

Die Auswirkungen der Klimaschutzmaßnahmen auf den Arbeitsmarkt und die Wirtschaft

Zika, Gerd; Hummel, Markus; Schneemann, Christian; Studtrucker, Maximilian; Kalinowski, Michael; Maier, Tobias; Krebs, Bennet; Steeg, Stefanie; Bernardt, Florian; Krinitz, Jonas; Mönnig, Anke; Parton, Frederik; Ulrich, Philip; Wolter, Marc Ingo

Veröffentlichungsversion / Published Version

Forschungsbericht / research report

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit / provided in cooperation with:

Bundesministerium für Arbeit und Soziales

Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Zika, G., Hummel, M., Schneemann, C., Studtrucker, M., Kalinowski, M., Maier, T., ... Wolter, M. I. (2021). *Die Auswirkungen der Klimaschutzmaßnahmen auf den Arbeitsmarkt und die Wirtschaft*. (Forschungsbericht / Bundesministerium für Arbeit und Soziales, FB526/5). Berlin: Bundesministerium für Arbeit und Soziales; Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesagentur für Arbeit (IAB); Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB); GWS Wirtschaftliche Strukturforchung GmbH. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-77188-6>

Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer Deposit-Lizenz (Keine Weiterverbreitung - keine Bearbeitung) zur Verfügung gestellt. Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use:

This document is made available under Deposit Licence (No Redistribution - no modifications). We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.



Bundesministerium
für Arbeit und Soziales

FORSCHUNGSBERICHT

526/5

Die Auswirkungen der Klimaschutzmaßnahmen auf den Arbeitsmarkt und die Wirtschaft

Dezember 2021

ISSN 0174-4992

Die Auswirkungen der Klimaschutzmaßnahmen auf den Arbeitsmarkt und die Wirtschaft



Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung

Regensburger Str. 100

90478 Nürnberg

Autorinnen und Autoren:

Gerd Zika

Markus Hummel

Christian Schneemann

Maximilian Studtrucker



Bundesinstitut für Berufsbildung

Robert-Schuman-Platz 3

53175 Bonn

Autorinnen und Autoren:

Michael Kalinowski

Tobias Maier

Bennet Krebs

Stefanie Steeg



Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung mbH

Heinrichstraße 30

49080 Osnabrück

Autorinnen und Autoren:

Florian Bernardt

Jonas Krinitz

Anke Mönnig

Frederik Parton

Philip Ulrich

Marc Ingo Wolter

Dezember 2021

Erstellt im Auftrag des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales.

Die Durchführung der Untersuchungen sowie die Schlussfolgerungen aus den Untersuchungen sind von den Auftragnehmern in eigener wissenschaftlicher Verantwortung vorgenommen worden. Das Bundesministerium für Arbeit und Soziales übernimmt insbesondere keine Gewähr für die Richtigkeit, Genauigkeit und Vollständigkeit der Untersuchungen.

Kurzbeschreibung

In diesem Bericht werden die Auswirkungen des Klimaschutzprogramms 2030, des Klimaschutz Sofortprogramms 2022 und der Aufstockung Bundesförderung energieeffiziente Gebäude (BEG) vom 22.09.2021 für Arbeitsmarkt und Wirtschaft für den Zeitraum bis 2025 abgeschätzt. Ob die Maßnahmen geeignet sind, die Treibhausgasemissionen bis 2030 um 65 Prozent zu mindern, wird im Rahmen dieses Berichts nicht untersucht.

Abstract

This report estimates the effects of the Climate Protection Program 2030, the Climate Protection Immediate Action Program 2022 and the increase in federal funding for energy-efficient buildings of September 22, 2021 on the labor market and the economy for the period 2021 to 2025. This report does not examine whether the measures are likely to reduce greenhouse gas emissions by 65 percent by 2030.

Inhalt

Tabellenverzeichnis	7
Abbildungsverzeichnis	8
Abkürzungsverzeichnis	10
Zusammenfassung	11
Einleitung	13
1. Methode und Interpretationshilfe	14
2. Getroffene Annahmen	16
3. Ergebnisse	21
Schlussfolgerungen	32
Literaturverzeichnis	34
Anhang	40
Explizite Erläuterung der getroffenen Annahmen	40
A1 Übergeordnete Maßnahmen	40
A2 Sektor 1: Gebäude	43
A3 Sektor 2: Verkehr	46
A4 Sektor 3: Landwirtschaft	54
A5 Sektor 4: Industrie	64
A6 Sektor 5: Energiewirtschaft	66
A7 Wasserstoff	70

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Modellierete Maßnahmen des Klimaschutzprogramms 2030	16
Tabelle 2: Modellierete Maßnahmen des Klimaschutz Sofortprogramm 2022	19
Tabelle 3: Maßnahmen des Klimaschutzprogramms (KSPr) 2030 zur CO ₂ - Bepreisung und Entlastung von Bürger:innen und Wirtschaft	40
Tabelle 4: Maßnahmen des Klimaschutz Sofortprogramm (KS) 2022 zur CO ₂ - Bepreisung und Entlastung von Bürger:innen und Wirtschaft	41
Tabelle 5: Maßnahmen des Klimaschutzprogramms (KSPr) 2030 im Sektor Gebäude	43
Tabelle 6: Maßnahmen des Klimaschutz Sofortprogramm (KS) 2022 im Sektor Gebäude	43
Tabelle 7: Maßnahmen des Klimaschutzprogramms (KSPr) 2030 im Sektor Verkehr	46
Tabelle 8: Maßnahmen des Klimaschutz Sofortprogramm (KS) 2022 im Sektor Verkehr	47
Tabelle 9: Maßnahmen des Klimaschutzprogramms (KSPr) 2030 im Sektor Landwirtschaft	54
Tabelle 10: Maßnahmen des Klimaschutz Sofortprogramm (KS) 2022 im Sektor Landwirtschaft	55
Tabelle 11: Veränderung der Kostenstruktur in der Landwirtschaft	58
Tabelle 12: Produktion, Preise und Umsatz im Vergleich	59
Tabelle 13: Veränderung der Preissetzung	61
Tabelle 14: Maßnahmen des Klimaschutzprogramms 2030 im Sektor Industrie	64
Tabelle 15: Maßnahmen des Klimaschutz Sofortprogramm 2022	64
Tabelle 16: Maßnahmen des Klimaschutzprogramms (KSPr) 2030 im Sektor Energiewirtschaft	66
Tabelle 17: Maßnahmen des Klimaschutz Sofortprogramm (KS) 2022 im Sektor Energiewirtschaft	66
Tabelle 18: Angestrebte installierte Leistung und Bruttostromerzeugung nach Energieträgern in EEG 2017 und EEG 2021	68

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anwendung der Szenario-Technik	15
Abbildung 2: Wirkung auf das preisbereinigte Bruttoinlandsprodukt in Prozent, Jahre 2021 – 2025	21
Abbildung 3: Wirkung auf die Komponenten des preisbereinigten Bruttoinlandsprodukts in Mrd. Euro; Jahre 2021 – 2025	22
Abbildung 4: Wirkung auf die Zahl der Erwerbstätigen und die der Erwerbspersonen in 1.000 Personen, Jahre 2021 – 2025	23
Abbildung 5: Zwölf Wirtschaftsbereiche mit den größten Wirkungen auf die Zahl der Erwerbstätigen im Jahr 2025 in Tausend Personen	24
Abbildung 6: Zwölf Wirtschaftsbereiche mit den größten Wirkungen auf die Zahl der Erwerbstätigen im Jahr 2025 in Prozent	25
Abbildung 7: 14 Berufsgruppen mit den größten Wirkungen auf die Zahl der Erwerbstätigen im Jahr 2025 in Tausend Personen	26
Abbildung 8: 14 Berufsgruppen mit den größten Wirkungen auf die Zahl der Erwerbstätigen im Jahr 2025 in Prozent	27
Abbildung 9: Wirkung auf die Zahl der Erwerbstätigen nach Anforderungsniveaus im Jahr 2025 in Tausend Personen (blaue Balken, linke Achse) und in Prozent (rote Punkte, rechte Achse)	28
Abbildung 10: Wirkung auf die Zahl der Erwerbstätigen nach Arbeitsmarktregionen im Jahr 2025 in Tausend Personen	29
Abbildung 11: Wirkung auf die Zahl der Erwerbstätigen nach Arbeitsmarktregionen im Jahr 2025 in Prozent	30
Abbildung 12: Arbeitsplatz- auf und Abbau gegenüber Referenz-Szenario in 2025	31
Abbildung 13: Sektorziel Verkehr: Zulässige Jahresemissionsmengen für die Jahre 2020 bis 2030	47
Abbildung 14: Entwicklung der ökologisch bewirtschafteten landwirtschaftlich genutzten Fläche in Deutschland 2011 bis 2020	56

Abbildung 15: Aufwandskomponenten ökologischen Landbaus und konventionell wirtschaftender Vergleichsgruppe für das Wirtschaftsjahr 2019/2020	57
Abbildung 16: Umsatzentwicklung je ha bei Betrieben im Ökolandbau und der konventionellen Vergleichsgruppe	60
Abbildung 17: Jährliche zusätzliche Investitionen für Electrolyseure	72

Abkürzungsverzeichnis

BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BIBB	Bundesinstitut für Berufsbildung
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BMAS	Bundesministerium für Arbeit und Soziales
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
CCS	Carbon Capture and Storage
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
GW	Gigawatt
GWS	Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforchung (GWS) mbH
GVFG	Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz
IAB	Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung
IEA	Internationale Energieagentur
KS	Klimaschutzsofortprogramm
KSPr	Klimaschutzprogramm
KW	Kilowatt
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LuFV	Leistungs- und Finanzierungsvereinbarung
LULUCF	Land Use, Land-Use Change and Forestry (Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft)
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
PEMEL-Anlagen	Protonen-Austausch-Membran-Elektrolyseur-Anlagen
QuBe	Qualifikations- und Berufsprojektionen
TW	Terawatt
UBA	Umweltbundesamt

Zusammenfassung

Im Rahmen des Fachkräftemonitorings werden mit dem vorliegenden Bericht die Folgen einer Umsetzung des Klimaschutzprogramms 2030 (BMU, 2019), des Klimaschutz Sofortprogramms 2022 und der Aufstockung Bundesförderung energieeffiziente Gebäude (BEG) vom 22.09.2021 für Arbeitsmarkt und Wirtschaft abgeschätzt. Da die Maßnahmen des Sofortprogramms 2022 und die Aufstockung der Bundesförderung sich im Wesentlichen auf die nächsten Jahre beziehen, konzentriert sich die vorliegende Analyse auf den Zeitraum bis 2025. Es ergeben sich folgende Erkenntnisse:

- Die untersuchten Programme für den Klimaschutz zeigen über den gesamten Projektionszeitraum hinweg positive Wirkungen auf das preisbereinigte Bruttoinlandsprodukt. Im Jahr 2025 wird es um rund 0,6 Prozent höher sein, als ohne die Programme. Für die positive Entwicklung des BIP zeigen sich insbesondere die für die Umsetzung der geplanten Maßnahmen notwendigen Ausrüstungs- und die zusätzlichen Bauinvestitionen verantwortlich. Die zusätzlichen Investitionen führen über eine steigende Produktion und steigende Beschäftigung letztlich auch zu einem höheren Einkommen und damit zu einem höheren Konsum privater Haushalte.
- Der Arbeitskräftebedarf, also die Zahl der Erwerbstätigen, wird infolge der Klimaschutzmaßnahmen im Jahr 2025 um fast 120 000 Personen höher sein. Gleichzeitig nimmt das Arbeitskräfteangebot, die Zahl der Erwerbspersonen, wegen der besseren ökonomischen Situation um 90 000 Personen zu, sodass die Zahl der Erwerbslosen um rund 30 000 Personen sinken wird.
- Die Wirkungen auf die Wirtschaftsbereiche sind heterogen. Am stärksten wird der Arbeitskräftebedarf im Baugewerbe steigen, gefolgt von der Landwirtschaft und dem Bereich Landverkehr und Transport in Rohrleitungen. Ein Rückgang an Arbeitskräften lässt sich vor allem in der Autoindustrie (Herstellung von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeugteilen), in einfacheren, unternehmensnahen Dienstleistungen wie z. B. Reisebüros, Autovermietungen und Gebäudebetreuungen (Unternehmensdienstleistungen a.n.g.) sowie in der Lebensmittelherstellung (Herstellung von Nahrungsmitteln und Getränken, Tabakverarbeitung) feststellen.
- Auf der beruflichen Ebene werden fast alle (127 von 141) Berufsgruppen aufgrund der Klimaschutzprogramme mehr Erwerbstätige benötigen.

Zusammenfassung

Bezogen auf die Größe der Berufsgruppen sind die sechs am stärksten betroffenen Berufsgruppen den Bauberufen zuzurechnen.

- Mit Blick auf die Entwicklung des Arbeitskräftebedarfs differenziert nach den Anforderungsniveaus Helfer:innen, Fachkräfte, Spezialist:innen und Expert:innen zeigt sich, dass der Bedarf mit +70 000 Erwerbstätigen auf dem Niveau der Fachkräfte, also für Tätigkeiten die in der Regel eine dreijährige berufsfachliche Ausbildung erfordern, am stärksten und bei Helfer:innen, für Tätigkeiten, deren Ausführung ohne Berufsabschluss möglich ist, am geringsten steigen wird. Auch relativ betrachtet wird der zusätzliche Bedarf bei den Fachkräften zwar am höchsten ausfallen, allerdings sind die Unterschiede zwischen den Anforderungsniveaus nur gering.
- Der Beschäftigungseffekt insgesamt ist in allen Arbeitsmarktregionen positiv. In industriell geprägten Arbeitsmarktregionen zeigt sich aber ein stärkerer Wandel der Arbeitsplatzstruktur. Bezogen auf die Zahl der in den Regionen arbeitenden Erwerbstätigen verlieren diese zwar mehr Arbeitsplätze, können dies jedoch durch Arbeitsplätze an anderer Stelle, vor allem durch Investitionen im Baugewerbe, mehr als kompensieren. Letztlich gewinnen vor allem die Arbeitsmarktregionen, in denen das Baugewerbe ohnehin einen stärker prägenden Anteil an der regionalen Beschäftigungsentwicklung einnimmt. Dies ist vor allem in den östlichen Arbeitsmarktregionen der Fall.

Die Wirkungsanalyse betrachtet die zum Ende der 19. Legislaturperiode von der Bundesregierung beschlossene Programme und Maßnahmen zum Klimaschutz. Darüberhinausgehende Aussagen sind nicht möglich. Weitere Schritte und Maßnahmen in Richtung einer klimaneutraleren Gesellschaft wurden für die 20. Legislaturperiode angekündigt und finden in Abhängigkeit vom Umsetzungsstand Eingang in die jährlich zu aktualisierenden Berichte des Fachkräftemonitorings. Da aber bereits heute gemäß der Engpassanalyse der Bundesagentur für Arbeit in einer Vielzahl der Bauberufe Engpässe bestehen und auch ohne die zusätzlichen Investitionen im Rahmen des Klimaschutzes diese in den nächsten fünf Jahren voraussichtlich bestehen werden, stellt sich unweigerlich die Frage, ob die ökologische Transformation angesichts des bestehenden Arbeitsangebotes überhaupt möglich ist? Die Ergebnisse zeigen, dass das derzeit knappe Arbeitsangebot sowohl in der Bauausführung, als auch in der Planung und Genehmigung, die Umsetzung voraussichtlich verlangsamen wird und sich das Preisniveau vermutlich erhöht. Das macht die ökologische Transformation nicht unmöglich. Indes könnten die erzielten Transformationsschritte zunehmend hinter den erwarteten zurückbleiben.

Einleitung

Die „Entwicklung eines Analyseinstruments zur Prognose von Fachkräfteangebot und –nachfrage in Deutschland (Fachkräftemonitoring)“ basiert auf den BIBB–IAB Qualifikations– und Berufsprojektionen (QuBe–Projekt; www.qube-projekt.de). Diese werden seit 2007 im Rahmen eines Kooperationsprojekts des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB) und des Instituts für Arbeitsmarkt– und Berufsforschung der Bundesagentur für Arbeit (IAB) in Zusammenarbeit mit der Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforchung mbH (GWS) erarbeitet, fortwährend aktualisiert und weiterentwickelt. Mit dem Fachkräftemonitoring verfolgt das Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) das Ziel, ein Analyseinstrument zur Fachkräfteprognose zur Verfügung zu stellen. Mit dem Beschluss des Bundesverfassungsgerichtes vom 24.03.2021 und der Novelle des Klimaschutzgesetzes vom 24.06.2021 rückte die **ökologische Transformation** weiter in den politischen Fokus. Statt 50 Prozent sollen bis 2030 eine 65 prozentige Treibhausgasreduzierung gegenüber 1990 erreicht werden. Klimaneutralität soll statt 2050 bereits 2045 realisiert werden. Für 2040 ist ein neues Zwischenziel (88 Prozent Treibhausgasreduzierung gegenüber 1990) definiert worden. Ferner wurden für die Jahre bis 2030 Einzelziele für die Sektoren des Klimaschutzgesetzes gesetzt.

Das Fachkräftemonitoring möchte mit dem hier vorliegenden Szenario die **Folgen** einer Umsetzung des **Klimaschutzprogramms 2030** (BMU, 2019), des **Klimaschutz Sofortprogramms 2022** (BFM, 2021) und der **Aufstockung Bundesförderung energieeffiziente Gebäude** (BEG) (BMWi, 2021b) vom 22.09.2021 für **Arbeitsmarkt und Wirtschaft** abschätzen. Da die Maßnahmen des Sofortprogramms 2022 und die Aufstockung der Bundesförderung sich nur auf die nächsten Jahre beziehen, konzentriert sich die vorliegende Analyse auf einen Zeitraum bis 2025 (Zika u. a., 2021).

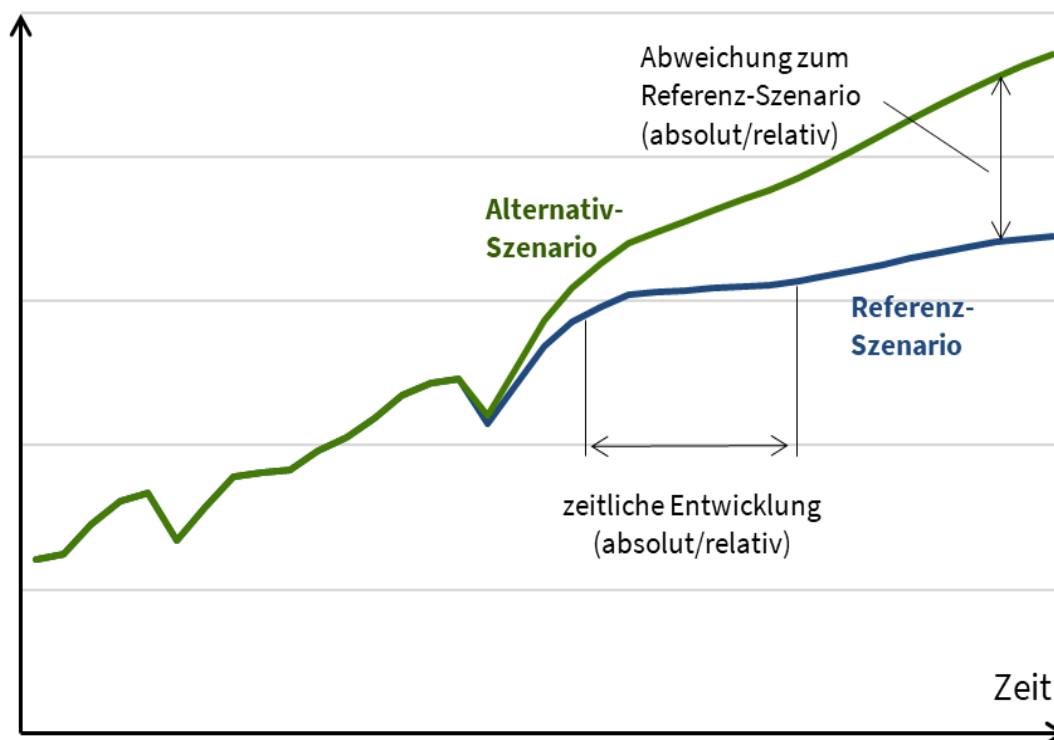
Das QuBe–Projektteam hat für dieses Szenario folgendes Vorgehen gewählt: Es wurden umfangreiche Interviews mit Wissenschaftler:innen zu den übergreifenden Maßnahmen (CO₂–Preis, Wasserstoff) und zu den einzelnen emittierenden Sektoren geführt, um sich einen Überblick über die Wirkung der beschlossenen Maßnahmenpakete zu verschaffen. Zudem tauschte sich das Projektteam mit den Expert:innen des BAFA, BMU und UBA aus. Die Arbeiten des Projektteams bauen auf bereits geleisteten Arbeiten von Mönig u. a. (2020) auf, welche die Effekte des Klimaschutzprogramms 2030 auf Wirtschaft und Erwerbstätigkeit bereits zu Teilen abgeschätzt

haben. Allerdings konnten Mönig u. a. (2020) nicht sämtliche Maßnahmen quantifizieren und mittels gezielter Annahmen ins Modell übertragen. Die aktuelle Analyse definiert hingegen eine deutlich größere Auswahl an Annahmen über fast alle Sektoren hinweg und setzt diese im Modell um. Im nachfolgenden Abschnitt 2 wird zunächst die Methodik erläutert und eine Interpretationshilfe der Ergebnisse gegeben. In Abschnitt 3 werden die getroffenen Annahmen kurz erläutert. Eine ausführliche Erklärung der getroffenen Annahmen erfolgt im **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** Im vierten Abschnitt werden die Ergebnisse des Szenarios bis zum Jahr 2025 beschrieben. Der fünfte Abschnitt zieht Schlussfolgerungen aus den Erkenntnissen.

1. Methode und Interpretationshilfe

Zur Beantwortung der Frage, wie sich das Klimaschutzprogramm 2030 (BMU, 2019) inklusive des Klimaschutz Sofortprogramms 2022 und der Aufstockung der BEG vom 22.09.2021 für den Arbeitsmarkt und Wirtschaft auswirken, wenden wir die Szenario-Technik an. Die Szenario-Technik eignet sich besonders für Voraussagen über die Wirkungen von einem oder mehreren Einflussfaktoren oder für die Frage, welche Maßnahmen ergriffen werden müssen, um ein bestimmtes Ziel in der Zukunft zu erreichen. Die Effekte von bestimmten (z.B. ökonomischen, technologischen, sozialen) Entwicklungen werden üblicherweise mittels „Was-wäre-wenn“-Analysen untersucht, um die Implikationen von divergierenden Annahmen zu berechnen. Der Vergleich von zwei Szenarien offenbart die Implikationen verschiedener Annahmen. Ein Szenario ist das Referenz-Szenario, das plausible und konsistente zukünftige Entwicklungen darstellt. In einem Alternativ-Szenario werden andere Annahmen, z. B. bezüglich der wirtschaftlichen oder demografischen Entwicklung, variiert. Die Modellzusammenhänge bleiben dabei unverändert, sodass Differenzen in den Ergebnissen allein auf die geänderten Annahmen zurückgeführt werden können. Die Darstellung der Ergebnisse kann im zeitlichen Ablauf für ein Szenario erfolgen oder im Vergleich zweier Szenarien zu einem Zeitpunkt (Abbildung 1). Im hier verwendeten Modellrahmen führten bereits Wolter et al. (2016) eine solche Szenario-Analyse zu den Wirkungen von Wirtschaft 4.0 in Deutschland durch. In Mönig et al. (2018) wurde die Szenario-Technik eingesetzt, um die Folgen einer Elektrifizierung des Antriebsstrangs auf die Wirtschaft und die Beschäftigung zu quantifizieren und in Mönig et al. (2019) sind die Wirkungen des Klimapakets quantifiziert worden.

Abbildung 1: Anwendung der Szenario-Technik



Quelle: QuBe-Projekt

Bei der Analyse konzentrieren wir uns auf den Zeitraum bis 2025. Hintergrund ist, dass insbesondere die Maßnahmen im Sofortprogramm 2022 für die nächsten Jahre ausgelegt sind, aber auch Teile des Klimaschutzprogramms 2030 nur für diesen Zeitraum konkretisiert sind. Aus diesem Grund haben wir auch als Referenz-Szenario die in 2021 erstmalig erstellte Mittelfristprognose verwendet (Zika u. a., 2021). Das Ziel der Mittelfristprognose ist, eine möglichst wahrscheinliche Entwicklung aufzuzeigen. Um dieses Ziel zu erreichen, werden bei der Mittelfristprognose erwartete, mit relativ hoher Wahrscheinlichkeit eintretende Entwicklung soweit wie möglich mitberücksichtigt. So war bereits zum Zeitpunkt der Erstellung der Mittelfristprognose (Datenstand Februar 2021) erwartbar, dass zur Erreichung der klimapolitischen Ziele eine Reihe von Investitionen notwendig sein werden, die entsprechend in die Mittelfristprognose mit einfließen. Ob diese Investitionen nun infolge des Klimaschutzprogramms 2030, des Klimaschutz Sofortprogramms 2022 oder der Aufstockung der BEG getätigt werden, bzw. ob der Staat oder die Privatwirtschaft diese finanzieren, spielte dabei keine Rolle. Letztlich entscheidend sind nur die Höhe und der zeitliche Verlauf.

Somit können die im Folgenden präsentierten Ergebnisse **nicht** dahingehend verstanden werden, dass sich bei einer Umsetzung der Maßnahmen bis zum Jahr 2025 die Ergebnisse der Mittelfristprognose um diese Wirkungen erhöhen. Vielmehr zeigt die vorliegende Analyse auf, welche Arbeitsmarktwirkungen das Klimaschutzprogramm 2030 inklusive des Klimaschutz Sofortprogramms 2022 und der Aufstockungsmittel für Gebäudesanierung entfalten könnten. Dabei wird weder die Realisierbarkeit betrachtet, noch werden mögliche **Verdrängungs- und Mitnahmeeffekte** einbezogen. Es wird also nicht berücksichtigt, dass ohne die in den Programmen vorgesehenen Staatsinvestitionen eventuell die Privatwirtschaft investiert hätte (Verdrängungseffekt), bzw. die Fördermittel nun für Investitionen gewährt werden, die auch ohne diese Fördermittel getätigt worden wären (Mitnahmeeffekt).

2. Getroffene Annahmen

Zur Erfassung der oben beschriebenen bevorstehenden ökologischen Transformation werden Maßnahmen aus dem Klimaschutzprogramms 2030 und dem Klimaschutz Sofortprogramm 2022 sowie die im September 2021 beschlossenen weiteren Maßnahmen in Höhe von 11,5 Mrd. Euro zur Erreichung der Klimaziele im Gebäudebereich in die Modelwelt integriert. Die in Tabelle 1 aufgezählten Maßnahmen, welche grün gekennzeichnet wurden, konnten quantifiziert werden und wurden ins Modell übernommen. Die anderen Maßnahmen waren entweder bereits vor Verabschiedung des Klimaschutzpakets in Kraft bzw. absehbar (z.B. Kohleausstieg) und entsprechend Bestandteil des Referenz-Szenarios oder konnten aufgrund unzureichender Informationen nicht ins Modell integriert werden.

Tabelle 1: Modellierte Maßnahmen des Klimaschutzprogramms 2030

Nummer	Maßnahmen
CO2-Bepreisung	
3.2.1	CO2 -Bepreisung in den Sektoren Wärme und Verkehr
3.2.2	Instrument zur CO2 -Bepreisung in den Sektoren Wärme und Verkehr - Nationales Emissionshandelssystem
3.2.3	Mindestpreis im EU-Emissionshandel
Entlastung von Bürger:innen und Wirtschaft	
3.3.1	Senkung der Stromkosten
3.3.2	Änderung der Entfernungspauschale für Fernpendler:innen
3.3.3	Änderung beim Wohngeld und beim Mietrecht
3.3.4	Transferleistungen

Getroffene Annahmen

Maßnahmen in den Sektoren	
Energiewirtschaft	
3.4.1.1	Schrittweise Reduzierung und Beendigung der Kohleverstromung auf Basis der Empfehlungen der Kommission WSB
3.4.1.2	Ausbau der EE auf 65 Prozent Anteil am Bruttostromverbrauch bis 2030
3.4.1.3	Weiterentwicklung und umfassende Modernisierung der KWK
3.4.1.4	Wärmenetze zunehmend auf erneuerbare Energien und unvermeidbare Abwärme umstellen
3.4.1.5	Reallabore der Energiewende
3.4.1.6	Energieeffizienzstrategie 2050 (EffSTRA)
3.4.1.7	Begleitmaßnahmen Energiewende
3.4.1.8	EU-Kooperation
3.4.1.9	Investitionsprogramm – Energieeffizienz und Prozesswärme aus erneuerbaren Energien in der Wirtschaft
Gebäude	
3.4.2.1	Steuerliche Förderung der energetischen Gebäudesanierung
3.4.2.2	Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) einschließlich Investitionszuschüssen sowie einer Austauschprämie für Ölheizungen
3.4.2.3	Förderung der seriellen Sanierung
3.4.2.4	Energetische Stadtsanierung
3.4.2.5	Energieberatung und Öffentlichkeitsarbeit
3.4.2.6	Vorbildfunktion Bundesgebäude
3.4.2.7	Weiterentwicklung des energetischen Standards
3.4.2.8	Weiterentwicklung der Städtebauförderung (StBauF)
3.4.2.9	Fortentwicklung des Innovationsprogramms Zukunft Bau
3.4.2.10	Energieeffizienzstrategie 2050 (EffSTRA)
Verkehr	
3.4.3.1	Stärkung des Schienenpersonenverkehrs (Handlungsfeld „Öffentlicher Verkehr, Rad- und Fußverkehr“)
3.4.3.2	Attraktivität des ÖPNV erhöhen (Handlungsfeld „Öffentlicher Verkehr, Rad- und Fußverkehr“)
3.4.3.3	Ausbau von Radwegen und Fahrradparkmöglichkeiten sowie Verbesserung der Rahmenbedingungen (Handlungsfeld „Öffentlicher Verkehr, Rad- und Fußverkehr“)
3.4.3.4	Entwicklung strombasierter Kraftstoffe (Handlungsfeld „Alternative Kraftstoffe“)
3.4.3.5	Unterstützung fortschrittlicher Biokraftstoffe (Handlungsfeld „Alternative Kraftstoffe“)
3.4.3.6	Stärkung des Schienengüterverkehrs (Handlungsfeld „Güterverkehr“)
3.4.3.7	Modernisierung der Binnenschifffahrt und Nutzung von Landstrom in Häfen (Handlungsfeld „Güterverkehr“)
3.4.3.8	CO ₂ –arme Pkw auf die Straße bringen (Handlungsfeld „Pkw“)
3.4.3.9	Tank- und Ladeinfrastruktur ausbauen (Handlungsfeld „Pkw“)
3.4.3.10	CO ₂ –arme Lkw auf die Straße bringen (Handlungsfeld „Nutzfahrzeuge“)
3.4.3.11	Tank- und Lade- und Oberleitungsinfrastruktur ausbauen (Handlungsfeld „Nutzfahrzeuge“)
3.4.3.12	Verkehr automatisieren, vernetzen, verflüssigen, innovative Mobilitätsformen ermöglichen (Handlungsfeld „Digitalisierung“)

Getroffene Annahmen

3.4.3.13	Steuerliche Förderung der Elektromobilität (Jahressteuergesetz 2019)
Industrie	
3.4.4.1	Investitionsprogramm – Energieeffizienz und Prozesswärme aus erneuerbaren Energien in der Wirtschaft
3.4.4.2	Wettbewerbliche Ausschreibungen für Energieeffizienz: Förderprogramm
3.4.4.3	Ressourceneffizienz und –substitution
3.4.4.4	Neue Konstruktionstechniken und Werkstoffe für eine emissionsarme Industrie
3.4.4.5	Beschleunigte Umsetzung von Maßnahmen aus dem Energieaudit und den Energiemanagementsystemen (EMS)
3.4.4.6	EU-Ökodesign-Richtlinie – Ausweitung von Mindeststandards
3.4.4.7	EU-ETS Innovationsfonds: Weiterentwicklung des NER300-Programms
3.4.4.8	Nationales Dekarbonisierungsprogramm
3.4.4.9	Programm CO ₂ –Vermeidung und –Nutzung in Grundstoffindustrien
3.4.4.10	Automobilindustrie: Industrielle Fertigung für mobile und stationäre Energiespeicher (Batteriezellfertigung)
Landwirtschaft	
3.4.5.1	Senkung der Stickstoffüberschüsse einschließlich Minderung der Ammoniakemissionen und gezielte Verminderung der Lachgasemissionen, Verbesserung der Stickstoffeffizienz
3.4.5.2	Stärkung der Vergärung von Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft und landwirtschaftlichen Reststoffen
3.4.5.3	Ausbau des Ökolandbaus
3.4.5.4	Verringerung der Treibhausgasemissionen in der Tierhaltung
3.4.5.5	Energieeffizienz in der Landwirtschaft
Sonstige Maßnahmen	
3.4.6.1	Förderprogramm zur Ausweitung der Deponiebelüftung und Optimierung der Gasfassung
Landnutzung, Landnutzungsänderung, Forstwirtschaft	
3.4.7.1	Humuserhalt und –aufbau im Ackerland
3.4.7.2	Erhalt von Dauergrünland
3.4.7.3	Schutz von Moorböden einschließlich Reduzierung der Torfverwendung in Kultursubstraten
3.4.7.4	Erhalt und nachhaltige Bewirtschaftung der Wälder und Holzverwendung

Quelle: BMU (2019). Lesehilfe: Die grün gekennzeichneten Maßnahmen konnten quantifiziert werden und wurden ins Modell übernommen. Die anderen Maßnahmen waren entweder bereits vor Verabschiedung des Klimaschutzpaketes in Kraft (z.B. Kohleverstromungsbeendigungsgesetz) oder konnten aufgrund unzureichender Informationen nicht ins Modell integriert werden.

Getroffene Annahmen

Tabelle 2: Modellierte Maßnahmen des Klimaschutz Sofortprogramm 2022

Nummer	Maßnahmen
I. Maßnahmen im Industriesektor	
I. 1.	Aufstockung des Programms Decarbonisierung der Industrie / Klimaschutzverträge
I. 2.	Investitionsförderprogramm Stahlindustrie
I. 3.	Energieeffizienz in der Wirtschaft / Abwärme
I. 4.	Leitmärkte grüner Stahl
I. 5.	Investitionsförderprogramm Chemie
I. 6.	Zertifizierungssystem für den CO ₂ -Fußabdruck bestimmter Stoffe
II. Maßnahmen im Energiesektor	
II. 1.	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)
II. 2.	Förderung der Produktion grünen Wasserstoffs (Offshore Elektrolyseure)
II. 3.	Wasserstoff Global (H2Global)
II. 4.	Ausbau der erneuerbaren Energien
III. Maßnahmen im Gebäudesektor	
III. 1.	Bundesförderung energieeffiziente Gebäude (BEG)
III. 2.	Klimagerechter sozialer Wohnungsbau
III. 3.	Überprüfung des GEG
IV. Maßnahmen im Verkehrssektor	
IV. 1.	Ausbau Radinfrastruktur
IV. 2.	Innovative Modellvorhaben des Radverkehrs
IV. 3.	Investitionen in die Schifffahrt
IV. 4.	Investitionen in Wasserstraßen
IV. 5.	Investitionen in die Schiene
IV. 6.	Schnellladehubs in Quartieren
IV. 7.	Hybridelektrisches Fliegen
IV. 8.	Nullemissionen Schiff
IV. 9.	CO ₂ -Flottengrenzwerte
IV. 10.	CO ₂ -Differenzierung der Kfz-Steuer
V. Maßnahmen in der Landwirtschaft	
V. 1.	Bundesprogramm Energieeffizienz in der Landwirtschaft
V. 2.	Förderung des Baus emissionsarmer Lagerstätten für flüssige Wirtschaftsdünger, der Nachrüstung von Lagerabdeckung und des emissionsarmen Stallbaus im Rahmen der GAK
V. 3.	Forschungsinitiative zur Erreichung der Klimaschutzziele 2030
VI. Maßnahmen im LULUCF Sektor	
VI. 1.	Moorbodenschutzprogramm
VI. 2.	Humuserhalt und -aufbau
VI. 3.	GAK: Fortführung der Förderung einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung, eines klima-stabilen Waldumbaus und der Beseitigung von Schäden durch Extremwetterereignisse im Wald
VI. 4.	Honorierung der Ökosystemleistung des Waldes
VII. Übergreifende Maßnahmen	
VII 1.	Klimaneutrale Bundesverwaltung
VII 2.	CO ₂ -Bepreisung

Getroffene Annahmen

VII 3.	Reform der Abgaben, Umlagen, Entgelte und Steuern im gesamten Energiesystem
VII 4.	Überprüfung klimapolitischer Förderpraxis
VII 5.	Zirkuläres Wirtschaften
VII 6.	Reduktion von Steuervergünstigungen
VII 7.	Stärkung des Klimaschutzes im kommunalen Umfeld

Quelle: BFM (2021). Lesehilfe: Die grün gekennzeichneten Maßnahmen konnten quantifiziert werden und wurden ins Modell übernommen. Die anderen Maßnahmen waren entweder bereits vor Verabschiedung des Klimaschutzpaketes in Kraft (z.B. Kohleverstromungsbeendigungsgesetz) oder konnten aufgrund unzureichender Informationen nicht ins Modell integriert werden.

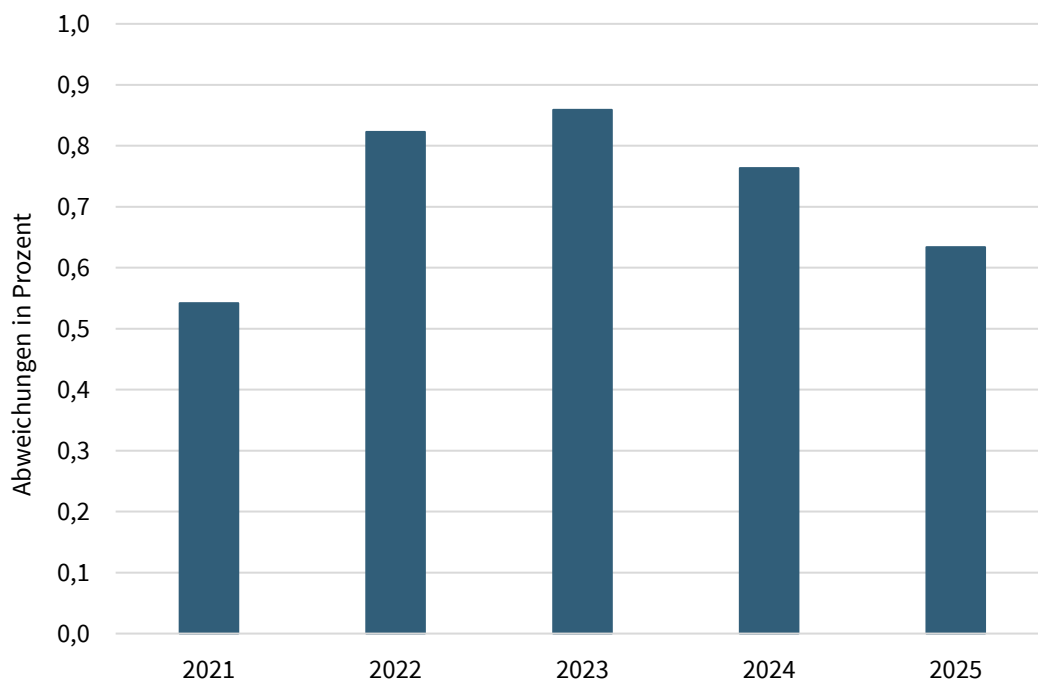
Wie die Tabelle 1 und 2 zeigen, erfordert das Szenario eine Vielzahl an Eingriffen, deren gesamtwirtschaftlichen Effekte in ihrer Gesamtheit ohne Modellrechnungen nur schwer abzuschätzen sind. Die Maßnahmen wirken zum Teil gegensätzlich, wie bspw. Steuerentlastung durch Erhöhung der Pendlerpauschale oder Steuererhöhung durch die implizite Erhöhung der Energiepreise fossiler Energieträger über den CO₂-Preis. Zudem ist die Abgrenzung zwischen beschlossenen Maßnahmen, ihren intertemporalen Wirkungen sowie neue Verhaltensweisen einerseits und tradiertem Verhalten sowie neuen Impulsen andererseits nicht immer überschneidungsfrei möglich. Das liegt vor allem daran, dass Maßnahmen, die bereits in der Vergangenheit – also 2020 – begonnen haben und sich fortsetzen. Einzelne Einstellungen können sich daher in ihren Wirkungen verstärken, abschwächen oder ausgleichen – der Gesamteffekt ist a priori unbekannt. Umso entscheidender sind die gesetzten Annahmen und die Festlegung der notwendigen Stellschrauben, um die Gesamteffekt abzuschätzen. Eine ausführliche Darstellung der Annahmen findet sich entsprechend im Anhang. Im nächsten Kapitel werden die Effekte auf den Arbeitsmarkt und Wirtschaft beschrieben.

3. Ergebnisse

Im Folgenden wird aufgezeigt, wie sich die Wertschöpfung und der Bedarf an Arbeitskräften unter Berücksichtigung der in Tabelle 1 und 2 getroffenen Maßnahmen verändern. Dabei konzentrieren wir uns – wie bereits beschrieben – auf den Zeitraum bis 2025. Hintergrund ist, dass insbesondere die Maßnahmen im Sofortprogramm 2022 für die nächsten Jahre ausgelegt sind, aber auch Teile des Klimaschutzprogramms 2030 nur für diesen Zeitraum konkretisiert sind.

Unter den getroffenen Annahmen zeigen sich über den gesamten Projektionszeitraum hinweg positive Wirkungen auf das Bruttoinlandsprodukt (BIP) (Abbildung 2). Im Jahr 2025 liegt es rund 0,6 Prozent höher. Hierbei wird implizit unterstellt, dass in allen Bereichen auch ausreichend Arbeitskräfte zur Verfügung stehen.

Abbildung 2: Wirkung auf das preisbereinigte Bruttoinlandsprodukt in Prozent, Jahre 2021 – 2025



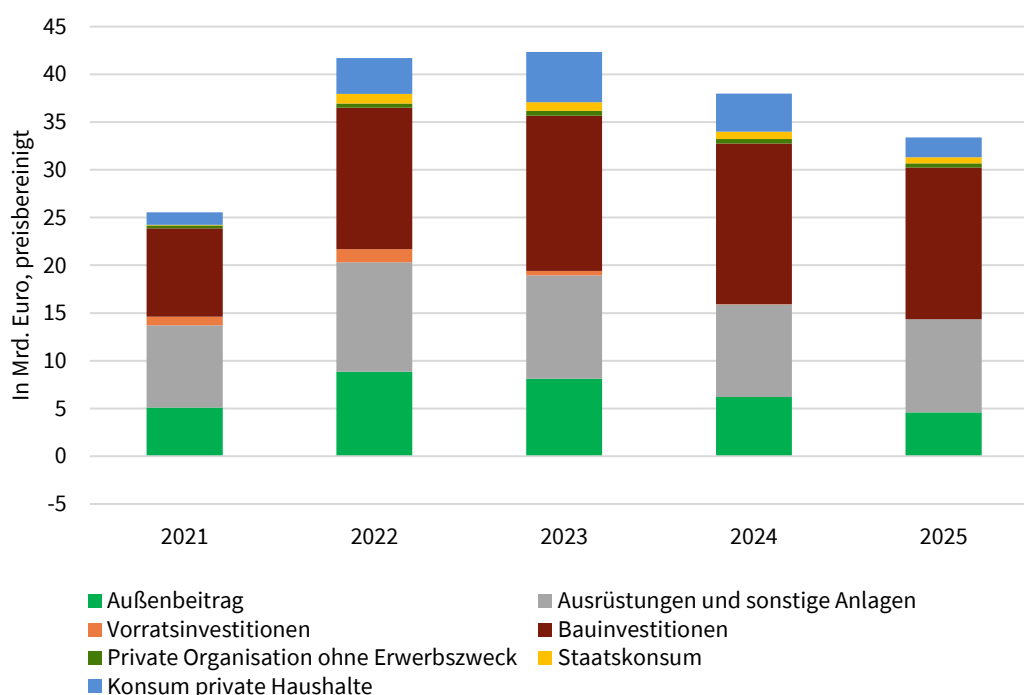
Quelle: QuBe-Projekt, Welle 6.1

Abbildung 3 stellt die Wirkung auf das preisbereinigte BIP untergliedert nach den einzelnen BIP-Komponenten (Konsum, Investitionen und Außenhandel) zwischen 2021 und 2025 dar. Für die positive Entwicklung des BIP zeigen sich insbesondere die für die Umsetzung der geplanten Maßnahmen

Ergebnisse

notwendigen Ausrüstungs- und die zusätzlichen Bauinvestitionen verantwortlich. Auch der, im Vergleich zum Referenz-Szenario vermehrte, private Konsum sorgt für ein höheres BIP. Der Konsum privater Haushalte ist insbesondere auf Kreislaufwirkungen zurückzuführen: Höhere Investitionen führen zu steigender Wertschöpfung, verbunden mit einer höheren Erwerbstätigkeit und damit mehr Einkommen.

Abbildung 3: Wirkung auf die Komponenten des preisbereinigten Bruttoinlandsprodukts in Mrd. Euro; Jahre 2021 – 2025



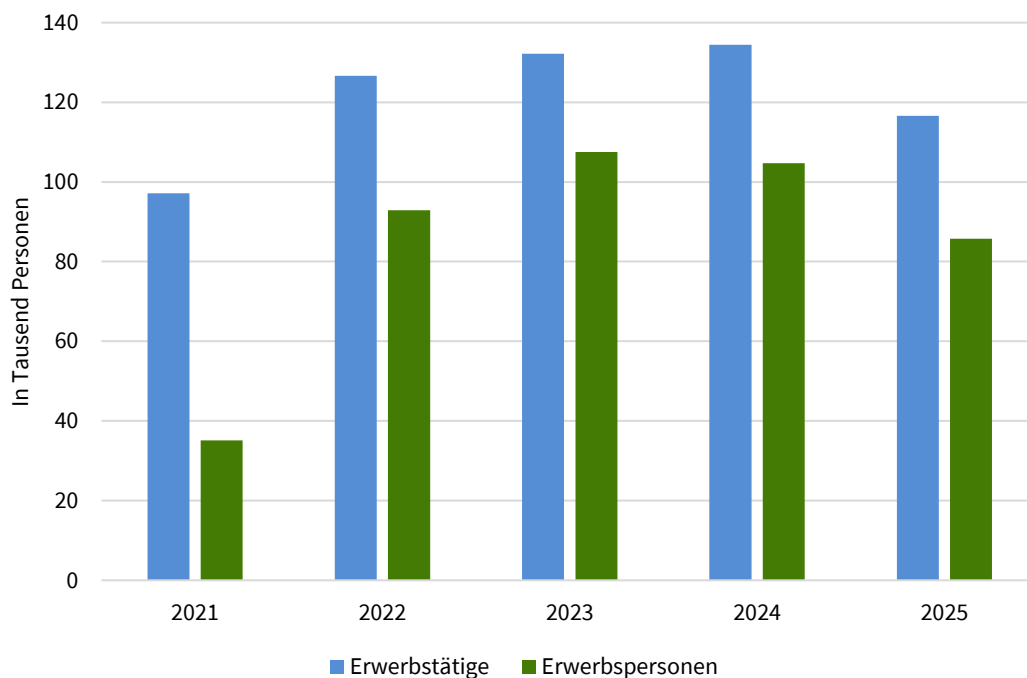
Quelle: QuBe-Projekt, Welle 6.1

Das höhere BIP ergibt sich aus den Ergebnissen auf der Ebene von Wirtschaftsbereichen. In den einzelnen Wirtschaftsbereichen kommt es aufgrund höherer Nachfrage zur Schaffung zusätzlicher Arbeitsplätze. Gleichzeitig reagieren die erwerbsfähigen Personen auf die bessere Arbeitsmarktlage und passen ihr Erwerbsverhalten an. Im Ergebnis werden einerseits mehr Personen beschäftigt sein und andererseits werden mehr Personen ihre Arbeitskraft anbieten (Abbildung 4). So wird sich die Zahl der Erwerbstätigen infolge der unterstellten Annahmen in den nächsten drei Jahren um mehr als 130 000 erhöhen. Dies liegt an den getätigten Investitionen. Im Jahr 2025 verringert sich der Effekt etwas, beträgt aber immer noch fast 120 000 Erwerbstätige. Außerdem veranschaulicht Abbildung 4, dass das höhere BIP und die verbesserte Arbeitsmarktlage gleichzeitig zu einem höheren Arbeitskräfteangebot führen (gestiegene Zahl

Ergebnisse

der Erwerbspersonen). Im Jahr 2025 werden rund 90 000 Personen zusätzlich ihre Arbeitskraft anbieten. Ein solches Verhalten kann auch in der Vergangenheit festgestellt werden. Eine steigende Erwerbsneigung kann z.B. bedeuten, dass Personen ihr geplantes Ausscheiden aus dem Berufsleben wegen der guten Auftragslage ihres Betriebes etwas hinausschieben, vielleicht auch nur wenige Monate.

Abbildung 4: Wirkung auf die Zahl der Erwerbstätigen und die der Erwerbspersonen in 1.000 Personen, Jahre 2021 – 2025



Quelle: QuBe-Projekt, Welle 6.1

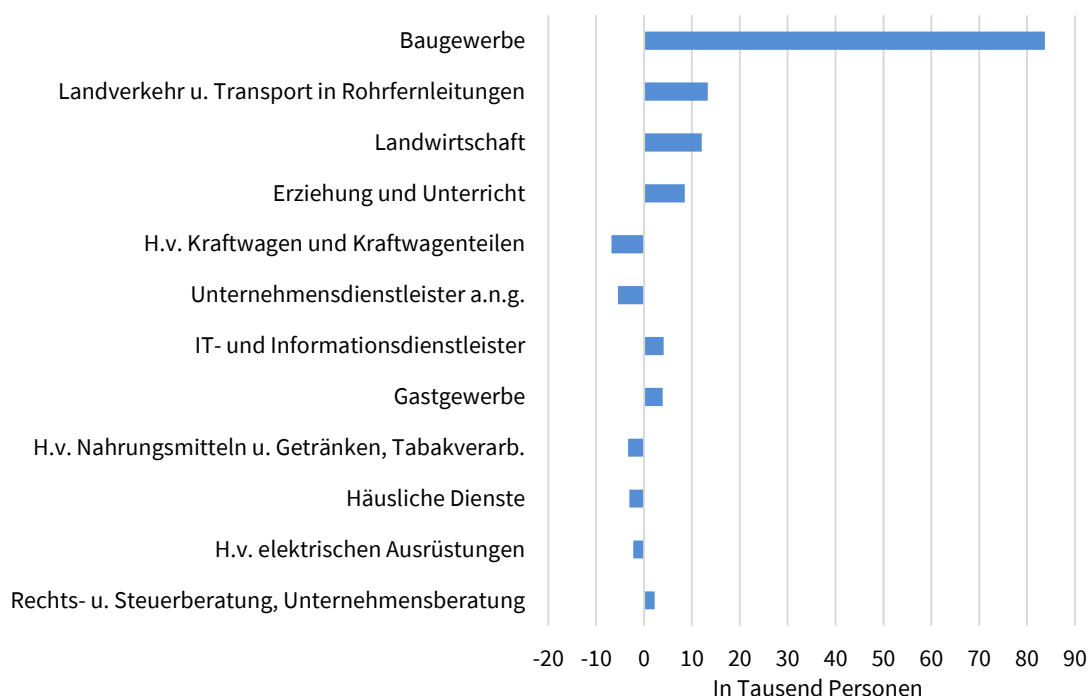
Mit Blick auf die Entwicklung in den Wirtschaftsbereichen zeigt sich ein heterogenes Bild. Abbildung 5 stellt dazu die zwölf Wirtschaftsbereiche mit den größten absoluten Auswirkungen im Jahr 2025 dar. So gibt es Wirtschaftsbereiche, die von den unterstellten Verhaltensänderungen bzw. Investitionsimpulsen profitieren werden, gleichzeitig gibt es jedoch welche die verlieren, wenngleich nur in geringerem Maße. Absolut betrachtet wird vor allem das *Baugewerbe* einen höheren Arbeitskräftebedarf haben. Dies ist insbesondere den Annahmen zur energetischen Gebäudesanierung und dem Verbot von Ölheizungen zuzuschreiben. Der *Landverkehr u. Transport in Rohrfernleitungen* benötigt aufgrund der Förderung des öffentlichen Personenverkehrs zusätzliche Arbeitskräfte, die *Landwirtschaft* wegen dem personalintensiveren Öko-Anbau verbunden mit unterstellten Verhaltensänderungen privater Haushalte. Der höhere Bedarf an

Ergebnisse

Arbeitskräften im Bereich *Erziehung und Unterricht* hängt mit den gestiegenen Investitionen in Forschung und Entwicklung und dem damit verbundenen Wissenstransfer (Weiterbildung) zusammen.

Weniger Erwerbstätige werden vor allem bei der *Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen* benötigt, was eine Folge der beschleunigten Transformation hin zum Elektroantrieb ist. Da neben der Automobilindustrie weitere Bereiche des Verarbeitenden Gewerbes von der ökonomischen Transformation negativ betroffen sind, sinkt der Arbeitskräftebedarf auch bei den *Unternehmensdienstleister anderweitig nicht genannt (a.n.g.)*. Der geringere Arbeitskräftebedarf im Wirtschaftsbereich *Herstellung von Nahrungsmitteln und Getränken, Tabakverarbeitung* ist auch in Zusammenhang mit den Verhaltensänderungen privater Haushalte bei der bewussteren Verwendung von Lebensmitteln zu sehen. Die übrigen vergleichsweise kleinen Beschäftigungsgewinne und -verluste ergeben sich aufgrund von Zweit- und Drittrundeneffekten, die das Resultat von Veränderungen des Preis- und Lohngefüges sind, das z.B. durch CO₂-Preise, Lebensmittelpreise und stärkere Lohnentwicklungen herbeigeführt wird.

Abbildung 5: Zwölf Wirtschaftsbereiche mit den größten Wirkungen auf die Zahl der Erwerbstätigen im Jahr 2025 in Tausend Personen



Quelle: QuBe-Projekt, Welle 6.1

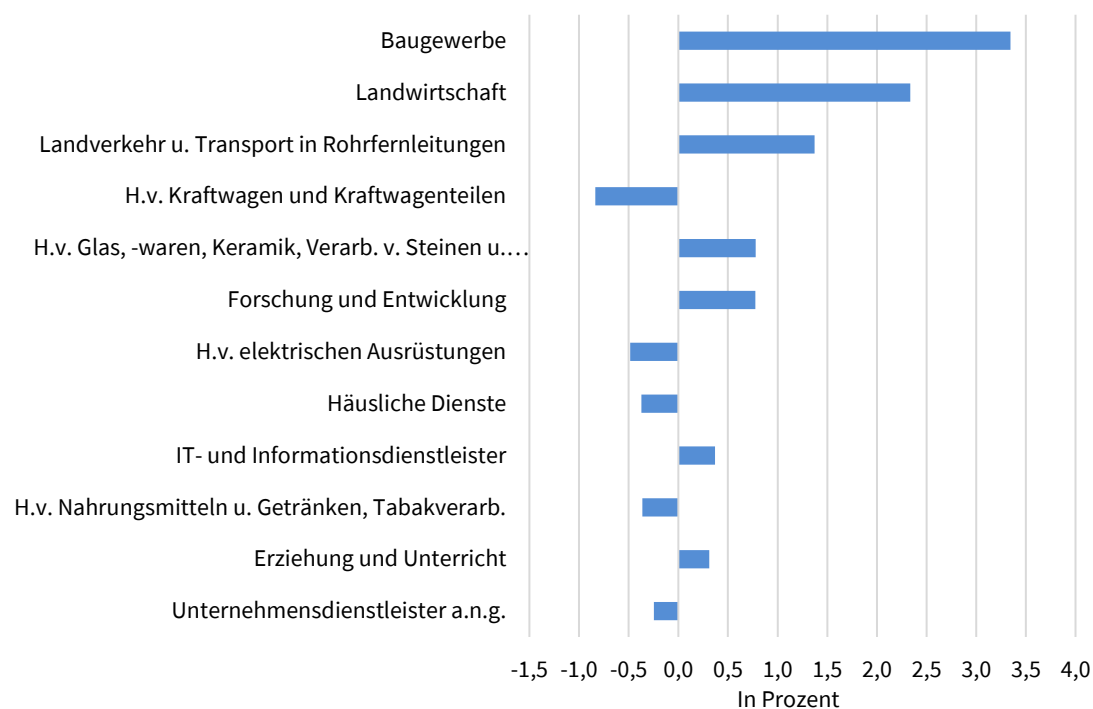
Analog zu Abbildung 5 stellt Abbildung 6 die Wirtschaftsbereiche mit den zwölf größten positiven und negativen Wirkungen auf die Zahl der

Ergebnisse

Erwerbstätigen im Jahr 2025 dar. Die Werte werden hier jedoch ins Verhältnis zur Zahl der Erwerbstätigen im zugrunde gelegten Referenz-Szenario gesetzt. Dadurch stehen zwar dieselben drei Wirtschaftsbereiche wie bei der absoluten Betrachtung an oberster Stelle, allerdings rückt die bislang an Platz drei liegende *Landwirtschaft* einen Platz vor. Relativ gesehen haben die Klimaschutzmaßnahmen hier somit einen größeren Einfluss. In den Fokus rückt auch der Bereich *Forschung und Entwicklung*, der aufgrund seiner relativ geringen Zahl an Beschäftigten bei der absoluten Betrachtung bislang nicht aufgeführt wurde.

Bei den Wirtschaftsbereichen mit geringerem Arbeitskräftebedarf stehen die gleichen Bereiche im Fokus, allerdings ergeben sich Verschiebungen bei der Reihenfolge.

Abbildung 6: Zwölf Wirtschaftsbereiche mit den größten Wirkungen auf die Zahl der Erwerbstätigen im Jahr 2025 in Prozent



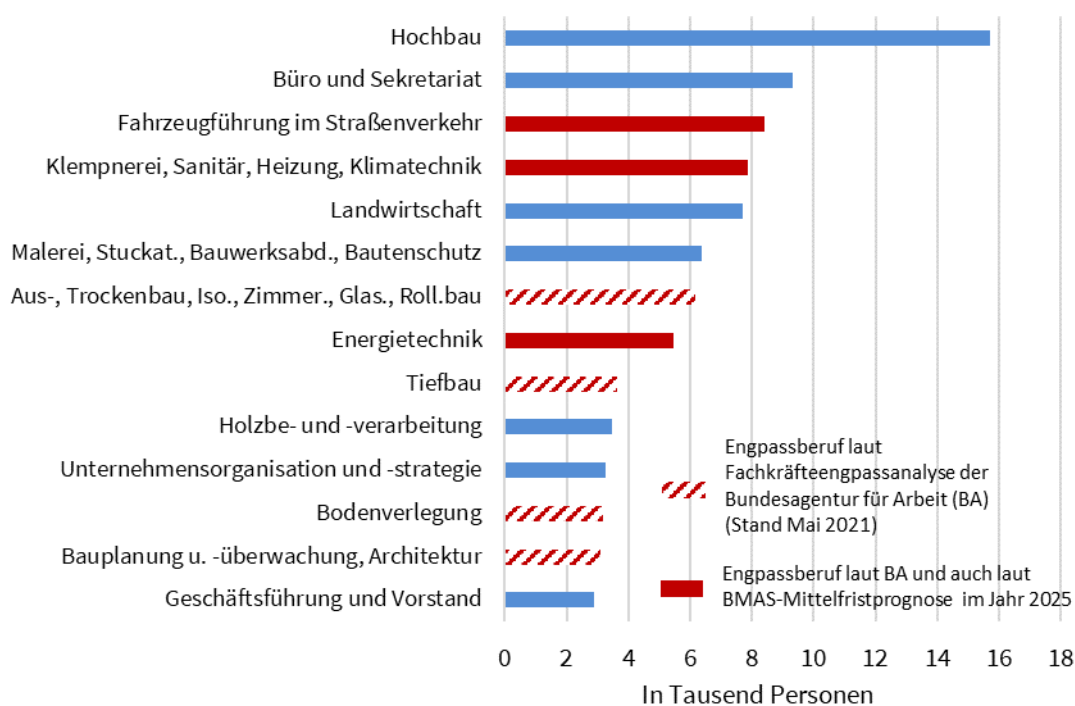
Quelle: QuBe-Projekt, Welle 6.1

Für eine differenzierte Betrachtung der Wirkungen des Klimaschutz-Szenarios auf die Berufsstruktur stellt Abbildung 7 die 14 Berufsgruppen (3-Steller der Klassifikation der Berufe (KldB) 2010) dar, auf die die unterstellten Maßnahmen die größten absoluten Effekte auf die Zahl der Erwerbstätigen im Jahr 2025 hat. Auf den ersten Blick fällt auf, dass unter diesen keine Berufsgruppe einen niedrigeren Arbeitskräftebedarf aufweist. Tatsächlich weisen auch nur 14 der über 140 betrachteten Berufsgruppen im

Ergebnisse

Klimaschutz-Szenario einen rechnerisch geringeren Bedarf auf. Keine dieser Wirkungen ist jedoch im Jahr 2025 größer als 1000 Arbeitsplätze. Da das Baugewerbe, der Wirtschaftsbereich *Landverkehr u. Transport in Rohrfernleitungen* und die *Landwirtschaft* infolge der Maßnahmen einen höheren Arbeitskräftebedarf zeigen, ergibt sich weiterhin, dass viele Bauberufe, die Fahrzeugführung im Straßenverkehr sowie die Landwirtschaftsberufe einen höheren Arbeitskräftebedarf haben. Der höhere Arbeitskräftebedarf bei der Berufsgruppe *Geschäftsführung und Vorstand* hängt mit der allgemein verbesserten Wirtschaftslage und dem Einsatz dieses Berufs in fast allen Wirtschaftsbereichen zusammen.

Abbildung 7: 14 Berufsgruppen mit den größten Wirkungen auf die Zahl der Erwerbstätigen im Jahr 2025 in Tausend Personen



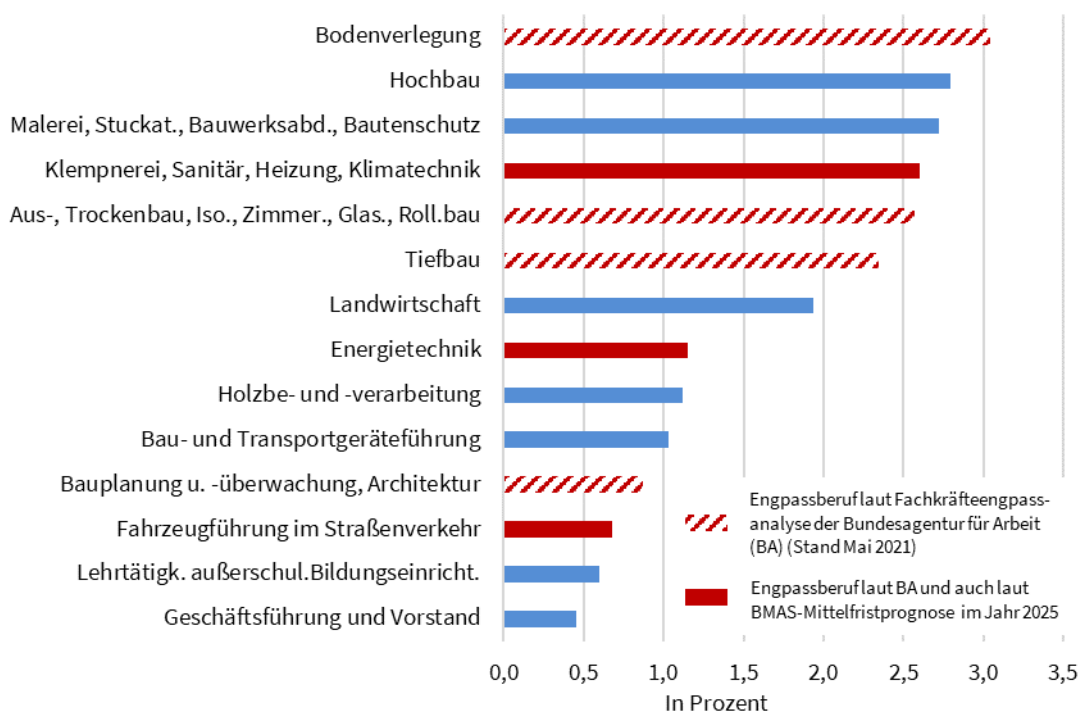
Quelle: QuBe-Projekt, Welle 6.1

Das Ergebnis ändert sich auch bei der relativen Betrachtung nicht. Werden die Änderungen ins Verhältnis zur Zahl der Erwerbstätigen nach Berufsgruppen im zugrunde gelegten Referenz-Szenario bezogen, ergeben sich nur Änderungen in der Reihenfolge der aufgelisteten Berufsgruppen (Abbildung 8). Abbildung 7 und Abbildung 8 geben nicht nur den zusätzlichen Arbeitskräftebedarf aufgrund der im Klimaschutz-Szenario unterstellten Maßnahmen wieder. In der Farbgebung der Balken indizieren sie weiterhin die zu erwartende Schwierigkeiten für Arbeitgeber:innen, Fachkräfte für diese Tätigkeiten zu finden. In den Berufsgruppen mit rot

Ergebnisse

gestrichelten Balken erwartet die Bundesagentur für Arbeit in mehr als 40 Prozent der darunterfallenden Einzelberufe bundesweite Fachkräfteengpässe. In den Berufen mit den roten Balken handelt es sich zugleich auch um Fokusberufe, in welchen bereits in dem zugrunde gelegten Referenz-Szenario Engpässe für das Jahr 2025 erkannt wurden. Besonders hervorzuheben ist deshalb die Fachkräftesituation in *Klempnerei, Sanitär, Heizung, Klimatechnik* und *Energietechnik*. Gerade der Ausstieg von der Ölheizung zu alternativen Heizsystemen befördert die Nachfrage nach diesen Berufen. Mit Ausnahme der *Fahrzeugführung im Straßenverkehr* sind weitere Rekrutierungsschwierigkeiten auch in anderen Berufen des Baugewerbes, wie in *Aus- und Trockenbau, Isolierung, Zimmerei, Glas und Rolladenbau*, welche sich vor allem mit der Gebäudedämmung beschäftigen, im *Tiefbau* und in der *Bodenlegung* zu erwarten. Die Engpässe in *Bauplanung, -überwachung, Architektur* deuten nicht nur auf Engpässe bei der Baudurchführung, sondern auch bei der Planung und Genehmigung von neuen Bauvorhaben hin.

Abbildung 8: 14 Berufsgruppen mit den größten Wirkungen auf die Zahl der Erwerbstätigen im Jahr 2025 in Prozent



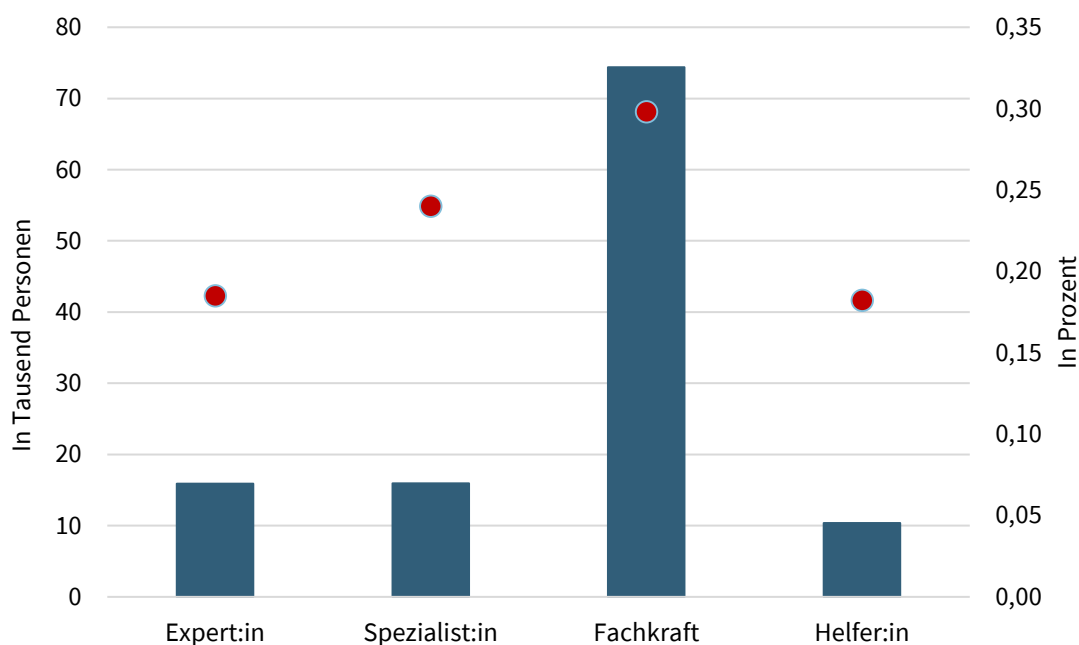
Quelle: QuBe-Projekt, Welle 6.1

Mit Blick auf die Entwicklung des Arbeitskräftebedarfs differenziert nach Anforderungsniveaus zeigt sich, dass sich der erhöhte Bedarf im Klimaschutz-Szenario im Jahr 2025 in allen vier Anforderungsniveaus

Ergebnisse

niederschlägt. Abbildung 9 stellt dazu die Wirkung auf die Zahl der Erwerbstätigen getrennt nach Anforderungsniveaus im Jahr 2025 dar. Im Jahr 2025 ergibt sich mit über 70 000 Erwerbstätigen die größte Wirkung auf dem Niveau der Fachkräfte und die kleinste bei Helfer:innen. Auch relativ betrachtet wird der zusätzliche Bedarf bei den Fachkräften am höchsten ausfallen, bei den Expert:innen und Helfer:innen am geringsten.

Abbildung 9: Wirkung auf die Zahl der Erwerbstätigen nach Anforderungsniveaus im Jahr 2025 in Tausend Personen (blaue Balken, linke Achse) und in Prozent (rote Punkte, rechte Achse)

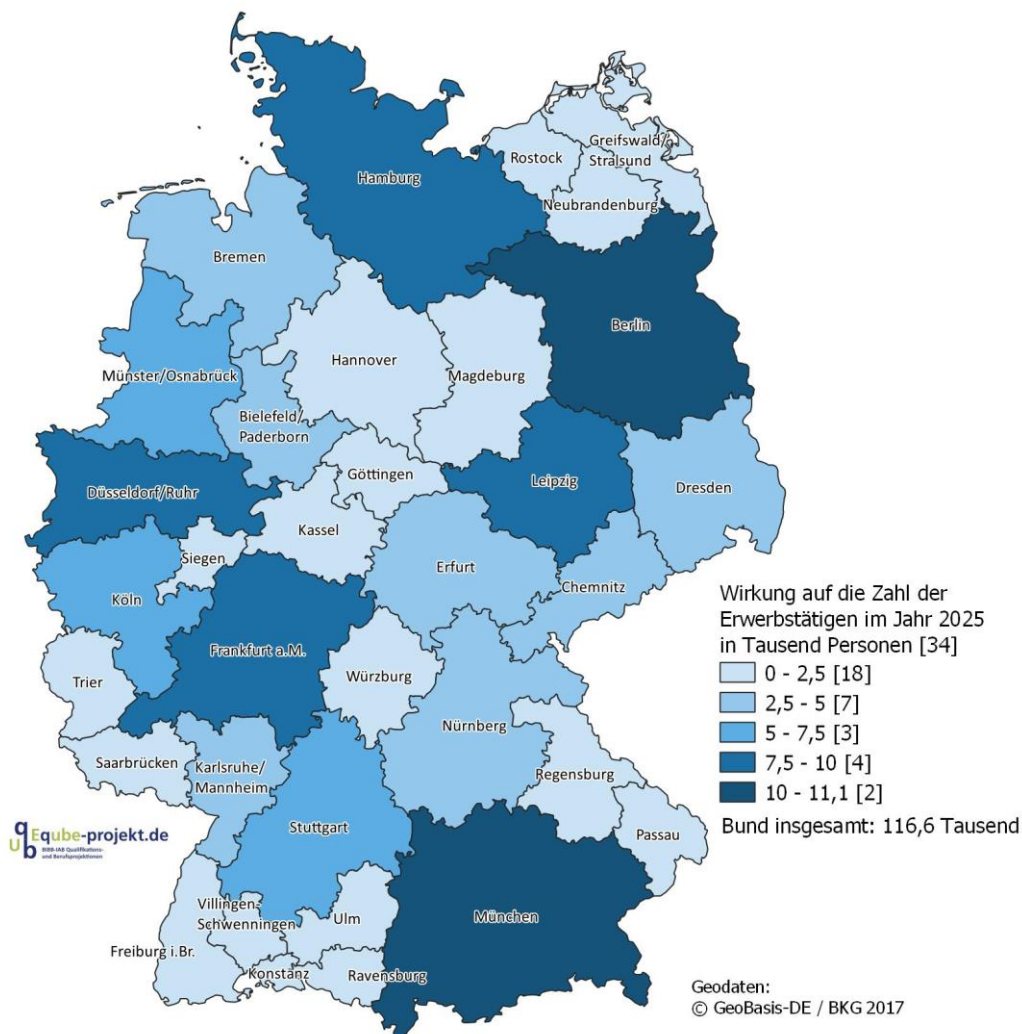


Quelle: QuBe-Projekt, Welle 6.1

In der Betrachtung der Arbeitsmarktregionen bilden die getroffenen Annahmen im Klimaschutz-Szenario auf den ersten Blick keine regionalen Schwerpunkte aus. So zeigt die Karte (Abbildung 10), welche die Wirkung auf die Zahl der Erwerbstätigen im Klimaschutz-Szenario in Tausend Personen darstellt, zunächst nur ein erkennbares Ergebnis: große Arbeitsmarktregionen gewinnen bezogen auf die Zahl der Erwerbstätigen am stärksten, kleine Arbeitsmarktregionen wenig. Hervorzuheben ist, dass es keine Arbeitsmarktregion gibt, die im Gesamteffekt von den getroffenen Annahmen negativ betroffen ist.

Ergebnisse

Abbildung 10: Wirkung auf die Zahl der Erwerbstätigen nach
Arbeitsmarktregionen im Jahr 2025 in Tausend Personen

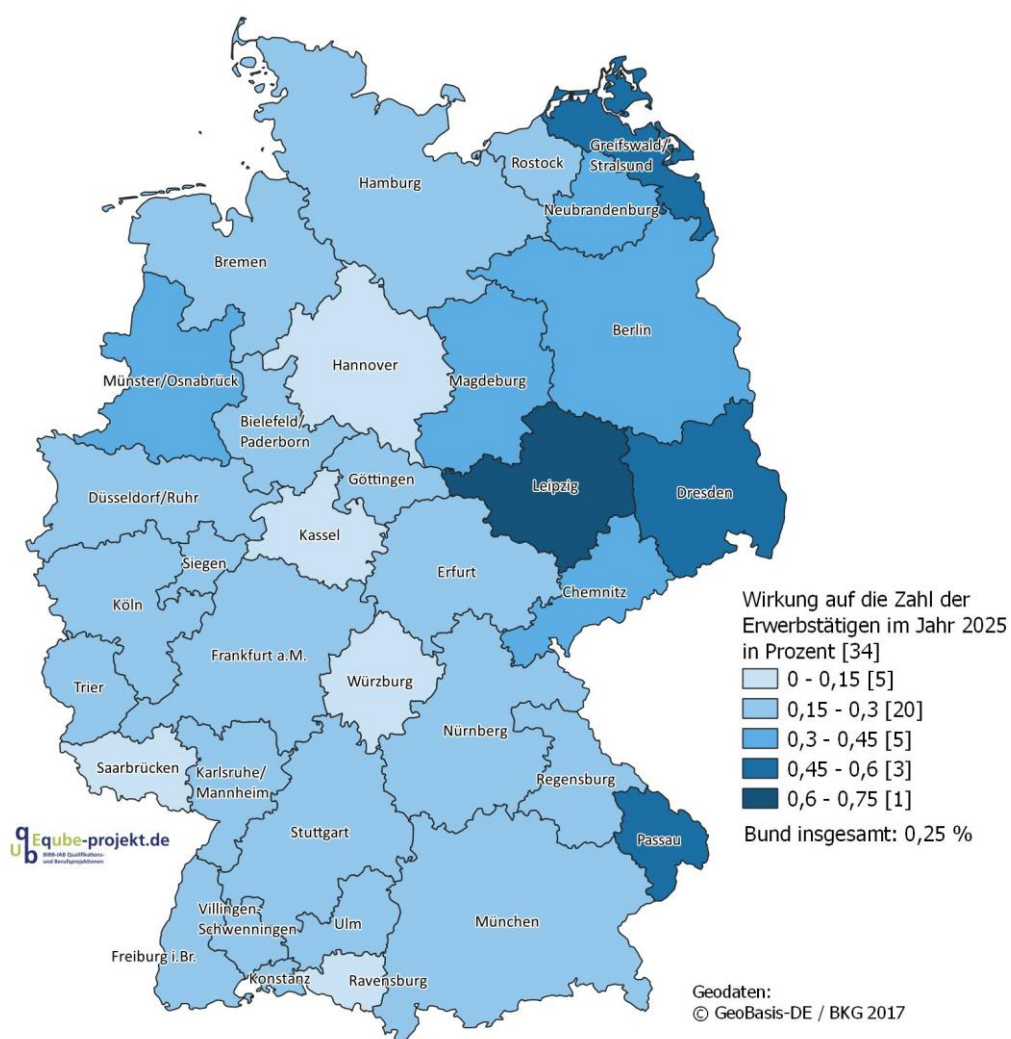


Quelle: QuBe-Projekt, Welle 6.1

Wird jedoch die Zahl der Erwerbstätigen innerhalb einer Arbeitsmarktregionen in die Betrachtung miteinbezogen, wie in Abbildung 11 dargestellt, sind systematische regionale Unterschiede erkennbar: Es gewinnen vor allem die Arbeitsmarktregionen in Ost- und Mitteldeutschland sowie die Arbeitsmarktregionen Passau und – mit Abstrichen – Münster/Osnabrück. Es profitieren somit Arbeitsmarktregionen, in denen das Baugewerbe ohnehin eine herausragende Rolle für regionale Beschäftigungsentwicklung hat (Schneemann u. a., 2021).

Ergebnisse

Abbildung 11: Wirkung auf die Zahl der Erwerbstätigen nach Arbeitsmarktregionen im Jahr 2025 in Prozent

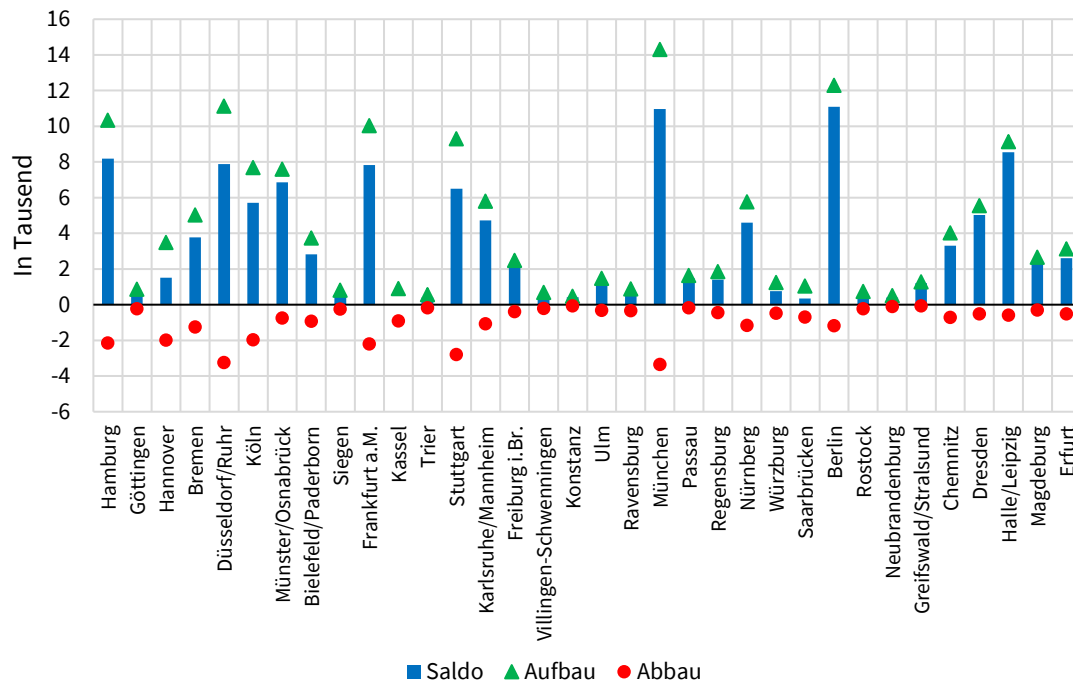


Quelle: QuBe-Projekt, Welle 6.1

Abbildung 12 verdeutlicht den Auf- und Abbau an jeweiligen Arbeitsplätzen. Tatsächlich findet in den östlichen Arbeitsmarktregionen fast ausschließlich ein Arbeitsplatzaufbau statt, in den industrieller geprägten Standorten der Arbeitsmarktregionen Düsseldorf/Ruhr, Stuttgart und München, aber auch Hannover, Köln und Hamburg ist hingegen ein Abbau von mehr 2000 Arbeitsplätzen ersichtlich. In Summe ist in allen Arbeitsmarktregionen der Arbeitsplatzaufbau aber größer als der Abbau.

Ergebnisse

Abbildung 12: Arbeitsplatz- auf und Abbau gegenüber Referenz-Szenario in 2025



Quelle: QuBe-Projekt, Welle 6.1

Schlussfolgerungen

Mit diesem Bericht werden die Auswirkungen der Maßnahmen des **Klimaschutzprogramms 2030 (BMU, 2019)**, des **Klimaschutz Sofortprogramms 2022** und der **Aufstockung Bundesförderung energieeffiziente Gebäude (BEG)** für den **Arbeitsmarkt und Wirtschaft** abgeschätzt. Ob die Maßnahmen geeignet sind, die Treibhausgasemissionen bis 2030 um 65 Prozent zu mindern, kann an dieser Stelle nicht beurteilt werden.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Maßnahmen im Rahmen des Klimaschutzes das Potenzial haben, in der hier betrachteten mittleren Frist bis zum Jahr 2025 positive ökonomische Impulse zu setzen. Die größte ökonomische Wucht der Maßnahmen entfällt auf das Baugewerbe, wo demzufolge die meisten Arbeitsplätze entstehen. Das ist nicht erstaunlich, da der Umbau des größten Kapitalstocks in Deutschland, des Wohnungsbestandes, und die Neuschaffung von Infrastruktur sowie deren stärkere Auslastung mit Hoch-, Tief- und Ausbau einhergehen. In einer Vielzahl der Bauberufe bestehen bereits heute Engpässe und auch ohne die zusätzlichen Investitionen im Rahmen des Klimaschutzes werden diese in den nächsten fünf Jahren voraussichtlich bestehen. Insofern stellt sich unweigerlich die Frage, ob die ökologische Transformation angesichts des bestehenden Arbeitsangebotes überhaupt möglich ist? Die Ergebnisse zeigen, dass das derzeit knappe Arbeitsangebot sowohl in der Bauausführung, aber auch in der Planung und Genehmigung, die Umsetzung voraussichtlich verlangsamen wird und sich das Preisniveau vermutlich erhöht. Das macht die ökologische Transformation nicht unmöglich. Indes könnten die erzielten Transformationsschritte zunehmend hinter den erwarteten zurückbleiben. Hier wird zumal der Förderhorizont eine Rolle spielen. In diesem Bericht wurden nur Ergebnisse bis zum Jahr 2025 betrachtet. Würden die Maßnahmen im Baugewerbe danach enden, so käme es zu einer deutlichen Abkühlung der Entwicklung. Andererseits zeigen sich erst langfristig die positiven Folgen von Investitionen, also die Möglichkeit Energiekosten z.B. für Wohnungseigentümer:innen zu reduzieren. Allerdings müssten den positiven Wirkungen auch die Finanzierungskosten, z.B. für Zinszahlungen privater Hypotheken, gegengerechnet werden.

Das Szenario zeigt auch, dass konzertierte Produktions- und Verhaltensänderungen wie beim Ökolandbau oder beim Verkehr positive und negative Wirkungen auf der Ebene von Wirtschaftsbereichen haben, also relativ zum Arbeitsplatzaufbau insgesamt überproportional viele

Schlussfolgerungen

Arbeitsplätze Veränderungen erfahren. Hervorzuheben ist, dass die Heterogenität bei der Betrachtung der Wirtschaftsbereiche deutlich stärker ausgeprägt sind als bei den Berufen. Hier gibt es nur wenige Berufe mit auch nur sehr geringen negativen Veränderungen.

Für die regionale Ausprägung der Folgen der Transformation zeigt die Modellrechnung, dass zwar die relativen Zuwächse unterschiedlich sind, aber auch keine Arbeitsmarktregion verliert. Das ist u.a. darauf zurückzuführen, dass das Baugewerbe letztlich überall vertreten ist und andererseits auch der Kapitalstock Gebäude überall im Sinne der Transformation angepasst werden muss.

Literaturverzeichnis

- Apel, Birgit (2020): Die neue Düngeverordnung 2020 – kompakt.
- bdew (2021): Elektromobilität: Ausbau der Ladeinfrastruktur nimmt weiter Fahrt auf. Accessed 13.10.2021.
<https://www.bdew.de/presse/presseinformationen/elektromobilitaet-ausbau-der-ladeinfrastruktur-nimmt-weiter-fahrt-auf/>.
- BFM, Bundesfinanzministerium (2020): Eckpunkte des Konjunkturpaketes: Corona-Folgen bekämpfen, Wohlstand sichern, Zukunftsfähigkeit stärken. Ergebnis Koalitionsausschuss 3. Juni 2020. Berlin.
- BFM, Bundesfinanzministerium (2021): Klimaschutz Sofortprogramm 2022.
- BLE, Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (2021): Pflanzenschutzmittel im ökologischen Landbau. Accessed 25.10.2021.
<https://www.oekolandbau.de/landwirtschaft/pflanze/grundlagen-pflanzenbau/pflanzenschutz/pflanzenschutzmittel-im-oekologischen-landbau/>.
- BMEL (2021): Düngung. Accessed 28.10.2021.
<https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/pflanzenbau/ackerbau/duengung.html>.
- BMEL Statistik (2020a): SJT-3071610-0000. BLE (522), BMEL (712). Accessed 09.07.2021.
- BMEL Statistik (2020b): SJT-3141110-2019. Thünen-Institut für Betriebswirtschaft, BMEL (723). Accessed 17.04.2020.
- BMU, Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2019): Klimaschutzprogramm 2030 – Maßnahmen zur Erreichung der Klimaschutzziele 2030. Berlin.
- BMU, Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2020a): Bundeskabinett beschließt höheren CO₂-Preis, Entlastungen bei Strompreisen und für Pendler. Accessed 13.10.2021.
<https://www.bmu.de/pressemitteilung/bundeskabinett-beschliesst-hoeheren-co2-preis-entlastungen-bei-strompreisen-und-fuer-pendler>.
- BMU, Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2020b): Klimaschutz in Zahlen. Fakten, Trends und Impulse deutscher Klimapolitik.
- BMVI, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2016): Bundesverkehrswegeplan 2030.

- BMVI, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2019a):
Masterplan Binnenschifffahrt.
- BMVI, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2019b):
Masterplan Ladeinfrastruktur der Bundesregierung – Ziele und
Maßnahmen für den Ladeinfrastrukturaufbau bis 2030.
- BMVI, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2020): Wir
erhalten und modernisieren mit 86 Milliarden Euro die
#StarkeSchiene. Accessed 13.10.2021.
<https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/E/starke-schiene/starke-schiene-unterzeichnung-lufv.html>.
- BMVI, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2021a):
BMVI fördert drei Projekte für klimafreundliche Lkw-Antriebe.
Accessed 13.10.21.
[https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2021/010-scheuer-alternative-antriebe-nullemissionslogistik.html#:~:text=HyLightCOM%20\(F%C3%B6rderung%3A%20rund%205%2C,f%C3%BCr%20die%20Gro%C3%9Fserienfertigung%20ab%202025](https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2021/010-scheuer-alternative-antriebe-nullemissionslogistik.html#:~:text=HyLightCOM%20(F%C3%B6rderung%3A%20rund%205%2C,f%C3%BCr%20die%20Gro%C3%9Fserienfertigung%20ab%202025).
- BMVI, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2021b):
BMVI fördert Modellprojekte im ÖPNV mit 250 Millionen Euro.
Accessed 13.10.2021.
<https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2021/007-scheuer-foerderung-modellprojekte-oepnv.html>.
- BMVI, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2021c): EU
genehmigt neue Förderrichtlinie für Nutzfahrzeuge mit alternativen
Antrieben – Förderaufrufe folgen in Kürze. Accessed 13.10.2021.
<https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2021/077-scheuer-foerderrichtlinie-nutzfahrzeuge-alternative-antriebe.html>.
- BMVI, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2021d):
Kurzdossiers – Modellprojekte zur Stärkung des ÖPNV. Accessed
13.10.2021.
<https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/modellprojekte-nahverkehr.html>.
- BMVI, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2021e): Mit
der Elektrobahn klimaschonend in die Zukunft – Das Bahn-
Elektrifizierungsprogramm des Bundes. Accessed 13.10.2021.
<https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/E/schiene-aktuell/elektrobahn-klimaschonend-zukunft-bahn-elektrifizierungsprogramm.html>.

Literaturverzeichnis

- BMVI, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur und BMWi, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2017): Evaluierung des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie Phase 1.
- BMWi, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2020): Die Nationale Wasserstoffstrategie.
- BMWi, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2021a): Altmaier: „Rekordmittel für die Gebäudesanierung sind wichtiges Signal für mehr Klimaschutz und Arbeitsplätze“. Accessed 13.10.2021.
<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2021/09/20210922-altmaier-rekordmittel-fur-die-gebauedesanierung-sind-wichtiges-signal-fur-mehr-klimaschutz-und-arbeitsplatze.html>.
- BMWi, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2021b): Neue Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG).
- BMWi, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2021c): Zahlen und Fakten: Energiedaten. Nationale und internationale Entwicklung. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi). Berlin.
- BUND, Bundesregierung (2021a): Bundesregierung beschließt Wasserstoffstrategie. Accessed 16.11.2021.
<https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/wasserstoffstrategie-kabinett-1758824>.
- BUND, Bundesregierung (2021b): Bundesregierung beschließt Erhöhung der Luftverkehrssteuer – Fliegen wird teurer.
<https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/luftverkehrsteuer-1681874>.
- BUND, Bundesregierung (2021c): CO₂-Zertifikate. Accessed 13.10.2021.
<https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/energiewende/co2-kohlenstoffdioxid-oder-kohlendioxid-zertifikate-614974>.
- Bundesnetzagentur (2021): Elektromobilität/Öffentliche Landeinfrastruktur. Accessed 13.10.2021.
https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/E-Mobilitaet/start.html.
- BVL, Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (2021): Zugelassene Pflanzenschutzmittel – Auswahl für den ökologischen Landbau nach der Verordnung (EG) Nr. 834/2007.
- co2online (2019): Heizspiegel für Deutschland 2019. Im Auftrag von Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit.

- Deutscher Bundestag (2021): Ausgabenreste für den Bedarfsplan Schiene gestiegen – Verkehr und digitale Infrastruktur/Antwort – 03.05.2021 (hib 581/2021). Accessed 13.10.21.
[https://www.bundestag.de/presse/hib/839022-839022?enodia=eyJqdGkiOiJGUldWTUdHVE1RT0tXVVFZlwiZXhwIjoxNjM0MTM0OTg2LCJjb250ZW50Ijp0cnVILCJhdWQiOiJhdXRoliwiSG9zdCI6Ind3dy5idW5kZXN0YWcuZGUlLCJtb3VyY2VJUCI6IjE5NS44OC4xMTcuMjU1LCJDb25maWdJRCI6IjBIMGY4ZjgwZDQ4MzZiMTIzMzg0MzM3NDUwNGEzZDY0ODIzNjk3N2JiOWNIMTU0ZTg5NzVjMjgzYWQ2NTM1MGUifQ==.z88ZwuBS_PfXj6pe5cnOZIZoDKOnRNCdSrCsKg7jTzU=.](https://www.bundestag.de/presse/hib/839022-839022?enodia=eyJqdGkiOiJGUldWTUdHVE1RT0tXVVFZlwiZXhwIjoxNjM0MTM0OTg2LCJjb250ZW50Ijp0cnVILCJhdWQiOiJhdXRoliwiSG9zdCI6Ind3dy5idW5kZXN0YWcuZGUlLCJtb3VyY2VJUCI6IjE5NS44OC4xMTcuMjU1LCJDb25maWdJRCI6IjBIMGY4ZjgwZDQ4MzZiMTIzMzg0MzM3NDUwNGEzZDY0ODIzNjk3N2JiOWNIMTU0ZTg5NzVjMjgzYWQ2NTM1MGUifQ==.z88ZwuBS_PfXj6pe5cnOZIZoDKOnRNCdSrCsKg7jTzU=)
- Diefenbach, Nikolaus; Stein, Britta; Loga, Tobias; Rodenfels, Markus und Jahn, Karin (2018): Monitoring der KfW-Programme „Energieeffizient Sanieren“ und „Energieeffizient Bauen“ 2017. Darmstadt.
- Eisenbahn-Bundesamt (2021): Zukunft Schienengüterverkehr. Accessed 13.10.2021.
https://www.eba.bund.de/DE/Themen/Finanzierung/Z-SGV/z-sgv_node.html.
- EK, Europäische Kommission (2007): Gegenstand: Staatliche Beihilfe Nr. N 649/2006 – Deutschland – Richtlinie zur Förderung der Anschaffung emissionsarmer schwerer Nutzfahrzeuge
- Grethe, Harald; Martinez, José ; Osterburg, Bernhard ; Taube, Friedhelm und Thom, Ferike (2021): Klimaschutz im Agrar- und Ernährungssystem Deutschlands: Die drei zentralen Handlungsfelder auf dem Weg zur Klimaneutralität.
- KBA, Kraftfahrtbundesamt (2021): Neuzulassungen nach Umwelt-Merkmalen. Accessed 13.10.2021.
https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neuzulassungen/Umwelt/2020/2020_n_umwelt_tabellen.html?nn=3525054&fromStatistic=3525054&yearFilter=2020&fromStatistic=3525054&yearFilter=2020.
- Kolbe, Karin; Lechtenböhmer, Stefan und Fishedick, Manfred (2019): Hydrogen derived from algae and cyanobacteria as a decentralized fueling option for hydrogen powered cars: Size, space, and cost characteristics of potential bioreactors.
- Lehr, Ulrike; Edler, Dietmar; Ulrich, Philip; Blazejczak, Jürgen und Lutz, Christian (2019): Beschäftigungschancen auf dem Weg zu einer Green Economy – szenarienbasierte Analyse von (Netto-) Beschäftigungswirkungen. Dessau-Roßlau.
- Maier, Tobias; Zika, Gerd; Kalinowski, Michael; Steeg, Stefanie; Mönnig, Anke; Wolter, Marc Ingo; Hummel, Markus und Schneemann,

- Christian (2020): COVID-19-Krise: Die Arbeit geht weiter, der Wohlstand macht Pause. Ergebnisse der sechsten Welle der BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufsprojektionen bis zum Jahr 2040. Bonn.
- Merten, Frank; Scholz, Alexander; Krüger, Christine; Heck, Simon; Girard, Yann; Mecke, Marc und George, Marius (2020): Bewertung der Vor- und Nachteile von Wasserstoffimporten im Vergleich zur heimischen Erzeugung.
- Mönnig, Anke; Schneemann, Christian; Weber, Enzo und Zika, Gerd (2020): Das Klimaschutzprogramm 2030. Effekte auf Wirtschaft und Erwerbstätigkeit durch das Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung. Nürnberg.
- Mönnig, Anke; Schneemann, Christian; Weber, Enzo; Zika, Gerd und Helmrich, Robert (2018): Elektromobilität 2035 – Effekte auf Wirtschaft und Erwerbstätigkeit durch die Elektrifizierung des Antriebsstrangs von Personenkraftwagen. Nürnberg.
- NEE, Netzwerk Europäischer Eisenbahnen e.V. (2021a): Geplante Bundesmittel für den Neu- und Ausbau des Schienennetzes. Accessed 13.10.2021. <https://www.netzwerk-bahnen.de/assets/files/nee-grafik-geplante-bundesmittel-fuer-den-neu-und-ausbau-des-schienennetzes.pdf>.
- NEE, Netzwerk Europäischer Eisenbahnen e.V. (2021b): Mit zwei Milliarden kommt die Schiene nicht voran.
- NPM, Nationale Plattform Zukunft der Mobilität (2019): Elektromobilität. Brennstoffzelle. Alternative Kraftstoffe – Einsatzmöglichkeiten aus technologischer Sicht.
- Sanders, Jörn (2021): Analyse der wirtschaftlichen Lage ökologisch wirtschaftender Betriebe im Wirtschaftsjahr 2019/20.
- Schneemann, Christian; Zika, Gerd; Kalinowski, Michael; Maier, Tobias; Krebs, Bennet; Steeg, Stefanie; Bernardt, Florian; Mönnig, Anke; Parton, Frederik; Ulrich, Philip und Wolter, Marc Ingo (2021): Aktualisierte BMAS-Prognose „Digitalisierte Arbeitswelt“.
- Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2019): Wohnen in Deutschland. Zusatzprogramm des Mikrozensus 2018. Erschienen im Oktober 2019. .
- Statistisches Bundesamt (2021): Luftverkehrsunternehmen, Beförderte Fluggäste, Luftverkehrsteuer: Deutschland, Jahre, Distanzklassen (73991-0001). GENESIS-Datenbank.
- UBA (2021): Treibhausgasemissionen sinken 2020 um 8,7 Prozent. Positiver Trend der Vorjahre setzt sich fort / 40,8 Prozent Rückgang seit

Literaturverzeichnis

1990. Accessed 15.03.2021.

<https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/treibhausgasemissionen-sinken-2020-um-87-prozent>.

VCI (2019): Auf dem Weg zu einer treibhausgasneutralen chemischen Industrie in Deutschland. Eine Studie von DECHEMA und FutureCamp für den VCI.

VDZ, Verein deutscher Zementwerke (2020): Dekarbonisierung von Zement und Beton – Minderungspfade und Handlungsstrategien. Eine CO₂-Roadmap für die deutsche Zementindustrie. Düsseldorf.

WVS, Wirtschaftsvereinigung Stahl (2021): Wasserstoff als Basis für eine klimaneutrale Stahlproduktion.

Zika, Gerd; Maier, Tobias; Wolter, Marc Ingo; Bernardt, Florian; Hummel, Markus; Kalinowski, Michael; Krebs, Bennet; Mönnig, Anke; Schneemann, Christian; Studtrucker, Maximilian; Steeg, Stefanie und Ulrich, Philip (2021): 1. Endbericht Mittelfristprognose BMAS Fachkräftemonitoring.

Anhang

Explizite Erläuterung der getroffenen Annahmen

Im Folgenden wird erläutert, welche Maßnahmen des Klimaschutzprogramms 2030 und des Sofortprogramms 2022 bei der Analyse berücksichtigt wurden und wie sie eingeflossen sind. Dabei gliedert sich der Anhang in die „übergreifenden Maßnahmen“ (A1), die einzelnen Sektoren Gebäude (A2), Verkehr (A3), Landwirtschaft (A4), Industrie (A5) und Energiewirtschaft (A6) sowie in den Bereich Wasserstoff (A7). Dabei werden zunächst für jeden Bereich die Maßnahmen aufgelistet, ehe erläutert wird, warum und inwieweit eine Maßnahme Berücksichtigung findet und warum nicht.

A1 Übergeordnete Maßnahmen

Tabellen 3 und 4 fassen die übergeordneten Maßnahmen zur CO₂-Bepreisung und Entlastung von Bürger:innen und Wirtschaft zusammen.

Tabelle 3: Maßnahmen des Klimaschutzprogramms (KSP) 2030 zur CO₂-Bepreisung und Entlastung von Bürger:innen und Wirtschaft

Nummer	Maßnahmen
CO₂-Bepreisung	
3.2.1	CO ₂ -Bepreisung in den Sektoren Wärme und Verkehr
3.2.2	Instrument zur CO ₂ -Bepreisung in den Sektoren Wärme und Verkehr - Nationales Emissionshandelssystem
3.2.3	Mindestpreis im EU-Emissionshandel
Entlastung von Bürger:innen und Wirtschaft	
3.3.1	Senkung der Stromkosten
3.3.2	Änderung der Entfernungspauschale für Fernpendler:innen
3.3.3	Änderung beim Wohngeld und beim Mietrecht
3.3.4	Transferleistungen

Quelle: BMU (2019). Lesehilfe: Die grün gekennzeichneten Maßnahmen konnten quantifiziert werden und wurden ins Modell übernommen. Die anderen Maßnahmen waren entweder bereits vor Verabschiedung des Klimaschutzpaketes in Kraft oder konnten aufgrund unzureichender Informationen nicht ins Modell integriert werden.

Tabelle 4: Maßnahmen des Klimaschutz Sofortprogramm (KS) 2022 zur CO₂-Bepreisung und Entlastung von Bürger:innen und Wirtschaft

VII. Übergreifende Maßnahmen	
VII 1.	Klimaneutrale Bundesverwaltung
VII 2.	CO ₂ -Bepreisung
VII 3.	Reform der Abgaben, Umlagen, Entgelte und Steuern im gesamten Energiesystem
VII 4.	Überprüfung klimapolitischer Förderpraxis
VII 5.	Zirkuläres Wirtschaften
VII 6.	Reduktion von Steuervergünstigungen
VII 7.	Stärkung des Klimaschutzes im kommunalen Umfeld

Quelle: BFM (2021). Lesehilfe: Die grün gekennzeichneten Maßnahmen konnten quantifiziert werden und wurden ins Modell übernommen. Die anderen Maßnahmen waren entweder bereits vor Verabschiedung des Klimaschutzpaketes in Kraft oder konnten aufgrund unzureichender Informationen nicht ins Modell integriert werden.

Die übergeordneten Maßnahmen dienen dazu, einen systemischen Wandel zu erzeugen, der das Verhalten der Marktbeteiligten in die richtige Richtung lenkt, aber sie nicht stärker belastet. Ziel einer CO₂-Bepreisung mittels eines CO₂-Zertifikatehandels ist es, den Ausstoß von CO₂ so zu verteuern, dass die Marktbeteiligten reagieren müssen und so konsequent ihren Ausstoß verringern. Ein Zertifikat ist ein verbrieftes Recht, in einem bestimmten Zeitraum eine bestimmte Menge an CO₂ auszustoßen. Indem sich die Anzahl der Zertifikate reduziert, werden Unternehmen dazu angehalten in klimafreundliche Techniken zu investieren. Seit 2013 gibt es eine EU-weite Zertifikat-Obergrenze (Cap) und EU-weit einheitliche Zuteilungsregeln (BUND, 2021c). Dieser Handel umfasst zum Großteil die Sektoren Energie und Industrie. Mit dem Klimaschutzplan 2030 wurde ab 2021 eine CO₂-Bepreisung (KSPr 3.2.1 – 3.2.3 Tabelle 3; KS VII. 2. Tabelle 4) für die Sektoren Verkehr und Wärme in Deutschland (Non-ETS-Sektor) eingeführt (BMU, 2019). Das nationale Emissionshandelssystem (EHS) umfasst die Emissionen aus der Verbrennung fossiler Brenn- und Kraftstoffe (z.B. Heizöl, Benzin und Diesel) (BMU, 2019). Die Marktteilnehmenden am nationalen Emissionshandelssystem sind die Inverkehrbringer:innen oder Lieferanten der Brenn- und Kraftstoffe. Dadurch soll ein verlässlicher Preispfad entstehen, welcher es den Bürger:innen und der Wirtschaft erlaubt sich auf die zukünftige Entwicklung einzustellen. Aus diesem Grund wurden bis zum Jahr 2025 Festpreise für die Zertifikate festgelegt (BMU, 2020a).

Jahr 2021 Festpreis von 25 €/t-CO₂
 Jahr 2022 Festpreis von 30 €/t-CO₂
 Jahr 2023 Festpreis von 35 €/t-CO₂
 Jahr 2024 Festpreis von 45 €/t-CO₂
 Jahr 2025 Festpreis von 55 €/t-CO₂

Anhang

Während dieser Zeit soll zudem eine Handelsplattform aufgebaut werden, die eine Auktion der Zertifikate und den Handel ermöglicht. Werden in einem Jahr mehr Zertifikate ausgegeben, als es den Emissionszuweisungen für Deutschland entspricht, müssen aus anderen europäischen Mitgliedsstaaten solche zugekauft werden. Ab 2026 wird eine maximale Emissionsmenge festgelegt, die von Jahr zu Jahr geringer wird. Diese ergibt sich aus den im Klimaschutzplan 2050 und den EU-Vorgaben festgelegten Emissionsbudgets für die deutschen Non-ETS-Sektoren (BMU, 2020a). Im Jahr 2026 erfolgt die Auktion der Zertifikate in einem Korridor zwischen einem Mindestpreis von 55 €/t-CO₂ und einem Höchstpreis von 65 €/t-CO₂. Im Jahr 2025 wird festgelegt, inwieweit Höchst- und Mindestpreise für die Zeit ab 2027 sinnvoll und erforderlich sind (BMU, 2020a).

Durch den CO₂ Preis sollen die Bürger:innen zwar ihr Verhalten ändern, aber nicht stärker finanziell belastet werden. Deswegen sind Maßnahmen beschlossen worden, welche die Einführung der CO₂-Bepreisung flankieren. So sollen die Bürger:innen und Wirtschaft durch die Senkung der Stromkosten entlastet werden. Von 2021 bis 2023 wird die EEG-Umlage (KSPr 3.3.1) wie folgt abgesenkt.

2021 um 0,250 Cent pro kWh

2022 um 0,500 Cent pro kWh

2023 um 0,625 Cent pro kWh

Steigen die Einnahmen aus der CO₂-Bepreisung, wird der Strompreis entlang des Bepreisungspfads weiter gesenkt. Damit sollen die richtigen Anreize für eine zunehmende Elektrifizierung gesetzt und die sektorübergreifende Energiewende vorangetrieben werden.

Zudem wurde ab 2021 die Entfernungspauschale für Fernpendelnde (Pendlerpauschale) (KSPr 3.3.2) ab dem 21sten km auf 35 Cent befristet bis zum 31.12.2026 gesenkt. Auch sollen Wohngeldbeziehende (KSPr 3.3.3 – 3.3.4) laut dem KSP 2019 unterstützt werden, um sozialen Härten abzumildern. Deswegen soll das Wohngeld um 10 Prozent erhöht werden.

Im Modell wird die Einführung einer CO₂-Bepreisung (KSPr 3.2.1 – 3.2.3) wie folgt umgesetzt: Der CO₂-Preis steigt bis 2025 wie im KSPr 2030 vorgesehen auf 55 €/t-CO₂. Der CO₂-Preis wird als Aufschlag auf die Preise von Kraft- und Brennstoffen im Modell umgesetzt.

Die Entlastung der Bürger:innen und der Wirtschaft wird durch die Senkung der EEG Umlage (KSPr 3.3.1) auf 0,25 Cent pro kWh im Jahr 2021, 0,5 Cent pro kWh im Jahr 2022 und 0,625 Cent pro kWh im Jahr 2023 im Modell umgesetzt. Nach 2023 bleibt diese konstant. Zudem wird die Anhebung der Entfernungspauschale (KSPr 3.3.2) für Fernpendler:innen umgesetzt, indem die Entfernungspauschale 2021 von 30ct/km auf 38ct/km angehoben wird und bis 2025 auf diesem Niveau verbleibt. Das Mehr

an Entfernungspauschale entlastet die Haushalte und es wird angenommen, dass die Steuererleichterung in den Konsum fließt. Das Mehr an Wohngeld entlastet ebenfalls die privaten Haushalte. Unter der Annahme, dass der Anteil der Wohngeldbezieher:innen (KSPr 3.3.3–3.3.4) (1,4 % der Haushalte) konstant bleibt, kann das Wohngeld pro Jahr ermittelt werden. Gemäß Klimaschutzprogramm wird ab 2021 eine Erhöhung von 10 Prozent unterstellt.

A2 Sektor 1: Gebäude

Auf den Sektor Gebäude zielen die in Tabellen 5 und 6 aufgeführten Maßnahmen.

Tabelle 5: Maßnahmen des Klimaschutzprogramms (KSPr) 2030 im Sektor Gebäude

Gebäude	
3.4.2.1	Steuerliche Förderung der energetischen Gebäudesanierung
3.4.2.2	Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) einschließlich Investitionszuschüssen sowie einer Austauschprämie für Ölheizungen
3.4.2.3	Förderung der seriellen Sanierung
3.4.2.4	Energetische Stadtsanierung
3.4.2.5	Energieberatung und Öffentlichkeitsarbeit
3.4.2.6	Vorbildfunktion Bundesgebäude
3.4.2.7	Weiterentwicklung des energetischen Standards
3.4.2.8	Weiterentwicklung der Städtebauförderung (StBauF)
3.4.2.9	Fortentwicklung des Innovationsprogramms Zukunft Bau
3.4.2.10	Energieeffizienzstrategie 2050 (EffSTRA)

Quelle: BMU (2019). Lesehilfe: Die grün gekennzeichneten Maßnahmen konnten quantifiziert werden und wurden ins Modell übernommen. Die anderen Maßnahmen waren entweder bereits vor Verabschiedung des Klimaschutzpaketes in Kraft oder konnten aufgrund unzureichender Informationen nicht ins Modell integriert werden.

Tabelle 6: Maßnahmen des Klimaschutz Sofortprogramm (KS) 2022 im Sektor Gebäude

III. Maßnahmen im Gebäudesektor	
III. 1.	Bundesförderung energieeffiziente Gebäude (BEG)
III. 2.	Klimagerechter sozialer Wohnungsbau
III. 3.	Überprüfung des GEG

Quelle BFM (2021). Lesehilfe: Die grün gekennzeichneten Maßnahmen konnten quantifiziert werden und wurden ins Modell übernommen. Die anderen Maßnahmen waren entweder bereits vor Verabschiedung des Klimaschutzpaketes in Kraft oder konnten aufgrund unzureichender Informationen nicht ins Modell integriert werden.

Der Gebäudebereich verursachte im Jahr 2020 rund 120 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente und lag damit rund zwei Tonnen über dem nach Klimaschutzgesetz beabsichtigten Ziel von 118 Mio. Tonnen (UBA, 2021). Das Ziel für die CO₂-

Emissionen im Gebäudesektor liegt laut der Novellierung des Klimaschutzgesetzes bei 67 Mio. Tonnen für 2030.

Ein zentraler Punkt des Klimaschutzprogramms 2030 stellt das Verbot von neuen Ölheizungen (KSPr 3.4.2.2 in Tabelle 5) ab 2026 dar, verbunden mit einer Austauschprämie mit Förderanteil von 40 Prozent für effizientere Heizsysteme. Die Modellierung orientiert sich am Vorgehen von Mönnig u. a. (2020). Demnach werden bis zum Jahr 2025 in knapp 5 Millionen Wohnungen die Ölheizungen ausgetauscht worden sein. Dies ist über die Hälfte der im Jahr 2016 bestehenden Wohnungen mit Ölheizungen. Mit einer zu erwartenden Lebensdauer von bis zu 20 Jahren, werden Ölheizungen mit neuerem Datum trotz wegfallender Förderung im Jahr 2026 erst später ausgetauscht – mit Ende ihrer Lebensdauer.

Für die Umrüstkosten werden pro Heizung pauschal 10 000 Euro angesetzt. Da eine Heizung in der Regel für ein Gebäude und nicht pro Wohnung besteht und ein Wohngebäude im Durchschnitt aus zwei Wohnungen besteht, wird die Anzahl der umzurüstenden Wohnungen halbiert (Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2019).

Es wird zudem angenommen, dass die vom Austausch betroffenen Haushalte in ihren Ausgaben für Brennstoffe rund 500 Euro pro Jahr einsparen können (co2online, 2019). Die Einsparungen werden nur zum Teil für andere Konsumverwendungszwecken eingesetzt.

Die weiteren Maßnahmen des Klimaschutzprogramms 2030 (Tabelle 5) sind bislang nur schwer quantifizierbar. So bestehen keine Informationen über die ausgelösten privaten Investitionen, die mit der zusätzlichen Abschreibung der energetischen Gebäudesanierung verbunden sind (KSPr 3.4.2.1). Die Maßnahmen KSPr 3.4.2.3 bis KSPr 3.4.2.10 verändern die Art und Weise der Sanierung, lassen aber ohne Kenntnisse in der konkreten Durchführung bislang keine Rückschlüsse über darüber ausgelöste Arbeitsmarkimpulse zu. Hierzu wären weiterführende Untersuchungen nötig, die aber auch über entsprechend begründete Veränderung in den Verhaltensweisen, z.B. der privaten Haushalte, gestützt werden müssten.

Das Klimaschutz Sofortprogramm sieht Aufstockungen der Mittel für die Bundesförderung energieeffiziente Gebäude (BEG) (KS III. 1.) in Höhe von 2,5 Mrd. Euro 2022 und 2 Mrd. in 2023 vor. Am 22.9.2021 hat das Bundeskabinett beschlossen den BEG-Fördertopf im Jahr 2021 nochmal insgesamt 11,5 Mrd. Euro zusätzlich bereitzustellen (BMW, 2021a). Die Förderung kann als Zuschuss oder als Kredit mit Tilgungszuschuss geleistet werden. Die Bemessungsgrundlage ist in Abhängigkeit von der Effizienzklasse des Hauses (neu, alt) gestaffelt, liegt aber bei rund 120 000 Euro. Der Förderungsanteil variiert. Auch wird ein Neubau, je nach Lage, ein Vielfaches von 120 000 Euro betragen. Aus den zusätzlich bereitgestellten Mitteln ein Gesamtinvestitionsvolumen abzuschätzen ist schwer. Das Monitoring der KfW-Programme lässt keine Rückschlüsse über mögliche Mitnahmeeffekte zu

(Diefenbach u. a., 2018). So ist unklar, ob z.B. ein Sanierungsvorhaben durchgeführt wird wegen der Förderungen oder, ob die Förderung in bestehende Planungen integriert werden. Wir gehen im Folgenden davon aus, dass für jeden Euro an staatlichem Zuschuss, 50 Cent an privaten Investitionen hinzugegeben werden (Faktor 1,5). Durch die insgesamt 16 Mrd. an öffentlicher Förderung entsteht somit ein Gesamtvolumen von 24 Mrd. an zusätzlichen Bauinvestitionen. Da angesichts des aktuellen Bauüberhangs die neuen, zusätzlichen Maßnahmen eine Weile in der Umsetzung benötigen werden, werden sie wie folgt auf die Jahre verteilt: 2022: 3 Mrd., 2023: 5,25 Mrd.; 2024: 7,5 Mrd. und 2025: 8,25 Mrd.

Das Klimaschutz Sofortprogramm sieht Aufstockungen für klimagerechten sozialen Wohnungsbau (KS III. 2. in Tabelle 6) vor. Für das Jahr 2022 betragen sie 150 Mio. Euro, in 2023 rund 250 Mio. Euro. In den Folgejahren jeweils 200 Mio. Euro. Sie werden gemäß dem vorgesehenen Mittelabfluss in Höhe und Zeit in die Bauinvestitionen eingestellt. Ebenfalls am 22. September wurde für 2022 im Bundeskabinett eine weitere Milliarde für den klimagerechten sozialen Wohnungsbau bereitgestellt (BMWi, 2021a). Diese Milliarde wird gleichmäßig über die Jahre 2022 bis 2025 verteilt.

A3 Sektor 2: Verkehr

Tabellen 7 und 8 listen die den Sektor Verkehr betreffenden Maßnahmen auf.

Tabelle 7: Maßnahmen des Klimaschutzprogramms (KSPr) 2030 im Sektor Verkehr

Verkehr	
3.4.3.1	Stärkung des Schienenpersonenverkehrs (Handlungsfeld „Öffentlicher Verkehr, Rad- und Fußverkehr“)
3.4.3.2	Attraktivität des ÖPNV erhöhen (Handlungsfeld „Öffentlicher Verkehr, Rad- und Fußverkehr“)
3.4.3.3	Ausbau von Radwegen und Fahrradparkmöglichkeiten sowie Verbesserung der Rahmenbedingungen (Handlungsfeld „Öffentlicher Verkehr, Rad- und Fußverkehr“)
3.4.3.4	Entwicklung strombasierter Kraftstoffe (Handlungsfeld „Alternative Kraftstoffe“)
3.4.3.5	Unterstützung fortschrittlicher Biokraftstoffe (Handlungsfeld „Alternative Kraftstoffe“)
3.4.3.6	Stärkung des Schienengüterverkehrs (Handlungsfeld „Güterverkehr“)
3.4.3.7	Modernisierung der Binnenschifffahrt und Nutzung von Landstrom in Häfen (Handlungsfeld „Güterverkehr“)
3.4.3.8	CO ₂ -arme Pkw auf die Straße bringen (Handlungsfeld „Pkw“)
3.4.3.9	Tank- und Ladeinfrastruktur ausbauen (Handlungsfeld „Pkw“)
3.4.3.10	CO ₂ -arme Lkw auf die Straße bringen (Handlungsfeld „Nutzfahrzeuge“)
3.4.3.11	Tank- und Lade- und Oberleitungsinfrastruktur ausbauen (Handlungsfeld „Nutzfahrzeuge“)
3.4.3.12	Verkehr automatisieren, vernetzen, verflüssigen, innovative Mobilitätsformen ermöglichen (Handlungsfeld „Digitalisierung“)
3.4.3.13	Steuerliche Förderung der Elektromobilität (Jahressteuergesetz 2019)

Quelle: BMU (2019). Lesehilfe: Die grün gekennzeichneten Maßnahmen konnten quantifiziert werden und wurden ins Modell übernommen. Die anderen Maßnahmen waren entweder bereits vor Verabschiedung des Klimaschutzpaketes in Kraft oder konnten aufgrund unzureichender Informationen nicht ins Modell integriert werden.

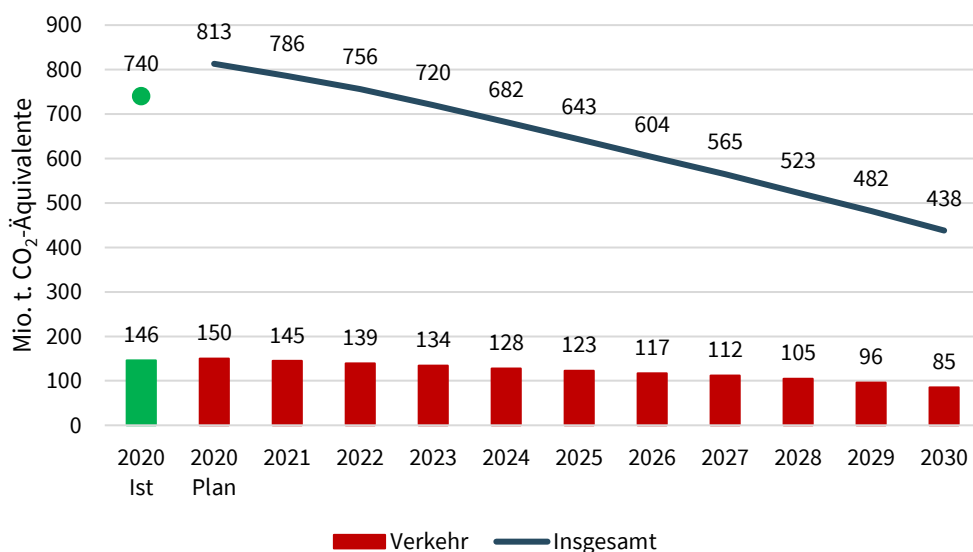
Tabelle 8: Maßnahmen des Klimaschutz Sofortprogramm (KS) 2022 im Sektor Verkehr

IV. Maßnahmen im Verkehrssektor	
IV. 1.	Ausbau Radinfrastruktur
IV. 2.	Innovative Modellvorhaben des Radverkehrs
IV. 3.	Investitionen in die Schifffahrt
IV. 4.	Investitionen in Wasserstraßen
IV. 5.	Investitionen in die Schiene
IV. 6.	Schnellladehubs in Quartieren
IV. 7.	Hybridelektrisches Fliegen
IV. 8.	Nullemissionen Schiff
IV. 9.	CO ₂ -Flottengrenzwerte
IV. 10.	CO ₂ -Differenzierung der Kfz-Steuer

Quelle: BFM (2021). Lesehilfe: Die grün gekennzeichneten Maßnahmen konnten quantifiziert werden und wurden ins Modell übernommen. Die anderen Maßnahmen waren entweder bereits vor Verabschiedung des Klimaschutzpaketes in Kraft oder konnten aufgrund unzureichender Informationen nicht ins Modell integriert werden.

Bis 2030 sollen die CO₂-Emissionen im Verkehrsbereich auf 85 Mio. t CO₂-Äquivalente sinken, was einer Reduktion um -61 Mio. t CO₂-Äquivalente gegenüber dem Istwert von 2020 entspricht. Mit 20 Prozent Anteil an dem Gesamtreduktionsbedarf von fast 300 Mio. t CO₂-Äquivalenten zwischen 2020 und 2030 trägt dieser Sektor ähnlich viel Reduktionslast wie der Industriesektor, aber deutlich weniger als die Energiewirtschaft.

Abbildung 13: Sektorziel Verkehr: Zulässige Jahresemissionsmengen für die Jahre 2020 bis 2030



Quelle: Deutscher Bundestag (2021) Entwurf eines Ersten Gesetzes zur Änderung des Bundes-Klimaschutzgesetzes. Drucksache 19/30230. S. 10

Der Verkehrssektor umfasst im KSPr 2030 insgesamt 13 Maßnahmen (Tabelle 7). Diese wurden teilweise bereits im QuBe-Modell umgesetzt (Mönnig u. a., 2020). Aufgrund neuer Erkenntnisgewinne oder Konkretisierungen in Form von Gesetzen werden die Annahmen für einige Maßnahmen im vorliegenden Szenario aktualisiert (vgl. bspw. „Fliegen teurer machen“ in Maßnahme KSPr 3.4.3.1), einige gehen unverändert ins Modell ein (vgl. bspw. KSPr 3.4.3.8) und wiederum andere werden komplett neu berücksichtigt (vgl. bspw. KSPr 3.4.3.10). Im Folgenden wird genauer darauf eingegangen, wie die einzelnen Maßnahmen des KSPr 2030 für den Verkehrssektor im vorliegenden Szenario berücksichtigt werden.

Die Stärkung des Schienenpersonenverkehrs (KSPr 3.4.3.1) erfolgt durch die Leistungs- und Finanzierungsvereinbarung (LuFV) III. Ihr zufolge investieren der Bund und die Deutsche Bahn zwischen 2020 und 2029 insgesamt 86 Mrd. Euro in die Instandhaltung und Ersatzinvestitionen der Bahn. Damit stehen jährlich drei Mrd. Euro zusätzlich im Vergleich zu ihrer Vorgängerversion, der LuFV II, zur Verfügung. (BMVI, 2020). Diese wirken im Modell ab 2021 als zusätzliche Investitionen der Bahn und werden gleichmäßig auf neue Ausrüstungen und Anlagen, neue Bauten und sonstige neue Anlagen verteilt. Darüber hinaus werden 200 Mio. Euro als Investitionen der öffentlichen Verwaltung in dieselben Investitionszwecke für das Jahr 2022 angesetzt. Diese gehen aus dem Klimaschutz Sofortprogramm 2022 hervor (KS IV. 5.)

Ein weiterer Teil der Maßnahme KSPr 3.4.3.1 ist, dass sich der Bund zukünftig in höherem Maße mit Eigenkapital an der Deutschen Bahn beteiligen wird, damit diese befähigt wird stärker in die Modernisierung und Elektrifizierung des Schienennetzes zu investieren (BMU, 2019). Im vorliegenden Szenario wird angenommen, dass die Deutsche Bahn in der Lage ist, die im KSPr 2030 beschlossenen Summen auch zu investieren, wodurch die Maßnahme der Kapitalerhöhung keine explizite Berücksichtigung im Modell erhält.

Zudem soll mit der Maßnahme KSPr 3.4.3.1 Bahnfahrten billiger werden. Dazu wurde der Mehrwertsteuersatz auf Bahntickets ab 2020 von ursprünglich 19 auf sieben Prozent reduziert. Analog zu Mönnig u. a. (2020) wird im vorliegenden Szenario das Mehrwertsteueraufkommen in der Personenbeförderung im Eisenbahnverkehr (WZ-49.1) anhand ihres Umsatzanteils im Wirtschaftszweig Landverkehr und Transport in Rohrfernleitungen (WZ-49) abgeschätzt. Demzufolge wird die Minderung des Mehrwertsteuersatzes lediglich für fünf Prozent des gesamten Mehrwertsteueraufkommens des Wirtschaftszweiges Landverkehr und Transport in Rohrfernleitungen angesetzt.

Parallel zur Vergünstigung von Bahntickets sieht das KSPr 2030 die Verteuerung von Flugtickets vor. Dazu trat zum 1. April 2020 das Gesetz zur Änderung des Luftverkehrsteuergesetzes in Kraft. Das Steueraufkommen im Flugverkehr bemisst sich an der Anzahl der verkauften Flugtickets getrennt nach Distanzklassen (Mönnig

u. a. 2020). Für Distanzklasse 1 (innereuropäische Flüge) wurde der Steuersatz mit dem neuen Gesetz um 5,53 Euro pro Ticket angehoben. Für Flüge in Länder der Distanzklasse 2 (Distanzen bis 6.000 km) wurde der Steuersatz um 9,58 Euro erhöht. Langstreckenflüge (Distanzklasse 3) unterliegen nun einem um 17,25 Euro höheren Steuersatz (BUND, 2021b). Unter Konstanzhaltung der Flugverkehrszahlen nach Distanzklassen aus dem Jahr 2019 (Statistisches Bundesamt, 2021) ergibt sich im Modell eine Erhöhung des Steueraufkommens um 0,69 Mrd. Euro pro Jahr. Daraus resultiert schließlich ein Rückgang der Nachfrage von Flugverkehrsleistungen durch die privaten Haushalte über den Effekt der höheren Preise.

Die Erhöhung der Attraktivität des ÖPNV (KSPr 3.4.3.2) soll zum einen mit einer Aufstockung der Fördersummen aus dem Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz (GVFG) erreicht werden. Dazu wurden die GVFG-Mittel für 2021 bis 2024 von ursprünglich 332 Mio. Euro auf eine Mrd. Euro jährlich angehoben (+ 668 Mio. Euro). Für die Jahre 2025 bis 2030 sind nun jährlich zwei Mrd. Euro angesetzt (+ 1,67 Mrd. Euro) (BMU, 2019). Die zusätzlichen Mittel fließen in die Ausrüstungsinvestitionen des Öffentlichen Dienstes und vor allem in den Fahrzeugbau.

Zum anderen soll die Attraktivität des ÖPNV durch die Förderung von Modellprojekten zur Stärkung des ÖPNV erhöht werden. Im Rahmen dieses Förderprogramms haben nun zwölf Modellprojekte den Zuschlag des BMVI erhalten, welche im Zeitraum 2022 bis einschließlich 2025 mit insgesamt 202 Mio. Euro gefördert werden (BMVI, 2021b; BMVI, 2021d). Da es sich dabei um zeitlich befristete Modellprojekte handelt, sehen wir es als unwahrscheinlich an, dass private Haushalte nachhaltig ihre Ausgabenstruktur verändern werden, welche im Modell eine relevante Größenordnung erzielt. Daher werden im Modell analog zur LuFV III die für die Förderung bewilligten 202 Mio. Euro als zusätzliche Investitionen des Bundes in die drei Verwendungszwecke neue Ausrüstungen und Anlagen, neue Bauten und sonstige neue Anlagen angesetzt.

Mit dem KSPr 2030 soll zudem der Umstieg auf das CO₂-neutrale Verkehrsmittel des Fahrrads gefördert werden (KSPr 3.4.3.3). Konkrete Maßnahmen zur Förderung des Radverkehrs ergeben sich aus dem Bundesverkehrswegeplan (BVWP) 2030. Auf die daraus hervorgehenden Investitionen wird in Maßnahme KSPr 3.4.3.7 eingegangen. Zudem berücksichtigt das Klimaschutz Sofortprogramm 2022 für die Stärkung des Radverkehrs Fördermittel zum Ausbau der Radinfrastruktur (KS IV. 1.)

(Sonderprogramm „Stadt und Land“, 301,5 Mio. Euro in 2022) sowie für innovative Modellvorhaben des Radverkehrs (KS IV. 2.). Für Letzteres sind Fördersummen in Höhe von 15,5 Mio. Euro in 2022, 25 Mio. in 2023, 18 Mio. in 2024, 6 Mio. Euro in 2025 sowie 4 Mio. Euro in 2026 definiert. Diese Investitionssummen werden im Klimaschutz-Szenario im Modell als Ausgaben der öffentlichen Hand in Baumaßnahmen angesetzt.

Die Entwicklung strombasierter Kraftstoffe (KSPr 3.4.3.4) soll zukünftig erneuerbare Energien im Sektor des Schwerlastverkehrs sowie im Flugverkehr nutzbar machen. Dabei spielen insbesondere die Brennstoffzelle und Power-to-X-Kraftstoffe eine wichtige Rolle. Dies umfasst die Umsetzung der Nationalen Wasserstoffstrategie (BMWi, 2020), welche unter dem Punkt „Sonstiges“ bzw. „Wasserstoff“ (Anhang A7) berücksichtigt wird. Darüber hinaus beinhaltet das Klimaschutz Sofortprogramm 2022 im Jahr 2022 zusätzliche Mittel für die Forschung und Entwicklung im Bereich „hybridelektrisches Fliegen“ in Höhe von 40 Mio. Euro (KS IV. 7.). Diese werden im Klimaschutz-Szenario als Investitionen der öffentlichen Hand in die Forschung und Entwicklung angesetzt.

Zusätzlich umfasst das KSPr 2030 die Unterstützung fortschrittlicher Biokraftstoffe (KSPr 3.4.3.5). Da bisher jedoch keine genauen Nutzungsquoten vorgegeben sind sowie weitere konkrete Angaben zu Fördermaßnahmen fehlen, liegen nicht ausreichend Anhaltspunkte vor, um diese Maßnahme im Modell zu implementieren. Diese wird daher im weiteren Verlauf nicht weiter berücksichtigt.

Zur Stärkung des Schienengüterverkehrs (KSPr 3.4.3.6) soll eine verstärkte Elektrifizierung des Güterschienennetzes erfolgen. Diese soll durch verschiedene Ausbauprogramme vorangetrieben werden, wozu der „Bedarfsplan Schiene“, das Ausbauprogramm „Elektrische Güterbahn“ sowie das Bundesprogramm „Zukunft Schienengüterverkehr“ gehören.

Mit dem Bedarfsplan Schiene soll der Aus- und Neubau des Schienennetzes vorangetrieben werden. Bisher lagen die dafür angesetzten Bundesmittel zwischen 1,0 und 1,6 Mrd. Euro jährlich. Für das Jahr 2020 waren 1,5 Mrd. Euro dafür vorgesehen (NEE, 2021a; NEE, 2021b). Im aktuell geltenden Finanzplan sind dagegen für das Jahr 2021 1,5 Mrd. Euro, für 2022 1,9 Mrd. Euro (+0,4 Mrd. Euro) und für 2023, 2024 und 2025 jeweils 2 Mrd. (+0,5 Mrd. Euro) Euro vorgesehen. Bis 2028 sollen diese auf 3 Mrd. Euro jährlich angehoben werden (+1,5 Mrd. Euro) (BMVI, 2021e; Deutscher Bundestag, 2021). Die daraus hervorgehenden zusätzlichen Finanzierungsmittel gehen daher als zusätzliche Investitionen der öffentlichen Verwaltung in das Modell mit ein. Diese fließen zu gleichen Teilen in die drei Verwendungszwecke neue Ausrüstungen und Anlagen, neue Bauten und sonstige neue Anlagen.

Für das Ausbauprogramm „Elektrische Güterbahn“ liegen aktuell noch keine konkreten Förder- und Investitionssummen vor. Daher wird dieses Programm nicht weiter im Klimaschutz-Szenario berücksichtigt.

Das Bundesprogramm „Zukunft Schienengüterverkehr“ umfasst sechs Mio. Euro jährlich für den Zeitraum 2020 bis 2024 für die Entwicklung innovativer Transporttechnologien (Eisenbahn-Bundesamt, 2021). Im Klimaschutz-Szenario wird diese Summe zusätzlich von der öffentlichen Verwaltung in die Forschung und Entwicklung investiert.

Die Modernisierung der Binnenschifffahrt und Nutzung von Landstrom in Häfen (KSPr 3.4.3.7) erfolgt mittels der Umsetzung des Masterplans Binnenschifffahrt (BMVI, 2019a). Teil des Masterplans Binnenschifffahrt ist der BVWP 2030 (BMVI, 2016). Dieser enthält neben Investitionen in Wasserstraßen ebenso Finanzmittel zum Erhalt und Ausbau des Schienen- und Straßenverkehrsnetzes, wozu auch Radwege entlang von Bundes(wasser)straßen zählen (vgl. KSPr 3.4.3.3). Das Investitionsvolumen umfasst 226,8 Mrd. Euro für den Zeitraum 2016 bis 2030 und weitere 42,8 Mrd. Euro ab 2031 (sogenannte „Schleppe“). Unter der Annahme, dass die Mittel aus der „Schleppe“ bis 2033 verbraucht sind, stehen damit jährlich 14,97 Mrd. Euro zur Verfügung. Der vorangegangene BVWP 2003 verfügte dagegen für den Zeitraum 2001 bis 2015 über ein Investitionsvolumen von lediglich 10 Mrd. Euro jährlich (150 Mrd. Euro insgesamt). Damit stehen nach dem BVWP 2030 zwischen 2016 und 2033 jährlich 4,97 Mrd. Euro zusätzlich zur Verfügung. Diese werden im Klimaschutz-Szenario ab dem Jahr 2021 als zusätzliche Investitionen der öffentlichen Verwaltung in die drei Verwendungszwecke neue Ausrüstungen und Anlagen, neue Bauten und sonstige neue Anlagen berücksichtigt. Darüber hinaus beinhaltet das Klimaschutz Sofortprogramm 2022 Mittelaufstockungen in Höhe von 130 Mio. Euro im Jahr 2022 für Investitionen in die Schifffahrt (KS IV. 3.). Diese werden im Modell durch die öffentliche Hand getätigt. Weitere 300 Mio. Euro werden im Jahr 2022 für Investitionen in Wasserstraßen ausgegeben (KS IV. 4.). Diese werden im Klimaschutz-Szenario als zusätzliche Investitionen der öffentlichen Hand in die drei Verwendungszwecke neue Ausrüstungen und Anlagen, neue Bauten und sonstige neue Anlagen berücksichtigt. Zuletzt umfasst das Sofortprogramm 30 Mio. Euro im Jahr 2022 für die Forschung und Entwicklung im Bereich grüner Antriebstechnologien in der Schifffahrt (KS IV. 8.). Diese werden im Klimaschutz-Szenario als Forschungs- und Entwicklungsausgaben der öffentlichen Hand angesetzt. Laut Expert:inneneinschätzung liegt im Personenverkehr der größte Hebel zur CO₂-Reduzierung in der Elektrifizierung des motorisierten Individualverkehrs und weniger in der Verschiebung des Modalsplits. Mit der Förderung des Umstiegs auf elektrische Pkw (CO₂-arme Pkw auf die Straße bringen, KSPr 3.4.3.8). Damit soll das Ziel erreicht werden, bis 2030 sieben bis zehn Mio. E-Fahrzeuge im Bestand zu haben. Dies impliziert einen sehr starken Neuzugang an E-Autos, da zu Beginn des Jahres 2021 Elektro- und Hybrid-Pkw zusammen lediglich 1,3 Mio. Pkws im Bestand ausmachten (2,7% an allen Pkw), Elektro- und Plug-In-Hybrid-Pkw sogar nur knapp 600 Tausend (1,2%) (KBA, 2021). Die Neuzulassungen an E-Autos sind 2020 allerdings deutlich gestiegen (reine Elektroautos nahmen einen Anteil von 6,7 Prozent an den Neuzulassungen insgesamt ein; zusammen mit Plug-In-Hybriden sogar einen Anteil von 13,5 %) (KBA, 2021). Eine Marktdurchdringung von E-Fahrzeugen zieht Veränderungen in Investitionen (Auf-/Umbau von

Produktionsplattformen), Produktivität (weniger arbeitsintensive Produktion von E-Fahrzeugen), Importen (notwendige Batteriezellen, E-Fahrzeuge), Exporten (E-Fahrzeuge) sowie der Verwendung Strom statt Benzin als Antriebsmittel nach sich. Das vorliegende Modell QINFORGE differenziert Pkw nicht nach Motorentyp und diese Veränderungen lassen sich daher nicht endogen im Modell abbilden, sondern müssen über Annahmen exogen eingestellt werden. Eine Quantifizierung dieser Annahmen wurde bereits in Mönig u. a. (2018) durchgeführt und wurde schließlich als Basisbestandteil ins Modell mit aufgenommen. Darüber hinaus sind damit keine weiteren Modelleingriffe notwendig, um diese Maßnahme aus dem KSPR 2030 abzubilden.

Darüber hinaus beinhaltet das KSPR 2030 eine konsequente CO₂-bezogene Reform der Kfz-Steuer. Diese Maßnahme wird ebenso im Sofortprogramm bekräftigt (KS IV. 10.). Dazu wird im Modell angenommen, dass die Summe des Kfz-Steueraufkommens insgesamt im Vergleich zur Basisprojektion unverändert bleibt und lediglich die Zielerreichung von zehn Mio. E-Pkw in 2030 dadurch befördert wird. Im Modell sind damit keine weiteren Eingriffe notwendig, um diese Maßnahme abzubilden.

Für die Elektrifizierung des motorisierten Individualverkehrs ist zudem der Ausbau der Tank- und Ladeinfrastruktur (KSPR 3.4.3.9) erforderlich. Demnach sollen bis 2030 eine Mio. öffentlich zugängliche Ladepunkte deutschlandweit zur Verfügung stehen. Zum 01.09.2021 standen insgesamt (40.257 Normalladepunkte + 6.840 Schnellladepunkte =) 47 097 öffentliche Ladepunkte in Deutschland zur Verfügung (Bundesnetzagentur, 2021). Unter der Annahme, dass das bisherige Ausbautempo im Jahr 2021 beibehalten wird, werden zum Ende des Jahres 2021 rund 55 000 öffentlich zugängliche Ladepunkte zur Verfügung stehen (bdew, 2021). Mit Unterstellung eines linearen Anstiegs müssen damit zwischen 2022 und 2030 jährlich 105 000 Ladepunkte errichtet werden (945 000 insgesamt). Damit muss sich das bisher angesetzte Ausbautempo weiter erhöhen. Die Kosten für die Installation eines öffentlich zugänglichen Normal- bzw. Schnellladepunktes variieren stark und liegen aktuell zwischen 5.000 und 127 000 Euro (NPM, 2019). Im Klimaschutz-Szenario nehmen wir Investitionskosten von durchschnittlich 10 000 Euro pro Ladepunkt im Jahr 2021 an und lassen diese bis 2030 auf 7.500 Euro absinken. Die Bundesregierung bindet aktuell bereits die Automobilindustrie und die Energiewirtschaft in die Finanzierung der öffentlichen LIS mit ein (BMVI, 2019b). Daher werden die Investitionen für öffentliche Ladepunkte zwischen dem Bund, der Automobilindustrie und der Energiewirtschaft im Verhältnis 60:30:10 aufgeteilt. Mit dieser Modelleinstellung wird zudem die Unterstützung der Errichtung von innerstädtischen Schnellladehubs aus dem Sofortprogramm (KS IV. 6) abgedeckt. Neben einem Antriebswechsel im motorisierten Individualverkehr bildet ebenso ein Antriebswechsel im Bereich des Straßengüterverkehrs einen wichtigen Hebel zur

Emissionsreduzierung im Mobilitätssektor (KSPr 3.4.3.10). Laut Expert:inneneinschätzung sind die technologischen Möglichkeiten für den Einsatz von Batterien im Schwerlastverkehr/Güterverkehr begrenzter als im Pkw-Bereich und wird sich vornehmlich auf die Kurzstrecke bzw. leichte Nutzfahrzeuge beschränken. Für die Langstrecke ist es noch offen, welche Technologie sich durchsetzen wird (Oberleitungen, Wasserstoff, Batterien, synthetische Kraftstoffe). Ziel des KSPr 2030 ist es, bis 2030 ein Drittel der Fahrleistung im Schwerlasttransport strombasiert oder mittels strombasierter Kraftstoffe zu betreiben. Dazu dient zum einen die bereits beschlossene CO₂-Flottenregulierung auf EU-Ebene. Demnach müssen bis 2030 die CO₂-Emissionen bei schweren Nutzfahrzeugen um 30 Prozent und bei leichten Nutzfahrzeugen um 31 Prozent reduziert werden. Um den Umstieg auf CO₂-neutrale Lkw zu beschleunigen, wird deren Anschaffung gefördert. Die dazu vorgesehenen Fördermittel wurden ab 2021 um 300 Mio. Euro jährlich aufgestockt (BMVI, 2021c; EK, 2007). Diese werden im Modell als zusätzliche Investitionen der öffentlichen Verwaltung in die Transportbranche angesetzt.

Laut KSPr 2030 reicht die CO₂-Flottenregulierung jedoch nicht aus, um die Minderungsziele im Verkehrssektor zu realisieren. Daher wird zusätzlich die Entwicklung marktreifer Nutzfahrzeuge mit alternativen Antriebsarten gefördert, damit Fahrzeuge mit dieser Technologie spätestens bis Mitte der 2020er-Jahre angeboten werden können. Dazu wurde das Nationale Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzelltechnologie (NIP) im Jahr 2016 verlängert und hat nun eine Laufzeit bis 2026. Die dafür vorgesehenen Mittel zur Forschungsförderung wurden um neun Mio. Euro jährlich aufgestockt (BMVI, 2021a; BMVI und BMWi, 2017). Diese werden im Modell als zusätzliche Investitionen in die Forschung und Entwicklung durch die öffentliche Hand angesetzt (2021 – 2026, 54 Mio. insgesamt). Neben dem Ausbau der Tank- und Ladeinfrastruktur für Pkw (vgl. KSPr 3.4.3.9) ist ebenso der Ausbau einer Tank-, Lade- und Oberleitungsinfrastruktur (KSPr 3.4.3.11) für Nutzfahrzeuge vorgesehen. Der dafür erarbeitete Masterplan Ladeinfrastruktur enthält jedoch keine konkreten Maßnahmen zum Aufbau dieser Tank- und Ladeinfrastruktur. Konkrete Fördermaßnahmen sind jedoch der in KSPr 3.4.3.10 erwähnten, von der EU genehmigten Förderrichtlinie für klimafreundliche Nutzfahrzeuge zu entnehmen: Diese umfasst zusätzlich fünf Mrd. Euro für den Aufbau der erforderlichen Tank- und Ladeinfrastruktur (BMVI, 2021c). Diese werden im Modell zwischen 2021 und 2024 mit 1,25 Mrd. Euro jährlich als Investitionen der öffentlichen Hand angesetzt. Sie fließen in dieselben Verwendungszwecke wie bei den Ladepunkten für Elektro-Pkw.

Die Digitalisierung soll den Verkehr automatisieren, vernetzen, verflüssigen und innovative Mobilitätsformen ermöglichen (KSPr 3.4.3.12). Die BMAS-Prognose beinhaltet bereits eine beschleunigte Digitalisierung, die in einer stärkeren

Nachfrage von informationstechnologischen Dienstleistungen mündet. Damit bedarf es an dieser Stelle keiner weiteren Modelleingriffe.

Zuletzt umfasst das KSP 2030 im Verkehrssektor die Steuerliche Förderung der Elektromobilität (Jahressteuergesetz 2019) (KSP 3.4.3.13). Damit sollen verschiedene Anreize geschaffen werden, mit denen sich die CO₂-Emissionen im Mobilitätssektor reduzieren lassen. Analog zur CO₂-bezogenen Reform der Kfz-Steuer (vgl. KSP 3.4.3.8) wird im Modell angenommen, dass die Summe des Steueraufkommens insgesamt im Vergleich zur Basisprojektion unverändert bleibt. Im Modell sind damit keine weiteren Eingriffe notwendig, um diese Maßnahme abzubilden.

A4 Sektor 3: Landwirtschaft

Die sich auf den Sektor Landwirtschaft beziehende Maßnahmen sind in den Tabellen 9 und 10 zusammengefasst.

Tabelle 9: Maßnahmen des Klimaschutzprogramms (KSP) 2030 im Sektor Landwirtschaft

Landwirtschaft	
3.4.5.1	Senkung der Stickstoffüberschüsse einschließlich Minderung der Ammoniakemissionen und gezielte Verminderung der Lachgasemissionen, Verbesserung der Stickstoffeffizienz
3.4.5.2	Stärkung der Vergärung von Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft und landwirtschaftlichen Reststoffen
3.4.5.3	Ausbau des Ökolandbaus
3.4.5.4	Verringerung der Treibhausgasemissionen in der Tierhaltung
3.4.5.5	Energieeffizienz in der Landwirtschaft
Landnutzung, Landnutzungsänderung, Forstwirtschaft	
3.4.7.1	Humuserhalt und -aufbau im Ackerland
3.4.7.2	Erhalt von Dauergrünland
3.4.7.3	Schutz von Moorböden einschließlich Reduzierung der Torfverwendung in Kultursubstraten
3.4.7.4	Erhalt und nachhaltige Bewirtschaftung der Wälder und Holzverwendung

Quelle: BMU (2019). Lesehilfe: Die grün gekennzeichneten Maßnahmen konnten quantifiziert werden und wurden ins Modell übernommen. Die anderen Maßnahmen waren entweder bereits vor Verabschiedung des Klimaschutzpaketes in Kraft oder konnten aufgrund unzureichender Informationen nicht ins Modell integriert werden.

Tabelle 10: Maßnahmen des Klimaschutz Sofortprogramm (KS) 2022 im Sektor Landwirtschaft

V. Maßnahmen in der Landwirtschaft	
V. 1.	Bundesprogramm Energieeffizienz in der Landwirtschaft
V. 2.	Förderung des Baus emissionsarmer Lagerstätten für flüssige Wirtschaftsdünger, der Nachrüstung von Lagerabdeckung und des emissionsarmen Stallbaus im Rahmen der GAK
V. 3.	Forschungsinitiative zur Erreichung der Klimaschutzziele 2030
VI. Maßnahmen im LULUCF Sektor	
VI. 1.	Moorbodenschutzprogramm
VI. 2.	Humuserhalt und -aufbau
VI. 3.	GAK: Fortführung der Förderung einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung, eines klima-stabilen Waldumbaus und der Beseitigung von Schäden durch Extremwetterereignisse im Wald
VI. 4.	Honorierung der Ökosystemleistung des Waldes

Quelle: BFM (2021). Lesehilfe: Die grün gekennzeichneten Maßnahmen konnten quantifiziert werden und wurden ins Modell übernommen. Die rot gekennzeichneten Maßnahmen waren entweder bereits vor Verabschiedung des Klimaschutzpaketes in Kraft oder konnten aufgrund unzureichender Informationen nicht ins Modell integriert werden.

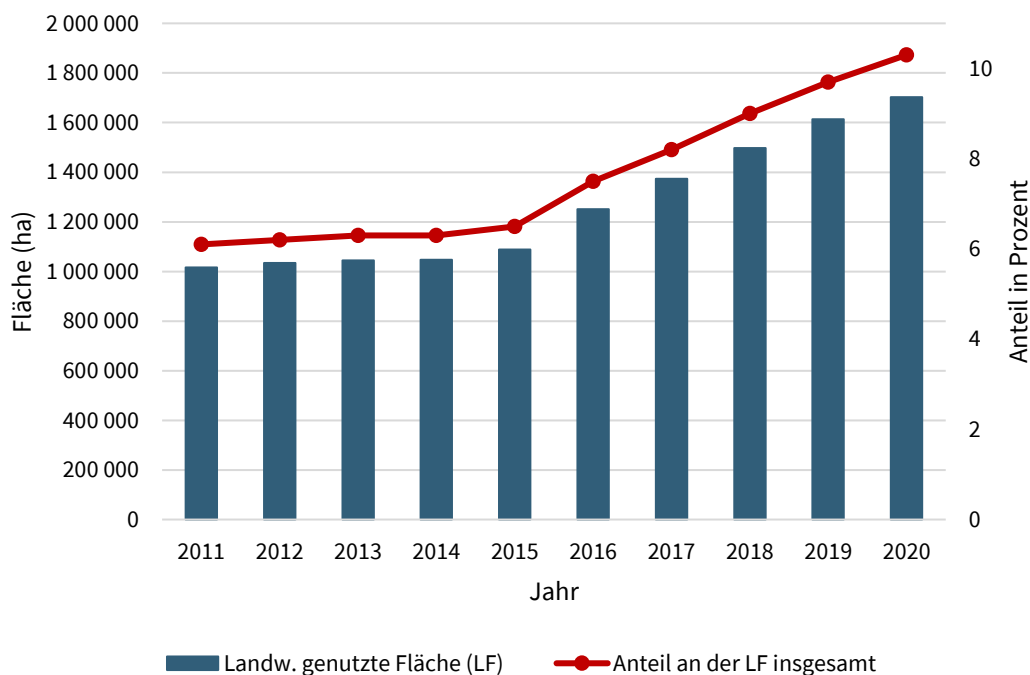
Im Sektor Landwirtschaft soll mit der Senkung Stickstoffüberschüsse (KSPr 3.4.5.1) die konsequente Umsetzung der Düngeverordnung sichergestellt werden. Nach der Einschätzung von Expert:innen kann die Einhaltung der Düngeverordnung aktuell nur mangelhaft kontrolliert werden, da Querprüfungen nicht erlaubt sind und die Dokumentation weitgehend analog läuft. Die erste Düngeverordnung trat bereits 1996 in Deutschland in Kraft. Mit Neufassungen und Änderungen wurde diese in den letzten Jahren laufend aktualisiert und schrittweise verschärft (Apel, 2020; BMEL, 2021). Aufgrund des langen Bestehens der Düngeverordnung und ihrer laufenden Aktualisierung ist davon auszugehen, dass ein Rückgang des Bezugs von chemischen Düngemitteln durch Landwirtschaftsbetriebe bereits in den Vergangenheitsdaten enthalten und damit unter Fortschreibung dieses Trends im Modell berücksichtigt wird. Zur Umsetzung dieser KSPr-Maßnahme sind damit keine weiteren Modelleingriffe erforderlich.

Eine weitere Maßnahme im Landwirtschaftssektor stellt die Stärkung der Vergärung von Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft und landwirtschaftlichen Reststoffen dar (KSPr 3.4.5.2). Laut der Einschätzung der Expert:innen werden durch aktuelle Förderprogramme noch nicht die richtigen Anreize beim Bau von Lagern für Wirtschaftsdünger sowie für die Nutzung von Biogasanlagen gesetzt. Das KSPr 2030 sieht Förderprogramme sowie den Abbau von Hemmnissen für neue Biogasanlagen und die Errichtung gasdichter Güllelager vor. Allerdings sind diese noch nicht genauer spezifiziert. Dagegen sieht das Klimaschutz Sofortprogramm für das Jahr 2022 Förderungen für Investitionen in emissionsarme Stallbauten und Lagerstätten

(KS V. 2) sowie zur Steigerung der Energieeffizienz in der Landwirtschaft (KS V. 1) in Höhe von 90 bzw. 12,4 Mio. Euro vor. Diese werden im Modell in Form von Bauinvestitionen für das Jahr 2022 verbucht. Zusätzlich sieht das Sofortprogramm eine Fördersumme von 50 Mio. Euro für die Forschung und Entwicklung vor (KS V. 3). Diese wird im Modell als Investitionen in sonstige Anlagen, worunter u.a. das geistige Eigentum einer Volkswirtschaft, also Forschung und Entwicklung, Software, Urheberrechte etc. fällt, verbucht.

Das KSPr 2030 umfasst zudem den Ausbau des Ökolandbaus (KSPr 3.4.5.3). Nach Expert:innenschätzung ist eine Verdopplung des Ökolandbaus bis 2030 realistisch. Der aktuelle Anteil der ökologisch bewirtschafteten Fläche an der landwirtschaftlich genutzten Fläche insgesamt beträgt rund 10 Prozent (vgl. Abbildung 14), so dass bis 2030 ca. 20 Prozent erreicht werden können. Für die Jahre bis 2040 wird vom Projektteam unterstellt, dass sich dieser Expansionspfad fortsetzt, so dass 2040 ca. 30 Prozent Ökolandbau möglich sind. Eine Umwandlung der Landwirtschaft in dem genannten Ausmaß ist in der Prognose bisher nicht enthalten.

Abbildung 14: Entwicklung der ökologisch bewirtschafteten landwirtschaftlich genutzten Fläche in Deutschland 2011 bis 2020



Quelle: BMEL Statistik (2020a), eigene Darstellung

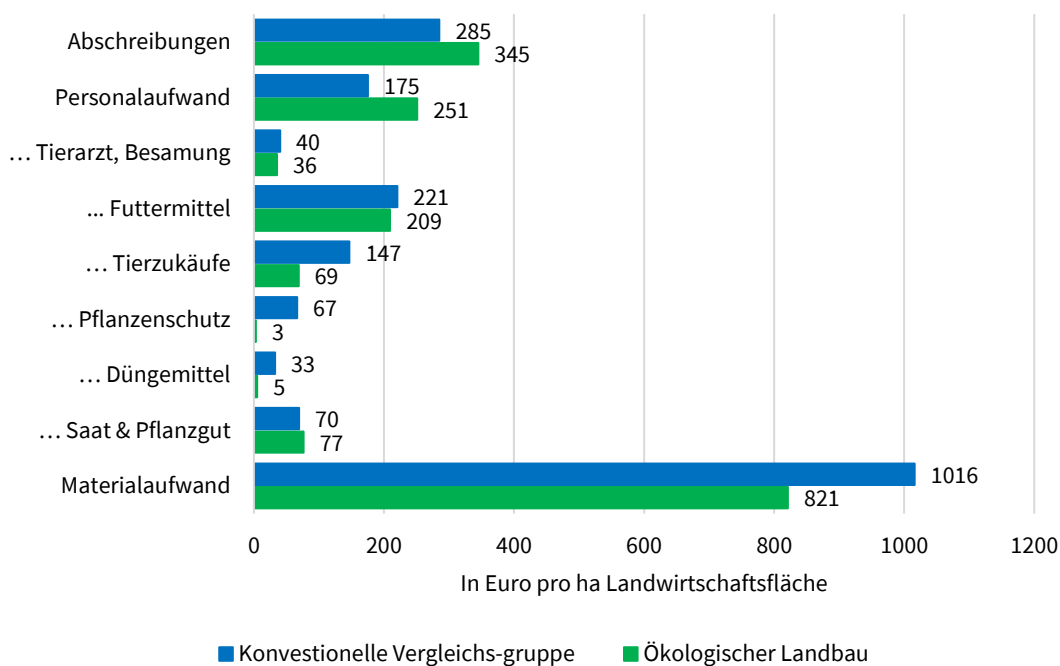
Um empirisch basierte Modelleinstellungen für das Szenario zu ermitteln (Lehr u. a., 2019), wird auf Daten des Thünen-Instituts zurückgegriffen, welches die betriebswirtschaftlichen Unterschiede zwischen ökologischem Landbau und sogenannten konventionellen Vergleichsgruppen erarbeitet (Abbildung 15). Die

Anhang

Vergleichsgruppen werden aus konventionellen Einzelbetrieben gebildet, die im Vergleich zu den Ökobetrieben ähnliche Standortbedingungen und Faktorausstattungen aufweisen (Sanders, 2021).

Deutlich ist zu erkennen, dass sich der Ökolandbau und die konventionellen Vergleichsgruppen hinsichtlich der Material- und Personalaufwendungen, der Abschreibungen und der sonstigen Aufwendungen unterscheiden. So ist der Materialaufwand im ökologischen Landbau pro ha gut 20 Prozent geringer als bei der Vergleichsgruppe. Dünge- und Pflanzenschutzmittel werden zwar in erheblich geringerem Maße eingesetzt, da für den Ökolandbau jedoch einige solcher Mittel zugelassen sind, wird hier nicht vollends darauf verzichtet (BLE, 2021; BVL, 2021). Gleichzeitig fallen die Aufwendungen für Personal und Abschreibungen deutlich höher aus als in konventionellen Betrieben.

Abbildung 15: Aufwandskomponenten ökologischen Landbaus und konventionell wirtschaftender Vergleichsgruppe für das Wirtschaftsjahr 2019/2020



Quelle: BMEL Statistik (2020b), eigene Darstellung

Tabelle 11: Veränderung der Kostenstruktur in der Landwirtschaft

		Ökologischer Landbau	Konventionelle Vergleichs- gruppe	Ergebnisse für die jeweiligen Mischungsverhältnisse 2020 und 2040		Folgen für die Kostenstruktur der Verschiebung
				Anteil der Aufwendungen am Umsatz in Prozent		in Prozent
				10/90	30/70	
1	Materialaufwand	44,7	53,2	52,3	50,6	-3,3
2	... Saat & Pflanzgut	4,2	3,6	3,7	3,8	2,8
3	... Düngemittel	0,3	1,7	1,6	1,3	-18,1
4	... Pflanzenschutz	0,2	3,5	3,2	2,5	-21,0
5	... Tierzukäufe	3,8	7,7	7,3	6,5	-10,8
6	... Futtermittel	11,4	11,5	11,5	11,5	-0,3
7	... Tierarzt, Besamung	1,9	2,1	2,1	2,1	-1,6
8	Personalaufwand	13,7	9,2	9,6	10,5	9,3
9	Abschreibungen	18,8	14,9	15,3	16,1	5,0
	Summe 2, 5 & 7	19,3	22,9	22,5	21,8	-3,2

Quelle: eigene Berechnungen und Darstellung

2020 lag der Anteil des Ökolandbaus bei rund zehn Prozent, wenn nun bis 2040 der Anteil auf 30 Prozent steigt, dann verändert sich die gesamtwirtschaftliche Kostenstruktur der Landwirtschaft.

Die auf Grund des verstärkten Ökolandbaus einsetzende Veränderung der Kostenstruktur wird im Szenario in Anlehnung an die letzte Spalte der Tabelle 11 entsprechend umgesetzt: Düngemittel und Pflanzenschutz beziehen sich auf die Zulieferungen der Chemieindustrie zur Landwirtschaft. Der Input der Chemieindustrie wird um 20 Prozent reduziert. Futtermittel werden u.a. von der Nahrungsmittelindustrie bereitgestellt, entsprechend wird der Input zur Landwirtschaft um 0,3 Prozent reduziert. Die Ausgaben für Leistungen des Veterinärwesens werden um 1,6 Prozent vermindert.

Saat und Pflanzgut sowie Futtermittel (z. B. Heu) und Tierzukäufe (z. B. Ferkel) werden auch zwischen den landwirtschaftlichen Betrieben ausgetauscht. Allerdings ist das Mischungsverhältnis untereinander und ihr Anteil an der Lieferverflechtung „Landwirtschaft an Landwirtschaft“ nicht klar. Diese sogenannte „In-Sich-Lieferungen“ der Landwirtschaft haben 2017 einen Anteil an der Produktion von 15 Prozent, welche mit dem Umsatz vergleichbar ist. Die genannten Kostenkomponenten haben einen Anteil von 19,4 Prozent beim Ökolandbau und beim konventionellen Landbau von 22,8 Prozent. Wenn sich nun das Verhältnis von ökologischer zu konventioneller Landwirtschaft von 10/90 auf 30/70 verändert,

Anhang

dann verschiebt sich der durchschnittliche Anteil um -3 Prozent. Das kann nur als eine Schätzung verstanden werden.

Die Zahlen des Testbetriebsnetzes zeigen zudem, dass der Personalaufwand im Ökolandbau deutlich höher ist als bei der konventionellen Produktionsweise (Tabelle 11 und Abbildung 15). Entsprechend werden die Arbeitseinsätze sowohl an Beschäftigten als auch an Selbstständigen im Vergleich zum Referenzlauf erhöht. Hinzu kommt, dass die Abschreibungen im Ökolandbau deutlich höher im Vergleich zu konventionell arbeitenden Betrieben sind. Das kann an einer höheren Kapitalausstattung der Ökolandbetriebe oder an einem größeren Verschleiß der eingesetzten Kapitalgüter liegen. In beiden Fällen sind höhere Investitionen notwendig, um den benötigten Kapitalstock vorzuhalten. Entsprechend werden die Investitionen in Ausrüstungsgüter, Geistiges Eigentum und Bauten gleichmäßig um die errechneten 5 Prozent erhöht (Tabelle 11). Die Aufwendungen für Abschreibungen steigen dann in Folge der Abnutzung des höheren Kapitalstocks.

Tabelle 12: Produktion, Preise und Umsatz im Vergleich

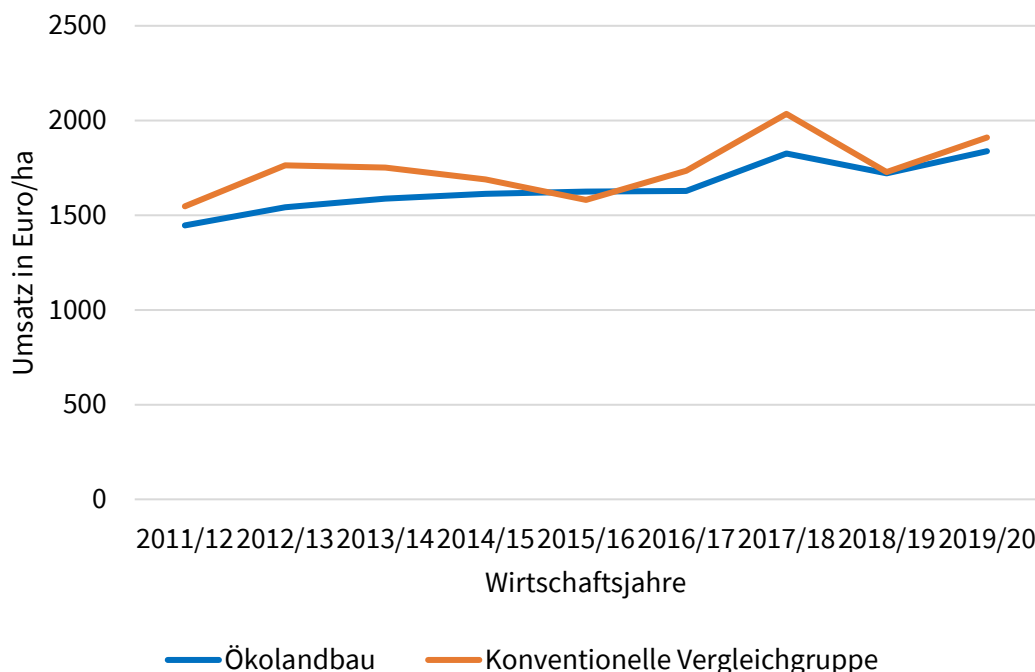
	Ökologischer Landbau	Konventionelle Vergleichsgruppe	Prozentuale Differenz: Ökolandbau zu Konventionell
Produktion			
Weizen dt/ha	32,6	64,7	50,4
Gerste dt/ha	33,0	61,0	54,1
Raps dt/ha	14,8	32,9	45,0
Kartoffeln dt/ha	251,3	388,4	64,7
Zuckerrüben dt/ha	589,7	691,7	85,3
Milchleistung kg/Kuh	6664,0	7854,2	84,8
Preise			
Weizen €/dt	37,0	16,7	221,6
Gerste €/dt	29,7	15,8	188,0
Raps €/dt	60,5	38,0	159,2
Kartoffeln €/dt	50,6	16,3	310,4
Zuckerrüben €/dt	10,4	2,7	385,2
Milchleistung €/100kg	48,1	34,7	138,6
abgeleiteter Umsatz pro ha bzw. Kuh			
Weizen €/ha	1206,2	1080,5	111,6
Gerste €/ha	980,1	963,8	101,7
Raps €/ha	895,4	1250,2	71,6
Kartoffeln €/ha	12715,8	6330,9	200,9
Zuckerrüben €/ha	6132,9	1867,6	328,4
Milchleistung €/Kuh	3205,4	2725,4	117,6

Quelle: BMEL Statistik (2020b), eigene Darstellung

Laut Einschätzungen der Expert:innen hat die Ausweitung des Ökolandbaus jedoch nicht nur Folgen für die Kostenstrukturen, sondern ebenso für die Herstellungskosten und damit für die Verbraucherpreise und die Nachfrage. Laut Expert:innen rentiert sich der Ökolandbau für die Betriebe zurzeit nur mit Förderungen und dem Verkauf der Produkte im „Premiummarkt“. Diese Bedingungen müssen in Zukunft entsprechend weiterhin gegeben sein. Dies wird durch die Auswertungen des Testbetriebsnetzes bestätigt: Für angegebene Produkte werden deutlich kleinere Erträge aber deutlich höhere Preise für die gleiche Produktionsmenge erzielt (Tabelle 12).

Nun zeigt die Tabelle nur eine Auswahl von landwirtschaftlichen Produkten, daher wird auf Basis der Daten des Testbetriebsnetzes auf die Umsatzentwicklungen beider Produktionsweisen geschaut (Abbildung 16). Die Umsätze im Ökolandbau sind im Vergleich zur konventionellen Vergleichsgruppen um rund 6 Prozent für die gezeigten Wirtschaftsjahre kleiner, dabei ist allerdings der Umsatz konventioneller Betriebe weitaus schwankender.

Abbildung 16: Umsatzentwicklung je ha bei Betrieben im Ökolandbau und der konventionellen Vergleichsgruppe



Quelle: BMEL Statistik (2020b), eigene Darstellung

Aus Sicht der Produktionsweise ergibt sich also eine Situation bei der trotz deutlich geringerer Erträge pro ha (geschätzt – 40 Prozent auf Basis der Tabelle 13) die Umsätze pro ha nur geringfügig auseinanderliegen, also höhere Preise die geringere Produktionsmenge fast vollständig kompensieren.

Anhang

Im Szenario wird unterstellt, dass diese Umstellung präferenzgetrieben ist, d.h. die Verbraucher:innen ihrerseits gerne auf Produkte des Ökolandbaus zurückgreifen. Da aber weniger produziert werden kann, wird angenommen, dass die Konsument:innen entsprechend weniger konsumieren und die geringere Menge durch bessere Vorratshaltung und Nutzung kompensieren.

Es kann aber nicht nur weniger konsumiert werden, auch die Exporte landwirtschaftlicher Produkte können nicht mehr entsprechend aus heimischer Produktion bedient werden. Auch hier werden entsprechende Reduktionen vorgenommen.

Da die Produktion im Ökolandbau ca. 40 Prozent geringer ist als bei der konventionellen Produktion und sich das Verhältnis der Produktionsweisen von 10/90 auf 30/70 verschiebt, entspricht das einer Reduktion der gesamtwirtschaftlichen Produktion von rund 8 Prozent. Entsprechend werden Exporte und Konsum reduziert.

Nimmt man die konventionelle Produktion als Numéraire, dann kann man aus den Annahmen geringerer Produktion aber nur leicht verringerte Umsätze auf die Veränderung der Preissetzung zurückschließen:

Tabelle 13: Veränderung der Preissetzung

	Mengen	Umsatz	Preisindex
Konventionell	100,0	100,0	100,0
Ökolandbau	60,0	94,0	156,7
10/90	96,0	99,4	103,5
30/70	88,0	98,2	111,6
Veränderungen in Prozent	-8,3	-1,2	7,8

Quelle: eigene Berechnungen und Darstellung

Entsprechend wird das Preissetzungsverhalten der landwirtschaftlichen Betriebe geändert. Dabei wird berücksichtigt, dass bereits durch die veränderte Produktionsweise eine Preissteigerung auf Grundlage einer Stückkostenkalkulation um ca. 2 Prozent durch das Modell errechnet wird.

Der Konsum Privater Haushalte ist aber noch einmal in Gänze zu betrachten: Zwar gehen die Konsument:innen gemäß Annahme bewusster mit ihren teureren Lebensmitteln um, allerdings sind die Preissteigerungen für den Nahrungsmittelkonsum nicht so stark wie für die Erzeugung von weiterverarbeiteten Lebensmitteln. Die Landwirtschaft liefert ihre Produkte an die Nahrungsmittelindustrie, die diese weiterverarbeitet. Die von der Nahrungsmittelindustrie eingekauften landwirtschaftlichen Produkte haben laut Input-Output-Tabelle 2017 einen Anteil an der Produktion (vergleichbar mit

Umsatz) von rund 22 Prozent. Werden also die Preissteigerungen von 8 Prozent für die landwirtschaftlichen Produkte vollständig an die Kunden weitergegeben, dann ist der Preiszuwachs für die Konsumenten lediglich 2 Prozent, was, wie oben erwähnt, durch das Modell berechnet wird. Dennoch ist die Konsummenge schon wegen der Produktionsreduktion um 8 Prozent geringer. In Folge können die Konsument:innen sparen bzw. den Wirtschaftskreislauf Geld entziehen. Hier wird davon ausgegangen, dass sie das gesparte Budget trotzdem verausgaben. Gemessen an den Konsumausgaben des Jahres 2021 ist das ein Volumen von 6 Prozent der Konsumausgaben privater Haushalte für Nahrungsmittel also ca. 11 Mrd. Euro. Bis zum Jahr 2040 wird zusätzlich die Preisentwicklung von 1,5 Prozent p.a. hinzugenommen, so dass der Betrag auf rund 15 Mrd. Euro bis 2040 steigt. Diese werden dem Konsum wieder zur Verfügung gestellt.

Die unterstellte Reaktion der Konsument:innen ist entscheidend für das Ergebnis. Wird nicht bewusster mit den nun teureren Lebensmitteln umgegangen, bleibt die heimische Produktionsmöglichkeit durch den vermehrten Einsatz von Ökolandbau begrenzt. Die Konsument:innen im Inland müssen dann vermehrt auf importierte landwirtschaftliche Produkte oder gleich weiterverarbeitete Produkte zurückgreifen. Eine weitere Maßnahme im Landwirtschaftssektor stellt die Emissionsminderung in der Tierhaltung dar (KSPr 3.4.5.4). Gemäß der Expert:inneninterviews geht die größte Wirkung auf die Emissionen von einer Veränderung des Konsumverhaltens aus. Eine solche Veränderung meint insbesondere eine Reduktion der Fleischkonsums. Dazu werden hier keine Annahmen getroffen. Es wird aber unterstellt, dass die Preissteigerungen Verhaltensanpassungen erbringen, die wegen höherer Preise einen sorgsameren Umgang mit Lebensmitteln vollziehen. Die letzte Maßnahme für den Landwirtschaftssektor soll die Energieeffizienz des Sektors erhöhen (KSPr 3.4.5.5). Dies wird im Modell bereits über den Gebäudesektor (Anhang A2) abgedeckt und bedarf daher keiner weiteren expliziten Berücksichtigung.

Der Sektor LULUCF umfasst im Klimaschutzprogramm 2030 zunächst den Humuserhalt und -aufbau im Ackerland (KSPr 3.4.7.1), welcher ebenso Berücksichtigung im Sofortprogramm findet (KS VI. 2.). Daraus wird voraussichtlich eine höhere Fruchtbarkeit der Böden hervorgehen, wodurch die landwirtschaftlichen Betriebe wiederum Dünger einsparen könnten. Da die Größenordnung dieses Effektes aktuell jedoch nicht abschätzbar ist, wird im Modell lediglich der reduzierte Einsatz von Düngemitteln im Zuge der verschärften Düngeverordnung sowie des verstärkten Ökolandbaus berücksichtigt (KSPr 3.4.5.1 und 3.4.5.3).

Darüber hinaus umfasst das LULUCF-Maßnahmenpaket im Klimaschutzprogramm 2030 sowie im Sofortprogramm 2022 den Schutz von Moorböden (KSPr 3.4.7.3; KS VI. 1.), den Erhalt und die nachhaltige Bewirtschaftung des Waldes (KSPr 3.4.7.4; KS VI. 3.; KS VI. 4) sowie den Erhalt von Dauergrünland (KSPr 3.4.7.2). Diese

Maßnahmen dienen dazu CO₂-Senken zu reaktivieren oder zu erschließen. So binden bspw. Moorböden im intakten Zustand in erheblichem Maße CO₂. Derzeit sind jedoch rund 1,3 Mio. Hektar der Moorböden in Deutschland trockengelegt und werden landwirtschaftlich genutzt. Mit der Entwässerung von Moorböden verlieren diese ihre Senkenfunktion und emittieren laufend CO₂. So verursachen knapp sieben Prozent der landwirtschaftlich genutzten Fläche in Deutschland rund 40 Prozent der THG-Emissionen in der Landwirtschaft und der landwirtschaftlichen Bodennutzung (Grethe u. a., 2021). Damit kommt laut Expert:innenauskunft dem Schutz und der Wiedervernässung von Moorböden eine zentrale Bedeutung im Klimaschutz zu.

Ebenso sieht das Klimaschutzprogramm die Förderung der Entwicklung von Mischwäldern vor. Dazu sollen Schadflächen wiederbewaldet werden (180.000 Hektar, Stand 09/2019). Ebenso ist die Förderung der Forschung und Entwicklung geplant. Der Umfang dieser Fördermaßnahmen bleibt im KSPR 2030 jedoch zunächst offen.

Daher werden im vorliegenden Szenario lediglich die Maßnahmen aus dem Sofortprogramm 2022 umgesetzt: Darin ist eine Fördersumme von insgesamt 330 Mio. Euro für das Jahr 2022 für den Sektor LULUCF vorgesehen. Diese werden in den Modelleinstellungen der Landwirtschaft (80 Mio. Euro) und der Forstwirtschaft (250 Mio. Euro) zur Verfügung gestellt. Diese Mittel werden insbesondere für die nachhaltige Bewirtschaftung und die Aufforstung in den nächsten zehn Jahren verwendet. Da eine einmalige Erhöhung nicht durchführbar ist und anzunehmen ist, dass z. B. der Prozess der Aufforstung eine langanhaltende Aufgabe ist, wird eine Verteilung über die Jahre bis 2030 unterstellt.

A5 Sektor 4: Industrie

Tabellen 14 und 15 listen alle Maßnahmen auf, die den Sektor Industrie betreffen.

Tabelle 14: Maßnahmen des Klimaschutzprogramms 2030 im Sektor Industrie

Nummer	Maßnahmen
Industrie	
3.4.4.1	Investitionsprogramm – Energieeffizienz und Prozesswärme aus erneuerbaren Energien in der Wirtschaft
3.4.4.2	Wettbewerbliche Ausschreibungen für Energieeffizienz: Förderprogramm
3.4.4.3	Ressourceneffizienz und –substitution
3.4.4.4	Neue Konstruktionstechniken und Werkstoffe für eine emissionsarme Industrie
3.4.4.5	Beschleunigte Umsetzung von Maßnahmen aus dem Energieaudit und den Energiemanagementsystemen (EMS)
3.4.4.6	EU-Ökodesign-Richtlinie – Ausweitung von Mindeststandards
3.4.4.7	EU-ETS Innovationsfonds: Weiterentwicklung des NER300-Programms
3.4.4.8	Nationales Dekarbonisierungsprogramm
3.4.4.9	Programm CO ₂ –Vermeidung und –Nutzung in Grundstoffindustrien
3.4.4.10	Automobilindustrie: Industrielle Fertigung für mobile und stationäre Energiespeicher (Batteriezellfertigung)

Quelle: BMU (2019). Lesehilfe: Die grün gekennzeichneten Maßnahmen konnten quantifiziert werden und wurden ins Modell übernommen. Die anderen Maßnahmen waren entweder bereits vor Verabschiedung des Klimaschutzpaketes in Kraft oder konnten aufgrund unzureichender Informationen nicht ins Modell integriert werden.

Tabelle 15: Maßnahmen des Klimaschutz Sofortprogramm 2022

Nummer	Maßnahmen
I. Maßnahmen im Industriesektor	
I. 1.	Aufstockung des Programms Decarbonisierung der Industrie / Klimaschutzverträge
I. 2.	Investitionsförderprogramm Stahlindustrie
I. 3.	Energieeffizienz in der Wirtschaft / Abwärme
I. 4.	Leitmärkte grüner Stahl
I. 5.	Investitionsförderprogramm Chemie
I. 6.	Zertifizierungssystem für den CO ₂ -Fußabdruck bestimmter Stoffe

Quelle: BFM (2021). Lesehilfe: Die grün gekennzeichneten Maßnahmen konnten quantifiziert werden und wurden ins Modell übernommen. Die anderen Maßnahmen waren entweder bereits vor Verabschiedung des Klimaschutzpaketes in Kraft oder konnten aufgrund unzureichender Informationen nicht ins Modell integriert werden.

Die Treibhausgas-Emissionen des Sektors Industrie entsprachen 2020 einem Anteil von 24 Prozent (UBA, 2021). Im Jahr 2020 umfassten sie 178,11 Mio. t CO₂-Äquivalent. Diese sollen bis 2030 auf 118 Mio. t CO₂-Äquivalente sinken, was einer Reduktion um –60 Mio. t CO₂-Äquivalente gegenüber 2020 entspricht.

Der Großteil (ca. zwei Drittel) jener Emissionen, die tatsächlich der Industrie zugeordnet werden, entstehen durch direkte Energiebereitstellungen der Industrie. Beim verbleibenden Rest handelt es sich um prozessbedingte Emissionen (BMU, 2020b).

Die Industrie kann ihre Prozesse optimieren, und/oder ihre Energieeffizienz verbessern (BMU 2020: 33–34), weswegen ihr folgende Instrumente zur Verfügung stehen:

1. verstärkte Nutzung von erneuerbaren Energien und Abwärme
2. Verminderung des Energieverbrauchs durch eine Steigerung der Energieeffizienz mittels neuer Konstruktionstechniken, Werkstoffe, Ressourceneffizienz und –substitution
3. Minderung prozessbedingter Emissionen durch Steigerung der Recyclingraten oder durch Änderung der Produktionsverfahren (erneuerbar erzeugter Strom und Wasserstoff)

Die verstärkte Nutzung von erneuerbaren Energien (Punkt 1) sowie die Umstellung auf eine Wasserstoffwirtschaft wird den Strombedarf in den Industrien erhöhen. Eine, über das erkennbare Maß hinausgehende Strukturverschiebung kann in der Energieversorgung derzeit aber nicht abgeschätzt werden.

Eine erhöhte Materialeffizienz (Punkt 2) kann durch die Senkung der Vorleistungslieferungen aus rohstoffrelevanten Wirtschaftsbereichen (WZ–05 bis 09 – Abschnitt Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden – sowie Raffinerieprodukten (WZ–19 – Kokerei und Mineralölverarbeitung)) erreicht werden. Einige Maßnahmen des Klimaschutzprogrammes (z.B. Öko–Design–Richtlinie, KSPr 3.4.4.6) sehen dies explizit vor. Fördersummen werden allerdings nicht genannt, weshalb keine Annahmen für das Szenario getroffen werden. Dies gilt auch für weitere Maßnahmen (KSPr 3.4.4.1, 3.4.4.2, 3.4.4.3, 3.4.4.4, 3.4.4.5, 3.4.4.7, 3.4.4.8, 3.4.4.9, KS I.1–6). Die Annahme zur Batteriezellenfertigung (KSPr. 3.4.4.10) ist bereits im Sektor Verkehr enthalten.

Die Umstellung auf strombasierte, grüne Produktionsverfahren (Punkt 3) erfordert insbesondere auf Seiten der energieintensiven Industrie Chemie, Stahl und Zement hohe Investitionen, die über die Fördersummen im Rahmen der nationalen Wasserstoffstrategie hinausgehen (VCI, 2019; VDZ, 2020; WVS, 2021). Diese sind allerdings nicht Bestandteil des Klimaschutzprogramms und des Klimaschutz Sofortprogramms und daher nicht Teil des vorliegenden Szenarios.

A6 Sektor 5: Energiewirtschaft

Die auf den Sektor Energiewirtschaft abzielenden Maßnahmen finden sich in den Tabellen 16 und 17.

Tabelle 16: Maßnahmen des Klimaschutzprogramms (KSPr) 2030 im Sektor Energiewirtschaft

Energiewirtschaft	
3.4.1.1	Schrittweise Reduzierung und Beendigung der Kohleverstromung auf Basis der Empfehlungen der Kommission WSB
3.4.1.2	Ausbau der EE auf 65 Prozent Anteil am Bruttostromverbrauch bis 2030
3.4.1.3	Weiterentwicklung und umfassende Modernisierung der KWK
3.4.1.4	Wärmenetze zunehmend auf erneuerbare Energien und unvermeidbare Abwärme umstellen
3.4.1.5	Reallabore der Energiewende
3.4.1.6	Energieeffizienzstrategie 2050 (EffSTRA)
3.4.1.7	Begleitmaßnahmen Energiewende
3.4.1.8	EU-Kooperation
3.4.1.9	Investitionsprogramm – Energieeffizienz und Prozesswärme aus erneuerbaren Energien in der Wirtschaft

Quelle: BMU (2019). Lesehilfe: Die grün gekennzeichneten Maßnahmen konnten quantifiziert werden und wurden ins Modell übernommen. Die anderen Maßnahmen waren entweder bereits vor Verabschiedung des Klimaschutzpaketes in Kraft oder konnten aufgrund unzureichender Informationen nicht ins Modell integriert werden.

Tabelle 17: Maßnahmen des Klimaschutz Sofortprogramm (KS) 2022 im Sektor Energiewirtschaft

II. Maßnahmen im Energiesektor	
II. 1.	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)
II. 2.	Förderung der Produktion grünen Wasserstoffs (Offshore Elektrolyseure)
II. 3.	Wasserstoff Global (H2Global)
II. 4.	Ausbau der erneuerbaren Energien

Quelle: BFM (2021). Lesehilfe: Die grün gekennzeichneten Maßnahmen konnten quantifiziert werden und wurden ins Modell übernommen. Die anderen Maßnahmen waren entweder bereits vor Verabschiedung des Klimaschutzpaketes in Kraft oder konnten aufgrund unzureichender Informationen nicht ins Modell integriert werden.

Der Sektor Energiewirtschaft verursachte im Jahr 2020 rund 221 Mio. t CO₂-Äquivalente und lag damit rund 59 Tonnen unter dem nach Klimaschutzgesetz beabsichtigten Ziel von 280 Mio. Tonnen (UBA, 2021). Ursächlich für den Rückgang war die geringere Verstromung von Braun- und Steinkohle. Das Ziel für die CO₂-Emissionen im Energiesektor liegt laut der Novellierung des Klimaschutzgesetzes bei 108 Mio. t für 2030.

Der Rückzug aus der Kohleverstromung (KSPr 3.4.1.1 in Tabelle 16) ist der wesentliche Ansatzhebel, um die CO₂-Emissionen zu reduzieren. Das Kohleausstiegsgesetz wurde im August 2020 erlassen und legt die schrittweise Verringerung der Kohleverstromung, bis zum spätmöglichsten Zeitpunkt 2038 fest. Die Möglichkeit, den Kohleausstieg früher zu vollenden, wird jeweils in den Jahren 2026, 2029 und 2032 geprüft. Für die betroffenen Regionen sieht das Strukturstärkungsgesetz Kohleregionen bis 2038 eine Investition von insgesamt 40 Mrd. Euro vor, darunter 14 Mrd. Euro Finanzhilfen für die Braunkohleregionen. Des Weiteren erhalten strukturschwache Steinkohlekraftwerksstandorte bis zu einer Milliarde Euro (§11). Zusätzlich verpflichtet sich die Bundesregierung, mindestens 5.000 neue Arbeitsplätze in den nächsten Jahren in den Kohlerevieren zu schaffen, indem dort Bundesbehörden angesiedelt werden (§18). Weitere Investitionen in Höhe von 4,35 Mrd. Euro hat die Bundesrepublik Deutschland Braunkohlekraftwerksbetreiber:innen vertraglich zugesichert. In der QuBe-Basisprojektion wird bereits ein langfristig zurückgehender Trend in der Kohleverstromung unterstellt, so dass keine zusätzlichen Maßnahmen zur Abbildung des Kohleausstiegs modelliert werden müssen.

Das Sofortprogramm 2022 stellt zwar eine baldige Ausweitung der EE-Ausbauziele in Aussicht, nennt aber in der öffentlichen Fassung keine neuen quantitativen Ziele. Der Ausbau erneuerbare Energien auf 65 Prozent (KSPr 3.4.1.2) Anteil am Bruttostromverbrauch bis 2030 lässt sich zunächst isoliert betrachtet anhand der Zielvorgaben festmachen, die zum Ausbau im Klimaschutzprogramm aufgeführt sind. Diese Angaben beziehen sich auf die Zielvorgaben im Erneuerbaren-Energien-Gesetz 2021 (EEG §4). Mit Blick auf die Basisprojektion der 6. Welle (Maier u. a., 2020) und die darauf aufbauende Prognose (Schneemann u. a., 2021) wird entsprechend das EEG 2021 mit dem EEG 2016/17 verglichen, um die spezifische Wirkung neuerer Vorgaben zu untersuchen. Die Unterschiede können nur sehr grob abgeschätzt werden, da die Zielformulierung je nach Technologie teilweise in Zubauraten und teilweise in Zielkapazitäten im Jahr 2030 formuliert wurden. Ausgangspunkt für beide Hochrechnungen sind die Kapazitäten im Jahr 2019. Für die Stromerzeugung aus Wasserkraft, Biomasse und Geothermie liegen nicht ausreichend konkrete Angaben vor zum ohnehin geringen Beitrag zur Stromerzeugung 2030 vor. Daher werden hier keine Unterschiede berücksichtigt.

Tabelle 18: Angestrebte installierte Leistung und Bruttostromerzeugung nach Energieträgern in EEG 2017 und EEG 2021

	EEG 2021	EEG 2017	EEG 2021	EEG 2017
	Installierte Leistung GW, 2030		Bruttostromerzeugung TWh, 2030	
Wind an Land	71	80	145	163
Wind zur See	20	15	84	63
Solarenergie	98	76	90	70
Zusammen	189	171	319	296

Quelle: Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien 2017 (Fassung vom 13.10.2016) und 2021 (Fassung vom 16.07.2021)

Insgesamt ergeben sich aus der Novellierung des EEG als Ziel um 18 GW höhere installierte Leistungen im Jahr 2030 und etwa 23 TWh mehr Strom aus Erneuerbaren Energien als in der Basisprojektion. Die geringeren Zielvorgaben bei Wind an Land werden deutlich überkompensiert durch mehr Ausbau für Windenergie auf See sowie Photovoltaik. Der Zubau wird entsprechen der teilweise spezifischen Angaben im EEG auf die Jahr 2022 bis 2030 verteilt. Falls hier keine Angaben für Zeiträume (z. B. „65 Gigawatt im Jahr 2026 [...] 68 Gigawatt im Jahr 2028“) gemacht wurden, mussten lineare Zubauraten unterstellt werden. Bei der Windenergie wird die Gegenüberstellung durch die Angabe des „Brutto-Zubaus“ im EEG 2016/17 erschwert. Es wird angenommen, dass in diesem Fall ein Bruttozubau von 1 GW zu einer Kapazitätssteigerung von 0,8 GW führt, da hierfür der Rückbau beim Repowering eingerechnet wird. Für den Zeitraum nach 2030 wird kein über die politischen Programme vor 2019–21 hinausgehender Ausbau angenommen. Die Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) (KSPr 3.4.1.3) erlaubt die Nutzung von der bei der Produktion von Energie anfallenden Wärme beispielsweise zur Beheizung oder Warmwasseraufbereitung und vice versa. KWK ermöglicht hierdurch eine effizientere Produktion von elektrischer und thermischer Energie und mindert somit klimaschädliche Emissionen. Aus diesem Grund fördert die Bundesregierung die Nutzung von KWK im Rahmen des KWK-Gesetzes. Dabei ist für das Jahr 2025 ein absolutes Mengenziel für die KWK-Nettostromerzeugung von 120 Terrawattstunden ausgegeben. Finanziert wird die Förderung durch die sogenannte KWK-Umlage, einen Aufschlag auf die Netzendgelte für alle nichtprivilegierten Letztverbräuche. Da das Klimaschutzprogramm 2030 sowie das Klimaschutz Sofortprogramm 2022 nicht explizit Ziele für den KWK-Ausbau ausweist, sondern die bisherige Förderung fortführt, werden keine zusätzlichen Maßnahmen zur Abbildung der KWK-Förderung modelliert. Die nach dem aktuellen KWK-Gesetz geregelten Fördermengen sind bereits in der QuBe-Basisprojektion enthalten.

Bezüglich der finanziellen Förderung von Wärmenetzen, besteht für Haushalte und Unternehmen die Möglichkeit, durch das Bundesförderprogramm „Wärmenetze 4.0“

Gelder zu erhalten. Hierfür ist im Klimaschutz Sofortprogramm 2022 eine Investition von 30 Mio. Euro vorgesehen. Des Weiteren ist dem Klimagutachten des BMWi im Zuge des Klimaschutzprogramms 2030 eine Fortführung und Ausweitung dieses Förderprogramms zu entnehmen. Bis 2025 soll die aktuelle Fördersystematik demzufolge weitestgehend erhalten bleiben. Daraufhin erfolgt eine schrittweise Reduzierung des Fördersatzes, aufgrund der zunehmenden Wirtschaftlichkeit der Wärmenetze. Begründet wird dies durch erwartete Lerneffekte, sowie die Wirkung weiterer Maßnahmen, wie etwa der Entwicklung des CO₂-Preises. Insgesamt wird bis zum Jahr 2030, für die Förderung von Wärmenetzsystemen, eine Investition in Höhe von 1,6 Mrd. Euro geplant, jedoch wird dieser Förderungspfad bereits in der QuBe-Basisprojektion beschränkt, weshalb keine zusätzlichen Annahmen hierzu getroffen werden müssen.

Innerhalb des Energiesektors gibt es Wechselwirkungen zwischen den Maßnahmen. Wesentliche Rahmenbedingung für den Ausbau erneuerbarer Energien ist die EEG-Einspeisevergütung und damit auch die EEG-Umlage – oder im Falle der Kraft-Wärme-Kopplung, die KWK-Umlage. Eine höhere Stromerzeugung aus EE im Klimaschutz-Szenario geht mit höheren Vergütungszahlungen einher. Es wird angenommen, dass diese Mehrkosten im Stromsektor im Sinne der Kompensationen bei den übergeordneten Maßnahmen nicht mit einer Erhöhung des Endverbraucher-Strompreises einhergehen. Hier erfolgt ein Abgleich mit dem Aufkommen aus der CO₂-Bepreisung. Zweite Wechselwirkung ist jene mit dem Rückbau der Verstromung von fossilen Energieträgern bzw. sonstigen Stromerzeugungskapazitäten. Bei unverändertem Stromverbrauch gegenüber der Basisannahme könnten die neuen EE-Kapazitäten beispielsweise Kohlestrom früher bzw. stärker verdrängen mit entsprechend höheren Importeinsparungen und weiteren Wirkungen. Es wird angenommen, dass die rund 23 TWh zusätzlicher EE-Strom bis 2030 für die Produktion von Wasserstoff verwendet wird. Diese Größenordnung passt zu dem dort angestrebten Mengengerüst.

Die Maßnahmen KSP 3.4.1.5 bis KSP 3.4.1.9 werden nicht modelliert. Dies ist darauf zurückzuführen, dass entweder zu wenige Informationen über entsprechende Zusatzinvestitionen im Vergleich zum Referenz-Szenario bestehen oder solche Maßnahmen auch nicht angedacht sind (z.B. KSP 3.4.1.8).

Für den Energiesektor werden im Klimaschutz Sofortprogramm vier weitere Maßnahmen angedacht (Tabelle 17). Die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (KS II. 1.) soll aufgestockt werden, der Rahmen der Aufstockung ist aber nicht spezifiziert. Auch der weitere Ausbau der erneuerbaren Energien (KS II. 4.) soll erst in der nächsten Legislaturperiode spezifiziert werden. Die Förderung der Produktion grünen Wasserstoffs (Offshore Elektrolyseure) (KS II. 2.) und Wasserstoff Global (H2Global) (KS II. 3.) werden im nächsten Abschnitt besprochen.

A7 Wasserstoff

Im Juni 2020 hat die Bundesregierung ihre Wasserstoffstrategie veröffentlicht. Als nachhaltig erzeugter Energieträger soll Wasserstoff zukünftig Treibhausgasemissionen reduzieren helfen. Wasserstoff ist vielseitig einsetzbar. Die konkrete Ausgestaltung einer etwaigen Wasserstoffinfrastruktur ist noch nicht klar umrissen. Relevant sind nicht nur Fragen der Verwendung wie Verteilung, sondern auch der Erzeugung von Wasserstoff als Energieträger. Sog. ‚grauer‘ und ‚blauer Wasserstoff‘ werden per Reformierung aus fossilem Erdgas generiert. Die bei dieser Herstellung aus Erdgas anfallenden CO₂-Emissionen werden für blauen Wasserstoff qua CO₂-Speicherung (CCS) neutralisiert. ‚Pinker‘, ‚gelber‘ und die hier fokussierte Variante ‚grünen‘ Wasserstoff(s) werden hingegen elektrolytisch erzeugt (siehe KS II. 2. in Tabelle 17). Für elektrolytisch hergestellten grünen Wasserstoff dürfen ausschließlich erneuerbare Energien zum Einsatz kommen; für gelben Wasserstoff ist ein Strommix verschiedener Energiequellen erlaubt; pinker Wasserstoff wird mit Atomstrom erzeugt. Langfristig könnte nachhaltiger Wasserstoff eventuell auch in Bioreaktoren synthetisiert werden (Kolbe, Lechtenböhmer und Fishedick, 2019). Insofern entsprechende Technologien absehbar nicht zur Verfügung stehen, ist mittelfristig jedoch von einer elektrolytischen Erzeugung grünen Wasserstoffs mittels Strom aus erneuerbaren Energien auszugehen.

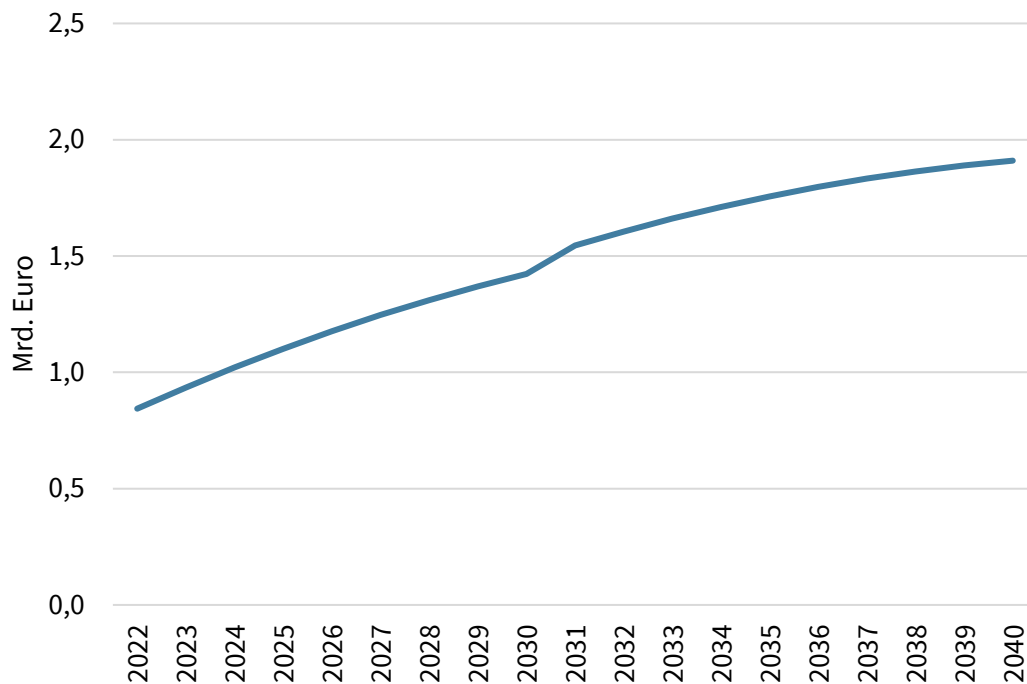
Bis 2030 sollen gemäß Wasserstoffstrategie der Bundesregierung 5 GW Elektrolysekapazität für die Herstellung von grünem Wasserstoff im Inland aufgebaut werden, womit eine inländische Produktion von 14 TWh anvisiert wird. Bis 2035, spätestens aber bis 2040, sollen weitere 5 GW ergänzt werden (BFM, 2020). Für den Betrieb von Elektrolyseuren mit einer Gesamtkapazität von 5 GW wird in der Wasserstoffstrategie ein Bedarf an erneuerbarem Strom von bis zu 20 TWh gesehen. Gegenwärtig (Stand 2020) liegt die Bruttostromerzeugung in Deutschland bei 571,9 TWh und stammt zu knapp 43 Prozent aus erneuerbaren Energiequellen (BMWi, 2021c). Gemessen an der aktuellen Bruttostromerzeugung läge der Anteil des für die Wasserstoffelektrolyse bis 2030 benötigten Stroms also bei 3,5 Prozent. Bis 2030 wird gemäß BMWi von einem jährlichen Wasserstoffbedarf zwischen 90 bis 110 TWh ausgegangen, für die Zeit danach bis 2050 von 110 bis 380 TWh (Merten u. a., 2020). Insofern müsste der wesentlich höher bezifferte Wasserstoffversorgungsbedarf hauptsächlich durch Importe gedeckt werden. Dies wird im Klimaschutz Sofortprogramm unter Punkt II. 3. (Tabelle 17) über das Ankaufprogramm für H₂ Derivate berücksichtigt. Die Höhe der Importbedarfe wird allerdings nicht genannt. Auch die Aufstockung des Förderprogramms bleibt un spezifiziert.

Wasserstoffprojekte werden von der Bundesregierung gefördert. 9 Mrd. Euro stehen dafür im Rahmen der Wasserstoffstrategie zur Verfügung (BUND, 2021a). Davon

sind 7 Mrd. Euro für inländische Technologie und 2 Mrd. Euro für internationale Partnerschaften vorgesehen. Dies entspricht 7 Prozent des 130 Mrd. Euro schweren Covid-19 Konjunktur- und Krisenbewältigungspaketes.

Im Klimaschutz-Szenario wird die Wasserstoffstrategie der Bundesregierung umgesetzt. Nicht quantifizierbare Annahmen sind zum einen, dass Wasserstoff zu 100 Prozent grün sein wird – es wird folglich auf die Übergangstechnologie blauer Wasserstoff und damit auf CCS-Technologie verzichtet. Zum anderen wird Wasserstoff bis 2040 zwar deutlich an Bedeutung gewinnen, aber keine dominierende Rolle für die Stromproduktion spielen. Es werden keine Import- und Exportannahmen getroffen, da im Klimaschutzprogramm und Sofortprogramm dazu keine genauen Angaben gemacht werden. Die Umstellung auf eine wasserstoffbasierte Wirtschaft kann die heimische Produktion für bestimmte Industrien (v.a. Chemie und Stahl) unrentabel machen. Eine Abwanderung von Industrien ist zumindest von Seiten der Expertenbefragung nicht undenkbar. Dies würde unter Ceteris-Paribus-Bedingungen einen erhöhten Importbedarf für die entsprechenden Industrien bewirken – denn was vorher inländisch produziert wurde, muss durch die Abwanderung nunmehr importiert werden. Da der wasserstoffbasierte Strombedarf allerdings relativ gering bleibt, ist es fraglich, ob dies für eine Abwanderung ausreicht. Innerhalb dieses Wasserstoffszenarios wird daher von keiner Abwanderung ausgegangen. Gleichzeitig wird durch die Umstellung der Bedarf an fossilen Energieträgern sinken. Aus demselben Grund, dessentwegen keine Abwanderung der Industrie gerechnet wird, wird auch mit keiner signifikanten Änderung des Importbedarfs fossiler Energieträger gerechnet. Die notwendigen Kosten für 10 GW installierte Leistung bis 2040 lassen sich in Investitions- und Produktionskosten aufteilen – Investitionskosten für den Aufbau der Anlagen und Produktionskosten für deren Betrieb zur Herstellung von Wasserstoff. Für die Berechnung der Investitionskosten werden die mittleren spezifischen Investitionskosten pro Kilowatt elektrischer Leistung einer PEMEL-Anlage unterstellt (Merten u. a., 2020). Diese liegen heute im Mittel bei circa 1300 Euro/kw und werden bis 2030 auf 900 Euro/kw absinken. Bis 2040 wird eine weitere Reduktion auf 700 Euro/kw angenommen. Bis 2040 werden sich die Investitionskosten für Electrolyseure auf 7 Mrd. Euro belaufen (Abbildung 17).

Abbildung 17: Jährliche zusätzliche Investitionen für Electrolyseure



Quelle: Merten u. a. (2020); eigene Berechnungen

Für den Betrieb der Anlagen – die Produktionskosten von Wasserstoff – werden Kosten in Höhe von heute 9,6 ct/kWh veranschlagt. Die Kosten werden sich bis 2040 auf 6,3 ct/kWh reduzieren. Das Langfristziel von 10GW im Jahr 2040 wird dann insgesamt 21 Mrd. Euro an Betriebskosten bedürfen. Insgesamt ergibt sich bis 2040 aus Investitions- und Produktionskosten ein Investitionsbedarf in Höhe von 28 Mrd. Euro. Diese werden vom Staat (bis zu 7 Mrd. Euro) und der Rest von der Industrie (v.a. Chemie, Stahl, Zement, Energie) getätigt. Der Staat wird v.a. in den Anfangsjahren investieren.

Diese Publikation wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales kostenlos herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlbewerbern oder Wahlhelfern während des Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Europa-, Bundestags-, Landtags- und Kommunalwahlen. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Publikation dem Empfänger zugegangen ist, darf sie auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Bundesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Außerdem ist diese kostenlose Publikation – gleichgültig wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Publikation dem Empfänger zugegangen ist – nicht zum Weiterverkauf bestimmt.

Alle Rechte einschließlich der fotomechanischen Wiedergabe und des auszugsweisen Nachdrucks vorbehalten.