

Becker, Lisa; Lutz, Christian

Research Report

Jobmotor Klimaschutz: Beschäftigungseffekte durch ambitionierten Klimaschutz

GWS Research Report, No. 2021/01

Provided in Cooperation with:

GWS - Institute of Economic Structures Research, Osnabrück

Suggested Citation: Becker, Lisa; Lutz, Christian (2021) : Jobmotor Klimaschutz: Beschäftigungseffekte durch ambitionierten Klimaschutz, GWS Research Report, No. 2021/01, Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung (GWS), Osnabrück

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/245954>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.



SPECIALISTS IN
EMPIRICAL ECONOMIC
RESEARCH

GWS RESEARCH REPORT 2021/01

Jobmotor Klimaschutz

Beschäftigungseffekte durch ambitionier-
ten Klimaschutz

Lisa Becker

Christian Lutz

Impressum

AUTOREN/-INNEN

Lisa Becker

Tel.: +49 541 40933-287, E-Mail: becker@gws-os.com

Dr. Christian Lutz

Tel.: +49 541 40933-120, E-Mail: lutz@gws-os.com

TITEL

Jobmotor Klimaschutz – Beschäftigungseffekte durch ambitionierten Klimaschutz

VERÖFFENTLICHUNGSDATUM

© GWS mbH Osnabrück, Oktober 21

HAFTUNGSAUSSCHLUSS

Die in diesem Papier vertretenen Auffassungen liegen ausschließlich in der Verantwortung der Verfasser/-innen und spiegeln nicht notwendigerweise die Meinung der GWS mbH wider.

FÖRDERHINWEIS

Die Ergebnisse wurden im Rahmen eines durch Greenpeace geförderten Projektes erarbeitet.

HERAUSGEBER DER GWS RESEARCH REPORT SERIES

Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung (GWS) mbH

Heinrichstr. 30

49080 Osnabrück

ISSN 2196-4262

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	IV
Tabellenverzeichnis	V
Abkürzungsverzeichnis	VI
Zusammenfassung	VII
1 Einleitung	1
2 Literaturüberblick	2
2.1 Modellierung der ökonomischen Effekte einer Politikmaßnahme oder Transformation	2
2.2 Aktuelle Quantifizierungen der Beschäftigungseffekte in Deutschland	4
2.3 Auswertung von Szenarien bis 2030	7
2.3.1 Szenarien für Deutschland	7
2.3.2 Einordnung in den globalen und europäischen Rahmen	14
3 Ökonomische Wirkungen einer Verschärfung der Reduktionsziele als Reaktion auf den Beschluss des BVerfG	16
3.1 Annahmen für einen mit einer 65%igen THG-Reduktion kompatiblen EE-Ausbau im Stromsektor (65-%-Szenario bis 2030)	16
3.2 Ergebnisse des 65-%-Szenarios	17
3.3 Ausblick auf eine Verschärfung des Reduktionsziels auf mindestens 70 % bis 2030	18
4 Schlussfolgerungen	20
Literaturverzeichnis	22

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1:	Beschäftigung im EE-Bereich von 2000 bis 2018	5
Abbildung 2:	Beschäftigungseffekt im Jahr 2030 im Zusammenhang mit der THG-Reduktion des jeweiligen Szenarios	11
Abbildung 3:	Absolute Abweichungen der Erwerbstätigkeit im Jahr 2030 nach Wirtschaftszweigen im 65-%-Szenario gegenüber dem KSP-Szenario	18

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Überblick über die verwendeten Szenarienstudien	8
Tabelle 2:	Gesamtwirtschaftliche Beschäftigungseffekte im Jahr 2030 als absolute Abweichung von der entsprechenden Referenzentwicklung	9
Tabelle 3:	Zusatzinvestitionen und BIP-Effekt im Jahr 2030 gegenüber der entsprechenden Referenzentwicklung	14
Tabelle 4:	Installierte Leistung für Windenergie und PV aktuell und im KSP- und 65-%-Szenario im Jahr 2030	16
Tabelle 5:	Relative Abweichungen für BIP und BIP-Komponenten (preisbereinigt) und Erwerbstätigkeit im 65-%-Szenario gegenüber dem KSP-Szenario	17

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AGEE-Stat	Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik
BBC	British Broadcasting Corporation
BCG	Boston Consulting Group
BDI	Bundesverband der Deutschen Industrie
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BVerfG	Bundesverfassungsgericht
CAN	Climate Action Network
CEPA	Classification of Environmental Protection Activities and Expenditure
Destatis	Statistisches Bundesamt
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
DNR	Deutscher Naturschutzring
EE	Erneuerbare Energien
EU	Europäische Union
FiBL	Forschungsinstitut für biologischen Landbau
Fraunhofer-IAO	Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation
Fraunhofer-IEE	Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik
Fraunhofer-IFAM	Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung
Fraunhofer-ISI	Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung
GE	General Electric
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
GW	Gigawatt
GWS	Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung
IAB	Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung
IEA	International Energy Agency
iinas	Internationales Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IREES	Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien
IRENA	International Renewable Energy Agency
IWU	Institut Wohnen und Umwelt
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KSP	Klimaschutzprogramm
OECD	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
PV	Photovoltaik
RWI	Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung Essen
SRU	Sachverständigenrat für Umweltfragen
THG	Treibhausgas
UBA	Umweltbundesamt
vbw	Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft
VDA	Verband der Automobilindustrie
VDMA	Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau
VW	Volkswagen

ZUSAMMENFASSUNG

Klima- und Umweltschutz spielen bereits heute eine wichtige Rolle auf dem Arbeitsmarkt. Durch den Ausbau erneuerbarer Energien, Investitionen in Energieeffizienzmaßnahmen sowie durch die Nachfrage nach umweltschutzorientierten Dienstleistungen und Umweltschutzgütern ergibt sich aktuell ein Beschäftigungseffekt von etwa 2,8 Mio. Personen. In Szenarienanalysen bis 2030 werden die Beschäftigungswirkungen einer umfassenden Wirtschaftswende oder einzelner Bereiche der Transformation für die Zukunft abgeschätzt. In dem überwiegenden Teil der Studien wird ein positiver Beschäftigungseffekt berechnet, der bei mehreren hunderttausend zusätzlichen Personen gegenüber einer Referenzentwicklung liegt. Insbesondere das Baugewerbe und die Elektroindustrie gehen als Gewinner hervor – außerdem können Wirtschaftsbereiche wie der Handel oder der Dienstleistungssektor von der gesamtwirtschaftlich besseren Lage profitieren. Negative Effekte auf die Beschäftigung werden für die fossile Energiewirtschaft und die Automobilbranche aufgrund des Übergangs zu erneuerbaren Energien und Elektromobilität erwartet, die im Vergleich zu den positiven Effekten jedoch gering sind. Allerdings wird die Wirtschaftswende Veränderungen auf dem Arbeitsmarkt, die durch die Digitalisierung und weitere Trends zu erwarten sind, zusätzlich beschleunigen. Über die Beschäftigung hinaus sind weitergehende ökonomische Effekte (z. B. auf das BIP) überwiegend positiv.

Auf den Beschluss des Bundesverfassungsgerichts vom April 2021 hat die Bundesregierung mit einer Erhöhung des Emissionsreduktionsziels für Deutschland auf 65 % bis 2030 gegenüber 1990 reagiert. Bis 2020 gingen die THG-Emissionen ohne Berücksichtigung der Pandemieeffekte um etwa 38 % zurück. Die Wirtschaftswende muss also drastisch beschleunigt werden. Allein durch einen stärkeren Ausbau der erneuerbaren Energien im Strombereich, der mit einer 65%igen Emissionsreduktion vereinbar ist, ergeben sich knapp 60 000 zusätzliche Erwerbstätige im Jahr 2030 gegenüber dem bisherigen Zielpfad einer 55%igen Emissionsreduktion.

Eine weitere Zielverschärfung wird von verschiedenen Seiten gefordert. Auch Greenpeace hält angesichts des verbleibenden CO₂-Budgets eine Emissionsreduktion von mindestens 70 % bis 2030 und Klimaneutralität bereits vor 2040 für notwendig, was u. a. durch einen stärkeren Ausbau der Windenergie verwirklicht werden soll. Die genauen ökonomischen Effekte hierfür lassen sich ohne Modellrechnung nicht präzise quantifizieren. Vor dem Hintergrund der bestehenden Abschätzungen liegt es jedoch nahe, dass höhere Ausbauziele zu einem gesamtwirtschaftlich positiven Beschäftigungseffekt führen. Dabei müssen jedoch Grenzen der Umsetzbarkeit wie Restriktionen des Arbeitsmarktes, technologische Entwicklungen oder gesellschaftliche Akzeptanz berücksichtigt werden.

Die Notwendigkeit einer Wirtschaftswende liegt in der Vermeidung einer hohen Erderwärmung begründet. Die Transformation wird nicht in erster Linie angestrebt, um damit Arbeitsplätze zu schaffen, sondern da sie zum Schutz von Mensch und Umwelt unumgänglich ist. Angesichts der positiven gesamtwirtschaftlichen Effekte und der hohen Unsicherheit über die Folgen des Klimawandels ist eine klimaneutrale Wirtschaftsweise auch aus ökonomischer Sicht der einzig vernünftige Weg.

1 EINLEITUNG

In der öffentlichen Diskussion entsteht oftmals der Eindruck eines Widerspruchs zwischen einer gesamtwirtschaftlich positiven Entwicklung und wirksamem Klimaschutz. Zunehmend wird klar, dass die Klimakrise tiefgreifende Veränderungen erzwingt. Gleichzeitig zählen klimafreundliche Unternehmen zu Wachstumslokomotiven und sichern zunehmend Wohlstand und Beschäftigung.

Auf politischer Ebene bekennen sich immer mehr Staaten zum Klimaschutz oder kündigen ehrgeizigere Ziele an – die USA sind im Jahr 2021 zum Pariser Klimaabkommen zurückgekehrt. Der G7-Gipfel im Juni 2021 hat gezeigt, dass sich die sieben großen westlichen Industrieländer über ambitionierten Klimaschutz grundsätzlich einig sind, auch wenn es an konkreter Umsetzung noch mangelt. Schließlich hat sich der größte Treibhausgas (THG)-Emittent China THG-Neutralität für 2060 als Ziel gesetzt. Das Emissionsreduktionsziel innerhalb der EU für 2030 wurde auf 55 % gegenüber 1990 angehoben – das EU-Parlament hatte sich zuvor für 60 % ausgesprochen (BBC 2020). Von mehreren Seiten wird sogar ein Ziel von 65 % gefordert, damit es mit dem 1,5-°C-Ziel vereinbar ist (CAN Europe 2019, Climate Action Tracker 2021). Die Mitgliedsstaaten werden ihre nationalen Ziele folglich anpassen müssen. Indessen führte in Deutschland der Beschluss des Bundesverfassungsgerichts vom 29. April 2021 über die Verfassungswidrigkeiten von Teilen des Klimaschutzgesetzes dazu, dass die Bundesregierung nachgesteuert hat, indem sie das nationale Ziel für 2030 von 55 % auf 65 % gegenüber 1990 erhöht und die Erreichung der Klimaneutralität um fünf Jahre auf 2045 vorgezogen hat.

Angesichts der aktuellen Entwicklungen und der zunehmenden und tiefgreifenden Transformation werden im Folgenden die Beschäftigungswirkungen und gesamtwirtschaftlichen Wirkungen der Wirtschaftswende dahingehend untersucht, ob und inwieweit sie den Eindruck eines vermeintlichen Widerspruchs zwischen Ökonomie und Ökologie bestätigen oder entgegenstehen. Dafür folgt nach einer kurzen methodischen Einführung (Abschnitt 2.1) zunächst anhand bestehender aktueller Literatur ein Überblick darüber, welche Effekte auf dem Arbeitsmarkt im Zusammenhang mit der Wirtschaftswende bereits hervorgerufen wurden (Abschnitt 2.2) und welche Effekte sich für die zukünftigen Transformationsprozesse abschätzen lassen (Abschnitt 2.3). Nachfolgend wird für den Pfad einer 65%igen Emissionsreduktion berechnet, welche ökonomischen Wirkungen sich aus dem erhöhten Ausbau der erneuerbaren Energien im Strombereich ableiten lassen. Darüber hinaus wird ein Ausblick auf mögliche Effekte für ein nationales 70%-THG-Reduktionsziel für das Jahr 2030 gegeben (Abschnitt 3). Schließlich werden die gewonnenen Erkenntnisse zusammengefasst und daraus Schlussfolgerungen gezogen (Abschnitt 4).

2 LITERATURÜBERBLICK

2.1 MODELLIERUNG DER ÖKONOMISCHEN EFFEKTE EINER POLITIKMAßNAHME ODER TRANSFORMATION

Die Ermittlung der ökonomischen Effekte einer Politikmaßnahme oder eines umfassenden Reformprogramms ist eine grundlegende Frage der Wirtschaftspolitik und der dahinterstehenden volkswirtschaftlichen Forschung. Anders als in den Naturwissenschaften kann die Volkswirtschaftslehre als Sozialwissenschaft keine Experimente unter Laborbedingungen wiederholt durchführen, um bestimmte Mechanismen zu verstehen. Hintergrund ist, dass der Mensch als Teil des ökonomischen Systems Zusammenhänge oft schnell begreift und sein Verhalten immer wieder anpasst. Ökonomen/-innen versuchen das menschliche Verhalten häufig durch vereinfachende Annahmen zu beschreiben. In der vorherrschenden neoklassischen Sichtweise maximiert jeder Haushalt seinen Nutzen und jedes Unternehmen seinen Gewinn. Die Sozialforschung zeigt allerdings, dass dies eine stark vereinfachende Annahme ist. Um die Unsicherheit über die Wirkung wirtschaftspolitischer Maßnahmen zu begrenzen, nutzen Ökonomen/-innen Modelle, die den für die Fragestellung relevanten Teil der Wirklichkeit abbilden sollen. Je nach Modellsystem müssen dabei Annahmen über Verhaltensweisen getroffen werden, die sich u. a. durch die Maßnahme selbst auch ändern können. Durchaus vergleichbar ist die ökonomische Modellbildung und -nutzung mit der Abbildung des aktuellen Infektionsgeschehens in der Corona-Pandemie. Welchen Einfluss hat etwa die Verfügbarkeit des Impfstoffs x oder das Aufkommen der Variante y auf das Infektionsgeschehen? Hinterher (ex post) lässt sich die Entwicklung gut erklären bzw. parametrisieren. Der Blick in die Zukunft (ex ante) ist mit verschiedenen Unsicherheiten (Verständnis der Zusammenhänge, induzierte Verhaltensänderungen) verbunden.

Die für wirtschaftspolitische Fragestellungen eingesetzten Modelle unterscheiden sich nach dem betrachteten Zeithorizont. Vereinfacht lassen sich kurzfristige konjunkturelle Entwicklungen und Wirkungen von längerfristigen strukturellen Entwicklungen und Wirkungen unterscheiden. Für die kurze Frist werden hoch aggregierte Modelle genutzt, die auf Quartalsdaten beruhen und vor allem für Konjunkturprognosen genutzt werden. Für die Abbildung spezifischer wirtschaftspolitischer Maßnahmen fehlen ihnen meist konkrete Anknüpfungspunkte. Der Grund dafür ist, dass konsistente strukturelle Informationen über die Entwicklung einer Volkswirtschaft mit größerem Zeitverzug und nur jährlich zur Verfügung stehen. Entsprechende Modelle mit Strukturinformationen betrachten üblicherweise einen längeren Zeitraum, in dem kurzfristige Konjunkturschwankungen keine Rolle spielen. Mit entsprechenden Strukturmodellen (Lehr & Lutz 2020) können z. B. die Beschäftigungswirkungen von Maßnahmen besser erfasst werden. Es lassen sich die direkten, indirekten und induzierten Effekte ermitteln. Bei verstärkter Gebäudesanierung werden mehr Beschäftigte im Ausbaugewerbe benötigt (direkt) und Zulieferindustrien, die z. B. Dämmmaterialien herstellen, bekommen mehr Aufträge (indirekt). Darüber hinaus kommt es zu induzierten Effekten, die sich auf verschiedenen Märkten abspielen (die Arbeitslosigkeit sinkt, die IG Bau fordert höhere Löhne, die Bundesagentur für Arbeit hat höhere Einnahmen und niedrigere Ausgaben; zugleich steigen die Baukosten, die Nachfrage nach Neubauten und Sanierungen geht zurück etc.). Die Erfassung all dieser Zusammenhänge ist komplex und mit der Unsicherheit behaftet, dass sich die Strukturen dauerhaft ändern werden – teilweise ausgelöst durch die Maßnahmen selbst. Die Modellergebnisse beschränken sich nicht auf Beschäftigungseffekte, sondern erfassen auch viele andere

gesamtwirtschaftliche Zusammenhänge wie die Wirkung auf die Wirtschaftsleistung (BIP), das Preisniveau oder die Produktionsentwicklung in einzelnen Industrien.

Die Abschätzung von gesamtwirtschaftlichen Effekten, die im Folgenden am Beispiel der Beschäftigungseffekte dargestellt wird, kann sowohl ex post (siehe Abschnitt 2.2) als auch ex ante (siehe Abschnitt 2.3) erfolgen. Eine nachträgliche Berechnung dient vor allem dem Monitoring von Politikmaßnahmen, etwa beim Ausbau erneuerbarer Energien (EE) oder bei der Förderung der Gebäudesanierung. Sie basiert auf statischen Berechnungen, die die tatsächliche, von der amtlichen Statistik ermittelte Wirtschaftsstruktur nutzen, um damit direkte und indirekte Effekte der Maßnahme zu berechnen. Direkte Effekte, die in dem betroffenen Wirtschaftszweig selbst erzielt werden, ergeben sich durch eine höhere Nachfrage infolge von Investitionen und laufenden variablen Kosten, wie z. B. Betriebs- und Wartungskosten im Fall von EE-Anlagen. Darüber hinaus lassen sich indirekte Beschäftigungseffekte in den vorgelagerten Wirtschaftszweigen bestimmen. Die sogenannte Bruttobeschäftigung, d. h. die Summe aus direkten und indirekten Effekten, erlaubt ausschließlich Aussagen darüber, welche positiven Effekte erzielt werden („Wie viele Personen arbeiten in einem bestimmten Bereich?“) bzw. welche Berufe auf die untersuchte Aktivität zurückgeführt werden können.

Ex-ante-Analysen schließen in der Regel neben den direkten und indirekten Effekten auch induzierte Effekte mit ein. Diese können einerseits positiv sein, wenn eine zusätzliche Investition weitere Aktivitäten in der Volkswirtschaft anstößt (Multiplikatoreffekt), z. B. wenn ein/-e zusätzlich eingestellte/-r Bauarbeiter/-in vermehrt andere Produkte nachfragt, was wiederum deren Produktion anregt. Demgegenüber stehen negative Effekte, die sich entweder durch eine Verdrängung von Investitionen (z. B. in der fossilen Energiewirtschaft, wenn ein Gaskraftwerk nicht gebaut wird, Substitutionseffekt), durch mindernde Nachfrageimpulse (z. B. durch höhere Energiekosten, Einkommenseffekt) oder durch niedrigere Exporte bzw. höhere Importe ergeben können. Auf gesamtwirtschaftlicher Ebene können Preise durch höhere Nachfrage steigen, wie es sich aktuell etwa bei Baumaterialien zeigt. Dann werden vielleicht andere geplante Investitionen verschoben, sodass der Effekt am Ende aller Anpassungen (netto) kleiner ausfällt als der Bruttoeffekt. Die Nettoeffekte („Wie verändert sich die Gesamtzahl der Beschäftigten durch eine Maßnahme oder die Wirtschaftswende insgesamt?“) werden in dynamischen Modellrechnungen ermittelt, in denen unterschiedliche Szenarien über zukünftige Entwicklungen (z. B. den Ausbau erneuerbarer Energien) miteinander verglichen werden. Im Modellrahmen lässt sich dann unter sonst gleichen Bedingungen der Unterschied in den Ergebnisgrößen auf die unterschiedlichen Annahmen in den Szenarien zurückführen. Zur Ermittlung der Nettobeschäftigung, d. h. des Saldos aus positiven und negativen Effekten, bedarf es demnach Szenarienrechnungen, in denen die Rückkopplungen aller Wirkungen umfassend abgebildet werden und in denen schließlich zwei unterschiedliche Entwicklungen einander gegenübergestellt werden. Selten findet dies Anwendung bei Ex-post-Bewertungen, bei denen die Abweichung einer realen Entwicklung von einem kontrafaktischen Pfad berechnet wird, die als erzielter Nettobeschäftigungseffekt interpretiert werden kann (vgl. z. B. GWS & Prognos 2018). Üblicherweise kommen Szenarienrechnungen bei Ex-ante-Analysen zum Einsatz, bei denen mögliche Zukunftspfade mit einem Business-as-usual-Szenario als Referenzentwicklung verglichen werden. Die Ergebnisse lassen Wenn-Dann-Aussagen über zukünftige Entwicklungen zu.

Abschätzungen der Folgen energie- und klimapolitischer Maßnahmen in Deutschland oder der EU unterstellen in der Regel gleiche Annahmen in den Szenarien für den Rest der Welt. Der Grund dafür ist, dass Deutschland die Politikziele anderer Länder nicht direkt beeinflussen

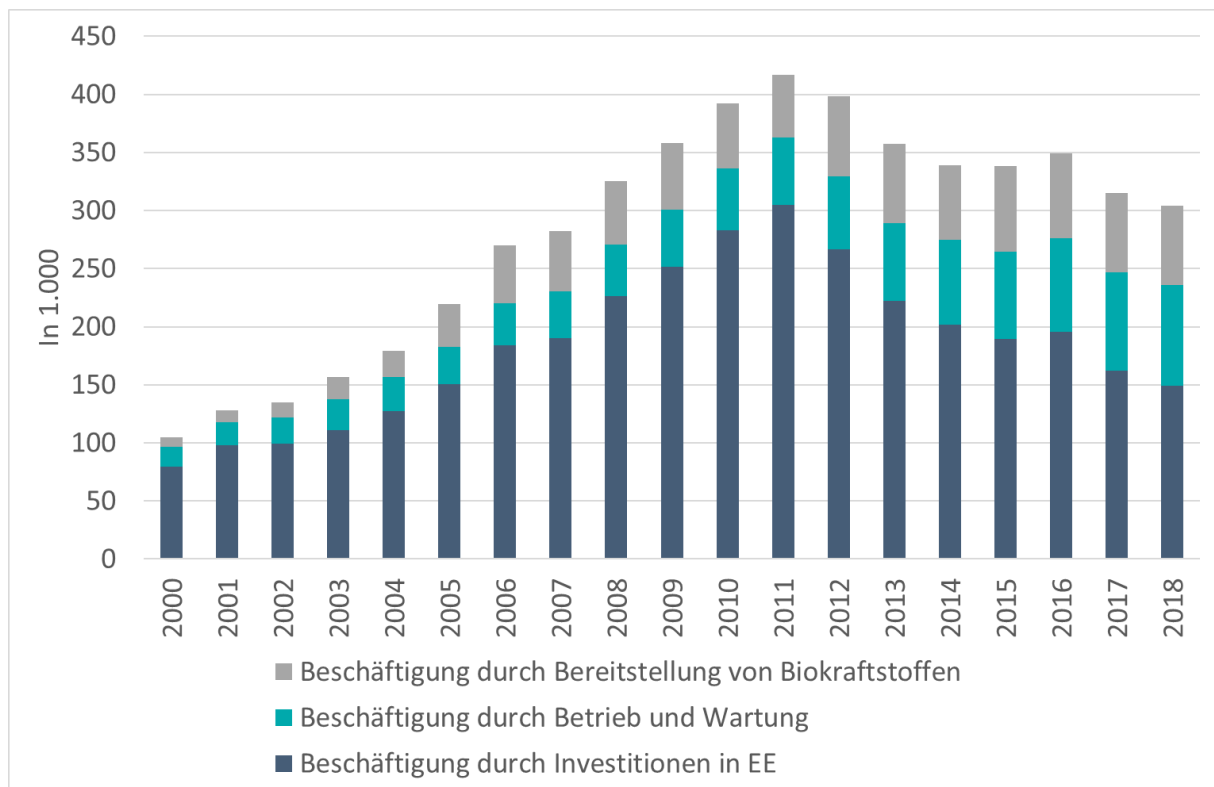
kann. Angesichts der hohen Exportabhängigkeit Deutschlands, der Technologieführerschaft auf vielen Märkten und den ambitionierten Klimazielen in anderen Ländern handelt es sich dabei um eine konservative Annahme – gerade in Bezug auf die längerfristige Entwicklung. Vermutlich sind die ökonomischen Vorteile von ambitioniertem Klimaschutz deshalb sogar noch größer als in den Studien ausgewiesen. Denn ohne umfassenden Klimaschutz in Deutschland wird die Gefahr immer größer, dass andere Länder die grünen Technologiemärkte der Zukunft besetzen (BMU 2021a). Würde Deutschland dabei vom First Mover zum Nachzügler, dürfte das Wirtschaftswachstum in der Referenzentwicklung noch geringer ausfallen.

Das Thema der internationalen Wettbewerbsfähigkeit wird bei Klimapolitik schon lange kontrovers diskutiert. Auf der einen Seite wird vor Verlust von Weltmarktanteilen und Arbeitsplätzen durch das sogenannten „Carbon Leakage“ gewarnt, der Verlagerung von emissionsintensiver Produktion in Länder mit geringerem Klimaschutzniveau. Deshalb gibt es bereits umfassende Ausnahmeregelungen für CO₂-intensive Branchen von Emissionshandel und Energieabgaben und die EU-Kommission plant einen Grenzausgleich. Auf der anderen Seite hat der amerikanische Ökonom Michael E. Porter (1991) bereits früh darauf hingewiesen, dass höhere Umweltregulierung in einem Land Innovationen anregt, was für die Unternehmen langfristig Vorteile auf den Weltmärkten für diese Umweltgüter bringt.

2.2 AKTUELLE QUANTIFIZIERUNGEN DER BESCHÄFTIGUNGSEFFEKTE IN DEUTSCHLAND

Die bisherigen Arbeitsmarkteffekte der Wirtschaftswende werden in der Literatur insbesondere im Hinblick auf die Energiewende bewertet. Ein wesentlicher Baustein hierfür ist der Umstieg auf erneuerbare Energien (EE). O’Sullivan & Edler (2020) berechnen die damit verbundene Bruttobeschäftigung für den Zeitraum seit 2000, die sich zum einen aus den Investitionen in die EE ableiten lässt und zum anderen aus Betrieb und Wartung der entsprechenden Anlagen und der Bereitstellung von Biokraftstoffen resultiert. Abbildung 1 zeigt, dass die Bruttobeschäftigung im Bereich der EE zunächst stetig angestiegen ist und rund 417 000 Arbeitsplätze im Jahr 2011 erreichte, wovon sich knapp 305 000 aus dem EE-Ausbau an sich ergeben und die übrigen aus Betrieb und Wartung sowie aus der Bereitstellung von Biokraftstoffen resultieren. Anschließend sinkt die Zahl deutlich, sodass im Jahr 2018 noch etwa 304 000 Arbeitsplätze identifiziert werden können. Diese Entwicklung lässt sich hauptsächlich auf die nachlassende Investitionstätigkeit zurückführen. Insbesondere der Zubau von PV-Anlagen verzeichnete einen starken Einbruch (BMW & AGEE-Stat 2021). Außerdem ist die Arbeitsproduktivität in jungen Industrien wie der Windkraftbranche stark gestiegen, d. h., dass die Beschäftigungseffekte pro installierte Leistung stark zurückgegangen sind. Anders formuliert sind die Kosten pro installierte Leistung stark gesunken. Die Beschäftigung durch Betrieb und Wartung und durch die Bereitstellung von Biokraftstoffen nimmt währenddessen einen stabileren Verlauf und gewinnt damit an Bedeutung (O’Sullivan & Edler 2020). Die Beschäftigungszahlen im Bereich der erneuerbaren Energien werden auch im Monitoring zur Energiewende aufgegriffen (BMW 2021). Hier wird die Bedeutung der Exporte deutscher EE-Technologien hervorgehoben, die neben dem heimischen Ausbau die inländische Beschäftigung sichert. Dies ist generell ein Kennzeichen vieler Branchen des verarbeitenden Gewerbes in Deutschland, die einen großen Teil ihres Umsatzes im Ausland erzielen und damit international wettbewerbsfähig sind.

Abbildung 1: Beschäftigung im EE-Bereich von 2000 bis 2018



Quelle: eigene Darstellung basierend auf O'Sullivan & Edler 2020

Eine weitere wichtige Säule der Energiewende stellt die Steigerung der Energieeffizienz dar. Im Rahmen der Energieeffizienzstrategie (BMWi 2019) wurden dazu Maßnahmen für die Sektoren Gebäude, Industrie und GHD, Verkehr sowie Landwirtschaft beschlossen. Im Gebäudereich lassen sich die zugehörigen Beschäftigungseffekte insbesondere für energetische Sanierungsmaßnahmen im Bestand abschätzen. Von 2010 bis 2018 schwankt die Beschäftigtenzahl zwischen rund 490 000 und 556 000, wovon sich 39 % auf indirekte Beschäftigung zurückführen lassen, d. h. auf Beschäftigung infolge von Vorleistungen (UBA 2021a). Hiervon dürfte ein Teil durch das KfW-Programm „Energieeffizient Sanieren“ induziert worden sein, für das im Rahmen eines regelmäßigen Monitorings für die KfW rund 118 000 Personenjahre¹ direkter und indirekter Beschäftigung im Jahr 2017 ermittelt werden (IWU & Fraunhofer-IFAM 2018). Die Beschäftigungseffekte durch Effizienzmaßnahmen im Neubau werden in der Abschätzung des Umweltbundesamtes (UBA 2021a) nicht berücksichtigt. Allein die im Rahmen des KfW-Programms „Energieeffizient Bauen“ ausgelösten Effekte werden mit rund 317 000 Personenjahren direkter und indirekter Beschäftigung im Jahr 2017 beziffert (IWU & Fraunhofer-IFAM 2018). Es handelt sich hierbei um Bruttozahlen, nicht um Nettobeschäftigungseffekte.

Neben dem Gebäudereich lassen sich auch die Beschäftigungseffekte in der Industrie auf Grundlage der Energieeffizienzinvestitionen bewerten: Diese sind seit 2006 von rund 1 400 Beschäftigten stark auf rund 8 800 im Jahr 2012 gestiegen. Seither schwanken sie zwischen rund 7 800 und rund 9 100 (UBA 2021a). Zuletzt lagen sie bei rund 8 400 Beschäftigten im Jahr 2017, davon sind 45 % auf indirekte Effekte zurückzuführen. Darüber hinaus werden für

¹ Die Beschäftigung einer Person über den Zeitraum eines Jahres mit der durchschnittlichen wöchentlichen Arbeitszeit der jeweiligen Branche wird mit einem Personenjahr gemessen (IWU & Fraunhofer-IFAM 2018).

wirtschaftsnahe Dienstleistungen, die zur Erhöhung von Energieeffizienz erbracht werden, rund 36 500 Vollzeitäquivalente im Jahr 2018² berechnet.

Über die Energiewende hinaus lassen sich weitere Bereiche im Zusammenhang mit Umweltschutz identifizieren, deren Beschäftigungseffekte in UBA (2020) abgeschätzt werden. Zum einen schließt dies die umweltschutzorientierten Dienstleistungen ein, wie z. B. der Handel mit Bio-Lebensmitteln, die Bereitstellung von Carsharing und das Angebot nachhaltiger Finanzprodukte. Hierfür werden 1,58 Mio. Beschäftigte im Jahr 2017 ermittelt, dabei ist für alle Bereiche eine Zunahme im Vergleich zum Vorjahr zu erkennen. Zum anderen wird die Beschäftigung, die durch die Nachfrage nach Umweltschutzgütern induziert wird, berechnet. Dabei handelt es sich um jene Umweltschutzgüter gemäß der OECD-/Eurostat-Klassifikation CEPA (OECD & Eurostat 1999), die nicht im Zusammenhang mit der Energiewende stehen. Für 2016 werden weitere rund 357 000 Beschäftigte errechnet, wobei die Zahl bereits um Doppelzählungen bereinigt ist.

Ein Umbau der Wirtschaft wird auf der anderen Seite auch negative Beschäftigungseffekte in einzelnen Wirtschaftsbereichen hervorrufen. Hier sind insbesondere die für die deutsche Wirtschaft der vergangenen Jahrzehnte bedeutenden Branchen der Kohle- und Automobilwirtschaft zu nennen, die auch im Blickpunkt der öffentlichen Aufmerksamkeit stehen. Die sogenannte Kohlekommission (2019) berichtet eine direkte Beschäftigung im Braunkohlesektor von rund 20 000 – dies entspricht je nach Braunkohlerevier einem Anteil zwischen 0,1 und 2,0 % der insgesamt regional Beschäftigten. Darüber hinaus berichtet die Kohlekommission auf Basis von Verflechtungsdaten und regionalen Informationen, dass jeweils ein weiterer indirekter bzw. induzierter Arbeitsplatz im Revier selbst und ein weiterer außerhalb des Reviers vom Braunkohlesektor abhängt, sodass von einem insgesamt Beschäftigungseffekt des Braunkohlesektors von rund 60 000 Personen ausgegangen wird. Die Berechnung des Leibniz-Instituts für Wirtschaftsforschung (RWI 2018) hierzu liegt mit knapp 56 000 Beschäftigten im Jahr 2016 in einer ähnlichen Größenordnung. Durch den geplanten Kohleausstieg bis (spätestens) 2038 werden diese Arbeitsplätze in Zukunft zumindest mit dem bisherigen Tätigkeitsprofil nicht fortbestehen. Ein Rückgang der Beschäftigung in der konventionellen Energiewirtschaft zeichnete sich jedoch bereits vor dem Ausbau der EE ab (DIW Econ 2015). Die Kohlekommission nennt zahlreiche Maßnahmen, die den Strukturwandel begleiten und Perspektiven für die betroffenen Reviere aufzeigen. Außerdem wird aufgrund der Altersstruktur im Braunkohlesektor ein hoher Anteil der Beschäftigten parallel zum Kohleausstieg das Rentenalter erreichen. Die jüngeren Beschäftigten können dank ihrer Qualifikation auch in anderen Wirtschaftszweigen einen Arbeitsplatz finden (UBA 2019).

Für den Transformationsprozess in der Automobilbranche hat das ifo-Institut (2021) die Beschäftigungswirkungen von 2015 bis 2019 untersucht. Während die Beschäftigung in der Branche in diesem Zeitraum um 4,2 % angestiegen ist, hat die Zahl der Beschäftigten des Automobilsektors, die direkt oder indirekt von konventionellen Antriebstechnologien abhängt, nur geringfügig um etwa 0,5 % zugenommen. Über alle Wirtschaftszweige des verarbeitenden Gewerbes betrachtet ist jedoch ein leichter Rückgang der direkt oder indirekt vom Verbrennungsmotor abhängigen Arbeitsplätze um 0,9 % zwischen 2015 und 2019 zu verzeichnen, was rund 5 700 Personen entspricht. Demnach sind die Zulieferer- und Vorleistungsbranchen bislang

² Information, Energieberatung, Energie-Contracting, Energiemanagement (UBA 2021).

stärker von der Transformation weg von fossil angetriebenen Autos hin zur Elektromobilität betroffen als die Automobilbranche selbst.

Bei der Bewertung der Beschäftigungseffekte durch den Übergang zu neuen Antriebsformen muss auch der globale Markt mitberücksichtigt werden. Aktuell werden rund 75 % der in Deutschland hergestellten Autos exportiert (VDA 2021). Demnach dürften das weltweite Transformationsgeschehen und die Nachfrage aus dem Ausland einen weitaus größeren Einfluss auf den Arbeitsmarkt des deutschen Automobilsektors haben als die nationalen Entwicklungen.

2.3 AUSWERTUNG VON SZENARIEN BIS 2030

Die Transformation der Wirtschaft hin zu einer nachhaltigen Entwicklung steht erst am Anfang. Die daraus resultierenden Folgen für die zukünftige Arbeitswelt und Wirtschaftsentwicklung allgemein können mithilfe von Szenarienanalysen quantifiziert werden.

2.3.1 SZENARIEN FÜR DEUTSCHLAND

Im Folgenden werden Projektionen zu den Beschäftigungseffekten auf dem deutschen Arbeitsmarkt infolge der Wirtschaftswende bis 2030 ausgewertet. Hierfür wurden ausschließlich neuere Studien ausgewählt, die seit 2018 veröffentlicht wurden (siehe Tabelle 1). Für den folgenden Überblick werden die Ergebnisse unmittelbar so zusammengetragen, wie sie in den Studien berichtet werden, d. h. es findet keine Harmonisierung der Szenarien z. B. hinsichtlich der zugrundeliegenden Rahmenannahmen statt. Die Auftraggebenden sind sowohl im Politikbereich als auch in der Wirtschaft sowie bei Stiftungen und Verbänden zu verorten. Die Studien betrachten die Beschäftigungswirkungen auf verschiedenen Ebenen: Während z. B. die Analyse der Prognos AG (2019b) ausschließlich die Wirkungen der Onshore-Windbranche in den Fokus nimmt, werden beispielsweise in Sievers et al. (2019) die Auswirkungen der Energiewende umfassend sowohl für Gesamtdeutschland als auch für die einzelnen Bundesländer sowohl für die gesamte Wirtschaft als auch für einzelne Wirtschaftszweige untersucht.

Für die Abschätzung der Beschäftigungswirkungen werden verschiedene Methoden eingesetzt: Der überwiegende Teil der Studien (siehe Tabelle 2 außer Brandstät et al. (2018)) setzt ein Input-Output-Simulationsmodell ein – entweder ein systemdynamisches (siehe z. B. Sievers et al. 2019) oder ein makroökonomisches Modell (siehe z. B. GWS & Prognos 2018). Bei den anderen Studien wird ein vereinfachter Ansatz verfolgt: Brandstät et al. (2018) berechnen direkte und indirekte Beschäftigungseffekte mittels einer Input-Output-Analyse, die um Batterien und andere Speichertechnologien erweitert wurde. In den Untersuchungen des Fraunhofer-Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation (2020, Fraunhofer-IAO & DLR 2018) werden die Beschäftigungseffekte über einen Bottom-up-Ansatz ausgehend von Produkten und dazugehörigen Prozessen ermittelt. Prognos (2019a, 2019b) schätzt die Beschäftigungswirkungen über einen konservativen Ansatz („envigos-Modell“), bei dem nur die Kernbereiche des betrachteten Wirtschaftszweigs und direkt damit verknüpfte Bereiche berücksichtigt werden. Oei et al. (2020) nutzen neben einem Input-Output-Modell auch ein Berechenbares Allgemeines Gleichgewichtsmodell.

Tabelle 1: Überblick über die verwendeten Szenarienstudien

Quelle	Auftraggeber/-in	Zeitlicher Betrachtungs-horizont	Geografische Betrachtungs-ebene		Ökonomische Betrachtungs-ebene	
			National	Regional	Gesamtwirt-schaftlich	Sektoral
BCG & Prognos (2018)	BDI	2050	x		x	
Brandstät et al. (2018)	Hans-Böckler-Stiftung	Fokus 2030 / Ausblick 2050	x		x	
Fraunhofer-IAO & DLR (2018)	BMW Group, Robert Bosch GmbH, Daimler AG, IG Metall, MAHLE International GmbH, Schaeffler AG, VDA, Volkswagen AG, ZF Friedrichshafen AG	2030				x
Fraunhofer-IAO (2020)	Nachhaltigkeitsbeirat des Volkswagen-Konzerns	2029				x ¹
GWS & Prognos (2018)	BMWi	2050	x		x	x
ifo-Institut (2021)	VDA	2030				x
Lehr et al. (2019)	UBA	2030	x		x	x
M-Five (2020) / M-Five & Fraunhofer-ISI (2020)	Hans-Böckler-Stiftung	2035	x	x	x	x
Mönnig et al. (2018)	-	2035	x		x	x
Mönnig et al. (2021)	Stiftung Klimaneutralität	2030	x	x	x	x
Oehlmann et al. (2019)	UBA	2030	x		x	x
Oei et al. (2020)	UBA	2040	x	x ²		x
Öko-Institut et al. (2019)	BMU	2030	x		x	x
Prognos (2019a)	Friedrich-Ebert-Stiftung	2030	x	x		x
Prognos (2019b)	GE und VDMA	2030	x			x
Prognos et al. (2021)	BMWi	2050	x		x	x
Sievers et al. (2019)	BMWi	2030	x	x	x	x

Quelle: eigene Zusammenstellung; ¹ nur VW, ² nur Braunkohlereviere

Tabelle 2 listet die Studien auf, in denen gesamtwirtschaftliche Beschäftigungseffekte einer Wirtschaftswende im weiteren Sinne berechnet wurden.

Tabelle 2: Gesamtwirtschaftliche Beschäftigungseffekte im Jahr 2030 als absolute Abweichung von der entsprechenden Referenzentwicklung

Studie	Szenario	Beschäftigungseffekt 2030 [in 1 000]
BCG & Prognos (2018)	80-%-Pfad, nationale Alleingänge	+49
	80-%-Pfad, globaler Klimaschutz	+42
	95-%-Pfad, globaler Klimaschutz	+77
Brandstätter et al. (2018)	Szenario 1	+120
	Szenario 2	+180
	Szenario 3	+1171
	Szenario 4	+147
GWS & Prognos (2018)	Energiewendeszenario	+222
Lehr et al. (2019)	Effizienzzenario	+100
	Nachhaltigere-Mobilität-Szenario	+30
M-Five (2020) / M-Five & Fraunhofer-ISI (2020)	E-Straße-2035 (ES-35)	+626
	Multi-Modalität (MM-35)	+500
Mönnig et al (2018)	Elektromobilitäts-Szenario	-70*
Mönnig et al. (2021)	KNDE-Szenario	+359
Oehlmann et al. (2019)	Mit-Mehrinvestitionen-Szenario	+220
Oei et al. (2020)	Fast	-14,6 bis -39,4
	Moderate A	-9,6 bis -42,2
	Moderate B	-9,1 bis -42,7
	Flex	-12,5 bis -36,8
Öko-Institut et al. (2019)	Zielpfad A	+427
	Zielpfad B	+307
Prognos et al. (2021)³	Zielszenario 1	+186
	Zielszenario 2	+158
	Szenario KSP	+206
Sievers et al. (2019)	Energy transition scenario	+380*

Quelle: eigene Zusammenstellung; *aus Abbildung abgeschätzt

Die Angaben zeigen die Abweichungen der Beschäftigung im Jahr 2030 gegenüber der jeweiligen Referenzentwicklung. Für den überwiegenden Teil der Studien gilt, dass sich auf gesamtwirtschaftlicher Ebene positive Effekte für den Arbeitsmarkt in einer Größenordnung von mehreren hunderttausend zusätzlichen Personen ergeben. Oei et al. (2020) sowie Mönnig et al. (2018) ermitteln einen negativen Beschäftigungseffekt. Oei et al. (2020) modellieren jedoch nur den Kohleausstieg und keine anderen Entwicklungen im Zuge einer Wirtschaftswende. Die Wirkungen werden anhand von zwei verschiedenen Modellen für jeweils vier Ausstiegspfade berechnet. Hierbei ergeben sich bis zu maximal 43 000 weniger Beschäftigte aus direkten,

³ Siehe auch Lutz, Becker & Kemmler (2021).

indirekten und induzierten Effekten verglichen zu einer Referenzentwicklung ohne beschlossenen Kohleausstieg. Mönning et al. (2018) bilden in ihrer Untersuchung ausschließlich den Umstieg auf die Elektromobilität ab, weitere Bausteine einer Verkehrswende oder gar einer Wirtschaftswende werden nicht berücksichtigt. Für 2030 liegt die Zahl der Erwerbstätigen damit um rund 70 000 niedriger als in der Referenzentwicklung.

Die Höhe der Beschäftigungseffekte variiert sowohl zwischen den Studien als auch zwischen den Szenarien innerhalb der Studien teilweise stark. Zum einen lässt sich dies auf die zugrunde liegenden Modelleinstellungen zurückführen: Die Annahmen darüber, welches Reduktionsziel verfolgt wird, welche Maßnahmen zur Erreichung dieses Ziels unterstellt werden oder wie sich die Rahmenbedingungen entwickeln (z. B. Bevölkerungszahl, Außenhandel), haben einen entscheidenden Einfluss auf die Modellergebnisse. Zum anderen ist das Ergebnis abhängig davon, wie umfassend eine Wirtschaftswende in den Szenarien modelliert wird oder ob nur einzelne Bereiche abgedeckt werden. So wird beispielsweise in der Folgenabschätzung von Öko-Institut et al. (2019) der gesamte Klimaschutzplan der Bundesregierung bis 2030 einbezogen, während die Untersuchung von Lehr et al. (2019) nur die Beschäftigungseffekte von einzelnen Bausteinen wie Effizienzsteigerungen oder Verkehrswende abbildet.

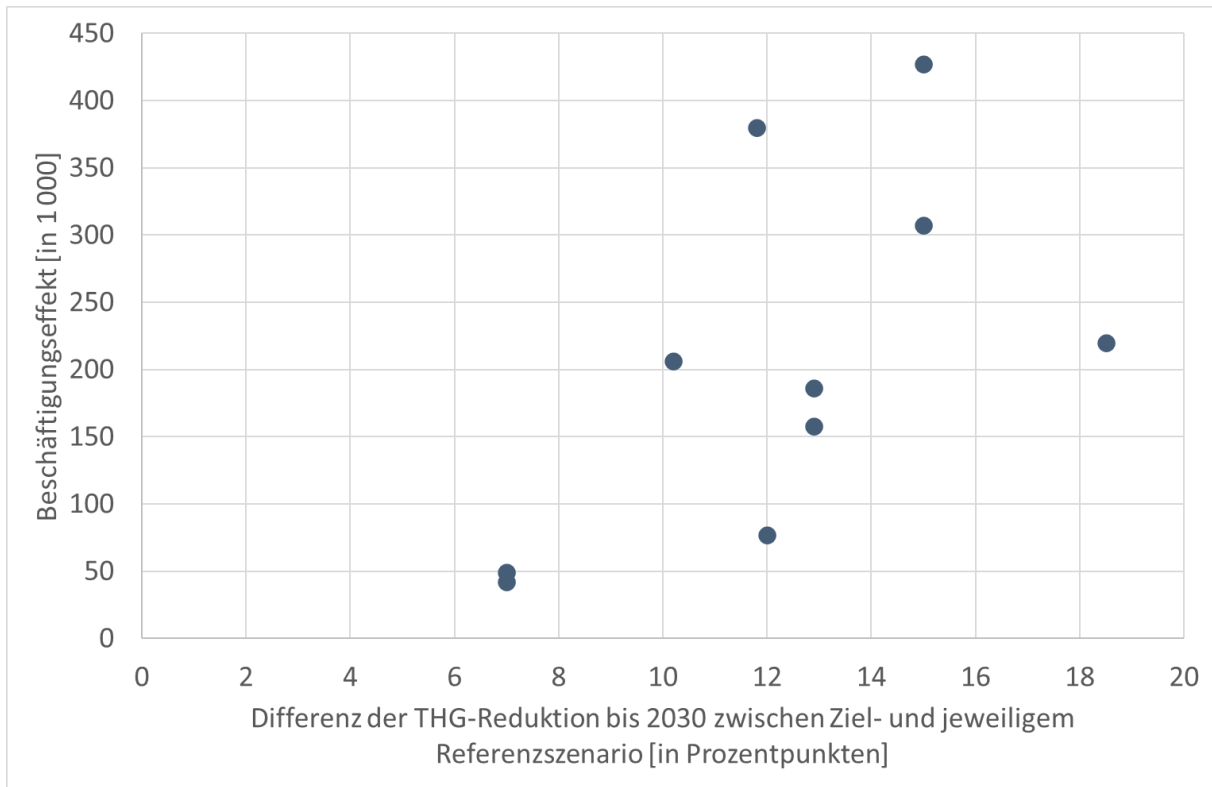
Abbildung 2 zeigt den Beschäftigungseffekt der Szenarien aus Tabelle 2, die die Energiewende ganzheitlich abbilden und für die darüber hinaus die THG-Reduktion berichtet wird. Die horizontale Achse gibt die Differenz der THG-Reduktion bis 2030 des Zielszenarios zum jeweiligen Referenzszenario wieder, die vertikale Achse stellt den Beschäftigungseffekt dar. Die Szenarien führen zu einem Rückgang der THG-Emissionen gegenüber der jeweiligen Referenz zwischen 7 und 18 Prozentpunkten. Die Beschäftigungseffekte liegen zwischen knapp 50 und über 400 000 Personen im Jahr 2030. Es zeigt sich eine positive Korrelation, d. h., dass ein höherer Unterschied bei den Emissionsreduktionen tendenziell mit einem höheren Effekt auf die Beschäftigung in Verbindung steht.

Mit Blick auf einzelne Wirtschaftszweige zeigt sich in allen Studien ein deutlich positiver Beschäftigungseffekt im Baugewerbe, u. a. infolge der Investitionen in neue Energieanlagen, Sanierungsmaßnahmen und Netzausbau. Damit kann auch die Elektroindustrie positive Wirkungen auf die Beschäftigung verzeichnen (Öko-Institut et al. 2019; Prognos 2019a, 2020). Weitere Wirtschaftsbereiche können von der gesamtwirtschaftlich besseren Lage profitieren und damit höhere Beschäftigungszahlen erzielen, wie bspw. der Handel oder der Dienstleistungssektor.

Für die fossile Energiewirtschaft ist der Beschäftigungseffekt in allen betrachteten Studien deutlich negativ. Im gesamtwirtschaftlichen Kontext fällt dieses Minus jedoch kaum ins Gewicht, da hier nur noch wenige Personen beschäftigt sind. Überwiegend negative Effekte auf die Beschäftigung ergeben sich außerdem für die Fahrzeugbranche. Sowohl in den Studien, die von einer umfassenden Untersuchung der Wirtschaft ausgehend die sektoralen Folgen abschätzen, als auch in den Studien, die die zukünftigen Beschäftigungsentwicklungen in der Branche gesondert untersuchen, zeichnen sich negative Wirkungen auf den Arbeitsmarkt der Fahrzeugbranche ab. Grund dafür ist, dass die Batterien bei einem Fahrzeug mit Elektroantrieb einen deutlichen Teil der Gesamtkosten ausmachen, während Verbrennungsmotoren und damit verknüpfte Teile nicht mehr benötigt werden. Für die Beschäftigungswirkung pro Auto ist wichtig, welcher Teil der Wertschöpfung in der traditionellen Autobranche anfällt und was von externen Batterieherstellern, aktuell überwiegend aus China, Japan und Südkorea, erbracht wird. Je mehr deutsche Hersteller bzw. Produktionsanlagen in Deutschland diese

Aufgabe übernehmen, desto mehr Wertschöpfung und Beschäftigung werden im Inland geschaffen. Allerdings wird für die Batteriezellen auch erwartet, dass die Herstellungskosten zukünftig sehr stark sinken.

Abbildung 2: Beschäftigungseffekt im Jahr 2030 im Zusammenhang mit der THG-Reduktion des jeweiligen Szenarios



Quelle: eigene Zusammenstellung

Für die Abschätzung der Beschäftigungseffekte in der Automobilindustrie entwickeln das Fraunhofer-IAO und das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR 2018) drei Szenarien mit unterschiedlichen Zunahmen der elektrifizierten Antriebe bis 2030, anhand derer die Entwicklung der Beschäftigtenzahl in der Herstellung von Antriebssträngen berechnet werden. Hier ergibt sich je nach Szenario und Annahme über Produktivitätssteigerungen ein Rückgang zwischen 17 % und 62 % gegenüber 2017. In der Studie über die Auswirkungen der Elektromobilität auf die Beschäftigung bei VW (Fraunhofer-IAO 2020) wird für die Mitarbeitenden, die in der Fahrzeugfertigung tätig sind, eine Abnahme um 12 % bis 2029 im Vergleich zu 2019 ermittelt. Bei diesen beiden Studien für die Automobilindustrie werden die Projektionen mit heutigen Beschäftigungszahlen in Beziehung gesetzt und keine Referenzszenarien zum Vergleich herangezogen, sodass nicht erkennbar ist, wie viele Arbeitsplätze zukünftig auch ohne die Einführung neuer Antriebe abgebaut worden wären. Fraunhofer-IAO (2020) merkt selbst an, dass die Verluste nur zu einem kleinen Teil auf die zunehmende Elektromobilität zurückzuführen sind. Faktoren wie z. B. die Entwicklung des Absatzes und Prozessoptimierungen haben einen größeren Einfluss. Das ifo-Institut (2021) ermittelt, inwiefern die Zahl der durch die Transformation in der Automobilindustrie betroffenen Arbeitsplätze durch die altersbedingte Fluktuation ausgeglichen werden kann. Demnach kann zwar ein erheblicher Teil der negativen Effekte angesichts des Rentenbeginns vieler Beschäftigter abgefedert werden, dennoch bleibt eine Lücke von mindestens 50 000 bis maximal 95 000 Beschäftigten bis 2025 und

von 25 000 bis 82 000 Beschäftigten bis 2030. Die Agora Verkehrswende sowie die Boston Consulting Group (Agora Verkehrswende & BCG 2021) berechnen hingegen, dass die Elektrifizierung von Automobilen zwar erhebliche Veränderungen auf dem Arbeitsmarkt und damit Verschiebungen zwischen den Industriezweigen bewirken wird, jedoch bis 2030 etwas mehr Arbeitsplätze aufgebaut werden als abgebaut, sodass die von der Automobilindustrie ausgehende Beschäftigung sogar leicht höher ausfällt als im Jahr 2020.

Insbesondere für die deutsche Automobilindustrie ist zu bedenken, dass eine Betrachtung der Transformation hin zu mehr Klimaschutz nicht von anderen Megatrends wie dem autonomen Fahren, der Digitalisierung und den verbesserten Produktionsmöglichkeiten als Teil der Industrie 4.0 zu trennen ist. Die Autofabrik „Factory 56“⁴ ist ein Beispiel, das die permanente und deutliche Steigerung der Arbeitsproduktivität in der Automobilindustrie veranschaulicht. Anders formuliert bedeutet dies nichts anderes, als dass immer weniger Arbeitskräfte pro produziertes Fahrzeug benötigt werden – ganz unabhängig von Antriebsstrang und Klimaschutz. Mönning et al. (2021) kommen zu dem Ergebnis, dass „die Veränderungen und Herausforderungen auf dem Arbeitsmarkt stärker vom allgemeinen Strukturwandel bestimmt [werden] als von den notwendigen Maßnahmen für ein klimaneutrales Deutschland.“

Im Gegensatz zur Automobilproduktion können andere Teile des Verkehrsbereichs durch eine Verkehrswende deutliche Vorteile haben. So gewinnt der Wirtschaftszweig des Landverkehrs an Beschäftigung hinzu, weil bei einem Ausbau des öffentlichen Personenverkehrs mehr Lokführer und Busfahrerinnen benötigt werden (M-Five & Fraunhofer-ISI 2020, Mönning et al. 2021). Die Richtung der Beschäftigungseffekte in den anderen Wirtschaftszweigen ist nicht immer eindeutig – hier hängen die Wirkungen auch stark von den eingestellten Maßnahmen und der Ausgestaltung der Wirtschaftswende ab. Der Dienstleistungssektor, der mit rund drei Viertel der Beschäftigten den größten Wirtschaftssektor in Deutschland darstellt, weist in vielen Studien einen positiven Effekt auf (GWS & Prognos 2018, Oehlmann et al. 2019, Öko-Institut et al. 2019, Prognos et al. 2021, Sievers et al. 2019). Dies ist u. a. darauf zurückzuführen, dass hier die Arbeitsproduktivität weniger stark gesteigert werden kann als in den Wirtschaftszweigen des verarbeitenden Gewerbes.

⁴ <https://www.daimler.com/innovation/produktion/factory-56.html>, zuletzt aufgerufen am 12.07.2021.

Exkurs: Beschäftigungseffekte durch eine Agrarwende

Die Beschäftigungswirkungen durch eine ökologische Reform in der Landwirtschaft werden in den vorliegenden Studien kaum untersucht. Wenn die Emissionen in den anderen Bereichen sinken, nimmt der Anteil der landwirtschaftlichen Emissionen an den Gesamtemissionen in Zukunft stark zu, da das Einsparpotenzial hier geringer ausfällt (BCG & Prognos 2018, Prognos 2021). Selbst in einer klimaneutralen Wirtschaft werden in diesem Bereich weiterhin Emissionen verursacht, die anderweitig kompensiert werden müssen. Zugleich bieten Land- und Forstwirtschaft durch die langfristige Bindung von Kohlenstoff in Pflanzen und Böden Potenziale für negative Emissionen. In jedem Fall ist auch hier ein zusätzlicher Beitrag notwendig. So wird beispielsweise für die Erreichung eines 95%-Ziels bis 2050 eine Reduktion der Emissionen aus Tierbeständen um 30 % genannt (BCG & Prognos 2018). Wie sich derartige Maßnahmen auf die ökonomische Entwicklung auswirken, ist unsicher. Lehr et al. (2019) berechnen ein Szenario, in dem der Flächenanteil der ökologischen Landwirtschaft bis 2030 auf 20 % ansteigt (aktueller Anteil knapp 10 %, BMEL 2021). Der Beschäftigungseffekt gegenüber dem Referenzszenario ist u. a. wegen der höheren Arbeitsintensität im Ökolandbau zwar positiv, jedoch so gering, dass das Ergebnis mit Vorsicht zu betrachten ist. Zudem erschwert die Arbeitskräftestruktur des Wirtschaftszweigs, der durch hohe Anteile an Saisonkräften und helfenden Familienmitgliedern gekennzeichnet ist (Destatis 2021), das methodische Vorgehen und schränkt somit die Aussagekraft weiter ein.

In den meisten Studien werden weitergehende ökonomische Effekte über die Beschäftigung hinaus berichtet. Teilweise werden auch zuerst Produktionseffekte ermittelt, die dann die Arbeitsmarkteffekte mitbestimmen. Die Wirkungen einer grünen Wirtschaftswende auf das Bruttoinlandsprodukt (BIP) sind dabei fast immer positiv (siehe Tabelle 3): Während BCG & Prognos (2018) nur eine geringfügig höhere Wirtschaftsleistung berichten, welche als „schwarze Null“ interpretiert wird, werden überwiegend signifikantere Ergebnisse mit einer Abweichung zwischen 1,1 bis 2,5 % über der Referenzentwicklung im Jahr 2030 erzielt. Nur in dem Mobilitätsszenario „MM-35“ (M-Five 2020) liegt das BIP mit -0,6 % leicht unter dem Referenzpfad, da die geringere Nachfrage nach Pkw hier nicht durch die höheren Investitionen in den Infrastrukturausbau kompensiert werden kann. Die positiven BIP-Effekte sind vorwiegend investitionsgetrieben: Die zusätzlichen Investitionen in die Transformation der Wirtschaft setzen den positiven Impuls auf die Ökonomie. Gegenüber der jeweiligen Referenzentwicklung liegen die Mehrinvestitionen im Jahr 2030 im zweistelligen Milliardenbereich (zwischen etwa 10 Mrd. und 52 Mrd. Euro). Auf die Gesamtinvestitionen ist die prozentuale Wirkung im Vergleich zum BIP-Effekt somit deutlich höher. Die Wirkungen auf die jährlichen Wachstumsraten sind allerdings gering. Selbst eine Abweichung von 1 % beim BIP im Jahr 2030 bedeutet, dass die Wirtschaft jährlich um etwa 0,1 Prozentpunkte schneller wächst. Andere Größen wie die Bevölkerungsentwicklung und ihr Wissensstand oder der technische Fortschritt nehmen einen deutlich stärkeren Einfluss auf den langfristigen Wachstumspfad.

Tabelle 3: Zusatzinvestitionen und BIP-Effekt im Jahr 2030 gegenüber der entsprechenden Referenzentwicklung

Studie	Szenario	Zusatzinvestitionen 2030	BIP-Effekt 2030 [in %]
BCG & Prognos (2018)	80%-Pfad, nationale Alleingänge	3,2 %	0,2 bis 0,5
	80%-Pfad, globaler Klimaschutz	3,2 %	0,5
	95%-Pfad, globaler Klimaschutz	4,6 %	0,9
GWS & Prognos (2018)	Energiewendeszenario	52 Mrd. Euro ₂₀₁₄ ¹	2,5
Lehr et al. (2019)	Effizienzzenario		0,4
	Nachhaltigere-Mobilität-Szenario		0,05
M-Five (2020) / M-Five & Fraunhofer-ISI (2020)	E-Straße-2035 (ES-35)		0,6
	Multi-Modalität (MM-35)		-0,6
Oehlmann et al. (2019)	Mit-Mehrinvestitionen-Szenario	48,9 Mrd. Euro	2,4
Öko-Institut et al. (2019)	Zielpfad A	26 Mrd. Euro ₂₀₁₀	1,6
	Zielpfad B	21 Mrd. Euro ₂₀₁₀	1,1
Prognos et al. (2021)	Zielszenario 1	32,6 Mrd. Euro ₂₀₁₆ ²	1,7
	Zielszenario 2	35,7 Mrd. Euro ₂₀₁₆ ²	1,4
	Szenario KSP	26,2 Mrd. Euro ₂₀₁₆ ²	1,4
Sievers et al. (2019)	Energy transition scenario		1,6

Quelle: eigene Zusammenstellung; ¹ Mittelwert für den Zeitraum 2021 bis 2030, ² Mittelwert für den Zeitraum 2020 bis 2030

2.3.2 EINORDNUNG IN DEN GLOBALEN UND EUROPÄISCHEN RAHMEN

Die Beschäftigungsentwicklungen infolge der Wirtschaftswende sollten angesichts globalisierter Märkte und weltweiter THG-Minderungsziele in einem breiteren Rahmen betrachtet werden. Auf EU-Ebene werden die Folgen der Transformation zu einer klimaneutralen Wirtschaft von der Europäischen Kommission (2018) abgeschätzt. Hierfür werden die Beschäftigungswirkungen innerhalb der EU unter Anwendung verschiedener Modelle und jeweils für die Ziele einer Begrenzung des Temperaturanstiegs auf 1,5 °C und 2 °C berechnet. Für 2050 ergeben sich auf gesamtwirtschaftlicher Ebene in allen drei Modellen positive Effekte auf die Beschäftigung, die je nach Modell und Reduktionsziel zwischen 0,3 und 0,9 % über dem Basisszenario liegen. Sektoral betrachtet werden für die Bauwirtschaft und den Stromsektor positive Wirkungen berechnet, während für den Wirtschaftszweig „Abbau und Gewinnung fossiler Ressourcen“ von einem deutlichen Minus gegenüber dem Basisszenario ausgegangen werden muss. In den anderen Wirtschaftsbereichen ist die Richtung der Beschäftigungswirkung nicht eindeutig.

Auf globaler Ebene berechnet die Internationale Energieagentur (IEA 2021) unter Nutzung eines Modells des Internationalen Währungsfonds für ihr Net-Zero-Emissions-Szenario – in dem die globale Klimaneutralität bis 2050 erreicht wird – ein Wachstum der weltweiten Beschäftigung im Energiesektor bis 2030 gegenüber heute: Zwar sinkt die Beschäftigung im Zusammenhang mit fossilen Rohstoffen um rund 5 Mio. Personen, demgegenüber steht jedoch ein Zuwachs der Beschäftigten im Bereich umweltfreundlicher Energien um 14 Mio. Die

Internationale Agentur für Erneuerbare Energien (IRENA 2018) berechnet ein Energiewende-Szenario, in dem der globale Temperaturanstieg unterhalb von 2 °C gehalten werden kann. Hier liegt die gesamtwirtschaftliche Beschäftigung im Jahr 2030 um 0,2 % höher als im Referenzfall. Im Energiesektor führt die Energiewende zu einer niedrigeren Beschäftigtenzahl im Bereich fossiler Energien und der Atomkraft (24,6 gegenüber 29,5 Mio.), jedoch können durch den Ausbau von erneuerbaren Energien und Netzen sowie durch Energieeffizienz deutlich mehr Arbeitsplätze geschaffen werden als im Referenzfall (60,5 gegenüber 38,7 Mio.). Im Jahr 2030 liegt die Beschäftigtenzahl im Energiesektor damit um 25 % höher. Auch für den Fall eines Pfades, der mit dem 1,5-°C-Ziel kompatibel ist, ermittelt IRENA (2021) eine Beschäftigungswirkung für 2030 von weltweit 39,3 Mio. zusätzlichen Arbeitsplätzen gegenüber einer Referenzentwicklung, in der ausschließlich aktuell beschlossene und geplante Maßnahmen und Ziele verfolgt werden.

3 ÖKONOMISCHE WIRKUNGEN EINER VERSCHÄRFUNG DER REDUKTIONSZIELE ALS REAKTION AUF DEN BESCHLUSS DES BVERFG

Der Beschluss des Bundesverfassungsgerichts (BVerfG) über das teilweise verfassungswidrige Klimaschutzgesetz hatte die Verschärfung des THG-Emissionsreduktionsziels auf 65 % bis 2030 zur Folge (BMU 2021b). In seiner Begründung verweist das BVerfG auf das verbleibende CO₂-Budget, das für eine maximale Erderwärmung von 1,5 °C eingehalten werden muss und für Deutschland im Umweltgutachten des SRU (2020) berechnet wird. Im Folgenden werden die ökonomischen Folgen für einen EE-Ausbau im Strombereich, der mit einer THG-Reduktion um 65 % bis 2030 vereinbar ist, berechnet (Abschnitte 3.1/3.2) sowie ein qualitativer Ausblick auf eine weitere Erhöhung des Emissionsreduktionsziels gegeben (Abschnitt 3.3).

3.1 ANNAHMEN FÜR EINEN MIT EINER 65%IGEN THG-REDUKTION KOMPATIBLEN EE-AUSBAU IM STROMSEKTOR (65%-SZENARIO BIS 2030)

Prognos, Öko-Institut & Wuppertal-Institut (2020) modellieren eine 65%ige Reduktion, jedoch mit etwas anderen Sektorzielen und Maßnahmen als im aktualisierten Klimaschutzgesetz. Dieses Szenario dient als Näherung für eine Abschätzung der Wirkungen der neu beschlossenen Ziele. Dort wird auch der dafür notwendige Ausbau der erneuerbaren Energien im Stromsektor berechnet, für den im Folgenden die Wirkungen auf Ökonomie und insbesondere Beschäftigung quantifiziert werden. Die Ergebnisse werden dem KSP-Szenario aus Prognos et al. (2021) gegenübergestellt, das das Klimaschutzprogramm aus dem Jahr 2019 wiedergibt. Die Analyse wird mit dem makroökonomischen Input-Output-Modell PANTA RHEI durchgeführt, das neben einer umfassenden ökonomischen Modellierung auch die Bereiche Energie, Luftschadstoffe, Verkehr und Wohnen detailliert abbildet (siehe GWS & Prognos (2018) und Lutz et al. (2021) für eine Modellbeschreibung).

Für einen mit einer 65%-THG-Reduktion kompatiblen Pfad steigt der EE-Anteil in der Stromerzeugung bis 2030 auf 69 % (Prognos, Öko-Institut & Wuppertal-Institut 2020). Tabelle 4 zeigt die Ausbauziele im Vergleich zum KSP-Szenario: Während für die Windenergie nur eine leicht höhere erforderliche installierte Leistung berechnet wird, ist insbesondere für die PV ein stärkerer Ausbau bis 2030 um 53 % gegenüber dem KSP-Szenario vorgesehen. Jährlich muss dazu eine Kapazität von mehr als 10 GW installiert werden. Im Jahr 2020 waren es rund 4,8 GW bei der PV (BMW & AGEE-Stat 2021). Wasserkraft ist hier nicht berücksichtigt, da in beiden Szenarien kein weiterer Ausbau stattfindet.

Tabelle 4: Installierte Leistung für Windenergie und PV aktuell und im KSP- und 65%-Szenario im Jahr 2030

	2020	2030	
		KSP-Szenario	65%-Szenario
Wind onshore	54,4 GW	71 GW	80 GW
Wind offshore	7,7 GW	20 GW	25 GW
PV	53,8 GW	98 GW	150 GW
Summe	116 GW	189 GW	255 GW

Quellen: BMW & AGEE-Stat 2021, Prognos et al. 2021, Prognos, Öko-Institut & Wuppertal-Institut 2020

Als Stützjahr werden außerdem die Ausbauziele für das Jahr 2025 angegeben. Nach 2025 wird jährlich deutlich mehr zusätzlich ausgebaut als vor 2025. Der Ausbau der installierten Leistung wird gleichmäßig auf die Zwischenjahre verteilt und in entsprechende Investitionsimpulse übersetzt sowie in PANTA RHEI eingestellt. Neben den höheren Investitionen in die EE-Anlagen sind außerdem zusätzliche Investitionen in konventionelle Anlagen (z. B. für die Nutzung von Wasserstoff in Gaskraftwerken), Stromnetze und Batteriespeicher notwendig.

3.2 ERGEBNISSE DES 65%-SZENARIOS

Der stärkere EE-Ausbau im Stromsektor im 65%-Szenario wirkt sich positiv auf die Gesamtwirtschaft aus (siehe Tabelle 5). Das preisbereinigte BIP liegt im Jahr 2030 um 0,8 % höher als im KSP-Szenario. Mit Blick auf die nachfrageseitigen BIP-Komponenten zeigt sich, dass insbesondere die höheren Investitionen maßgeblich für den positiven BIP-Effekt sind. Doch auch der private Konsum liegt infolge der besseren gesamtwirtschaftlichen Situation leicht höher. Die positiven Effekte sind zunächst gering, jedoch muss bei der Bewertung beachtet werden, dass nur die erforderlichen Entwicklungen im Stromsektor und nicht weitere Maßnahmen für eine Zielerreichung von 65 % abgebildet werden. Die Abweichungen werden zudem nicht im Vergleich zu einer Referenzentwicklung, sondern zum KSP-Szenario dargestellt, das bereits umfangreiche Maßnahmen der Energiewende enthält. Der Effekt gegenüber einem Referenzpfad wie dem Referenzszenario aus Prognos et al. (2021) wäre somit deutlich größer.

Tabelle 5: Relative Abweichungen für BIP und BIP-Komponenten (preisbereinigt) und Erwerbstätigkeit im 65%-Szenario gegenüber dem KSP-Szenario

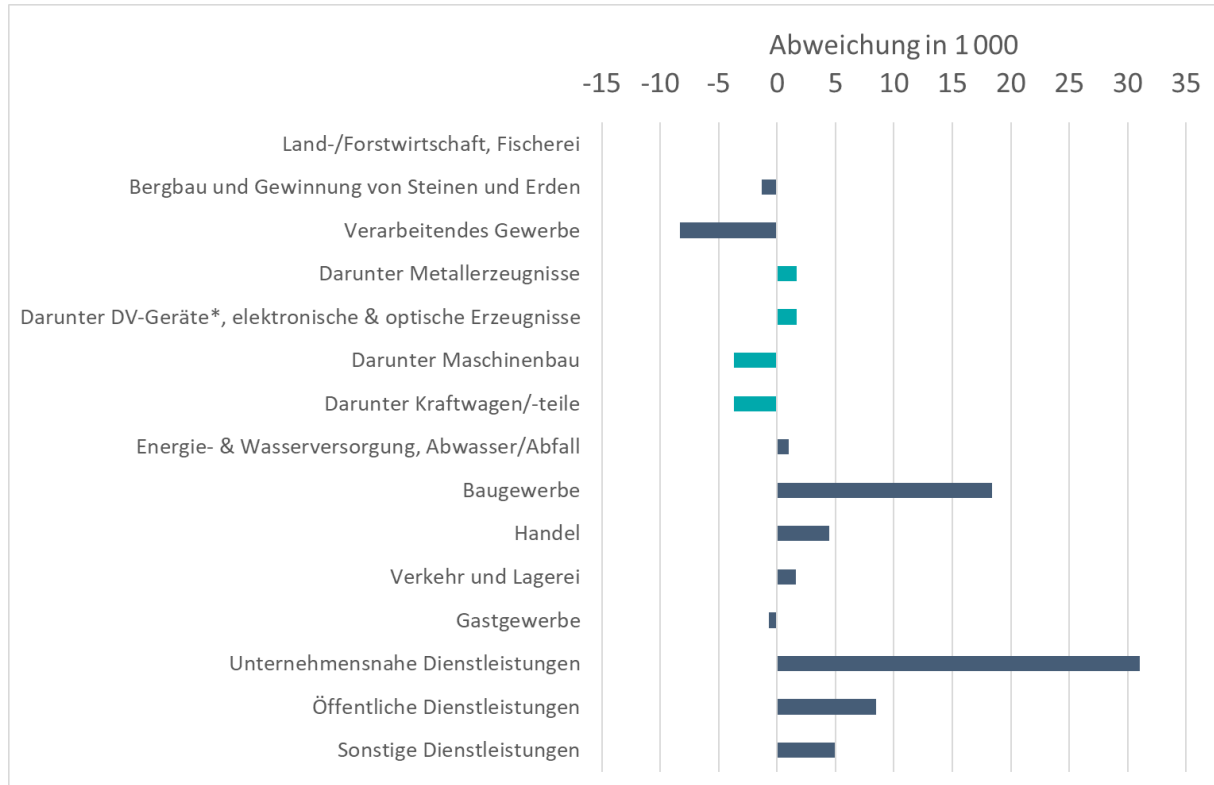
	2025	2030
BIP	0,2 %	0,8 %
Privater Konsum	0,1 %	0,6 %
Staatskonsum	0,0 %	0,0 %
Investitionen in Ausrüstungen	0,6 %	3,5 %
Investitionen in Bauten	0,2 %	1,4 %
Exporte	0,0 %	0,0 %
Importe	-0,1 %	0,3 %
Erwerbstätige	0,02 %	0,13 %

Quelle: eigene Modellberechnung

Der Nettobeschäftigungseffekt liegt im Jahr 2025 bei rund 10 700 (0,02 %) und im Jahr 2030 bei rund 59 600 (0,13 %) zusätzlichen Erwerbstätigen. Mit Blick auf die sektoralen Effekte (Abbildung 3) kann das Baugewerbe in relativen Zahlen am stärksten von dem höheren EE-Ausbau profitieren. Absolut gesehen erzielt der Dienstleistungssektor die höchsten positiven Effekte. Außerdem liegt die Beschäftigung im Handel und Verkehrsbereich höher als im KSP-Szenario. Die größten negativen Effekte werden relativ gesehen im Bergbau hervorgerufen. Aufgrund der geringen Beschäftigungszahl in diesem Sektor fällt das Minus von 1 300 Erwerbstätigen jedoch weniger stark ins Gewicht. In absoluten Zahlen ist das verarbeitende Gewerbe am stärksten negativ betroffen. Aufgefächert nach einzelnen Wirtschaftszweigen zeigt sich, dass insbesondere Branchen, die Vorleistungen für die EE-Anlagen erbringen (wie die Hersteller von Metall- oder Elektroerzeugnissen) von dem Ausbau profitieren können. Auch wenn der Effekt auf den Produktionswert aller Unterbranchen des verarbeitenden Gewerbes positiv ist, liegt die Beschäftigtenzahl in einzelnen Wirtschaftszweigen wie dem Maschinenbau oder

der Automobilindustrie unter dem KSP-Szenario. Hier liegen größere Potenziale zur Produktivitätssteigerung vor, sodass die höhere Produktion und die Verschiebung hin zu erneuerbaren Energien dazu führen, dass mehr Personal eingespart werden kann.

Abbildung 3: Absolute Abweichungen der Erwerbstätigkeit im Jahr 2030 nach Wirtschaftszweigen im 65%-Szenario gegenüber dem KSP-Szenario



Quelle: eigene Modellberechnung; * DV-Geräte = Datenverarbeitungsgeräte

3.3 AUSBLICK AUF EINE VERSCHÄRFUNG DES REDUKTIONSZIELS AUF MINDESTENS 70 % BIS 2030

Das im Jahr 2021 angepasste Klimaschutzgesetz sieht wie im Szenario von Prognos, Öko-Institut & Wuppertal-Institut (2020) eine THG-Reduktion von 65 % bis 2030 vor – auch wenn die Sektorziele und Maßnahmen jeweils unterschiedlich ausgestaltet sind. Es ist jedoch umstritten, ob auch die neu gesetzten Ziele hoch genug gesteckt sind, um das 1,5-°C-Ziel des Pariser Klimaabkommens erreichen zu können bzw. ob dies einen fairen deutschen Anteil darstellt. Eine weitergehende Verschärfung der Reduktionsziele wird von mehreren Seiten gefordert: Ein breites Bündnis aus Umweltorganisationen (DNR 2021, u. a. Greenpeace) erklärt eine Reduktion von min. 70 % und Klimaneutralität bis 2040 für notwendig und schlägt darüber hinaus weitere Maßnahmen im Rahmen eines Sofortprogramms vor. Das NewClimate Institute (2019) berechnet ausgehend von dem globalen 1,5-°C-Kurs nach dem Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC 2018) mögliche Pfade für Deutschland, die mit dem 1,5-°C-Ziel kompatibel sind. Demnach müssen die deutschen Treibhausgase bis 2030 um mindestens 70 % gesenkt werden. Damit ist ein 1,5-°C-Ziel jedoch nur erreichbar, wenn im Laufe des Jahrhunderts Treibhausgase der Atmosphäre wieder entnommen und dauerhaft gelagert oder gespeichert werden. Das kann heute schon durch Aufforstung erfolgen. Ohne diese negativen Emissionen wäre gar eine Reduktion um 75 % erforderlich (NewClimate Institute 2019).

Auch Greenpeace fordert in seiner Analyse zum Kohleausstieg 2030 (Fraunhofer-IEE 2018) ein Reduktionsziel von min. 70 % und Klimaneutralität bereits vor 2040, da die geringeren Ziele nach dem neuen Klimaschutzgesetz nicht mit einer Einhaltung des CO₂-Budgets nach dem Pariser Klimaabkommen vereinbar sind (SRU 2020, Greenpeace 2021).

Diese höhere Emissionsreduktion soll zum einen durch ein Verbot von Neuzulassungen von Pkw mit fossilen Antrieben ab 2025 erreicht werden (Wuppertal-Institut 2017), so wie es in Norwegen bereits beschlossen ist (Norsk elbilforening 2021), und zum anderen durch einen beschleunigten Kohleausstieg bis 2030 (Fraunhofer-IEE 2018). Außerdem sollen die EE-Ausbauziele erhöht werden: Im Vergleich zu dem Szenario von Prognos, Öko-Institut und Wuppertal-Institut (2020) betrifft dies die Onshore-Windenergie, für die bis 2030 eine installierte Leistung von 108,6 GW anstatt 80 GW aufgebaut werden soll.

Die genauen ökonomischen Effekte dieser von Greenpeace als notwendig erachteten Verschärfung der Reduktionsziele lassen sich ohne Modellrechnung nicht präzise quantifizieren. Vor dem Hintergrund der vorangegangenen Ergebnisse liegt es jedoch nahe, dass höhere Investitionen in den Ausbau der Windenergie zu einem gesamtwirtschaftlich positiven Beschäftigungseffekt führen. Beim beschleunigten Ausstieg aus der Produktion von Autos mit Verbrennungsmotor ist zumindest bei einzelnen Herstellern und Zulieferern, die stark vom Verbrennungsmotor abhängen, aufgrund der oben dargestellten Zusammenhänge mit negativen Beschäftigungswirkungen zu rechnen. Und der Wandel in der Arbeitswelt, der nach Agora Verkehrswende & BCG (2021) bereits bei einer langsameren Umgestaltung bis 2030 beträchtlich wäre, dürfte sich in diesem Bereich zusätzlich beschleunigen. Diesen negativen Effekten stehen wiederum die öffentlichen wie privaten Investitionen und damit einhergehende positive ökonomische Wirkungen durch die Bereitstellung beispielsweise von zusätzlicher Lade- und öffentlicher Verkehrsinfrastruktur gegenüber. Die Zielverschärfung wirft jedoch auch die Frage auf, ob angesichts der Pläne der großen deutschen Autohersteller für eine Antriebswende im Jahr 2025 ausreichend Batterien zur Verfügung stehen würden und weite Teile der Autofertigung so umgebaut wären, dass zumindest für den heimischen Markt vorwiegend Elektrofahrzeuge produziert werden könnten.

Zusammenfassend lässt sich erwarten, dass eine weitere Verschärfung der Reduktionsziele nicht mit gesamtwirtschaftlichen Nachteilen gegenüber einem Referenzszenario verbunden sein dürfte. Gerade für den Fall ambitionierter Klimaschutzmaßnahmen auch in anderen Teilen der Welt könnten sich die zusätzlichen Maßnahmen analog zu den vorherigen Modellierungen in eine weitere Expansion der Investitionstätigkeit, der Wertschöpfung und folglich der Beschäftigung niederschlagen.

Umgekehrt lässt sich jedoch nicht ausschließen, dass die u. a. von Greenpeace geforderte höhere Zielsetzung an Grenzen der Umsetzbarkeit stößt oder keine weiteren positiven ökonomischen Effekte erreichbar sind. So kann auch der Arbeitsmarkt Restriktionen setzen, z. B. durch ein begrenzt verfügbares Angebot an Fachkräften oder begrenzte berufliche Mobilität. Dennoch sollten die Ambitionen möglichst hoch sein, den Klimawandel aufzuhalten und die Erderwärmung gemäß Pariser Klimaabkommen auf deutlich unter 2 °C, möglichst 1,5 °C, zu begrenzen. Die Folgen sind bereits heute spürbar. Diese Kosten und Risiken bei einem Verfehlen der Ziele (UBA 2021b) insbesondere für die zukünftigen Generationen müssen bei politischen Entscheidungen berücksichtigt werden.

4 SCHLUSSFOLGERUNGEN

Der Literaturüberblick zeigt die Erwartung, dass die Transformation hin zu einer nachhaltigeren Wirtschaft gesamtwirtschaftlich positive Beschäftigungseffekte mit sich bringt. Eine Minderung der THG-Emissionen um 65 % bis 2030 gegenüber 1990 wirkt gesamtwirtschaftlich positiv und schafft netto zusätzliche Arbeitsplätze. Dies gilt auf nationaler Ebene ebenso wie auf europäischer und globaler Ebene. Nicht alle Wirtschaftszweige werden dabei in jedem Fall gewinnen können – insgesamt überwiegen jedoch die positiven Wirkungen. Dabei können nicht nur die direkt betroffenen Branchen profitieren, sondern auch den indirekten Effekten kommt eine hohe Bedeutung zu. Darüber hinaus löst eine höhere Wirtschaftsleistung weitergehende positive Beschäftigungseffekte aus. Dies legt nahe, dass Gleiches für den Fall einer weiteren Verschärfung der Reduktionsziele gelten kann. Wichtig ist dabei, dass der Wandel der Arbeitswelt insgesamt sehr viel stärker durch andere Entwicklungen getrieben wird als durch die grüne Wirtschaftswende. Der demografische Wandel reduziert zukünftig das Arbeitsangebot in Deutschland. Digitalisierung und technischer Fortschritt sind zentrale Treiber, die durch die Corona-Pandemie weiter verstärkt worden sind. Das global verfügbare Wissen verdoppelt sich alle paar Jahre, sodass sich die Anforderungen an Arbeitskräfte deutlich verändern werden. Weiterbildung und lebenslanges Lernen sind zentrale Antworten darauf.

Angesichts der begrenzten Emissionsmenge, die bei einer Einhaltung des 1,5-C-Ziels noch ausgestoßen werden kann, wird der verbleibende Handlungsspielraum immer kleiner. Jede Verschärfung der Reduktionsziele schränkt die Auswahlmöglichkeiten für Maßnahmen weiter ein. Deshalb müssen alle Maßnahmen ergriffen werden, die sich technisch bei tragbaren Kosten umsetzen lassen. Hierzu gehören eine weitgehende Dekarbonisierung der Energiewirtschaft, ein schnellstmöglicher Umstieg auf neue Antriebe bei neuzugelassenen Pkw, Lösungen für den Schwerverkehr, Umstellung von Industrieprozessen auf emissionsfreie Technologien, Förderung erneuerbarer Energien auch im Wärmesektor und eine übergreifende Steigerung von Energieeffizienz. Land- und Forstwirtschaft müssen verstärkt CO₂ binden. Die Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende und Agora Verkehrswende (2021) haben dazu kürzlich einen 50 Empfehlungen umfassenden Umsetzungsvorschlag veröffentlicht.

Über die inländischen Entwicklungen hinaus ergeben sich Chancen durch Technologieführerschaft und den Erhalt der Exportstärke, wenn sich immer mehr Länder weltweit am Klimaschutz orientieren und somit die Nachfrage nach Klimaschutzgütern und -dienstleistungen steigt. Deutschland ist in diesen grünen Sektoren in vielen Fällen sehr gut aufgestellt (BMU 2021a) und kann auch durch eine ambitionierte Klimapolitik einen First-Mover-Vorteil erhalten. Schließlich sollte das Risiko nicht unterschätzt werden, dass ein zögerliches Agieren schnell zu Wettbewerbsnachteilen der deutschen Wirtschaft führen kann, wenn andere Industrienationen zielbewusst voranschreiten und die neuen grünen Geschäftsfelder besetzen. Auch der Automobilsektor wird sich an der international stattfindenden Transformation und damit verbundenen technologischen und strukturellen Änderungen ausrichten. First Mover bzw. Technologieführer können von der grünen Wirtschaftswende profitieren und ihre Marktanteile langfristig sichern. Politische Rahmenbedingungen, welche gerechtere Wettbewerbsbedingungen unter Wahrung von Umweltschutz und Achtung von Menschenrechten schaffen (wie das kürzlich verabschiedete Lieferkettengesetz) können dazu beitragen, dass die Wirtschaftswende nicht an Landesgrenzen endet.

Einschränkend ist anzufügen, dass die betrachteten Studien bezüglich der schnellen Dekarbonisierung optimistisch sind, was die technologische Entwicklung, die Umsetzbarkeit politischer Maßnahmen, die Handlungsfähigkeit des Staates und menschliches Verhalten angeht. Ob und vor allem zu welchen Kosten es in 10 oder 15 Jahren möglich sein wird, mit einem Lkw oder Flugzeug CO₂-frei von Berlin nach Paris zu kommen, ob dann Wasserstoff in großen Mengen zur Verfügung steht, der Ausbau des öffentlichen Verkehrs wie auch des Radverkehrs gelingt, ob Akzeptanz für den weiteren Ausbau erneuerbarer Energien besteht und der gesamte Gebäudebestand Deutschlands THG-neutral sein wird, sind Fragen, die heute nicht mit Sicherheit zu beantworten sind. Die untersuchten Szenarien sind denkbare Zukunftsentwicklungen, es kann aber auch anders kommen. Unbestritten ist jedoch, dass die Notwendigkeit und der Handlungsdruck zur schnellen Dekarbonisierung im Kontext der Erderhitzung zunehmen wird und sich schnelles Handeln bezahlt macht. Die Corona-Krise zeigt beispielhaft, dass sich frühzeitige Prävention und schnelles, auf wissenschaftlichen Erkenntnissen beruhendes Handeln auch ökonomisch auszahlen. Die aktuelle Krise legt offen, dass es neben Marktversagen (auf Baustellen fehlt bspw. Material) auch Staatsversagen gibt (keine Vorbereitung für den Pandemiefall oder die problembehaftete Beschaffung von Masken in der Corona-Pandemie), gerade wenn Entscheidungen bei großer Unsicherheit und unter großem Zeitdruck getroffen werden müssen. Es gibt wenig Grund anzunehmen, dass dies bei der Bewältigung der Klimakrise besser wird.

Umso wichtiger sind einige Grundüberlegungen: (1) Je mehr Länder sich an der grünen Transformation beteiligen, desto schneller werden neue Technologien entwickelt und ihre Kosten sinken. Internationale Zusammenarbeit ist zentral, damit die grüne Wirtschaftswende gelingt. Wichtig für die Kosten der Klimapolitik und ihre Akzeptanz ist die Vermeidung von „stranded assets“. (2) Dazu muss die Politik die Investitions- und Nutzungszyklen berücksichtigen. Sonst entstehen sehr hohe Kosten in Form von Vermögenswerten, die ihren Wert verlieren. Das ist für die üblichen ökonomischen Modellstudien kein großes Problem, weil die Wirtschaftsleistung an der jährlichen Wertschöpfung (BIP) gemessen wird. Änderungen in den Vermögenspositionen (z. B. ein Stahlwerk, das mit Koks Kohle betrieben wird, verliert bei einem hohen CO₂-Preis schnell seinen Wert) wirken nur sehr begrenzt negativ auf die jährliche Produktionsmenge. Allerdings berücksichtigen die Studien auch nicht mögliche Verwerfungen auf den globalen Finanzmärkten, die bei größeren Vermögensverlusten in kurzer Zeit entstehen könnten. (3) Wenn der zukünftige technologische Fortschritt trotz internationaler Zusammenarbeit nicht ausreichen sollte, kann die Wirtschaft zukünftig nur so weit wachsen, wie die ökologischen Grenzen es zulassen. Das gilt nicht nur für die THG-Emissionen und die globale Erwärmung, sondern auch für die Flächennutzung und den Erhalt der Biodiversität, die Verfügbarkeit von Rohstoffen und den Aufbau einer Kreislaufwirtschaft. Dann müsste Suffizienz die Lücke füllen. Im Sinne des Vorsorgeprinzips macht es auch deshalb verstärkt Sinn, über eine wirtschaftliche Entwicklung jenseits von Wirtschaftswachstum nachzudenken.

Am Ende ist daran zu erinnern, warum eine Transformation unseres Wirtschaftssystems notwendig ist. Nicht in erster Linie, um damit Arbeitsplätze zu schaffen, sondern um mögliche Verwerfungen und Einschränkungen unserer Lebensmöglichkeiten bei einem hohen Temperaturanstieg oder einem starken Rückgang der Biodiversität zu verhindern. Über die konkreten negativen Folgen des Klimawandels haben wir sehr viel weniger Kenntnisse als über den Umbau in eine klimaneutrale Wirtschaftsweise, die sich sogar positiv auswirken dürfte. Um mit der Swiss Re (2021) zu sprechen: „No action [is] not an option“. Die grüne Transformation ist auch aus ökonomischer Sicht der einzig vernünftige Weg.

LITERATURVERZEICHNIS

- Agora Verkehrswende & BCG (2021): Automobile Arbeitswelt im Wandel – Jobeffekte in Deutschland bis 2030. https://www.agora-verkehrswende.de/fileadmin/Projekte/2021/BCG-Jobstudie/2021-07-01_Automobile-Arbeitswelt-im-Wandel_Ergebnisfolien.pdf [zuletzt aufgerufen am 05.07.2021].
- Boston Consulting Group (BCG) & Prognos AG (2018): Klimapfade für Deutschland.
- Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) (2021): Ökologischer Landbau. <https://bmel-statistik.de/landwirtschaft/landwirtschaftliche-betriebe/oekologischer-landbau/?L=0> [zuletzt aufgerufen am 10.06.2021].
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) (2021a): Green-Tech made in Germany 2021 – Umwelttechnik-Atlas für Deutschland.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) (2021b): Entwurf eines Ersten Gesetzes zur Änderung des Bundes-Klimaschutzgesetzes. Bearbeitungsstand: 11.05.2021. https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Glaeser_Gesetze/19_Lp/ksg_aendg/Entwurf/ksg_aendg_bf.pdf [zuletzt aufgerufen am 14.06.2021].
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) & Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat) (2021): Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2019): Energieeffizienzstrategie 2050.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2021): Die Energie der Zukunft. 8. Monitoring-Bericht zur Energiewende – Berichtsjahre 2018 und 2019.
- Brandstät, C., Gabriel, J., Jahn, K. & Peter, F. (2018): Innovation Energiespeicher – Chancen der deutschen Industrie. Studie im Auftrag der Hans-Böckler-Stiftung.
- British Broadcasting Corporation (BBC) (2020): Climate change: EU leaders set 55% target for CO2 emissions cut. <https://www.bbc.com/news/world-europe-55273004> [zuletzt aufgerufen am 14.06.2021].
- Climate Action Network (CAN) Europe (2019): CAN Europe calls for an increase of the EU's 2030 climate target to at least 65%. <https://caneurope.org/can-europe-calls-for-an-increase-of-the-eu-s-2030-climate-target-to-at-least-65/> [zuletzt aufgerufen am 14.06.2021].
- Climate Action Tracker (2021): EU – Country summary. <https://climateactiontracker.org/countries/eu/> [zuletzt aufgerufen am 14.06.2021].
- Deutscher Naturschutzring (DNR) (2021): Das Klimaschutzgesetz jetzt mit einem Klimaschutz-Sofortprogramm hinterlegen. <https://www.dnr.de/fileadmin/Positionen/2021-06-16-100-Tage-Klimaschutz-Sofortprogramm.pdf> [zuletzt aufgerufen am 17.06.2021].
- DIW Econ (2015): Die Beschäftigungseffekte der Energiewende – Eine Expertise für den Bundesverband WindEnergie e. V. und die Deutsche Messe AG.

- Europäische Kommission (2018): A Clean Planet for all – a European long-term strategic vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy. In-depth analysis in support of the commission communication COM(2018) 773.
- Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (Fraunhofer-IAO) & Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR) (2018): ELAB 2.0 – Wirkungen der Fahrzeugelektrifizierung auf die Beschäftigung am Standort Deutschland.
- Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (Fraunhofer-IAO) (2020): Beschäftigung 2030 – Auswirkungen von Elektromobilität und Digitalisierung auf die Qualität und Quantität der Beschäftigung bei Volkswagen.
- Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik (Fraunhofer-IEE) (2018): 2030 kohlefrei – Wie eine beschleunigte Energiewende Deutschlands Beitrag zum Pariser Klimaschutzabkommen sicherstellt. Studie im Auftrag von Greenpeace.
- Greenpeace (2021): Das Recht auf Zukunft – Konsequenzen aus dem Urteil des Bundesverfassungsgerichts für die Klimaschutzpolitik der Bundesregierung. Kurzanalyse.
<https://www.greenpeace.de/sites/www.greenpeace.de/files/publications/20210512-greenpeace-kurzanalyse-klimaschutzgesetz.pdf> [zuletzt aufgerufen am 28.06.2021].
- Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung (GWS) & Prognos AG (2018): Gesamtwirtschaftliche Effekte der Energiewende. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi).
- International Energy Agency (IEA) (2021): Net Zero by 2050 – A Roadmap for the Global Energy Sector.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2018): Special Report on Global warming of 1.5°C.
- International Renewable Energy Agency (IRENA) (2018): Global Energy Transformation – A Roadmap to 2050.
- International Renewable Energy Agency (IRENA) (2021): World Energy Transitions Outlook: 1.5°C Pathway.
- Institut Wohnen und Umwelt (IWU) & Fraunhofer Institut für Fertigungstechnik und angewandte Materialforschung (Fraunhofer-IFAM) (2018): Monitoring der KfW-Programme „Energieeffizient Sanieren“ und „Energieeffizient Bauen“ 2017.
- Kohlekommission (2019): Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung. Abschlussbericht.
- Lehr, U. & Lutz, C. (2020): Macro-econometric and structural models. In: Soytas, U. & Sari, R. (eds.): Routledge Handbook of Energy Economics. Routledge, London, New York, pp. 472–480.
- Lehr, U., Edler, D., Ulrich, P., Blazejczak, J. & Lutz, C. (2019): Beschäftigungschancen auf dem Weg zu einer Green Economy – szenarienbasierte Analyse von (Netto-) Beschäftigungswirkungen. Umwelt, Innovation, Beschäftigung 03/2019, Dessau-Roßlau.
- Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung an der Universität München e. V. (ifo-Institut) (2021): Auswirkungen der vermehrten Produktion elektrisch betriebener Pkw auf die Beschäftigung in Deutschland – Studie im Auftrag des Verbands der Automobilindustrie (VDA).

- Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung Essen (RWI) (2018): Erarbeitung aktueller vergleichender Strukturdaten für die deutschen Braunkohleregionen. Projektbericht für das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.
- Lutz, C., Banning, M., Ahmann, L. & Flaute, M. (2021): Energy efficiency and rebound effects in German industry – evidence from macroeconomic modeling. *Economic Systems Research*, DOI: 10.1080/09535314.2021.1937953
- Lutz, C., Becker, L. & Kemmler, A. (2021): Socioeconomic Effects of Ambitious Climate Mitigation Policies in Germany. *Sustainability* 13, 6247.
- M-Five & Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (Fraunhofer-ISI) (2017): Beschäftigungseffekte nachhaltiger Mobilität – Eine systematische Analyse der Perspektiven in Deutschland bis 2035. AP 1: Leitbild nachhaltige Mobilität: Szenarien Multi-Modalität-2035 und E-Straße-2035. Arbeitspapier im Auftrag der Hans-Böckler-Stiftung.
- M-Five & Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (Fraunhofer-ISI) (2020): Synthese und Handlungsempfehlungen zu Beschäftigungseffekten nachhaltiger Mobilität. Arbeitspapier im Auftrag der Hans-Böckler-Stiftung, Karlsruhe.
- M-Five (2020): Gesamtwirtschaftliche Wirkungen durch die Transformation zu nachhaltiger Mobilität. Arbeitspapier im Auftrag der Hans-Böckler-Stiftung, Karlsruhe.
- Mönnig, A., Lutz, C., Becker, L., Maier, T. & Zika, G. (2021): Arbeitsmarkteffekte eines klimaneutralen Langfristpfads bis 2030 – Zusammenfassung der Ergebnisse. Kurzstudie im Auftrag der Stiftung Klimaneutralität, Osnabrück.
- Mönnig, A., Schneemann, C., Weber, E., Zika, G. & Helmrich, R. (2018): Elektromobilität 2035 – Effekte auf Wirtschaft und Erwerbstätigkeit durch die Elektrifizierung des Antriebsstranges von Personenkraftwagen. IAB-Forschungsbericht 8/2018.
- NewClimate Institute (2019): 1,5°C: Was Deutschland tun muss. Studie im Auftrag von Compact.
- Norsk elbilforening (2021): Norwegian EV policy – Norway is leading the way for a transition to zero emission in transport. <https://elbil.no/english/norwegian-ev-policy/> [zuletzt aufgerufen am 11.06.2021].
- Oehlmann, M., Linsenmeier, M., Kahlenborn, W., Lehr, U., Flaute, M., Büchele, R. & Andrä, P. (2019): Wirtschaftliche Chancen durch Klimaschutz (III): Gesamtwirtschaftliche Effekte einer investitionsorientierten Klimaschutzpolitik. *Climate Change* 19/2019, Dessau-Roßlau.
- Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) & Eurostat (1999): *The Environmental Goods & Services Industry – Manual for Data Collection and Analysis*.
- O’Sullivan, M. & Edler, D. (2020): Gross Employment Effects in the Renewable Energy Industry in Germany – an Input-Output Analysis from 2000 to 2018. *Sustainability* 12(15), 6163. <https://doi.org/10.3390/su12156163>.
- Oei, P.-Y., Hermann, H., Herpich, P., Holtemöller, O., Lünenbürger, B. & Schult, C. (2020): Coal phase-out in Germany – Implications and policies for affected regions. *Energy* 196, 117004.

- Öko-Institut e. V., Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (Fraunhofer-ISI), Prognos AG, M-Five, Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien (IREES) & FiBL (2019): Folgenabschätzung zu den ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Folgewirkungen der Sektorziele für 2030 des Klimaschutzplans 2050 der Bundesregierung.
- Porter, M. E. (1991): America's Green Strategy. *Scientific American*, 264(4), p. 168.
<http://dx.doi.org/10.1038/scientificamerican0491-168>
- Prognos (2019a): Jobwende – Effekte der Energiewende auf Arbeit und Beschäftigung. Für ein besseres Morgen. Studie im Auftrag der Friedrich-Ebert-Stiftung.
- Prognos (2019b): Beschäftigung und Wertschöpfung in der deutschen Onshore-Windindustrie – Szenarien zum künftigen Ausbau der Onshore-Windenergie und Effekte auf Wertschöpfung und Beschäftigung in den Kernbereichen der Branche. Kurzstudie im Auftrag von GE und VDMA.
- Prognos, Fraunhofer-ISI, GWS & iinas (2021): Energiewirtschaftliche Projektionen und Folgeabschätzungen 2030/2050 – Gesamtdokumentation der Szenarien.
- Prognos, Öko-Institut & Wuppertal-Institut (2020): Klimaneutrales Deutschland. Studie im Auftrag von Agora Energiewende, Agora Verkehrswende und Stiftung Klimaneutralität.
- Sievers, L., Breitschopf, B., Pfaff, M. & Schaffer, A. (2019): Macroeconomic impact of the German energy transition and its distribution by sectors and regions. *Ecological Economics*, 160, pp. 191–204.
- Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) (2020): Für eine entschlossene Umweltpolitik in Deutschland und Europa. Umweltgutachten.
- Statistisches Bundesamt (StBA) (2021): Fast ein Drittel aller Arbeitskräfte in der Landwirtschaft waren 2019/2020 Saisonarbeitskräfte. Pressemitteilung Nr. N 028 vom 5. Mai 2021. https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2021/05/PD21_N028_411.html;jsessionid=CD591AD8378DE218840246BAE38BA188.live721 [zuletzt aufgerufen am 16.06.2021].
- Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende & Agora Verkehrswende (2021): Politikinstrumente für ein klimaneutrales Deutschland. 50 Empfehlungen für die 20. Legislaturperiode (2021–2025). https://www.stiftung-klima.de/app/uploads/2021/06/2021-06-17_Politikinstrumente_klimaneutrales_Deutschland_WEB.pdf [zuletzt aufgerufen am 18.06.2021].
- Swiss Re (2021): The economics of climate change: no action not an option.
<https://www.swissre.com/dam/jcr:e73ee7c3-7f83-4c17-a2b8-8ef23a8d3312/swiss-re-institute-expertise-publication-economics-of-climate-change.pdf> [zuletzt aufgerufen am 21.06.2021].
- Umweltbundesamt (UBA) (2019): Klimaschutz und Kohleausstieg: Politische Strategien und Maßnahmen bis 2030 und darüber hinaus. *Climate Change* 27/2019.
- Umweltbundesamt (UBA) (2020): Beschäftigungswirkungen des Umweltschutzes in Deutschland in den Jahren 2016 und 2017. *Umwelt, Innovation, Beschäftigung* 04/2020.

Umweltbundesamt (UBA) (2021a): Ökonomische Indikatoren von Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz – Aktualisierung 2021. Investitionen, Produktion und Beschäftigung in ausgewählten Bereichen. Umwelt, Innovation, Beschäftigung 04/2021.

Umweltbundesamt (UBA) (2021b): Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland – Kurzfassung. Climate Change 26/2021.

Verband der Automobilindustrie (VDA) (2021): Jahreszahlen: Export.

<https://www.vda.de/de/services/zahlen-und-daten/jahreszahlen/export.html> [zuletzt aufgerufen am 17.06.2021].

Wuppertal-Institut (2017): Verkehrswende für Deutschland – Der Weg zu CO₂-freier Mobilität bis 2035. Studie im Auftrag von Greenpeace.