [24]                                     | Indirekter Beschäftigungseffekt            | 1000 Pers. | 3,1   | 3,0   | 2,9   | 2,8   | 2,7   | 2,7   |
| [25]                                     | <i>Gesamt</i> $([25]=[23]+[24])$           | 1000 Pers. | 9,9   | 10,0  | 9,8   | 9,5   | 9,3   | 9,4   |
| [26]                                     | Direkter Effekt auf Arbeitnehmerentgelte   | Mio Euro   | 195   | 207   | 212   | 217   | 223   | 235   |
| [27]                                     | Indirekter Effekt auf Arbeitnehmerentgelte | Mio Euro   | 119   | 127   | 133   | 138   | 145   | 157   |
| [28]                                     | <i>Gesamt</i> $([28]=[26]+[27])$           | Mio Euro   | 314   | 334   | 345   | 355   | 369   | 392   |
| <i>Multiplikatoren</i>                   |  |            |       |       |       |       |       |       |
| [29]                                     | Produktion $([29]=[19]/[17])$              |            | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   |
| [30]                                     | Wertschöpfung $([30]=[22]/[20])$           |            | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   |
| [31]                                     | Beschäftigung $([31]=[25]/[23])$           |            | 1,4   | 1,4   | 1,4   | 1,4   | 1,4   | 1,4   |
| [32]                                     | Arbeitnehmerentgelt $([32]=[28]/[26])$     |            | 1,6   | 1,6   | 1,6   | 1,6   | 1,7   | 1,7   |
| <b>Phasenübergreifender Gesamteffekt</b> |  |            |       |       |       |       |       |       |
| [33]                                     | Produktion $([33]=[3]+[19])$               | Mio Euro   | 6.072 | 6.264 | 6.221 | 6.106 | 6.030 | 6.048 |
| [34]                                     | Wertschöpfung $([34]=[6]+[22])$            | Mio Euro   | 2.480 | 2.567 | 2.559 | 2.522 | 2.502 | 2.522 |
| [35]                                     | Beschäftigung $([35]=[9]+[25])$            | 1000 Pers. | 42,5  | 41,6  | 39,3  | 36,9  | 34,9  | 33,7  |
| [36]                                     | Arbeitnehmerentgelt $([36]=[12]+[28])$     | Mio Euro   | 2.301 | 2.494 | 2.614 | 2.716 | 2.848 | 3.039 |
| <i>Multiplikatoren</i>                   |  |            |       |       |       |       |       |       |
| [37]                                     | Produktion $([37]=[33]/[1])$               |            | 2,5   | 2,5   | 2,5   | 2,6   | 2,6   | 2,7   |
| [38]                                     | Wertschöpfung $([38]=[34]/[4])$            |            | 3,0   | 3,1   | 3,1   | 3,2   | 3,3   | 3,3   |
| [39]                                     | Beschäftigung $([39]=[35]/[7])$            |            | 2,6   | 2,5   | 2,4   | 2,3   | 2,3   | 2,2   |
| [40]                                     | Arbeitnehmerentgelte $([40]=[36]/[10])$    |            | 1,8   | 1,7   | 1,6   | 1,6   | 1,5   | 1,5   |

Quellen: Statistisches Bundesamt und eigene Berechnungen, IWH.

Tabelle 8-12: Effekte der Braunkohleförderung im Referenzpfad im IOM (Produktivitätsannahme: Fortschreibung)

|      |  |            | 2014  | 2020  | 2025  | 2030  | 2035  | 2040  |
|------|--|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|      | <b>Produktionsphase</b>                    |            |       |       |       |       |       |       |
| [1]  | Direkter Produktionseffekt                 | Mio Euro   | 2.474 | 1.949 | 1.893 | 1.666 | 1.091 | 1.091 |
| [2]  | Indirekter Produktionseffekt               | Mio Euro   | 2.410 | 1.898 | 1.844 | 1.623 | 1.063 | 1.063 |
| [3]  | <i>Gesamt ([3]=[1]+[2])</i>                | Mio Euro   | 4.884 | 3.846 | 3.737 | 3.289 | 2.154 | 2.154 |
| [4]  | Direkter Wertschöpfungseffekt              | Mio Euro   | 825   | 650   | 631   | 555   | 364   | 364   |
| [5]  | Indirekter Wertschöpfungseffekt            | Mio Euro   | 1.045 | 823   | 800   | 704   | 461   | 461   |
| [6]  | <i>Gesamt ([6]=[4]+[5])</i>                | Mio Euro   | 1.870 | 1.473 | 1.431 | 1.259 | 825   | 825   |
| [7]  | Direkter Beschäftigungseffekt              | 1000 Pers. | 16,5  | 11,7  | 10,3  | 8,2   | 4,8   | 4,4   |
| [8]  | Indirekter Beschäftigungseffekt            | 1000 Pers. | 16,1  | 11,4  | 10,1  | 8,1   | 4,8   | 4,5   |
| [9]  | <i>Gesamt ([9]=[7]+[8])</i>                | 1000 Pers. | 32,6  | 23,2  | 20,4  | 16,3  | 9,7   | 8,8   |
| [10] | Direkter Effekt auf Arbeitnehmerentgelte   | Mio Euro   | 1.287 | 1.024 | 1.005 | 893   | 591   | 597   |
| [11] | Indirekter Effekt auf Arbeitnehmerentgelte | Mio Euro   | 700   | 537   | 511   | 442   | 286   | 283   |
| [12] | <i>Gesamt ([12]=[10]+[11])</i>             | Mio Euro   | 1.987 | 1.561 | 1.515 | 1.335 | 877   | 880   |
|      | <b>Multiplikatoren</b>                     |            |       |       |       |       |       |       |
| [13] | Produktion ( $[13]=[3]/[1]$ )              |            | 2,0   | 2,0   | 2,0   | 2,0   | 2,0   | 2,0   |
| [14] | Wertschöpfung ( $[14]=[6]/[4]$ )           |            | 2,3   | 2,3   | 2,3   | 2,3   | 2,3   | 2,3   |
| [15] | Beschäftigung ( $[15]=[9]/[7]$ )           |            | 2,0   | 2,0   | 2,0   | 2,0   | 2,0   | 2,0   |
| [16] | Arbeitnehmerentgelte ( $[16]=[12]/[10]$ )  |            | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   |
|      | <b>Einkommensverwendungsphase</b>          |            |       |       |       |       |       |       |
| [17] | Direkter Produktionseffekt                 | Mio Euro   | 787   | 618   | 600   | 529   | 347   | 349   |
| [18] | Indirekter Produktionseffekt               | Mio Euro   | 400   | 315   | 305   | 269   | 177   | 177   |
| [19] | <i>Gesamt ([19]=[17]+[18])</i>             | Mio Euro   | 1.187 | 933   | 905   | 798   | 524   | 526   |
| [20] | Direkter Wertschöpfungseffekt              | Mio Euro   | 413   | 324   | 315   | 277   | 182   | 183   |
| [21] | Indirekter Wertschöpfungseffekt            | Mio Euro   | 197   | 155   | 150   | 132   | 87    | 87    |
| [22] | <i>Gesamt ([22]=[20]+[21])</i>             | Mio Euro   | 610   | 479   | 465   | 410   | 269   | 270   |
| [23] | Direkter Beschäftigungseffekt              | 1000 Pers. | 6,9   | 5,0   | 4,6   | 3,8   | 2,3   | 2,2   |
| [24] | Indirekter Beschäftigungseffekt            | 1000 Pers. | 3,1   | 2,2   | 2,0   | 1,6   | 1,0   | 0,9   |
| [25] | <i>Gesamt ([25]=[23]+[24])</i>             | 1000 Pers. | 9,9   | 7,2   | 6,5   | 5,4   | 3,3   | 3,1   |
| [26] | Direkter Effekt auf Arbeitnehmerentgelte   | Mio Euro   | 195   | 149   | 142   | 122   | 79    | 78    |
| [27] | Indirekter Effekt auf Arbeitnehmerentgelte | Mio Euro   | 119   | 92    | 89    | 78    | 51    | 52    |
| [28] | <i>Gesamt ([28]=[26]+[27])</i>             | Mio Euro   | 314   | 241   | 230   | 200   | 130   | 130   |
|      | <b>Multiplikatoren</b>                     |            |       |       |       |       |       |       |
| [29] | Produktion ( $[29]=[19]/[17]$ )            |            | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   |
| [30] | Wertschöpfung ( $[30]=[22]/[20]$ )         |            | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   |
| [31] | Beschäftigung ( $[31]=[25]/[23]$ )         |            | 1,4   | 1,4   | 1,4   | 1,4   | 1,4   | 1,4   |

|  |   |            | 2014  | 2020  | 2025  | 2030  | 2035  | 2040  |
|--|---|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| [32]                                     | Arbeitnehmerentgelt ( $[32]=[28]/[26]$ )  |            | 1,6   | 1,6   | 1,6   | 1,6   | 1,6   | 1,7   |
| <b>Phasenübergreifender Gesamteffekt</b> |   |            |       |       |       |       |       |       |
| [33]                                     | Produktion ( $[33]=[3]+[19]$ )            | Mio Euro   | 6.072 | 4.779 | 4.642 | 4.086 | 2.678 | 2.680 |
| [34]                                     | Wertschöpfung ( $[34]=[6]+[22]$ )         | Mio Euro   | 2.480 | 1.952 | 1.896 | 1.669 | 1.094 | 1.095 |
| [35]                                     | Beschäftigung ( $[35]=[9]+[25]$ )         | 1000 Pers. | 42,5  | 30,4  | 26,9  | 21,6  | 13,0  | 11,9  |
| [36]                                     | Arbeitnehmerentgelt ( $[36]=[12]+[28]$ )  | Mio Euro   | 2.301 | 1.802 | 1.746 | 1.535 | 1.007 | 1.010 |
| <b>Multiplikatoren</b>                   |   |            |       |       |       |       |       |       |
| [37]                                     | Produktion ( $[37]=[33]/[1]$ )            |            | 2,5   | 2,5   | 2,5   | 2,5   | 2,5   | 2,5   |
| [38]                                     | Wertschöpfung ( $[38]=[34]/[4]$ )         |            | 3,0   | 3,0   | 3,0   | 3,0   | 3,0   | 3,0   |
| [39]                                     | Beschäftigung ( $[39]=[35]/[7]$ )         |            | 2,6   | 2,6   | 2,6   | 2,6   | 2,7   | 2,7   |
| [40]                                     | Arbeitnehmerentgelte ( $[40]=[36]/[10]$ ) |            | 1,8   | 1,8   | 1,7   | 1,7   | 1,7   | 1,7   |

Quellen: Statistisches Bundesamt und eigene Berechnungen.

Tabelle 8-13: Effekte der Braunkohleförderung im Referenzpfad im IOM (Produktivitätsannahme: Konstanz)

|                                   |  |            | 2014  | 2020  | 2025  | 2030  | 2035  | 2040  |
|-----------------------------------|--|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Produktionsphase</b>           |  |            |       |       |       |       |       |       |
| [1]                               | Direkter Produktionseffekt                 | Mio Euro   | 2.474 | 1.949 | 1.893 | 1.666 | 1.091 | 1.091 |
| [2]                               | Indirekter Produktionseffekt               | Mio Euro   | 2.410 | 1.898 | 1.844 | 1.623 | 1.063 | 1.063 |
| [3]                               | <i>Gesamt</i> ( $[3]=[1]+[2]$ )            | Mio Euro   | 4.884 | 3.846 | 3.737 | 3.289 | 2.154 | 2.154 |
| [4]                               | Direkter Wertschöpfungseffekt              | Mio Euro   | 825   | 650   | 631   | 555   | 364   | 364   |
| [5]                               | Indirekter Wertschöpfungseffekt            | Mio Euro   | 1.045 | 823   | 800   | 704   | 461   | 461   |
| [6]                               | <i>Gesamt</i> ( $[6]=[4]+[5]$ )            | Mio Euro   | 1.870 | 1.473 | 1.431 | 1.259 | 825   | 825   |
| [7]                               | Direkter Beschäftigungseffekt              | 1000 Pers. | 16,5  | 13,0  | 12,6  | 11,1  | 7,3   | 7,3   |
| [8]                               | Indirekter Beschäftigungseffekt            | 1000 Pers. | 16,1  | 11,4  | 10,1  | 8,1   | 4,8   | 4,5   |
| [9]                               | <i>Gesamt</i> ( $[9]=[7]+[8]$ )            | 1000 Pers. | 32,6  | 24,4  | 22,7  | 19,2  | 12,1  | 11,7  |
| [10]                              | Direkter Effekt auf Arbeitnehmerentgelte   | Mio Euro   | 1.287 | 1.134 | 1.232 | 1.213 | 888   | 994   |
| [11]                              | Indirekter Effekt auf Arbeitnehmerentgelte | Mio Euro   | 700   | 537   | 511   | 442   | 286   | 283   |
| [12]                              | <i>Gesamt</i> ( $[12]=[10]+[11]$ )         | Mio Euro   | 1.987 | 1.671 | 1.742 | 1.654 | 1.174 | 1.277 |
| <b>Multiplikatoren</b>            |  |            |       |       |       |       |       |       |
| [13]                              | Produktion ( $[13]=[3]/[1]$ )              |            | 2,0   | 2,0   | 2,0   | 2,0   | 2,0   | 2,0   |
| [14]                              | Wertschöpfung ( $[14]=[6]/[4]$ )           |            | 2,3   | 2,3   | 2,3   | 2,3   | 2,3   | 2,3   |
| [15]                              | Beschäftigung ( $[15]=[9]/[7]$ )           |            | 2,0   | 1,9   | 1,8   | 1,7   | 1,7   | 1,6   |
| [16]                              | Arbeitnehmerentgelte ( $[16]=[12]/[10]$ )  |            | 1,5   | 1,5   | 1,4   | 1,4   | 1,3   | 1,3   |
| <b>Einkommensverwendungsphase</b> |  |            |       |       |       |       |       |       |
| [17]                              | Direkter Produktionseffekt                 | Mio Euro   | 787   | 662   | 690   | 655   | 465   | 506   |
| [18]                              | Indirekter Produktionseffekt               | Mio Euro   | 400   | 337   | 351   | 333   | 237   | 257   |

|      |  |            | 2014  | 2020  | 2025  | 2030  | 2035  | 2040  |
|------|--|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| [19] | <i>Gesamt</i> ( $[19]=[17]+[18]$ )         | Mio Euro   | 1.187 | 998   | 1.041 | 988   | 701   | 763   |
| [20] | Direkter Wertschöpfungseffekt              | Mio Euro   | 413   | 347   | 362   | 343   | 244   | 265   |
| [21] | Indirekter Wertschöpfungseffekt            | Mio Euro   | 197   | 166   | 173   | 164   | 117   | 127   |
| [22] | <i>Gesamt</i> ( $[22]=[20]+[21]$ )         | Mio Euro   | 610   | 513   | 535   | 508   | 360   | 392   |
| [23] | Direkter Beschäftigungseffekt              | 1000 Pers. | 6,9   | 5,4   | 5,2   | 4,7   | 3,1   | 3,2   |
| [24] | Indirekter Beschäftigungseffekt            | 1000 Pers. | 3,1   | 2,4   | 2,3   | 2,0   | 1,3   | 1,3   |
| [25] | <i>Gesamt</i> ( $[25]=[23]+[24]$ )         | 1000 Pers. | 9,9   | 7,7   | 7,5   | 6,6   | 4,4   | 4,5   |
| [26] | Direkter Effekt auf Arbeitnehmerentgelte   | Mio Euro   | 195   | 160   | 163   | 152   | 106   | 113   |
| [27] | Indirekter Effekt auf Arbeitnehmerentgelte | Mio Euro   | 119   | 98    | 102   | 97    | 69    | 76    |
| [28] | <i>Gesamt</i> ( $[28]=[26]+[27]$ )         | Mio Euro   | 314   | 258   | 265   | 248   | 175   | 189   |
|      | <i>Multiplikatoren</i>                     |            |       |       |       |       |       |       |
| [29] | Produktion ( $[29]=[19]/[17]$ )            |            | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   |
| [30] | Wertschöpfung ( $[30]=[22]/[20]$ )         |            | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   |
| [31] | Beschäftigung ( $[31]=[25]/[23]$ )         |            | 1,4   | 1,4   | 1,4   | 1,4   | 1,4   | 1,4   |
| [32] | Arbeitnehmerentgelt ( $[32]=[28]/[26]$ )   |            | 1,6   | 1,6   | 1,6   | 1,6   | 1,7   | 1,7   |
|      |  |            |       |       |       |       |       |       |
|      | <b>Phasenübergreifender Gesamteffekt</b>   |            |       |       |       |       |       |       |
| [33] | Produktion ( $[33]=[3]+[19]$ )             | Mio Euro   | 6.072 | 4.845 | 4.778 | 4.277 | 2.856 | 2.917 |
| [34] | Wertschöpfung ( $[34]=[6]+[22]$ )          | Mio Euro   | 2.480 | 1.985 | 1.966 | 1.767 | 1.185 | 1.217 |
| [35] | Beschäftigung ( $[35]=[9]+[25]$ )          | 1000 Pers. | 42,5  | 32,1  | 30,2  | 25,8  | 16,5  | 16,2  |
| [36] | Arbeitnehmerentgelt ( $[36]=[12]+[28]$ )   | Mio Euro   | 2.301 | 1.929 | 2.008 | 1.903 | 1.349 | 1.466 |
|      | <i>Multiplikatoren</i>                     |            |       |       |       |       |       |       |
| [37] | Produktion ( $[37]=[33]/[1]$ )             |            | 2,5   | 2,5   | 2,5   | 2,6   | 2,6   | 2,7   |
| [38] | Wertschöpfung ( $[38]=[34]/[4]$ )          |            | 3,0   | 3,1   | 3,1   | 3,2   | 3,3   | 3,3   |
| [39] | Beschäftigung ( $[39]=[35]/[7]$ )          |            | 2,6   | 2,5   | 2,4   | 2,3   | 2,3   | 2,2   |
| [40] | Arbeitnehmerentgelte ( $[40]=[36]/[10]$ )  |            | 1,8   | 1,7   | 1,6   | 1,6   | 1,5   | 1,5   |

Quellen: Statistisches Bundesamt und eigene Berechnungen.

Tabelle 8-14: Effekte der Braunkohleförderung im Pfad „Schnell“ im IOM (Produktivitätsannahme: Fortschreibung)

|      |  |            | 2014  | 2020  | 2025  | 2030  | 2035 | 2040 |
|------|--|------------|-------|-------|-------|-------|------|------|
|      | <b>Produktionsphase</b>                        |            |       |       |       |       |      |      |
| [1]  | Direkter Produktionseffekt                     | Mio Euro   | 2.474 | 1.949 | 1.009 | 538   |      |      |
| [2]  | Indirekter Produktionseffekt                   | Mio Euro   | 2.410 | 1.898 | 983   | 524   |      |      |
| [3]  | <i>Total ([3]=[1]+[2])</i>                     | Mio Euro   | 4.884 | 3.846 | 1.992 | 1.061 |      |      |
| [4]  | Direkter Wertschöpfungseffekt                  | Mio Euro   | 825   | 650   | 336   | 179   |      |      |
| [5]  | Indirekter Wertschöpfungseffekt                | Mio Euro   | 1.045 | 823   | 426   | 227   |      |      |
| [6]  | <i>Total ([6]=[4]+[5])</i>                     | Mio Euro   | 1.870 | 1.473 | 763   | 406   |      |      |
| [7]  | Direkter Beschäftigungseffekt                  | 1000 Pers. | 16,5  | 13,0  | 6,7   | 3,6   |      |      |
| [8]  | Indirekter Beschäftigungseffekt                | 1000 Pers. | 16,1  | 11,4  | 5,4   | 2,6   |      |      |
| [9]  | <i>Total ([9]=[7]+[8])</i>                     | 1000 Pers. | 32,6  | 24,4  | 12,1  | 6,2   |      |      |
| [10] | Direkter Effekt auf Arbeitnehmerentgelte       | Mio Euro   | 1.287 | 1.134 | 657   | 391   |      |      |
| [11] | Indirekter Effekt auf Arbeitnehmerentgelte     | Mio Euro   | 700   | 537   | 272   | 143   |      |      |
| [12] | <i>Total ([12]=[10]+[11])</i>                  | Mio Euro   | 1.987 | 1.671 | 929   | 534   |      |      |
|      | <i>Multiplikatoren</i>                         |            |       |       |       |       |      |      |
| [13] | Produktion ( <i>[13]=[3]/[1]</i> )             |            | 2,0   | 2,0   | 2,0   | 2,0   |      |      |
| [14] | Wertschöpfung ( <i>[14]=[6]/[4]</i> )          |            | 2,3   | 2,3   | 2,3   | 2,3   |      |      |
| [15] | Beschäftigung ( <i>[15]=[9]/[7]</i> )          |            | 2,0   | 1,9   | 1,8   | 1,7   |      |      |
| [16] | Arbeitnehmerentgelte ( <i>[16]=[12]/[10]</i> ) |            | 1,5   | 1,5   | 1,4   | 1,4   |      |      |
|      | <b>Einkommensverwendungsphase</b>              |            |       |       |       |       |      |      |
| [17] | Direkter Produktionseffekt                     | Mio Euro   | 787   | 662   | 368   | 211   |      |      |
| [18] | Indirekter Produktionseffekt                   | Mio Euro   | 400   | 337   | 187   | 108   |      |      |
| [19] | <i>Total ([19]=[17]+[18])</i>                  | Mio Euro   | 1.187 | 998   | 555   | 319   |      |      |
| [20] | Direkter Wertschöpfungseffekt                  | Mio Euro   | 413   | 347   | 193   | 111   |      |      |
| [21] | Indirekter Wertschöpfungseffekt                | Mio Euro   | 197   | 166   | 92    | 53    |      |      |
| [22] | <i>Total ([22]=[20]+[21])</i>                  | Mio Euro   | 610   | 513   | 285   | 164   |      |      |
| [23] | Direkter Beschäftigungseffekt                  | 1000 Pers. | 6,9   | 5,4   | 2,8   | 1,5   |      |      |
| [24] | Indirekter Beschäftigungseffekt                | 1000 Pers. | 3,1   | 2,4   | 1,2   | 0,6   |      |      |
| [25] | <i>Total ([25]=[23]+[24])</i>                  | 1000 Pers. | 9,9   | 7,7   | 4,0   | 2,1   |      |      |
| [26] | Direkter Effekt auf Arbeitnehmerentgelte       | Mio Euro   | 195   | 160   | 87    | 49    |      |      |
| [27] | Indirekter Effekt auf Arbeitnehmerentgelte     | Mio Euro   | 119   | 98    | 54    | 31    |      |      |
| [28] | <i>Total ([28]=[26]+[27])</i>                  | Mio Euro   | 314   | 258   | 141   | 80    |      |      |
|      | <i>Multiplikatoren</i>                         |            |       |       |       |       |      |      |
| [29] | Produktion ( <i>[29]=[19]/[17]</i> )           |            | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   |      |      |
| [30] | Wertschöpfung ( <i>[30]=[22]/[20]</i> )        |            | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   |      |      |
| [31] | Beschäftigung ( <i>[31]=[25]/[23]</i> )        |            | 1,4   | 1,4   | 1,4   | 1,4   |      |      |
| [32] | Arbeitnehmerentgelt ( <i>[32]=[28]/[26]</i> )  |            | 1,6   | 1,6   | 1,6   | 1,6   |      |      |
|      | <b>Totaler phasenübergreifender Effekt</b>     |            |       |       |       |       |      |      |
| [33] | Produktion ( <i>[33]=[3]+[19]</i> )            | Mio Euro   | 6.072 | 4.845 | 2.547 | 1.380 |      |      |
| [34] | Wertschöpfung ( <i>[34]=[6]+[22]</i> )         | Mio Euro   | 2.480 | 1.985 | 1.048 | 570   |      |      |
| [35] | Beschäftigung ( <i>[35]=[9]+[25]</i> )         | 1000 Pers. | 42,5  | 32,1  | 16,1  | 8,3   |      |      |
| [36] | Arbeitnehmerentgelt ( <i>[36]=[12]+[28]</i> )  | Mio Euro   | 2.301 | 1.929 | 1.070 | 614   |      |      |
|      | <i>Multiplikatoren</i>                         |            |       |       |       |       |      |      |
| [37] | Produktion ( <i>[37]=[33]/[1]</i> )            |            | 2,5   | 2,5   | 2,5   | 2,6   |      |      |
| [38] | Wertschöpfung ( <i>[38]=[34]/[4]</i> )         |            | 3,0   | 3,1   | 3,1   | 3,2   |      |      |
| [39] | Beschäftigung ( <i>[39]=[35]/[7]</i> )         |            | 2,6   | 2,5   | 2,4   | 2,3   |      |      |
| [40] | Arbeitnehmerentgelte ( <i>[40]=[36]/[10]</i> ) |            | 1,8   | 1,7   | 1,6   | 1,6   |      |      |

Quellen: Statistisches Bundesamt und eigene Berechnungen, IWH.

Tabelle 8-15: Effekte der Braunkohleförderung im Pfad „Schnell“ im IOM (Produktivitätsannahme: Konstanz)

|      |  |            | 2014  | 2020  | 2025  | 2030  | 2035 | 2040 |
|------|--|------------|-------|-------|-------|-------|------|------|
|      | <b>Produktionsphase</b>                    |            |       |       |       |       |      |      |
| [1]  | Direkter Produktionseffekt                 | Mio Euro   | 2.474 | 1.949 | 1.009 | 538   |      |      |
| [2]  | Indirekter Produktionseffekt               | Mio Euro   | 2.410 | 1.898 | 983   | 524   |      |      |
| [3]  | <i>Gesamt ([3]=[1]+[2])</i>                | Mio Euro   | 4.884 | 3.846 | 1.992 | 1.061 |      |      |
| [4]  | Direkter Wertschöpfungseffekt              | Mio Euro   | 825   | 650   | 336   | 179   |      |      |
| [5]  | Indirekter Wertschöpfungseffekt            | Mio Euro   | 1.045 | 823   | 426   | 227   |      |      |
| [6]  | <i>Gesamt ([6]=[4]+[5])</i>                | Mio Euro   | 1.870 | 1.473 | 763   | 406   |      |      |
| [7]  | Direkter Beschäftigungseffekt              | 1000 Pers. | 16,5  | 13,0  | 6,7   | 3,6   |      |      |
| [8]  | Indirekter Beschäftigungseffekt            | 1000 Pers. | 16,1  | 11,4  | 5,4   | 2,6   |      |      |
| [9]  | <i>Gesamt ([9]=[7]+[8])</i>                | 1000 Pers. | 32,6  | 24,4  | 12,1  | 6,2   |      |      |
| [10] | Direkter Effekt auf Arbeitnehmerentgelte   | Mio Euro   | 1.287 | 1.134 | 657   | 391   |      |      |
| [11] | Indirekter Effekt auf Arbeitnehmerentgelte | Mio Euro   | 700   | 537   | 272   | 143   |      |      |
| [12] | <i>Gesamt ([12]=[10]+[11])</i>             | Mio Euro   | 1.987 | 1.671 | 929   | 534   |      |      |
|      | <b>Multiplikatoren</b>                     |            |       |       |       |       |      |      |
| [13] | Produktion ( $[13]=[3]/[1]$ )              |            | 2,0   | 2,0   | 2,0   | 2,0   |      |      |
| [14] | Wertschöpfung ( $[14]=[6]/[4]$ )           |            | 2,3   | 2,3   | 2,3   | 2,3   |      |      |
| [15] | Beschäftigung ( $[15]=[9]/[7]$ )           |            | 2,0   | 1,9   | 1,8   | 1,7   |      |      |
| [16] | Arbeitnehmerentgelte ( $[16]=[12]/[10]$ )  |            | 1,5   | 1,5   | 1,4   | 1,4   |      |      |
|      | <b>Einkommensverwendungsphase</b>          |            |       |       |       |       |      |      |
| [17] | Direkter Produktionseffekt                 | Mio Euro   | 787   | 662   | 368   | 211   |      |      |
| [18] | Indirekter Produktionseffekt               | Mio Euro   | 400   | 337   | 187   | 108   |      |      |
| [19] | <i>Gesamt ([19]=[17]+[18])</i>             | Mio Euro   | 1.187 | 998   | 555   | 319   |      |      |
| [20] | Direkter Wertschöpfungseffekt              | Mio Euro   | 413   | 347   | 193   | 111   |      |      |
| [21] | Indirekter Wertschöpfungseffekt            | Mio Euro   | 197   | 166   | 92    | 53    |      |      |
| [22] | <i>Gesamt ([22]=[20]+[21])</i>             | Mio Euro   | 610   | 513   | 285   | 164   |      |      |
| [23] | Direkter Beschäftigungseffekt              | 1000 Pers. | 6,9   | 5,4   | 2,8   | 1,5   |      |      |
| [24] | Indirekter Beschäftigungseffekt            | 1000 Pers. | 3,1   | 2,4   | 1,2   | 0,6   |      |      |
| [25] | <i>Gesamt ([25]=[23]+[24])</i>             | 1000 Pers. | 9,9   | 7,7   | 4,0   | 2,1   |      |      |
| [26] | Direkter Effekt auf Arbeitnehmerentgelte   | Mio Euro   | 195   | 160   | 87    | 49    |      |      |
| [27] | Indirekter Effekt auf Arbeitnehmerentgelte | Mio Euro   | 119   | 98    | 54    | 31    |      |      |
| [28] | <i>Gesamt ([28]=[26]+[27])</i>             | Mio Euro   | 314   | 258   | 141   | 80    |      |      |
|      | <b>Multiplikatoren</b>                     |            |       |       |       |       |      |      |
| [29] | Produktion ( $[29]=[19]/[17]$ )            |            | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   |      |      |
| [30] | Wertschöpfung ( $[30]=[22]/[20]$ )         |            | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   |      |      |
| [31] | Beschäftigung ( $[31]=[25]/[23]$ )         |            | 1,4   | 1,4   | 1,4   | 1,4   |      |      |
| [32] | Arbeitnehmerentgelt ( $[32]=[28]/[26]$ )   |            | 1,6   | 1,6   | 1,6   | 1,6   |      |      |
|      | <b>Phasenübergreifender Gesamteffekt</b>   |            |       |       |       |       |      |      |
| [33] | Produktion ( $[33]=[3]+[19]$ )             | Mio Euro   | 6.072 | 4.845 | 2.547 | 1.380 |      |      |
| [34] | Wertschöpfung ( $[34]=[6]+[22]$ )          | Mio Euro   | 2.480 | 1.985 | 1.048 | 570   |      |      |

|                        |   |            |       |       |       |     |  |  |
|------------------------|---|------------|-------|-------|-------|-----|--|--|
| [35]                   | Beschäftigung $([35]=[9]+[25])$         | 1000 Pers. | 42,5  | 32,1  | 16,1  | 8,3 |  |  |
| [36]                   | Arbeitnehmerentgelt $([36]=[12]+[28])$  | Mio Euro   | 2.301 | 1.929 | 1.070 | 614 |  |  |
| <i>Multiplikatoren</i> |   |            |       |       |       |     |  |  |
| [37]                   | Produktion $([37]=[33]/[1])$            |            | 2,5   | 2,5   | 2,5   | 2,6 |  |  |
| [38]                   | Wertschöpfung $([38]=[34]/[4])$         |            | 3,0   | 3,1   | 3,1   | 3,2 |  |  |
| [39]                   | Beschäftigung $([39]=[35]/[7])$         |            | 2,6   | 2,5   | 2,4   | 2,3 |  |  |
| [40]                   | Arbeitnehmerentgelte $([40]=[36]/[10])$ |            | 1,8   | 1,7   | 1,6   | 1,6 |  |  |

Quellen: Statistisches Bundesamt und eigene Berechnungen.

Tabelle 8-16: Effekte der Braunkohleförderung im Pfad „Moderat A“ im IOM (Produktivitätsannahme: Fortschreibung)

|                                   |  |            | 2014  | 2020  | 2025  | 2030  | 2035 | 2040 |
|-----------------------------------|--|------------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| <b>Produktionsphase</b>           |  |            |       |       |       |       |      |      |
| [1]                               | Direkter Produktionseffekt                 | Mio Euro   | 2.474 | 1.949 | 1.423 | 927   | 461  |      |
| [2]                               | Indirekter Produktionseffekt               | Mio Euro   | 2.410 | 1.898 | 1.385 | 903   | 449  |      |
| [3]                               | <i>Gesamt</i> $([3]=[1]+[2])$              | Mio Euro   | 4.884 | 3.846 | 2.808 | 1.830 | 910  |      |
| [4]                               | Direkter Wertschöpfungseffekt              | Mio Euro   | 825   | 650   | 474   | 309   | 154  |      |
| [5]                               | Indirekter Wertschöpfungseffekt            | Mio Euro   | 1.045 | 823   | 601   | 392   | 195  |      |
| [6]                               | <i>Gesamt</i> $([6]=[4]+[5])$              | Mio Euro   | 1.870 | 1.473 | 1.075 | 701   | 348  |      |
| [7]                               | Direkter Beschäftigungseffekt              | 1000 Pers. | 16,5  | 11,7  | 7,7   | 4,5   | 2,0  |      |
| [8]                               | Indirekter Beschäftigungseffekt            | 1000 Pers. | 16,1  | 11,4  | 7,6   | 4,5   | 2,0  |      |
| [9]                               | <i>Gesamt</i> $([9]=[7]+[8])$              | 1000 Pers. | 32,6  | 23,2  | 15,3  | 9,0   | 4,1  |      |
| [10]                              | Direkter Effekt auf Arbeitnehmerentgelte   | Mio Euro   | 1.287 | 1.024 | 755   | 497   | 250  |      |
| [11]                              | Indirekter Effekt auf Arbeitnehmerentgelte | Mio Euro   | 700   | 537   | 384   | 246   | 121  |      |
| [12]                              | <i>Gesamt</i> $([12]=[10]+[11])$           | Mio Euro   | 1.987 | 1.561 | 1.139 | 743   | 370  |      |
| <i>Multiplikatoren</i>            |  |            |       |       |       |       |      |      |
| [13]                              | Produktion $([13]=[3]/[1])$                |            | 2,0   | 2,0   | 2,0   | 2,0   | 2,0  |      |
| [14]                              | Wertschöpfung $([14]=[6]/[4])$             |            | 2,3   | 2,3   | 2,3   | 2,3   | 2,3  |      |
| [15]                              | Beschäftigung $([15]=[9]/[7])$             |            | 2,0   | 2,0   | 2,0   | 2,0   | 2,0  |      |
| [16]                              | Arbeitnehmerentgelte $([16]=[12]/[10])$    |            | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5  |      |
| <b>Einkommensverwendungsphase</b> |  |            |       |       |       |       |      |      |
| [17]                              | Direkter Produktionseffekt                 | Mio Euro   | 787   | 618   | 451   | 294   | 147  |      |
| [18]                              | Indirekter Produktionseffekt               | Mio Euro   | 400   | 315   | 229   | 150   | 75   |      |
| [19]                              | <i>Gesamt</i> $([19]=[17]+[18])$           | Mio Euro   | 1.187 | 933   | 680   | 444   | 221  |      |
| [20]                              | Direkter Wertschöpfungseffekt              | Mio Euro   | 413   | 324   | 236   | 154   | 77   |      |
| [21]                              | Indirekter Wertschöpfungseffekt            | Mio Euro   | 197   | 155   | 113   | 74    | 37   |      |
| [22]                              | <i>Gesamt</i> $([22]=[20]+[21])$           | Mio Euro   | 610   | 479   | 349   | 228   | 114  |      |
| [23]                              | Direkter Beschäftigungseffekt              | 1000 Pers. | 6,9   | 5,0   | 3,4   | 2,1   | 1,0  |      |
| [24]                              | Indirekter Beschäftigungseffekt            | 1000 Pers. | 3,1   | 2,2   | 1,5   | 0,9   | 0,4  |      |
| [25]                              | <i>Gesamt</i> $([25]=[23]+[24])$           | 1000 Pers. | 9,9   | 7,2   | 4,9   | 3,0   | 1,4  |      |
| [26]                              | Direkter Effekt auf Arbeitnehmerentgelte   | Mio Euro   | 195   | 149   | 107   | 68    | 33   |      |
| [27]                              | Indirekter Effekt auf Arbeitnehmerentgelte | Mio Euro   | 119   | 92    | 67    | 43    | 22   |      |
| [28]                              | <i>Gesamt</i> $([28]=[26]+[27])$           | Mio Euro   | 314   | 241   | 173   | 111   | 55   |      |

|      |   |            | 2014  | 2020  | 2025  | 2030  | 2035  | 2040 |
|------|---|------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
|      | <b>Multiplikatoren</b>                    |            |       |       |       |       |       |      |
| [29] | Produktion ( $[29]=[19]/[17]$ )           |            | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   |      |
| [30] | Wertschöpfung ( $[30]=[22]/[20]$ )        |            | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   |      |
| [31] | Beschäftigung ( $[31]=[25]/[23]$ )        |            | 1,4   | 1,4   | 1,4   | 1,4   | 1,4   |      |
| [32] | Arbeitnehmerentgelt ( $[32]=[28]/[26]$ )  |            | 1,6   | 1,6   | 1,6   | 1,6   | 1,6   |      |
|      | <b>Phasenübergreifender Gesamteffekt</b>  |            |       |       |       |       |       |      |
| [33] | Produktion ( $[33]=[3]+[19]$ )            | Mio Euro   | 6.072 | 4.779 | 3.488 | 2.273 | 1.131 |      |
| [34] | Wertschöpfung ( $[34]=[6]+[22]$ )         | Mio Euro   | 2.480 | 1.952 | 1.425 | 928   | 462   |      |
| [35] | Beschäftigung ( $[35]=[9]+[25]$ )         | 1000 Pers. | 42,5  | 30,4  | 20,2  | 12,0  | 5,5   |      |
| [36] | Arbeitnehmerentgelt ( $[36]=[12]+[28]$ )  | Mio Euro   | 2.301 | 1.802 | 1.312 | 854   | 425   |      |
|      | <b>Multiplikatoren</b>                    |            |       |       |       |       |       |      |
| [37] | Produktion ( $[37]=[33]/[1]$ )            |            | 2,5   | 2,5   | 2,5   | 2,5   | 2,5   |      |
| [38] | Wertschöpfung ( $[38]=[34]/[4]$ )         |            | 3,0   | 3,0   | 3,0   | 3,0   | 3,0   |      |
| [39] | Beschäftigung ( $[39]=[35]/[7]$ )         |            | 2,6   | 2,6   | 2,6   | 2,6   | 2,7   |      |
| [40] | Arbeitnehmerentgelte ( $[40]=[36]/[10]$ ) |            | 1,8   | 1,8   | 1,7   | 1,7   | 1,7   |      |

Quellen: Statistisches Bundesamt und eigene Berechnungen, IWH.

Tabelle 8-17: Effekte der Braunkohleförderung im Pfad „Moderat A“ im IOM (Produktivitätsannahme: Konstanz)

|      |  |            | 2014  | 2020  | 2025  | 2030  | 2035 | 2040 |
|------|--|------------|-------|-------|-------|-------|------|------|
|      | <b>Produktionsphase</b>                    |            |       |       |       |       |      |      |
| [1]  | Direkter Produktionseffekt                 | Mio Euro   | 2.474 | 1.949 | 1.423 | 927   | 461  |      |
| [2]  | Indirekter Produktionseffekt               | Mio Euro   | 2.410 | 1.898 | 1.385 | 903   | 449  |      |
| [3]  | <i>Gesamt</i> ( $[3]=[1]+[2]$ )            | Mio Euro   | 4.884 | 3.846 | 2.808 | 1.830 | 910  |      |
| [4]  | Direkter Wertschöpfungseffekt              | Mio Euro   | 825   | 650   | 474   | 309   | 154  |      |
| [5]  | Indirekter Wertschöpfungseffekt            | Mio Euro   | 1.045 | 823   | 601   | 392   | 195  |      |
| [6]  | <i>Gesamt</i> ( $[6]=[4]+[5]$ )            | Mio Euro   | 1.870 | 1.473 | 1.075 | 701   | 348  |      |
| [7]  | Direkter Beschäftigungseffekt              | 1000 Pers. | 16,5  | 13,0  | 9,5   | 6,2   | 3,1  |      |
| [8]  | Indirekter Beschäftigungseffekt            | 1000 Pers. | 16,1  | 11,4  | 7,6   | 4,5   | 2,0  |      |
| [9]  | <i>Gesamt</i> ( $[9]=[7]+[8]$ )            | 1000 Pers. | 32,6  | 24,4  | 17,1  | 10,7  | 5,1  |      |
| [10] | Direkter Effekt auf Arbeitnehmerentgelte   | Mio Euro   | 1.287 | 1.134 | 926   | 675   | 375  |      |
| [11] | Indirekter Effekt auf Arbeitnehmerentgelte | Mio Euro   | 700   | 537   | 384   | 246   | 121  |      |
| [12] | <i>Gesamt</i> ( $[12]=[10]+[11]$ )         | Mio Euro   | 1.987 | 1.671 | 1.309 | 920   | 496  |      |
|      | <b>Multiplikatoren</b>                     |            |       |       |       |       |      |      |
| [13] | Produktion ( $[13]=[3]/[1]$ )              |            | 2,0   | 2,0   | 2,0   | 2,0   | 2,0  |      |
| [14] | Wertschöpfung ( $[14]=[6]/[4]$ )           |            | 2,3   | 2,3   | 2,3   | 2,3   | 2,3  |      |
| [15] | Beschäftigung ( $[15]=[9]/[7]$ )           |            | 2,0   | 1,9   | 1,8   | 1,7   | 1,7  |      |
| [16] | Arbeitnehmerentgelte ( $[16]=[12]/[10]$ )  |            | 1,5   | 1,5   | 1,4   | 1,4   | 1,3  |      |

|      |  |            | 2014  | 2020  | 2025  | 2030  | 2035  | 2040 |
|------|--|------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
|      | <b>Einkommensverwendungsphase</b>          |            |       |       |       |       |       |      |
| [17] | Direkter Produktionseffekt                 | Mio Euro   | 787   | 662   | 518   | 364   | 196   |      |
| [18] | Indirekter Produktionseffekt               | Mio Euro   | 400   | 337   | 264   | 185   | 100   |      |
| [19] | <i>Gesamt ([19]=[17]+[18])</i>             | Mio Euro   | 1.187 | 998   | 782   | 550   | 296   |      |
| [20] | Direkter Wertschöpfungseffekt              | Mio Euro   | 413   | 347   | 272   | 191   | 103   |      |
| [21] | Indirekter Wertschöpfungseffekt            | Mio Euro   | 197   | 166   | 130   | 91    | 49    |      |
| [22] | <i>Gesamt ([22]=[20]+[21])</i>             | Mio Euro   | 610   | 513   | 402   | 282   | 152   |      |
| [23] | Direkter Beschäftigungseffekt              | 1000 Pers. | 6,9   | 5,4   | 3,9   | 2,6   | 1,3   |      |
| [24] | Indirekter Beschäftigungseffekt            | 1000 Pers. | 3,1   | 2,4   | 1,7   | 1,1   | 0,5   |      |
| [25] | <i>Gesamt ([25]=[23]+[24])</i>             | 1000 Pers. | 9,9   | 7,7   | 5,6   | 3,7   | 1,9   |      |
| [26] | Direkter Effekt auf Arbeitnehmerentgelte   | Mio Euro   | 195   | 160   | 123   | 84    | 45    |      |
| [27] | Indirekter Effekt auf Arbeitnehmerentgelte | Mio Euro   | 119   | 98    | 77    | 54    | 29    |      |
| [28] | <i>Gesamt ([28]=[26]+[27])</i>             | Mio Euro   | 314   | 258   | 199   | 138   | 74    |      |
|      | <i>Multiplikatoren</i>                     |            |       |       |       |       |       |      |
| [29] | Produktion ( $[29]=[19]/[17]$ )            |            | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   |      |
| [30] | Wertschöpfung ( $[30]=[22]/[20]$ )         |            | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   |      |
| [31] | Beschäftigung ( $[31]=[25]/[23]$ )         |            | 1,4   | 1,4   | 1,4   | 1,4   | 1,4   |      |
| [32] | Arbeitnehmerentgelt ( $[32]=[28]/[26]$ )   |            | 1,6   | 1,6   | 1,6   | 1,6   | 1,7   |      |
|      | <b>Phasenübergreifender Gesamteffekt</b>   |            |       |       |       |       |       |      |
| [33] | Produktion ( $[33]=[3]+[19]$ )             | Mio Euro   | 6.072 | 4.845 | 3.590 | 2.380 | 1.206 |      |
| [34] | Wertschöpfung ( $[34]=[6]+[22]$ )          | Mio Euro   | 2.480 | 1.985 | 1.477 | 983   | 501   |      |
| [35] | Beschäftigung ( $[35]=[9]+[25]$ )          | 1000 Pers. | 42,5  | 32,1  | 22,7  | 14,4  | 7,0   |      |
| [36] | Arbeitnehmerentgelt ( $[36]=[12]+[28]$ )   | Mio Euro   | 2.301 | 1.929 | 1.508 | 1.059 | 570   |      |
|      | <i>Multiplikatoren</i>                     |            |       |       |       |       |       |      |
| [37] | Produktion ( $[37]=[33]/[1]$ )             |            | 2,5   | 2,5   | 2,5   | 2,6   | 2,6   |      |
| [38] | Wertschöpfung ( $[38]=[34]/[4]$ )          |            | 3,0   | 3,1   | 3,1   | 3,2   | 3,3   |      |
| [39] | Beschäftigung ( $[39]=[35]/[7]$ )          |            | 2,6   | 2,5   | 2,4   | 2,3   | 2,3   |      |
| [40] | Arbeitnehmerentgelte ( $[40]=[36]/[10]$ )  |            | 1,8   | 1,7   | 1,6   | 1,6   | 1,5   |      |

Quellen: Statistisches Bundesamt und eigene Berechnungen, IWH.

Tabelle 8-18: Effekte der Braunkohleförderung im Pfad „Moderat B“ im IOM (Produktivitätsannahme: Fortschreibung)

|     |                                 |          | 2014  | 2020  | 2025  | 2030  | 2035 | 2040 |
|-----|---------------------------------|----------|-------|-------|-------|-------|------|------|
|     | <b>Produktionsphase</b>         |          |       |       |       |       |      |      |
| [1] | Direkter Produktionseffekt      | Mio Euro | 2.474 | 1.949 | 1.405 | 963   | 476  |      |
| [2] | Indirekter Produktionseffekt    | Mio Euro | 2.410 | 1.898 | 1.368 | 938   | 464  |      |
| [3] | <i>Gesamt ([3]=[1]+[2])</i>     | Mio Euro | 4.884 | 3.846 | 2.773 | 1.901 | 940  |      |
| [4] | Direkter Wertschöpfungseffekt   | Mio Euro | 825   | 650   | 468   | 321   | 159  |      |
| [5] | Indirekter Wertschöpfungseffekt | Mio Euro | 1.045 | 823   | 594   | 407   | 201  |      |

|      |  |            | 2014  | 2020  | 2025  | 2030  | 2035  | 2040 |
|------|--|------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| [6]  | Gesamt $([6]=[4]+[5])$                     | Mio Euro   | 1.870 | 1.473 | 1.062 | 728   | 360   |      |
| [7]  | Direkter Beschäftigungseffekt              | 1000 Pers. | 16,5  | 11,7  | 7,6   | 4,7   | 2,1   |      |
| [8]  | Indirekter Beschäftigungseffekt            | 1000 Pers. | 16,1  | 11,4  | 7,5   | 4,7   | 2,1   |      |
| [9]  | Gesamt $([9]=[7]+[8])$                     | 1000 Pers. | 32,6  | 23,2  | 15,1  | 9,4   | 4,2   |      |
| [10] | Direkter Effekt auf Arbeitnehmerentgelte   | Mio Euro   | 1.287 | 1.024 | 746   | 516   | 258   |      |
| [11] | Indirekter Effekt auf Arbeitnehmerentgelte | Mio Euro   | 700   | 537   | 379   | 255   | 125   |      |
| [12] | Gesamt $([12]=[10]+[11])$                  | Mio Euro   | 1.987 | 1.561 | 1.125 | 771   | 382   |      |
|      | <i>Multiplikatoren</i>                     |            |       |       |       |       |       |      |
| [13] | Produktion $([13]=[3]/[1])$                |            | 2,0   | 2,0   | 2,0   | 2,0   | 2,0   |      |
| [14] | Wertschöpfung $([14]=[6]/[4])$             |            | 2,3   | 2,3   | 2,3   | 2,3   | 2,3   |      |
| [15] | Beschäftigung $([15]=[9]/[7])$             |            | 2,0   | 2,0   | 2,0   | 2,0   | 2,0   |      |
| [16] | Arbeitnehmerentgelte $([16]=[12]/[10])$    |            | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   |      |
|      | <b>Einkommensverwendungsphase</b>          |            |       |       |       |       |       |      |
| [17] | Direkter Produktionseffekt                 | Mio Euro   | 787   | 618   | 445   | 305   | 151   |      |
| [18] | Indirekter Produktionseffekt               | Mio Euro   | 400   | 315   | 227   | 155   | 77    |      |
| [19] | Gesamt $([19]=[17]+[18])$                  | Mio Euro   | 1.187 | 933   | 672   | 461   | 228   |      |
| [20] | Direkter Wertschöpfungseffekt              | Mio Euro   | 413   | 324   | 233   | 160   | 79    |      |
| [21] | Indirekter Wertschöpfungseffekt            | Mio Euro   | 197   | 155   | 112   | 77    | 38    |      |
| [22] | Gesamt $([22]=[20]+[21])$                  | Mio Euro   | 610   | 479   | 345   | 237   | 117   |      |
| [23] | Direkter Beschäftigungseffekt              | 1000 Pers. | 6,9   | 5,0   | 3,4   | 2,2   | 1,0   |      |
| [24] | Indirekter Beschäftigungseffekt            | 1000 Pers. | 3,1   | 2,2   | 1,5   | 0,9   | 0,4   |      |
| [25] | Gesamt $([25]=[23]+[24])$                  | 1000 Pers. | 9,9   | 7,2   | 4,8   | 3,1   | 1,4   |      |
| [26] | Direkter Effekt auf Arbeitnehmerentgelte   | Mio Euro   | 195   | 149   | 105   | 71    | 34    |      |
| [27] | Indirekter Effekt auf Arbeitnehmerentgelte | Mio Euro   | 119   | 92    | 66    | 45    | 22    |      |
| [28] | Gesamt $([28]=[26]+[27])$                  | Mio Euro   | 314   | 241   | 171   | 116   | 57    |      |
|      | <i>Multiplikatoren</i>                     |            |       |       |       |       |       |      |
| [29] | Produktion $([29]=[19]/[17])$              |            | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   |      |
| [30] | Wertschöpfung $([30]=[22]/[20])$           |            | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   |      |
| [31] | Beschäftigung $([31]=[25]/[23])$           |            | 1,4   | 1,4   | 1,4   | 1,4   | 1,4   |      |
| [32] | Arbeitnehmerentgelt $([32]=[28]/[26])$     |            | 1,6   | 1,6   | 1,6   | 1,6   | 1,6   |      |
|      | <b>Phasenübergreifender Gesamteffekt</b>   |            |       |       |       |       |       |      |
| [33] | Produktion $([33]=[3]+[19])$               | Mio Euro   | 6.072 | 4.779 | 3.445 | 2.361 | 1.168 |      |
| [34] | Wertschöpfung $([34]=[6]+[22])$            | Mio Euro   | 2.480 | 1.952 | 1.407 | 964   | 477   |      |
| [35] | Beschäftigung $([35]=[9]+[25])$            | 1000 Pers. | 42,5  | 30,4  | 20,0  | 12,5  | 5,7   |      |
| [36] | Arbeitnehmerentgelt $([36]=[12]+[28])$     | Mio Euro   | 2.301 | 1.802 | 1.296 | 887   | 439   |      |
|      | <i>Multiplikatoren</i>                     |            |       |       |       |       |       |      |
| [37] | Produktion $([37]=[33]/[1])$               |            | 2,5   | 2,5   | 2,5   | 2,5   | 2,5   |      |
| [38] | Wertschöpfung $([38]=[34]/[4])$            |            | 3,0   | 3,0   | 3,0   | 3,0   | 3,0   |      |

|      |   | 2014 | 2020 | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 |
|------|---|------|------|------|------|------|------|
| [39] | Beschäftigung $([39]=[35]/[7])$         | 2,6  | 2,6  | 2,6  | 2,6  | 2,7  |      |
| [40] | Arbeitnehmerentgelte $([40]=[36]/[10])$ | 1,8  | 1,8  | 1,7  | 1,7  | 1,7  |      |

Quellen: Statistisches Bundesamt und eigene Berechnungen, IWH.

Tabelle 8-19: Effekte der Braunkohleförderung im Pfad „Moderat B“ im IOM (Produktivitätsannahme: Konstanz)

|                                   |  | 2014       | 2020  | 2025  | 2030  | 2035  | 2040 |
|-----------------------------------|--|------------|-------|-------|-------|-------|------|
| <b>Produktionsphase</b>           |  |            |       |       |       |       |      |
| [1]                               | Direkter Produktionseffekt                 | Mio Euro   | 2.474 | 1.949 | 1.405 | 963   | 476  |
| [2]                               | Indirekter Produktionseffekt               | Mio Euro   | 2.410 | 1.898 | 1.368 | 938   | 464  |
| [3]                               | <i>Gesamt</i> $([3]=[1]+[2])$              | Mio Euro   | 4.884 | 3.846 | 2.773 | 1.901 | 940  |
| [4]                               | Direkter Wertschöpfungseffekt              | Mio Euro   | 825   | 650   | 468   | 321   | 159  |
| [5]                               | Indirekter Wertschöpfungseffekt            | Mio Euro   | 1.045 | 823   | 594   | 407   | 201  |
| [6]                               | <i>Gesamt</i> $([6]=[4]+[5])$              | Mio Euro   | 1.870 | 1.473 | 1.062 | 728   | 360  |
| [7]                               | Direkter Beschäftigungseffekt              | 1000 Pers. | 16,5  | 13,0  | 9,4   | 6,4   | 3,2  |
| [8]                               | Indirekter Beschäftigungseffekt            | 1000 Pers. | 16,1  | 11,4  | 7,5   | 4,7   | 2,1  |
| [9]                               | <i>Gesamt</i> $([9]=[7]+[8])$              | 1000 Pers. | 32,6  | 24,4  | 16,8  | 11,1  | 5,3  |
| [10]                              | Direkter Effekt auf Arbeitnehmerentgelte   | Mio Euro   | 1.287 | 1.134 | 914   | 701   | 387  |
| [11]                              | Indirekter Effekt auf Arbeitnehmerentgelte | Mio Euro   | 700   | 537   | 379   | 255   | 125  |
| [12]                              | <i>Gesamt</i> $([12]=[10]+[11])$           | Mio Euro   | 1.987 | 1.671 | 1.293 | 956   | 512  |
| <b>Multiplikatoren</b>            |  |            |       |       |       |       |      |
| [13]                              | Produktion $([13]=[3]/[1])$                |            | 2,0   | 2,0   | 2,0   | 2,0   | 2,0  |
| [14]                              | Wertschöpfung $([14]=[6]/[4])$             |            | 2,3   | 2,3   | 2,3   | 2,3   | 2,3  |
| [15]                              | Beschäftigung $([15]=[9]/[7])$             |            | 2,0   | 1,9   | 1,8   | 1,7   | 1,7  |
| [16]                              | Arbeitnehmerentgelte $([16]=[12]/[10])$    |            | 1,5   | 1,5   | 1,4   | 1,4   | 1,3  |
| <b>Einkommensverwendungsphase</b> |  |            |       |       |       |       |      |
| [17]                              | Direkter Produktionseffekt                 | Mio Euro   | 787   | 662   | 512   | 379   | 203  |
| [18]                              | Indirekter Produktionseffekt               | Mio Euro   | 400   | 337   | 261   | 193   | 103  |
| [19]                              | <i>Gesamt</i> $([19]=[17]+[18])$           | Mio Euro   | 1.187 | 998   | 773   | 571   | 306  |
| [20]                              | Direkter Wertschöpfungseffekt              | Mio Euro   | 413   | 347   | 268   | 198   | 106  |
| [21]                              | Indirekter Wertschöpfungseffekt            | Mio Euro   | 197   | 166   | 128   | 95    | 51   |
| [22]                              | <i>Gesamt</i> $([22]=[20]+[21])$           | Mio Euro   | 610   | 513   | 397   | 293   | 157  |
| [23]                              | Direkter Beschäftigungseffekt              | 1000 Pers. | 6,9   | 5,4   | 3,9   | 2,7   | 1,4  |
| [24]                              | Indirekter Beschäftigungseffekt            | 1000 Pers. | 3,1   | 2,4   | 1,7   | 1,1   | 0,6  |
| [25]                              | <i>Gesamt</i> $([25]=[23]+[24])$           | 1000 Pers. | 9,9   | 7,7   | 5,6   | 3,8   | 1,9  |
| [26]                              | Direkter Effekt auf Arbeitnehmerentgelte   | Mio Euro   | 195   | 160   | 121   | 88    | 46   |

|      |  |            | 2014  | 2020  | 2025  | 2030  | 2035  | 2040 |
|------|--|------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| [27] | Indirekter Effekt auf Arbeitnehmerentgelte | Mio Euro   | 119   | 98    | 76    | 56    | 30    |      |
| [28] | <i>Gesamt</i> $([28]=[26]+[27])$           | Mio Euro   | 314   | 258   | 197   | 144   | 76    |      |
|      | <i>Multiplikatoren</i>                     |            |       |       |       |       |       |      |
| [29] | Produktion $([29]=[19]/[17])$              |            | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   |      |
| [30] | Wertschöpfung $([30]=[22]/[20])$           |            | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   |      |
| [31] | Beschäftigung $([31]=[25]/[23])$           |            | 1,4   | 1,4   | 1,4   | 1,4   | 1,4   |      |
| [32] | Arbeitnehmerentgelt $([32]=[28]/[26])$     |            | 1,6   | 1,6   | 1,6   | 1,6   | 1,7   |      |
|      |  |            |       |       |       |       |       |      |
|      | <b>Phasenübergreifender Gesamteffekt</b>   |            |       |       |       |       |       |      |
| [33] | Produktion $([33]=[3]+[19])$               | Mio Euro   | 6.072 | 4.845 | 3.546 | 2.472 | 1.246 |      |
| [34] | Wertschöpfung $([34]=[6]+[22])$            | Mio Euro   | 2.480 | 1.985 | 1.459 | 1.021 | 517   |      |
| [35] | Beschäftigung $([35]=[9]+[25])$            | 1000 Pers. | 42,5  | 32,1  | 22,4  | 14,9  | 7,2   |      |
| [36] | Arbeitnehmerentgelt $([36]=[12]+[28])$     | Mio Euro   | 2.301 | 1.929 | 1.490 | 1.100 | 588   |      |
|      | <i>Multiplikatoren</i>                     |            |       |       |       |       |       |      |
| [37] | Produktion $([37]=[33]/[1])$               |            | 2,5   | 2,5   | 2,5   | 2,6   | 2,6   |      |
| [38] | Wertschöpfung $([38]=[34]/[4])$            |            | 3,0   | 3,1   | 3,1   | 3,2   | 3,3   |      |
| [39] | Beschäftigung $([39]=[35]/[7])$            |            | 2,6   | 2,5   | 2,4   | 2,3   | 2,3   |      |
| [40] | Arbeitnehmerentgelte $([40]=[36]/[10])$    |            | 1,8   | 1,7   | 1,6   | 1,6   | 1,5   |      |

Quellen: Statistisches Bundesamt und eigene Berechnungen, IWH.

Tabelle 8-20: Effekte der Braunkohleförderung im Pfad „Flex“ im IOM (Produktivitätsannahme: Fortschreibung)

|      |  |            | 2014  | 2020  | 2025  | 2030  | 2035 | 2040 |
|------|--|------------|-------|-------|-------|-------|------|------|
|      | <b>Produktionsphase</b>                    |            |       |       |       |       |      |      |
| [1]  | Direkter Produktionseffekt                 | Mio Euro   | 2.474 | 1.480 | 1.211 | 703   |      |      |
| [2]  | Indirekter Produktionseffekt               | Mio Euro   | 2.410 | 1.442 | 1.179 | 685   |      |      |
| [3]  | <i>Gesamt</i> $([3]=[1]+[2])$              | Mio Euro   | 4.884 | 2.922 | 2.390 | 1.389 |      |      |
| [4]  | Direkter Wertschöpfungseffekt              | Mio Euro   | 825   | 493   | 404   | 234   |      |      |
| [5]  | Indirekter Wertschöpfungseffekt            | Mio Euro   | 1.045 | 625   | 512   | 297   |      |      |
| [6]  | <i>Gesamt</i> $([6]=[4]+[5])$              | Mio Euro   | 1.870 | 1.119 | 915   | 532   |      |      |
| [7]  | Direkter Beschäftigungseffekt              | 1000 Pers. | 16,5  | 8,9   | 6,6   | 3,5   |      |      |
| [8]  | Indirekter Beschäftigungseffekt            | 1000 Pers. | 16,1  | 8,7   | 6,4   | 3,4   |      |      |
| [9]  | <i>Gesamt</i> $([9]=[7]+[8])$              | 1000 Pers. | 32,6  | 17,6  | 13,0  | 6,9   |      |      |
| [10] | Direkter Effekt auf Arbeitnehmerentgelte   | Mio Euro   | 1.287 | 806   | 643   | 377   |      |      |
| [11] | Indirekter Effekt auf Arbeitnehmerentgelte | Mio Euro   | 700   | 408   | 327   | 186   |      |      |
| [12] | <i>Gesamt</i> $([12]=[10]+[11])$           | Mio Euro   | 1.987 | 1.214 | 969   | 564   |      |      |
|      | <i>Multiplikatoren</i>                     |            |       |       |       |       |      |      |
| [13] | Produktion $([13]=[3]/[1])$                |            | 2,0   | 2,0   | 2,0   | 2,0   |      |      |
| [14] | Wertschöpfung $([14]=[6]/[4])$             |            | 2,3   | 2,3   | 2,3   | 2,3   |      |      |
| [15] | Beschäftigung $([15]=[9]/[7])$             |            | 2,0   | 2,0   | 2,0   | 2,0   |      |      |
| [16] | Arbeitnehmerentgelte $([16]=[12]/[10])$    |            | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   |      |      |

|      |  |            | 2014  | 2020  | 2025  | 2030  | 2035 | 2040 |
|------|--|------------|-------|-------|-------|-------|------|------|
|      | <b>Einkommensverwendungsphase</b>          |            |       |       |       |       |      |      |
| [17] | Direkter Produktionseffekt                 | Mio Euro   | 787   | 481   | 384   | 223   |      |      |
| [18] | Indirekter Produktionseffekt               | Mio Euro   | 400   | 245   | 195   | 114   |      |      |
| [19] | <i>Gesamt ([19]=[17]+[18])</i>             | Mio Euro   | 1.187 | 726   | 579   | 337   |      |      |
| [20] | Direkter Wertschöpfungseffekt              | Mio Euro   | 413   | 252   | 201   | 117   |      |      |
| [21] | Indirekter Wertschöpfungseffekt            | Mio Euro   | 197   | 121   | 96    | 56    |      |      |
| [22] | <i>Gesamt ([22]=[20]+[21])</i>             | Mio Euro   | 610   | 373   | 297   | 173   |      |      |
| [23] | Direkter Beschäftigungseffekt              | 1000 Pers. | 6,9   | 3,9   | 2,9   | 1,6   |      |      |
| [24] | Indirekter Beschäftigungseffekt            | 1000 Pers. | 3,1   | 1,7   | 1,3   | 0,7   |      |      |
| [25] | <i>Gesamt ([25]=[23]+[24])</i>             | 1000 Pers. | 9,9   | 5,6   | 4,2   | 2,3   |      |      |
| [26] | Direkter Effekt auf Arbeitnehmerentgelte   | Mio Euro   | 195   | 117   | 91    | 52    |      |      |
| [27] | Indirekter Effekt auf Arbeitnehmerentgelte | Mio Euro   | 119   | 72    | 57    | 33    |      |      |
| [28] | <i>Gesamt ([28]=[26]+[27])</i>             | Mio Euro   | 314   | 188   | 147   | 85    |      |      |
|      | <i>Multiplikatoren</i>                     |            |       |       |       |       |      |      |
| [29] | Produktion ( $[29]=[19]/[17]$ )            |            | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   |      |      |
| [30] | Wertschöpfung ( $[30]=[22]/[20]$ )         |            | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   |      |      |
| [31] | Beschäftigung ( $[31]=[25]/[23]$ )         |            | 1,4   | 1,4   | 1,4   | 1,4   |      |      |
| [32] | Arbeitnehmerentgelt ( $[32]=[28]/[26]$ )   |            | 1,6   | 1,6   | 1,6   | 1,6   |      |      |
|      | <b>Phasenübergreifender Gesamteffekt</b>   |            |       |       |       |       |      |      |
| [33] | Produktion ( $[33]=[3]+[19]$ )             | Mio Euro   | 6.072 | 3.648 | 2.969 | 1.725 |      |      |
| [34] | Wertschöpfung ( $[34]=[6]+[22]$ )          | Mio Euro   | 2.480 | 1.491 | 1.213 | 705   |      |      |
| [35] | Beschäftigung ( $[35]=[9]+[25]$ )          | 1000 Pers. | 42,5  | 23,2  | 17,2  | 9,1   |      |      |
| [36] | Arbeitnehmerentgelt ( $[36]=[12]+[28]$ )   | Mio Euro   | 2.301 | 1.403 | 1.117 | 648   |      |      |
|      | <i>Multiplikatoren</i>                     |            |       |       |       |       |      |      |
| [37] | Produktion ( $[37]=[33]/[1]$ )             |            | 2,5   | 2,5   | 2,5   | 2,5   |      |      |
| [38] | Wertschöpfung ( $[38]=[34]/[4]$ )          |            | 3,0   | 3,0   | 3,0   | 3,0   |      |      |
| [39] | Beschäftigung ( $[39]=[35]/[7]$ )          |            | 2,6   | 2,6   | 2,6   | 2,6   |      |      |
| [40] | Arbeitnehmerentgelte ( $[40]=[36]/[10]$ )  |            | 1,8   | 1,7   | 1,7   | 1,7   |      |      |

Quellen: Statistisches Bundesamt und eigene Berechnungen, IWH.

Tabelle 8-21: Effekte der Braunkohleförderung im Pfad „Flex“ im IOM (Produktivitätsannahme: Konstanz)

|     |                                 |          | 2014  | 2020  | 2025  | 2030  | 2035 | 2040 |
|-----|---------------------------------|----------|-------|-------|-------|-------|------|------|
|     | <b>Produktionsphase</b>         |          |       |       |       |       |      |      |
| [1] | Direkter Produktionseffekt      | Mio Euro | 2.474 | 1.480 | 1.211 | 703   |      |      |
| [2] | Indirekter Produktionseffekt    | Mio Euro | 2.410 | 1.442 | 1.179 | 685   |      |      |
| [3] | <i>Gesamt ([3]=[1]+[2])</i>     | Mio Euro | 4.884 | 2.922 | 2.390 | 1.389 |      |      |
| [4] | Direkter Wertschöpfungseffekt   | Mio Euro | 825   | 493   | 404   | 234   |      |      |
| [5] | Indirekter Wertschöpfungseffekt | Mio Euro | 1.045 | 625   | 512   | 297   |      |      |

|      |  |            | 2014  | 2020  | 2025  | 2030  | 2035 | 2040 |
|------|--|------------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| [6]  | <i>Gesamt ([6]=[4]+[5])</i>                | Mio Euro   | 1.870 | 1.119 | 915   | 532   |      |      |
| [7]  | Direkter Beschäftigungseffekt              | 1000 Pers. | 16,5  | 9,9   | 8,1   | 4,7   |      |      |
| [8]  | Indirekter Beschäftigungseffekt            | 1000 Pers. | 16,1  | 8,7   | 6,4   | 3,4   |      |      |
| [9]  | <i>Gesamt ([9]=[7]+[8])</i>                | 1000 Pers. | 32,6  | 18,6  | 14,5  | 8,1   |      |      |
| [10] | Direkter Effekt auf Arbeitnehmerentgelte   | Mio Euro   | 1.287 | 861   | 788   | 512   |      |      |
| [11] | Indirekter Effekt auf Arbeitnehmerentgelte | Mio Euro   | 700   | 408   | 327   | 186   |      |      |
| [12] | <i>Gesamt ([12]=[10]+[11])</i>             | Mio Euro   | 1.987 | 1.269 | 1.114 | 698   |      |      |
|      | <b>Multiplikatoren</b>                     |            |       |       |       |       |      |      |
| [13] | Produktion ([13]=[3]/[1])                  |            | 2,0   | 2,0   | 2,0   | 2,0   |      |      |
| [14] | Wertschöpfung ([14]=[6]/[4])               |            | 2,3   | 2,3   | 2,3   | 2,3   |      |      |
| [15] | Beschäftigung ([15]=[9]/[7])               |            | 2,0   | 1,9   | 1,8   | 1,7   |      |      |
| [16] | Arbeitnehmerentgelte ([16]=[12]/[10])      |            | 1,5   | 1,5   | 1,4   | 1,4   |      |      |
|      | <b>Einkommensverwendungsphase</b>          |            |       |       |       |       |      |      |
| [17] | Direkter Produktionseffekt                 | Mio Euro   | 787   | 503   | 441   | 277   |      |      |
| [18] | Indirekter Produktionseffekt               | Mio Euro   | 400   | 256   | 225   | 141   |      |      |
| [19] | <i>Gesamt ([19]=[17]+[18])</i>             | Mio Euro   | 1.187 | 758   | 666   | 417   |      |      |
| [20] | Direkter Wertschöpfungseffekt              | Mio Euro   | 413   | 263   | 231   | 145   |      |      |
| [21] | Indirekter Wertschöpfungseffekt            | Mio Euro   | 197   | 126   | 111   | 69    |      |      |
| [22] | <i>Gesamt ([22]=[20]+[21])</i>             | Mio Euro   | 610   | 389   | 342   | 214   |      |      |
| [23] | Direkter Beschäftigungseffekt              | 1000 Pers. | 6,9   | 4,1   | 3,3   | 2,0   |      |      |
| [24] | Indirekter Beschäftigungseffekt            | 1000 Pers. | 3,1   | 1,8   | 1,4   | 0,8   |      |      |
| [25] | <i>Gesamt ([25]=[23]+[24])</i>             | 1000 Pers. | 9,9   | 5,9   | 4,8   | 2,8   |      |      |
| [26] | Direkter Effekt auf Arbeitnehmerentgelte   | Mio Euro   | 195   | 122   | 104   | 64    |      |      |
| [27] | Indirekter Effekt auf Arbeitnehmerentgelte | Mio Euro   | 119   | 75    | 65    | 41    |      |      |
| [28] | <i>Gesamt ([28]=[26]+[27])</i>             | Mio Euro   | 314   | 196   | 170   | 105   |      |      |
|      | <b>Multiplikatoren</b>                     |            |       |       |       |       |      |      |
| [29] | Produktion ([29]=[19]/[17])                |            | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   |      |      |
| [30] | Wertschöpfung ([30]=[22]/[20])             |            | 1,5   | 1,5   | 1,5   | 1,5   |      |      |
| [31] | Beschäftigung ([31]=[25]/[23])             |            | 1,4   | 1,4   | 1,4   | 1,4   |      |      |
| [32] | Arbeitnehmerentgelt ([32]=[28]/[26])       |            | 1,6   | 1,6   | 1,6   | 1,6   |      |      |
|      | <b>Phasenübergreifender Gesamteffekt</b>   |            |       |       |       |       |      |      |
| [33] | Produktion ([33]=[3]+[19])                 | Mio Euro   | 6.072 | 3.680 | 3.056 | 1.806 |      |      |
| [34] | Wertschöpfung ([34]=[6]+[22])              | Mio Euro   | 2.480 | 1.508 | 1.257 | 746   |      |      |
| [35] | Beschäftigung ([35]=[9]+[25])              | 1000 Pers. | 42,5  | 24,4  | 19,3  | 10,9  |      |      |
| [36] | Arbeitnehmerentgelt ([36]=[12]+[28])       | Mio Euro   | 2.301 | 1.466 | 1.284 | 803   |      |      |
|      | <b>Multiplikatoren</b>                     |            |       |       |       |       |      |      |

|      |   | 2014 | 2020 | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 |
|------|---|------|------|------|------|------|------|
| [37] | Produktion $([37]=[33]/[1])$            | 2,5  | 2,5  | 2,5  | 2,6  |      |      |
| [38] | Wertschöpfung $([38]=[34]/[4])$         | 3,0  | 3,1  | 3,1  | 3,2  |      |      |
| [39] | Beschäftigung $([39]=[35]/[7])$         | 2,6  | 2,5  | 2,4  | 2,3  |      |      |
| [40] | Arbeitnehmerentgelte $([40]=[36]/[10])$ | 1,8  | 1,7  | 1,6  | 1,6  |      |      |

Quellen: Statistisches Bundesamt und eigene Berechnungen, IWH.

Tabelle 8-22: Differenz der totalen phasenübergreifenden Effekte der Braunkohleförderung der Pfade gegenüber dem Referenzpfad im IOM (Produktivitätsannahme: Fortschreibung)

|   | 2014 | 2020   | 2025   | 2030   | 2035   | 2040   |
|---|------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>Produktionseffekt in Mio. Euro</b>           |      |        |        |        |        |        |
| Schnell   | 0    | 0      | -2.167 | -2.768 | -2.678 | -2.680 |
| Moderat A                                       | 0    | 0      | -1.154 | -1.813 | -1.547 | -2.680 |
| Moderat B                                       | 0    | 0      | -1.197 | -1.725 | -1.510 | -2.680 |
| Flex  | 0    | -1.131 | -1.673 | -2.361 | -2.678 | -2.680 |
| <b>Bruttowertschöpfungseffekt in Mio. Euro</b>  |      |        |        |        |        |        |
| Schnell   | 0    | 0      | -885   | -1.130 | -1.094 | -1.095 |
| Moderat A                                       | 0    | 0      | -471   | -740   | -632   | -1.095 |
| Moderat B                                       | 0    | 0      | -489   | -704   | -617   | -1.095 |
| Flex  | 0    | -460   | -683   | -964   | -1.094 | -1.095 |
| <b>Beschäftigungseffekt in Tausend Personen</b> |      |        |        |        |        |        |
| Schnell   | 0,0  | 0,0    | -12,5  | -14,6  | -13,0  | -11,9  |
| Moderat A                                       | 0,0  | 0,0    | -6,7   | -9,6   | -7,5   | -11,9  |
| Moderat B                                       | 0,0  | 0,0    | -6,9   | -9,1   | -7,3   | -11,9  |
| Flex  | 0,0  | -7,2   | -9,7   | -12,5  | -13,0  | -11,9  |
| <b>Arbeitnehmerentgelteffekt in Mio. Euro</b>   |      |        |        |        |        |        |
| Schnell   | 0    | 0      | -815   | -1.040 | -1.007 | -1.010 |
| Moderat A                                       | 0    | 0      | -434   | -681   | -582   | -1.010 |
| Moderat B                                       | 0    | 0      | -450   | -648   | -568   | -1.010 |
| Flex  | 0    | -400   | -629   | -887   | -1.007 | -1.010 |

Quellen: Eigene Berechnungen, IWH.

Tabelle 8-23: Differenz der totalen phasenübergreifenden Effekte der Braunkohleförderung der Pfade gegenüber dem Referenzpfad im IOM (Produktivitätsannahme: Konstanz)

|   | 2014 | 2020   | 2025   | 2030   | 2035   | 2040   |
|---|------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>Produktionseffekt in Mio. Euro</b>           |      |        |        |        |        |        |
| Schnell   | 0    | 0      | -2.231 | -2.897 | -2.856 | -2.917 |
| Moderat A                                       | 0    | 0      | -1.188 | -1.897 | -1.649 | -2.917 |
| Moderat B                                       | 0    | 0      | -1.232 | -1.805 | -1.610 | -2.917 |
| Flex  | 0    | -1.164 | -1.722 | -2.471 | -2.856 | -2.917 |
| <b>Bruttowertschöpfungseffekt in Mio. Euro</b>  |      |        |        |        |        |        |
| Schnell   | 0    | 0      | -918   | -1.197 | -1.185 | -1.217 |
| Moderat A                                       | 0    | 0      | -489   | -784   | -684   | -1.217 |
| Moderat B                                       | 0    | 0      | -507   | -746   | -668   | -1.217 |
| Flex  | 0    | -477   | -708   | -1.021 | -1.185 | -1.217 |
| <b>Beschäftigungseffekt in Tausend Personen</b> |      |        |        |        |        |        |
| Schnell   | 0,0  | 0,0    | -14,1  | -17,5  | -16,5  | -16,2  |
| Moderat A                                       | 0,0  | 0,0    | -7,5   | -11,5  | -9,5   | -16,2  |
| Moderat B                                       | 0,0  | 0,0    | -7,8   | -10,9  | -9,3   | -16,2  |
| Flex  | 0,0  | -7,7   | -10,9  | -14,9  | -16,5  | -16,2  |
| <b>Arbeitnehmerentgelteffekt in Mio. Euro</b>   |      |        |        |        |        |        |
| Schnell   | 0    | 0      | -937   | -1289  | -1349  | -1466  |
| Moderat A                                       | 0    | 0      | -499   | -844   | -779   | -1466  |
| Moderat B                                       | 0    | 0      | -518   | -893   | -760   | -1466  |
| Flex  | 0    | -464   | -724   | -1099  | -1349  | -1466  |

Quellen: Eigene Berechnungen, IWH.

Tabelle 8-24: Totale phasenübergreifende Wertschöpfungseffekte der Braunkohleförderung des Referenzpfades nach Gütergruppen im IOM (Produktivitätsannahme: Fortschreibung)

| CPA 2008 |   | 2014 | 2020 | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 |
|----------|---|------|------|------|------|------|------|
| A        | Erzeugnisse d. Land- u. Forstwirtschaft, Fischerei                  | 11   | 8    | 8    | 7    | 5    | 5    |
| B, D, E  | Bergbauerzeugnisse, Steine und Erden, Energie- und Wasserversorgung | 946  | 745  | 724  | 637  | 417  | 417  |
| C        | Erzeugnisse des Verarbeitenden Gewerbes                             | 415  | 326  | 317  | 279  | 183  | 183  |
| F        | Bauarbeiten   | 93   | 73   | 71   | 62   | 41   | 41   |
| G, H, I  | Handels- u. Verkehrsleistungen, Dienstleistungen des Gastgewerbes   | 294  | 231  | 224  | 197  | 129  | 130  |
| J        | Informations- u. Kommunikationsdienstleistungen                     | 90   | 71   | 69   | 60   | 40   | 40   |

|            |  |       |       |       |       |       |       |
|------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| K          | Finanz- u. Versicherungsleistungen   | 70    | 55    | 53    | 47    | 31    | 31    |
| L          | Dienstleistungen des Grundstücks- u. Wohnungswesens  | 201   | 158   | 153   | 135   | 88    | 89    |
| M, N       | Freiberufliche, wiss., technische u. sonst. Dienstleistungen                                     | 231   | 182   | 177   | 155   | 102   | 102   |
| O, P, Q    | Öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung, Erziehung, Gesundheits- u. Sozialwesen | 65    | 51    | 49    | 44    | 29    | 29    |
| R, S, T, U | Kunst-, Unterhaltungs- u. Erholungsdienstleistungen, sonst. Dienstleistungen                     | 67    | 53    | 51    | 45    | 30    | 30    |
|            | Insgesamt  | 2.480 | 1.952 | 1.896 | 1.669 | 1.094 | 1.095 |

Anmerkung: Bruttowertschöpfung der Gütergruppen in Millionen Euro.

Tabelle 8-25: Totale phasenübergreifende Wertschöpfungseffekte der Braunkohleförderung des Pfades „Schnell“ nach Gütergruppen im IOM(Produktivitätsannahme: Fortschreibung)

| CPA 2008   |  | 2014  | 2020  | 2025  | 2030 | 2035 | 2040 |
|------------|--|-------|-------|-------|------|------|------|
| A          | Erzeugnisse d. Land- u. Forstwirtschaft, Fischerei   | 11    | 8     | 4     | 2    | 0    | 0    |
| B, D, E    | Bergbauerzeugnisse, Steine und Erden, Energie- und Wasserversorgung                              | 946   | 745   | 386   | 205  | 0    | 0    |
| C          | Erzeugnisse des Verarbeitenden Gewerbes  | 415   | 326   | 169   | 90   | 0    | 0    |
| F          | Bauarbeiten  | 93    | 73    | 38    | 20   | 0    | 0    |
| G, H, I    | Handels- u. Verkehrsleistungen, Dienstleistungen des Gastgewerbes                                | 294   | 231   | 120   | 64   | 0    | 0    |
| J          | Informations- u. Kommunikationsdienstleistungen  | 90    | 71    | 37    | 19   | 0    | 0    |
| K          | Finanz- u. Versicherungsleistungen   | 70    | 55    | 28    | 15   | 0    | 0    |
| L          | Dienstleistungen des Grundstücks- u. Wohnungswesens  | 201   | 158   | 82    | 44   | 0    | 0    |
| M, N       | Freiberufliche, wiss., technische u. sonst. Dienstleistungen                                     | 231   | 182   | 94    | 50   | 0    | 0    |
| O, P, Q    | Öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung, Erziehung, Gesundheits- u. Sozialwesen | 65    | 51    | 26    | 14   | 0    | 0    |
| R, S, T, U | Kunst-, Unterhaltungs- u. Erholungsdienstleistungen, sonst. Dienstleistungen                     | 67    | 53    | 27    | 15   | 0    | 0    |
|            | Insgesamt  | 2.480 | 1.952 | 1.011 | 539  | 0    | 0    |

Anmerkung: Bruttowertschöpfung der Gütergruppen in Millionen Euro.

Tabelle 8-26: Differenz der totalen phasenübergreifenden Wertschöpfungseffekte der Braunkohleförderung des Pfades „Schnell“ vom Referenzpfad im IOM (Produktivitätsannahme: Fortschreibung)

| CPA 2008   |  | 2014 | 2020 | 2025 | 2030   | 2035   | 2040   |
|------------|--|------|------|------|--------|--------|--------|
| A          | Erzeugnisse d. Land- u. Forstwirtschaft, Fischerei   | 0    | 0    | -4   | -5     | -5     | -5     |
| B, D, E    | Bergbauerzeugnisse, Steine und Erden, Energie- und Wasserversorgung                              | 0    | 0    | -338 | -431   | -417   | -417   |
| C          | Erzeugnisse des Verarbeitenden Gewerbes  | 0    | 0    | -148 | -189   | -183   | -183   |
| F          | Bauarbeiten  | 0    | 0    | -33  | -42    | -41    | -41    |
| G, H, I    | Handels- u. Verkehrsleistungen, Dienstleistungen des Gastgewerbes                                | 0    | 0    | -105 | -134   | -129   | -129   |
| J          | Informations- u. Kommunikationsdienstleistungen  | 0    | 0    | -32  | -41    | -40    | -40    |
| K          | Finanz- u. Versicherungsleistungen   | 0    | 0    | -25  | -32    | -31    | -31    |
| L          | Dienstleistungen des Grundstücks- u. Wohnungswesens  | 0    | 0    | -71  | -91    | -88    | -88    |
| M, N       | Freiberufliche, wiss., technische u. sonst. Dienstleistungen                                     | 0    | 0    | -82  | -105   | -102   | -102   |
| O, P, Q    | Öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung, Erziehung, Gesundheits- u. Sozialwesen | 0    | 0    | -23  | -30    | -29    | -29    |
| R, S, T, U | Kunst-, Unterhaltungs- u. Erholungsdienstleistungen, sonst. Dienstleistungen                     | 0    | 0    | -24  | -30    | -30    | -30    |
|            | Insgesamt  | 0    | 0    | -885 | -1.130 | -1.094 | -1.094 |

Anmerkung: Die Bruttowertschöpfung der Gütergruppen in Millionen Euro.

Tabelle 8-27: Prozentuale Veränderung der Nettostromerzeugung in der Braunkohle im RWM für die Regionen in den Pfaden (2014 = 100)

| Jahr     | Null-Szenario |                   |         |           |
|----------|---------------|-------------------|---------|-----------|
|          | Deutschland   | Mitteldeutschland | Lausitz | Rheinland |
| 2014     | 100,00%       | 100,00%           | 100,00% | 100,00%   |
| 2020     | 106,67%       | 106,67%           | 106,67% | 106,67%   |
| 2025     | 107,94%       | 107,94%           | 107,94% | 107,94%   |
| 2030     | 107,98%       | 107,98%           | 107,98% | 107,98%   |
| 2035     | 108,83%       | 108,83%           | 108,83% | 108,83%   |
| 2040     | 111,17%       | 111,17%           | 111,17% | 111,17%   |
| Referenz |               |                   |         |           |
| 2014     | 100,00%       | 100,00%           | 100,00% | 100,00%   |
| 2020     | 79,99%        | 82,68%            | 79,98%  | 79,14%    |
| 2025     | 80,84%        | 82,05%            | 84,09%  | 78,27%    |
| 2030     | 70,55%        | 78,96%            | 80,86%  | 60,96%    |
| 2035     | 47,05%        | 72,12%            | 62,35%  | 28,83%    |
| 2040     | 47,05%        | 72,12%            | 62,35%  | 28,83%    |

| Schnell   |         |         |         |         |
|-----------|---------|---------|---------|---------|
| 2014      | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% |
| 2020      | 79,99%  | 82,68%  | 79,98%  | 79,14%  |
| 2025      | 43,82%  | 79,76%  | 43,46%  | 32,67%  |
| 2030      | 23,01%  | 27,56%  | 10,81%  | 29,75%  |
| 2035      | 0,00%   | 0,00%   | 0,00%   | 0,00%   |
| 2040      | 0,00%   | 0,00%   | 0,00%   | 0,00%   |
| Moderat A |         |         |         |         |
| 2014      | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% |
| 2020      | 79,99%  | 82,68%  | 79,98%  | 79,14%  |
| 2025      | 62,68%  | 79,70%  | 82,40%  | 44,04%  |
| 2030      | 41,21%  | 76,30%  | 41,80%  | 29,69%  |
| 2035      | 21,86%  | 26,90%  | 21,77%  | 20,33%  |
| 2040      | 0,00%   | 0,00%   | 0,00%   | 0,00%   |
| Moderat B |         |         |         |         |
| 2014      | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% |
| 2020      | 79,99%  | 82,68%  | 79,98%  | 79,14%  |
| 2025      | 60,91%  | 79,70%  | 43,68%  | 66,53%  |
| 2030      | 43,35%  | 53,73%  | 41,80%  | 41,10%  |
| 2035      | 22,23%  | 0,96%   | 21,77%  | 29,28%  |
| 2040      | 0,00%   | 0,00%   | 0,00%   | 0,00%   |
| Flex      |         |         |         |         |
| 2014      | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% |
| 2020      | 59,84%  | 63,80%  | 56,87%  | 60,58%  |
| 2025      | 50,85%  | 50,08%  | 51,92%  | 50,38%  |
| 2030      | 29,75%  | 47,54%  | 28,46%  | 24,97%  |
| 2035      | 0,00%   | 0,00%   | 0,00%   | 0,00%   |
| 2040      | 0,00%   | 0,00%   | 0,00%   | 0,00%   |

Anmerkungen: Veränderung der Nettostromerzeugung nach Modellrechnungen des Öko-Instituts in den Szenarien durch die Veränderung der Kapazitäten in den Braunkohlekraftwerken der Regionen.

Quelle: Berechnungen des Öko-Instituts.

Tabelle 8-28: Prozentuale Veränderung der realen Bruttowertschöpfung der Braunkohle zu konstanten Preisen im RWM in den Regionen und Pfaden im Vergleich zum PowerFlex Modell.

| Jahr     | Deutschland | Mitteldeutschland | Lausitz | Rheinland |
|----------|-------------|-------------------|---------|-----------|
| Referenz |             |                   |         |           |
| 2014     | 0,00%       | 0,00%             | 0,00%   | 0,00%     |
| 2020     | -0,19%      | 0,42%             | -0,24%  | -0,10%    |
| 2025     | 0,01%       | 0,38%             | -0,22%  | 0,04%     |
| 2030     | -0,22%      | 0,09%             | -0,31%  | -0,03%    |
| 2035     | -0,51%      | 0,17%             | -0,45%  | 0,54%     |
| 2040     | -1,14%      | 0,17%             | -0,45%  | -0,69%    |
| Schnell  |             |                   |         |           |
| 2014     | 0,00%       | 0,00%             | 0,00%   | 0,00%     |

|                  |        |        |        |        |
|------------------|--------|--------|--------|--------|
| <b>2020</b>      | -0,31% | 0,42%  | -0,47% | -0,18% |
| <b>2025</b>      | -1,29% | 0,31%  | -0,33% | 0,37%  |
| <b>2030</b>      | -0,64% | 0,48%  | 1,32%  | -1,45% |
| <b>2035</b>      | 0,04%  | 0,00%  | 0,11%  | 0,00%  |
| <b>2040</b>      | 0,00%  | 0,00%  | 0,00%  | 0,00%  |
| <b>Moderat A</b> |        |        |        |        |
| <b>2014</b>      | 0,00%  | 0,00%  | 0,00%  | 0,00%  |
| <b>2020</b>      | -0,31% | 0,42%  | -0,47% | -0,18% |
| <b>2025</b>      | -0,41% | 0,37%  | -0,48% | -0,07% |
| <b>2030</b>      | -1,52% | -0,28% | -0,15% | -0,17% |
| <b>2035</b>      | -0,83% | 0,47%  | -0,83% | -0,75% |
| <b>2040</b>      | 0,04%  | 0,00%  | 0,11%  | 0,00%  |
| <b>Moderat B</b> |        |        |        |        |
| <b>2014</b>      | 0,00%  | 0,00%  | 0,00%  | 0,00%  |
| <b>2020</b>      | -0,27% | 0,42%  | -0,47% | -0,10% |
| <b>2025</b>      | -0,90% | 0,37%  | 0,14%  | 0,20%  |
| <b>2030</b>      | -0,74% | -0,01% | -0,72% | -0,07% |
| <b>2035</b>      | 0,60%  | 1,40%  | 0,09%  | -0,82% |
| <b>2040</b>      | 0,04%  | 0,00%  | 0,11%  | 0,00%  |
| <b>Flex</b>      |        |        |        |        |
| <b>2014</b>      | 0,00%  | 0,00%  | 0,00%  | 0,00%  |
| <b>2020</b>      | -0,33% | 0,39%  | -0,12% | -0,22% |
| <b>2025</b>      | -0,10% | -0,08% | -0,32% | -0,06% |
| <b>2030</b>      | -0,70% | -0,24% | -0,08% | 0,15%  |
| <b>2035</b>      | 0,04%  | 0,00%  | 0,11%  | 0,00%  |
| <b>2040</b>      | 0,00%  | 0,00%  | 0,00%  | 0,00%  |

Anmerkungen: Die prozentuale Veränderung der realen Bruttowertschöpfung zu konstanten Preisen ist vergleichbar mit der prozentualen Nettostromerzeugung des PowerFlex Modells.

Quelle: Eigene Berechnungen, IWH.

Tabelle 8-29: Anzahl der Erwerbspersonen, die sich im RWM im Null-Szenario seit 2014 aktiv für eine Arbeitsmarktregion entscheiden.

| Jahr                       | 2014    | 2020    | 2025     | 2030     | 2035     | 2040     |
|----------------------------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|
| <b>Übriges Deutschland</b> | 1.197,7 | 7.785,5 | 12.373,3 | 16.130,4 | 19.179,9 | 21.693,4 |
| <b>Mitteldeutschland</b>   | 47,8    | 310,5   | 493,5    | 643,4    | 765,0    | 865,3    |
| <b>Lausitz</b>             | 15,4    | 100,4   | 159,5    | 208,0    | 247,3    | 279,7    |
| <b>Rheinland</b>           | 97,2    | 632,1   | 1.004,5  | 1.309,5  | 1.557,1  | 1.761,1  |
| <b>Deutschland</b>         | 1.358,1 | 8.828,5 | 14.030,8 | 18.291,2 | 21.749,3 | 24.599,5 |

Anmerkung: In Tausend Personen. Es werden die Erwerbspersonen ausgewiesen die sich seit 2014 im Null-Szenario für die jeweilige Region entscheiden.

Quellen: VGR der Länder (2017c), Eurostat (2017), OECD (2017) und eigene Berechnungen.

Tabelle 8-30: Prozentuale Veränderung des Marktwertes von Braunkohle und des relativen Energiepreises im Vergleich zum Null-Szenario im RWM.

| Jahr                          | Referenz | Schnell | Moderat A | Moderat B | Flex    |
|-------------------------------|----------|---------|-----------|-----------|---------|
| <b>Marktwert Braunkohle</b>   |          |         |           |           |         |
| 2014                          | 100,00%  | 100,00% | 100,00%   | 100,00%   | 100,00% |
| 2020                          | 102,10%  | 101,87% | 101,97%   | 101,97%   | 104,00% |
| 2025                          | 101,79%  | 105,64% | 103,32%   | 103,61%   | 104,58% |
| 2030                          | 102,66%  | 109,26% | 105,85%   | 105,62%   | 107,69% |
| 2035                          | 105,14%  | 139,50% | 109,69%   | 108,76%   | 140,22% |
| 2040                          | 105,13%  | 138,10% | 140,51%   | 140,56%   | 138,10% |
| <b>Relativer Energiepreis</b> |          |         |           |           |         |
| 2014                          | 100,00%  | 100,00% | 100,00%   | 100,00%   | 100,00% |
| 2020                          | 101,03%  | 100,79% | 100,90%   | 100,89%   | 101,74% |
| 2025                          | 100,71%  | 102,11% | 101,34%   | 101,44%   | 101,59% |
| 2030                          | 101,05%  | 102,58% | 102,05%   | 101,90%   | 102,28% |
| 2035                          | 102,04%  | 103,49% | 102,59%   | 102,53%   | 103,50% |
| 2040                          | 101,92%  | 103,35% | 103,45%   | 103,46%   | 103,35% |

Quelle: Eigene Berechnungen, IWH.

Tabelle 8-31: Simulationsergebnisse Null-Szenario im RWM

| Jahr  | Deutschland | Übriges  | Mitteldeutsch- | Lausitz | Rheinland |
|---|-------------|----------|----------------|---------|-----------|
| <b>Erwerbsbevölkerung in Tausend Personen</b>       |             |          |                |         |           |
| 2014  | 45782,62    | 40375,70 | 1611,55        | 521,92  | 3273,46   |
| 2020  | 910,71      | 803,14   | 32,06          | 10,39   | 65,12     |
| 2025  | -263,80     | -232,67  | -9,28          | -3,00   | -18,85    |
| 2030  | -1915,22    | -1689,07 | -67,41         | -21,82  | -136,92   |
| 2035  | -3194,14    | -2816,96 | -112,42        | -36,40  | -228,36   |
| 2040  | -3872,60    | -3415,30 | -136,30        | -44,13  | -276,87   |
| <b>Erwerbstätige Braunkohle in Tausend Personen</b> |             |          |                |         |           |
| 2014  | 21,20       | 0,50     | 2,40           | 8,10    | 10,20     |
| 2020  | -0,10       | -0,40    | 0,00           | 0,10    | 0,20      |
| 2025  | -0,70       | -0,50    | 0,00           | -0,10   | -0,10     |
| 2030  | -1,40       | -0,50    | -0,10          | -0,40   | -0,40     |
| 2035  | -2,00       | -0,50    | -0,20          | -0,60   | -0,70     |
| 2040  | -2,30       | -0,50    | -0,20          | -0,70   | -0,90     |
| <b>Erwerbstätige in Tausend Personen</b>            |             |          |                |         |           |
| 2014  | 43188,70    | 38227,00 | 1463,80        | 464,70  | 3033,20   |
| 2020  | 858,10      | 759,50   | 29,10          | 9,20    | 60,30     |
| 2025  | -249,60     | -221,00  | -8,40          | -2,70   | -17,50    |
| 2030  | -1807,10    | -1599,50 | -61,20         | -19,50  | -126,90   |

| Jahr  | Deutschland | Übriges    | Mitteldeutsch- | Lausitz  | Rheinland |
|---|-------------|------------|----------------|----------|-----------|
| 2035  | -3013,20    | -2667,10   | -102,10        | -32,40   | -211,60   |
| 2040  | -3653,00    | -3233,40   | -123,80        | -39,30   | -256,50   |
| Reale Bruttowertschöpfung Braunkohle Millionen Euro     |             |            |                |          |           |
| 2014  | 2452,00     | 56,00      | 296,00         | 874,00   | 1226,00   |
| 2020  | 106,00      | -54,00     | 20,00          | 58,00    | 82,00     |
| 2025  | 137,00      | -55,00     | 24,00          | 70,00    | 98,00     |
| 2030  | 137,00      | -55,00     | 24,00          | 70,00    | 98,00     |
| 2035  | 156,00      | -55,00     | 26,00          | 77,00    | 108,00    |
| 2040  | 213,00      | -55,00     | 33,00          | 98,00    | 137,00    |
| Reale Bruttowertschöpfung Millionen Euro                |             |            |                |          |           |
| 2014  | 2636188,00  | 2337332,00 | 71223,00       | 22648,00 | 204985,00 |
| 2020  | 175638,00   | 155710,00  | 4749,00        | 1512,00  | 13667,00  |
| 2025  | 209268,00   | 185530,00  | 5657,00        | 1801,00  | 16280,00  |
| 2030  | 210444,00   | 186573,00  | 5688,00        | 1811,00  | 16372,00  |
| 2035  | 232676,00   | 206284,00  | 6289,00        | 2002,00  | 18101,00  |
| 2040  | 294456,00   | 261060,00  | 7958,00        | 2533,00  | 22905,00  |
| Reales Arbeitnehmerentgelt Braunkohle in Millionen Euro |             |            |                |          |           |
| 2014  | 1431,00     | 29,00      | 161,00         | 525,00   | 716,00    |
| 2020  | 62,00       | -24,00     | 8,00           | 31,00    | 47,00     |
| 2025  | 77,00       | -29,00     | 14,00          | 38,00    | 54,00     |
| 2030  | 80,00       | -29,00     | 13,00          | 37,00    | 59,00     |
| 2035  | 91,00       | -29,00     | 12,00          | 44,00    | 64,00     |
| 2040  | 123,00      | -29,00     | 18,00          | 57,00    | 77,00     |
| Reales Arbeitnehmerentgelt in Millionen Euro            |             |            |                |          |           |
| 2014  | 1485599,00  | 1315438,00 | 40417,00       | 12290,00 | 117454,00 |
| 2020  | 98952,00    | 87606,00   | 2695,00        | 819,00   | 7832,00   |
| 2025  | 117854,00   | 104337,00  | 3211,00        | 976,00   | 9330,00   |
| 2030  | 118511,00   | 104920,00  | 3229,00        | 981,00   | 9381,00   |
| 2035  | 131034,00   | 116006,00  | 3569,00        | 1087,00  | 10372,00  |
| 2040  | 165845,00   | 146829,00  | 4516,00        | 1374,00  | 13126,00  |

Anmerkungen: Simulationsergebnisse der betrachteten Variablen im Vergleich zu 2014 und für das Jahr 2014 Ist-Werte.

Quellen: VGR der Länder (2017c), Öko-Institut (2017b) und eigene Berechnungen, IWH.

Tabelle 8-32: Simulationsergebnisse pro Erwerbperson für das Null-Szenario im RWM

| Jahr   | Deutschland | Übriges Deutschland | Mitteldeutschland | Lausitz  | Rheinland |
|--|-------------|---------------------|-------------------|----------|-----------|
| <b>Arbeitslosenquote in Prozent</b>                                  |             |                     |                   |          |           |
| 2014   | 5,67%       | 5,32%               | 9,17%             | 10,97%   | 7,34%     |
| 2020   | 0,00%       | 0,00%               | 0,00%             | 0,00%    | 0,00%     |
| 2025   | 0,00%       | 0,00%               | 0,00%             | 0,00%    | 0,00%     |
| 2030   | 0,00%       | 0,00%               | 0,00%             | 0,00%    | 0,00%     |
| 2035   | 0,00%       | 0,00%               | 0,00%             | 0,00%    | 0,00%     |
| 2040   | 0,00%       | 0,00%               | 0,00%             | 0,00%    | 0,00%     |
| <b>Reale Bruttowertschöpfung pro Erwerbperson in Euro</b>            |             |                     |                   |          |           |
| 2014   | 57580,87    | 57890,00            | 44195,00          | 43393,00 | 62620,00  |
| 2020   | 2751,00     | 2765,00             | 2114,00           | 2081,00  | 2995,00   |
| 2025   | 5047,00     | 5074,00             | 3877,00           | 3812,00  | 5493,00   |
| 2030   | 7432,00     | 7471,00             | 5707,00           | 5609,00  | 8086,00   |
| 2035   | 9907,00     | 9960,00             | 7607,00           | 7475,00  | 10778,00  |
| 2040   | 12477,00    | 12543,00            | 9579,00           | 9412,00  | 13573,00  |
| <b>Reales Arbeitnehmerentgelt pro Erwerbperson in Euro</b>           |             |                     |                   |          |           |
| 2014   | 32449,06    | 32580,00            | 25080,00          | 23548,00 | 35881,00  |
| 2020   | 1486,00     | 1492,00             | 1150,00           | 1082,00  | 1646,00   |
| 2025   | 2777,00     | 2788,00             | 2148,00           | 2019,00  | 3074,00   |
| 2030   | 4118,00     | 4134,00             | 3185,00           | 2992,00  | 4557,00   |
| 2035   | 5510,00     | 5532,00             | 4261,00           | 4002,00  | 6097,00   |
| 2040   | 6955,00     | 6983,00             | 5378,00           | 5052,00  | 7695,00   |
| <b>Verfügbares Einkommen pro Erwerbperson in Prozent (2014= 100)</b> |             |                     |                   |          |           |
| 2014   | 100,00%     | 100,00%             | 100,00%           | 100,00%  | 100,00%   |
| 2020   | 104,58%     | 104,58%             | 104,58%           | 104,59%  | 104,58%   |
| 2025   | 108,56%     | 108,56%             | 108,56%           | 108,57%  | 108,56%   |
| 2030   | 112,70%     | 112,70%             | 112,70%           | 112,70%  | 112,70%   |
| 2035   | 116,99%     | 116,99%             | 116,99%           | 116,99%  | 116,99%   |
| 2040   | 121,44%     | 121,44%             | 121,44%           | 121,44%  | 121,44%   |

Anmerkungen: Simulationsergebnisse der betrachteten Variablen im Vergleich im Vergleich zu 2014 und für das Jahr 2014 Ist-Werte.

Quellen: VGR der Länder (2017c), Öko-Institut (2017b) und eigene Berechnungen

Tabelle 8-33: Simulationsergebnisse Referenzpfad im RWM

| Jahr   | Deutschland | Übriges Deutschland | Mitteldeutschland | Lausitz | Rheinland |
|--|-------------|---------------------|-------------------|---------|-----------|
| <b>Erwerbsbevölkerung in Tausend Personen</b>              |             |                     |                   |         |           |
| 2014   | 0,00        | 0,00                | 0,00              | 0,00    | 0,00      |
| 2020   | 0,00        | 2,08                | 0,00              | -0,78   | -1,30     |
| 2025   | 0,00        | 3,46                | 0,00              | -1,30   | -2,17     |
| 2030   | 0,00        | 4,52                | 0,00              | -1,69   | -2,83     |
| 2035   | 0,00        | 5,38                | 0,00              | -2,01   | -3,37     |
| 2040   | 0,00        | 6,14                | 0,00              | -2,30   | -3,84     |
| <b>Erwerbstätige Braunkohle in Tausend Personen</b>        |             |                     |                   |         |           |
| 2014   | 0,00        | 0,00                | 0,00              | 0,00    | 0,00      |
| 2020   | -3,20       | 0,00                | -0,30             | -1,20   | -1,70     |
| 2025   | -4,70       | 0,00                | -0,50             | -1,60   | -2,60     |
| 2030   | -6,00       | 0,00                | -0,50             | -1,80   | -3,70     |
| 2035   | -8,30       | 0,00                | -0,50             | -2,40   | -5,40     |
| 2040   | -9,50       | 0,00                | -0,60             | -2,70   | -6,20     |
| <b>Erwerbstätige in Tausend Personen</b>                   |             |                     |                   |         |           |
| 2014   | 0,00        | 0,00                | 0,00              | 0,00    | 0,00      |
| 2020   | -9,30       | -3,90               | -0,50             | -2,00   | -2,90     |
| 2025   | -11,70      | -4,60               | -0,80             | -2,40   | -3,90     |
| 2030   | -11,90      | -3,60               | -0,70             | -2,50   | -5,10     |
| 2035   | -12,80      | -1,40               | -0,70             | -3,50   | -7,20     |
| 2040   | -8,90       | 3,00                | -0,50             | -3,80   | -7,60     |
| <b>Reale Bruttowertschöpfung Braunkohle Millionen Euro</b> |             |                     |                   |         |           |
| 2014   | 0,00        | 0,00                | 0,00              | 0,00    | 0,00      |
| 2020   | -644,00     | 0,00                | -70,00            | -235,00 | -339,00   |
| 2025   | -651,00     | 0,00                | -76,00            | -211,00 | -364,00   |
| 2030   | -903,00     | 0,00                | -86,00            | -240,00 | -577,00   |
| 2035   | -1492,00    | 0,00                | -108,00           | -410,00 | -974,00   |
| 2040   | -1564,00    | 0,00                | -115,00           | -431,00 | -1018,00  |
| <b>Reale Bruttowertschöpfung Millionen Euro</b>            |             |                     |                   |         |           |
| 2014   | 0,00        | 0,00                | 0,00              | 0,00    | 0,00      |
| 2020   | -632,00     | 261,00              | -67,00            | -324,00 | -502,00   |
| 2025   | -643,00     | 217,00              | -78,00            | -273,00 | -509,00   |
| 2030   | -700,00     | 519,00              | -72,00            | -316,00 | -831,00   |
| 2035   | -1022,00    | 1018,00             | -69,00            | -561,00 | -1410,00  |

| Jahr   | Deutschland | Übriges Deutschland | Mitteldeutschland | Lausitz | Rheinland |
|--|-------------|---------------------|-------------------|---------|-----------|
| <b>2040</b>  | -753,00     | 1276,00             | -79,00            | -576,00 | -1374,00  |
| <b>Reales Arbeitnehmerentgelt Braunkohle in Millionen Euro</b> |             |                     |                   |         |           |
| <b>2014</b>  | 0,00        | 0,00                | 0,00              | 0,00    | 0,00      |
| <b>2020</b>  | -291,00     | 0,00                | -28,00            | -104,00 | -159,00   |
| <b>2025</b>  | -420,00     | 0,00                | -44,00            | -136,00 | -240,00   |
| <b>2030</b>  | -552,00     | 0,00                | -47,00            | -158,00 | -347,00   |
| <b>2035</b>  | -783,00     | 0,00                | -51,00            | -221,00 | -511,00   |
| <b>2040</b>  | -904,00     | 0,00                | -60,00            | -253,00 | -591,00   |
| <b>Reales Arbeitnehmerentgelt in Millionen Euro</b>            |             |                     |                   |         |           |
| <b>2014</b>  | 0,00        | 0,00                | 0,00              | 0,00    | 0,00      |
| <b>2020</b>  | -716,00     | -81,00              | -64,00            | -212,00 | -359,00   |
| <b>2025</b>  | -1062,00    | -105,00             | -99,00            | -291,00 | -567,00   |
| <b>2030</b>  | -1358,00    | -107,00             | -110,00           | -334,00 | -807,00   |
| <b>2035</b>  | -1886,00    | -66,00              | -128,00           | -456,00 | -1236,00  |
| <b>2040</b>  | -2128,00    | 31,00               | -136,00           | -534,00 | -1489,00  |

Anmerkungen: Differenz der betrachteten Variable für den Referenzpfad zum Null-Szenario.

Quellen: VGR der Länder (2017c), Öko-Institut (2017b) und eigene Berechnungen, IWH.

Tabelle 8-34: Simulationsergebnisse Referenzpfad pro Erwerbsperson im RWM

| Jahr   | Deutschland | Übriges Deutschland | Mitteldeutsch-land | Lausitz | Rheinland |
|--|-------------|---------------------|--------------------|---------|-----------|
| <b>Arbeitslosenquote in Prozent</b>                        |             |                     |                    |         |           |
| 2014   | 0,00%       | 0,00%               | 0,00%              | 0,00%   | 0,00%     |
| 2020   | 0,02%       | 0,02%               | 0,04%              | 0,25%   | 0,05%     |
| 2025   | 0,03%       | 0,02%               | 0,05%              | 0,23%   | 0,06%     |
| 2030   | 0,03%       | 0,02%               | 0,05%              | 0,20%   | 0,08%     |
| 2035   | 0,03%       | 0,02%               | 0,04%              | 0,34%   | 0,13%     |
| 2040   | 0,02%       | 0,01%               | 0,04%              | 0,36%   | 0,13%     |
| <b>Reale Bruttowertschöpfung pro Erwerbsperson in Euro</b> |             |                     |                    |         |           |
| 2014   | 0,00        | 0,00                | 0,00               | 0,00    | 0,00      |
| 2020   | -13,00      | 3,00                | -41,00             | -543,00 | -124,00   |
| 2025   | -14,00      | 0,00                | -49,00             | -408,00 | -111,00   |
| 2030   | -16,00      | 6,00                | -47,00             | -467,00 | -202,00   |
| 2035   | -25,00      | 17,00               | -46,00             | -947,00 | -383,00   |
| 2040   | -18,00      | 23,00               | -54,00             | -957,00 | -362,00   |
| <b>Arbeitnehmerentgelt pro Erwerbsperson in Euro</b>       |             |                     |                    |         |           |
| 2014   | 0,00        | 0,00                | 0,00               | 0,00    | 0,00      |
| 2020   | -15,00      | -4,00               | -40,00             | -365,00 | -93,00    |
| 2025   | -23,00      | -6,00               | -61,00             | -496,00 | -147,00   |
| 2030   | -31,00      | -7,00               | -72,00             | -579,00 | -221,00   |
| 2035   | -44,00      | -7,00               | -85,00             | -824,00 | -360,00   |
| 2040   | -51,00      | -6,00               | -92,00             | -985,00 | -441,00   |
| <b>Verfügbares Einkommen in Prozent</b>                    |             |                     |                    |         |           |
| 2014   | 0,00%       | 0,00%               | 0,00%              | 0,00%   | 0,00%     |
| 2020   | -0,06%      | -0,05%              | -0,10%             | -0,58%  | -0,15%    |
| 2025   | -0,08%      | -0,08%              | -0,14%             | -0,52%  | -0,18%    |
| 2030   | -0,10%      | -0,09%              | -0,16%             | -0,61%  | -0,23%    |
| 2035   | -0,10%      | -0,10%              | -0,19%             | -1,00%  | -0,18%    |
| 2040   | -0,07%      | -0,07%              | -0,18%             | -1,01%  | -0,14%    |

Anmerkungen: Differenz der betrachteten Variable für den Referenzpfad zum Null-Szenario.

Quellen: VGR der Länder (2017c), Öko-Institut (2017b) und eigene Berechnungen, IWH.

Tabelle 8-35: Simulationsergebnisse Arbeitslosenquote im RWM

| Jahr             | Deutschland | Übriges Deutschland | Mitteldeutschland | Lausitz | Rheinland |
|------------------|-------------|---------------------|-------------------|---------|-----------|
| <b>Schnell</b>   |             |                     |                   |         |           |
| 2014             | 0,00%       | 0,00%               | 0,00%             | 0,00%   | 0,00%     |
| 2020             | 0,04%       | 0,04%               | 0,04%             | 0,00%   | 0,05%     |
| 2025             | 0,07%       | 0,07%               | 0,06%             | 0,36%   | 0,15%     |
| 2030             | 0,09%       | 0,08%               | 0,11%             | 0,73%   | 0,16%     |
| 2035             | 0,07%       | 0,06%               | 0,12%             | 0,73%   | 0,12%     |
| 2040             | 0,04%       | 0,03%               | 0,06%             | 0,53%   | 0,05%     |
| <b>Moderat A</b> |             |                     |                   |         |           |
| 2014             | 0,00%       | 0,00%               | 0,00%             | 0,00%   | 0,00%     |
| 2020             | 0,04%       | 0,04%               | 0,04%             | -0,08%  | 0,05%     |
| 2025             | 0,07%       | 0,07%               | 0,06%             | -0,09%  | 0,14%     |
| 2030             | 0,09%       | 0,09%               | 0,08%             | 0,22%   | 0,16%     |
| 2035             | 0,10%       | 0,09%               | 0,12%             | 0,38%   | 0,11%     |
| 2040             | 0,09%       | 0,08%               | 0,12%             | 0,59%   | 0,11%     |
| <b>Moderat B</b> |             |                     |                   |         |           |
| 2014             | 0,00%       | 0,00%               | 0,00%             | 0,00%   | 0,00%     |
| 2020             | 0,04%       | 0,04%               | 0,04%             | -0,01%  | 0,04%     |
| 2025             | 0,07%       | 0,08%               | 0,06%             | 0,33%   | 0,09%     |
| 2030             | 0,09%       | 0,09%               | 0,10%             | 0,39%   | 0,12%     |
| 2035             | 0,10%       | 0,09%               | 0,14%             | 0,35%   | 0,09%     |
| 2040             | 0,09%       | 0,08%               | 0,12%             | 0,59%   | 0,11%     |
| <b>Flex</b>      |             |                     |                   |         |           |
| 2014             | 0,00%       | 0,00%               | 0,00%             | 0,00%   | 0,00%     |
| 2020             | 0,05%       | 0,04%               | 0,06%             | 0,22%   | 0,09%     |
| 2025             | 0,07%       | 0,07%               | 0,10%             | 0,35%   | 0,13%     |
| 2030             | 0,08%       | 0,07%               | 0,10%             | 0,53%   | 0,15%     |
| 2035             | 0,07%       | 0,06%               | 0,12%             | 0,72%   | 0,12%     |
| 2040             | 0,04%       | 0,02%               | 0,05%             | 0,53%   | 0,05%     |

Anmerkungen: Veränderung der Arbeitslosenquote für die Ausstiegspfade im Vergleich zum Referenzpfad.

Quellen: VGR der Länder (2017c), Öko-Institut (2017b) und eigene Berechnungen, IWH.

Tabelle 8-36: Simulationsergebnisse Erwerbsbevölkerung im RWM

| Jahr             | Deutschland | Übriges Deutschland | Mitteldeutschland | Lausitz | Rheinland |
|------------------|-------------|---------------------|-------------------|---------|-----------|
| <b>Schnell</b>   |             |                     |                   |         |           |
| 2014             | 0,0         | 0,0                 | 0,0               | 0,0     | 0,0       |
| 2020             | 0,0         | 1,3                 | -0,1              | -1,1    | -0,2      |
| 2025             | 0,0         | 2,2                 | -0,1              | -1,9    | -0,3      |
| 2030             | 0,0         | 2,9                 | -0,1              | -2,4    | -0,4      |
| 2035             | 0,0         | 3,5                 | -0,1              | -2,9    | -0,4      |
| 2040             | 0,0         | 4,0                 | -0,2              | -3,3    | -0,5      |
| <b>Moderat A</b> |             |                     |                   |         |           |
| 2014             | 0,0         | 0,0                 | 0,0               | 0,0     | 0,0       |
| 2020             | 0,0         | 1,3                 | -0,1              | -1,1    | -0,2      |
| 2025             | 0,0         | 2,2                 | -0,1              | -1,9    | -0,3      |
| 2030             | 0,0         | 2,9                 | -0,1              | -2,4    | -0,4      |
| 2035             | 0,0         | 3,5                 | -0,1              | -2,9    | -0,4      |
| 2040             | 0,0         | 4,0                 | -0,2              | -3,3    | -0,5      |
| <b>Moderat B</b> |             |                     |                   |         |           |
| 2014             | 0,0         | 0,0                 | 0,0               | 0,0     | 0,0       |
| 2020             | 0,0         | 1,3                 | -0,1              | -1,1    | -0,2      |
| 2025             | 0,0         | 2,2                 | -0,1              | -1,9    | -0,3      |
| 2030             | 0,0         | 2,9                 | -0,1              | -2,4    | -0,4      |
| 2035             | 0,0         | 3,5                 | -0,1              | -2,9    | -0,4      |
| 2040             | 0,0         | 4,0                 | -0,2              | -3,3    | -0,5      |
| <b>Flex</b>      |             |                     |                   |         |           |
| 2014             | 0,0         | 0,0                 | 0,0               | 0,0     | 0,0       |
| 2020             | 0,0         | 1,3                 | -0,1              | -1,1    | -0,2      |
| 2025             | 0,0         | 2,2                 | -0,1              | -1,9    | -0,3      |
| 2030             | 0,0         | 2,9                 | -0,1              | -2,4    | -0,4      |
| 2035             | 0,0         | 3,5                 | -0,1              | -2,9    | -0,4      |
| 2040             | 0,0         | 4,0                 | -0,2              | -3,3    | -0,5      |

Anmerkungen: Veränderung der Erwerbsbevölkerung für die Ausstiegspfade im Vergleich zum Referenzpfad.

Quellen: VGR der Länder (2017c) und eigene Berechnungen, IWH.

Tabelle 8-37: Simulationsergebnisse Erwerbstätige im RWM

| Jahr             | Deutschland | Übriges Deutschland | Mittel-deutschland | Lausitz | Rheinland |
|------------------|-------------|---------------------|--------------------|---------|-----------|
| <b>Schnell</b>   |             |                     |                    |         |           |
| 2014             | 0,0         | 0,0                 | 0,0                | 0,0     | 0,0       |
| 2020             | -19,9       | -16,1               | -0,8               | -1,0    | -2,0      |
| 2025             | -35,0       | -25,2               | -1,0               | -3,5    | -5,3      |
| 2030             | -39,4       | -26,5               | -1,8               | -5,7    | -5,4      |
| 2035             | -31,8       | -19,8               | -1,8               | -6,1    | -4,1      |
| 2040             | -15,0       | -6,7                | -1,0               | -5,4    | -1,9      |
| <b>Moderat A</b> |             |                     |                    |         |           |
| 2014             | 0,0         | 0,0                 | 0,0                | 0,0     | 0,0       |
| 2020             | -19,8       | -16,6               | -0,7               | -0,6    | -1,9      |
| 2025             | -34,0       | -27,0               | -1,1               | -1,1    | -4,8      |
| 2030             | -42,2       | -32,1               | -1,4               | -3,2    | -5,5      |
| 2035             | -41,9       | -31,8               | -1,9               | -4,4    | -3,8      |
| 2040             | -37,9       | -26,5               | -2,0               | -5,7    | -3,7      |
| <b>Moderat B</b> |             |                     |                    |         |           |
| 2014             | 0,0         | 0,0                 | 0,0                | 0,0     | 0,0       |
| 2020             | -20,2       | -16,8               | -0,8               | -1,0    | -1,6      |
| 2025             | -35,0       | -27,5               | -1,1               | -3,3    | -3,1      |
| 2030             | -42,7       | -32,7               | -1,8               | -4,1    | -4,1      |
| 2035             | -42,3       | -32,7               | -2,2               | -4,2    | -3,2      |
| 2040             | -38,6       | -27,2               | -1,9               | -5,7    | -3,8      |
| <b>Flex</b>      |             |                     |                    |         |           |
| 2014             | 0,0         | 0,0                 | 0,0                | 0,0     | 0,0       |
| 2020             | -22,6       | -16,3               | -1,1               | -2,2    | -3,0      |
| 2025             | -33,6       | -24,0               | -1,6               | -3,4    | -4,6      |
| 2030             | -36,8       | -25,2               | -1,8               | -4,8    | -5,0      |
| 2035             | -31,3       | -19,4               | -1,8               | -6,0    | -4,1      |
| 2040             | -14,7       | -6,4                | -1,0               | -5,4    | -1,9      |

Anmerkungen: Veränderung der Erwerbstätigen für die Ausstiegspfade im Vergleich zum Referenzpfad.

Quellen: VGR der Länder (2017c) und eigene Berechnungen, IWH.

Tabelle 8-38: Simulationsergebnisse Erwerbstätige in der Braunkohlenwirtschaft im RWM

| Jahr             | Deutschland | Übriges<br>Deutschland | Mittel-<br>deutschland | Lausitz | Rheinland |
|------------------|-------------|------------------------|------------------------|---------|-----------|
| <b>Schnell</b>   |             |                        |                        |         |           |
| 2014             | 0,0         | 0,0                    | 0,0                    | 0,0     | 0,0       |
| 2020             | -1,5        | 0,0                    | 0,0                    | -0,7    | -0,8      |
| 2025             | -4,9        | 0,0                    | -0,2                   | -2,2    | -2,5      |
| 2030             | -8,1        | 0,0                    | -0,8                   | -4,1    | -3,2      |
| 2035             | -10,6       | 0,0                    | -1,7                   | -5,0    | -3,9      |
| 2040             | -9,4        | 0,0                    | -1,6                   | -4,7    | -3,1      |
| <b>Moderat A</b> |             |                        |                        |         |           |
| 2014             | 0,0         | 0,0                    | 0,0                    | 0,0     | 0,0       |
| 2020             | -0,8        | 0,0                    | 0,0                    | -0,2    | -0,6      |
| 2025             | -2,6        | 0,0                    | -0,1                   | -0,6    | -1,9      |
| 2030             | -4,5        | 0,0                    | -0,2                   | -1,8    | -2,5      |
| 2035             | -5,6        | 0,0                    | -0,7                   | -3,1    | -1,8      |
| 2040             | -9,2        | 0,0                    | -1,6                   | -4,6    | -3,0      |
| <b>Moderat B</b> |             |                        |                        |         |           |
| 2014             | 0,0         | 0,0                    | 0,0                    | 0,0     | 0,0       |
| 2020             | -0,9        | 0,0                    | 0,0                    | -0,6    | -0,3      |
| 2025             | -2,8        | 0,0                    | -0,1                   | -1,9    | -0,8      |
| 2030             | -4,4        | 0,0                    | -0,5                   | -2,6    | -1,3      |
| 2035             | -5,3        | 0,0                    | -1,1                   | -3,0    | -1,2      |
| 2040             | -9,2        | 0,0                    | -1,6                   | -4,6    | -3,0      |
| <b>Flex</b>      |             |                        |                        |         |           |
| 2014             | 0,0         | 0,0                    | 0,0                    | 0,0     | 0,0       |
| 2020             | -2,9        | 0,0                    | -0,3                   | -1,3    | -1,3      |
| 2025             | -5,1        | 0,0                    | -0,6                   | -2,3    | -2,2      |
| 2030             | -7,0        | 0,0                    | -0,8                   | -3,3    | -2,9      |
| 2035             | -10,7       | 0,0                    | -1,7                   | -5,0    | -4,0      |
| 2040             | -9,4        | 0,0                    | -1,6                   | -4,7    | -3,1      |

Anmerkungen: Veränderung der Erwerbstätigen in Tausend Personen für die Ausstiegspfade im Vergleich zum Referenzpfad.

Quellen: VGR der Länder (2017c), Öko-Institut (2017b) und eigene Berechnungen, IWH.

Tabelle 8-39: Simulationsergebnisse reale Bruttowertschöpfung im RWM

| Jahr             | Deutschland | Übriges Deutschland | Mitteldeutschland | Lausitz | Rheinland |
|------------------|-------------|---------------------|-------------------|---------|-----------|
| <b>Schnell</b>   |             |                     |                   |         |           |
| 2014             | 0,00        | 0,00                | 0,00              | 0,00    | 0,00      |
| 2020             | -720,00     | -682,00             | -33,00            | -7,00   | 2,00      |
| 2025             | -2114,00    | -678,00             | 16,00             | -528,00 | -924,00   |
| 2030             | -2554,00    | -958,00             | -245,00           | -870,00 | -481,00   |
| 2035             | -2218,00    | -895,00             | -251,00           | -727,00 | -345,00   |
| 2040             | -1226,00    | -42,00              | -187,00           | -777,00 | -220,00   |
| <b>Moderat A</b> |             |                     |                   |         |           |
| 2014             | 0,00        | 0,00                | 0,00              | 0,00    | 0,00      |
| 2020             | -742,00     | -657,00             | -29,00            | -49,00  | -7,00     |
| 2025             | -1811,00    | -971,00             | -30,00            | -55,00  | -755,00   |
| 2030             | -2487,00    | -1275,00            | -26,00            | -588,00 | -598,00   |
| 2035             | -2439,00    | -1467,00            | -255,00           | -549,00 | -168,00   |
| 2040             | -2636,00    | -1212,00            | -238,00           | -792,00 | -394,00   |
| <b>Moderat B</b> |             |                     |                   |         |           |
| 2014             | 0,00        | 0,00                | 0,00              | 0,00    | 0,00      |
| 2020             | -753,00     | -657,00             | -28,00            | -10,00  | -58,00    |
| 2025             | -1867,00    | -1004,00            | -19,00            | -563,00 | -281,00   |
| 2030             | -2467,00    | -1331,00            | -136,00           | -510,00 | -490,00   |
| 2035             | -2445,00    | -1512,00            | -372,00           | -548,00 | -13,00    |
| 2040             | -2692,00    | -1251,00            | -209,00           | -793,00 | -439,00   |
| <b>Flex</b>      |             |                     |                   |         |           |
| 2014             | 0,00        | 0,00                | 0,00              | 0,00    | 0,00      |
| 2020             | -1162,00    | -427,00             | -79,00            | -301,00 | -355,00   |
| 2025             | -1928,00    | -880,00             | -143,00           | -390,00 | -515,00   |
| 2030             | -2304,00    | -879,00             | -108,00           | -660,00 | -657,00   |
| 2035             | -2195,00    | -919,00             | -256,00           | -738,00 | -282,00   |
| 2040             | -1202,00    | -20,00              | -187,00           | -776,00 | -219,00   |

Anmerkungen: Reale Bruttowertschöpfung in Millionen Euro für die Ausstiegspfade im Vergleich zum Referenzpfad.

Quellen: eigene Berechnungen, IWH.

Tabelle 8-40: Simulationsergebnisse reale Bruttowertschöpfung in der Braunkohlenwirtschaft im RWM

| Jahr             | Deutschland | Übriges Deutschland | Mitteldeutschland | Lausitz | Rheinland |
|------------------|-------------|---------------------|-------------------|---------|-----------|
| <b>Schnell</b>   |             |                     |                   |         |           |
| 2014             | 0,00        | 0,00                | 0,00              | 0,00    | 0,00      |
| 2020             | -3,00       | 0,00                | 0,00              | -2,00   | -1,00     |
| 2025             | -918,00     | 0,00                | -7,00             | -356,00 | -555,00   |
| 2030             | -1149,00    | 0,00                | -151,00           | -598,00 | -400,00   |
| 2035             | -1114,00    | 0,00                | -214,00           | -540,00 | -360,00   |
| 2040             | -1100,00    | 0,00                | -214,00           | -541,00 | -345,00   |
| <b>Moderat A</b> |             |                     |                   |         |           |
| 2014             | 0,00        | 0,00                | 0,00              | 0,00    | 0,00      |
| 2020             | -3,00       | 0,00                | 0,00              | -2,00   | -1,00     |
| 2025             | -918,00     | 0,00                | -7,00             | -356,00 | -555,00   |
| 2030             | -1149,00    | 0,00                | -151,00           | -598,00 | -400,00   |
| 2035             | -1114,00    | 0,00                | -214,00           | -540,00 | -360,00   |
| 2040             | -1100,00    | 0,00                | -214,00           | -541,00 | -345,00   |
| <b>Moderat B</b> |             |                     |                   |         |           |
| 2014             | 0,00        | 0,00                | 0,00              | 0,00    | 0,00      |
| 2020             | -3,00       | 0,00                | 0,00              | -2,00   | -1,00     |
| 2025             | -918,00     | 0,00                | -7,00             | -356,00 | -555,00   |
| 2030             | -1149,00    | 0,00                | -151,00           | -598,00 | -400,00   |
| 2035             | -1114,00    | 0,00                | -214,00           | -540,00 | -360,00   |
| 2040             | -1100,00    | 0,00                | -214,00           | -541,00 | -345,00   |
| <b>Flex</b>      |             |                     |                   |         |           |
| 2014             | 0,00        | 0,00                | 0,00              | 0,00    | 0,00      |
| 2020             | -3,00       | 0,00                | 0,00              | -2,00   | -1,00     |
| 2025             | -918,00     | 0,00                | -7,00             | -356,00 | -555,00   |
| 2030             | -1149,00    | 0,00                | -151,00           | -598,00 | -400,00   |
| 2035             | -1114,00    | 0,00                | -214,00           | -540,00 | -360,00   |
| 2040             | -1100,00    | 0,00                | -214,00           | -541,00 | -345,00   |

Anmerkungen: Reale Bruttowertschöpfung in Millionen Euro der Braunkohlenwirtschaft für die Ausstiegspfade im Vergleich zum Referenzpfad.

Quellen: eigene Berechnungen, IWH.

Tabelle 8-41: Simulationsergebnisse reale Bruttowertschöpfung pro Erwerbsperson im RWM

| Jahr             | Deutschland | Übriges<br>Deutschland | Mittel-<br>deutschland | Lausitz  | Rheinland |
|------------------|-------------|------------------------|------------------------|----------|-----------|
| <b>Schnell</b>   |             |                        |                        |          |           |
| <b>2014</b>      | 0,00        | 0,00                   | 0,00                   | 0,00     | 0,00      |
| <b>2020</b>      | -15,00      | -18,00                 | -18,00                 | 82,00    | 4,00      |
| <b>2025</b>      | -47,00      | -21,00                 | 13,00                  | -856,00  | -278,00   |
| <b>2030</b>      | -58,00      | -30,00                 | -155,00                | -1517,00 | -145,00   |
| <b>2035</b>      | -52,00      | -30,00                 | -163,00                | -1214,00 | -103,00   |
| <b>2040</b>      | -29,00      | -9,00                  | -121,00                | -1282,00 | -60,00    |
| <b>Moderat A</b> |             |                        |                        |          |           |
| <b>2014</b>      | 0,00        | 0,00                   | 0,00                   | 0,00     | 0,00      |
| <b>2020</b>      | -16,00      | -18,00                 | -16,00                 | 2,00     | 1,00      |
| <b>2025</b>      | -40,00      | -28,00                 | -16,00                 | 61,00    | -226,00   |
| <b>2030</b>      | -56,00      | -38,00                 | -13,00                 | -947,00  | -182,00   |
| <b>2035</b>      | -56,00      | -45,00                 | -165,00                | -843,00  | -44,00    |
| <b>2040</b>      | -62,00      | -40,00                 | -155,00                | -1315,00 | -119,00   |
| <b>Moderat B</b> |             |                        |                        |          |           |
| <b>2014</b>      | 0,00        | 0,00                   | 0,00                   | 0,00     | 0,00      |
| <b>2020</b>      | -17,00      | -18,00                 | -16,00                 | 76,00    | -14,00    |
| <b>2025</b>      | -42,00      | -29,00                 | -9,00                  | -924,00  | -81,00    |
| <b>2030</b>      | -57,00      | -40,00                 | -85,00                 | -791,00  | -148,00   |
| <b>2035</b>      | -56,00      | -46,00                 | -243,00                | -842,00  | 7,00      |
| <b>2040</b>      | -64,00      | -41,00                 | -135,00                | -1318,00 | -134,00   |
| <b>Flex</b>      |             |                        |                        |          |           |
| <b>2014</b>      | 0,00        | 0,00                   | 0,00                   | 0,00     | 0,00      |
| <b>2020</b>      | -25,00      | -12,00                 | -47,00                 | -473,00  | -103,00   |
| <b>2025</b>      | -43,00      | -26,00                 | -86,00                 | -589,00  | -152,00   |
| <b>2030</b>      | -53,00      | -28,00                 | -67,00                 | -1094,00 | -201,00   |
| <b>2035</b>      | -51,00      | -31,00                 | -166,00                | -1236,00 | -82,00    |
| <b>2040</b>      | -28,00      | -8,00                  | -120,00                | -1281,00 | -60,00    |

Anmerkungen: Reale Bruttowertschöpfung in Euro pro Erwerbsperson für die Ausstiegspfade im Vergleich zum Referenzpfad.

Quellen: eigene Berechnungen, IWH.

Tabelle 8-42: Simulationsergebnisse Arbeitnehmerentgelt im RWM

| Jahr             | Deutschland | Übriges Deutschland | Mitteldeutschland | Lausitz | Rheinland |
|------------------|-------------|---------------------|-------------------|---------|-----------|
| <b>Schnell</b>   |             |                     |                   |         |           |
| 2014             | 0,00        | 0,00                | 0,00              | 0,00    | 0,00      |
| 2020             | -908,00     | -550,00             | -31,00            | -126,00 | -201,00   |
| 2025             | -2026,00    | -949,00             | -75,00            | -400,00 | -602,00   |
| 2030             | -2860,00    | -1083,00            | -197,00           | -740,00 | -840,00   |
| 2035             | -3803,00    | -1044,00            | -572,00           | -963,00 | -1224,00  |
| 2040             | -4009,00    | -1006,00            | -705,00           | -932,00 | -1366,00  |
| <b>Moderat A</b> |             |                     |                   |         |           |
| 2014             | 0,00        | 0,00                | 0,00              | 0,00    | 0,00      |
| 2020             | -873,00     | -634,00             | -23,00            | -38,00  | -178,00   |
| 2025             | -1775,00    | -1102,00            | -49,00            | -118,00 | -506,00   |
| 2030             | -2530,00    | -1400,00            | -92,00            | -335,00 | -703,00   |
| 2035             | -2851,00    | -1489,00            | -206,00           | -591,00 | -565,00   |
| 2040             | -4202,00    | -1455,00            | -633,00           | -903,00 | -1211,00  |
| <b>Moderat B</b> |             |                     |                   |         |           |
| 2014             | 0,00        | 0,00                | 0,00              | 0,00    | 0,00      |
| 2020             | -888,00     | -643,00             | -31,00            | -113,00 | -101,00   |
| 2025             | -1781,00    | -1123,00            | -65,00            | -345,00 | -248,00   |
| 2030             | -2450,00    | -1419,00            | -150,00           | -495,00 | -386,00   |
| 2035             | -2778,00    | -1509,00            | -313,00           | -564,00 | -392,00   |
| 2040             | -4232,00    | -1485,00            | -709,00           | -901,00 | -1137,00  |
| <b>Flex</b>      |             |                     |                   |         |           |
| 2014             | 0,00        | 0,00                | 0,00              | 0,00    | 0,00      |
| 2020             | -1173,00    | -561,00             | -84,00            | -226,00 | -302,00   |
| 2025             | -2035,00    | -904,00             | -161,00           | -416,00 | -554,00   |
| 2030             | -2616,00    | -1048,00            | -234,00           | -606,00 | -728,00   |
| 2035             | -3868,00    | -1016,00            | -568,00           | -941,00 | -1343,00  |
| 2040             | -4000,00    | -997,00             | -705,00           | -932,00 | -1366,00  |

Anmerkungen: Reale Arbeitnehmerentgelte in Millionen Euro für die Ausstiegspfade im Vergleich zum Referenzpfad.

Quelle: VGR der Länder (2017d-e) und Unternehmensregister.

Tabelle 8-43: Simulationsergebnisse Arbeitnehmerentgelt der Braunkohlenwirtschaft im RWM

| Jahr             | Deutschland | Übriges<br>Deutschland | Mitteldeutsch-<br>land | Lausitz | Rheinland |
|------------------|-------------|------------------------|------------------------|---------|-----------|
| <b>Schnell</b>   |             |                        |                        |         |           |
| <b>2014</b>      | 0,00        | 0,00                   | 0,00                   | 0,00    | 0,00      |
| <b>2020</b>      | -115,00     | 0,00                   | -1,00                  | -51,00  | -63,00    |
| <b>2025</b>      | -411,00     | 0,00                   | -18,00                 | -176,00 | -217,00   |
| <b>2030</b>      | -636,00     | 0,00                   | -67,00                 | -311,00 | -258,00   |
| <b>2035</b>      | -730,00     | 0,00                   | -122,00                | -345,00 | -263,00   |
| <b>2040</b>      | -650,00     | 0,00                   | -119,00                | -329,00 | -202,00   |
| <b>Moderat A</b> |             |                        |                        |         |           |
| <b>2014</b>      | 0,00        | 0,00                   | 0,00                   | 0,00    | 0,00      |
| <b>2020</b>      | -62,00      | 0,00                   | 0,00                   | -14,00  | -48,00    |
| <b>2025</b>      | -223,00     | 0,00                   | -9,00                  | -49,00  | -165,00   |
| <b>2030</b>      | -375,00     | 0,00                   | -18,00                 | -150,00 | -207,00   |
| <b>2035</b>      | -432,00     | 0,00                   | -60,00                 | -236,00 | -136,00   |
| <b>2040</b>      | -644,00     | 0,00                   | -119,00                | -326,00 | -199,00   |
| <b>Moderat B</b> |             |                        |                        |         |           |
| <b>2014</b>      | 0,00        | 0,00                   | 0,00                   | 0,00    | 0,00      |
| <b>2020</b>      | -68,00      | 0,00                   | -1,00                  | -44,00  | -23,00    |
| <b>2025</b>      | -234,00     | 0,00                   | -10,00                 | -153,00 | -71,00    |
| <b>2030</b>      | -360,00     | 0,00                   | -42,00                 | -206,00 | -112,00   |
| <b>2035</b>      | -412,00     | 0,00                   | -92,00                 | -229,00 | -91,00    |
| <b>2040</b>      | -644,00     | 0,00                   | -119,00                | -326,00 | -199,00   |
| <b>Flex</b>      |             |                        |                        |         |           |
| <b>2014</b>      | 0,00        | 0,00                   | 0,00                   | 0,00    | 0,00      |
| <b>2020</b>      | -242,00     | 0,00                   | -26,00                 | -103,00 | -113,00   |
| <b>2025</b>      | -417,00     | 0,00                   | -50,00                 | -180,00 | -187,00   |
| <b>2030</b>      | -559,00     | 0,00                   | -66,00                 | -256,00 | -237,00   |
| <b>2035</b>      | -733,00     | 0,00                   | -122,00                | -345,00 | -266,00   |
| <b>2040</b>      | -650,00     | 0,00                   | -119,00                | -329,00 | -202,00   |

Anmerkungen: Reale Arbeitnehmerentgelte in Millionen Euro der Braunkohlenwirtschaft für die Ausstiegspfade im Vergleich zum Referenzpfad.

Quelle: VGR der Länder (2017d-e) und Unternehmensregister.

Tabelle 8-44: Simulationsergebnisse Arbeitnehmerentgelt pro Erwerbsperson im RWM

| Jahr             | Deutschland | Übriges<br>Deutschland | Mitteldeutsch-<br>land | Lausitz  | Rheinland |
|------------------|-------------|------------------------|------------------------|----------|-----------|
| <b>Schnell</b>   |             |                        |                        |          |           |
| <b>2014</b>      | 0,00        | 0,00                   | 0,00                   | 0,00     | 0,00      |
| <b>2020</b>      | -19,00      | -14,00                 | -17,00                 | -185,00  | -57,00    |
| <b>2025</b>      | -44,00      | -25,00                 | -46,00                 | -687,00  | -182,00   |
| <b>2030</b>      | -65,00      | -30,00                 | -125,00                | -1368,00 | -263,00   |
| <b>2035</b>      | -89,00      | -31,00                 | -380,00                | -1842,00 | -396,00   |
| <b>2040</b>      | -95,00      | -31,00                 | -476,00                | -1782,00 | -450,00   |
| <b>Moderat A</b> |             |                        |                        |          |           |
| <b>2014</b>      | 0,00        | 0,00                   | 0,00                   | 0,00     | 0,00      |
| <b>2020</b>      | -19,00      | -16,00                 | -14,00                 | -20,00   | -51,00    |
| <b>2025</b>      | -39,00      | -29,00                 | -29,00                 | -142,00  | -153,00   |
| <b>2030</b>      | -58,00      | -39,00                 | -56,00                 | -552,00  | -219,00   |
| <b>2035</b>      | -67,00      | -43,00                 | -135,00                | -1067,00 | -179,00   |
| <b>2040</b>      | -99,00      | -43,00                 | -427,00                | -1716,00 | -398,00   |
| <b>Moderat B</b> |             |                        |                        |          |           |
| <b>2014</b>      | 0,00        | 0,00                   | 0,00                   | 0,00     | 0,00      |
| <b>2020</b>      | -19,00      | -16,00                 | -16,00                 | -158,00  | -28,00    |
| <b>2025</b>      | -40,00      | -30,00                 | -40,00                 | -582,00  | -73,00    |
| <b>2030</b>      | -55,00      | -39,00                 | -93,00                 | -872,00  | -118,00   |
| <b>2035</b>      | -65,00      | -44,00                 | -207,00                | -1015,00 | -122,00   |
| <b>2040</b>      | -100,00     | -44,00                 | -479,00                | -1713,00 | -372,00   |
| <b>Flex</b>      |             |                        |                        |          |           |
| <b>2014</b>      | 0,00        | 0,00                   | 0,00                   | 0,00     | 0,00      |
| <b>2020</b>      | -25,00      | -14,00                 | -50,00                 | -372,00  | -88,00    |
| <b>2025</b>      | -45,00      | -24,00                 | -100,00                | -719,00  | -167,00   |
| <b>2030</b>      | -59,00      | -29,00                 | -149,00                | -1094,00 | -227,00   |
| <b>2035</b>      | -91,00      | -31,00                 | -377,00                | -1798,00 | -435,00   |
| <b>2040</b>      | -95,00      | -31,00                 | -476,00                | -1782,00 | -449,00   |

Anmerkungen: Reale Arbeitnehmerentgelte in Euro der Braunkohlenwirtschaft für die Ausstiegspfade im Vergleich zum Referenzpfad.

Quelle: VGR der Länder (2017d-e) und Unternehmensregister.

Tabelle 8-45: Simulationsergebnisse Verfügbares Einkommen im RWM

| Jahr             | Deutschland | Übriges<br>Deutschland | Mittel-<br>deutschland | Lausitz | Rheinland |
|------------------|-------------|------------------------|------------------------|---------|-----------|
| <b>Schnell</b>   |             |                        |                        |         |           |
| 2014             | 0,00%       | 0,00%                  | 0,00%                  | 0,00%   | 0,00%     |
| 2020             | -0,03%      | -0,04%                 | -0,04%                 | 0,20%   | 0,01%     |
| 2025             | -0,08%      | -0,07%                 | -0,04%                 | -0,65%  | -0,23%    |
| 2030             | -0,10%      | -0,10%                 | -0,21%                 | -1,00%  | -0,10%    |
| 2035             | -0,10%      | -0,11%                 | -0,08%                 | -0,27%  | -0,01%    |
| 2040             | -0,06%      | -0,07%                 | 0,04%                  | -0,40%  | 0,06%     |
| <b>Moderat A</b> |             |                        |                        |         |           |
| 2014             | 0,00%       | 0,00%                  | 0,00%                  | 0,00%   | 0,00%     |
| 2020             | -0,03%      | -0,04%                 | -0,04%                 | -0,03%  | 0,00%     |
| 2025             | -0,07%      | -0,07%                 | -0,07%                 | 0,10%   | -0,19%    |
| 2030             | -0,10%      | -0,10%                 | -0,07%                 | -0,90%  | -0,15%    |
| 2035             | -0,11%      | -0,11%                 | -0,22%                 | -0,38%  | -0,05%    |
| 2040             | -0,12%      | -0,13%                 | -0,06%                 | -0,51%  | -0,04%    |
| <b>Moderat B</b> |             |                        |                        |         |           |
| 2014             | 0,00%       | 0,00%                  | 0,00%                  | 0,00%   | 0,00%     |
| 2020             | -0,03%      | -0,04%                 | -0,04%                 | 0,17%   | -0,03%    |
| 2025             | -0,07%      | -0,07%                 | -0,06%                 | -0,81%  | -0,10%    |
| 2030             | -0,10%      | -0,10%                 | -0,13%                 | -0,46%  | -0,16%    |
| 2035             | -0,11%      | -0,11%                 | -0,27%                 | -0,42%  | -0,03%    |
| 2040             | -0,12%      | -0,13%                 | 0,00%                  | -0,52%  | -0,07%    |
| <b>Flex</b>      |             |                        |                        |         |           |
| 2014             | 0,00%       | 0,00%                  | 0,00%                  | 0,00%   | 0,00%     |
| 2020             | -0,04%      | -0,04%                 | -0,07%                 | -0,37%  | -0,09%    |
| 2025             | -0,08%      | -0,07%                 | -0,12%                 | -0,28%  | -0,12%    |
| 2030             | -0,09%      | -0,09%                 | -0,08%                 | -0,66%  | -0,16%    |
| 2035             | -0,10%      | -0,11%                 | -0,09%                 | -0,33%  | 0,03%     |
| 2040             | -0,06%      | -0,07%                 | 0,04%                  | -0,40%  | 0,06%     |

Anmerkungen: Index des Verfügbaren Einkommens pro Erwerbperson im Vergleich zum Referenzpfad.

Quellen: eigene Berechnungen, IWH.

Tabelle 8-46: Übersicht über veröffentlichte Beschäftigtenzahlen in der Braunkohlewirtschaft

| Herausgeber (Jahr)                           | Ausgewiesenes Jahr | Beschäftigung      | Zusammensetzung  |
|--|--------------------|--------------------|--|
| Öko-Institut (2017b) in 2.4.1                | 2014               | 20.996             | Beschäftigte im Zusammenhang mit Braunkohlentagebau + Kraftwerke |
| Statistik der Kohlenwirtschaft (2017)        | 2016               | 19.852             | Beschäftigte im Zusammenhang mit Braunkohlentagebau + Kraftwerke |
| Statistik der Kohlenwirtschaft (2018)        | 2016               | 21.094             | Erläuterung siehe Fußnote 36                                     |
| RWE Power (2017) (nur Mitarbeiter RWE)       | 2016               | 9.376 + 340 Azubis | Erläuterung siehe Fußnote 36                                     |
| LEAG (2017) (nur Mitarbeiter LEAG)           | 2016               | 7.338              | Erläuterung siehe Fußnote 36                                     |
| Bundesagentur für Arbeit (2017)              | 2016               | 9.247              | Deutscher Braunkohletagebau (genaue Erläuterung siehe 2.4.2)     |
| Arepo (2017)                                 | 2016               | 9.258              | Deutscher Braunkohletagebau (genaue Erläuterung siehe 2.4.2)     |
| DEBRIV (2016) in Öko-Institut (2017b, 2017c) | 2016               | 19.854             | Beschäftigte im Zusammenhang mit Braunkohlentagebau + Kraftwerke |
| Statistik der Kohlenwirtschaft (2018)        | 2017               | 20.891             | Beschäftigte im Zusammenhang mit Braunkohlentagebau + Kraftwerke |
| Eigene Berechnungen <sup>90</sup>            | 2017               | 18.531             | Erläuterung siehe 2.4.1 insbesondere Tabelle 2-5                 |

<sup>90</sup> Im Jahr 2017 hat die Statistik der Kohlenwirtschaft die Arbeitsplatzzahlen ab dem Jahr 2016 revidiert. Für die Anzahl der Arbeitsplätze am Ende des Jahres 2016 werden nach neueren Daten in Summe 21.094 Beschäftigte ausgewiesen (Monatsbericht vom 30.01.2018). Ursprünglich betrug die Anzahl der Arbeitsplätze zum Ende des Jahres 2016 in Summe 19.852 (Monatsbericht vom 30.08.2017). Diese Differenz von 1.242 Arbeitsplätzen erklärt sich durch höhere Arbeitsplatz-Angaben von 755 Arbeitsplätzen bei der RWE Power und 487 Arbeitsplätzen bei der LEAG (Anstieg von 7.868 auf 8.355 Beschäftigte). Der Jahresabschluss der RWE Power für das Jahr 2016 gibt die Anzahl der Mitarbeiter mit 9.376 an (gemessen in Mitarbeiteräquivalenten). Zählt man noch 340 Auszubildende hinzu, so ergibt sich die (höhere) im Monatsbericht vom 30.01.2018 ausgewiesene Anzahl der Beschäftigten. Bei RWE könnten sich die höheren Arbeitsplatzzahlen evtl. durch eine Verlagerung von Arbeitsplätzen in Querschnittsfunktionen durch die Trennung von Innogy und RWE erklären (Abschnitt 2.2 des Jahresabschlusses für 2016). In den Jahresabschlüssen der LEAG (Kraftwerke und Bergbau) werden zum Ende des Jahres 2016 in Summe 7.338 Mitarbeiter ausgewiesen (6.643 Mitarbeiter und 695 Auszubildende; in Mitarbeiteräquivalenten ergeben sich 6.497 Beschäftigte). Eine Erklärung für die höheren Angaben bei der LEAG in der Statistik der Kohlenwirtschaft konnte nicht gefunden werden.

## 8.3 Wirtschaftliche Indikatoren in den Regionen

### 8.3.1 Investitionskraft öffentlicher Haushalte

Die Investitionskraft der öffentlichen Haushalte wird unter anderem durch die Sozialausgaben beeinflusst. Ein bereits hoher oder jetzt schon steigender Bedarf grenzt unter Umständen die Mittel ein, die für eine wirtschaftliche Stärkung der Region durch die Region selbst aufgewendet werden können. Die Ausgaben für die Grundsicherung für Arbeitssuchende (SGB II) in der **Rheinischen Braunkohleregion** sind von Anfang 2007 bis Ende 2016 um 17% angestiegen, während sich die Anzahl der Bedarfsgemeinschaften um 2,6% im gleichen Zeitraum erhöht hat. Dies wäre insofern unproblematisch, wenn zugleich die Schulden auf gleichem Niveau blieben oder gar sinken würden, d.h. Ausgabenminderungen an anderer Stelle die Sozialausgaben gegenfinanzieren würden. In der Rheinischen Braunkohleregion ist dies jedoch nicht der Fall. Auch in Nordrhein-Westfalen ist die Anzahl der Bedarfsgemeinschaften von 2011 bis Ende 2016 wieder um etwa 12% gewachsen. Die Entwicklung geht damit gegen den bundesdeutschen Trend, der leichte Absenkungen im gleichen Zeitraum verzeichnet (BA 2017).

In der **Mitteldeutschen Braunkohleregion** sind die Ausgaben zur Grundsicherung von 2007 bis Mitte 2009 um über 40 Mio. Euro gestiegen, um seither auf einen Wert entsprechend 2007 wieder abzusinken. Die Anzahl der Bedarfsgemeinschaften ist in diesem Zeitraum kontinuierlich um 30% gesunken. Dies spiegelt sich auch in sehr ähnlichen Trends in den beiden Bundesländern wieder. Allerdings sind dort die Zahlungsansprüche nicht auf ähnlichem Niveau verblieben, sondern kontinuierlich gesunken, in Sachsen um rd. 30% in Sachsen-Anhalt um etwa 24%. Im Vergleich kürzerer Perioden (2009 bis 2016) ist die Entwicklung in der Region bzgl. der Sozialausgaben (SGB II) deutlich besser, aber dennoch unterhalb der beiden Bundesländer (BA 2017).

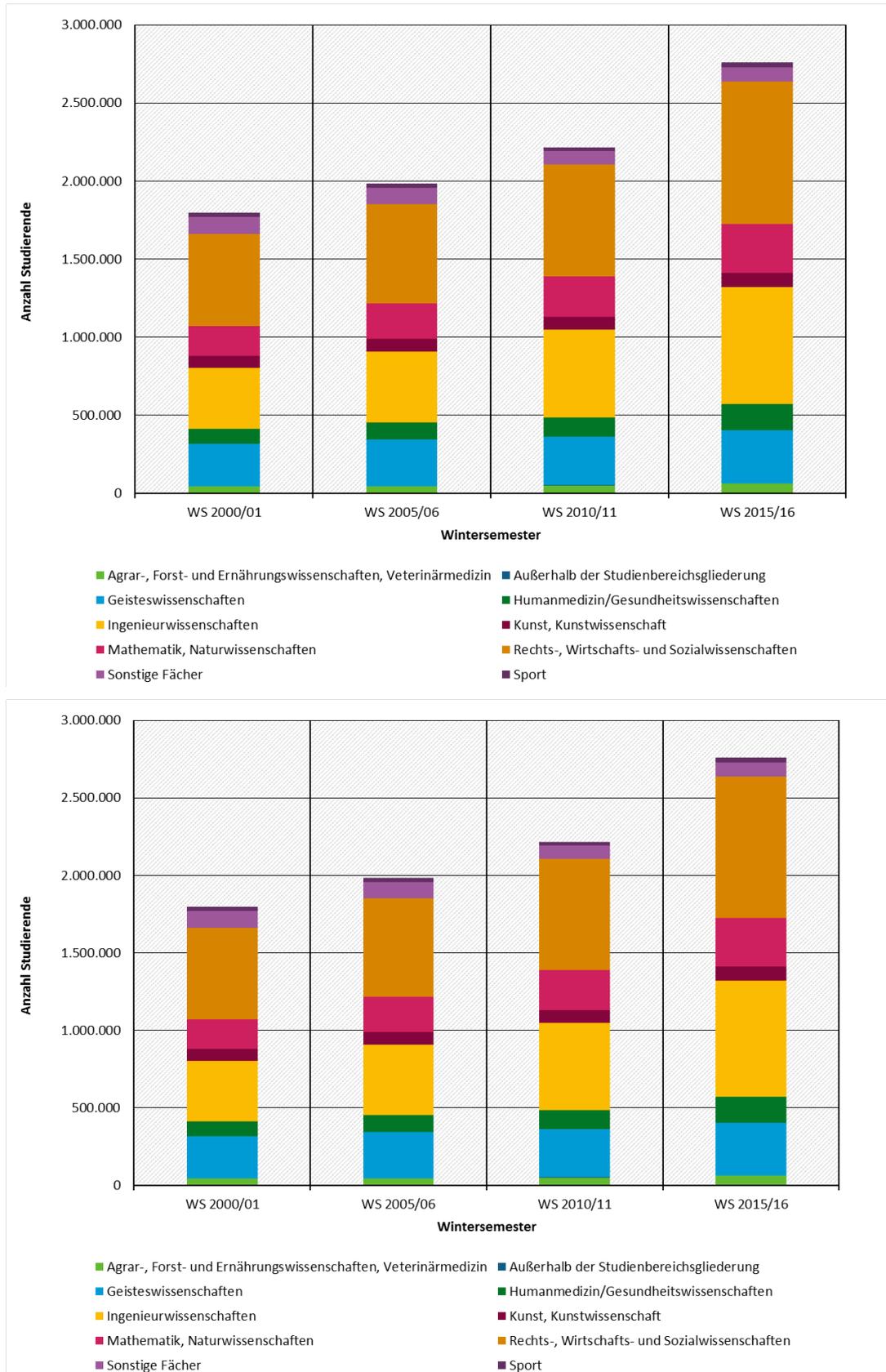
Eine ähnliche Entwicklung findet sich in der **Lausitzer Braunkohleregion**. Hier sind die Ausgaben um rd. 15 Mio. Euro im gleichen Zeitraum gesunken, das entspricht rund 30%. In etwa gleichem Umfang ging auch die Zahl der Bedarfsgemeinschaften zurück. Gleich wie in der Mitteldeutschen Braunkohleregion ist der Rückgang in Sachsen etwas stärker, als im anderen Bundesland, in Brandenburg war es ein Rückgang um 25% bei den Zahlungsansprüchen und 30% bei der Anzahl der Bedarfsgemeinschaften (BA 2017).

Die sinkenden Sozialausgaben in den ostdeutschen Regionen könnten ggf. mit der oben bereits genannten Abwanderung in Verbindung stehen. Da die Anzahl der Bedarfsgemeinschaften sowie die damit verbundenen Zahlungsansprüche auch in den drei Bundesländern Brandenburg, Sachsen und Sachsen-Anhalt in etwa gleicher Weise zurückgingen, könnte dies derart ausgelegt werden, als dass die Umsiedler dort Arbeit gefunden haben. Alternativ besteht die Möglichkeit, dass diese auch in andere Bundesländer umgezogen sind.

### 8.3.2 Forschungs- und Entwicklungskompetenzen

In Deutschland hat die Anzahl der Studierenden über die Jahre zugenommen und gerade im Betrachtungszeitraum 2001 bis 2016 nochmal einen stärkeren Zuwachs erfahren. Prägend sind Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften sowie Ingenieurwissenschaften.

Abbildung 8-31: Entwicklung der Studierendenzahlen nach Fächergruppen in Deutschland, 2000 – 2016



Quelle: Statistisches Bundesamt (2017b).

Bezogen auf die Anzahl der Studierenden je Fach weist die Betriebswirtschaftslehre im Wintersemester (WS) 2015/16 die meisten Studierenden auf. An zweiter Stelle mit etwas mehr als die Hälfte der Anzahl an Studierenden gegenüber dem erstplatzierten Fach folgt Maschinenbau. Auf Platz 3 folgt die Rechtswissenschaft und auf Platz 4 die Informatik.

Tabelle 8-47: Ranking der Studienfächer in Deutschland auf Basis der Studierendenzahl, 2000 – 2016

| Rang | Studienfach                        | WS 2000/01 | WS 2005/06 | WS 2010/11 | WS 2015/16 |
|------|------------------------------------|------------|------------|------------|------------|
| 1    | Betriebswirtschaftslehre           | 143.877    | 160.531    | 184.846    | 234.715    |
| 2    | Maschinenbau/-wesen                | 55.471     | 80.706     | 98.337     | 120.103    |
| 3    | Rechtswissenschaft                 | 102.889    | 92.198     | 92.577     | 112.271    |
| 4    | Informatik                         | 72.488     | 78.370     | 69.559     | 102.546    |
| 5    | Wirtschaftswissenschaften          | 77.135     | 72.872     | 73.842     | 90.658     |
| 6    | Medizin (Allgemein-Medizin)        | 80.200     | 79.847     | 80.574     | 89.998     |
| 7    | Germanistik/Deutsch                | 80.297     | 87.260     | 80.377     | 75.688     |
| 8    | Psychologie                        | 33.943     | 31.487     | 44.009     | 71.279     |
| 9    | Erziehungswissenschaft (Pädagogik) | 51.967     | 45.622     | 54.810     | 69.817     |
| 10   | Elektrotechnik/Elektronik          | 49.705     | 56.094     | 56.996     | 69.258     |

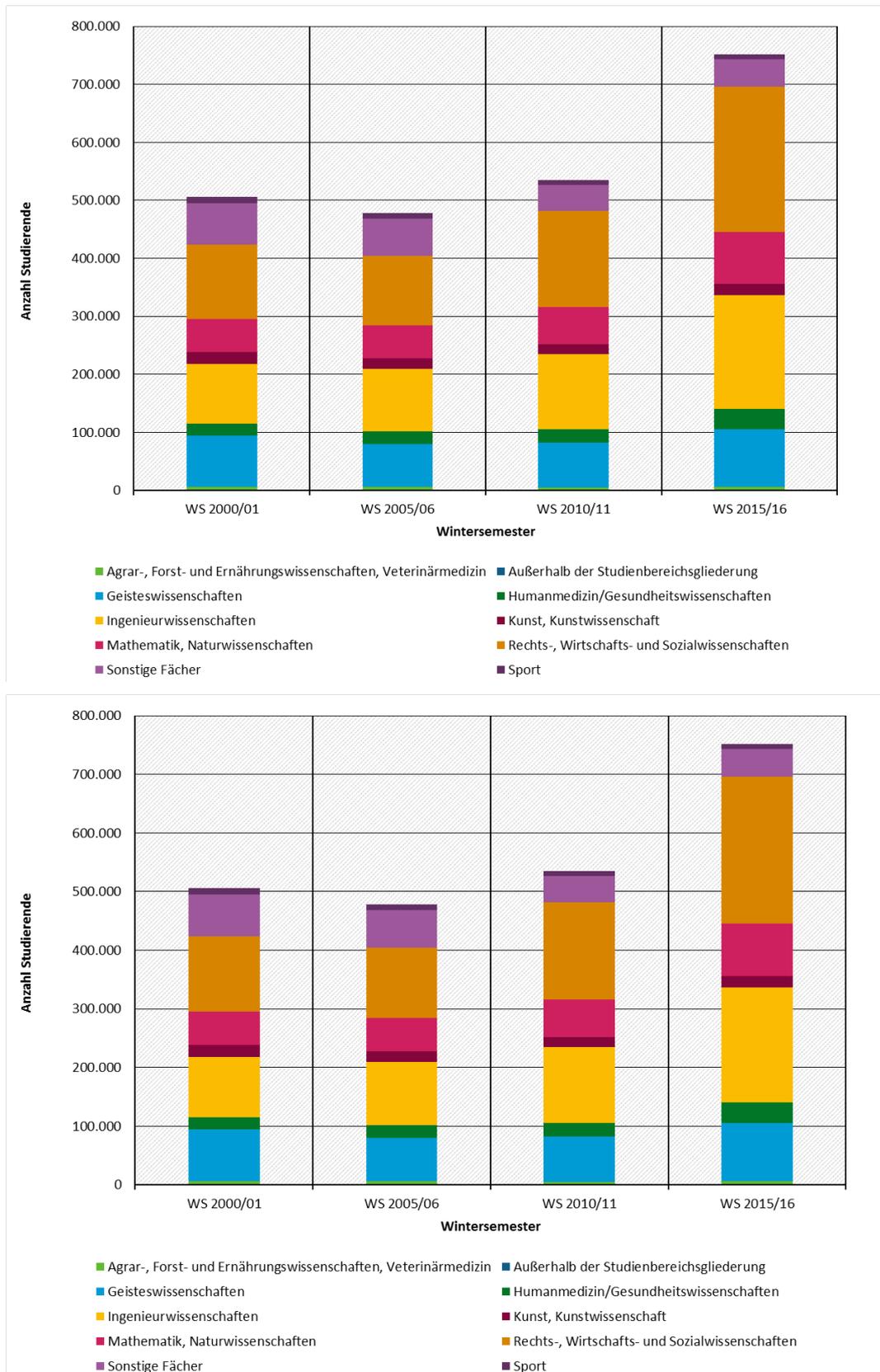
Quelle: Statistisches Bundesamt (2017b).

Aufgrund der Fülle werden die Hochschulen in den einzelnen Bundesländern und Regionen nicht im Detail genannt, sondern hier nur auf die Studienangebote und die Studierendenzahlen nach Schwerpunkten eingegangen, um die jeweilige Orientierung zu visualisieren.

In **Nordrhein-Westfalen** gibt es nach eigenen Erhebungen derzeit 72 Hochschulen, davon 30 öffentlich-rechtlich, 22 privat, 8 kirchlich, 7 staatlich und 5 Verwaltungsfachhochschulen. Die Hochschulen umfassen im Wintersemester 2015/2016 327 Standorte. Von den 72 Hochschulen liegen 21 in der Rheinischen Braunkohleregion, davon wiederum 6 mit technischer Prägung.

Abbildung 8-32 zeigt, dass die Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, gefolgt vom Ingenieurwesen die dominierenden Schwerpunkte in Nordrhein-Westfalen sind. Dabei haben Ingenieurs- und Mathematik und Naturwissenschaften am stärksten Studierende hinzugewonnen.

Abbildung 8-32: Anzahl der Studierenden nach Schwerpunkten in NRW, 2000 und 2016



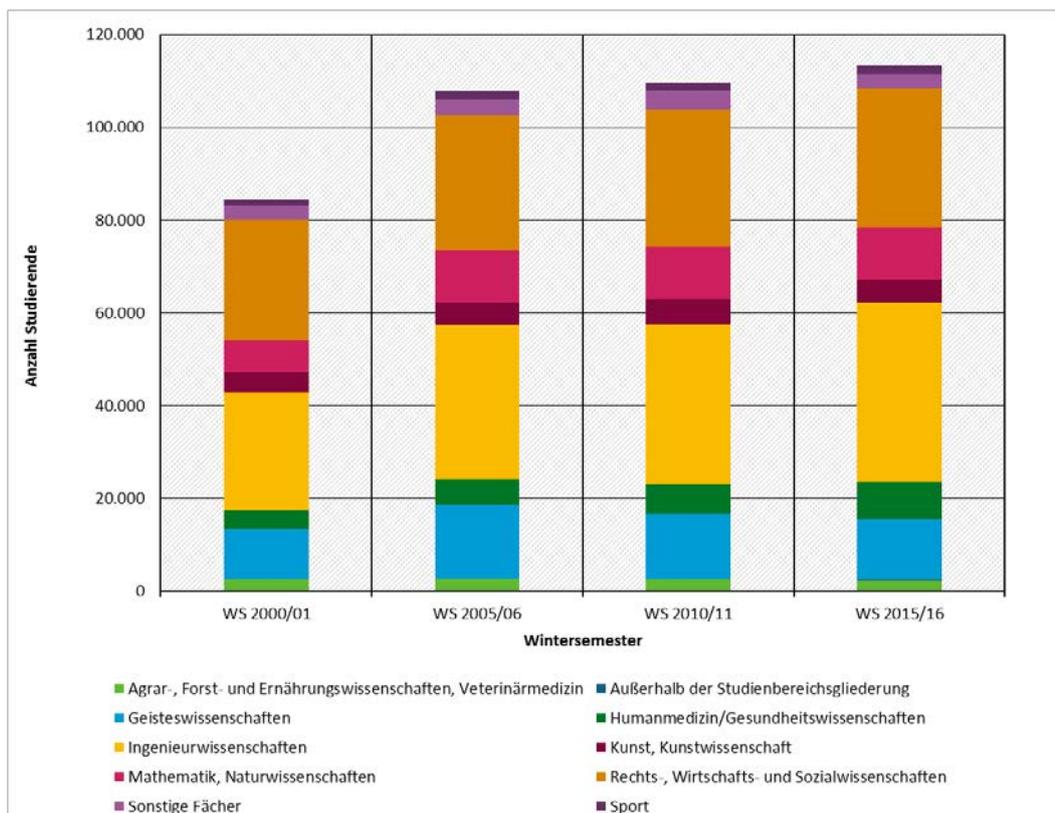
Quelle: Statistisches Bundesamt (2017b).

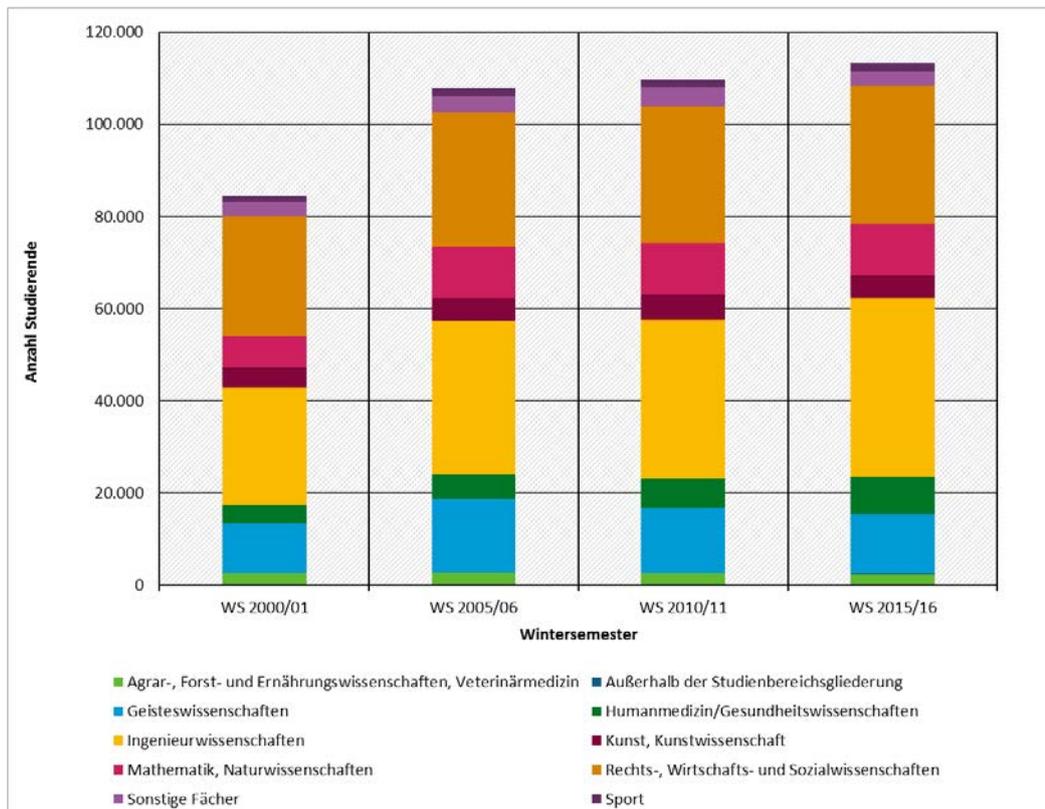
In Nordrhein-Westfalen dominieren Betriebswirtschaftslehre, Wirtschaftswissenschaften, Maschinenbau/-wesen, Rechtswissenschaft, Informatik und Psychologie. Die Studierenden dieser Fächer betragen rund ein Drittel der gesamtstudierenden in NRW. Dabei haben die Wirtschaftswissenschaften an Studierenden verloren, während alle anderen, insbesondere die Betriebswirtschaftslehre, Studierende zugewinnen konnte. Die fünf dominierenden Fächer in NRW entsprechen denen in Deutschland, allerdings in teils anderer Reihenfolge.

Mit Fokus auf die Rheinische Braunkohleregion sind die Hochschulstandorte Aachen, Brühl und Düsseldorf zu nennen, wobei Aachen einen starken Fokus auf Ingenieur- und Naturwissenschaften hat. Allein die Fachhochschule Aachen wartet mit 9 Instituten auf, u.a. dem Institut für Baustoffe und Baukonstruktion (IBB), dem Institut für Bioengineering (IfB), dem Institut NOWUM-Energy und dem Solar-Institut Jülich (SIJ). Weiterhin gehören 3 An-Institute zu dem Standort. Die RWTH Aachen weist 16 An-Institute aus sowie drei am Standort angesiedelte Fraunhofer-Institute sowie jeweils ein Helmholtz- und ein Leibniz-Institut auf. Darüber hinaus 27 Forschungs- und Kompetenzzentren, teils in Zusammenarbeit mit der Industrie. Die Standorte in Brühl fokussieren zum einen internationales Management sowie zum anderen öffentliche Verwaltung. Dortmund zeigt mit 5 Hochschulen eine breite Studienauswahl auf. Neben Wirtschaftswissenschaften und internationalem Management dominieren Medizin, Sozialwissenschaften und Kunst.

In **Sachsen** existieren derzeit 16 Hochschulen, davon 9 staatliche, 5 private und 2 kirchliche Einrichtungen. Zehn der Hochschulen liegen innerhalb der Mitteldeutschen Braunkohleregion, 5 davon in Leipzig. Lediglich die Hochschule Zittau/Görlitz ist der Lausitzer Region zuzuordnen. In Sachsen dominieren die Ingenieurwissenschaften, hierbei insbesondere Maschinenbau und Elektrotechnik. Ebenso sind Erziehungswissenschaften verstärkt vertreten, so dass hier gegenüber Deutschland andere Schwerpunkte zu finden sind.

Abbildung 8-33: Anzahl der Studierenden nach Schwerpunkten in Sachsen, 2000 und 2016



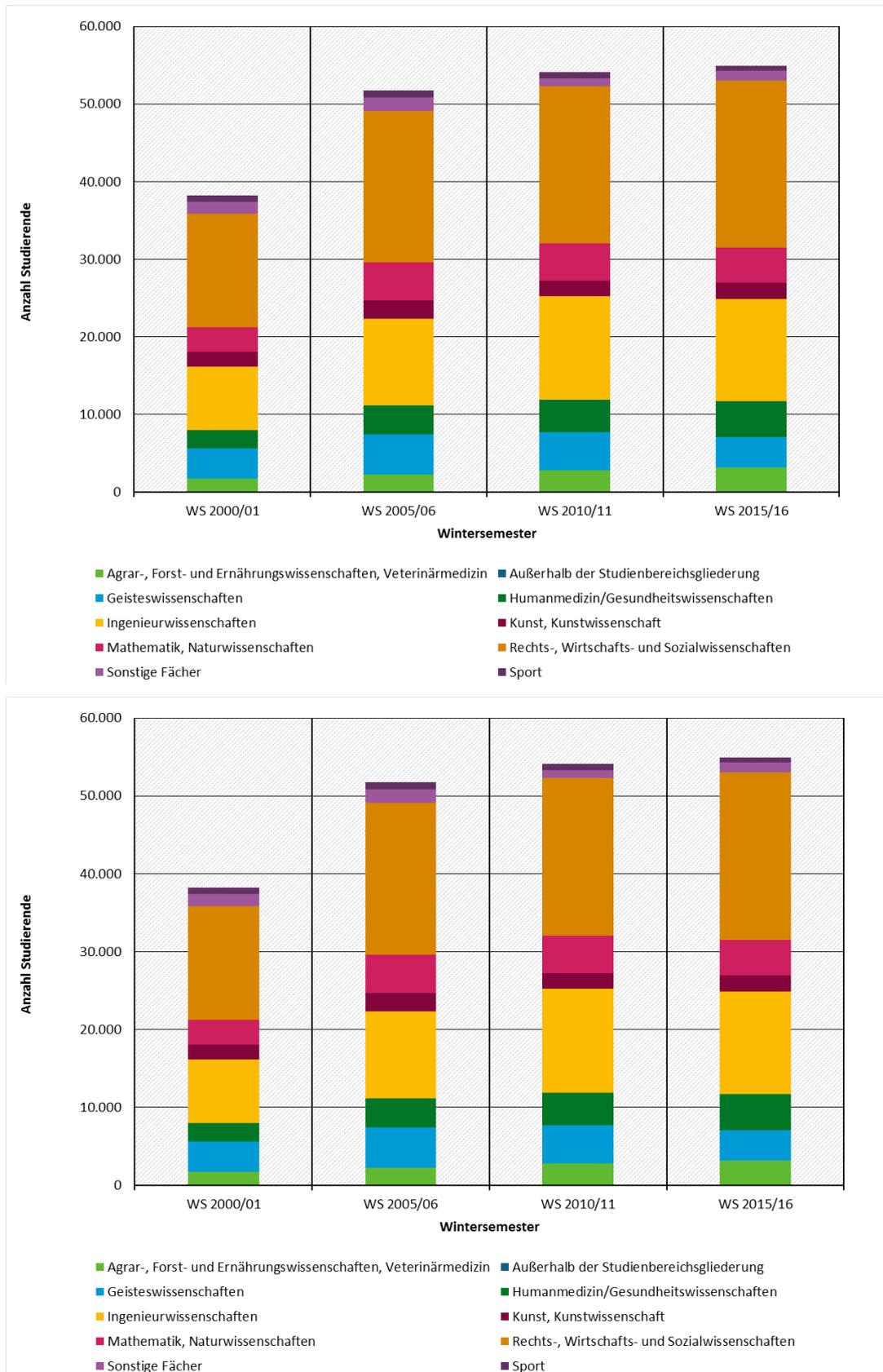


Quelle: Statistisches Bundesamt (2017b).

Die fünf meisten nachgefragten Fächer sind: Maschinenbau/-wesen, Betriebswirtschaftslehre, Medizin (Allgemein-Medizin), Erziehungswissenschaft (Pädagogik), Elektrotechnik/Elektronik. Die Hochschulen, welche zur Mitteldeutschen Braunkohleregion gehören, zeigen eine starke Ausprägung zu Naturwissenschaft und Ingenieurwesen. Zu nennen wären hier bspw. die technische Universität Chemnitz, die Technische Universität Bergakademie Freiberg oder die Hochschule für Telekommunikation Leipzig.

**Sachsen-Anhalt** hat sieben Hochschulen, alle staatlich, davon zwei in der Mitteldeutschen Braunkohleregion. Das Bundesland erfreut sich einer hohen Nachfrage nach Studiengängen zur Betriebswirtschaftslehre. Mit deutlichem Abstand folgen Erziehungswissenschaften und Medizin. Auf Platz 4 im WS 2015/16 sind die Rechtswissenschaften vertreten und auf Platz 5 Wirtschaftsingenieurwesen mit ingenieurwissenschaftlichem Fokus.

Abbildung 8-34: Anzahl der Studierenden nach Schwerpunkten in Sachsen-Anhalt, 2000 und 2016

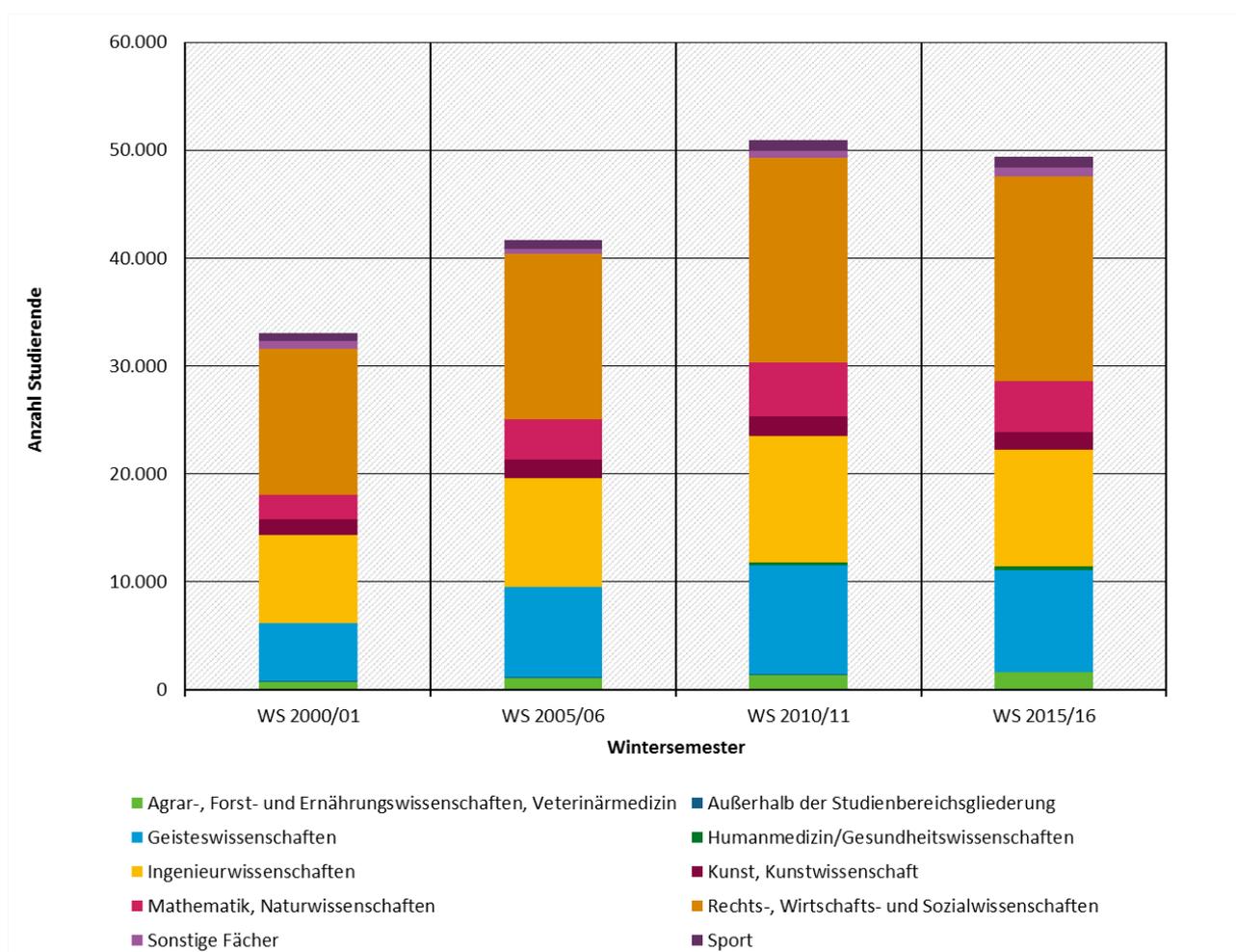


Quelle: Statistisches Bundesamt (2017b).

Zwei der sieben Hochschulen gehören zur Mitteldeuten Braunkohleregion. Dies sind die Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg sowie die Hochschule Merseburg. Während erste allgemein breit aufgestellt ist, schwerpunktmäßig sich aber in Lehre und Forschung auf Theologie, Medizin, Philosophie und Recht fokussiert, hat zweite einen ingenieurs- und naturwissenschaftlichen Fokus.

**Brandenburg** kann mit 12 Hochschulen aufwarten, davon 8 staatlich, 3 privat und 1 kirchlich. Insgesamt dominieren auch hier die Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, Ingenieur- und Geisteswissenschaften. Gegenüber Gesamtdeutschland ist in Brandenburg eine Spezialisierung in Rechtswissenschaft, Betriebswirtschaftslehre, Interdisziplinäre Studien (Schwerpunkt Sprach- und Kulturwissenschaften), Informatik und Internationale Betriebswirtschaft/Management zu finden.

Abbildung 8-35: Anzahl der Studierenden nach Schwerpunkten in Brandenburg, 2000 und 2016



Quelle: Statistisches Bundesamt (2017b).

Lediglich die Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg gehört zur Lausitzer Braunkohleregion.

### 8.3.3 Infrastrukturen & soziale Dienstleistungen

Das Bundesland **Nordrhein-Westfalen** verfügt über das dichteste Straßennetz in Deutschland. Das Bundesland liegt im Schnittpunkt national und europäisch wichtiger Verkehrsachsen – auf der Straße ebenso wie auf der Schiene. Ein Netz von rund 2.200 km Autobahnen, rund 440 km Bundesstraßen,

13.100 km Landstraßen und 9.800 km Kreisstraßen durchziehen NRW (Logistik NRW 2017; Deutschland In Zahlen 2017; BMVI 2017).

NRW verfügt über das zweitlängste Schienennetz in Deutschland. In 2015 wurden rund 85 Mio. Personen befördert, hält allerdings im Vergleich der Personenkilometer mit rund 1,6 Mrd. lediglich Rang 6 in Deutschland. Werden allerdings Straßenbahn und Busse ebenfalls berücksichtigt, dann bietet NRW statistisch das dichteste Netz mit der höchsten Personenbeförderungsleistung in 2015 (Statistisches Bundesamt 2017a).

Über die internationalen Großflughäfen – Düsseldorf Airport und Köln Bonn Airport – sowie weitere Flughäfen mit europäischer Anbindung ist das Land mit allen wichtigen innerdeutschen Zielen ebenso wie mit den Metropolen und Wirtschaftszentren in aller Welt verbunden. Mit 21,2 Millionen Passagieren ist der Düsseldorf Airport nach Frankfurt/Main und München der drittgrößte Passagierflughafen Deutschlands. Der Köln Bonn Airport rangiert mit 11,8 Millionen Fluggästen bundesweit auf Rang 6 und ist mit 768.000 Tonnen (2016) Deutschlands Luftfrachtzentrum Nummer 2 (nach Frankfurt/Main) (Statistisches Bundesamt 2017b).

Nordrhein-Westfalen liegt an der Schnittstelle wichtiger europäischer Wasserstraßen, und obwohl es ein Land ohne Küsten ist, bestehen ausgezeichnete Verbindungen zu den wichtigsten europäischen Seehäfen wie Amsterdam, Antwerpen, Emden, Hamburg und Rotterdam. 226 Kilometer des Rheins, eine der verkehrsreichsten Wasserstraßen der Welt, fließen durch Nordrhein-Westfalen. Mit seinen Kanälen und schiffbaren Flüssen verfügt das Land über insgesamt 720 km Wasserstraßeninfrastruktur. An diesen Wasserwegen liegen 120 Häfen, davon 23 öffentliche und 97 private. Ein Viertel des gesamten Warenumschlags entfällt auf die Rheinhäfen. Der größte Hafenkomplex ist Duisburg mit den öffentlichen Ruhrorter Häfen und sieben privaten Häfen. Hier werden etwa 40% des Güteraufkommens umgesetzt (VM.NRW 2017). In Xanten und Epe bestehen zudem Erdgasspeicher mit mehreren hundert Mio. Normkubikmetern Gaskapazität (BMWI 2016b; Innogy 2017; Trianel 2017). Die Firma AirLiquide betreibt im Rhein-Ruhr-Gebiet eine 240 km lange Wasserstoffpipeline (AirLiquide 2017).

Entsprechend der Landesgröße und seiner Anbindung an benachbarte Länder verfügt **Sachsen** mit 567 km über das neuntgrößte Autobahnnetz. Im Gegenzug ist das Kreisstraßennetz recht dicht, sodass Sachsen hier im Vergleich der Bundesländer Rang 6 innehat (Deutschland In Zahlen 2017; BMVI 2017) Sachsen verfügt mit 2.800 km über das siebtgrößte Schienennetz in Deutschland. Bestehende ICE-Anbindungen sichern direkte Verbindungen nach München (Pasing), Berlin, Aachen und Rostock. Ausgehend von der Anzahl der beförderten Personen sowie der Personenkilometer nimmt Sachsen Rang 8 in 2015 ein (Statistisches Bundesamt 2017a). Der Freistaat verfügt mit Dresden und Leipzig/Halle über zwei leistungsfähige Verkehrsflughäfen. Seit 2008 betreibt der Logistikkonzern DHL am Flughafen Leipzig/Halle Europas modernsten Umschlagplatz für Expressluftfracht (SMWA 2017). Er ist damit der zweitgrößte Fracht-Flughafen in Deutschland. In Bezug auf die Passagierzahlen rangiert Leipzig im oberen und Dresden im unteren Mittelfeld (Statistisches Bundesamt 2017c). Sachsen ist über die Elbe an den Hamburger Hafen und damit an den internationalen Seehandel angebunden. In Dresden, Riesa und Torgau verfügt der Freistaat Sachsen über leistungsfähige trimodal aufgestellte Binnenhäfen, in denen sich zahlreiche hafenauffine Unternehmen mit 600 Arbeitsplätzen angesiedelt haben.

**Sachsen-Anhalt** ist in Deutschland recht zentral gelegen, dennoch besitzt das Land trotz seiner Größe nur 416 km Autobahnstrecke, und nimmt damit Rang 12 ein. Dafür liegt es mit der Dichte der Bundesstraßen im Mittelfeld (Deutschland In Zahlen 2017; BMVI 2017). Mit 2.360 km Schienennetz hält Sachsen-Anhalt Rang 8 im Bundesvergleich. Magdeburg gilt dabei als wesentliches Drehkreuz sowohl für die Nord-Süd-, als auch für die Ost-West-Verbindungen (Statistisches Bundesamt 2017a).

Das Land hält knapp 19% an der Mitteldeutschen Flughafen AG, die unter anderem den Flughafen Leipzig/Halle einschließt (Statistisches Bundesamt 2017c). Mit den fast 600 km schiffbaren Binnen-

wasserstraßen und 18 Häfen bzw. Umschlagstellen bietet Sachsen-Anhalt hervorragende Transportbedingungen auf dem Wasser. So ist der Hafen Magdeburg der größte Binnenhafen Mitteldeutschlands und der Hafen Aken bietet mit seinem trimodalen Schwergutterterminal eine gute Schnittstelle zum Güterverkehr auf Straßen und Schienen (IMG 2017). Sachsen-Anhalt verfügt zudem über Poren- und Kavernenspeicher für Erdgas in Peckensen, Staßfurt, Bernburg und Bad Lauchstädt. Die letzten beiden sind in der Mitteldeutschen Braunkohleregion verortet. Zudem liegen wichtige Gasknoten bei Bobbau und Steinnitz. Zudem besteht ein 90 km langes, gut ausgebautes Wasserstoff-Pipeline-System der Linde-Gas AG in einer Region mit starker industrieller Gasnachfrage zwischen Rodleben-Bitterfeld-Leuna-Zeitz.

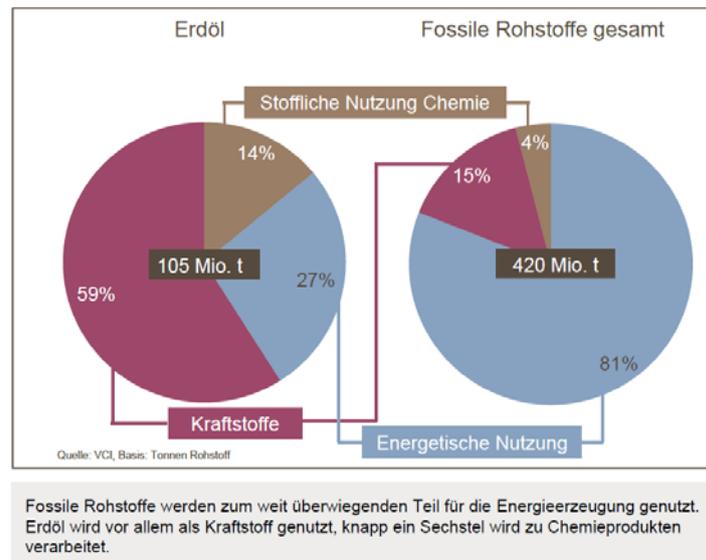
In Bezug auf die Straßenwege nimmt **Brandenburg** mit rund 800 km Autobahn und rund 5.700 km Landstraße einen mittleren Rang ein (Deutschland In Zahlen 2017; BMVI 2017). Das Bundesland verfügt mit rund 2.900 km über das fünftgrößte Schienennetz und ist über das Drehkreuz in Berlin direkt nach Sachsen, Köln und Rostock angebunden. Über einen eigenen relevanten Flughafen verfügt das Bundesland nicht. In Bezug auf die Beförderungsleistung, sowohl bei Personen als auch bei Fracht, nimmt es somit einen der letzten Ränge ein (Statistisches Bundesamt 2017a). Das Land Brandenburg ist das wasserreichste Bundesland und besitzt ein dichtes leistungsfähiges Wasserstraßennetz mit einer Vielzahl von Binnenhäfen. Insgesamt verfügt Brandenburg über rund 1.770 km an Bundes- und Landeswasserstraßen. (SPV 2017)

## 8.4 Wirtschaftliche Perspektiven der stofflichen Braunkohlenutzung

Die wirtschaftlichen Perspektiven der stofflichen Braunkohlenutzung in den drei Revieren Rheinland, Mitteldeutschland und Lausitz beschränkt sich auf die stoffliche Nutzung von Braunkohlenderivaten in der chemischen Industrie mittels Literaturrecherchen. Generell werden Derivate (fest, flüssig oder gasförmig) einer Weiterverarbeitung (Kunststoffe, Pharma, etc.) zugeführt oder sind selber bereits marktfähig (Wasserstoff, Methan, Methanol, Kraftstoffe). Das rein stoffliche Potenzial der Braunkohle, d.h. die Nutzung der chemischen Bestandteile als Grundstoffe für die Chemische Industrie (CI), exkludiert Treibstoffe und Koppelprodukte zur Energiebereitstellung wie Methan (als Synthetic Natural Gas – SNG). Zur Bestimmung der stofflichen Perspektive werden in einem ersten Schritt die Hauptprodukte der CI (national) dargestellt und deren Zukunftsfähigkeit auf Basis BK diskutiert. Sofern diese Diskussion erfolgreich ist, werden die potentiellen Prozesse, die Gestehungskosten (inkl. möglichen Kostenentwicklung) auf Basis Braunkohle dargestellt.

Stoffliche Nutzung von Kohle, d.h. vorrangige Nutzung des Kohlenstoffes C, grenzt sich zur energetischen Nutzung durch den Verbleib des Kohlenstoffes in der Produktkette (Kaskadenprinzip) bis zum Ende des Lebenszyklus, der meistens in einer thermischen Verwertung endet, ab. Bei der energetischen Nutzung wird der Kohlenstoff aufoxidiert (Verbrennungsprozess) und als  $\text{CO}_2$  in die Atmosphäre emittiert. Im Rahmen der hier vorliegenden Analysen wurden ebenfalls Synthesegase wie Methan (SNG) sowie die Herstellung von Kraftstoffen aus der stofflichen Betrachtung exkludiert, da diese primär als Brennstoffe einer energetischen Nutzung zugeführt werden. Z.B. werden 12% des deutschen Gesamterdgasverbrauchs, u.a. zum Herstellung von Methanol, stofflich genutzt (VCI 2017; S.2); bei Erdöl sind es ca. 14%, die in die stoffliche Chemische Industrie fließen (vgl. Abbildung 8-36). Bezogen auf den Gesamteinsatz fossiler Rohstoffe hat die stoffliche organische Chemische Industrie (CI) nur einen Anteil von 4%; 96% (400 Mio. t) werden pro Jahr für Treibstoffe und energetische Nutzung eingesetzt.

Abbildung 8-36: Anteil der stofflichen Chemischen Industrie am Gesamtverbrauch fossiler Rohstoffe und Bsp. für Erdöl



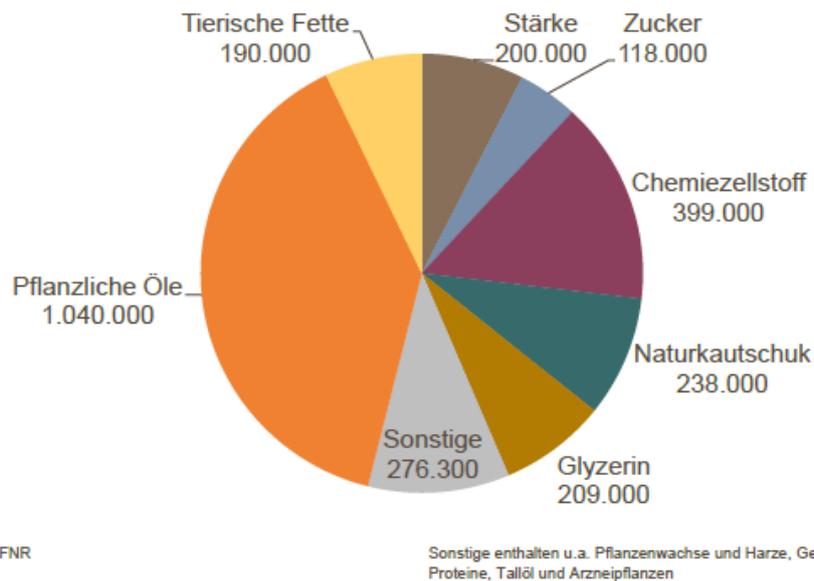
Quelle: VCI (2017).

Da in der stofflichen Verfahrenstechnik immer Koppelprodukte anfallen, die energetisch genutzt werden können, sowie Wechselwirkungen (Gleichgewichtsreaktionen, d.h. Edukt und Produkt sind gleichzeitig vorhanden) bestehen, ist eine reine Betrachtung sowie eine etwaige Optimierung mit dem Ziel einer 100%igen stofflichen Nutzung von Braunkohle nicht möglich. Dies würde Effizienzen (z.B. Nutzung von Koppelprodukten als direkte Prozessenergie oder Inwertsetzung durch den Einsatz in weiteren verfahrenstechnischen Prozessen, u.a. für energetisch genutzten Endprodukten) und somit die Gesamtwirtschaftlichkeit mindern.

Oft sind Chemieprodukte zugleich Rohstoffe für die nächste Produktionsstufe, so dass für viele Rohstoffe (=Zwischenprodukte) keine statistischen Daten zum Einsatz in der chemischen Industrie vorhanden sind (VCI 2013). Da die organische chemische Industrie auf Kohlenstoff basiert, sind nur wenige chemische Grundstoffe notwendig, die gegenseitig prozesstechnisch verzahnt sind. Entsprechend sind Beiprodukte der Petrochemie (=Erdölraffinierung) nicht nur Treibstoffkomponenten, sondern auch Basischemikalien für vielfältige chemische Produkte, die dann über weitere Syntheschritte gewonnen werden. Gemäß Meyer et al. (2013) bildet somit die CI die Grundlage für Wertschöpfungsprozesse in nahezu allen Bereichen der Verarbeitenden Industrie und entsprechend muss die Versorgung mit Kohlenstoffträgern als Ausgangsrohstoff auch langfristig gesichert werden.

Die organische Chemie basiert generell auf fossilen und nachwachsenden Kohlenstoffträgern. 2013 wurden laut VCI 2017 in Deutschland ca. 20 Mio. t Rohstoffe eingesetzt, davon 17,3 Mio. t fossile (Erdöl- und Erdgasderivate: 14,8 Mio. t, Erdgas: 2,2 Mio. t und Kohle: 0,3 Mio. t (Produkt: Montanwachse) und 2,7 Mio. t nachwachsende, zu 65% importierte (Meyer et al. 2013), Rohstoffe (siehe Abbildung 8-37).

Abbildung 8-37: Einsatzmengen nachwachsender Rohstoffe in 1.000 t (Deutschland, 2013)



Quelle: FNR in VCI (2017)

Hinsichtlich der zukünftigen Entwicklung postuliert Prognos (2013) eine Zunahme der Rohstoffeinsätze bis 2030 um 15%, d.h. ca. auf 23 Mio. t/a (vgl. 20 Mio. t in 2013). Ebenfalls könnte gemäß Prognos (2013) bis 2030 sich der Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen um 50%, d. h. auf ca. 4.1 Mio. t/a erhöhen. Aus dieser Prognose abgeleitet, könnte ein zukünftiger Bedarf von ca. 16,2 Mio. t Erdölderivaten (vgl. 2013: 14,8 Mio.t) und ca. 2,4 Mio. t Erdgas (vgl. 2013: 2,2 Mio. t) abgeleitet werden, der potentiell durch Braunkohle substituierbar ist. Zur Ableitung der Substitutionseffekte wird der energetische Ansatz genutzt, da dieser indirekt den spezifischen C-H Gehalt widerspiegelt. Basierend auf dem Maß der Steinkohleinheiten (SKE) ersetzen 5 kg Braunkohle ca. 1 kg Rohöl<sup>91</sup> und 3,7 kg Braunkohle etwa 1 kg Erdgas. Dies ist auf den hohen Wassergehalt von bis zu 60% und dem geringeren C- und H-Gehalt (ca. 20% bezogen auf die Feuchtemasse) bei Braunkohlen zurückzuführen. Entsprechend könnten 93 Mio. t Rohbraunkohle (bezogen auf den Energiegehalt) im Jahr 2030 Erdöl und Erdgas ersetzen (Förderung 2013: 184 Mio. t). Der Gesamterdöleinsatz in Deutschland von ca. 100 Mio. t/a (vgl. Abbildung 8-37). entspräche einem äquivalent von 500 Mio. t Braunkohle. Auf Grund der wirtschaftlichen Relevanz befassen sich viele Studien, unter anderem der Internationalen Energieagentur (IEA), mit der Herstellung von Treibstoffen auf Basis von Kohle und anderen Rohstoffen. Die IEA 2013 sieht eine Realisierbarkeit für CtL-Grossanlagen ab einem Erdölpreis von 60 US\$/Barrel (IEA 2013), Rand 2008 definiert 55 – 70 US\$/Barrel (Bartis 2008). In aktuellen Szenarien zur Entwicklung des Erdölpreises, wie IEA 2016, werden Werte zwischen 78 und 146€/Barrel in 2040 angegeben. Derzeit ist die deutsche Chemische Industrie technisch auf die Verarbeitung voranging von Erdöl ausgelegt und optimiert (Dechema 2010). Eine komplette Umstellung auf Braunkohle als Grundrohstoff bedarf großtechnischer Investitionen, deren finanzielle Absicherung sowie Aufwand für die Prozessoptimierung bzgl. Rohstoff – und Energieeffizienzen. Auf Grund der natürlichen und tagesbauspezifischen Qualitätsschwankungen der Braunkohle sind braunkohlebasierte Verfahrenstechniken zu Herstellung von Grundstoffen komplexer und haben einen höheren Energiebedarf als erdölbasierte Verfahren. Dies zeigt sich beispielhaft an Hand der Energieeffizienzen bei der Raffinierung von Rohbenzin aus Erdöl mit ca. 90% (Wang 2008) aber 50% bei Verfahren basierend auf der indirekten Kohleverflüssigung

<sup>91</sup> Berechnungsbasis: Rohöl = 1,428 SKE, Erdgas = 1,083 SKE, Braunkohle = 0,29 SKE (Steinkohleeinheiten)

(Höök/ Aleklett 2009). Entsprechend sind durch diese verfahrenstechnische Komplexität auch im Bereich der stofflichen Nutzung die Rohstoffeffizienzen wahrscheinlich geringer, als bei erdöl- bzw. erdgasbasierten Verfahren. Beispielhaft beträgt für die Herstellung des vielseitig nutzbaren Grundstoffs Methanol die Rohstoffeffizienz ca. 30% (0,3 kg CH<sub>4</sub>O/1 kg Steinkohle) (Qian 2014). Die Effizienz ist entsprechend geringer für Braunkohlen (3 kg Braunkohle = 1 SKE).

Derzeit kann (Roh-)Braunkohle nur wirtschaftlich abbaunah eingesetzt werden, was sich in der Lage der Braunkohlekraftwerke widerspiegelt. Hinsichtlich stofflicher Nutzung weisen nur Standorte der chemischen Industrie (vorranging Petrochemie) im Mitteldeutschen (Mitteldeutsches Chemiesiedeldreieck) und im Rheinischen Revier (11 Chemieparke) eine entsprechende Proximität zu den Tagebauen auf. Das Lausitzer Revier hingegen besitzt außer dem Chemiepark Schwarzheide keine Anbindung an die chemische Industrie. Ebenfalls ist im Lausitzer Revier keine Anbindung an das paneuropäische Erdöl und Erdgasnetz vorhanden (vgl.

Die rein stoffliche Nutzung der Braunkohle bietet unter den aktuellen Rahmenbedingungen nur eine geringe bis keine Perspektive. Heimische Braunkohle ist zwar bilanziell in der Lage den Rohstoffbedarf der stofflichen chemischen Industrie Deutschlands zu 100% zu decken, aber auf Grund der komplexeren und energieintensiveren Verfahrenstechnik unwahrscheinlich (ggf. mind. 300 Mio. t/a, vgl. Methanolproduktion). Die hohen Investitionskosten bedürfen entsprechender Finanzmittel. Bezüglich Methan- und Treibstoffherstellung steht die Braunkohle in direkter Konkurrenz zur verfahrenstechnisch einfacher nutzbaren (Import-)Steinkohle sowie den schwer abschätzbar zukünftigen Bedarfsentwicklungen (z.B. sinkender Erdölbedarf für Treibstoff infolge E-Mobilitätsdurchdringung). Neben diesen wirtschaftlichen und technischen Risiken sind politische (Paris-Abkommen, Umweltschäden durch Tagebaue, etc.), gesellschaftliche (Landschaftszerstörung, Opportunitätskosten für Grund und Boden, etc.) und geopolitische (z.B. Änderungen der Erdölförderquote, Neuerschließung von Abbaufeldern, Konflikte) Rahmendingung die stärkeren Treiber bzgl. einer stofflichen Perspektive für heimische Braunkohle.

Entsprechend besteht für Braunkohle als Rohstoff im stofflichen Chemiesektor eine geringe bis keine Perspektive zur Erhaltung von Arbeitsplätzen und zur Generierung einer entsprechenden Wertschöpfung. Des Weiteren soll gemäß Ausstiegspfad in AP 2 der Tagebau Amsdorf, Eigentum und Betrieb Romonta GmbH (450 Beschäftigte, Jahresumsatz von 60 Mio. €) (RO 2013), 2023 stillgelegt werden. Entsprechend sind keine Beschäftigungs- und Wertschöpfungseffekte durch stoffliche Nutzung der Braunkohle für die Jahre 2030 und 2040 zu erwarten.

Abbildung 8-38).

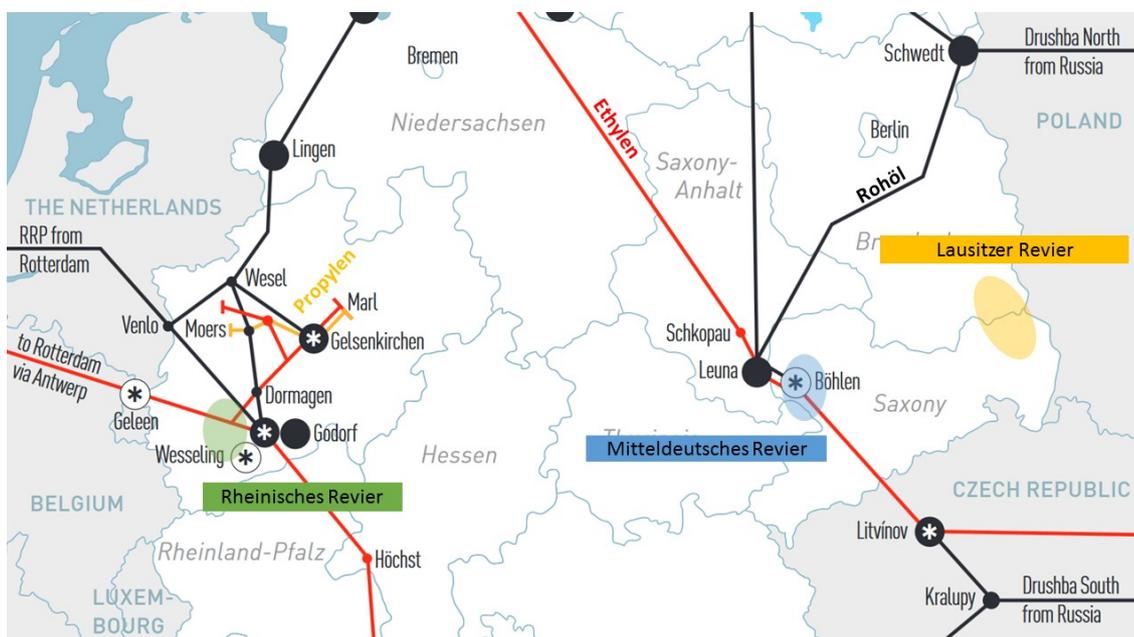
Fazit: Auf nationaler Ebene definiert die Hightech-Strategie 2020 der Bundesregierung (BMBF 2010) Kohlechemie als Brückentechnologie: „Bis zur Substitution des Erdöls durch nachwachsende Rohstoffe sind innovative Verfahren für eine ökologisch verträgliche Nutzung heimischer Kohlevorkommen als Grundstoff für die chemische Industrie voranzutreiben.“ Auch die Rohstoffstrategie der Bundesregierung (BMI 2010) spricht von "einem schonenden Umgang mit fossilen Ressourcen (Stichwort: Weg vom Öl)" und der "Erweiterung der Rohstoffbasis" durch die Nutzung anderer fossiler Energierohstoffe für chemische Prozesse.

Die rein stoffliche Nutzung der Braunkohle bietet unter den aktuellen Rahmenbedingungen nur eine geringe bis keine Perspektive. Heimische Braunkohle ist zwar bilanziell in der Lage den Rohstoffbedarf der stofflichen chemischen Industrie Deutschlands zu 100% zu decken, aber auf Grund der komplexeren und energieintensiveren Verfahrenstechnik unwahrscheinlich (ggf. mind. 300 Mio. t/a, vgl. Methanolproduktion). Die hohen Investitionskosten bedürfen entsprechender Finanzmittel. Bezüglich Methan- und Treibstoffherstellung steht die Braunkohle in direkter Konkurrenz zur verfahrenstechnisch einfacher nutzbaren (Import-)Steinkohle sowie den schwer abschätzbar zukünftigen Bedarfsentwicklungen (z.B. sinkender Erdölbedarf für Treibstoff infolge E-Mobilitätsdurchdringung). Neben diesen

wirtschaftlichen und technischen Risiken sind politische (Paris-Abkommen, Umweltschäden durch Tagebau, etc.), gesellschaftliche (Landschaftszerstörung, Opportunitätskosten für Grund und Boden, etc.) und geopolitische (z.B. Änderungen der Erdölförderquote, Neuerschließung von Abbaufeldern, Konflikte) Rahmendingung die stärkeren Treiber bzgl. einer stofflichen Perspektive für heimische Braunkohle.

Entsprechend besteht für Braunkohle als Rohstoff im stofflichen Chemiesektor eine geringe bis keine Perspektive zur Erhaltung von Arbeitsplätzen und zur Generierung einer entsprechenden Wertschöpfung. Des Weiteren soll gemäß Ausstiegspfad in AP 2 der Tagebau Amsdorf, Eigentum und Betrieb Romonta GmbH (450 Beschäftigte, Jahresumsatz von 60 Mio. €) (RO 2013), 2023 stillgelegt werden. Entsprechend sind keine Beschäftigungs- und Wertschöpfungseffekte durch stoffliche Nutzung der Braunkohle für die Jahre 2030 und 2040 zu erwarten.

Abbildung 8-38: Lage der betrachteten Reviere, Pipelines und Chemieparke



Quelle: GTI (2012).

## 8.5 Rechtliche Grundlagen eines Kohleausstiegs in Deutschland

Der erste Atomausstieg von 2002 ist nicht gerichtlich überprüft worden. Die seinerzeitigen Regelungen beruhten auf Verhandlungen zwischen der damaligen Bundesregierung und den Betreibern. Im Rahmen dieser Verhandlungen hatten die Betreiber erklärt, dass sie keine Entschädigungsansprüche geltend machen würden. In der Folge verzichteten sie auf eine gerichtliche Überprüfung. Durch die von den Betreibern gegen den mit der 13. Atomgesetz-Novelle 2011 beschlossenen zweiten Atomausstieg eingelegten Verfassungsbeschwerden hatte das Bundesverfassungsgericht erstmals die Gelegenheit, die rechtlichen Voraussetzungen eines Ausstiegs aus einer bestimmten Form der Energieerzeugung zu klären. Der Atomausstieg von 2011 mit fixen, gestaffelten Abschalt dates für die einzelnen Atomkraftwerke ist nach der Karlsruher Entscheidung grundsätzlich verfassungsgemäß. Dem Urteil vom 6. Dezember 2016 kommt auch und gerade im Hinblick auf den Kohleausstieg Relevanz zu, denn die Aussagen des Gerichts insbesondere zu Art. 14 GG und Art. 3 GG sind nicht auf das Atomrecht beschränkt, sie beanspruchen allgemeine Geltung (siehe auch Ziehm 2017).

1. Durch Art. 14 GG geschützte Eigentumsrechte

Das Bundesverfassungsgericht hat entschieden, dass die 13. Novelle des Atomgesetzes mit dem Ziel der Beschleunigung des Atomausstiegs grundsätzlich verfassungsgemäß ist. In seinem Urteil hat das Gericht dabei zunächst grundlegende Aussagen im Hinblick darauf getroffen, welche Rechtspositionen überhaupt durch Art. 14 GG geschützt sind. Das Bundesverfassungsgericht hat insoweit klargestellt, dass eine öffentlich-rechtliche Genehmigung als solche nicht von Art. 14 Abs. 1 GG geschützt ist (BVerfG 2016; Rn. 231 ff.).

- Das heißt, auch die immissionsschutzrechtliche Genehmigung gemäß § 4 BImSchG zur Errichtung und zum Betrieb eines Kohlekraftwerks selbst ist von vornherein kein nach Art. 14 GG geschütztes Eigentumsrecht. Auch wenn solche Genehmigungen nach § 4 BImSchG erst nach erheblichen Investitionen des Anlagenbetreibers in Grundstück und Anlage erteilt werden oder die Erteilung Voraussetzung für solche Investitionen ist, werden sie dadurch nicht zum Eigentum in der Hand des Genehmigungsinhabers. Sie können Vertrauen schaffen, sind aber kein verfassungsrechtliches Eigentum. Art. 14 GG schützt nicht die öffentliche Genehmigung als solche, sondern nur die auf Grund der Genehmigung geschaffenen privaten Vermögenspositionen.

Vom Schutz des Eigentums nach Art. 14 Abs. 1 S. 1 GG umfasst ist „nur“ das zivilrechtliche Sacheigentum, dessen Besitz und die Möglichkeit, es zu nutzen. Danach genießen das Eigentum und der Besitz an den Werksgrundstücken und den Kraftwerksanlagen verfassungsrechtlichen Eigentumsschutz. Verfassungsrechtlich geschützt ist auch die Nutzbarkeit dieser Betriebsanlagen.

Mit dem Eigentumsschutz für die Betriebsgrundstücke und die Kraftwerksanlagen sowie für deren Nutzung sind alle wesentlichen Eigentumsbelange der Betreiber von Kohlekraftwerken erfasst (BVerfG 2016; Rn. 228 ff., 240).

## 2. Keine Enteignung ohne Güterbeschaffung

Die Karlsruher Richter haben sodann klargestellt, dass eine Enteignung nach Art. 14 Abs. 3 GG den Entzug des Eigentums durch Änderung der Eigentumszuordnung sowie stets auch eine Güterbeschaffung voraussetzt (BVerfG 2016; Rn. 242 ff.). Einschränkungen der Nutzungs- und Verfügungsbefugnis über das Eigentum sind dagegen Inhalts- und Schrankenbestimmungen im Sinne von Art. 14 Abs. 1 S. 2 GG.

Eine Enteignung liegt nur dann vor, wenn die fragliche Maßnahme auf die vollständige oder teilweise Entziehung konkreter subjektiver, durch Art. 14 Abs. 1 S. 1 GG gewährleisteter Rechtspositionen zur Erfüllung bestimmter öffentlicher Aufgaben gerichtet ist. Unverzichtbares Merkmal der zwingend entschädigungspflichtigen Enteignung nach Art. 14 Abs. 3 GG in der Abgrenzung zur grundsätzlich entschädigungslos hinzunehmenden Inhalts- und Schrankenbestimmung nach Art. 14 Abs. 1 S. 2 GG ist also das Kriterium der vollständigen oder teilweisen Entziehung von Eigentumspositionen und der dadurch bewirkte Rechts- und Vermögensverlust. Nutzungs- und Verfügungsbeschränkungen von Eigentümerbefugnissen können daher keine Enteignung sein, selbst wenn sie die Nutzung des Eigentums nahezu oder völlig entwerten.

Für die Begrenzung der Enteignung auf Güterbeschaffungsvorgänge spricht nach Auffassung des Bundesverfassungsgerichts vor allem auch, dass ein praktischer Bedarf für den bloßen Eigentumsentzug, der nicht zugleich mit einem Übergang des Eigentums auf den Staat oder einen Drittbegünstigten verbunden ist, gerade dann besteht, wenn das Eigentumsrecht im weitesten Sinne bemakelt ist oder in sonstiger Weise als Gemeinwohllast wahrgenommen wird, der Staat also kein originäres Interesse an der Beschaffung des betroffenen Gegenstands aus Gründen des Gemeinwohls hat.

Es entspricht nämlich der grundsätzlichen Sozialpflichtigkeit des Eigentums (Art. 14 Abs. 2 GG), den Eigentumsentzug in solchen Fällen nicht als entschädigungspflichtige Enteignung zu qualifizieren, sondern als Bestimmung von Inhalt und Schranken des Eigentums, die auch beim Entzug von Eigentum

nur ausnahmsweise einen Ausgleich erfordert. Durch die Güterbeschaffung als ein konstitutives Enteignungsmerkmal kann eine klare Abgrenzung zur Inhalts- und Schrankenbestimmung, die nach der Konzeption des Art. 14 GG eindeutig von der Enteignung zu unterschieden ist, erfolgen.

- ▶ Bezogen auf den Kohleausstieg bedeutet das, dass gesetzliche Vorgaben zum Erlöschen der für den Betrieb von Kohlekraftwerken erteilten immissionsschutzrechtlichen Genehmigungen nach § 4 BImSchG oder nachträgliche Anordnungen auf der Grundlage von § 17 BImSchG beispielsweise zur Durchsetzung von in der 13. BImSchV zu regelnden CO<sub>2</sub>-Emissionsstandards (dazu Ziehm 2014; S.21 ff.) bereits mangels Güterbeschaffung keine Enteignung darstellen und mithin keine zwingende Entschädigungspflicht auslösen. Denn der Staat würde sich weder die Betriebsgrundstücke noch die Anlagen noch deren Nutzbarkeit „beschaffen“.

## 1. Zulässige Inhalts- und Schrankenbestimmungen

### a) Weiter Gestaltungsspielraum des Gesetzgebers

Unterliegt das Eigentum bereits zum Zeitpunkt seiner Begründung einem öffentlich-rechtlichen Nutzungsregime, ist der verfassungsrechtliche Schutz der Eigentumsnutzung gegenüber späteren Eingriffen und Ausgestaltungen im Grundsatz auf das danach Erlaubte begrenzt (BVerfG 2016; Rn. 229 ff.). Sieht also das öffentlich-rechtliche Nutzungsregime wie beispielsweise in § 17 BImSchG die Möglichkeit nachträglicher Auflagen und Einschränkungen vor, so ist das der maßgebliche Ausgangspunkt für die Beurteilung der Verfassungsmäßigkeit etwaiger Eingriffe in das Eigentumsrecht.

Denn die konkrete Reichweite des Schutzes durch die Eigentumsgarantie ergibt sich erst aus der Bestimmung von Inhalt und Schranken des Eigentums, die nach Art. 14 Abs. 1 S. 2 GG Sache des Gesetzgebers ist. Dabei ist die Befugnis des Gesetzgebers zur Inhalts- und Schrankenbestimmung umso weiter, je stärker der soziale Bezug des Eigentumsobjekts ist; hierfür sind dessen Eigenart und Funktion von entscheidender Bedeutung (BVerfG 2016; Rn. 218).

Für die auf der Grundlage des Atomgesetzes von den Energieversorgungsunternehmen geschaffenen Atomkraftwerke und damit in Zusammenhang stehenden Eigentumsrechtspositionen ist, so das Bundesverfassungsgericht, zu berücksichtigen, dass es sich hierbei um Eigentum mit einem besonders ausgeprägten sozialen Bezug handelt (BVerfG 2016; Rn. 219).

- ▶ In Anbetracht des in den letzten Jahrzehnten zunehmend in den Vordergrund des öffentlichen Bewusstseins getretenen Klimawandels und der maßgeblichen (Mit)Ursächlichkeit der Verstromung fossiler Energieträger wie insbesondere Kohle kann mit Blick auf den Betrieb von Kohlekraftwerken nichts Anderes gelten. Hinzukommt – neben den CO<sub>2</sub>-Emissionen - der erhebliche Ausstoß weiterer Schadstoffe wie Quecksilber und Feinstaub durch Kohlekraftwerke.
- ▶ Das wiederum verschafft dem Gesetzgeber bei der Ausgestaltung des Immissionsschutzrechts einen besonders weiten Gestaltungsspielraum, auch gegenüber bestehenden Eigentumspositionen, sprich Bestandsanlagen (BVerfG 2016; Rn. 219). Die Befugnis des Gesetzgebers zur Inhalts- und Schrankenbestimmung ist nämlich umso weiter, je mehr das Eigentumsobjekt in einem sozialen Bezug und in einer sozialen Funktion steht. Der Gestaltungsspielraum des Gesetzgebers wird dabei insbesondere durch die wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Verhältnisse geprägt (BVerfG 2016; Rn. 268). Ob und unter welchen Bedingungen der Gesetzgeber eine Technologie wie die Verstromung von Kohle zulässt, ist bei hinreichender Kenntnis der bestehenden Risiken zuerst eine politische Entscheidung, die der Gesetzgeber wesentlich auch von der Akzeptanz dieser Technologie in der Gesellschaft abhängig machen darf (BVerfG 2016; Rn. 307).

### a) Sogar Beseitigung bestehender Rechtspositionen möglich

Der Gesetzgeber darf nicht nur nach Art. 14 Abs. 1 S. 2 GG Eigentumsrechten einen neuen Inhalt geben. Ebenso wie er neue Rechte einführen darf, kann er auch das Entstehen von Rechten, die nach bisherigem Recht möglich waren, für die Zukunft ausschließen. Die Eigentumsgarantie gebietet nicht, einmal ausgestaltete Rechtspositionen für alle Zukunft in ihrem Inhalt unangetastet zu lassen. Selbst die völlige Beseitigung bisher bestehender, durch die Eigentumsgarantie geschützter Rechtspositionen kann unter bestimmten Voraussetzungen zulässig sein (BVerfG 2016; Rn. 269).

- ▶ Das bedeutet, es ist grundsätzlich auch möglich, die immissionsschutzrechtliche Genehmigung für den Betrieb eines Kohlekraftwerks nicht lediglich durch (nachträgliche) Auflagen zu beschränken, sondern gegebenenfalls sogar ganz zu entziehen.

Der Gesetzgeber unterliegt insoweit allerdings besonderen verfassungsrechtlichen Schranken. Der Eingriff in die nach früherem Recht entstandenen Rechte muss durch Gründe des öffentlichen Interesses unter Berücksichtigung des Grundsatzes der Verhältnismäßigkeit gerechtfertigt sein. Die Gründe des öffentlichen Interesses, die für einen solchen Eingriff sprechen, müssen so schwerwiegend sein, dass sie Vorrang haben vor dem Vertrauen des Bürgers auf den Fortbestand seines Rechts, das durch den Art. 14 Abs. 1 S. 1 GG innewohnenden Bestandsschutz gesichert wird (BVerfG 2016; Rn. 269).

- ▶ Der Klimawandel ist eine der größten Bedrohungen für die Menschheit. Deutschland kommt bei der Bekämpfung des Klimawandels eine besondere Verantwortung (siehe oben A.). An dem Vorliegen von schwerwiegenden Gründen des Gemeinwohls kann mithin mit Blick auf einen Kohleausstieg kein Zweifel bestehen. Im Übrigen ist die Entscheidung, ob und unter welchen Bedingungen der Gesetzgeber eine Technologie zulässt, bei hinreichender Kenntnis der bestehenden Risiken zuerst eine politische Entscheidung, die der Gesetzgeber wesentlich auch von der Akzeptanz dieser Technologie in der Gesellschaft abhängig machen darf (siehe soeben). Insofern ist er nicht grundsätzlich gehindert, eine ursprünglich zugunsten der Nutzung der Kohleverstromung getroffene Entscheidung für die Zukunft zu ändern (BVerfG 2016; Rn. 307). Das gilt selbst dann, wenn keine substantiell neuen Erkenntnisse über deren Gefährlichkeit und Beherrschbarkeit dieser Technologie vorliegen (BVerfG 2016; Rn. 307 f.). Das gilt erst recht, wenn die Bedrohung durch den Klimawandel und die (Mit)Ursächlichkeit der Verbrennung fossiler Energieträger dafür immer offenkundiger werden.
- ▶ Unerheblich ist dabei, dass nationale Maßnahmen allein nicht ausreichen, um den weltweiten Klimawandel zu stoppen.

Das Bundesverfassungsgericht hat mit Blick auf den Atomausstieg festgestellt:

„Dass Deutschland weiterhin einem nuklearen Restrisiko durch den Betrieb grenznaher Kernkraftwerke im Ausland ausgesetzt ist, ändert nichts an der Geeignetheit der Laufzeitverkürzung für die Risikominimierung im Inland. Für die Beurteilung der Eignung eines Gesetzes kommt es in erster Linie auf die Förderung der Zielerreichung im eigenen Hoheitsbereich an“ (BVerfG 2016; Rn. 287).

Übertragen auf den Kohleausstieg heißt das, dass entscheidend auf die Eignung eines Kohleausstiegs in Deutschland im Hinblick auf die Förderung der Zielerreichung abzustellen ist, mithin auf die Eignung eines Kohleausstiegs als Beitrag zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen und zur Transformation des Stromversorgungssystems durch die Energiewende in Deutschland. Auch an dieser Eignung kann kein Zweifel bestehen.

#### b) Grundsätzliche Entschädigungslosigkeit

Entzieht der Staat aus Gründen des Gemeinwohls Eigentum, enteignet hierbei jedoch mangels Güterbeschaffung nicht, stellt sich dem Gesetzgeber stets die Frage, ob eine solche Inhalts- und Schrankenbestimmung vor Art. 14 GG nur dann Bestand haben kann, wenn angemessene Ausgleichsregelungen

vorgesehen sind (BVerfG 2016; Rn. 258). Es ist dem Gesetzgeber grundsätzlich nicht verwehrt, eigentumsbeschränkende Inhalts- und Schrankenbestimmungen, die er im öffentlichen Interesse für geboten hält, auch in Härtefällen durchzusetzen, wenn er durch kompensatorische Vorkehrungen unverhältnismäßige oder gleichheitswidrige Belastungen des Eigentümers vermeidet und schutzwürdigem Vertrauen angemessen Rechnung trägt (BVerfG 2016; Rn. 259). Die finanziell ausgleichspflichtige Inhalts- und Schrankenbestimmung ist jedoch die Ausnahme (BVerfG 2016; Rn. 260). Der in Art. 14 GG verankerte Bestandsschutz des Eigentums verlangt im Rahmen des Möglichen vorrangig, eigentumsbelastende Regelungen ohne kompensatorische Ausgleichszahlungen verhältnismäßig auszugestalten.

Das ist mit Blick auf den Kohleausstieg möglich:

a) Keine Garantie der Erfüllung aller Investitionserwartungen

Art. 14 Abs. 1 GG garantiert den Unternehmen ebenso wenig wie andere Grundrechte den Erhalt einer Gesetzeslage, die ihnen günstige Marktchancen sichert. In Art. 14 Abs. 1 GG hat der rechtsstaatliche Grundsatz des Vertrauensschutzes für die vermögenswerten Güter eine eigene Ausprägung gefunden. Geschützt ist das Vertrauen in die Verlässlichkeit und Berechenbarkeit der unter der Geltung des Grundgesetzes geschaffenen Rechtsordnung und der auf ihrer Grundlage erworbenen Rechte. Das Eigentumsgrundrecht schützt damit auch berechtigtes Vertrauen in den Bestand der Rechtslage als Grundlage von Investitionen in das Eigentum und seiner Nutzbarkeit; ob und inwieweit ein solches Vertrauen berechtigt ist, hängt von den Umständen des Einzelfalls ab. Eine Garantie der Erfüllung aller Investitionserwartungen besteht indes nicht. Insbesondere schützt Art. 14 Abs. 1 GG grundsätzlich nicht gegen Änderungen der rechtlichen Rahmenbedingungen wirtschaftlichen Handelns und deren Auswirkungen auf die Marktchancen (BVerfG 2016; Rn. 372).

b) Verhältnismäßigkeitserwägungen im Rahmen der Atomausstiege

Durch das Atomgesetz von 2002 hatte der Gesetzgeber den Atomausstieg geregelt, indem er die Berechtigungen zum Leistungsbetrieb für die Atomkraftwerke durch Zuteilung von Reststrommengen befristete. Die Regelungen des Gesetzes von 2002 beruhten allerdings auf Verhandlungen zwischen der damaligen Bundesregierung und den Betreibern, sie spiegelten also die von den Parteien in der Vereinbarung vom 14. Juni 2000 niedergelegten Modalitäten wider. Im Rahmen der Verhandlungen war seinerzeit unterstellt worden, dass mit dem beabsichtigten Atomausstieg von Art. 14 GG geschützte Eigentumspositionen berührt seien. Die Amortisation getätigter Investitionen sowie eine angemessene Gewinnerzielung sollten möglich bleiben (Deutscher Bundestag 2001). Die Restlaufzeiten wurden daher so ermittelt, dass für jedes Atomkraftwerk sowohl die getätigten Investitionskosten erwirtschaftet als auch Gewinnerwartungen realisiert werden konnten. Dabei wurden Betreiberinteressen besonders berücksichtigt (BMU 2000a; S. I-IX). Die 32 Jahre lagen über dem Zeitfenster, das zunächst als angemessene Amortisationszeit diskutiert worden war. Diese Restlaufzeit wurde zudem in die in diesem Zeitraum produzierbare Reststrommenge umgerechnet, wobei ideale Produktionsraten<sup>92</sup> unterstellt wurden.

Tatsächlich überschreitet bereits eine Frist von 28 Kalenderjahren seit Aufnahme des kommerziellen Leistungsbetriebs die durchschnittliche Amortisationszeit der Atomkraftwerke. Ausweislich eines vom Bundesumweltministerium seinerzeit in Auftrag gegebenen Gutachtens sind die Erstinvestitionen in die Atomkraftwerke nach etwa 19 Jahren bilanziell abgeschrieben; spätestens nach 27 Jahren haben

---

<sup>92</sup> Die Jahresreferenzmenge wurde aus dem jeweiligen Durchschnitt der fünf höchsten Jahresproduktionen berechnet und um 5,5 Prozent erhöht.

sich die Investitionen in die Anlagen nicht nur amortisiert, sondern mit einem Gewinn verzinst, welcher der Höhe der Umlaufrendite öffentlicher Anleihen entspricht (BMU 2000b).<sup>93</sup>

Schon mit einer Frist von 28 Jahren wäre danach dem Schutz des Vertrauens der Betreiber in den Bestand ihrer Rechtspositionen ausreichend Rechnung getragen und der Atomausstieg entschädigungsfrei zulässig gewesen. Eine Frist von 28 Jahren hätte die weitest gehende Ausnutzung der Investitionen der Atomkraftwerksbetreiber, die unter Beachtung des Gesetzesziels eines frühestmöglichen Ausstiegs aus der Kernenergie (Deutscher Bundestag 2011a; S. 5,7/Deutscher Bundestag 2011b). möglich gewesen wäre, gewährleistet.

Das Bundesverfassungsgericht legt in seinem Urteil vom 6. Dezember 2016 für die Prüfung der Verfassungsmäßigkeit der 13. AtG-Novelle die 2002 geschaffene Gesetzeslage zugrunde. Es prüft ausdrücklich nicht, ob 2002 eine andere Festlegung zulässig gewesen wäre. Das heißt, das Gericht geht zwar von dem seinerzeit etablierten System der Reststrommengen aus. In diesem Zusammenhang stellt es jedoch auf den Maßstab der „angemessenen Amortisation und Gewinnsicherung“ zur Ermittlung der Verhältnismäßigkeit einer Inhalts- und Schrankenbestimmung ab.

Das Bundesverfassungsgericht weist dabei auch darauf hin, dass, da dem Gesetzgeber für die Überleitung bestehender Rechtslagen, Berechtigungen und Rechtsverhältnisse ein breiter Gestaltungsspielraum zusteht, er insbesondere von Verfassungswegen nicht gehalten sei, bei Systemwechseln und der Umstellung von Rechtslagen die Betroffenen von jeder Belastung zu verschonen oder jeglicher Sonderlast mit einer Übergangsregelung zu begegnen (BVerfG 2016; Rn. 312).

#### c) Angemessene Amortisation und Gewinnrealisierung bei Kohlekraftwerken

- Um Entschädigungszahlungen auszuschließen, wäre für Kohlekraftwerke also zu ermitteln, wann sich dort die getätigten Investitionen erwirtschaftet haben. Zusätzlich wäre die Realisierung einer angemessenen Gewinnerwartung in Ansatz zu bringen.

Aus der Literatur lassen sich Amortisationszeiträume von 20 Jahren ableiten (Buttermann und Baten 2013; S.47/Gerbaulet et al. 2012; S.18). Nach Berechnungen des Umweltbundesamtes dürften Erstinvestitionen in Kohlekraftwerke nach etwa 15-20 Jahren bilanziell abgeschrieben sein; spätestens nach 25 Jahren dürften sich die Investitionen in die Anlagen nicht nur amortisiert, sondern mit einem Gewinn verzinst haben, welcher der Höhe der Umlaufrendite öffentlicher Anleihen entspricht (UBA 2009). Bei einem Betriebsalter von 35 Jahren wird jedenfalls von einer Amortisation zuzüglich angemessener Gewinnrealisierung ausgegangen (Matthes 2014). Dass Kohlekraftwerke technisch länger als 35 Jahre betrieben werden können, liegt in der Risikosphäre der Betreiber.

Aus dem Vorstehenden folgt:

- Bereits eine Stilllegung von Kohlekraftwerken 35 Jahre nach Aufnahme der kommerziellen Stromeinspeisung bzw. sogar noch deutlich früher (siehe soeben oben) wäre verhältnismäßig und damit entschädigungsfrei möglich. Allein für noch nicht abgeschriebene Bestandsanlagen wären angemessene Übergangsfristen sowie gegebenenfalls Entschädigungen vorzusehen. Bei Festlegung eines CO<sub>2</sub>-Emissionsstandards in Form einer maximal zulässigen CO<sub>2</sub>-Jahresfracht könnten sogar abgeschriebene Kohlekraftwerke weiter betrieben werden, lediglich nicht mehr über die gesamte Zeitspanne eines Jahres.

---

<sup>93</sup> Diese Quelle bezieht sich auf eine Pressemitteilung des BMUBs vom 27. Januar 2000, die nicht mehr online ist.

## 2. Zulässige Differenzierung, Art. 3 Abs. 1 GG

Der Gesetzgeber ist bei der inhaltlichen Festlegung von Eigentümerbefugnissen und -pflichten nach Art. 14 Abs. 1 GG auch an den Gleichheitssatz des Art. 3 Abs. 1 GG gebunden. Eigentumsgestaltende Belastungen müssen daher bei wesentlich gleichen Sachverhalten gleich verteilt werden und Differenzierungen bedürfen stets der Rechtfertigung durch Sachgründe, die dem Ziel und dem Ausmaß der Ungleichbehandlung angemessen sind (BVerfG 2016; Rn. 348).

Mit den in § 7 Abs. 1a AtG von 2011 bis 2022 gestaffelten Abschaltterminen für die einzelnen Atomkraftwerke hat der Gesetzgeber der 13. AtG-Novelle eine Differenzierung zwischen den Kraftwerksbetreibern getroffen. Das bedeutet aber keineswegs – abgesehen vom Atomkraftwerk Krümmel, bei welchem die 2002 zugestandene Reststrommenge nicht verstromt werden konnte – eine Verletzung des Gebots gleichheitsgerechter Ausgestaltung von Inhalt und Schranken des Eigentums. Denn, soweit die diesbezüglichen Differenzierungen sich überhaupt als Ungleichbehandlungen innerhalb des engen Kreises der Betreibergesellschaften, die allein als Grundrechtsträger in Betracht kommen, auswirken, sind sie von dem beträchtlichen Gestaltungsspielraum getragen, der dem Gesetzgeber in komplexen Entscheidungssituationen, wie der hier vorliegenden, zusteht, die von Prognoseunsicherheiten im Hinblick auf künftige Entwicklungen belastet ist (BVerfG 2016; Rn. 389).

Die in der Abwägung zwischen dem legitimen Beschleunigungsziel der 13. AtG-Novelle, der Notwendigkeit der Gewährleistung von regionaler Versorgungssicherheit und der Berücksichtigung der berechtigten Eigentums- und Vertrauensschutzinteressen der betroffenen Versorgungsunternehmen mit § 7 Abs. 1a S. 1 AtG getroffene Entscheidung hält – abgesehen vom Fall des Atomkraftwerks Krümmel – auch einer über die bloße Willkürprüfung hinausgehenden verfassungsgerichtlichen Gleichbehandlungskontrolle stand. Dies gilt insbesondere deshalb, weil die Ungleichbehandlungen der einzelnen Kernkraftwerke zwischen den Gruppen des § 7 Abs. 1a S. 1 AtG und innerhalb dieser Gruppen sämtlich Differenzierungen jenseits oder allenfalls auf der 32-Jahre-Laufzeitgrenze betreffen. Soweit die Staffellung danach einzelne Atomkraftwerke besser stellt als andere, sind die damit verbundenen Unterschiede in der Vorteilsgewährung angesichts ihres eher geringen Gewichts mit Rücksicht auf den gerade in derart komplexen Entscheidungssituationen weiten Gestaltungsspielraum des Gesetzgebers von den Betroffenen hinzunehmen (BVerfG 2016; Rn. 389).

- ▶ Im Hinblick auf den Kohleausstieg bedeutet das: Differenzierungen zwischen den einzelnen Kohlekraftwerken sind grundsätzlich zulässig. Sie sind jedenfalls dann mit Art. 3 Abs. 1 GG vereinbar, wenn sie erst jenseits einer Betriebszeit ansetzen, die eine angemessene Amortisation und Gewinnrealisierung berücksichtigt, ihnen gewichtige Erwägungen wie insbesondere auch die Gewährleistung der regionalen Versorgungssicherheit zugrunde liegen und die Ungleichbehandlung sich in einem dadurch begründeten überschaubaren Ausmaß bewegt.

## 3. Fazit

Es ist grundsätzlich möglich, die immissionsschutzrechtliche Genehmigung für den Betrieb eines Kohlekraftwerks nicht lediglich durch (nachträgliche) Auflagen zu beschränken, sondern gegebenenfalls sogar ganz zu entziehen (siehe auch Ziehm 2017; hierauf ohne Bezugnahme, obwohl in Argumentation und Ergebnis ebenso: Däuper et al. 2017). Die Bedrohung durch den Klimawandel und die maßgebliche (Mit)Ursächlichkeit der Kohleverstromung sind hinreichend schwerwiegende Gründe des Gemeinwohls, die den Entzug der immissionsschutzrechtlichen Genehmigungen rechtfertigen können. Unerheblich ist dabei, dass nationale Maßnahmen allein nicht ausreichen, um den weltweiten Klimawandel zu stoppen. Entscheidend ist, dass ein geeigneter Beitrag zu Bekämpfung des Klimawandels geleistet wird.

Art. 14 Abs. 1 GG garantiert den Unternehmen nicht den Erhalt einer Gesetzeslage, die ihnen günstige Marktchancen sichert. Eine Garantie zur Erfüllung aller Investitionserwartungen gibt es nicht. Um eine - ausnahmsweise - Entschädigungspflicht auszuschließen, ist für Kohlekraftwerke zu ermitteln, wann sich dort die getätigten Investitionen erwirtschaftet haben. Zusätzlich ist die Realisierung einer angemessenen Gewinnerwartung in Ansatz zu bringen. Wird diese Grenze gewahrt, kommt auch eine gestaffelte Abschaltung der Kraftwerke in Betracht.

Beispielsweise durch die Anknüpfung an den fixen Zeitpunkt der Aufnahme der kommerziellen Stromspeisung bei Bestandsanlagen für das Erlöschen immissionsschutzrechtlicher Genehmigungen nach § 4 BImSchG würden sukzessive im Laufe der Jahre weitere Anlagen vom Netz gehen. Damit kann ein zur Erreichung der Treibhausgasneutralität und der Transformation des Stromversorgungssystems notwendiger Pfad der kontinuierlichen Degression der Gesamtemissionen sichergestellt werden. Durch eine solche Differenzierung können zudem Aspekte der Gewährleistung von regionaler Versorgungssicherheit Berücksichtigung finden.

## **8.6 Anpassung der Landesplanung und Flächennutzungsplanung an die Erfordernisse eines Strukturwandels**

Ein Strukturwandel in den betroffenen Regionen setzt voraus, dass die fraglichen Bundesländer zügig die planerischen Grundlagen für eine Landesentwicklung hin zu Strukturen ohne Braunkohleverstromung und ohne Braunkohlentagebaue schaffen. Aufgezeigt sei der insoweit bestehende Handlungsbedarf am Beispiel des Landes Brandenburg:

Die Grundsätze und Ziele der Raumordnung des Landes Brandenburg werden im Rahmen der gemeinsamen Landesplanung mit dem Land Berlin für den gemeinsamen Planungsraum in einem gemeinsamen Landesentwicklungsprogramm und in gemeinsamen Landesentwicklungsplänen festgelegt (§ 1 Abs. 2 LPIV in Verbindung mit Art. 7 und Art. 8 LPIV).

Auf der Grundlage eben dieses gemeinsamen Landesentwicklungsprogramms und der gemeinsamen Landesentwicklungspläne werden gemäß § 12 des Gesetzes zur Regionalplanung und zur Braunkohlen- und Sanierungsplanung (RgBkPlG) des Landes Brandenburg Braunkohlenpläne aufgestellt.

Das heißt, durch die gemeinsame Landesplanung von Berlin und Brandenburg werden die landesplanerischen Grundlagen für die Zulassung neuer Braunkohlentagebaue geschaffen - oder eben ausgeschlossen.

Das gemeinsame Landesentwicklungsprogramm Berlin-Brandenburg 2007 ist als Staatsvertrag zwischen Berlin und Brandenburg vereinbart worden.<sup>94</sup> Der Landesentwicklungsplan Berlin-Brandenburg 2009 ist am 15. Mai 2009 in Berlin und in Brandenburg am 2. Juni 2015<sup>95</sup> jeweils als Rechtsverordnung der Landesregierung in Kraft getreten.<sup>96</sup>

Das gemeinsame Landesentwicklungsprogramm 2007 enthält keinen Ausschluss neuer Braunkohlentagebaue, es setzt sich mit der Problematik neuer Braunkohlentagebaue vor dem Hintergrund von Klimawandel und Energiewende nicht auseinander. Vielmehr delegiert es diese trotz deren offensichtli-

---

<sup>94</sup> Vgl. Art. 7 Abs. 1 LPIV und das Gesetz zu dem Staatsvertrag der Länder Berlin und Brandenburg über das Landesentwicklungsprogramm 2007 (LEPro 2007) und die Änderung des Landesplanungsvertrages vom 18. Dezember 2007.

<sup>95</sup> Die ursprüngliche brandenburgische Rechtsverordnung über den Landesentwicklungsplan Berlin-Brandenburg vom 31. März 2009 war vom OVG Berlin-Brandenburg mit Urteil vom 16. Juni 2014 - Az. 10 A 8.10 - aus formellen Gründen für unwirksam erklärt worden, so dass der Erlass einer neuen Rechtsverordnung erforderlich war und 2015 erfolgt ist.

<sup>96</sup> Berlin: GVBl. S. 182; Brandenburg: GVBl. II Nr. 24.

cher Raumbedeutsamkeit und Relevanz für die künftige Entwicklung wesentlicher Teile der Hauptstadtregion Berlin-Brandenburg ausschließlich auf nachgeordnete Planungsebenen. So heißt es im Landesentwicklungsprogramm 2007 lediglich:

*„Die planmäßige Gewinnung heimischer Bodenschätze dient der sicheren Versorgung der Energie- und Bauwirtschaft mit Rohstoffen. Bei der Rohstoffgewinnung entstehende Nutzungskonflikte sollen unter Beachtung der Nachhaltigkeitskriterien, d. h. abgewogen im Interesse sozialer, wirtschaftlicher, kultureller und ökologischer Belange, gelöst werden. Die raumordnerischen Voraussetzungen zur Gewinnung von Braunkohle werden durch die Aufstellung von Braunkohlenplänen geschaffen.“<sup>97</sup>*

Damit nimmt das gemeinsame Landesentwicklungsprogramm in einem wesentlichen Aspekt seinen Auftrag nicht wahr. Raumbedeutsame Konflikte werden transferiert.

Der Landesentwicklungsplan von 2009 bejaht ein öffentliches Interesse, „wenn im Rahmen von Braunkohlenplänen der Abbau von Braunkohlevorkommen vorgesehen ist“.<sup>98</sup> Der Verstromung von Braunkohle wird besondere Bedeutung beigemessen und das sogar langfristig. Wörtlich heißt es insoweit zu Ziffer 6.9 im Landesentwicklungsprogramm:

*„Die Nutzung bzw. Gewinnung der einheimischen Energiepotenziale (konventionelle Energien, z. B. Braunkohle sowie regenerative Energien, z. B. Windenergie, Solarenergie, Bioenergie, Geothermie) hat eine erhebliche energiesichernde und wirtschaftliche Bedeutung für den gemeinsamen Planungsraum. Die Verstromung der einheimischen Braunkohle mit emissionsarmen Technologien soll unter umwelt- und sozialverträglicher Gewinnung der Braunkohle langfristig gesichert werden. Hinsichtlich der Klimaschutzziele sollen zudem Erneuerbare Energien besonders entwickelt und gefördert werden. Für einen zukunftssicheren Energiemix kommt neben der Nutzung von Braunkohle, anderen konventionellen Energiearten und Windenergie auch der Biomassenutzung und Solarenergie, sowie der Tiefen- und oberflächennahen Geothermie eine besondere Bedeutung zu.“*

Aufgabe der Raumordnung ist die Entwicklung, Ordnung und Sicherung des Raums, die Abstimmung unterschiedlicher Anforderungen an den Raum und der planerische Ausgleich von Konflikten sowie die Vorsorge für einzelne Raumfunktionen und Raumnutzungen (§ 1 Abs. 1 Raumordnungsgesetz (ROG)). Herausragende Bedeutung hat dabei die Leitvorstellung einer nachhaltigen, zukunftsfähigen Entwicklung des Raumes gemäß § 1 Abs. 2 ROG. Konkret sind Entwicklungspotenziale eines Raumes zu sichern und Ressourcen nachhaltig zu schützen (vgl. § 2 Abs. 2 Nr. 1 ROG), Naturgüter sind sparsam und schonend in Anspruch zu nehmen, Grundwasservorkommen sind zu schützen, den räumlichen Erfordernissen des Klimaschutzes ist durch Maßnahmen, die dem Klimawandel entgegenwirken, Rechnung zu tragen (vgl. § 2 Abs. 2 Nr. 6 ROG). Diesen Anforderungen genügt die gemeinsame Landesplanung bislang nicht, die Auswirkungen neuer Braunkohlentagebaue werden bereits nicht in Beziehung zu den Vorgaben des Raumordnungsgesetzes gesetzt.

Vor allem aber ist die gegenwärtige gemeinsame Landesplanung im Ergebnis auf eine „Freihalteplanung“ für Braunkohlentagebaue hin ausgerichtet, statt einen sukzessiven Strukturwandel in den entsprechenden Planungsräumen einzuleiten.

Für das Planfeststellungsrecht ist anerkannt, dass eine unzulässige „Vorratsplanung“ dann vorliegt, wenn ein Vorhaben nicht innerhalb eines absehbaren Zeitrahmens realisiert werden kann oder soll.<sup>99</sup>

---

<sup>97</sup> Landesentwicklungsprogramm 2007, Erläuterung zu § 6.

<sup>98</sup> Vgl. die Ausführungen im Landesentwicklungsprogramm zu Ziffer 5.2.

<sup>99</sup> Siehe nur BVerwG, Urt. v. 24. November 1989, 4 C 41.88, BVerwGE 84, 123, 128.

In einem derartigen Fall fehlt es schon an der Planrechtfertigung. Jedenfalls hat eine solche Planung kein hinreichendes Gewicht, um sich gegen gegenläufige Belange durchzusetzen.

Überträgt man den hier zugrunde liegenden Gedanken auf die übergeordnete Planungsebene, auf der es zwar noch nicht um die konkrete Genehmigung von Vorhaben, dafür aber um die grundsätzliche landesplanerische Ermöglichung oder den Ausschluss von Vorhaben durch die entsprechende „Freihaltung“ von Flächen für eben derartige Vorhaben oder deren grundsätzlichen Ausschluss geht, so müssen auch insofern zumindest die grundsätzlichen Realisierungsaussichten mit berücksichtigt werden. Die Landesplanung kann ihre Funktion als zusammenfassende Planung durch eine abwägende Koordinierung aller Raumansprüche<sup>100</sup> nur dann erfüllen, wenn sie keine Raumansprüche in ihre Abwägung miteinbezieht, deren Realisierung auszuschließen, jedenfalls aber in hohem Maße zweifelhaft ist.

Landesplanung ist gerade nicht statisch, sie ist an neue Erkenntnisse und geänderte Bedürfnisse anzupassen. Für die gemeinsamen Landesentwicklungspläne Berlin-Brandenburg ist das explizit vorgegeben: Sie sollen spätestens zehn Jahre nach ihrer Aufstellung überprüft werden (Art. 8 Abs. 5 LPiV).

Um einen Strukturwandel auch planerisch zu ermöglichen und zu fördern, sollte mithin zügig im Rahmen der gemeinsamen Landesplanung eine Revision insbesondere des Landesentwicklungsplans 2009 jedenfalls insoweit angegangen werden, als dort Aussagen über neue Braunkohlentagebaue und die künftige Verstromung von (Braun)Kohle in der Hauptstadtregion Berlin-Brandenburg getroffen werden.

Entsprechend ist sodann (oder bereits parallel) auf den nachgeordneten Planungsebenen – insbesondere der Ebene der Flächennutzungsplanung – die Ansiedelung neuer Industrien zu ermöglichen und „anzureizen“.

---

<sup>100</sup> Siehe auch *Lautner*, Funktionen raumordnerischer Verfahren, 1998, S. 54 m.w.N.