
AUFBRUCH ZU EINER NEUEN KLIMAPOLITIK

Sondergutachten

Juli 2019

Mitglieder des Sachverständigenrates:

Prof. Dr. Dr. h.c. Lars P. Feld

Prof. Dr. Christoph M. Schmidt, Vorsitzender

Prof. Dr. Isabel Schnabel

Prof. Dr. Achim Truger

Prof. Volker Wieland, Ph.D.

Sachverständigenrat zur Begutachtung
der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung

c/o Statistisches Bundesamt
65180 Wiesbaden

Tel.: 0049 611 / 75 2390

Fax: 0049 611 / 75 2538

E-Mail: info@svr-wirtschaft.de

Internet: www.sachverstaendigenrat-wirtschaft.de

Abgeschlossen am 5. Juli 2019, 17:00 Uhr

VORWORT

1. Mit Schreiben vom 20. Juni 2019 hat die Bundesregierung durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie den Sachverständigenrat gebeten, ein Sondergutachten gemäß § 6 Absatz 2 Satz 2 SVR-Gesetz zu erstellen, das eine Bepreisung von CO₂ als ein mögliches Instrument zur Erreichung der Klimaschutzziele diskutiert.

Das Sondergutachten trägt den Titel:

AUFBRUCH ZU EINER NEUEN KLIMAPOLITIK

2. Deutschland befindet sich inmitten einer intensiven Debatte über eine Kurskorrektur in der Klimapolitik. Ausgelöst wurde diese unter anderem durch die in vielen Ländern vorgebrachten Proteste von Teilen der Bevölkerung gegen unzureichende Fortschritte beim Klimaschutz und die zunehmende Sorge darüber, dass die europäischen Zielvorgaben zur Reduktion von Treibhausgasemissionen verfehlt werden dürften. Gleichzeitig kam es in Frankreich zu Protesten unter anderem gegen die Erhöhung von Umweltsteuern. Vor diesem Hintergrund analysiert der Sachverständigenrat im hier vorgelegten Sondergutachten Reformoptionen in der Klimapolitik. Im Mittelpunkt stehen zwar nationale Maßnahmen des Klimaschutzes, sie werden jedoch ausdrücklich mit Blick auf ihre Einbettung in die europäische und globale Klimapolitik diskutiert.
3. Zur Vorbereitung des Sondergutachtens tauschte sich der Sachverständigenrat intensiv mit dem französischen Conseil d'analyse économique zu klimapolitischen Fragestellungen aus.
4. Prof. Dr. Ottmar Edenhofer, Prof. Dr. Christian Flachsland, Prof. Dr. Matthias Kalkuhl, Dr. Brigitte Knopf (alle Mercator Research Institute on Global Commons and Climate Change, Berlin) und Dr. Michael Pahle (Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, Potsdam) erstellten für den Sachverständigenrat eine Expertise zum Thema „Optionen für eine CO₂-Preisreform“ und nahmen auf unterschiedliche Weise an einem regen fachlichen Austausch mit dem Sachverständigenrat zu den Themen des Sondergutachtens teil.
5. Prof. em. Dr. Ulrich Büdenbender, TU Dresden, erstellte für den Sachverständigenrat eine Expertise zu den „Rechtlichen Rahmenbedingungen für eine CO₂-Bepreisung in der Bundesrepublik Deutschland“ und diskutierte deren Inhalte mehrmals mit Vertretern des Sachverständigenrates.
6. Mit Prof. Dr. Axel Ockenfels, Universität zu Köln, diskutierte der Sachverständigenrat die Möglichkeiten der internationalen Koordination im Klimaschutz.

7. Mit Prof. Dr. Joachim Weimann, Universität Magdeburg, diskutierte der Sachverständigenrat Fragen des Emissionszertifikatehandels und der deutschen Energiepolitik.
8. Vertreter des Sachverständigenrates erörterten mit Prof. Dr. Manuel Frondel vom RWI – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung, Essen, Aspekte der Umsetzung und Verteilungswirkungen einer CO₂-Bepreisung.
9. Für dieses Sondergutachten hat der Sachverständigenrat im Vorfeld jeweils mit den Präsidenten und Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Bundesverbands der Deutschen Industrie und des Deutschen Industrie- und Handelskammertags im Rahmen von Gesprächen klima- und energiepolitische Fragestellungen erörtert.
10. Der wissenschaftliche Stab des Sachverständigenrates traf sich mit Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Bundeskanzleramts, des Bundesministeriums der Finanzen, des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie sowie der Europäischen Kommission, um über Reformoptionen, deren Umsetzbarkeit und Auswirkungen zu diskutieren.
11. Mit Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Europäischen Zentralbank tauschte sich der wissenschaftliche Stab zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die Finanzstabilität aus.
12. Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Bertelsmann Stiftung, des Vereins CO₂-Abgabe e.V., des Instituts der deutschen Wirtschaft und des Verbands der Automobilindustrie diskutierten mit dem wissenschaftlichen Stab des Sachverständigenrates über Aspekte der Bepreisung von Treibhausgasemissionen.
13. Das Statistische Landesamt Baden-Württemberg stellte dem Sachverständigenrat im Auftrag des Arbeitskreises „Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder“ umfassende Datensätze zur Verfügung. Datenmaterial stellten ebenfalls die Forschungsdatenzentren der Statistischen Landesämter von Sachsen-Anhalt und Bremen sowie das Bayerische Landesamt für Statistik bereit.
14. Der Sachverständigenrat dankt dem Statistischen Bundesamt für die ausgezeichnete Zusammenarbeit und wertvolle Unterstützung sowie für zur Verfügung gestelltes Datenmaterial, insbesondere dem Forschungsdatenzentrum für Daten aus der Einkommens- und Verbrauchsstichprobe. Die Kapitelbetreuerinnen und -betreuer aus dem Statistischen Bundesamt leisteten einen äußerst wertvollen Beitrag zur Qualitätssicherung dieses Sondergutachtens.
15. Martin Fischer, Tim Hermann, Carina Kafl, Niclas Knecht, Julius Kraft, Leonard Mülstroh, Sophia Oermann, Simon Riedl und Fabiene Weber haben den Sachverständigenrat und seinen wissenschaftlichen Stab im Rahmen ihrer Praktikatätigkäfigt unterstützt.
16. Ein besonderer Dank gebührt den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Geschäftsstelle des Sachverständigenrates, die an der Erstellung dieses Sondergut-

achtens mit außerordentlichem Engagement mitgewirkt haben. Unser Dank gilt daher der Geschäftsführerin, Dipl.-Volkswirtin Birgit Hein, sowie Jasmin Conrad, Dipl.-Betriebswirtin (FH) Adina Ehm, Waldemar Hamm, M.Sc., Laura Mester, Volker Schmitt, Esther Thiel und Lara Wiengarten, M.Sc..

17. Das vorliegende Sondergutachten beruht ganz wesentlich auf der Unterstützung durch den wissenschaftlichen Stab, der die Arbeiten des Sachverständigenrates mit einer weit über das übliche Maß hinausgehenden Einsatzbereitschaft und hervorragender fachlicher Expertise begleitet hat. Ein herzlicher Dank geht daher an Sebastian Breuer, M.Sc. (stellvertretender Generalsekretär), Kai Brückerhoff, M.P.P., Dr. Désirée I. Christofzik (stellvertretende Generalsekretärin), Dr. André Diegmann, Dr. Jan Fries, Niklas Garnadt, M.Sc., Dr. Jens Herold, Dr. Florian Kirsch, Malte Preuß, M.Sc., Felix Rutkowski, M.Sc., Dr. Alexander Schäfer, Dr. Milena Schwarz, Sebastian Weiske, Ph.D., Nadine Winkelhaus und Dipl.-Volkswirt Mustafa Yeter. Ein ganz besonderer Dank gebührt dem Generalsekretär, Dr. Wolf Heinrich Reuter, der die Arbeiten an diesem Sondergutachten mit herausragender Übersicht und Führungskompetenz koordiniert und weite Teile des Sondergutachtens inhaltlich geprägt hat.

Sollte das Gutachten Fehler oder Mängel enthalten, gehen diese allein zulasten der Unterzeichner.

Wiesbaden, 12. Juli 2019

Lars P. Feld

Christoph M. Schmidt

Isabel Schnabel

Achim Truger

Volker Wieland

INHALTSVERZEICHNIS

Kurzfassung	1
I. Aufbruch zu einer neuen Klimapolitik	9
II. Globale Koordination unverzichtbar	15
1. Klimaszenarien mit großer Unsicherheit verbunden	16
2. Adoptionsmaßnahmen bislang wenig beachtet	22
3. Starke Verhandlungsposition anstreben	25
III. Kleinteiliges Vorgehen verschwendet Ressourcen	29
1. Zusätzliche nationale Ziele sind überflüssig	29
→ Globale Zielvereinbarungen	29
→ Zielvorgaben der Europäischen Union	30
→ Zusätzliche nationale Zielvorgaben	32
2. EU-ETS-Sektoren: Zielgenaue Emissionssenkung	34
→ Funktionierender europäischer Emissionshandel	34
→ Kohleausstieg und EEG teuer und ineffizient	39
3. Nicht-EU-ETS-Sektoren: Flickenteppich an Maßnahmen	46
→ Unterschiedliche Sektoren mit eigenen Herausforderungen	46
→ Regulierungsanstrengungen auf europäischer Ebene	50
→ Fördermaßnahmen und Steuern mit indirektem CO ₂ -Bezug	52
IV. Wege zu einer systematischen Bepreisung von CO₂	58
1. Bepreisung von CO ₂ ist Auflagenpolitik überlegen	59
2. Drei Optionen für eine Bepreisung	61
→ Option 1: Einbeziehung aller Sektoren in das EU-ETS	62
→ Option 2: Separates Handelssystem als mögliche Übergangslösung	65
→ Option 3: CO ₂ - Besteuerung als mögliche Übergangslösung	67
3. Herausforderungen bei der Umsetzung	68
→ Gemeinsames Vorgehen mit anderen Mitgliedstaaten	68
→ Unsicherheit über Vermeidungskosten in einzelnen Sektoren	69
→ Mindest- und Höchstpreise als sinnvolle Ergänzung?	72
→ Herausforderungen in Luftverkehr, Schifffahrt und Landwirtschaft	74
V. CO₂-Emissionen in Deutschland: Eine Bestandsaufnahme	77
1. Exportierte und importierte CO ₂ -Emissionen	77
2. Mehr als drei Viertel der Emissionen durch Unternehmen	78
3. Mit dem Einkommen steigender CO ₂ -Verbrauch	83
VI. Wettbewerbsfähigkeit erhalten, Innovationen fördern	87
1. Abschätzung der Belastungen für Unternehmen	87
→ Belastung der Unternehmen nur bei unvollständiger Kostenüberwälzung	88

→ Große Unterschiede im Ausmaß der Belastung	90
2. Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen erhalten	93
→ Carbon Leakage gefährdet Wettbewerbsfähigkeit und Klimawirkung	94
→ Komplexes System kostenloser Zuteilung von Zertifikaten im EU-ETS	94
→ CO ₂ -Verlagerungen wenig bedeutend in Nicht-EU-ETS-Sektoren	98
→ Verschiedene Rückgabeoptionen bei Steuern und Abgaben möglich	99
→ Grenzausgleich mit praktischen Hürden verbunden	100
3. Makroökonomische Auswirkungen und Innovationen	102
→ Auswirkungen eines CO ₂ -Preises auf Wachstum und Beschäftigung	102
→ CO ₂ -Vermeidung durch neue Technologien und Innovationen	105
→ Staatliche Innovationspolitik technologieneutral ausgestalten	107
VII. Rückverteilungsoptionen für Haushalte und begleitende Maßnahmen	109
1. Optionen zur Rückverteilung an private Haushalte	109
→ Analyse zur Abschätzung der Auswirkungen	111
→ Pauschale Rückvergütung als Klimadividende	115
→ Reduktion von Verbrauchsteuern als praktikable Lösung	118
→ Ausweitung von Transfers als ergänzende Maßnahmen	119
→ Entlastung des Faktors Arbeit	120
2. Begleitende Maßnahmen zielgerichtet einsetzen	121
→ Die Anschaffung emissionsärmerer Ausstattung fördern	121
→ Keine Überfrachtung mit industrie- und regionalpolitischen Zielen	125
VIII. Fazit: CO₂-Preis als zentrales Instrument der Klimapolitik etablieren	127
Anhang	130
Literatur	132

VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN IM TEXT

1	Globale Durchschnittstemperatur und CO ₂ -Emissionen	11
2	Potenzielle Treibhausgas-Emissionsszenarien unter verschiedenen Annahmen zur Klimapolitik	17
3	Globale Folgen des Klimawandels	21
4	Lastenteilung: Emissionsziele der Mitgliedstaaten	31
5	Treibhausgasemissionen in Deutschland und der EU nach Quellsektoren	33
6	Treibhausgasemissionen in der EU nach Sektoren	35
7	EU-Emissionshandelssystem (EU-ETS)	37
8	Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2018	43
9	Strompreise und deren Bestandteile für Privathaushalte und Industriekunden	44
10	EEG-Umlage für Unternehmen und private Haushalte	45
11	Energieverbrauch im Verkehrssektor	47
12	Energieverbrauch und Baualter des Gebäudebestands	49
13	Subventionierung und Besteuerung	54
14	Grundpreise und Abgabenbelastung verschiedener Energieträger im europäischen Vergleich	56
15	CO ₂ -Preise für den Emissionshandel und CO ₂ -Steuern	63
16	Direkte und indirekte CO ₂ -Emissionen in Deutschland 2015	78
17	CO ₂ -Emissionen und CO ₂ -Gehalt nach Produktionsbereichen und Gütergruppen im Jahr 2015	79
18	CO ₂ -Intensität nach Bundesländern für alle Wirtschaftsbereiche außer Energie im Jahr 2014	81
19	CO ₂ -Intensität und Industriecharakteristika	82
20	Durchschnittliche CO ₂ -Emissionen privater Haushalte im Jahr 2013	85
21	Belastung von ausgewählten Wirtschaftsbereichen durch einen CO ₂ -Preis von 35 Euro je Tonne CO ₂	91
22	Importe nach Deutschland und CO ₂ -Emissionen	93
23	Carbon-Leakage-Liste der Europäischen Kommission	95
24	Energieintensität und umweltbezogene Steuern nach Wirtschaftsbereichen im Jahr 2016	98
25	Investitionen im Energiebereich	107
26	Rückverteilungsoptionen in anderen Bepreisungssystemen und Abgaben in Deutschland	111
27	Auswirkungen eines einheitlichen CO ₂ -Preises auf Einkommen und CO ₂ -Verbrauch privater Haushalte	114
28	Verteilungseffekte verschiedener Rückvergütungsmechanismen	116
29	Anhang: Auswirkungen eines CO ₂ -Preises in Nicht-EU-ETS-Sektoren auf Einkommen und CO ₂ -Verbrauch privater Haushalte	130
30	Anhang: Verteilungseffekte verschiedener Rückvergütungsmechanismen bei einem einheitlichen CO ₂ -Preis von 130 Euro je Tonne CO ₂	131

VERZEICHNIS DER TABELLEN IM TEXT

1	Bewertung verschiedener Optionen zur Bepreisung von CO ₂ _____	62
2	Die 10 Wirtschaftsbereiche mit der höchsten CO ₂ -Intensität im Jahr 2015 _____	80
3	Regressionsanalyse der Erklärungsfaktoren des CO ₂ -Verbrauchs privater Haushalte _____	84
4	Makroökonomische Auswirkungen eines CO ₂ -Preises _____	102
5	Bewertung verschiedener Optionen zur Rückerstattung von Einnahmen einer CO ₂ -Bepreisung _____	110
6	Preiselastizitäten für verschiedene Konsumkategorien nach Ausgabenquartilen in % _____	112

VERZEICHNIS DER KÄSTEN IM TEXT

1	Technologien zur Abscheidung von Kohlenstoffdioxid oder Rückholung aus der Atmosphäre _____	19
2	Kohleausstieg in Deutschland _____	39
3	Bestimmung von CO ₂ -Emissionen für private Haushalte mit Hilfe der EVS und der UGR _____	83
4	Kostenüberwälzung von Energieabgaben durch Unternehmen _____	88
5	Methode zur Bestimmung der Belastungswirkung eines CO ₂ -Preises auf private Haushalte _____	111
6	Chancen und Risiken des Klimawandels für die Finanzmärkte _____	124

Methodische Anmerkungen

Generell wurde in den Tabellen und Abbildungen aufgerundet beziehungsweise abgerundet. Dadurch können sich bei der Summierung von Einzelangaben geringfügige Abweichungen zur angegebenen Endsumme ergeben.

Saisonbereinigte Daten wurden mittels des Census-X-13-Arima-Verfahrens berechnet.

Abkürzungen		
AAAS	-	American Association for the Advancement of Science
ADAC	-	Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e. V.
AEUV	-	Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union
BAFA	-	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BAFU	-	Schweizer Bundesamt für Umwelt
BDI	-	Bundesverband der Deutschen Industrie e.V.
BECCS	-	Bioenergie mit CO ₂ -Abscheidung und -Speicherung
BGB	-	Bürgerliches Gesetzbuch
BIP	-	Bruttoinlandsprodukt
BMF	-	Bundesministerium der Finanzen
BMVI	-	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
BMWi	-	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BMU	-	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
BMZ	-	Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
Cap	-	Mengenbeschränkung
CAT	-	Climate Action Tracker
CCS	-	Carbon Capture and Storage
CCU	-	Carbon Capture and Use
CDM	-	Clean Development Mechanism
CDR	-	Carbon dioxide removal
CDU	-	Christlich Demokratische Union Deutschlands
CEWEP	-	Confederation of European Waste-to-Energy Plants
CH ₄	-	Methan
CO ₂	-	Kohlenstoffdioxid
CORSIA	-	Das CO ₂ -Kompensations- und Reduktionsprogramm für die internationale Luftfahrt
CSCF	-	Cross-sectoral correction factor
CSU	-	Christlich-Soziale Union in Bayern e. V.
DAC	-	Direct Air Capture
DICE-Modell	-	Dynamic Integrated model of Climate and the Economy
DIHK	-	Deutscher Industrie- und Handelskammertag
EEG	-	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EEX	-	European Energy Exchange AG

Abkürzungen		
EFI	-	Expertenkommission Forschung und Innovation
EIB	-	Europäische Investitionsbank
EP	-	Entgeltpunkte
ESD	-	Effort Sharing Decision
ESG	-	Environmental, Social and Governance
ESRB	-	European Systemic Risk Board
ETS	-	Emissions Trading Scheme
EU	-	Europäische Union
EU-ETS	-	European Union Emissions Trading System
EuGH	-	Europäischer Gerichtshof
EVS	-	Einkommens- und Verbrauchsstichprobe
EZB	-	Europäische Zentralbank
FT	-	Financial Times
GAP	-	Gemeinsame Agrarpolitik
GCF	-	Green Climate Fund
GEF	-	Global Environment Facility
GHD	-	Gewerbe, Handel und Dienstleistungen
HFC	-	Fluorkohlenwasserstoff
IBP	-	Fraunhofer-Institut für Bauphysik
ICAO	-	Internationale Zivilluftfahrtorganisation
ICE	-	Intercontinental Exchange
ifo	-	ifo Institut – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung an der Universität München
IMO	-	Internationale Seeschifffahrtsorganisation
IPCC	-	Intergovernmental Panel on Climate Change
IW	-	Institut der deutschen Wirtschaft Köln
IWF	-	Internationaler Währungsfonds
JG	-	Jahresgutachten des Sachverständigenrates zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung
JI	-	Joint Implementation
KfW	-	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KSpG	-	Gesetz zur Demonstration der dauerhaften Speicherung von Kohlendioxid
kWh	-	Kilowattstunde
LKW	-	Lastkraftwagen
LuftVStAbsenkV	-	Verordnung zur Absenkung der Steuersätze im Jahr 2019 nach § 11 Absatz 2 des Luftverkehrsteuergesetzes
MIT	-	Massachusetts Institute of Technology
MSR	-	Marktstabilitätsreserve
NDC	-	Nationally Determined Contributions
ND-GAIN	-	Notre Dame Global Adaptation Index
NF ₃	-	Stickstofftrifluorid
N ₂ O	-	Distickstoffmonoxid (Lachgas)

Abkürzungen		
OECD	-	Organization for Economic Co-operation and Development
OTC	-	Over the counter
PFC	-	Perfluorierte Kohlenwasserstoffe
Pkm	-	Personenkilometer
PKW	-	Personenkraftwagen
RICE-Modell	-	Regional Integrated model of Climate and the Economy
RIVM	-	Niederländisches staatliches Institut für öffentliches Gesundheitswesen und Umwelt
RWI	-	RWI – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung
SCC	-	Social Cost of Carbon
SF ₆	-	Schwefelhexafluorid
SGB	-	Sozialgesetzbuch
SPD	-	Sozialdemokratische Partei Deutschlands
SRU	-	Sachverständigenrat für Umweltfragen
SVR	-	Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung
UGR	-	Umweltökonomische Gesamtrechnungen
UNEP	-	United Nations Environment Programme
UNFCCC	-	United Nations Framework Convention on Climate Change
USA	-	Vereinigte Staaten
WIAGEM	-	World Integrated Assessment General Equilibrium Model
WLTP	-	Worldwide Harmonized Light-Duty Vehicles Test Procedure
ZEW	-	ZEW – Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung

KURZFASSUNG

1. In Deutschland ist eine intensive Debatte über eine **Kurskorrektur in der Klimapolitik** und die Möglichkeiten und Grenzen entsprechender Reformoptionen entbrannt. Ausgelöst wurde diese Debatte nicht zuletzt von mittlerweile in vielen Ländern vorgebrachten **Protesten** von Teilen der Bevölkerung über unzureichende Fortschritte beim Klimaschutz. Sie wird zudem von der zunehmenden Einsicht getragen, dass es hierzulande sehr schwer wird, die aufgrund internationaler Vereinbarungen verbindlichen europäischen **Zielvorgaben** zur Reduktion von Treibhausgasemissionen zu erreichen. Gleichzeitig kam es in Frankreich zu Protesten unter anderem gegen die Erhöhung von Umweltsteuern. Vor diesem Hintergrund hat die Bundesregierung den Sachverständigenrat gebeten, in einem **Sondergutachten** Reformoptionen in der Klimapolitik zu diskutieren.

Ökonomische Prinzipien: Wirksamkeit und Effizienz

2. Eine Klimapolitik, die volkswirtschaftliche Erwägungen ausblendet, ist letztlich zum Scheitern verurteilt: Wirksamer Klimaschutz erfordert eine **drastische Rückführung der globalen Treibhausgasemissionen** und mithin eine **umfassende Transformation** der Systeme der Energieversorgung, weg von den bislang dominierenden fossilen Energieträgern. Das Klimaabkommen von Paris gibt dabei das klare Ziel vor, die globale Erwärmung auf deutlich unter 2 Grad zu begrenzen. Dies ist ein **gewaltiges Vorhaben**, das ohne zielgerichtete politische Weichenstellungen nicht umgesetzt werden kann und nur mit hohem Einsatz volkswirtschaftlicher Ressourcen zu stemmen sein wird. Der Kosteneffizienz kommt daher eine zentrale Bedeutung zu.
3. Die klimapolitische Kurskorrektur sollte dem **ökonomischen Prinzip der Arbeitsteilung** folgen, um die volkswirtschaftlichen Kosten der Transformation möglichst gering zu halten. Die Möglichkeiten zur Arbeitsteilung wachsen tendenziell mit der **Anzahl der dabei einbezogenen Akteure**. Dabei gilt: Volkswirtschaftlich effizient können Treibhausgasemissionen dann reduziert werden, wenn die nächste Einheit dort eingespart wird, wo dies am günstigsten ist, unabhängig davon, an welchem Ort, durch welche Technologie, in welchem Sektor wirtschaftlicher Aktivität und durch welchen Emittenten dies geschieht. Nach diesem Prinzip sind also die jeweils nach dem Stand der technischen Möglichkeiten am tiefsten hängenden Früchte zuerst zu ernten. Durch technologischen Fortschritt wird es dann über die Zeit möglich, weitere notwendige Einsparungen günstiger zu erzielen.
4. Eine **Vielzahl unterschiedlicher Akteure** wird dabei mit ihren – nicht zuletzt auf Basis ihrer privaten, also für den Außenstehenden nicht zu erkennenden Informationen getroffenen – Entscheidungen hinsichtlich ihres Energieverbrauchs und ihrer Investitionen den konkreten Verlauf der Transformation bestimmen. Somit kommt der **marktwirtschaftlich ausgerichteten Koordination** eine zentrale Rolle zu, um das Ziel einer kosteneffizienten Transformation zu erreichen: Ein **einheitlicher Preis** für den Ausstoß von **Kohlenstoff**

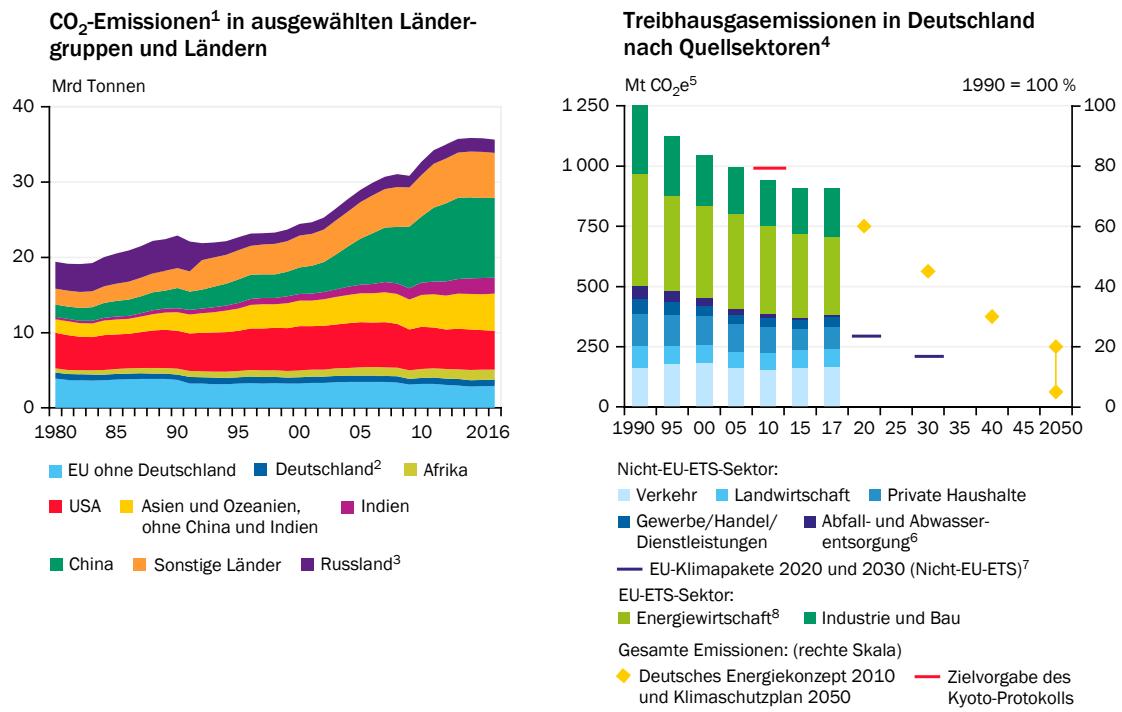
dioxid (CO₂) würde sicherstellen, dass Emissionen immer dann unterlassen werden, wenn ihre Vermeidung günstiger ist als der Preis. Die grundsätzliche Mechanik und die Schlussfolgerungen gelten ebenso für alle anderen Treibhausgasemissionen wie etwa Methan und Lachgas. Kleinteilige Zielvorgaben, insbesondere solche für einzelne Sektoren innerhalb von Volkswirtschaften, stehen hingegen einer effizienten Lösung im Weg. Zudem stellt sich die Frage, ob sie sich grundsätzlich zur Einhaltung der Klimaziele eignen.

Globale Koordination beim Klimaschutz unverzichtbar

5. Für eine wirksame Eindämmung der Erderwärmung wie für die Wahrung der volkswirtschaftlichen Kosteneffizienz ist ein **global koordiniertes, gemeinsames Vorgehen unverzichtbar**: Deutschland und die Europäische Union (EU) können selbst bei vollständiger Rückführung ihrer Treibhausgasemissionen nur einen sehr kleinen direkten Beitrag zur Eindämmung der Erderwärmung leisten. ↗ **ABILDUNG 1** Daher muss die globale Koordination ein wesentliches Element der deutschen Klimapolitik sein und eine Bewegung in Richtung einer weltweit einheitlichen Bepreisung von Treibhausgasemissionen bewirkt werden.
6. Das **Pariser Klimaabkommen** ist ein erster wichtiger Schritt, die gemeinsamen Ziele für den maximalen Temperaturanstieg in einer internationalen Vereinbarung festzulegen. Die Umsetzung und Durchsetzung des Abkommens be-

↗ **ABILDUNG 1**

Globale CO₂-Emissionen und Treibhausgasemissionen in Deutschland



1 – Gesamte CO₂-Emissionen aus dem Energieverbrauch (Verbrennung von Kohle und Koks, Erdgas sowie Erdöl und anderen Flüssigkeiten).
2 – Deutschland: 1980 bis 1990 Westdeutschland. 3 – Russland: 1980 bis 1991 ehemalige Sowjetunion. 4 – Ohne Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft. 5 – Megatonnen CO₂-Äquivalente. 6 – Einschließlich sonstiger Feuerungsanlagen. 7 – Entspricht einer Reduktion für Deutschland um 14 % bis 2020 und 38 % bis 2030 gegenüber 2005. Entspricht einer Reduktion für die EU um 10 % bis 2020 und 30 % bis 2030 gegenüber 2005. 8 – Einschließlich diffuser Emissionen aus Treibstoffen.

darf jedoch weiterer Anstrengungen. Ein weltweit einheitlicher Preis wäre das ideale Signal, um die globalen Transformationskosten einzudämmen, und zugleich das beste Instrument, um eine weltweite Koordination klimapolitischer Anstrengungen wirksam zu erreichen und diese zu überwachen. Wäre einmal ein entsprechender **globaler Mindestpreis für Treibhausgasemissionen** verabredet, könnte die konkrete Umsetzung jeder Region selbst überlassen bleiben. Dafür wäre etwa ein alle Sektoren und Akteure einer Region umfassendes Handelssystem für Emissionszertifikate geeignet, wie es in der EU durch eine Ausweitung des dort bereits bestehenden Systems hergestellt werden könnte.

7. Um weltweit andere Staaten zu einer solchen einheitlichen Bepreisung zu bewegen, sind Deutschland und die EU auf eine **möglichst starke Verhandlungsposition** angewiesen. Bei der Bewertung klimapolitischer Maßnahmen ist daher ihre Rückwirkung auf diese Verhandlungsposition einzubeziehen:
 - So würden nationale Maßnahmen zur Abfederung der Folgen des Klimawandels (**Adaption**), die angesichts des bereits fortgeschrittenen Temperaturanstiegs und dessen Konsequenzen ohnehin notwendig sein dürften, die Verhandlungsposition auf dem internationalen Parkett stärken.
 - Es dürfte wenig hilfreich sein, wenn eine **Vorreiterrolle** angestrebt wird, die mit einer ehrgeizigeren Reduktion der Treibhausgasemissionen über das hinausgeht, was in internationalen Verträgen vereinbart wurde. Das Prinzip der internationalen Verhandlungen zum Klimaschutz sollte vielmehr dem Prinzip von Leistung und Gegenleistung (**Reziprozität**) folgen.
 - Im Gegensatz zu einer solchen Vorreiterrolle kann eine **Vorbildfunktion** durchaus hilfreich sein: Dies wäre etwa der Fall, wenn es einer hoch entwickelten und fossile Energie intensiv nutzenden Volkswirtschaft wie Deutschland gelänge, die international vereinbarten Ziele effizient und ohne größere gesellschaftliche Verwerfungen zu erreichen.
 - Ein zentraler Bestandteil der globalen Verhandlungsstrategie können zudem **zusätzliche finanzielle Anreize** sein, insbesondere angesichts der Entwicklungsbedarfe außerhalb der Industrienationen und der weltweit sehr unterschiedlichen Vermeidungskosten. So könnte die Bereitschaft zur angemessenen CO₂-Bepreisung in Verhandlungen zu Freihandelsabkommen einfließen oder den Zugang zu Mitteln eines aufgestockten internationalen Klimafonds regeln.

Konsequente Bepreisung von CO₂ in Deutschland und der EU

8. Für die Transformation hin zu Produktions- und Lebensweisen, die mit weniger CO₂-Emissionen verbunden sind, müssen **neue Technologien** entwickelt werden. Innovationen sind – wie sich aktuell empirisch beobachten lässt – nicht zuletzt ein zentraler Schlüssel dafür, dass ärmere Regionen wirtschaftlich aufschließen können, ohne dabei denselben **CO₂-Ausstoß** zu verursachen wie ehedem die fortgeschrittenen Volkswirtschaften. Um langfristig Klimaneutralität zu erreichen, sind zudem aller Voraussicht nach wettbewerbsfähige Technologien und Investitionen notwendig, die CO₂ nach dessen Entstehung daran hin-

dern, in die Atmosphäre zu entweichen oder bereits entwichenes CO₂ aus der Atmosphäre wieder entnehmen.

9. Ein CO₂-Preis stärkt die **Anreize für Investitionen** in emissionsärmere Geräte und Anlagen, fördert entsprechende Geschäftsmodelle und die Suche nach Innovationen. Komplementär dazu sollten die reichereren Volkswirtschaften ihre technologienutral ausgestaltete Förderung der (**Grundlagen-)****Forschung** ausbauen. Aufgrund von Skalen- und Spillover-Effekten ist in diesem Bereich ein gemeinsames Vorgehen auf europäischer Ebene vorteilhaft.
10. Technologische Fortschritte werden allerdings allein nicht ausreichen, um die klimapolitische Herausforderung zu bewältigen. Langfristig werden Deutschland und die EU **treibhausgasneutral wirtschaften** müssen. Die entscheidende Frage ist die nach dem **besten Weg** dorthin. Die EU hat sich im Rahmen des Pariser Klimaabkommens bis zum Jahr 2030 zur **Reduktion der Treibhausgasemissionen** um 40 % gegenüber dem Jahr 1990 verpflichtet.
 - Innerhalb der EU wird dieses Ziel zum einen durch eine sinkende Zertifikatsmenge im **EU-Emissionshandel (EU-ETS)** umgesetzt. Dieser deckt aktuell die Sektoren **Energiewirtschaft und Industrie** und damit etwa 45 % der Emissionen ab. Die vorgeschriebene Emissionsreduktion des EU-ETS wird aufgrund der Konstruktion des Systems verbindlich erreicht.
 - Zum anderen haben die Mitgliedstaaten Reduktionsziele für die **Sektoren außerhalb des EU-ETS** vereinbart. Diese betreffen insbesondere den Verkehrssektor, Gebäudesektor und die Landwirtschaft.
11. Die auf europäischer Ebene festgesetzten Ziele machen an sich **zusätzliche nationale Obergrenzen überflüssig**, für die gesamte Volkswirtschaft, aber insbesondere für einzelne Sektoren. Dennoch hat **Deutschland** sich zahlreiche **nationale Ziele** für die Reduktion von Treibhausgasemissionen gesetzt. Die teuren umweltpolitischen Projekte, die Förderung durch **das EEG und der Kohleausstieg** betreffen allesamt Bereiche, die bereits durch den EU-ETS abgedeckt werden, und würden ohne entsprechende Begleitmaßnahmen nicht zu einer zusätzlichen Reduktion der EU-weiten Emissionen beitragen. Aus klimapolitischer Sicht sind sie daher zu hinterfragen.
12. Die in Deutschland im **nicht durch den EU-ETS abgedeckten Bereich** durchgeföhrten Maßnahmen waren bisher von unterschiedlichen kleinteiligen Zielen und Aktionsplänen sowie **klimapolitisch unsystematischen Steuern und Abgaben** gekennzeichnet. Ähnlich wie andere Mitgliedstaaten läuft Deutschland in diesem Bereich Gefahr, die für die Jahre 2020 und 2030 gesetzten **Zielwerte nicht zu erreichen**. Dieser Verstoß könnte für Deutschland erhebliche fiskalische Kosten oder sogar ein Vertragsverletzungsverfahren nach sich ziehen. Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, welche Reformoptionen Deutschland und Europa prioritär verfolgen sollten.
13. Da ein einheitlicher Preis die volkswirtschaftlichen Kosten der Emissionsreduktion innerhalb der EU minimieren würde, entspricht die Aufteilung in EU-ETS- und Nicht-EU-ETS-Emissionen nicht dem Prinzip arbeitsteiligen Wirtschaftens. Um diesem Prinzip zu folgen, sollte das Bemühen, **das EU-ETS auf alle Sek-**

» TABELLE 1

Bewertung¹ verschiedener Optionen zur Bepreisung von CO₂

	Einbeziehung zusätzlicher Sektoren in das EU-ETS	Separates Emissions- handelssystem für Nicht-EU-ETS-Sektoren	CO ₂ -Steuer für Nicht-EU-ETS- Sektoren	nachrichtlich: Ordnungsrecht
Erreichen der 2021–2030-Ziele nach EU-Lastenteilungsverordnung	keine nationalen Ziele mehr notwendig	bei Beibehaltung des Pfads für Zertifikat- ausgabe	regelmäßige Nachsteuerung notwendig	herausfordernd, klein- teilige Nachsteuerung notwendig
Kosteneffizienz	sektorübergreifend und EU-weit	innerhalb der Systemgrenzen	innerhalb der Systemgrenzen	gering
Administrative Umsetzbarkeit	mittlerer Aufwand (Monitoring)	mittlerer Aufwand (Monitoring)	relativ geringer Aufwand	mittlerer Aufwand (Durchsetzung notwendig)
Zeitnahe politische Umsetzbarkeit	mittelfristig, EU-Verhandlungen	kurz- bis mittelfristig	kurzfristig	kurzfristig
Aufkommen zur Rückverteilung	zusätzliches Auf- kommen	zusätzliches Auf- kommen	zusätzliches Auf- kommen	kein zusätzliches Aufkommen
Reaktionen auf Änderungen der konjunkturellen Rahmenbedingungen	endogene Reaktion	endogene Reaktion	Nachsteuerung schwierig	Nachsteuerung schwierig
Planungssicherheit für Akteure	Preiskorridor möglich zu Lasten der Ziel- erreichung	Preiskorridor möglich zu Lasten der Ziel- erreichung	fester Preispfad nur ohne Nach- steuerungen	abhängig von Aus- gestaltung
Europäische Anschlussfähigkeit	gemeinsames EU-Instrument	Verknüpfung möglich	koordinierte Steuer- sätze möglich	gering

1 – ■ = Option erfüllt Kriterium weitgehend, ■ = neutral, ■ = Option erfüllt Kriterium eher nicht.

© Sachverständigenrat | 19-207

toren in allen Mitgliedstaaten auszuweiten, oberstes Ziel der klimapolitischen Anstrengungen der EU sein. Wichtig ist ein glaubwürdiges mittel- bis langfristiges Preissignal, das Anreize für die Verminderung der Emissionen und geeignete Investitionen setzt.

14. Eine einheitliche Bepreisung von CO₂ wäre zudem ein wichtiges Element des europäischen Binnenmarkts. Deutschland sollte darauf hinwirken, dass **alle Mitgliedstaaten einer Ausweitung des EU-ETS zustimmen**. Als Teil der Überzeugungsarbeit könnten zusätzliche Mittel über die Strukturfonds der EU in Aussicht gestellt werden. Sollte eine alle Mitgliedstaaten umfassende Einigung nur schwer zu erreichen sein, könnte Deutschland die Nicht-EU-ETS-Sektoren gemeinsam mit anderen Mitgliedstaaten über den in den EU-Regulierungen bereits vorgesehenen **Opt-in** in das EU-ETS integrieren.
15. Eine Ausweitung des EU-ETS oder ein Opt-in sollten so schnell wie möglich erfolgen, könnten jedoch mit **langwierigen rechtlichen und politischen Verfahren** verbunden sein. Um kurzfristig dennoch die für Deutschland zugeteilten Ziele für den Nicht-EU-ETS-Bereich auf eine effiziente Weise zu erreichen, ist daher als **Übergangslösung** eine separate Bepreisung im Nicht-EU-ETS-Bereich notwendig. Möglichkeiten, die dies kurzfristig erlauben würden, sind ein **separater Emissionshandel** für diese Sektoren oder eine **CO₂-Steuer**. » TABELLE 1 Die für den Übergang gewählte Lösung sollte ebenfalls in einer möglichst großen Koalition der Mitgliedstaaten beschritten werden. Beide Lösungen sind allerdings einem nationalen ordnungsrechtlichen oder durch Subventionen gestalteten Weg zur Erreichung der im Nicht-ETS-Bereich festgelegten Ziele im Sinne der Kosteneffizienz selbst dann überlegen, wenn sie nur

national umgesetzt werden. Bei der Abwägung zwischen diesen Wegen sind Vor- und Nachteile zu bedenken:

- Ein separater Emissionshandel kann die Erreichung des Mengenziels direkt sicherstellen. Bei einer CO₂-Steuer wäre hierfür eine **regelmäßige Anpassung der Steuer** notwendig. Dies könnte die Glaubwürdigkeit politischen Handelns im Hinblick auf dessen Verlässlichkeit trüben. Der Preis im Emissionshandel ergibt sich hingegen aufgrund des festgelegten Pfades der Zertifikatsmenge.
- Die CO₂-Steuer ist administrativ einfacher und **schneller umsetzbar**.
- Ein separater Emissionshandel dürfte **einfacher in das bereits bestehende EU-ETS überführt** werden können. Zudem würde der Preis endogen auf konjunkturelle Schwankungen reagieren.
- Um die Sicherheit für Investoren zu erhöhen, könnte im Emissionshandelsystem ein **Mindestpreis** eingeführt werden. Da die Preise sich als erheblich höher als ursprünglich gedacht erweisen könnten und sich die Politik veranlasst sehen könnte zu intervenieren, sollte ein **Höchstpreis** erwogen werden. Dann wäre die Zielerreichung jedoch nicht mehr garantiert.

Wettbewerbsfähigkeit und soziale Ausgewogenheit sicherstellen

- 16.** Es ist angesichts der außerhalb des EU-ETS vermutlich höheren Vermeidungskosten zu erwarten, dass die **Ausweitung des EU-ETS** auf weitere Sektoren zu einer **Erhöhung des Preises von CO₂-Emissionen** führen wird. Dies trifft gleichfalls die bereits im EU-ETS befindlichen Akteure und erhöht deren Produktionskosten. Während in den Bereichen Gebäude und Verkehr die Gefahr einer Verlagerung von CO₂-intensiven Aktivitäten ins Ausland (**Carbon Leakage**) gering ist, ist sie in den bereits im EU-ETS erfassten Bereichen relevant.
 - Im EU-ETS gibt es dafür ausgefeilte Systeme zur **kostenlosen Zuteilung von Zertifikaten** an sehr energieintensive, im internationalen Wettbewerb stehende Produktionsbereiche und ein Benchmarking-System, das die absolute Belastung und somit das Carbon-Leakage-Risiko reduziert und trotzdem Anreize zur Emissionsreduktion setzt.
 - Zudem haben die Mitgliedstaaten die Möglichkeit, im Rahmen des Beihilfrechts **stromintensive Unternehmen** für die indirekten CO₂-Kosten zu **kompensieren**.
- 17.** Falls der bisherige Carbon-Leakage-Schutz über die kostenlose Zuteilung von Zertifikaten erhebliche Wettbewerbsnachteile nicht wie bislang vermeiden kann, könnte ein Grenzausgleich gemeinsam mit den anderen Mitgliedstaaten der EU erwogen werden. Ein **Grenzausgleich**, der nicht mit der Einführung von Zöllen verwechselt werden sollte, wäre allerdings mit hohem administrativem Aufwand verbunden und birgt **handelspolitisches Konfliktpotenzial**.
- 18.** Ein Preis für CO₂ setzt Anreize für Unternehmen und Haushalte, durch entsprechendes Verhalten und geeignete Investitionen in Ausrüstungen und Gebrauchsgüter weniger CO₂ zu emittieren. Sollen die EU-Ziele erreicht werden,

müssen insbesondere die Haushalte entweder stärker als bisher auf Preisänderungen reagieren oder der CO₂-Preis müsste deutlich höher sein. Um die den bestehenden Anreizen folgenden **Anpassungen zu intensivieren** und so den notwendigen CO₂-Preis einzuhegen, sollten daher zielgerichtete **begleitende Maßnahmen** erwogen werden.

- **Förderungen** zur Anschaffung emissionsärmerer Ausstattung könnten notwendig sein, etwa in Form von Prämien für den Austausch von Heizungen. Im Gebäudebereich ist sicherzustellen, dass Vermieter Anreize für Investitionen in ihre Mietobjekte haben.

- Erforderlich sind zudem **Infrastrukturinvestitionen**, etwa in den öffentlichen Personennahverkehr oder die Netz- und Speicherinfrastruktur.

- Schließlich könnten das **Steuersystem** grundsätzlich überarbeitet und so die Anreize zur CO₂-Reduktion gesteigert werden. Dies beträfe etwa die Kraftfahrzeugsteuer und die Stromsteuer und könnte eine umgestaltete Maut zur Finanzierung der Infrastruktur umfassen.

19. Das Ziel der CO₂-Bepreisung besteht primär darin, die CO₂-Emissionen auf effiziente Weise zu reduzieren, nicht jedoch darin, zusätzliche Steuereinnahmen zu generieren. Um in der Bevölkerung die **Akzeptanz für die CO₂-Bepreisung** zu erhöhen, sollten die **daraus erwachsenden Einnahmen zurückverteilt** und dies **sozial ausgewogen** gestaltet werden. Je nach Ausgestaltung werden Personen abhängig von ihrem CO₂-Verbrauch netto unterschiedlich stark belastet: ↗ **ABBILDUNG 2**

- Eine **pauschale Rückgabe je Einwohner** würde Haushalte bis zum fünften Einkommensdezil durchschnittlich entlasten. Innerhalb der Einkommensgruppen wäre die Nettowirkung jedoch heterogen. Wichtige Erklärungsfaktoren für hohe CO₂-Emissionen sind dabei eine CO₂-intensive Heizung und eine große Wohnfläche. Zudem würden Alleinstehende stärker belastet. Würde die Kopfpauschale mit zunehmender Haushaltsgröße gemindert, ließe sich der Anteil stark belasteter Haushalte reduzieren. Eine Unterscheidung zwischen Stadt und Land hätte hingegen geringere Effekte.

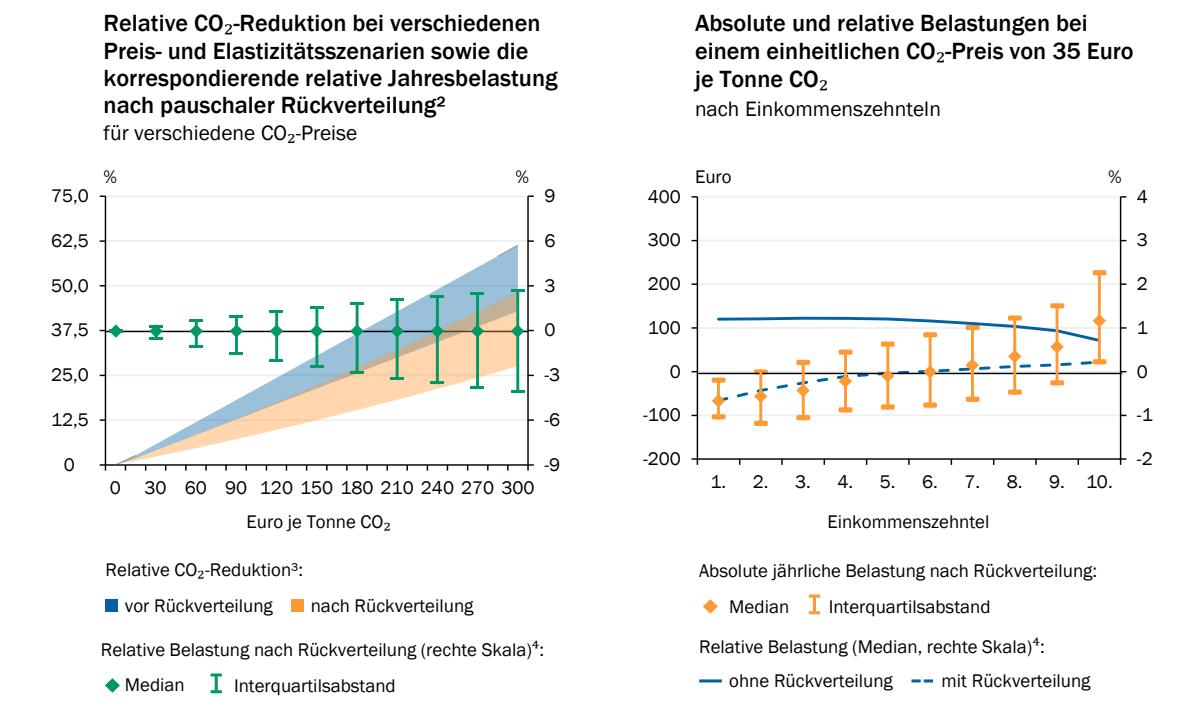
- Eine **Senkung der Stromkosten** über eine Reduktion der Stromsteuer und eine Finanzierung der EEG-Umlage aus Bundesmitteln würde nicht nur die regressive Wirkung der Bepreisung abmildern, sondern hätte einen verstärkenden Effekt auf die Sektorkopplung. Diese Option wäre zudem einfacher in der Umsetzung.

- Durch eine **Reduktion direkter Steuern oder Sozialversicherungsbeiträge** könnte der Faktor Arbeit entlastet werden. Hieraus könnten positive Effekte für Produktion und Beschäftigung erwachsen. Diese Maßnahme würde nur einem Teil der Bevölkerung direkt zugutekommen, könnte jedoch von anderen Optionen zur Rückverteilung begleitet werden.

- Viele mögliche Härtefälle werden über bereits **bestehende Mechanismen** im deutschen Transfersystem abgedeckt. Beispielsweise werden die tatsächlichen Aufwendungen für das Heizen für Bezieher von SGB II-Leistungen oder von Sozialhilfe übernommen. Wenn zusätzliche Eingriffe nötig werden sollten, könnte das Wohngeld angepasst werden.

» ABBILDUNG 2

Auswirkungen eines einheitlichen CO₂-Preises auf Einkommen und CO₂-Verbrauch privater Haushalte¹



1 – Berechnungen basieren auf dem Basisjahr 2013. 2 – Pauschale Zahlung einer aufkommensneutralen Kopfpauschale. 3 – Obere Intervallgrenze bestimmt durch 30 % höhere Elastizitäten und 10 % höheren CO₂-Gehalt der Güter. 4 – Belastung relativ zum äquivalenzgewichteten Haushaltsnettoeinkommen.

Quellen: FDZ der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder, Einkommens- und Verbrauchsstichprobe 2013 Grundfile 5 (HB), Pothen und Tovar Reaños (2018), Statistisches Bundesamt, eigene Berechnungen

© Sachverständigenrat | 19-218

Fazit

20. Die aktuelle Debatte bietet die historische Chance, die deutsche Klimapolitik von einer kleinteiligen, teuren und ineffizienten Vorgehensweise auf ein System umzustellen, in dessen Zentrum die Bepreisung von Treibhausgasemissionen steht. Für eine Eindämmung der Erderwärmung ist ein globales Vorgehen unabdingbar, für das eine neu aufgestellte Klimapolitik einen wertvollen Baustein darstellen kann. Doch selbst wenn dies mittelfristig nicht gelänge, hätte Deutschland durch diese Umstellung die Möglichkeit, Emissionsminderungen mit niedrigeren Kosten zu erreichen. Von Europa und Deutschland kann nur dann eine Vorbildfunktion ausgehen, wenn sich **Emissionsminderungen mit wachsendem Wohlstand und gesellschaftlicher Akzeptanz** verbinden lassen.

I. AUFBRUCH ZU EINER NEUEN KLIMAPOLITIK

1. Deutschland befindet sich inmitten einer intensiven Debatte über eine **Kurskorrektur in der Klimapolitik**. Ausgelöst wurde diese unter anderem durch die in vielen Ländern vorgebrachten Proteste von Teilen der Bevölkerung gegen unzureichende Fortschritte beim Klimaschutz und die zunehmende Sorge darüber, dass die europäischen Zielvorgaben zur Reduktion von Treibhausgasemissionen verfehlt werden dürften. Gleichzeitig kam es in Frankreich zu Protesten unter anderem gegen die Erhöhung von Umweltsteuern. Vor diesem Hintergrund hat die Bundesregierung den Sachverständigenrat gebeten, in einem **Sondergutachten** Reformoptionen in der Klimapolitik zu diskutieren. Im Mittelpunkt des hier vorgelegten Sondergutachtens stehen dementsprechend nationale Maßnahmen des Klimaschutzes, diese werden jedoch ausdrücklich mit Blick auf ihre Einbettung in die europäische und globale Klimapolitik diskutiert.
2. Der **Klimawandel** muss konsequent als globales Phänomen behandelt werden, das alle Menschen betrifft. Er zeigt sich immer deutlicher in einer spürbar steigenden globalen Durchschnittstemperatur. ↗ [ABBILDUNG 1 LINKS](#) Zudem fallen Klimaschwankungen stärker aus, und meteorologische Extreme wie Stürme, Dürren oder Hitzesommer treten häufiger auf (IPCC, 2013). Zwar gab es in den vergangenen Jahrtausenden immer wieder wärmere und kältere Klimaperioden, Hauptursache für die seit Mitte des 20. Jahrhunderts beobachtete Erwärmung ist jedoch anders als früher die durch den Menschen verursachte **Konzentration von Treibhausgasen** in der Atmosphäre (National Academy of Science, 1979; AAAS, 2009; Anderegg et al., 2010; Cook et al., 2013; IPCC, 2013; Powell, 2016; Nordhaus, 2019).



Treibhausgase sind Gase in der Erdatmosphäre, die von der Erde ausgehende Infrarotstrahlung absorbieren und reflektieren und somit den Treibhauseffekt verstärken. Die direkten Treibhausgasemissionen bestehen in Deutschland (Stand 2017) zu 88 % aus Kohlenstoffdioxid (CO_2), zu 6 % aus Methan (CH_4), zu 4 % aus Distickstoffmonoxid („Lachgas“, N_2O), zu 1 % aus Fluorkohlenwasserstoffen (HFC) sowie unter anderem aus perfluorierten Kohlenwasserstoffen (PFC), Schwefelhexafluorid (SF_6) und Stickstofftrifluorid (NF_3) (Umweltbundesamt, 2019a). Die verschiedenen Arten von Treibhausgasen tragen zum Klimawandel unterschiedlich stark bei. So wird beispielsweise Stickstofftrifluorid, das etwa bei der Produktion von Flüssigkristallbildschirmen und Solarpanels Einsatz findet, zwar nur zu verschwindend geringen Mengen emittiert, seine Treibhauswirkung ist jedoch ungefähr um den Faktor 16 000 höher als diejenige von CO_2 (IPCC, 2016). Lachgas wirkt um den Faktor 265 klimaschädlicher als CO_2 , Methan um den Faktor 28. Methan- und Lachgasemissionen stammten in Deutschland im Jahr 2016 zu etwa 60 % beziehungsweise 80 % aus der landwirtschaftlichen Produktion (Umweltbundesamt, 2019b).

Angesichts der Vielfalt und der unterschiedlichen Klimawirksamkeit der Treibhausgase sollten diese in der Klimapolitik konsequent in Form von CO_2 -Äquivalenten berücksichtigt werden, um Substitutions- und Ausweichreaktionen infolge der Beschränkung von CO_2 auszuschließen. So dürfte beispielsweise der Rückgang an Methanemissionen durch das Deponieverbot einen partiell höheren CO_2 -Ausstoß durch Müllverbrennung verursacht haben. In den globalen Klimaabkommen von Kyoto und von Paris werden die unterschiedlichen Treibhausgase bereits explizit angesprochen. Im Folgenden wird wenn möglich mit

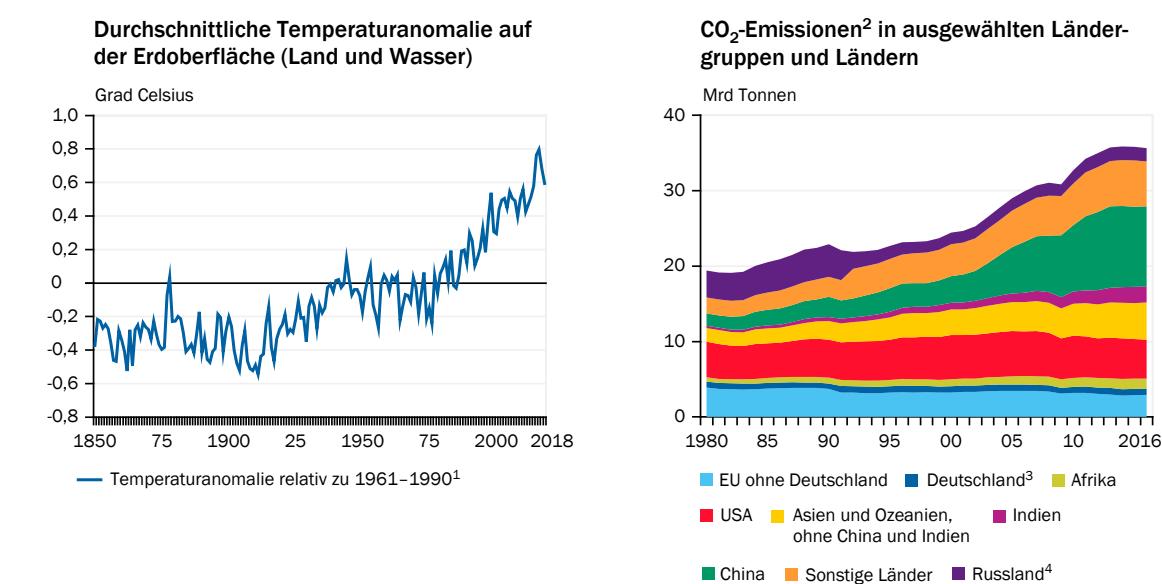
CO₂-Äquivalenten gerechnet. Die Aufmerksamkeit gilt allerdings den CO₂-Emissionen, und meist werden diese stellvertretend für die anderen Treibhausgase genannt. Die grundlegende Mechanik und die Schlussfolgerungen sind jedoch für alle Treibhausgasemissionen gleichermaßen gültig, sodass bei der Umsetzung der hier diskutierten Reformoptionen grundsätzlich alle Treibhausgase auf Basis der gleichen Einordnungen und Abwägungen mitbedacht werden sollten.

3. Der globale Klimawandel hat erhebliche Auswirkungen auf den Einzelnen und die Gesellschaft. So haben die klimatischen Veränderungen unter anderem Einfluss auf die menschliche Gesundheit, die biologische Vielfalt und die Landwirtschaft. Zudem können sie ein Auslöser für massive Wanderungsbewegungen und gewaltsame Konflikte sein. Die von ihnen auf diese Weise verursachten **ökonomischen Kosten** sind regional sehr unterschiedlich. Die konkrete Vorhersage ist dabei mit **großer Unsicherheit** behaftet. Die Kosten dürften aber erheblich sein, insbesondere ohne klimapolitische Gegenmaßnahmen und bei Eintreten der besonders adversen Szenarien. Solche Szenarien lassen sich aber typischerweise erst erkennen, wenn es aufgrund der Trägheit der Prozesse für ihre Abwendung zu spät ist. Es ist demnach im Sinne eines rationalen ökonomischen Vorgehens optimal, wenn sich ein Industrieland wie Deutschland an einer globalen Strategie zur Abmilderung des Klimawandels aktiv beteiligt.

Dabei werden die Konsequenzen des Klimawandels für jede Region von den klimapolitischen Aktivitäten aller Volkswirtschaften gemeinsam bestimmt. Aus diesen Gründen stellen klimapolitische Abwägungen die Politik vor besonders komplexe Entscheidungs- und Aushandlungsprobleme.

4. Der Menschheit stehen zwei grundsätzliche Strategien zur Verfügung, um dem globalen Klimawandel zu begegnen: seine **Abschwächung** durch eine Reduktion von Treibhausgasemissionen (**Mitigation**) und die **Anpassung** an seine negativen Folgen (**Adaption**) (Wissenschaftlicher Beirat beim BMF, 2010; JG 2016 Ziffer 857). Eine Umkehrung des Klimawandels oder eine vollständige Verhinderung weiterer Temperaturanstiege scheinen indes mittelfristig keine realistischen Optionen zu sein. Selbst das bisher ambitionierteste Abkommen, das Pariser Klimaabkommen, geht fest von einem weiteren Temperaturanstieg aus. Es ist daher eine **Kombination** aus adaptiven Maßnahmen auf nationaler Ebene und internationalen Bestrebungen zur Verminderung von globalen Treibhausgasemissionen sinnvoll. Beides erfordert volkswirtschaftliche Ressourcen, sodass im Rahmen eines Abwägungsprozesses eine Balance zu finden ist.
5. Wie wichtig eine weltweit koordinierte Lösung für das Problem des Klimawandels ist, zeigt der internationale Vergleich: Im Jahr 2016 war **Deutschland** für **2,3 % der weltweiten CO₂-Emissionen** verantwortlich, die Europäische Union (EU) für 10,5 %. ↴ **ABBILDUNG 1 RECHTS** Zwar lässt sich bereits beobachten, dass der technologische Wandel dazu führt, dass heutige Schwellen- und Entwicklungsländer im Verlauf ihrer wirtschaftlichen Entwicklung niedrigere Emissionen je Einwohner aufweisen als ehedem die Industriestaaten in der gleichen Entwicklungsstufe. Dennoch dürften die Anteile Deutschlands und der EU an den weltweiten Emissionen aufgrund des sehr dynamischen Bevölkerungswachstums insbesondere in Afrika und Asien weiter zurückgehen. Selbst wenn es ge-

↓ ABBILDUNG 1
Globale Durchschnittstemperatur und CO₂-Emissionen



1 – Abweichung von der durchschnittlichen Temperatur in der aktuellen Klimareferenzperiode (1961–1990) der Weltorganisation für Meteorologie (WMO). 2 – Gesamte CO₂-Emissionen aus dem Energieverbrauch (Verbrennung von Kohle und Koks, Erdgas sowie Erdöl und anderen Flüssigkeiten).
3 – Deutschland: 1980 bis 1990 Westdeutschland. 4 – Russland: 1980 bis 1991 ehemalige Sowjetunion.

Quellen: EIA, Met Office Hadley Centre, eigene Berechnungen

© Sachverständigenrat | 19-176

länge, die Emissionen Deutschlands und der EU auf null zu senken, könnte dies somit global nur einen kleinen Beitrag leisten und den Klimawandel nicht aufhalten.

6. Geht es der deutschen Klimapolitik also um die **Eindämmung des globalen Klimawandels**, muss sie versuchen, in drei Feldern parallel Fortschritte zu erzielen: Sie muss sich um ein **weltweit koordiniertes Vorgehen** bemühen, die Entwicklung emissionsärmerer oder sogar treibhausgasreduzierender **Technologien** und Vorgehensweisen fördern und als Vorbild bei den Emissionsreduktionszielen wirken, indem sie die international vereinbarten **Ziele volkswirtschaftlich effizient** und ohne gesellschaftliche Verwerfungen erreicht.

Aus Sicht des globalen Klimaschutzes ist es hingegen nicht hinreichend, lediglich die bereits vereinbarten Zielwerte für die **nationale Treibhausgasreduktion auf volkswirtschaftlich effiziente** Art und Weise zu erreichen. Diese beiden grundlegenden Zielsetzungen werden nur zum Teil zu den gleichen Antworten hinsichtlich der am besten zu ergreifenden Politikmaßnahmen führen.

7. Eine rationale Klimapolitik sollte dem **ökonomischen Prinzip der Arbeitsteilung** folgen, um die volkswirtschaftlichen Kosten der Transformation möglichst gering zu halten. Eine darauf ausgerichtete Strategie sieht grundsätzlich vor, dass die jeweils nächste Einheit Treibhausgasemission dort eingespart wird, wo dies nach dem aktuellen Stand der (technischen) Gegebenheiten am günstigsten möglich ist. Diese Ersparnis wird dabei unabhängig davon realisiert, wo die Emission entsteht und wer der Emittent ist, da sich Treibhausgase frei in der Atmosphäre bewegen können.

Will man sinnvoll zur Eindämmung des globalen Klimawandels beitragen, stellen die globalen Emissionen die relevante Größe dar. In diesem Fall ist ein global **einheitlicher Preis für Treibhausgasemissionen** anzustreben, der idealerweise für alle **Regionen, Sektoren und Emittenten** gilt (JG 2016 Ziffern 860 ff.). Diesen Weg schlägt eine Vielzahl von Beiträgen (Monopolkommision, 2017; Bundesrechnungshof, 2018; Bureau et al., 2019; EFI, 2019; Wissenschaftlicher Beirat beim BMWi, 2019) ebenso vor wie der jüngst veröffentlichte Aufruf führender US-amerikanischer Ökonomen (Econstatement, 2019).

Sollen lediglich die vorgegebenen nationalen Zielwerte erreicht werden, umfasst der Abdeckungsbereich die nationalen Emissionen oder gar nur die in einzelnen Sektoren. In diesem Falle wäre für Deutschland dennoch ein **Preis für Treibhausgasemissionen** anzustreben.

8. Dieses Sondergutachten zeigt zum einen auf, wie sich die deutsche Klimapolitik **um ein global koordiniertes, gemeinsames Vorgehen bemühen** und damit eine Bewegung in Richtung einer weltweit einheitlichen Bepreisung von Treibhausgasemissionen bewirken kann. Ein wichtiger Teil ambitionierter Klimapolitik ist dabei die umfassende **Förderung von Forschung und Innovation** im Bereich des Klimaschutzes, die darauf abzielt, neue Lösungen mit weltweitem Anwendungspotenzial zu entwickeln und damit zugleich den Wirtschaftsstandort Deutschland im Hinblick auf seine Exportchancen zu stärken.

Zum anderen werden hier konkurrierende Optionen diskutiert, wie anhand marktbasierter Instrumente ein **effizienteres System zur Reduktion von Treibhausgasemissionen** eingerichtet werden könnte, selbst wenn die auf globaler Ebene angestrebten Fortschritte nicht zu realisieren sind. Die Auswirkungen auf das Weltklima wären dann zwar gering, allerdings würde bereits ein Ersatz des bisherigen kleinteiligen und ineffizienten Systems zur Emissionsreduktion hierzulande die volkswirtschaftlichen Ressourcen schonen. Der Sachverständigenrat bezieht in seine Analyse zwei Expertisen ein, für die er zum einen Professor Edenhofer und das Mercator Research Institute on Global Commons and Climate Change (Edenhofer et al., 2019) und zum anderen Professor Büdenbender (2019) gewinnen konnte.

9. Da in der EU die Emissionen der Sektoren Energie und Industrie großteils bereits vom **EU-Emissionshandel (EU-ETS)** erfasst sind, unterliegen diese in allen Mitgliedstaaten bereits einem einheitlichen Preis, und es gibt keine nationalen Zielvorgaben. Für die Reduktion der Emissionen in den **nicht vom EU-ETS erfassten Sektoren** droht Deutschland seine auf europäischer Ebene vereinbarten Ziele für die Jahre 2020 beziehungsweise 2030 zu verfehlten. Oberstes Ziel der Anstrengungen sollte sein, diese Sektoren am besten gemeinsam mit allen Mitgliedstaaten oder zumindest in einer möglichst großen Gruppe von Mitgliedstaaten so schnell wie möglich **ebenfalls in das EU-ETS zu integrieren** und die getrennte Zielsetzung für die Emissionsreduktion in einzelnen Sektoren auf diese Weise zu überwinden.
10. Da eine kurzfristige Umsetzung aus politischen und rechtlichen Gründen schwierig sein dürfte, sollte umgehend eine **Übergangslösung** umgesetzt werden, um rasch auf das Ideal des vollumfassenden europäischen Emissionshandelssystems

hinzuarbeiten. Hierzu stehen mehrere Wege zur Verfügung, insbesondere die zeitweise Einführung eines **getrennten Emissionshandelssystems** für die bislang nicht vom europäischen Emissionshandel abgedeckten Sektoren und die zeitweise Erhebung einer in diesem Bereich wirkenden **CO₂-Steuer**. Deutschland sollte die gewählte Übergangslösung möglichst gemeinsam mit anderen Mitgliedstaaten umsetzen. Beide Übergangslösungen sollten darauf ausgerichtet sein, so schnell wie möglich, aber spätestens im Jahr 2030, in einen vollumfassend integrierten Emissionshandel zu münden.

Beide Umsetzungsoptionen weisen **Vor- und Nachteile** auf. Für den Weg des zeitweise getrennten Emissionshandels sprechen die einfachere **Kommunikierbarkeit** der damit verbundenen klimapolitischen Steuerungsidee und die bessere **Anschlussfähigkeit** an das bestehende Emissionshandelssystem. Für den Weg eines zeitweise eingerichteten Systems der getrennten CO₂-Besteuerung spricht die schnelle **Umsetzbarkeit**. Welchen konkreten Weg der Umsetzung die Politik einschlägt, sollte sie aber nicht vorwiegend in einer Abwägung von technischen Aspekten, sondern vor allem in einer Abwägung der Möglichkeiten zur **glaubwürdigen Selbstbindung** entscheiden: Letztlich steht und fällt eine zielführende Klimapolitik mit der Fähigkeit der Politik, sich gegenüber den Bürgern glaubwürdig zu einer Klimapolitik zu bekennen, die den CO₂-Preis in den Mittelpunkt des Instrumentariums stellt.

Wählt die Politik den Weg über einen **separaten Emissionshandel** in den Nicht-EU-ETS-Sektoren, muss es ihr gelingen, sich glaubwürdig an den durch die verbindlichen Ziele der Lastenteilungsvereinbarung vorgegebenen Mengenpfad zu binden. Eine weitere zentrale Anforderung an diese Strategie besteht darin, dass sie nur dann als ernsthafter Versuch der Neuausrichtung der Klimapolitik eingeordnet werden dürfte, wenn sie umgehend zu sichtbaren Anstrengungen führt, die kein Hinausschieben der Neuausrichtung mehr zulassen. Wählt sie hingegen den Weg über eine **CO₂-Steuer**, dann wird sie angesichts der weithin unbekannten Vermeidungskosten in den Nicht-EU-ETS-Sektoren die Steuersätze im Zeitverlauf so stringent anpassen müssen, dass dadurch die Erfüllung der Ziele der Lastenteilungsvereinbarung erreicht wird. Die CO₂-Steuer muss zudem verbindlich wieder abgeschafft werden, sobald die Überführung der Nicht-EU-ETS-Sektoren in den umfassend integrierten Emissionshandel vollzogen ist.

11. Die hier beschriebene Neuausrichtung der nationalen Klimapolitik würde den Spielraum eröffnen, die **bislang sozial sehr unausgewogen** ausgestaltete Transformation des Systems der Energieversorgung durch das **Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)** zu überwinden. Eine konsequente Ausrichtung der Klimapolitik an einem **CO₂-Preis** wird die durch die Transformation des Energiesystems ausgelösten Belastungen für Unternehmen und Haushalte insgesamt geringer halten und **transparenter** gestalten. Gleichzeitig müssen die Gefahren für die internationale **Wettbewerbsfähigkeit** der Unternehmen in die Überlegungen einbezogen und die Verlagerung von Emissionen ins Ausland (**Carbon Leakage**) vermieden werden.

Zum anderen sollte das Ziel der CO₂-Bepreisung ausschließlich darin bestehen, die CO₂-Emissionen auf effiziente Weise zu reduzieren, und nicht darin, neue

staatliche Einnahmen – aus Emissionshandel oder CO₂-Steuer – zu generieren. Daher sollten die **Einnahmen vollständig zurückgeführt** werden. Neben der Rückgabe von Einnahmen sind begleitende klimapolitische Maßnahmen denkbar. Dies kann dazu beitragen, die Transformation **sozial ausgewogen** zu gestalten und damit die Akzeptanz der CO₂-Bepreisung und letztlich der Transformation des Energiesystems insgesamt merklich erhöhen. Das vorliegende Sondergutachten lotet die Vor- und Nachteile unterschiedlicher Optionen eines Sozialausgleichs aus.

12. Insgesamt stehen der Politik somit umfassende Möglichkeiten zur Verfügung, ein **Reformpaket** zu schnüren, das aufgrund seiner konsequenten Ausrichtung an der Idee der Bepreisung von Treibhausgasen klimapolitisch sinnvoll ist, das die aus dem Transformationserfordernis entstehenden volkswirtschaftlichen Belastungen begrenzt und das sie zugleich sozial ausgewogen gestaltet.

II. GLOBALE KOORDINATION UNVERZICHTBAR

WICHTIGSTE AUSSAGEN

- ↙ Die Eindämmung des Klimawandels ist eine globale Herausforderung, für deren Bewältigung ein international koordiniertes Vorgehen unverzichtbar ist.
- ↙ Die Zielvorgaben des Pariser Klimaabkommens zur Emissionsvermeidung erfordern eine wirksame und effiziente Umsetzung durch eine weltweite Bepreisung von Treibhausgasemissionen.
- ↙ Mit einer starken Verhandlungsposition lässt sich eine globale Koordination am ehesten erreichen. Dabei helfen Adoptionsmaßnahmen, eine Vorbildfunktion und Reziprozität.

13. Der Klimawandel ist in doppelter Hinsicht eine **globale Herausforderung**. Zum einen kann sich weltweit niemand diesem Problem vollständig entziehen, selbst wenn Staaten und Individuen in unterschiedlichem Ausmaß von den Folgen des globalen Klimawandels betroffen sind. Die Berechnungen aus **Klimamodellen** verdeutlichen die gewaltige Herausforderung der Eindämmung dieses Problems und die damit voraussichtlich verbundenen volkswirtschaftlichen Kosten, wenngleich ihre quantitativen Aussagen naturgemäß mit großer Unsicherheit behaftet sind.

Zum anderen wird der Klimawandel von allen Staaten und Individuen weltweit gemeinsam beeinflusst. Ein Staat kann daher durch eigene Maßnahmen zur Vermeidung (**Mitigation**) nur in sehr begrenztem Ausmaß auf sein „eigenes“ Klima einwirken. Daher entsteht ein **Trittbrettfahrerproblem**: Der handelnde Staat trägt zwar die Kosten seiner Anstrengungen, genießt aber nicht annähernd im gleichen Maße deren Vorteile. Andere Staaten und Individuen können hingegen Vorteile aus diesen Maßnahmen ziehen, müssen deren Kosten aber nicht voll tragen. Dies führt zu unzureichenden Anstrengungen im Bereich der Emissionsvermeidung. Eine erfolgreiche globale Mitigationsstrategie muss diese individuellen Anreizprobleme überwinden.

Dieses Problem wird durch einen **Generationenkonflikt** verschärft: Zum einen entstehen durch die Klimawirkung des Ausstoßes von Treibhausgasemissionen nicht über Märkte bepreiste („externe“) Kosten, welche die aktuelle Generation auf die künftigen Generationen überwälzt. Andererseits entstehen im Zuge einer raschen Transformation der Volkswirtschaft hohe Anpassungskosten, die von gegenwärtigen Generationen zu tragen sind. Diese Abwägung ist bei der Bewertung und „Internalisierung“ der Kosten zu beachten.

14. Aus Sicht der Staaten ist es angesichts dieses schwerwiegenden Koordinationsproblems attraktiv, auszuloten, welche Strategien der **Adaption** als Alternative zur Verfügung stehen. Diese Strategien zielen darauf ab, auf die durch den Klimawandel hervorgerufenen Veränderungen so zu reagieren, dass deren wirtschaftliche und gesellschaftliche Kosten gering ausfallen, oder sogar Chancen, die eine Klimaerwärmung für einige Regionen bieten, systematisch zu nutzen.
 ↙ **ZIFFERN 28 FF.** Da bei der Adaption im Gegensatz zur Mitigation typischerweise

Nutzer und Kostenträger der Maßnahmen zusammenfallen, kann ihre Umsetzung staatlichen und privatwirtschaftlichen Prozessen auf nationaler Ebene überlassen werden (Wissenschaftlicher Beirat beim BMF, 2010). Die Strategie der Adaption bietet deshalb Möglichkeiten für eine **unilaterale, nationale Klimapolitik** in einer Vielzahl von Wirkungsbereichen. Eine internationale Dimension gewinnt die Adaption lediglich durch die möglicherweise notwendige Unterstützung besonders betroffener Regionen.

15. Allerdings wäre eine weltweite **ausschließliche Fokussierung** auf die Strategie der Adaption **volkswirtschaftlich nicht effizient** und würde zu höheren volkswirtschaftlichen Kosten aufgrund des Klimawandels sowie zu einer ungleicheren Verteilung der Lasten führen (Nordhaus, 2018). Die Klimapolitik ist vielmehr gut beraten, eine gemischte Strategie anzustreben. Die **Mitigation** ist dabei ein unverzichtbares Element der weltweiten klimapolitischen Anstrengungen. Die Unterzeichnung des Pariser Klimaabkommens ist hierfür ein wichtiger erster Schritt, reicht aber bei Weitem nicht aus. Es kommt vielmehr darauf an, die Ziele des Abkommens zur Begrenzung der Erwärmung wirksam durchzusetzen. Dazu wäre eine zu den Zielen passende und gesicherte Rückführung der Emissionen unbedingte Voraussetzung, idealerweise umgesetzt über eine international einheitliche Bepreisung, die stetig auf ihre Einhaltung überwacht wird.

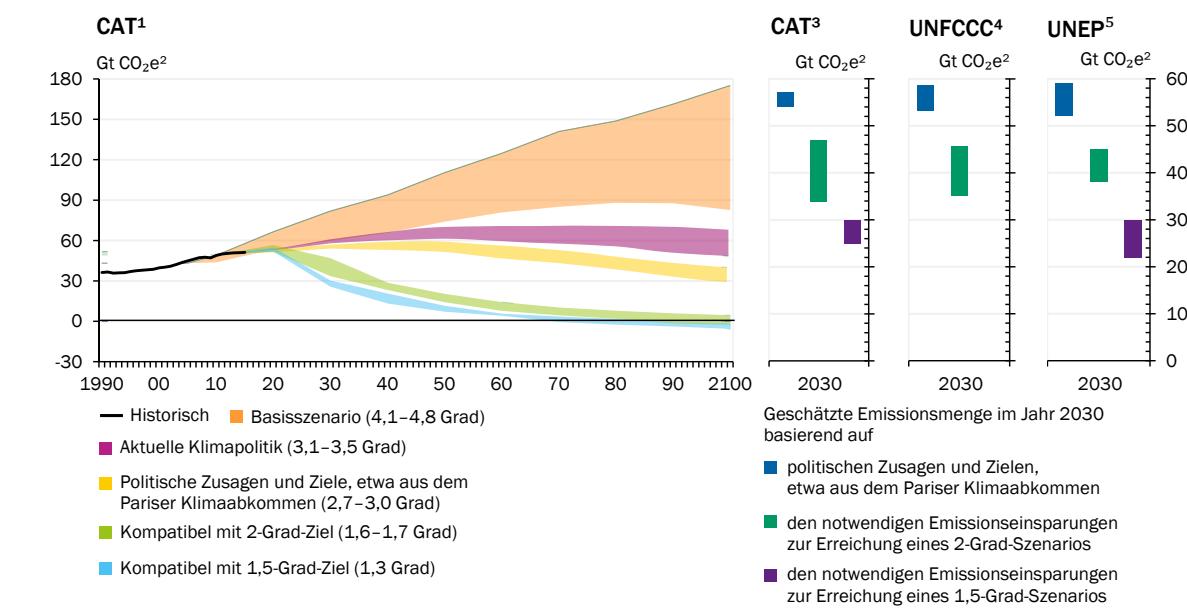
Beim Bemühen um eine koordinierte globale Mitigationsstrategie sollten die **Rückwirkungen** der individuellen Anpassungsmaßnahmen auf das Zustandekommen einer Verhandlungslösung bedacht werden (Kane und Shogren, 2000; Wissenschaftlicher Beirat beim BMF, 2010; Buob und Stephan, 2011; Konrad und Thum, 2014; Auerswald et al., 2018): Je größer die Schäden aufgrund des Klimawandels für ein Land ausfallen, desto stärker dürfte das **Interesse am Zustandekommen einer globalen Verhandlungslösung** sein. Verstärkt ein Staat nun seine Anstrengungen der Anpassung, verringern sich dadurch seine potenziellen Grenzkosten aus den Emissionen und gleichzeitig der Grenznutzen aus der Vermeidung (Zehaie, 2009). Eine erfolgreiche Anpassungsstrategie führt daher unmittelbar dazu, dass im eigenen Land die Folgekosten des Klimawandels verringert werden, und kann dazu beitragen, auf internationaler Ebene Zustimmung zu einer gemeinsamen Vereinbarung zur Mitigation zu erlangen.

1. Klimaszenarien mit großer Unsicherheit verbunden

16. **Klimamodelle** simulieren zukünftige Klimaveränderungen auf der Basis von unterschiedlichen Entwicklungspfaden für den Ausstoß von Treibhausgasen. Aus Emissionsszenarien ergeben sich somit Aussagen über wahrscheinliche Temperaturveränderungen in der langen Frist, etwa bis zum Jahr 2100. ↗ **ABBILDUNG 2 LINKS** Bei der **Interpretation der Ergebnisse** dieser Berechnungen muss berücksichtigt werden, dass diese auf zahlreichen Annahmen über zukünftige Entwicklungen beruhen, etwa zum Bevölkerungswachstum, zu ökonomischen und sozialen Entwicklungen, technologischen Veränderungen oder dem weltweiten Ressourcenverbrauch. Zudem bestehen erhebliche Unsicherheiten über die Wirkungskanäle und die Zusammenhänge. Dementsprechend variieren je nach Klimamodell und den darin unterstellten Annahmen die jährlichen

↓ ABBILDUNG 2

Potenzielle Treibhausgas-Emissionsszenarien unter verschiedenen Annahmen zur Klimapolitik



1 – Die Abbildung zeigt jährliche Emissionsmengen basierend auf den Erwärmungsszenarien des Climate Action Tracker (CAT) unter Berücksichtigung der Aktualisierung vom Dezember 2018. Temperaturen stellen die geschätzten globalen Veränderungen im Verhältnis zum vorindustriellen Temperaturniveau dar. Die Flächen zeigen die Bandbreiten der möglichen Veränderungen. 2 – Gigatonnen CO₂-Äquivalente. 3 – Climate Action Tracker (CAT) unter Berücksichtigung der Aktualisierung vom Dezember 2018. 4 – United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). Emissionsmenge zur Erreichung eines 1,5-Grad-Szenarios für das Jahr 2030 nicht verfügbar. 5 – United Nations Environment Programme (UNEP).

Quellen: CAT, UNEP (2019), UNFCCC (2015)

© Sachverständigenrat | 19-181

Emissionsmengen und damit verbunden die Temperaturveränderungen teilweise stark. ↓ ABBILDUNG 2 RECHTS

17. Werden zukünftig **keine neuen politischen Maßnahmen** ergriffen, projiziert der Climate Action Tracker (CAT, 2018) auf Grundlage der Basisszenarien (AR5) des Weltklimarates (Intergovernmental Panel on Climate Change) (IPCC, 2014) für das Jahr 2100 Netto-Treibhausgasemissionen von 83 bis 175 Gigatonnen CO₂-Äquivalenten. ↓ ABBILDUNG 2 LINKS In solchen Basisszenarien könnte sich die **globale Oberflächentemperatur um über 4 Grad** im Vergleich zum vorindustriellen Temperaturniveau erwärmen (Hsiang und Kopp, 2018; Nordhaus, 2019). Zur Verdeutlichung der Unsicherheit dieser Vorhersage zeigt ein Vergleich unterschiedlicher Modelle, dass die durchschnittliche Standardabweichung der Temperaturschätzungen knapp 1 Grad beträgt (Nordhaus, 2018). Werden hingegen die Zusagen der Regierungen zum Klimaschutz, etwa im Rahmen des **Pariser Klimaabkommens**, mit Stand vom Dezember 2018 fortgeschrieben, führt dies in den Analysen des CAT (2018) immerhin zu einer geringeren Erwärmung **zwischen 2,7 und 3,0 Grad**.
18. Obschon die gezeichneten **Emissionsszenarien** stark vom zugrunde liegenden Modell und den unterstellten Annahmen abhängen und daher mit großer Unsicherheit behaftet sind, erlauben sie es, die aufgrund unterschiedlicher Temperaturziele notwendigen Mengeneinsparungen abzuleiten, ausgedrückt entweder als anzustrebender Reduktionspfad oder als insgesamt noch zulässige Emissionsmenge (Edenhofer et al., 2019). Die kumulierten Netto-Emissionen, die insgesamt noch ausgestoßen werden können, um mit einer bestimmten Wahrschein-

lichkeit eine globale Erwärmung über ein definiertes Temperaturziel hinaus zu vermeiden, werden als **Emissionsbudget** bezeichnet (IPCC, 2014; Rogelj et al., 2018). Die Darstellung als Budget macht deutlich, dass es für die Veränderung des Klimas auf die kumulierte Menge der Treibhausgasemissionen in der Atmosphäre und weniger auf konkrete Pfade der Emissionen ankommt.

19. Zur Begrenzung der Erwärmung unter 2 Grad steht nach Schätzungen ein **globales Emissionsbudget von etwa 800 bis 1 000 Gigatonnen CO₂** zur Verfügung (IPCC, 2014; MCC, 2016; EASAC, 2018). Der IPCC gibt das Emissionsbudget mit 420 Gigatonnen CO₂ an, wenn eine maximale Erwärmung um 1,5 Grad mit einer Wahrscheinlichkeit von 66 % erreicht werden soll (IPCC, 2018). Basierend auf verschiedenen Schätzungen betrug die globale Emissionsmenge im Jahr 2018 zwischen 30 und 50 Gigatonnen an CO₂ (MCC, 2016; EASAC, 2018). Bliebe es in den kommenden Jahren dabei, wäre also das Budget **in etwa 8 bis 14 Jahren erschöpft**.
20. Zu einem ähnlichen Ergebnis wie CAT (2018) kommen Studien der United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC, 2015) und des United Nations Environment Programme (UNEP, 2019), die anzustrebende Reduktionspfade ermitteln. Demnach dürfen zur Erreichung einer maximalen Erwärmung um 2 (1,5) Grad im Jahr 2030 maximal Netto-Treibhausgasemissionen in Höhe von **36 bis 46** (24 bis 30) **Gigatonnen an CO₂-Äquivalenten** emittiert werden. ↴ [ABBILDUNG 2 RECHTS](#)
21. Da die Emissionen aller Voraussicht nach nur schrittweise und nicht schlagartig reduziert werden können, müssen die Netto-Treibhausgasemissionen ab einem bestimmten Zeitpunkt nahe null sein, um die globale Erwärmung bis zum Jahr 2100 auf unter 2 oder 1,5 Grad zu begrenzen (**Klimaneutralität**). Dies bedeutet, dass nur noch so viele Treibhausgasemissionen ausgestoßen werden, wie durch natürliche Senken (beispielsweise Wälder und Ozeane) oder künstliche Senken (etwa chemische Verfahren) wieder aus der Atmosphäre herausgenommen werden. Für eine Erwärmung um maximal 2 (1,5) Grad müsste laut IPCC (2018) Klimaneutralität etwa um das Jahr 2070 (2050) erreicht werden.
22. Die **Brutto-Emissionen** können größer als das verfügbare Emissionsbudget sein, solange sie durch ausreichende **negative Emissionen** kompensiert werden. So gibt es etwa für die Emissionen aus manchen industriellen Prozessen bislang entweder noch keine Vermeidungsmöglichkeiten oder die Vermeidungskosten sind sehr hoch. Daher werden Maßnahmen notwendig sein, um Treibhausgase aus der Atmosphäre zu entfernen oder ein Entweichen der entstehenden Emissionen in die Atmosphäre zu verhindern. ↴ [KASTEN 1](#)

In vielen Klimaszenarien ist dies bereits berücksichtigt, und sie gehen davon aus, dass für die Stabilisierung der Erderwärmung auf 2 oder 1,5 Grad eine Reduktion der Treibhausgasemissionen nicht ausreichend ist, sondern der Atmosphäre wieder Treibhausgase entzogen werden müssen (Smith et al., 2015; MCC, 2016; Fuss et al., 2018; Rogelj et al., 2018). Der Bedarf an negativen Emissionen wird umso stärker, je ambitionierter das zu erreichende Temperaturziel ist und je weiter Politikmaßnahmen zur Reduktion von Treibhausgasemissionen in die Zukunft verschoben werden.

↳ KASTEN 1

Technologien zur Abscheidung von Kohlenstoffdioxid oder Rückholung aus der Atmosphäre

Das **Carbon Capture and Storage**-Verfahren (CCS) fängt Treibhausgase ein und speichert sie langfristig. CCS kann dazu verwendet werden, Emissionen aus industriellen Prozessen direkt zu binden und in geologischen Tiefenlagern zu speichern. Alternativ kann statt der Speicherung der Kohlenstoff etwa für synthetische Kraftstoffe oder chemische Produkte weiterverwendet werden (**Carbon Capture and Use**, CCU). So wird trotz der CO₂-Entstehung im Produktionsprozess, die mit aktueller Technologie nicht oder nur zu hohen Kosten verhindert werden kann, ein Entweichen in die Atmosphäre verhindert. Das Verfahren wird in einigen Ländern bereits erfolgreich erprobt (Deutscher Bundestag, 2018a; IOGP, 2019). Für die Abscheidung, den Transport und die Speicherung ist allerdings derzeit noch ein hoher Energieaufwand erforderlich (Umweltbundesamt, 2018a). Inwiefern sich hohe Risiken aus der CO₂-Speicherung für Gesundheit, Sicherheit und Umwelt ergeben, ist umstritten. So schätzt das IPCC (2005) die Risiken vergleichbar etwa mit der bereits praktizierten Speicherung von Erdgas und die Wahrscheinlichkeit des Entweichens des gespeicherten CO₂ als äußerst gering ein.

Es gibt biologische, chemische und physikalische Verfahren, um CO₂ aus der Luft einzufangen (**Carbon Dioxide Removal**, CDR). Dazu zählen etwa Aufforstungsprogramme oder die Meeresdüngung, welche die CO₂-Aufnahme der natürlichen Senken erhöhen. **Direct Air Capture** (DAC) beschreibt eine Methode, die das Herausfiltern von CO₂ aus der normalen Umgebungsluft durch chemische Prozesse und dessen dauerhafte unterirdische Speicherung erlaubt. Eine der wichtigsten Technologien zur Erreichung negativer Emissionen ist Bioenergie mit CO₂-Abscheidung und -Speicherung (**BECCS**). Dabei wird (schnell wachsende) Biomasse, die während des Wachstums CO₂ aus der Atmosphäre aufgenommen hat, beispielsweise in Kraftwerken verbrannt und das CO₂ umgehend abgeschieden und gespeichert (MCC, 2016). Im Gegensatz zur Aufforstung kann BECCS mit weniger Flächenverbrauch negative Emissionen generieren und steht damit weniger in Konkurrenz zu anderer Landnutzung, etwa der Nahrungsmittelproduktion.

Generell bergen negative Emissionen potenziell **Zielkonflikte**, nicht nur in der Landnutzung, sondern etwa in der Nutzung von Wasser, Energie und Nährstoffen (MCC, 2016). Zudem sind die geophysischen Grenzen und die Möglichkeiten der Anwendung von vielen negativen Emissionstechnologien mit großen Unsicherheiten behaftet. Allen Optionen dürfte gemein sein, dass sie nur begrenzt verfügbar sind. Einige der Verfahren sind aktuell noch mit erheblichen Kosten pro Tonne CO₂ verbunden, sind insgesamt noch wenig erforscht, und es ist unsicher, ob sie jemals in nennenswertem Ausmaß zur Verfügung stehen werden (Smith et al., 2015; Fuss et al., 2018). Da einzelne Technologien nur begrenzt nutzbar sind und spezifische Zielkonflikte aufweisen, könnte ein Portfolio an CDR-Technologien zur Anwendung kommen (Nemet et al., 2018).

Angesichts der Vorbehalte in Teilen der Bevölkerung erließ die Bundesregierung im Jahr 2012 ein Gesetz zur Demonstration zur dauerhaften Speicherung von Kohlenstoffdioxid (KSpG). Durch zeitliche und mengenmäßige Grenzen ist die Anwendung der CCS-Technologie **in Deutschland seitdem weitgehend auf Demonstrationsprojekte begrenzt** (Deutscher Bundestag, 2018b). Die Europäische Kommission betont hingegen die Rolle der CCS-Technologie zur Erreichung der langfristigen Emissionsziele auf EU-Ebene (Europäisches Parlament, 2009).

Der IPCC rechnet für das Jahr 2100 bei mehr als zwei Dritteln der Szenarien mit einer maximalen Erwärmung von 2 Grad mit einem BECCS-Anteil an der Primärenergie von mehr als 20 % und geht davon aus, dass bis zum Jahr 2100 etwa **ein Drittel der erforderlichen Emissionseinsparungen** zur Erreichung eines 1,5-Grad-Szenarios aus CDR-Technologien stammt (IPCC, 2018). Aktuell berücksichtigt der IPCC in seinen Szenarien hauptsächlich Aufforstungsprogramme und BECCS. Während im Jahr 2030 CDR-Technologien in den IPCC-Szenarien noch keine nennenswerte Rolle spielen, müssten zur Erreichung einer maximalen Erwärmung von 1,5 Grad insgesamt je nach Szenario 100 bis 1 000 Gigatonnen CO₂ aus der Atmosphäre entnommen werden (IPCC, 2018).

23. Um Treibhausgasemissionen zu reduzieren, müssen volkswirtschaftliche Ressourcen aufgewendet werden. Die Anforderungen steigen mit der angestrebten Reduktion der Emissionsmengen. Gleichzeitig führt die Emission von zusätzlichen Treibhausgasen zu Schäden und damit Kosten für Wirtschaft und Gesellschaft. Diese entstehen etwa als Resultat eines Rückgangs von Bodenerträgen und sinkender Arbeitsproduktivität sowie deren Folgewirkungen. Um diese **ökonomischen Kosten des Klimawandels** zu beziffern, integrieren Modelle wie das DICE-Modell von Nordhaus (1994, 2018), das RICE-Modell von Nordhaus und Yang (1996), das IMAGE-Modell des Niederländischen Staatlichen Instituts für öffentliches Gesundheitswesen und Umwelt (RIVM) oder das WIGEM-Modell von Kemfert (2002) Teilmodelle verschiedener Disziplinen in ein Gesamtmodell. Sie enthalten zumeist mindestens ein Klimamodell und ein ökonomisches Modell, etwa ein Allgemeines Gleichgewichtsmodell.

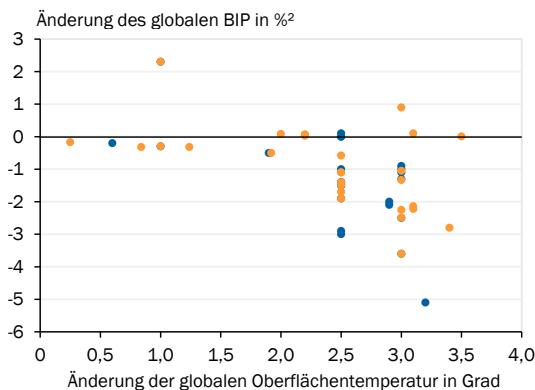
Bei diesen Schätzungen werden mehrere Modelle zusammengeschlossen, sodass typischerweise zusätzliche Annahmen erforderlich sind und die mit den Modellergebnissen verbundenen **Unsicherheiten** noch größer werden (OECD, 2015; Hsiang und Kopp, 2018). Entsprechend ergeben sich in verschiedenen ökonomischen Studien, je nach zugrunde liegendem Bewertungsmodell und den getroffenen Annahmen, erhebliche Unterschiede in den für verschiedene Erwärmungsszenarien geschätzten Auswirkungen auf das globale Bruttoinlandsprodukt (BIP).

24. In Literaturüberblicken präsentieren Tol (2018) sowie Nordhaus und Moffat (2017) Schätzwerte für die **langfristigen Auswirkungen klimatischer Veränderungen auf die globale Wohlfahrt**. Eine Erwärmung um 2 bis maximal 3 Grad dürfte demnach einen Niveaueffekt zwischen –3,6 % und +0,1 % auf das globale Einkommen im Vergleich zu einem Basisszenario ohne Erwärmung haben. ↴ [ABBILDUNG 3 LINKS](#) Bei einer Erwärmung von über 3 bis maximal 4 Grad liegen die Schätzwerte zwischen –17,8 % und +0,9 %. Dabei verdeckt die Darstellung einer einzigen Schätzung je Studie die noch höhere Unsicherheit, die sich aus der Unsicherheit innerhalb einer jeden Studie ergibt. Laut Schätzungen in Hsiang et al. (2017) dürfte der Schaden ungefähr quadratisch mit der globalen Temperaturveränderung zunehmen.

Speziell bei starken Temperaturanstiegen könnte es ab bestimmten **Kippunkten (Tipping Points)** aufgrund von Nicht-Linearitäten zu sich gegenseitig verstärkenden Effekten kommen, was eine Abschätzung der Kosten erschwert und zu weit höheren Effekten führt (Lemoine und Traeger, 2014). So kommen etwa Burke et al. (2015) bei Einbeziehung von **nicht-linearen Effekten** auf einen 2,5- bis 100-mal stärkeren Rückgang des BIP für Szenarien mit einem Temperaturanstieg von 2 Grad als bei Beachtung von lediglich linearen Effekten. Bei einer Erwärmung um 4 Grad schätzen sie ein um 23 % niedrigeres weltweites BIP im Jahr 2100 als das projizierte Niveau der Wirtschaftsleistung im Basisszenario.

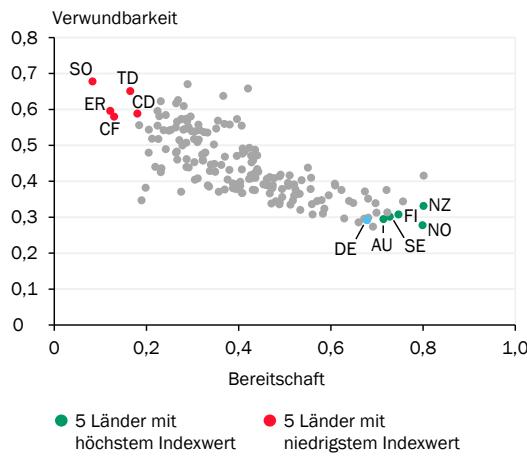
↙ ABBILDUNG 3
Globale Folgen des Klimawandels

Schätzungen zu den ökonomischen Auswirkungen des Klimawandels¹



Nachschätzungen verschiedener Studien durch
● Tol (2018) ● Nordhaus und Moffat (2017)

Notre Dame Global Adaptation Index (ND-GAIN) 2017³



1 – Die einzelnen Punkte bilden jeweils die zentralen Schätzungen der ökonomischen Kosten des Klimawandels aus verschiedenen Studien ab, die in den Meta-Analysen von Tol (2018) sowie Nordhaus und Moffat (2017) zusammengetragen wurden. Aufgrund der größeren Unsicherheit, die mit Erwärmungsszenarien von über 3,5 Grad verbunden ist, werden nur Studien einbezogen, die Kosten auf Basis einer Erwärmung von bis zu 3,5 Grad schätzen. 2 – Auswirkungen auf das globale Einkommen im Vergleich zu einem Basisszenario ohne Erwärmung. 3 – AU-Australien, CD-Demokratische Republik Kongo, CF-Zentralafrikanische Republik, DE-Deutschland, ER-Eritrea, FI-Finnland, NO-Norwegen, NZ-Neuseeland, SE-Schweden, SO-Somalia, TD-Tschad.

Quellen: Nordhaus und Moffat (2017), Notre Dame Global Adaption Initiative, Tol (2018)

© Sachverständigenrat | 19-178

Überlegungen zu einem rationalen Risikomanagement legen also unbedingt nahe, die mit niedriger Wahrscheinlichkeit auftretenden, aber katastrophalen Ereignisse zu berücksichtigen (**Tail Risks**). Somit geben die relativ niedrigen Schätzungen der linearen Effekte keineswegs Entwarnung. Vielmehr ist der Einsatz von ökonomischen Ressourcen zur Abwendung des Klimawandels unabdingbar. Dies kann als eine Art Versicherung gegen katastrophale Ereignisse verstanden werden, die aufgrund methodischer Probleme im Umgang mit tiefer Unsicherheit und Fat-Tail-Ereignissen notwendig wird (Weitzman, 2009, 2011).

25. Die Modelle können zudem Auswirkungen des Klimawandels nur in begrenztem Umfang berücksichtigen, die schwer monetär zu bewerten sind, aber erhebliche Bedrohungen für den weltweiten Wohlstand darstellen können. So hat der IPCC bereits im Jahr 1990 angemerkt, dass der größte Einzeleffekt der Veränderung des Klimas ihre Auswirkung auf die **weltweite Migration** darstellen könnte (IPCC, 1990). Die Überflutung von Land, die Beeinträchtigung der Landwirtschaft oder extreme Wetterereignisse könnten Menschen zur Wanderung veranlassen. Die Schätzungen dazu sind äußerst unsicher und variieren bis zum Jahr 2050 etwa zwischen 25 Millionen und 1 Milliarde Personen (IOM, 2009). Aus den Wanderungsbewegungen sowie den Klimaveränderungen ergeben sich zudem höhere Wahrscheinlichkeiten für gewaltsame Konflikte (Scheffran et al., 2012; Hsiang et al., 2013). Andere Auswirkungen, die in den Modellen nur begrenzt Eingang finden, sind etwa die Effekte auf die Tier- und Pflanzenwelt, auf die Biodiversität sowie soziale oder gesundheitliche Auswirkungen.

26. Auf Basis der Berechnungen aus den Klima-Ökonomie-Modellen lassen sich näherungsweise die sozialen Kosten des Kohlenstoffs in der Atmosphäre (**Social Cost of Carbon**, SCC) berechnen, also die Grenzkosten einer zusätzlich emittierten Tonne CO₂ (Edenhofer et al., 2019). Bei richtiger Bepreisung sollten diese Grenzkosten letztlich dem durch globales politisches Handeln erhobenen Preis für CO₂ entsprechen. Diese Schätzungen variieren aufgrund der Annahmen, etwa zu ökonomischen Wachstumsraten, den Emissionsintensitäten und den unterstellten Schadensfunktionen, erheblich. Eine der wesentlichen Unsicherheiten betrifft außerdem die Diskontrate, mit der die künftigen Kosten in aktuelle Größen übersetzt werden.

Beispielsweise ergeben Schätzungen der Grenzkosten im Basisszenario von Nordhaus (2019) einen Preis von **45 US-Dollar im Jahr 2020** und **108 US-Dollar im Jahr 2050**. Die US-amerikanischen National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2017) beziffern die sozialen Kosten einer Tonne CO₂ mit 12 bis 62 US-Dollar für das Jahr 2020 und mit 26 bis 95 US-Dollar für das Jahr 2050. Schätzungen der SCC können aber je nach Szenario, Zielvorgabe und Klimapolitik durchaus noch bedeutend höher ausfallen (Edenhofer et al., 2019).

27. In der Klimapolitik muss eine Balance zwischen dem durch sie zu erreichenden Nutzen und den mit ihr verbundenen Kosten gefunden werden. Nordhaus (2019) stellt in einer solchen **Kosten-Nutzen-Analyse** fest, dass sich unter Umständen ein optimaler Pfad abseits der Begrenzung der Erwärmung auf maximal 2 Grad ergeben könnte: Das optimale Kosten-Nutzen-Verhältnis selbst unter pessimistischen Annahmen würde sich demnach bei einem Emissionspfad einstellen, der bis zum Jahr 2100 zu einer Erderwärmung um 3 Grad führt. Zudem spricht er sich dafür aus, nicht wie sonst Höchsttemperaturen als Zielmarke für die internationale Klimapolitik anzusetzen, sondern Durchschnittstemperaturen. Dies würde ein **Überschießen** der Zieltemperatur für einen gewissen Zeitraum erlauben.

Derartige Überlegungen berücksichtigen jedoch nur eingeschränkt, dass es bei der optimalen Strategie zur Behandlung des Klimawandels nicht allein um den zu erwartenden Durchschnittspfad, sondern im **rationalen Risikomanagement** um die Absicherung gegenüber **Tail Risks** gehen muss.

2. Adoptionsmaßnahmen bislang wenig beachtet

28. Der Klimawandel dürfte sich **regional sehr unterschiedlich** auswirken. Der Notre Dame Global Adaptation Index (ND-GAIN) misst, welche Staaten in Zukunft vermutlich besonders unter dem Klimawandel leiden dürften. Hierzu werden die Verwundbarkeit (Vulnerability), also das Gefahrenpotenzial, die mögliche Intensität der Auswirkungen und dazu gegenläufig die Anpassungsfähigkeit des entsprechenden Landes gegenüber klimatischen Veränderungen ins Verhältnis gesetzt zur vermuteten nationalen Bereitschaft zu notwendigen Anpassungsmaßnahmen (Readiness), also die wirtschaftliche, institutionelle und gesellschaftliche Fähigkeit eines Landes, Investitionen wirksam zur Anpassung

einzusetzen. ↴ **ABBILDUNG 3 RECHTS** Die Abschätzung von regionalen ökonomischen Konsequenzen aus dem Klimawandel ist dabei mit einem hohen Maß an Unsicherheit behaftet.

29. Diesem Indikator zufolge werden **Entwicklungs- und Schwellenländer** die ökonomischen Folgen des Klimawandels voraussichtlich überdurchschnittlich stark zu spüren bekommen. Besonders in Afrika dürften die regionalen Volkswirtschaften gegenüber Klimaveränderungen besonders verletzlich, gleichzeitig aber nur eingeschränkt zu nationalen adaptiven Maßnahmen bereit oder in der Lage sein. ↴ **ABBILDUNG 3 RECHTS** In einem Szenario ohne weitere Politikmaßnahmen könnte im Jahr 2060 etwa in Nordafrika das BIP um 1,1 % bis 8,3 % niedriger sein als im Basisszenario ohne durch den Klimawandel bedingte Schäden (OECD, 2015). Unter Berücksichtigung nicht-linearer Effekte könnte das BIP in den ärmsten Volkswirtschaften im Jahr 2100 sogar um 75 % niedriger liegen als in einer Welt ohne Klimawandel (Burke et al., 2015).
30. Nordhaus (2019) geht davon aus, dass die meisten **Industriestaaten** hingegen in der Lage sein werden, sich zu vergleichsweise geringen Kosten zumindest über die nächsten Jahrzehnte an den Klimawandel anzupassen. Die Adoptionsmaßnahmen sind dabei in den Studien zu den Schätzungen der ökonomischen Folgen der Erwärmung in der Regel bereits berücksichtigt. ↴ **ZIFFERN 23 FF.** Für die Industriestaaten dürften die unmittelbaren ökonomischen Kosten durch die klimatischen Veränderungen daher mittelfristig recht gering bleiben. Für einzelne Staaten und Regionen, die weniger unmittelbar von den Klimaveränderungen betroffen sind, könnten sich unter Umständen mittelfristig sogar ökonomische Vorteile durch den Klimawandel ergeben, insbesondere im Tourismusbereich und durch Handelsgewinne.

So geht die OECD (2015) davon aus, dass etwa für die Gruppe der vier größten EU-Mitgliedstaaten bis zum Jahr 2060 aus dem Klimawandel nur geringe negative Einflüsse auf die Höhe des BIP entstehen werden. Die ILO (2019) findet bis zum Jahr 2030 ebenfalls nur marginale Effekte auf das BIP und den Arbeitsmarkt in Europa. Die größten volkswirtschaftlichen Kosten in Europa dürften im Süden entstehen (Ciscar et al., 2014). Deutschland und die EU könnten jedoch durch die starke Verflechtung mit dem Welthandel (Peter et al., 2018) und nicht zuletzt die möglicherweise durch den Klimawandel verursachten Wanderungsbewegungen besonders anfällig für die wirtschaftlichen Folgen in anderen Teilen der Welt sein. Zudem betrachten die Studien nur Temperaturanstiege bis 2 Grad, da die Folgen höherer Temperaturveränderungen schwer abzuschätzen sind. Diese dürften für Europa aber ebenfalls erhebliche Auswirkungen haben.

31. **Konkrete Adoptionsstrategien** hängen jeweils stark von den **nationalen Gegebenheiten** ab. Sie umfassen beispielsweise eine effizientere Nutzung von Energie- und Wasserressourcen, eine Anpassung von Regulierungen beispielsweise im Bereich der Baunormen, eine Verbesserung des Hochwasserschutzes, den Ausbau einer klimabeständigen öffentlichen Infrastruktur, die Stärkung des Gesundheits- und Sozialversicherungssystems und die Entwicklung vondürreresistenten Anbaukulturen (IWF, 2019).

Darüber hinaus könnten der Aufbau von nationalen Fiskalpuffern als Versicherung gegenüber Schocks durch Naturkatastrophen und eine stärkere Kanalisierung von privatem Kapital hin zu Investitionen, die zur Emissionsreduktion beitragen, sinnvolle ergänzende Maßnahmen sein (IWF, 2019). Adoptionsmaßnahmen innerhalb des Finanzsektors könnten zudem vor dem Hintergrund des systemischen Risikos notwendig sein, das vom Klimawandel für die Finanzmärkte ausgehen könnte (ESRB, 2016). ↴ **KASTEN 6**

32. In Deutschland bildet die im Jahr 2008 beschlossene **Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel** (DAS) die Grundlage der staatlichen Anpassungspolitik. In Aktionsplänen wird die Entwicklung von Methoden zur Identifizierung der Klimawandelauswirkungen und von Anpassungsoptionen gefördert. Bereits umgesetzte Kernvorhaben sind ein Monitoringsystem zur Beobachtung der Auswirkungen des Klimawandels und eine Vulnerabilitätsanalyse für Deutschland zur Identifizierung der vom Klimawandel betroffenen Regionen. Der gegenwärtige Fokus der DAS liegt auf Forschungs- und Anpassungsmaßnahmen, die Schäden durch Hochwasser oder Auswirkungen von Hitze in Städten vermindern sollen.
33. Adaption wird insbesondere für diejenigen Länder mit hohen Kosten verbunden sein, die besonders stark vom Klimawandel betroffen sind. Der Finanzierungsbedarf ist für einige der am stärksten betroffenen Regionen ohne **internationale Unterstützung** nicht zu decken. Dies ist daher ein wichtiger Bereich der deutschen **Entwicklungszusammenarbeit**. Beim Klimagipfel in Paris wurde eine Zusage der Industrieländer aus dem Jahr 2009 bestätigt und erweitert: Demnach sollen ab dem Jahr 2020 jährlich 100 Mrd US-Dollar aus öffentlichen und privaten Quellen für den Klimaschutz und die Anpassung von Schwellen- und Entwicklungsländern an die Folgen des Klimawandels bereitgestellt und noch vor dem Jahr 2025 ein ambitionierteres Finanzierungsziel gesetzt werden (BMZ, 2017).

Insgesamt hat Deutschland im Jahr 2017 etwa 3,65 Mrd Euro für den Klimaschutz und Anpassungsmaßnahmen außerhalb Deutschlands bereitgestellt (BMZ, 2019). Im Rahmen der bilateralen Klimafinanzierung fließen 1,1 Mrd Euro für Anpassungsmaßnahmen in Partnerländer (BMZ, 2017). Darüber hinaus leistet Deutschland finanzielle Beiträge zur **multilateralen Klimafinanzierung**. Zentrales Instrument ist der Green Climate Fund (GCF), der im Rahmen der UN-Klimakonferenz in Cancún zur Finanzierung von Mitigations- und Adoptionsmaßnahmen in Entwicklungsländern errichtet und mit insgesamt 10,3 Mrd US-Dollar (2014) ausgestattet wurde, wovon Deutschland rund 1 Mrd US-Dollar (750 Mio Euro) bereitstellte. Die EU-Mitgliedstaaten bestätigten bereits die Wiederauffüllung des Fonds (Europäischer Rat, 2019), und Deutschland hat angekündigt, seinen Beitrag auf 1,5 Mrd Euro zu verdoppeln (BMU, 2018a). Zudem ist Deutschland Geldgeber weiterer kleinerer Fonds und stellt mit etwa 420 Mio Euro (2018 bis 2022) nach Japan den zweitgrößten Betrag der Globalen Umweltfazilität (Global Environment Facility, GEF) (BMZ, 2018).

34. Vergleicht man die Summe der Ausgaben Deutschlands für nationale und internationale Adoptionsmaßnahmen mit der für Mitigationsmaßnahmen, so fällt auf,

dass die Ausgaben für Adaption **lediglich einen Bruchteil** der Ausgaben für Mitigation ausmachen. Ein Grund dafür könnte darin liegen, dass diese Maßnahmen oftmals ohne großen zeitlichen Vorlauf getätigt werden können, sobald ein bestimmtes Szenario eintritt. Vor allem in anderen Teilen der Welt könnten Adoptionsmaßnahmen zu einer Eindämmung der Schäden durch den Klimawandel führen. Eine Anpassung an besonders adverse Ereignisse mit ihren katastrophalen Folgen wird jedoch nicht möglich sein, weshalb die Versicherungsfunktion der Adaption begrenzt und Mitigation deshalb unverzichtbar ist.

3. Starke Verhandlungsposition anstreben

35. Während die Maßnahmen zur Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels auf nationaler Ebene verbleiben können, ist bei der **Mitigation** ein **internationales Vorgehen** notwendig. So ist der Anteil deutscher Emissionen an den weltweiten Emissionen so klein, dass selbst eine Reduktion auf null für sich genommen nur einen **marginalen Einfluss auf das weltweite Klima** hätte. ↗ **ABBILDUNG 1 RECHTS** Selbst der Anteil der EU ist nicht groß genug, um für sich genommen einen großen Einfluss auszuüben. Zudem beeinträchtigt ein nationales oder rein europäisches Vorgehen tendenziell die Wettbewerbsfähigkeit der heimischen Wirtschaft und riskiert, dass Emissionen durch **Carbon Leakage** nicht eingespart, sondern lediglich ins Ausland verlagert werden.

Ebenso kann ein international koordiniertes Vorgehen einer Reduktion der Preise fossiler Brennstoffe entgegenwirken, die dadurch ausgelöst werden könnte, dass diese aufgrund der Erwartung künftig steigender CO₂-Preise beschleunigt extrahiert würden und dadurch ihr Angebot am Weltmarkt erheblich ansteige („**Grünes Paradoxon**“; Sinn, 2008; Wissenschaftlicher Beirat beim BMWi, 2016). Je mehr Staaten sich an einer koordinierten Vorgehensweise beteiligen, desto geringer ist die Gefahr beider Formen von Carbon Leakage.

36. Das **Pariser Klimaabkommen** ist ein erster wichtiger Schritt, die gemeinsamen Ziele für den maximalen Temperaturanstieg in einer internationalen Vereinbarung festzulegen. ↗ **ZIFFERN 46 F.** Die **Umsetzung und Durchsetzung** des Abkommens bedürfen jedoch weiterer Anstrengungen. Zudem führen die angekündigten nationalen Beiträge zu dem Abkommen selbst bei ihrer Einhaltung noch nicht zu den für die Eindämmung des Temperaturanstiegs notwendigen Emissionseinsparungen. ↗ **ZIFFER 17** Es stellt sich also die Frage, wie eine möglichst effiziente Umsetzung und ein ambitioniertes Vorgehen global erreicht werden können.

Ob eine **Vorreiterrolle** angestrebt werden sollte, gemäß der andere Staaten einer ehrgeizigeren Reduktion der Treibhausgasemissionen folgen, die über das hinausgeht, was in internationalen Verträgen vereinbart wurde, wird in der verhaltens- und spieltheoretischen Forschung **infrage gestellt** (Cramton et al., 2015). Dort dominiert vielmehr die Sorge, dass ein nationales Vorpreschen **Trittrettfahrerverhalten befördern** könnte und ein wichtiges anzubietendes Element in internationalen Verhandlungen unnötig preisgeben würde. Die Vorreiterrolle führt dann in der Konsequenz lediglich zu hohen Kosten, ohne

dass entscheidende Verbesserungen des Weltklimas erreicht würden (Wissenschaftlicher Beirat beim BMF, 2010). Für einige der in der Literatur genannten Vorteile einer Vorreiterrolle (Schwerhoff et al., 2018) wie die Entwicklung neuer Technologien oder die Glaubwürdigkeit in internationalen Verhandlungen wäre eine Festlegung ambitionierter Reduktionsziele nicht notwendig.

37. In der Spieltheorie wird **Reziprozität**, also das Prinzip der Leistung gegen Gelegenleistung, als wichtiges Element internationaler Vereinbarungen identifiziert. Ungenügende Reziprozität führt tendenziell zu sinkender Teilnahme und geringerem Ehrgeiz (Kraft-Todd et al., 2015). Die empirische und theoretische Literatur zeigt, dass Alleingänge keine starken kollektiven Anstrengungen nach sich ziehen (Ledyard, 1995). Internationale Vereinbarungen mit ambitionierten Zielen müssen dementsprechend so ausgestaltet sein, dass die vereinbarten Anstrengungen der anderen Teilnehmer den eigenen ähneln (MacKay et al., 2015). Es sollte bei diesen Verhandlungen also darum gehen, durch den geschickten Einsatz von eigenen verbindlichen Zusagen **Zug um Zug** eine stärkere Kooperation zu erreichen.
38. Statt einer strategisch vermutlich unklugen Vorreiterrolle beim Setzen von Zielen für die rein nationale oder europäische Reduktion von Treibhausgasemissionen sollte eher erwogen werden, eine **Vorbildfunktion** einzunehmen. Diese kann durchaus hilfreich sein, wenn es etwa einer hoch entwickelten und fossile Energie intensiv nutzenden Volkswirtschaft wie Deutschland gelänge, die international vereinbarten Ziele volkswirtschaftlich effizient und ohne größere gesellschaftliche Verwerfungen zu erreichen (JG 2016 Ziffern 856 ff.). Dies war bislang keine Priorität der deutschen Klimapolitik.
39. Bei der Aufteilung von globalen Mengenzielen auf regionale und nationale Ziele oder Erstausstattungen ist Reziprozität aufgrund der unterschiedlichen Entwicklungsstände und zukünftigen Entwicklungen der teilnehmenden Staaten nicht einfach festzulegen und kontrollierbar. Cramton et al. (2015) schlagen daher vor, sich **weltweit** lediglich auf einen **einheitlichen Mindestpreis** für Treibhausgasemissionen zu einigen. Ob die Umsetzung des einheitlichen Preises dann etwa über eine Steuer oder einen Emissionshandel angestrebt würde, bliebe aber jeder Region selbst überlassen. Einzige Bedingung wäre, dass die durchschnittliche Belastung von CO₂ innerhalb der Region mindestens dem vereinbarten globalen Preis entspricht. Die Einnahmen können im jeweiligen Staat verbleiben, und eine schwierige weltweite Aufteilung von zulässigen Emissionsmengen auf unterschiedliche Staaten, etwa in internationalen Verträgen oder Emissionshandelssystemen, wäre nicht notwendig.

Mit diesem Vorschlag sind zwei **politökonomische Probleme** verbunden: Zum einen müsste ein globaler Preis je nach Erreichung der vorgesehenen Emissionsmenge iterativ in immer neuen Verhandlungsrunden oder über eine festgelegte Formel verändert werden. Zum anderen ist die Verteilung der Lasten der Emissionsreduktion durch unterschiedliche Vermeidungskosten weltweit zumindest anfänglich sehr ungleich verteilt. Letztere könnte im Nachhinein durch Transfers etwa über einen Klimafonds verändert werden. Würde stattdessen ein globales Emissionshandelssystem etabliert, würde sich der Preis automatisch

nach der vorgesehenen Emissionsmenge richten, dadurch aber volatiler werden. Allerdings könnte dann die Verteilung der Lasten vergleichsweise einfach über die Erstausstattung der Emissionszertifikate gesteuert werden.

40. Das Zustandekommen und die Einhaltung ambitionierter internationaler Vereinbarungen hängen noch von weiteren Faktoren ab. Insbesondere können das bereits umgesetzte oder geplante Ausmaß der Mitigation sowie der Adaption in den beteiligten Ländern einen Einfluss haben. Besondere **Anstrengungen** der Mitigation einzelner Länder **ohne vorherige internationale Vereinbarung** verringern den verbleibenden Vorteil des Zustandekommens einer gemeinsamen Lösung (Wissenschaftlicher Beirat beim BMF, 2010).

Hingegen kann eine unilaterale Anpassungspolitik die Chancen auf eine internationale Vereinbarung erhöhen, da sich die nationale Abhängigkeit von den Folgen des Klimawandels verringert. Die Rückfallposition und damit die Verhandlungsposition des Landes werden dadurch verbessert (Zehaie, 2009; Benchekroun et al., 2011; Auerswald et al., 2018).

41. Die aktuell und zukünftig größten Emittenten von Treibhausgasemissionen sind nach dem ND-GAIN unterschiedlich stark vom Klimawandel betroffen. ↴ **ABBILDUNG 3 RECHTS** Es zeigt sich, dass die großen EU-Mitgliedstaaten weniger verwundbar sein dürften als die meisten anderen Staaten: Während Deutschland in der Rangfolge aufsteigend mit der Verwundbarkeit auf Rang 4 von 181 Staaten liegt, Frankreich auf Rang 6 und Italien auf Rang 15, finden sich die Vereinigten Staaten auf Rang 22. China liegt auf Rang 66, Indien auf Rang 131 und die afrikanischen und kleinere Insel-Staaten finden sich auf den untersten Rängen. Durch die höhere Verwundbarkeit der anderen Staaten dürfte es eigentlich ein großes internationales **Interesse an Reziprozität** und einer Einbindung Deutschlands und der EU in die globalen Anstrengungen zum Klimaschutz geben.
42. Wollen Deutschland und die EU das Zustandekommen eines ambitionierten und an einem Preis orientierten globalen Vorgehens zusätzlich befördern, könnten sie neben der Stärkung ihrer Verhandlungsposition durch Adoptionsmaßnahmen und das Einfordern von Reziprozität die Teilnahme mit zusätzlichen **finanziellen Anreizen verknüpfen**. Diese könnten etwa der Zugang zum gemeinsamen Markt oder zu den Transfers aus einem Klimafonds sein. Gegenüber entwickelten Volkswirtschaften könnte eine adäquate CO₂-Bepreisung Teil der Verhandlungen von Freihandelsabkommen sein. Weniger entwickelten Volkswirtschaften könnte bei Einführung eines internationalen CO₂-Preises der Zugang zu zusätzlichen Mitteln aus einem von den entwickelten Volkswirtschaften aufgestockten Klimafonds gewährt werden. Diese internationalen Transfers könnten zu einem Kosten- und Nutzenausgleich zwischen den an der einheitlichen Bepreisung teilnehmenden Staaten und damit einer stabileren Koalition führen (Cramton und Stoft, 2012; Kornek und Edenhofer, 2019).
43. Vielfach wird zur Durchsetzung ambitionierter internationaler Vereinbarungen die Erhebung allgemeiner Zölle auf Importe aus Staaten diskutiert, die am internationalen Vorgehen nicht teilnehmen. Nordhaus (2015) zeigt, dass relativ niedrige einheitliche **Zölle auf Nicht-Mitglieder** eines „Climate Club“ zu einer großen Koalition mit hohen Zielen für die Emissionsreduktion führen können.

Diese allgemeine Zollerhöhung, die von einem Grenzausgleich ↴ [ZIFFERN 198 FF.](#) zu unterscheiden ist, wäre für einen offenen Wirtschaftsraum wie die EU und Deutschland jedoch mit hohen Risiken verbunden und ist daher nicht ratsam. Zölle würden die Gefahr einer Eskalation des Protektionismus im Welthandel erhöhen und dem arbeitsteiligen weltweiten Wirtschaftssystem entgegenstehen.

III. KLEINTEILIGES VORGEHEN VERSCHWENDET RESSOURCEN

WICHTIGSTE AUSSAGEN

- Mit dem Europäischen Emissionshandel (EU-ETS) gibt es bereits ein funktionierendes marktbares Instrument. Dieses stellt die Zielerreichung in der Industrie und dem Energiesektor sicher.
- Im Nicht-EU-ETS-Sektor versucht die Politik bisher, mit kleinteiligen Maßnahmen Emissionen zu reduzieren. Die auf europäischer Ebene vereinbarten nationalen Ziele dürften verfehlt werden.
- Die deutsche Energiewende ist ineffizient. Eine konsequente Neuausrichtung der Klimapolitik würde eine Reform der umweltbezogenen Steuern und Abgaben umfassen.

1. Zusätzliche nationale Ziele sind überflüssig

44. Deutschland ist verschiedene **völkerrechtliche Verpflichtungen zum Klimaschutz auf europäischer und globaler Ebene** eingegangen, um seinen Emissionsausstoß zu begrenzen. Dazu zählen internationale Abkommen wie das Kyoto-Protokoll und das Pariser Klimaabkommen sowie Beschlüsse auf europäischer Ebene. Zusätzlich hat sich Deutschland selbst weitere Ziele für die Reduktion der Treibhausgasemissionen gesetzt.

Globale Zielvereinbarungen

45. Die erste **rechtlich bindende Verpflichtung** zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen ging Deutschland **im Rahmen des Kyoto-Protokolls** im Jahr 1997 ein. Die Bundesregierung verpflichtete sich darin zu einer Reduzierung der Emissionen um 21 % bis zum Jahr 2012 gegenüber dem Basisjahr 1990. In Doha wurde im Jahr 2012 eine **Verlängerung des Kyoto-Protokolls** für den Zeitraum von **2013 bis 2020** verabschiedet. Neuseeland, Japan und Russland nahmen an der zweiten Verpflichtungsperiode nicht mehr teil, und im Mai 2018 deckte das Abkommen nur etwa 15 % der weltweiten Emissionen ab (BMU, 2017a). Die EU-Mitgliedstaaten ratifizierten das Abkommen im Jahr 2017 in einem eher symbolischen Akt, da sich im Dezember des Jahres 2015 die 195 Staaten der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen in Paris auf ein Nachfolgeabkommen für das Kyoto-Protokoll ab dem Jahr 2020 verständigt hatten.

46. Das **Pariser Klimaabkommen** trat im November 2016 in Kraft (Vereinte Nationen, 2019). Hauptziel des Abkommens ist eine Begrenzung des **globalen Temperaturanstiegs auf deutlich unter 2 Grad Celsius** im Vergleich zum vorindustriellen Zeitalter. Zudem sollen Anstrengungen unternommen werden, den globalen Temperaturanstieg sogar auf 1,5 Grad Celsius zu begrenzen. Dazu wird eine deutliche Reduktion der weltweiten Treibhausgasemissionen, insbe-

sondere der CO₂-Emissionen, angestrebt. Bis Ende des Jahrhunderts soll die weltweite Klimaneutralität erreicht werden.

Im Gegensatz zum Kyoto-Protokoll umfasst das Pariser Klimaabkommen Staaten mit sehr hohem CO₂-Ausstoß wie China, Indien, Brasilien und – zunächst – die USA. Im Juni 2017 verkündeten die USA jedoch ihren Ausstieg aus dem Abkommen zum Ende des Jahres 2020. Damit würde einer der größten Emittenten der Welt dem Klimaschutzabkommen nicht mehr angehören. Die Auswirkungen eines Austritts der Vereinigten Staaten auf das Weltklima sind allerdings ungewiss, da hauptsächlich die US-amerikanischen Bundesstaaten die im Abkommen vereinbarten Ziele umsetzen. Einige dieser Bundesstaaten wollen an ihren Klimaschutzz Zielen festhalten oder erneuerbare Energien ausbauen (BMU, 2019a).

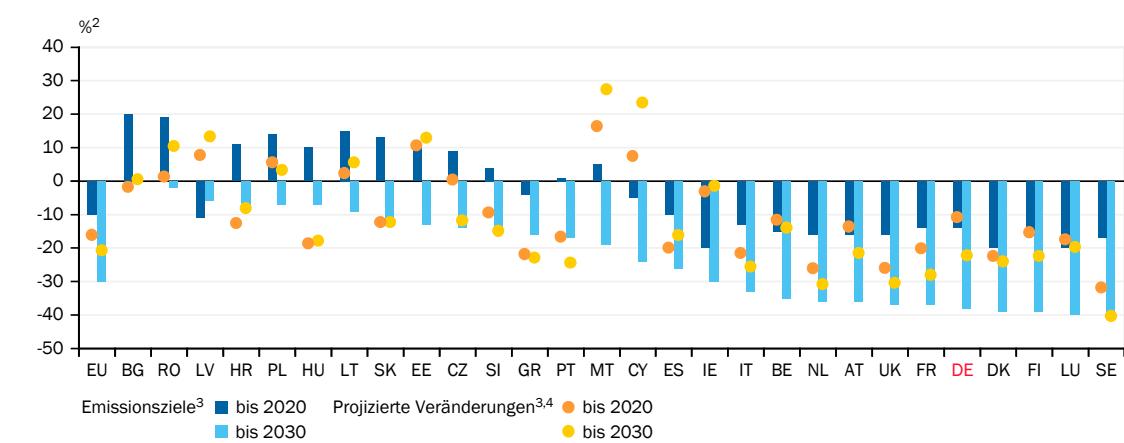
47. Das **Pariser Klimaabkommen** verpflichtet die Unterzeichnerstaaten, Pläne für die jeweiligen nationalen Beiträge zum Klimaschutz (**Nationally Determined Contributions, NDC**) zu erarbeiten und im Fünf-Jahres-Rhythmus beim UNFCCC (Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimänderungen) zu hinterlegen. Diese Pläne sollen neben konkreten Maßnahmen nicht zuletzt einen Fahrplan zu deren Umsetzung in das jeweilige nationale Recht enthalten. Mittels eines Transparenzsystems soll die Einhaltung der NDC überprüft werden. Durch Berichterstattung und Umsetzung auf Basis gemeinsamer Richtlinien sollen Maßnahmen zur Emissionsreduzierung und deren Finanzierung vergleichbar gemacht werden, um Vertrauen zu schaffen, aber gleichzeitig Druck bei Nichteinhaltung ausüben zu können (BMU, 2017b). Rechtliche Sanktionsmechanismen sind jedoch nicht vorgesehen (Deutscher Bundestag, 2018c).

Mittlerweile haben bereits 184 Vertragsparteien NDC für die nächsten Jahre vorgelegt (UNFCCC, 2019). Der NDC der EU gibt eine Reduktion der Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2030 von mindestens 40 % gegenüber dem Jahr 1990 und von mindestens 29 % gegenüber dem Jahr 2010 vor. ↴ **ABBILDUNG 4** Die Summe der vorgelegten nationalen Pläne aller Teilnehmerstaaten ergibt allerdings insgesamt einen Anstieg der Treibhausgasemissionen von 53,5 Gigatonnen CO₂-Äquivalenten im Jahr 2017 auf 56 Gigatonnen CO₂-Äquivalente im Jahr 2030 (UNEP, 2019). Dies dürfte für die Einhaltung des im Pariser Klimaabkommen vereinbarten 2-(1,5-)Grad-Ziels unzureichend sein, da die Emissionen hierfür laut UN Emissions Gap Report (UNEP, 2019) stattdessen um 15 (32) Gigatonnen CO₂-Äquivalente reduziert werden müssten.

Zielvorgaben der Europäischen Union

48. Die EU hat sich über die für das Abkommen von Paris relevanten NDC hinaus eigene Klimaziele auferlegt. Im November 2018 präsentierte die Europäische Kommission einen Entwurf ihrer klimapolitischen **Langfriststrategie 2050**, die mit den Zielen des Pariser Klimaabkommens vereinbar sein und sich an einer Reduktion der Treibhausgasemissionen von 80 % bis 95 % orientieren soll. Die Langfriststrategie soll Anfang des Jahres 2020 von den Mitgliedstaaten beschlossen werden, um sie dem UNFCCC als EU-Beitrag bis ins Jahr 2025 zu übermitteln. In den Jahren 2007 und 2014 beschloss der Europäische Rat zudem die EU-Klimapakete 2020 und 2030 in Form verschiedener Richtlinien und

↓ ABBILDUNG 4

Lastenteilung: Emissionsziele der Mitgliedstaaten¹

1 – BG-Bulgarien, RO-Rumänien, LV-Lettland, HR-Kroatien, PL-Polen, HU-Ungarn, LT-Litauen, SK-Slowakei, EE-Estland, CZ-Tschechische Republik, SI-Slowenien, GR-Griechenland, PT-Portugal, MT-Malta, CY-Zypern, ES-Spanien, IE-Irland, IT-Italien, BE-Belgien, NL-Niederlande, AT-Österreich, UK-Ver-einigtes Königreich, FR-Frankreich, DE-Deutschland, DK-Dänemark, FI-Finnland, LU-Luxemburg, SE-Schweden. 2 – Veränderung gegenüber 2005.

3 – Ziele betreffen Emissionen von Wirtschaftssektoren, die nicht unter das EU-ETS fallen. 4 – Auf Grundlage bestehender Maßnahmen.

Quellen: Europäische Kommission, Europäische Umweltagentur, eigene Berechnungen

© Sachverständigenrat | 19-171

Verordnungen. Sie stellen **verbindliche Zwischenziele** in der Langfriststrategie 2050 dar.

Im **Klimapaket 2020** ist vorgesehen, dass neben der Senkung der Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2020 um mindestens 20 % gegenüber dem Jahr 1990 der Anteil erneuerbarer Energieträger beim Gesamtenergieverbrauch und die Energieeffizienz jeweils um mindestens 20 Prozentpunkte gesteigert werden sollen (Europäische Kommission, 2019a). Das **Klimapaket 2030** wiederum sieht vor, dass im Einklang mit dem NDC die EU-Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2030 um mindestens 40 % gegenüber dem Stand von 1990 reduziert werden sollen. Zudem soll eine Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energiequellen auf mindestens 27 % sowie eine Steigerung der Energieeffizienz um ebenfalls mindestens 27 % erreicht werden (Europäische Kommission, 2019b).

49. Die Umsetzung der EU-Klimaziele teilt sich auf zwei Bereiche auf. So soll im Rahmen des **EU-ETS** bis zum Jahr 2020 eine Reduktion von 21 % und bis zum Jahr 2030 eine Reduktion um 43 % gegenüber dem Jahr 2005 erreicht werden. [↓ ZIFFERN 55 FF.](#) Separate nationale Ziele gibt es für diesen Bereich nicht. In den **Nicht-EU-ETS-Sektoren**, unter die vor allem die Bereiche Verkehr, Gebäude und Landwirtschaft fallen, soll der Treibhausgasausstoß für die gesamte EU bis zum Jahr 2030 um 30 % gegenüber dem Jahr 2005 sinken.

Dafür wurden länderspezifische Reduktionsziele in der „Lastenteilungsentscheidung“ (**Effort Sharing Decision, ESD**) festgelegt. Diese richten sich grob nach dem wirtschaftlichen Entwicklungsstand der Mitgliedstaaten und wurden im Jahr 2018 beschlossen. [↓ ABBILDUNG 4](#) Demzufolge muss Deutschland seine Emissionen im Nicht-EU-ETS-Bereich bis zum Jahr 2020 um 14 % und **bis zum Jahr 2030 um 38 %** gegenüber dem Jahr 2005 verringern (BMU, 2018b). De-

taillierte sektorspezifische Zielvorgaben innerhalb der Nicht-EU-ETS-Sektoren wurden dabei nicht festgelegt.

50. Zwar zeichnet sich bereits ab, dass das übergreifende Emissionsziel für das Jahr 2020 auf EU-Ebene insgesamt übererfüllt werden dürfte (BMU, 2018b). Allerdings dürften ohne zusätzliche Maßnahmen viele EU-Mitgliedstaaten ihre im Nicht-EU-ETS-Bereich im Rahmen der ESD vorgesehenen Einsparungen bis zum Jahr 2030 nicht erreichen. Nach gegenwärtigem Stand dürfte Deutschland das **Reduktionsziel** im Nicht-EU-ETS-Bereich für das Jahr 2030 ebenfalls deutlich **verfehlen**. ↴ [ABBILDUNG 4](#)

Die Effort-Sharing-Verordnung sieht verschiedene Flexibilisierungsmöglichkeiten vor (Edenhofer et al., 2019). Dazu zählt etwa ein begrenzter Ausgleich über die Zeit oder in begrenztem Umfang der Einbezug von Emissionsreduktionen aus der Forstwirtschaft und Landnutzung. Allerdings dürfte für Deutschland einzige die **Übertragung** von nicht benötigten Emissionsberechtigungen durch **andere EU-Mitgliedstaaten** realistisch sein.

51. Angesichts der zu erwartenden Knappheit von Berechtigungen im Nicht-EU-ETS-Bereich bis zum Jahr 2030 könnte dies mit **erheblichen Kosten** für den Bundeshaushalt einhergehen. Dies hängt letztlich von dem Preis ab, den die anderen Mitgliedstaaten für die Übertragung von Berechtigungen verlangen. Schätzungen von Agora Energiewende und Agora Verkehrswende (2018) zufolge könnten sich die finanziellen Belastungen im Zeitraum von 2021 bis 2030 auf insgesamt 31 bis 62 Mrd Euro belaufen, wobei es keine verlässlichen Abschätzungen der Preise für entsprechende Berechtigungen gibt (Edenhofer et al., 2019).

Denn es ist fraglich, ob in der EU überhaupt ausreichend Berechtigungen vorhanden sein werden. Gegeben die bestehenden Energie- und Klimamaßnahmen würden die meisten Staaten ihre Reduktionsziele bis zum Jahr 2030 verfehlten (Europäische Kommission, 2018a). In diesem Fall droht Deutschland und anderen Mitgliedstaaten ein Vertragsverletzungsverfahren. Der ersatzweise Einsatz von Zertifikaten aus dem EU-ETS ist für Deutschland nicht möglich. Andere Mitgliedstaaten, die bereits früher Minderungslasten übernommen hatten, hatten dies hingegen frühzeitig ausgehandelt (Edenhofer et al., 2019). Ein Mitgliedstaat könnte jedoch bei der Europäischen Kommission die **unilaterale Einbeziehung von Nicht-EU-ETS-Sektoren** (Opt-in) in das Emissionshandelssystem beantragen, um so seine Reduktionsziele im Nicht-EU-ETS-Bereich zu erfüllen (Agora Energiewende und Agora Verkehrswende, 2018). ↴ [ZIFFERN 117 FF.](#)

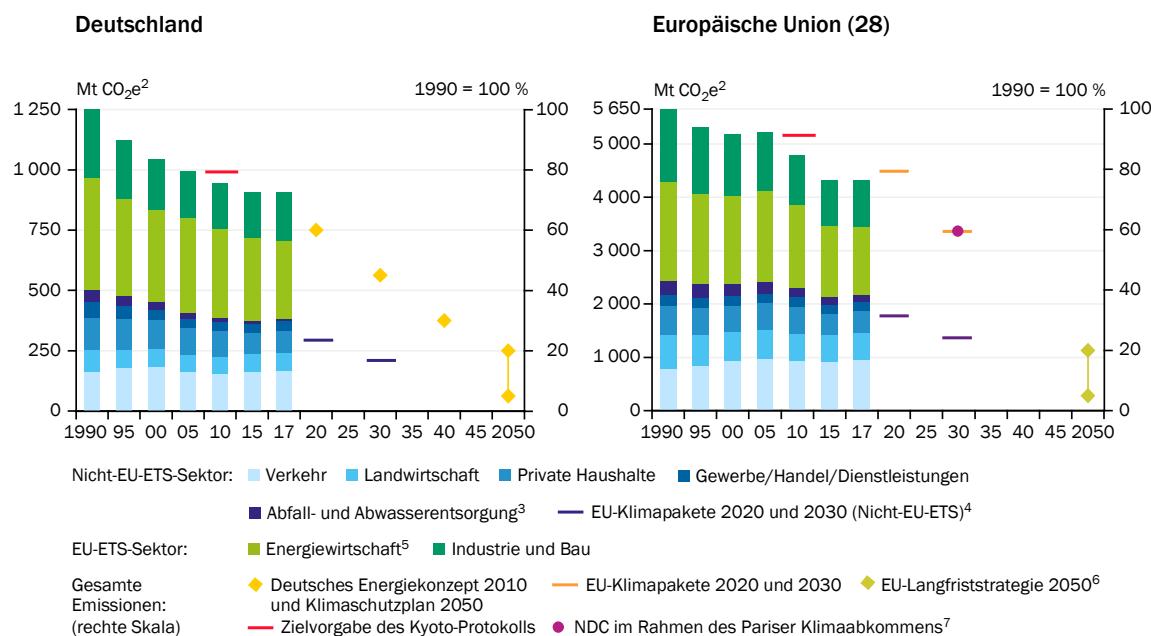
Zusätzliche nationale Zielvorgaben

52. Deutschland setzt internationale Klimaziele um, formuliert aber gleichzeitig eigene klimapolitische Zielsetzungen. Für internationale Klimaschutzabkommen sind diese allerdings nicht rechtlich verbindlich (Weltenergierat, 2018). Das **Energiekonzept des Jahres 2010** und der **Klimaschutzplan 2050** aus dem Jahr 2016, der im Koalitionsabkommen der Regierungsparteien weitgehend bestätigt wird, stellen somit letztlich politische Selbstverpflichtungen einer nati-

onalen Regierung dar, ohne an den aus den internationalen Abkommen entstehenden Verpflichtungen etwas zu ändern (Weltenergierat, 2018). Die Weiterentwicklung und Überprüfung des Klimaschutzplans 2050 folgt dem fünfjährigen Rhythmus der nationalen Beiträge des Pariser Abkommens (BMU, 2017c).

53. Das Energiekonzept 2010 setzt **nationale Ziele** zur Reduktion der gesamten Treibhausgasemissionen von 40 % bis zum Jahr 2020, 55 % bis zum Jahr 2030, 70 % bis zum Jahr 2040 und 80 % bis 95 % bis zum Jahr 2050 gegenüber dem Jahr 1990 (BMWi, 2010). ↴ **ABBILDUNG 5** Der Klimaschutzplan 2050 bestätigt die Ziele für die Jahre ab 2030 und der weitgehenden Treibhausgasneutralität bis zum Jahr 2050. Er legt zudem über die gesamtwirtschaftliche Ebene hinaus **Ziele für einzelne Sektoren** fest (BMU, 2017c). So sollen die Energiewirtschaft ihre Emissionen bis zum Jahr 2030 um 61 % bis 62 %, der Gebäudebereich um 66 % bis 67 %, der Verkehr um 40 % bis 42 %, die Industrie um 49 % bis 51 % und die Landwirtschaft um 31 % bis 34 % reduzieren. Für die Landnutzung und Forstwirtschaft wurden keine spezifischen Ziele bis zum Jahr 2030 vereinbart. Die einzelnen Bereiche stehen dabei vor ganz unterschiedlichen Herausforderungen. ↴ **ZIFFERN 150 FF.**
54. Die nationalen Ziele für die Gesamtemissionen, die zumindest für das Jahr 2020 verfehlt werden dürften, beziehen die EU-ETS-Sektoren mit ein, für die es auf europäischer Ebene keine nationalen Vorgaben gibt und die zumindest über das EU-ETS auf nationaler Ebene nicht steuerbar sind. Die Zielerreichung nationaler Ziele in den EU-ETS-Sektoren hat auf die gesamte Reduktion der Treibhausgasemissionen in der EU ohne zusätzliche Maßnahmen **keinen Einfluss**. Ent-

↳ **ABBILDUNG 5**
Treibhausgasemissionen in Deutschland und der EU nach Quellsektoren¹



1 – Ohne Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft. 2 – Megatonnen CO₂-Äquivalente. 3 – Einschließlich sonstiger Feuerungsanlagen. 4 – Entspricht einer Reduktion für Deutschland um 14 % bis 2020 und 38 % bis 2030 gegenüber 2005. Entspricht einer Reduktion für die EU um 10 % bis 2020 und 30 % bis 2030 gegenüber 2005. 5 – Einschließlich diffuser Emissionen aus Treibstoffen. 6 – Langfriststrategie noch nicht beschlossen. 7 – Nationale Beiträge zum Klimaschutz (Nationally Determined Contributions).

Quellen: Eurostat, eigene Berechnungen

© Sachverständigenrat | 19-205

scheidend für den Beitrag zur globalen Reduktion von Treibhausgasemissionen ist einzig die Einhaltung europäischer Zielvorgaben. Demzufolge sollte die Bundesregierung **auf zusätzliche nationale und vor allem sektorale Ziele verzichten**.

2. EU-ETS-Sektoren: Zielgenaue Emissionssenkung

55. Für einen Großteil der Treibhausgasemissionen in der Industrie und im Energie-sektor besteht in Europa mit dem **EU-ETS** ein marktbasierteres Instrument zur Reduktion der Emissionen. Das seit dem Jahr 2005 bestehende EU-ETS umfasst insgesamt 11 000 Feuerungsanlagen in der Energiewirtschaft und in der Industrie. Damit sind etwa **45 % der gesamten Treibhausgasemissionen in der EU** vom EU-ETS abgedeckt. ↗ [ABBILDUNG 6 LINKS](#) Seit dem Jahr 2012 berücksichtigt das EU-ETS zusätzlich die Emissionen des Luftverkehrs. Die Berichts- und Abgabepflicht erstreckt sich bislang jedoch nur auf innereuropäische Flüge. Neben Kohlenstoffdioxid (CO₂) werden im EU-ETS ebenfalls Lachgas (N₂O) sowie perfluorierte Kohlenwasserstoffe (PFC) berücksichtigt. Andere Treibhausgase wie Methan (CH₄) werden hingegen nicht erfasst. Neben den 28 EU-Mitgliedstaaten nehmen Island, Liechtenstein und Norwegen am EU-ETS teil.

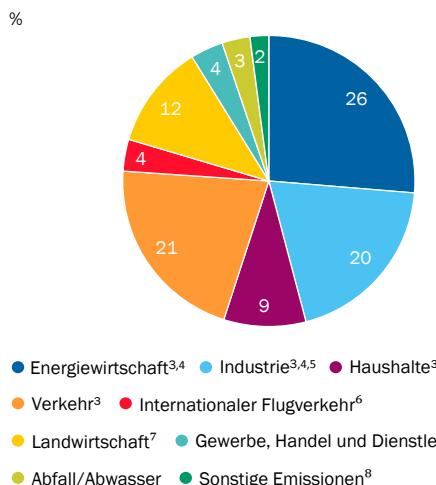
Funktionierender europäischer Emissionshandel

56. Eine im Zeitverlauf **absinkende Mengenbegrenzung (Cap)** sorgt dafür, dass das gewünschte **Emissionsreduktionsziel** in den EU-ETS-Sektoren – konstruktionsbedingt – kumulativ mit Sicherheit erreicht wird. Gegenüber dem Jahr 2005 sind die Emissionen in der Energiewirtschaft mittlerweile um 26 % und in der Industrie um 21 % gesunken. ↗ [ABBILDUNG 6 RECHTS](#) Wo genau Emissionen eingespart werden, ist nicht festgelegt, sondern ergibt sich aus dem Handel mit Emissionszertifikaten und den daraus resultierenden Preisen. Die **Ausstattung** mit Zertifikaten richtet sich hingegen nach dem Wohlstandsniveau der teilnehmenden Staaten sowie nach möglichen Auswirkungen auf Unternehmen. Somit ist die Frage der Effizienz wirksam von der Frage der Verteilung getrennt, sodass zumindest innerhalb der EU-ETS-Sektoren eine volkswirtschaftlich effiziente Emissionsvermeidung verwirklicht wird.

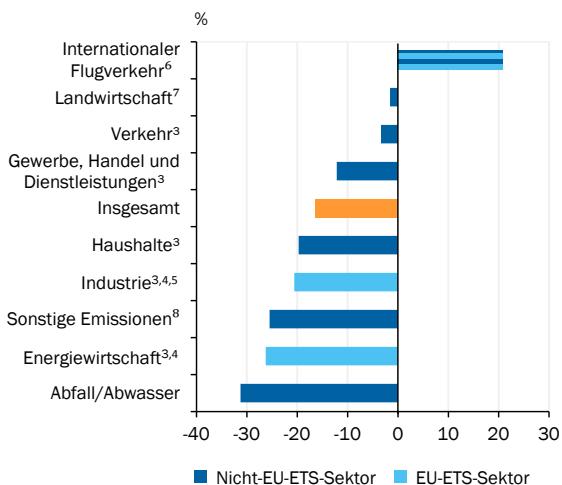
Die beobachteten Emissionsreduktionen im EU-ETS-Bereich lassen sich nicht alle kausal auf das EU-ETS zurückführen, sondern hängen außerdem von anderen Faktoren wie beispielsweise der Rezession 2008/09 ab. Studien, welche die kausalen Effekte des EU-ETS abschätzen, ermitteln dennoch eine deutlich negative Wirkung des EU-ETS auf die Treibhausgasemissionen (Martin et al., 2016). Dechezleprêtre et al. (2018) finden für den Zeitraum 2005 bis 2012, dass Unternehmen innerhalb des EU-ETS rund 10 % weniger Emissionen aussießen als vergleichbare Unternehmen, die nicht im EU-ETS eingeschlossen waren.

57. Anders als im Energie- und Industriesektor kam es in der Landwirtschaft und im **Verkehrssektor** nur zu **geringen Reduktionen** der Emissionsmengen, und im internationalen Luftverkehr nahmen die Emissionen sogar deutlich zu. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Energieeffizienz von PKW beispielsweise

↓ ABBILDUNG 6

Treibhausgasemissionen in der EU nach Sektoren¹Anteile 2017²

Veränderung 2005–2017



1 – CO₂-Äquivalente ohne Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft. 2 – Abweichungen in den Summen rundungsbedingt.

3 – Verbrennung von Brennstoffen. 4 – Industrie und Energiewirtschaft seit 2005 im EU-ETS. 5 – Industrielle Prozesse und Produktverwendung.

6 – Internationaler Flugverkehr seit 2012 im EU-ETS, wobei Flüge von und nach Drittstaaten bislang ausgenommen sind. Dies wird in der rechten Abbildung durch die Schraffur verdeutlicht. 7 – Fermentation bei der Verdauung, bewirtschaftete landwirtschaftliche Böden, Behandlung von Wirtschaftsdüngern sowie sonstige Emissionen. 8 – Sonstige Feuerungsanlagen und diffuse Emissionen aus Treibstoffen.

Quellen: Europäische Umweltagentur, Eurostat, eigene Berechnungen

© Sachverständigenrat | 19-140

gemessen an der Verkehrsleistung in den vergangenen Jahren gestiegen ist (EEA, 2018). Dies wurde jedoch durch den zeitgleichen Verkehrsanstieg kompensiert, sodass der gesamte CO₂-Ausstoß von PKW in der EU zuletzt sogar wieder anstieg (EEA, 2018). Ein Vorteil des Emissionshandels besteht darin, dass durch die Mengenbeschränkung solche **Rebound-Effekte** berücksichtigt werden.

Wie hoch die Emissionen ohne jegliche Klimamaßnahmen wären und ob der Verkehrssektor trotz gleichbleibender Emissionen möglicherweise dennoch einen großen Beitrag zur Rückführung der Gesamtemissionen geleistet hat, lässt sich ohne Konstruktion der entsprechenden kontrafaktischen Situation nicht sagen. Daher müsste der kontrafaktische Fall mit Hilfe angemessener Identifikationsannahmen konstruiert werden, so wie dies bei den Schätzungen zur Auswirkung wirtschaftspolitischer Maßnahmen oder der Konsequenzen des Klimawandels üblich ist.

58. Während zumindest der innereuropäische Flugverkehr mittlerweile ins EU-ETS eingeschlossen ist, gibt es im sonstigen **Verkehrssektor** bislang auf europäischer Ebene **keine marktbasierten Klimaschutzinstrumente**. Dabei steht der Verkehrssektor vor der besonderen Herausforderung, den Ausstoß von Treibhausgasen zu vermindern, während sich zugleich die Verkehrsleistung weiter erhöhen dürfte. ↓ ZIFFERN 77 FF. Emissionen, die insbesondere bei der Verbrennung zur **Wärmeerzeugung** in Haushalten entstehen, sind ebenfalls nicht vom EU-ETS erfasst. Anders als im Verkehrssektor kam es zumindest in diesem Bereich EU-weit zu einem Rückgang der Emissionen. Der deutliche Rückgang von 31 % im Entsorgungssektor ist insbesondere auf die Weiterentwicklung der Recyclingmöglichkeiten, eine verstärkte stoffliche und energetische Nutzung der

Abfälle und das Aus für die Deponierung unbehandelter Siedlungsabfälle zurückzuführen (Umweltbundesamt, 2017; CEWEP, 2018).

59. Für jede Handelsperiode des EU-ETS wird zunächst ein **Emissionsminderungsziel** und damit eine bestimmte Menge an Emissionsberechtigungen (Zertifikate) definiert. Die ausgegebene Zertifikatsmenge sinkt im Zeitverlauf. Ein Zertifikat berechtigt zum Ausstoß einer Tonne CO₂-Äquivalente. Anschließend wird festgelegt, wie diese Berechtigungen bereitgestellt werden. Im EU-ETS wird ein **Downstream**-Ansatz verfolgt. ↴ [ZIFFER 120](#) Es müssen also die Endverbraucher der Energieträger beziehungsweise die Emittenten der Treibhausgasemissionen ein Zertifikat besitzen. Dies steht im Gegensatz zum **Upstream**-Verfahren, bei dem lediglich diejenigen, die Energieträger das erste Mal in Umlauf bringen, Zertifikate kaufen müssen. Unternehmen können Berechtigungen in **regelmäßig stattfindenden Auktionen** ersteigern oder von anderen Unternehmen kaufen. Daneben ist es Unternehmen möglich, einen Teil ihrer Reduktionsverpflichtungen zu erreichen, indem sie Projekte zur Emissionsreduzierung in Drittstaaten durchführen.



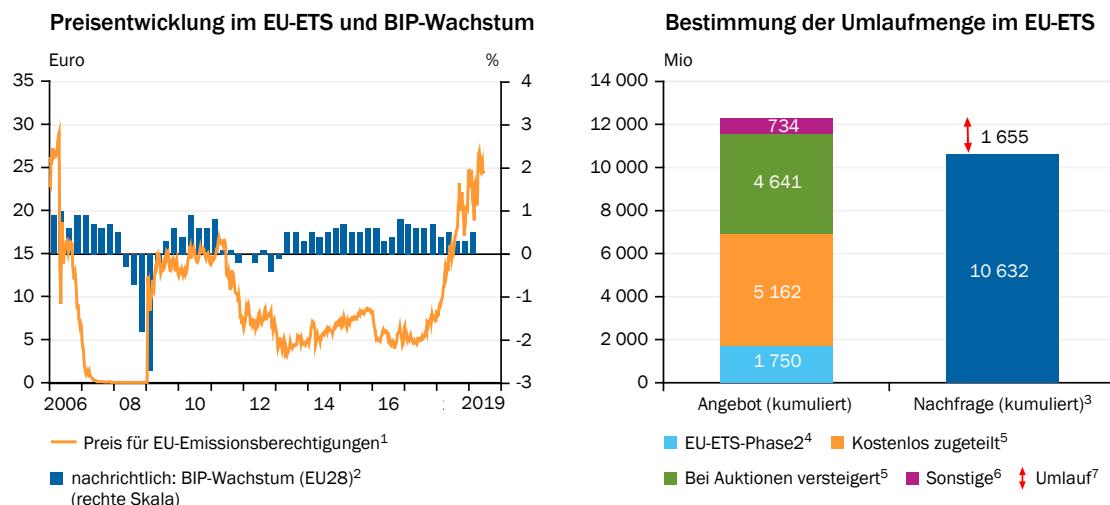
Unternehmen können **internationale Gutschriften** zur Erfüllung ihrer Verpflichtungen im EU-ETS nutzen. Das Kyoto-Protokoll erlaubt es Industriestaaten, ihren Minderungspflichten nachzukommen, indem beispielsweise Projekte zur Reduktion von Emissionen in anderen, weniger entwickelten Ländern finanziert oder durchgeführt werden (**Clean Development Mechanisms, CDM**). Nach der Durchführung eines solchen CDM-Projekts erhalten Unternehmen eine Gutschrift in Höhe der eingesparten Emissionen (DEHSt, 2013). Diese Gutschrift kann bis zum Jahr 2020 in EU-ETS-Zertifikate eingetauscht werden, wobei es quantitative und qualitative Einschränkungen gibt. So sind Nuklearenergieprojekte, Auf- und Wiederaufforstung sowie Projekte, die eine Freisetzung von Industriegasen beinhalten, ausgenommen. Zudem werden ab dem Jahr 2012 neue Projekte nur noch angerechnet, wenn sie in einem der am wenigsten entwickelten Länder umgesetzt werden (Europäische Kommission, 2013). Neben dem CDM besteht außerdem die Möglichkeit, Emissionen im Rahmen gemeinsam durchgeföhrter Projekte (**Joint Implementation, JI**) in anderen Industriestaaten zu reduzieren und sich diese zur Erfüllung der eigenen Reduktionsziele anrechnen zu lassen. Inwieweit sich Klimaschutzprojekte in anderen Ländern zukünftig auf heimische Minderungsverpflichtungen anrechnen lassen, ist noch nicht geklärt (DEHSt, 2019a).

60. Ursprünglich wurden sämtliche Zertifikate den Unternehmen kostenlos zugeteilt. Seit dem Jahr 2013 erhalten Stromerzeuger jedoch keine kostenlosen Zertifikate mehr, wobei Ausnahmen für einige weniger wohlhabende Mitgliedstaaten bestehen. In der dritten Handelsperiode (2013–2020) werden insgesamt 57 % der gesamten ausgegebenen Emissionsberechtigungen versteigert. Die **Versteigerung neuer Berechtigungen** (Primärmarkt) sowie der Handel von Zertifikaten (Sekundärmarkt) finden derzeit primär an den Börsen EEX (European Energy Exchange) und ICE (Intercontinental Exchange) statt, nur kleinere Volumina werden am Sekundärmarkt an anderen Börsen oder außerbörslich (OTC) gehandelt. Nahezu tägliche Auktionen sollen dazu führen, dass sich diese nahtlos in das Marktgeschehen einfügen und die bei den Auktionen erzielten Preise dem Niveau der Preise im Börsenhandel entsprechen.

Seit der zweiten Handelsperiode (2008–2012) können nicht genutzte Berechtigungen in die folgende Periode übertragen werden. Transaktionen mit Zertifikaten werden auf ein Konto beim EU-Emissionshandelsregister (Unionsregister) gebucht, das von der Europäischen Kommission betrieben wird. Alle am EU-ETS teilnehmenden Akteure, zu denen Banken und Handelshäuser zählen, besitzen ein solches Konto. Für Deutschland werden die Konten von der Deutschen Emissionshandelsstelle (DEHSt) verwaltet.

61. Der Preis im EU-ETS ist seit dem Jahr 2005 immer wieder sehr deutlich zurückgegangen. ↴ **ABBILDUNG 7 LINKS** Neben der **kostenlosen Zuteilung der Zertifikate** in den ersten beiden Handelsperioden (2005–2012) dürften insbesondere wirtschaftliche Einbrüche wie die **Rezession 2008/09** und der damit jeweils verbundene Rückgang der Industrieproduktion die Preise gedrückt haben. Außerdem war es Unternehmen möglich, internationale Gutschriften zur Erfüllung ihrer Verpflichtungen im Rahmen des EU-ETS zu verwenden. Nicht in Anspruch genommene Verwendungsrechte wurden auf Phase 3 (2013–2020) übertragen. Neben dem forcierten Ausbau erneuerbarer Energien etwa in Deutschland führte all dies dazu, dass ein erheblicher Überschuss an Zertifikaten im EU-ETS entstand und der Zertifikatspreis lange unterhalb von 10 Euro je Tonne CO₂ verharrte.
62. Um dem Problem der überschüssigen Zertifikate zu begegnen, wurde der Emissionshandel in den vergangenen Jahren mehrfach reformiert. Insbesondere wurde die Versteigerung von insgesamt 900 Mio Zertifikaten auf die Jahre 2019 und 2020 verschoben (**Backloading**). Beginnend im Jahr 2019 wird ein Teil der im Umlauf befindlichen Zertifikate, die Umlaufmenge, in die **Marktstabilität**

↳ **ABBILDUNG 7**
EU-Emissionshandelssystem (EU-ETS)



1 – Euro je Emissionsberechtigung für eine Tonne CO₂. 2 – Bruttoinlandsprodukt (real); Quartale, saison- und arbeitstäglich bereinigt; Veränderung zum Vorquartal. 3 – Umfasst die gesamten geprüften Emissionen aus EU-ETS-Anlagen vom 1. Januar 2013 bis zum 31. Dezember 2018 und die im gleichen Zeitraum gelöschten Zertifikate. 4 – Im Zeitraum von 2008 bis 2012. 5 – Im Zeitraum vom 1. Januar 2013 bis 31. Dezember 2018. 6 – Von der Europäischen Investitionsbank (EIB) für die Zwecke des NER300-Programms monetisierte Zertifikate und Verwendungsrechte für internationale Gutschriften, die Anlagen bis zum 31. Dezember 2018 für Emissionen in Anspruch genommen haben. 7 – Berechnungen der Europäischen Kommission vom 14. Mai 2019.

tätsreserve (MSR) überführt. Diese Umlaufmenge wird jährlich von der Europäischen Kommission berechnet und belief sich im Mai 2019 auf 1 655 Mio Zertifikate. ↴ **ABBILDUNG 7 RECHTS** Sie ergibt sich aus der Differenz zwischen dem kumulierten Angebot an und der kumulierten Nachfrage nach Zertifikaten. Im Zeitraum von 2019 bis 2023 werden jährlich 24 % der Umlaufmenge aus dem Vorjahr nicht auktioniert und stattdessen der MSR zugeführt, sollte die Umlaufmenge oberhalb von 833 Mio Zertifikaten liegen. Umgekehrt wird die Reserve aufgestockt, sollte die Menge an Berechtigungen unter die Schwelle von 400 Mio Zertifikaten fallen.

63. Ab dem Jahr 2023 wird der Umfang an Zertifikaten in der MSR auf das Niveau der Auktionsmenge im Vorjahr beschränkt werden. Die darüber hinausgehenden Zertifikate werden gelöscht. Zusätzlich wird ab dem Jahr 2021 das **Emissionshandels-Cap jährlich um 2,2 % gesenkt**. Im Zeitraum von 2013 bis 2020 beträgt dieser Faktor noch 1,74 %. All diese Maßnahmen und die damit verbundene Erwartung ansteigender Preise trugen dazu bei, dass sich der **Emissionspreis** in den vergangenen zwei Jahren auf zuletzt 25 Euro **verfünffacht** hat.
64. Ein weiterer Zweck der MSR ist es, den negativen Effekt, den unilaterale Maßnahmen zur Emissionsreduktion ansonsten auf den Zertifikatspreis im EU-ETS ausüben würden, möglichst zu neutralisieren: **Nationale Anstrengungen** wie der Ausbau der erneuerbaren Energien verringern die Zertifikatenachfrage und somit ohne MSR oder andere Gegenmaßnahmen, wie die Löschung von Zertifikaten, den Preis im EU-ETS. In der Folge steigt die Nachfrage nach Emissionen in anderen Bereichen an, während das EU-ETS-weite Cap die Gesamtmenge an Emissionen begrenzt (**Wasserbett-Effekt**). Die Reformen des Emissionshandels begrenzen dieses Problem. Zum einen wird es Staaten ermöglicht, Zertifikate zu löschen, die durch die Stilllegung von Stromerzeugungskapazitäten frei werden. ↴ **KASTEN 2** Zum anderen wird ein Teil der frei gewordenen Zertifikate in die MSR eingestellt.

Burtraw et al. (2018) zufolge werden 88 % der marginalen Zertifikate, die aufgrund einer unilateralen Maßnahme im Jahr 2018 frei werden, von der MSR bis zum Jahr 2030 aus dem Markt genommen. Da dies graduell erfolgt, kehrt sich dieses Verhältnis für eine Maßnahme im Jahr 2028 jedoch um: Nur 12 % der marginalen Zertifikate werden dann bis zum Jahr 2030 gelöscht. Wie effektiv die MSR tatsächlich sein wird, ist schwer abzuschätzen und hängt wesentlich von den zukünftigen Emissionsreduktionen und der damit verbundenen Nachfrage nach Zertifikaten ab (Agora Energiewende und Öko-Institut, 2018).

65. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass es mit dem **EU-ETS** bereits ein **funktionierendes marktbasiertes Instrument** zur Emissionsreduktion **in den Sektoren Energiewirtschaft und Industrie** gibt. Durch die jüngsten Reformen wurden wichtige Elemente hinzugefügt, die zum einen die Interaktion des EU-ETS mit nationalen Maßnahmen der Mitgliedstaaten beachten und zum anderen das langfristige Preissignal stärken. Den vorgegebenen Beitrag zur Emissionsreduktion in der EU erreichen die EU-ETS-Sektoren ohne zusätzliche nationale Maßnahmen mit Sicherheit.

In welchem Ausmaß nach einer Ausweitung des EU-ETS auf diejenigen Sektoren, die aktuell dem EU-ETS nicht unterliegen, der zu leistende Beitrag des bisherigen EU-ETS-Bereichs größer würde, ist aktuell schwer einzuschätzen. Insbesondere dann, wenn – was bisherige grobe Abschätzungen der Vermeidungskosten im Nicht-EU-ETS-Bereich nahelegen ↴ ZIFFERN 133 FF. – die Vermeidungskosten in anderen Sektoren höher liegen, könnte für eine effiziente Zielerreichung ein größerer Beitrag des EU-ETS-Bereichs notwendig sein. Diese Information über mögliche Effizienzgewinne durch Einbindung anderer Sektoren würde jedoch erst nach der Ausweitung des EU-ETS erkennbar werden.

Kohleausstieg und EEG teuer und ineffizient

66. Obwohl es für den Energiesektor kein eigenes EU-Ziel für Deutschland gibt, da dieser in das EU-ETS integriert ist, finden die beiden **teuersten nationalen Projekte zur Emissionsreduktion** in diesem Bereich statt: der Kohleausstieg und die Förderung von erneuerbaren Energien durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG). Angesichts der abzusehenden Verfehlung des selbst aufgerlegten nationalen Ziels für die Rückführung der Emissionen hat die Bundesregierung eine Kommission eingesetzt, um den gezielten Ausstieg aus der Kohlestromerzeugung vorzubereiten.

Eine Abschaltung der deutschen Kohlekraftwerke würde jedoch ohne zusätzliche Maßnahmen, wie die MSR oder die Löschung von Zertifikaten, nicht notwendigerweise zu einer Reduktion der CO₂-Emissionen in der EU führen. Zwar könnte durch die MSR ↴ ZIFFER 62 der Wasserbett-Effekt im EU-ETS teilweise ausgeglichen werden. Allerdings hängt ihre Wirkung wesentlich von der Überschusssituation im Emissionshandel ab, sodass die **klimapolitische Wirksamkeit des Kohleausstiegs** ohne weitere Maßnahmen **sehr begrenzt** sein könnte (Edenhofer et al., 2019). Sollten die freigewordenen Zertifikate vollständig aus dem EU-ETS entnommen werden können, dann führt der deutsche Kohleausstieg allerdings sogar zu einer Übererfüllung der Ziele und internationalen Verpflichtungen der EU.

Die Kohlekommission (2019) schlägt vor, den **Kohleausstieg** spätestens bis zum Jahr 2038 zu vollziehen. Damit einhergehen sollen Strukturhilfen für die betroffenen Regionen sowie Kompensationen der Unternehmen und Haushalte für erwartete künftige Strompreisansteige. Dabei werden über die kommenden zwei Jahrzehnte finanzielle Belastungen für den Bundeshaushalt im hohen zweistelligen Milliardenbereich veranschlagt. ↴ KASTEN 2

↳ KASTEN 2

Kohleausstieg in Deutschland

Ende Januar 2019 präsentierte die Kommission „Wachstum, Beschäftigung und Strukturwandel“ ihre Empfehlungen zum Kohleausstieg (Kohlekommission, 2019). Diese beinhalten insbesondere einen **Ausstieg aus der Kohleverstromung spätestens bis zum Jahr 2038**, Strukturhilfen für betroffene Regionen sowie Maßnahmen, die einen Anstieg der Strompreise vermeiden. Der „Kohleausstieg“ bezieht sich nur auf die Stromerzeugung mit Stein- und Braunkohle, nicht jedoch auf dessen Einsatz beispielsweise in der Produktion von Stahl. Bis zum Jahr 2030 soll die Stromgewinnung aus Brau-

und Steinkohle auf eine Kraftwerksleistung von 17 Gigawatt reduziert werden. Gegenwärtig sind noch 43 Gigawatt am Netz.

Eine Überprüfung des Ausstiegspfads soll in den Jahren 2023, 2026 und 2029 erfolgen. Dabei sollen die Erreichung der Klimaziele, die Sicherheit der Stromversorgung, die Entwicklung der Strompreise sowie die Auswirkungen auf Arbeitsplätze und regionale Wertschöpfung berücksichtigt und gegebenenfalls nachgesteuert werden. Im Jahr 2032 soll die **Möglichkeit eines früheren Ausstiegs** bereits im Jahr 2035 geprüft werden. Um die klimapolitische Wirksamkeit des Kohleausstiegs im Rahmen des EU-ETS zu gewährleisten, empfiehlt die Kommission, die frei werdenden Emissionszertifikate nach Maßgabe der EU-Richtlinie zu löschen. ↴ [ZIFFER 64](#)

Die Stilllegung der Kohlekraftwerke sollte gemäß Abschlussbericht im Einvernehmen mit den Betreibern erfolgen, und vertraglich festzulegende **Entschädigungen** sollen gezahlt werden. Diese könnten sich an den Beiträgen für Kraftwerke orientieren, die als Reserve dienen. In diesem Fall ergäbe sich angesichts der Gesamtleistung eine Summe von etwa 25 Mrd Euro. Aufgrund des Kohleausstiegs rechnet die Kohlekommission mit **steigenden Strompreisen**. Haushalte könnten unter anderem durch eine Reduktion der Netzgebühren entlastet werden. Hierfür wäre ein Zuschuss von mindestens zwei Mrd Euro pro Jahr notwendig (Kohlekommission, 2019). Außerdem sollte die Bundesregierung vor dem Hintergrund gestiegener EU-ETS-Preise bei der EU eine Verlängerung der Strompreiskompenstation für energieintensive Unternehmen über das Jahr 2020 hinaus beantragen. ↴ [ZIFFER 189](#)

Mitte Mai 2019 beschloss die Bundesregierung auf den Empfehlungen der Kohlekommission aufbauende Eckpunkte (BMWi, 2019a). Diese sehen **finanzielle Zuwendungen** an die vom Kohleausstieg betroffenen Länder (Nordrhein-Westfalen, Brandenburg, Sachsen und Sachsen-Anhalt) in Höhe von etwa **40 Mrd Euro** bis zum Jahr 2038 vor. Daneben ist geplant, dort 5 000 zusätzliche öffentliche Stellen zu schaffen und weitere Bundesbehörden anzusiedeln. Statt die bei diesen Empfehlungen im Mittelpunkt stehenden regional gezielten Anpassungshilfen für den Strukturwandel als Beitrag zum Klimaschutz zu bemühten, wäre es zutreffend gewesen, diese Unterstützungsleistungen direkt regionalpolitisch zu motivieren. Dann würde sich allerdings die Frage stellen, warum die Härten des regionalen Strukturwandels, der durch andere Ursachen als den Klimaschutz ausgelöst wird, keine speziellen Fördermaßnahmen nach sich ziehen.

Bei der Diskussion über den Ausstieg aus der Kohleverstromung wird wiederholt die Befürchtung geäußert, dass der Strompreis stark steigen könnte. Die **Entwicklung des Strompreises** hängt insbesondere von den im System verbleibenden Kapazitäten durch die Kohlekraftwerke, den zukünftigen Rohstoff- und CO₂-Preisen, dem Fortschritt beim Ausbau der erneuerbaren Energien sowie den Entwicklungen im europäischen Strommarkt ab. Aufgrund eines höheren Preises im EU-ETS sowie steigender Rohstoffpreise wird sich der Börsenstrompreis auch ohne Kohleausstieg voraussichtlich weiter erhöhen (Agora Energiewende und Aurora ER, 2018). Ein beschleunigter Ausstieg aus der Kohleverstromung könnte den Börsenstrompreis um zusätzliche 4 Euro je MWh bis zum Jahr 2030 erhöhen (Agora Energiewende und Aurora ER, 2018; Aurora ER, 2019).

Dieser Anstieg könnte jedoch durch einen **beschleunigten Ausbau der erneuerbaren Energien** gemäß **Koalitionsvertrag** aufgewogen oder sogar überkompensiert werden (Agora Energiewende und Aurora ER, 2018). So werden konventionelle Stromerzeuger mit einem höheren Preis auf dem Strommarkt durch die erneuerbaren Energien verdrängt, die zu geringeren Grenzkosten angeboten werden (Merit-Order-Effekt; JG 2016 Ziffer 893). Sollten die Ausbauziele der erneuerbaren Energien von 65 % an der Stromerzeugung bis zum Jahr 2030 jedoch nicht erreicht werden und sich der **Gaspreis** relativ zu Kohle stärker als erwartet erhöhen, könnte der Strompreis infolge eines Kohleausstiegs sogar um 14 Euro je MWh steigen (Aurora ER, 2019).

Neben der Strompreisentwicklung spielt beim Kohleausstieg die **Versorgungssicherheit** eine wichtige Rolle. Um diese weiterhin zu gewährleisten, ist vor allem der weitere Netzausbau von großer Bedeutung. Neben zusätzlichen Gaskraftwerken könnte ein Teil der wegfallenden Kraftwerksleistung zudem durch ein verbessertes Lastenmanagement sowie durch eine stärkere Integration des europäischen

Strommarkts kompensiert werden (Agora Energiewende und Aurora ER, 2018). Insbesondere zur Deckung der Spitzenlast dürften Stromimporte aus benachbarten Staaten notwendig sein (Aurora ER, 2019).

In einem System mit Emissionshandel ist eigentlich kein gesonderter Eingriff und subventionierter Ausstieg aus Kohle notwendig. Der **Kohleausstieg würde mit steigendem CO₂-Preis mittelfristig sowieso kommen**, je nach Grenzvermeidungskosten möglicherweise sogar früher als nun geplant. Zwar gibt es andere Ziele als den Umweltschutz, die mit dem Kohleausstieg verbunden sind. Dennoch muss, um im Zuge des Kohleausstiegs einen klimapolitischen Beitrag zu ermöglichen, sichergestellt werden, dass entsprechend Zertifikate aus dem Emissionshandel entnommen werden. Dies ist nach der Revision der EU-ETS-Richtlinie erlaubt. Andernfalls wird die teuer erkaufte Reduktion der Emissionen durch den Kohleausstieg von einem Anstieg in anderen Mitgliedstaaten kompensiert.

Edenhofer et al. (2019) schätzen, dass der Kohleausstieg ohne begleitende Maßnahmen sogar zu einem Anstieg der EU-weiten CO₂-Emissionen führen könnte. Verantwortlich hierfür wäre zum einen der steigende Strompreis, was die Kohleverstromung rentabler macht (**Rebound-Effekt**). Zum anderen dürfte der EU-ETS-Preis aufgrund der frei gewordenen Emissionen sinken, was wiederum den Emissionsausstoß im EU-ETS-Bereich erhöht (**Wasserbett-Effekt**). Der zweite Effekt tritt dann auf, sollte es der MSR nur unzureichend gelingen, die durch den Kohleausstieg entstehenden überschüssigen Zertifikate aus dem Markt zu nehmen. Ob und in welchem Umfang es beim Kohleausstieg zum Wasserbett-Effekt kommt, hängt wesentlich von der künftigen Umlaufmenge im EU-ETS und möglichen Anpassungen der MSR im Zuge der geplanten Revisionen ab (Agora Energiewende und Öko-Institut, 2018). Sollte zu dem Zeitpunkt, zu dem die Kohlekraftwerke abgeschaltet werden, der Überschuss an Zertifikaten im EU-ETS bereits weitgehend abgebaut worden sein und die MSR daher nicht mehr weiter befüllt werden, könnte der Wasserbett-Effekt weiter fortbestehen (Edenhofer et al., 2019). Infolge des Kohleausstiegs käme es dann zu einer verringerten Löschung von Zertifikaten aus der MSR, so dass die gesamten Emissionen im EU-ETS letztlich sogar steigen würden. Für den Staat dürfte eine Löschung der Zertifikate voraussichtlich mit Einnahmeausfällen verbunden sein. Edenhofer et al. (2019) betonen, dass die Setzung eines EU-ETS-weiten Mindestpreises aus Sicht des deutschen Staates attraktiver sein könnte, da so die Einnahmeausfälle infolge der Löschungen von mehreren Staaten getragen würden.

Wenngleich die Kohlekommission für eine Stilllegung der Kohlekraftwerke im Einvernehmen mit den Betreibern plädiert, könnte letztlich ein Ausstieg ordnungsrechtlich geregelt werden. In diesem Fall wäre jedoch, ähnlich zum Atomausstieg, mit verfassungsrechtlichen Auseinandersetzungen zwischen Kraftwerksbetreibern und der Bundesrepublik Deutschland zu rechnen (Büdenbender, 2019). Bei einem höheren CO₂-Preis im EU-ETS müssten Kraftwerksbetreiber im Zuge ihrer normalen betriebswirtschaftlichen Überlegungen prüfen, ob der fortgesetzte Betrieb aufgrund der höheren Belastung noch wirtschaftlich sinnvoll ist. Ein solcher höherer Preis käme beispielsweise durch eine Integration der Nicht-EU-ETS-Bereiche oder durch eine CO₂-Steuer zustande, die für einen vergleichsweise hohen Mindestpreis im EU-ETS sorgt. Ist der Betrieb nicht weiter wirtschaftlich sinnvoll, würde keinerlei Entschädigungsanspruch entstehen. Im Falle eines nur national gesetzten Mindestpreises durch eine CO₂-Steuer wäre alternativ eine Optionsmöglichkeit für Kraftwerksbetreiber zu prüfen, bei der diese sich entscheiden könnten, eine Stilllegungsregelung zu akzeptieren oder sich stattdessen einer CO₂-Steuer zu unterwerfen (Büdenbender, 2019).

-
- 67.** Ein weiteres Ziel der deutschen Klima- und Energiepolitik ist die **Reduktion des Primärenergieverbrauchs**. Nachdem dieser im Zeitraum von 2014 bis 2017 angestiegen war, kam es im vergangenen Jahr wieder zu einem Rückgang (Umweltbundesamt, 2019c). [ABBILDUNG 8 LINKS](#) Effizienzsteigerungen und ein größerer Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromproduktion dürften

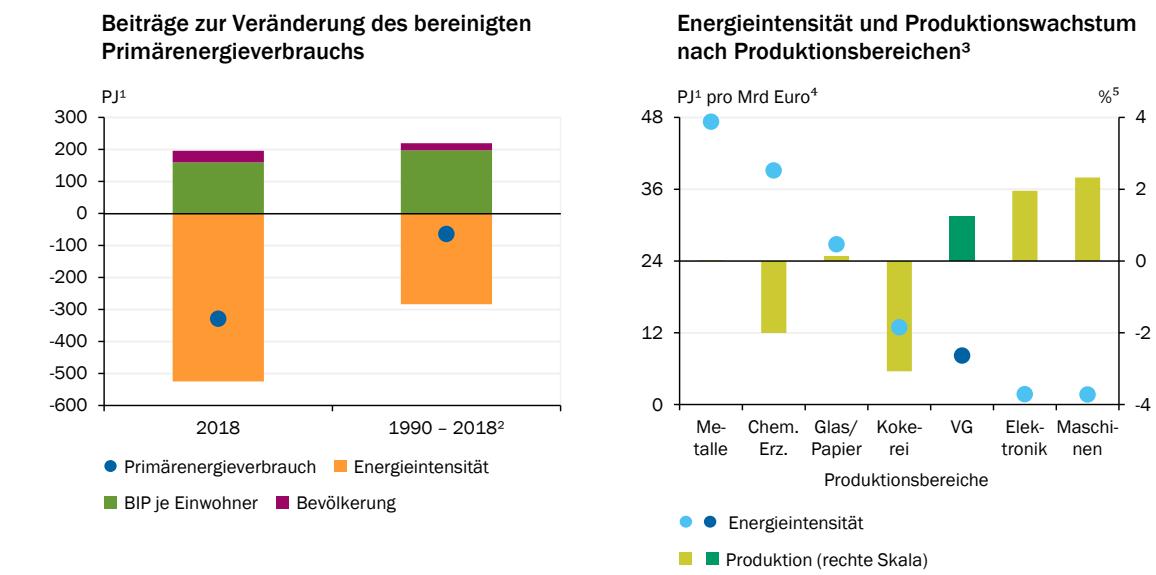
dabei eine große Rolle gespielt haben (AGEB, 2019). Zugleich entwickelte sich die Produktion in besonders energieintensiven Wirtschaftsbereichen im Jahr 2018 unterdurchschnittlich, was zum vergleichsweise starken Rückgang des Primärenergieverbrauchs beigetragen haben dürfte. ↴ [ABBILDUNG 8 RECHTS](#)

Zum Teil kam es sogar zu recht kräftigen Produktionsrückgängen. In der chemischen Industrie sowie in der Kokerei und Mineralölverarbeitung dürfte dabei das **Niedrigwasser** im Rhein eine Rolle gespielt haben. Diese Bereiche sind in besonderem Maß auf die Güterschifffahrt angewiesen (Ademmer et al., 2018). Die Reduktion des Primärenergieverbrauchs bis zum Jahr 2020 um 20 % gegenüber dem Jahr 2008, wie es das Energiekonzept 2010 vorsieht, dürfte zum heutigen Stand allerdings verfehlt werden. Bislang ist nur eine Reduktion von insgesamt 10 % erreicht worden (Umweltbundesamt, 2019c).

68. Weiteres Kernelement der nationalen Maßnahmen ist die technologiespezifische **Förderung von erneuerbaren Energien**, mit dem Ziel eines steigenden Anteils vor allem der Photovoltaik und der Windkraft an der Stromerzeugung. Vor dem Inkrafttreten des EEG 2017 wurde der Strom in einer vorab festgelegten Höhe vergütet. Mit der **Novellierung des EEG 2017** wird die Vergütung der erneuerbaren Energieerzeugung grundsätzlich durch Ausschreibungen ermittelt (BMWi, 2019b). Der Betreiber, dessen Anlage am kostengünstigsten betrieben werden kann, wird somit gefördert.
69. Rund ein Viertel der neu installierten Leistung aus **Photovoltaikanlagen** wird seit der Novellierung auktioniert, die übrige Ausbaumenge hat weiterhin einen Anspruch auf die gesetzlich festgelegte Vergütung (BMWi, 2019a). Die Ausschreibungsrounden für Photovoltaik waren zuletzt von einem hohen Angebot geprägt, und die **Kapazität neu gebauter Anlagen steigt weiter an**. Günstig auf die Preisentwicklung bei der Photovoltaik dürfte sich ausgewirkt haben, dass ein zunehmender Anteil der Module aus China sowie weiteren asiatischen Ländern stammt, wo diese oftmals kostengünstiger produziert werden können als in Deutschland (Fraunhofer ISE, 2019).
70. Im Gegensatz zur Photovoltaik waren die **Ausschreibungsrounden von Windenergieanlagen an Land zuletzt unterzeichnet**. So erhielten in den letzten drei Runden des Jahres 2018 alle Bieter einen Zuschlag (Bundesnetzagentur und Bundeskartellamt, 2019). Die Flächenkapazität in Deutschland für diese Anlagen ist begrenzt. Bereits bei einem Mindestabstand von 1 000 Metern zu Wohngebieten würden sich die mögliche Ausbaufläche der Windenergie an Land um 20 % bis 50 % verringern (Plappert et al., 2019). Bei einem weiteren Ausbau entsprechend der heutigen Planung könnte bis zum Jahr 2030 voraussichtlich nur ein Anteil der erneuerbaren Energien von 54 % erreicht werden und das **65 %-Ausbauziel der Bundesregierung** bis zum Jahr 2030 in Gefahr geraten (BDEW, 2019).
71. Zugleich kommt der Ausbau der Netz- und Speicherinfrastruktur nur langsam voran, was die **Integration des Stroms aus erneuerbaren Quellen in das Netz** behindert. Dies ist vor dem Hintergrund der **witterungsbedingten Volatilität der erneuerbaren Energien** problematisch. Für die Erreichung der Ausbauziele dürften eine umfassende Modernisierung und der flächende-

„ABBILDUNG 8

Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2018



1 – Petajoule. 2 – Durchschnittliche jährliche Veränderung. 3 – Gemäß der Güterklassifikation in Verbindung mit den Wirtschaftszweigen, Ausgabe 2008 (CPA 2008) beziehungsweise der Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 2008 (WZ 2008). Chem. Erz.: Chemische Erzeugnisse. Glas/ Papier: Glas und Glaswaren, Keramik, verarbeitete Steine und Erden sowie Papier, Pappe und Waren daraus. Kokerei: Kokerei- und Mineralölzerzeugnisse. VG: Verarbeitendes Gewerbe insgesamt. Elektronik: Datenverarbeitungsgeräte, elektronische und optische Erzeugnisse sowie elektrische Ausrüstungen. 4 – In 2016. 5 – Veränderung gegenüber 2017.

Quellen: AG Energiedaten, Statistisches Bundesamt, eigene Berechnungen

© Sachverständigenrat | 19-128

ckende Ausbau der Netzinfrastruktur entscheidend sein (Agora Energiewende, 2018).

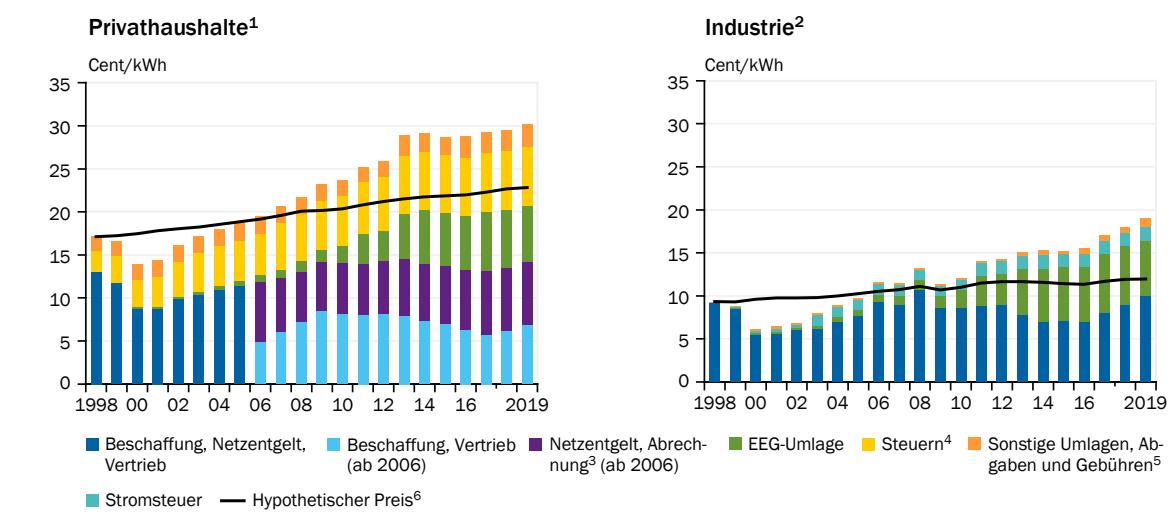
Umstritten ist, in welchem Umfang erzeugter Strom zukünftig gespeichert werden muss und kann und wie sich dies auf die Wirtschaftlichkeit der erneuerbaren Energien auswirkt (Sinn, 2017; Zerrahn et al., 2018). Smart Grids könnten dabei helfen, die physikalisch notwendige **Balance zwischen Stromerzeugung und -verbrauch** herzustellen (JG 2016 Kasten 31). Dafür wäre allerdings eine entsprechend großflächige Umrüstung von Haushalten und Unternehmen notwendig.

72. Der Ausbau der erneuerbaren Energien wird über die **EEG-Umlage** finanziert und somit von den Stromverbrauchern getragen. Diese ist neben den Beschaffungs-, Entgelt- und Vertriebskosten für die Entwicklung der Strompreise bedeutsam. Sie ist zwar bis zum Jahr 2017 gestiegen und seitdem leicht gesunken, was im Zusammenhang mit dem Wechsel hin zu Ausschreibungsverfahren steht. „ABBILDUNG 9“ Gleichzeitig hat sich der Abwärtstrend bei anderen Preisbestandteilen umgekehrt, wozu insbesondere höhere Rohstoffpreise sowie der Preisanstieg im EU-ETS beigetragen haben. Perspektivisch dürfte die EEG-Umlage durch einen Anstieg des CO₂-Preises sinken, da sich die Strom-Erzeugerpreise aus fossiler und erneuerbarer Produktion annähern.

Insgesamt dürften sich die Vergütungen an Betreiber, abzüglich der Erlöse aus dem Verkauf des EEG-Stroms, im Zeitraum von 2000 bis 2019 auf knapp 222 Mrd Euro belaufen (BMWi, 2018a). Dies entspricht rund 6,5 % des BIP im Jahr 2018. Die Belastungen der EEG-Umlage werden dabei von Unternehmen

↳ ABBILDUNG 9

Strompreise und deren Bestandteile für Privathaushalte und Industrikunden



1 – Für einen Jahresverbrauch von 3 500 kWh. 2 – Mittelspannungsseitige Versorgung; Abnahme 100 kW/1 600 h bis 4 000 kW/5 000 h. 3 – Einschließlich Messung und Messstellenbetrieb. 4 – Umsatzsteuer und Stromsteuer. 5 – Konzessionsabgabe, KWKG-Umlage, §19 Strom-NEV-Umlage, Offshore-Netzumlage (bis 2018 Offshore-Haftungsumlage) und Umlage für abschaltbare Lasten. 6 – Für Privathaushalte: Strompreis des Jahres 1998 fortgeschrieben mit der Entwicklung des Verbraucherpreisindex. Für Industrie: Strompreis des Jahres 1998 fortgeschrieben mit der Entwicklung der Erzeugerpreise gewerblicher Produkte ohne elektrischen Strom, Gas und Fernwärme.

Quellen: Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft, Statistisches Bundesamt, eigene Berechnungen

© Sachverständigenrat | 19-118

und Haushalten getragen, während für den Bundeshaushalt durch die Förderung der erneuerbaren Energien keine Belastungen entstehen. Da der Staat zudem keine Kontrolle über die Finanzierungsflüsse nach dem EEG hat, urteilte der EuGH im Jahr 2019, dass ein Einspeise-Vergütungssystem wie das EEG **keine staatliche Beihilfe** darstellt (EuGH, 2019).

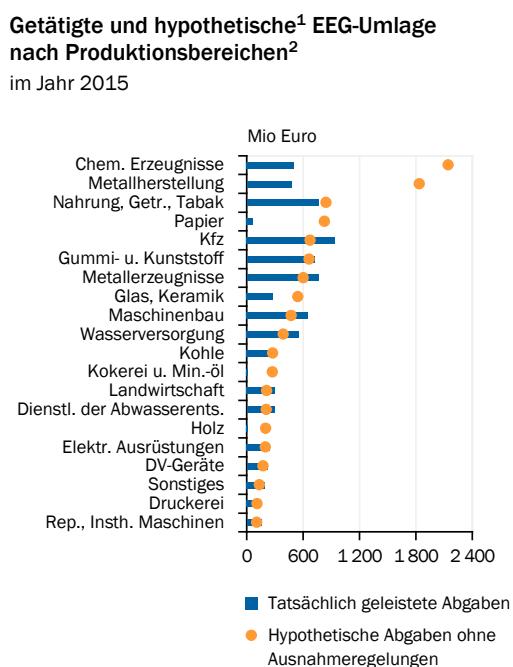
73. Haushalte und Unternehmen werden durch die **EEG-Umlage** im Umfang von jährlich 22 bis 24 Mrd Euro belastet (BMWi, 2018b). Rund 36 % der Kosten im Jahr 2016 wurden direkt von privaten Haushalten getragen, rund 28 % von der Industrie und etwa 19 % vom Dienstleistungssektor (BDEW, 2017). Die restlichen knapp 17 % entfielen auf öffentliche Einrichtungen, die Landwirtschaft und den Verkehr. Die **Belastung** der einzelnen Haushalte und Industrien ist **sehr heterogen**. Auf der Haushaltsseite steigt die absolute Belastung mit dem Haushaltseinkommen an ↳ ABBILDUNG 10 RECHTS, da reichere Haushalte einen höheren Stromverbrauch haben. Relativ zum Haushaltseinkommen sinkt die Belastung jedoch mit steigendem Einkommen, da der Anteil anderer Konsumkategorien am Warenkorb zunimmt. Die EEG-Umlage wirkt also **regressiv**.
74. **Energieintensiven Industrieunternehmen** werden im Rahmen der Besonderen Ausgleichsregelung umfangreiche Ausnahmen von der EEG-Umlage gewährt, sodass diese relativ zu ihrem Stromverbrauch vergleichsweise gering belastet werden. Dies zeigt eine Gegenüberstellung der tatsächlichen Belastung der einzelnen Industrien mit einer hypothetischen Belastung bei Wegfall aller **Ausnahmeregelungen**. ↳ ABBILDUNG 10 LINKS In diesem Szenario würden die Belastungen durch das EEG auf alle Stromverbraucher gleichermaßen umgelegt, so dass die Umlage je kWh um etwa 29 % sinken würde. Die bislang nicht privilegierten Verbraucher würden entlastet, Haushalte um rund ein Drittel. Allerdings müssen die Ausnahmen für energieintensive Unternehmen im Zusammenhang

mit deren internationaler **Wettbewerbsfähigkeit** gesehen und beurteilt werden (JG 2013 Ziffern 788 ff.). ↴ **ZIFFERN 171 FF.**

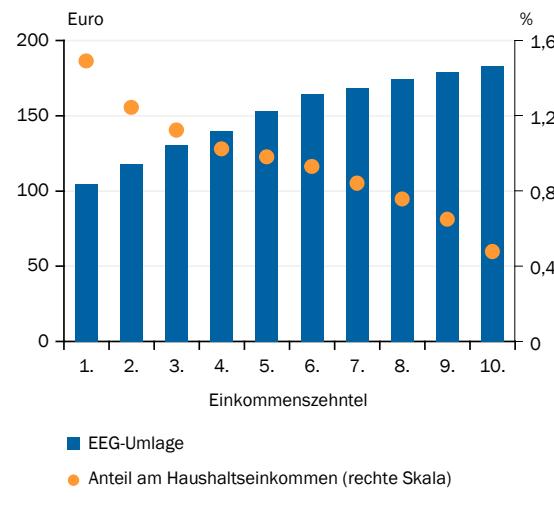
75. Obwohl die EU-ETS-Sektoren bereits durch das EU-ETS abgedeckt sind und die Emissionen gemäß dessen Obergrenze sinken, leistet sich Deutschland teure Projekte, die eher als **industrie- und nicht klimapolitisch** motiviert einzurichten sind. Sowohl der Ausstieg aus der Kohleverstromung als auch der Ausbau der erneuerbaren Energien würde im Zeitverlauf durch einen CO₂-Preis ohnehin bewirkt, dann allerdings zum volkswirtschaftlich effizienten Zeitpunkt. Die in der Vergangenheit eingegangenen Verpflichtungen müssen zwar eingehalten werden, für die Zukunft könnte das EEG jedoch abgeschafft und auf die Wirkung des CO₂-Preises gegebenenfalls im Verbund mit begleitenden Maßnahmen vertraut werden (Wissenschaftlicher Beirat beim BMWi, 2019).

↳ ABBILDUNG 10

EEG-Umlage für Unternehmen und private Haushalte



Durchschnittliche EEG-Umlage privater Haushalte nach Einkommenszehnteln³
im Jahr 2013



1 – Die EEG-Kosten werden im hypothetischen Szenario auf den gesamten Stromverbrauch, inklusive Eigenerzeugung und dem aktuell durch die besondere Ausgleichsregelung befreiten Verbrauch, umgelegt. Der resultierende hypothetische EEG-Umlagesatz beträgt dann 4,37 Cent. Die hypothetischen Kosten eines Produktionsbereichs ergeben sich aus dem Produkt des hypothetischen EEG-Umlagesatzes und des gesamten Stromverbrauchs des Produktionsbereichs. 2 – Gemäß der Güterklassifikation in Verbindung mit den Wirtschaftszweigen, Ausgabe 2008 (CPA 2008). 3 – Die Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (EVS) stellt ausschließlich die absoluten Ausgaben für Strom zur Verfügung. Es wird angenommen, dass alle Haushalte unabhängig von ihrer jährlichen Abnahmemenge 29,24 Cent je kWh im Jahr 2013 bezahlt haben. Gemäß Bundesnetzagentur entspricht dies dem durchschnittlichen Strompreis bei einer Abnahmemenge zwischen 2 500 und 5 000 kWh im Jahr zum Stichtag 1. April. Die EEG-Umlage betrug im selben Jahr 5,28 Cent je kWh.

Quellen: BMWi, Bundesnetzagentur, FDZ der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder, Einkommens- und Verbrauchsstichprobe 2013, Grundfile 5 (HB), eigene Berechnungen

3. Nicht-EU-ETS-Sektoren: Flickenteppich an Maßnahmen

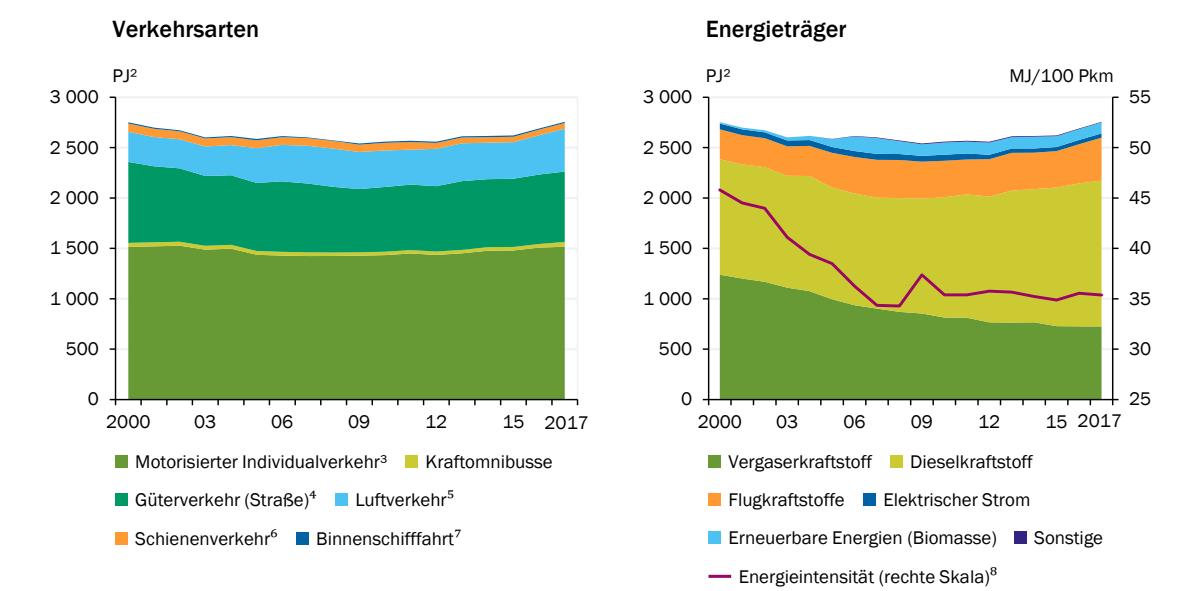
76. Die Sektoren, die nicht in das EU-ETS einbezogen sind, umfassen den Verkehr, Gebäude sowie die Landwirtschaft. In Deutschland sind diese für rund 18 %, 14 % beziehungsweise 8 % der Treibhausgasemissionen verantwortlich, während etwas mehr als 58 % auf die Sektoren Industrie und Energie entfallen, die bis auf wenige Ausnahmen im EU-ETS eingeschlossen sind (Umweltbundesamt, 2019a). Der Rest entsteht etwa in der Abfall- und Kreislaufwirtschaft oder in Anlagen, deren Größe unterhalb eines Schwellenwerts für die Erfassung im EU-ETS liegt. Anders als in der Industrie und im Energiesektor wird für den Verkehrs- und Gebäudesektor sowie für die Landwirtschaft bislang kein marktorientiertes Instrument eingesetzt. Stattdessen existiert für die Nicht-EU-ETS-Sektoren eine **Vielzahl an Zielvorgaben und Maßnahmen** auf unterschiedlichen Ebenen (JG 2016 Ziffern 867 ff.). Einige dieser Ziele werden voraussichtlich verfehlt. Dazu zählt das auf EU-Ebene bindende Ziel der Verringerung der Treibhausemissionen in den nicht vom EU-ETS abgedeckten Sektoren für das Jahr 2030. ↗ [ZIF-FERN 49 F.](#)

Unterschiedliche Sektoren mit eigenen Herausforderungen

77. Der **Verkehrssektor** steht vor der Herausforderung, bei einem voraussichtlich weiter ansteigenden Verkehrsaufkommen seine Treibhausgasemissionen zu reduzieren. Die Emissionen teilen sich in diesem Sektor im Jahr 2016 auf Personenkraftwagen (PKW) mit 60,6 %, Straßenutzfahrzeuge mit 35,3 %, den nationalen Luftverkehr mit 1,4 %, Küsten- und Binnenschifffahrt mit 1,2 %, Dieselloks mit 0,6 % und die übrigen Verkehrsträger mit 0,9 % (BMU, 2019b). Innerhalb des Verkehrssektors macht somit der Straßenverkehr den Großteil der CO₂-Emissionen aus. ↗ [ABBILDUNG 11 LINKS](#) Pro Personenkilometer (Pkm) stößt hingegen der Flugverkehr die meisten Treibhausgasemissionen aus. Er emittiert 201 g/Pkm; im Vergleich dazu stößt ein PKW 139 g/Pkm aus und die Eisenbahn im Fernverkehr nur 36 g/Pkm (Umweltbundesamt, 2018b).
78. Die **Transportleistung** von Lastkraftwagen (LKW) ist in Deutschland, gemessen in Tonnenkilometern, zwischen den Jahren 2000 und 2017 um 42 % **gestiegen**. Im Personenverkehr war zeitgleich ein Anstieg der Verkehrsleistung um knapp 15 % zu verzeichnen. Dabei spielt die **wachsende Wirtschaftsleistung**, die in einem engen Zusammenhang mit dem Verkehrsaufkommen insbesondere des Güterverkehrs steht, eine wichtige Rolle. Daneben dürften die stärkere Integration von Wertschöpfungsketten und die EU-Osterweiterung zum Anstieg der Verkehrsleistung beigetragen haben (Obermüller et al., 2019). So dürften ausländische LKW gemäß Prognose des Bundesamts für Güterverkehr im Jahr 2020 etwas mehr als 44 % der gesamten Verkehrsleistung von LKW ausmachen (BMVI, 2018a).

Der Energieverbrauch je Pkm stagnierte dabei in den vergangenen Jahren, nachdem bis zur Rezession 2008/09 größere **Effizienzgewinne** erzielt werden konnten. ↗ [ABBILDUNG 11 RECHTS](#) Ursachen hierfür könnten eine geringere Auslas-

↓ ABBILDUNG 11
Energieverbrauch im Verkehrssektor¹



1 – Inlandsabsatz. 2 – Petajoule. 3 – PKW, Krafträder, Mopeds, Mofas, Mokicks. 4 – LKW, Sattelzüge und Zugmaschinen, einschl. sonstiger Kfz. 5 – Internationaler Flugverkehr seit 2012 im EU-ETS, wobei Flüge von und nach Drittstaaten bislang ausgenommen sind. 6 – Eisenbahn, U-Bahn, Straßenbahn. 7 – Einschließlich Hafen- und Küstenschifffahrt. 8 – Endenergieverbrauch Verkehr/ Verkehrsleistung in Megajoule pro 100 Personenkilometer.

Quellen: AG Energiebilanzen, BMVI

© Sachverständigenrat | 19-179

tung der Fahrzeuge sowie ein höherer Anteil von Kurzstreckenfahrten schwerer LKW infolge des Baubooms sein (Obermüller et al., 2019).

79. Bis zum Jahr 2050 wird mit einem **weiteren Anstieg der Güterverkehrsleistung** um 48 % gegenüber dem Jahr 2015 gerechnet, wohingegen das Aufkommen im Personenverkehr vor dem Hintergrund einer abnehmenden Gesamtbevölkerung und des demografischen Wandels weitgehend stabil bleiben könnte (BCG und Prognos, 2018). Für eine Reduktion der Emissionen im Verkehrssektor gibt es vier Optionen:

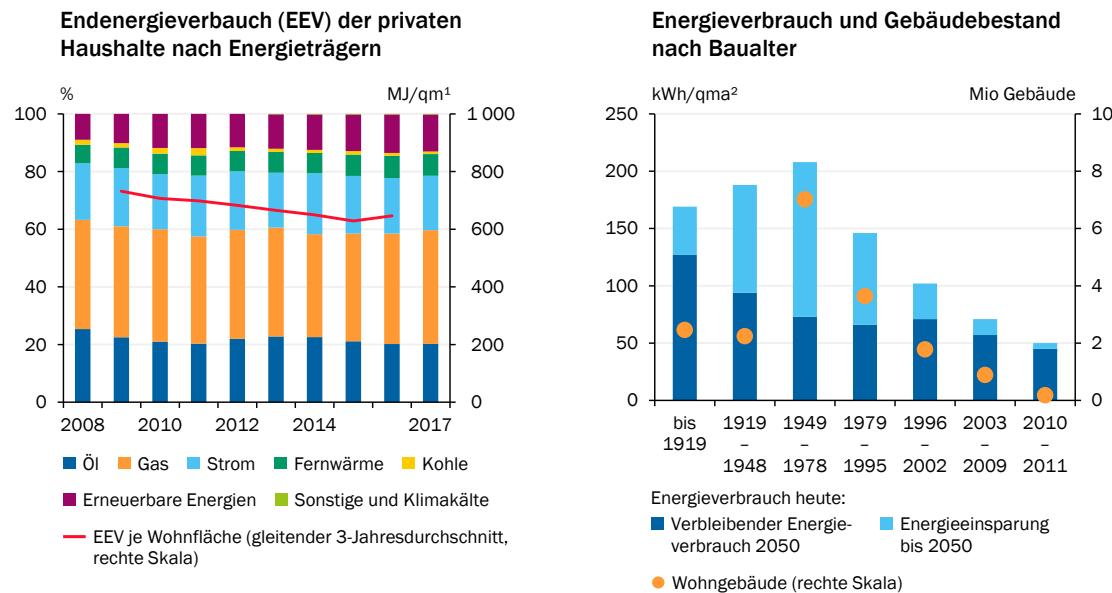
- **Effizienzsteigerungen**, etwa durch die technische Weiterentwicklung bestehender Antriebstechniken: Zwar gelang es, die CO₂-Emissionen von Neuwagen in den vergangenen Jahren zu reduzieren. Der durchschnittliche CO₂-Ausstoß von Neuzulassungen liegt in Deutschland allerdings noch deutlich über dem Zielwert für das Jahr 2020 (EEA, 2018). ↘ ZIFFERN 87 F. Dabei spielt die steigende Nachfrage nach größeren und stärker motorisierten Fahrzeugen eine wichtige Rolle. Diese trug dazu bei, dass das durchschnittliche Gewicht von neuzugelassenen Personenkraftwagen trotz des Einsatzes von leichteren Materialien und verbessertem Autodesign nicht zurückging (EEA, 2018).
- **Verlagerung des Verkehrs auf die Schiene**: Der Güterbahnverkehr stößt bezogen auf die Verkehrsleistung in Tonnenkilometern 80 % weniger CO₂ aus als LKW (Umweltbundesamt, 2018b). Allerdings unterscheiden sich die verschiedenen Verkehrsträger hinsichtlich der Transportwege und der beförderten Güter deutlich (Obermüller et al., 2019). Der weit höhere Anteil

des Eisenbahngüterverkehrs in anderen Ländern deutet jedoch durchaus noch auf Verlagerungspotenzial hierzulande hin (Agora Verkehrswende, 2018). Wichtig hierfür ist allerdings ein Ausbau des Schienennetzes sowie von Umschlaganlagen.

- **Wechsel auf weniger CO₂-intensive Antriebsarten:** Bei elektrischen PKW verhindern neben den Mehrkosten bei der Anschaffung vor allem die bislang unzureichende Infrastruktur elektrischer Ladestationen sowie vergleichsweise kurze Reichweiten eine größere Marktdurchdringung. Obwohl der Antrieb durch Brennstoffzellen und Gas heute noch durch hohe Vermeidungskosten gekennzeichnet sein dürfte [↳ ZIFFERN 133 FF.](#), könnte bei größeren technologischen Innovationen insbesondere im Straßengüterverkehr zukünftig zunehmend auf diese Antriebsarten gesetzt werden (BCG und Prognos, 2018; Fraunhofer ISI, 2018).
 - **Betankung mit synthetischen und biologischen Kraftstoffen:** Bislang machen Benzin- und Dieselkraftstoffe weiterhin den Großteil der im Verkehr eingesetzten Energieträger aus. [↳ ABBILDUNG 11 RECHTS](#) Die Verwendung von alternativen Kraftstoffen könnte zur Emissionsreduktion im Verkehrssektor beitragen. Bei Biokraftstoffen ist auf die indirekten Folgen für Landnutzung, -preise und Nahrungsmittelpreise zu achten (Edenhofer et al., 2019). Zukünftig könnte hingegen etwa die Beimischung vor allem von synthetischen Kraftstoffen eine wichtige Rolle spielen. So könnte beispielsweise an sonnenreichen Standorten außerhalb Deutschlands Strom günstig erzeugt werden, dort in flüssige (Power to Liquid) beziehungsweise gasförmige (Power to Gas) Kraftstoffe umgewandelt werden, um dann schließlich hier in Fahrzeugen verwendet zu werden (Obermüller et al., 2019).
80. Die weltweite Zahl der in der **Luftfahrt** beförderten Passagiere ist im Jahr 2017 auf 4,1 Mrd gestiegen. Die Frachtmenge steigt ebenfalls weiter an (ICAO, 2017). Die **Luftfahrtbranche** machte im Jahr 2017 einen Anteil in Höhe von **2 % an den weltweiten CO₂-Emissionen** aus. Die Internationale Zivilluftfahrtorganisation (ICAO), eine Sonderorganisation der Vereinten Nationen, rechnet mit einem weiteren Anstieg der zivilen Luftfahrt auf 10 Milliarden Passagiere im Jahr 2040 (ICAO, 2018). Die Schifffahrt steht vor ähnlichen klimapolitischen Herausforderungen. So dürften die Emissionen des maritimen Sektors ohne weitere Maßnahmen bis zum Jahr 2050 um 50 % bis 250 % steigen (IMO, 2015).
81. Der sechste Monitoring-Bericht zur Energiewende hat festgestellt, dass die **Reduktion der Emissionen aus dem Wärmeverbrauch von Gebäuden** im Jahr 2020 gegenüber dem Jahr 2008 voraussichtlich nur rund 12,5 % betragen dürfte (BMWi, 2018b). Da eine Anpassung des Heizverhaltens nur eingeschränkt möglich ist, lassen sich Emissionen im Wesentlichen durch **energetische Sanierungen** und einen **Umstieg auf weniger CO₂-intensive Brennstoffe** reduzieren. [↳ ABBILDUNG 12 LINKS](#) Wärmepumpen können dabei eine wichtige Rolle spielen. Deren Einsatz rechnet sich aber aufgrund der vergleichsweise hohen Abgabenbelastung von Strom im Vergleich zu Heizöl und Erdgas derzeit kaum (Wissenschaftlicher Beirat beim BMWi, 2019). Da rund drei Viertel aller Wohngebäude in Deutschland vor Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnung

↓ ABBILDUNG 12

Energieverbrauch und Baualter des Gebäudebestands



1 – Megajoule je Quadratmeter. 2 – Kilowattstunden je Quadratmeter und Jahr.

Quelle: BMWi

© Sachverständigenrat | 19-222

gebaut wurden, ist das Potenzial für Energieeinsparungen beim Altbau bestand besonders groß (BMWi, 2015). ↓ ABBILDUNG 12 RECHTS

82. Im **Gebäudebereich** bestehen drei Herausforderungen: lange Sanierungszyklen, die Beachtung von Vermieter-Mieter-Verhältnissen und begrenzte Kapazitäten im Baugewerbe. Energetische Maßnahmen rechnen sich vor allem dann, wenn zugleich generelle Sanierungen anstehen (Henger und Schaefer, 2018). Die **Sanierungszyklen im Gebäudebereich** erstrecken sich bei der Anlagentechnik jedoch über 30 Jahre. Für Außenbauteile wie das Dach beträgt der Zyklus sogar 50 bis 55 Jahre (Fraunhofer IBP, 2013). Durchschnittlich werden jedes Jahr in etwa 2 % der Wohnungen die Heizungen erneuert (Henger und Voigtländer, 2012). Der Gebäudesektor dürfte ohne zusätzliche Maßnahmen daher künftig zwar einen stetigen, aber nur langsam Beitrag zur Emissionsminderung leisten.
83. Angesichts des großen **Anteils an Mietwohnungen in Deutschland** ist bei einer Bepreisung essenziell, ob die Preisanreize die Vermieter tatsächlich veranlassen, Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz zu tätigen. Denn diese senken letztlich die Nebenkosten der Mieter. Mietrechtliche Einschränkungen könnten es für Vermieter zusätzlich unattraktiv machen, in eine energetische Sanierung ihrer Wohnungen zu investieren (Henger und Schaefer, 2018). Daher sind in diesem Bereich begleitende Maßnahmen ratsam. ↓ ZIFFERN 245 FF.



Bei einer modernisierenden Instandhaltung oder einer grundlegenden Modernisierung ohne Reparaturanlass können die **anfallenden Kosten teilweise auf die Mieter übertragen werden** (§ 559 BGB). Handelt es sich lediglich um eine modernisierende Instandsetzung der Heizungsanlage, so ist von dem Kostenaufwand jedoch jener Betrag abzuziehen, der

durch eine reine Instandhaltung oder -setzung angefallen wäre (§ 559 Absatz 2 BGB). Präventive Maßnahmen im Bereich von Verschleißteilen oder der Austausch defekter Bauteile fallen unter die Regelungen der Instandhaltung sowie -setzung und begründen keine Überwälzung der hierdurch entstandenen Kosten auf die Mieter (§§ 555a und 555b BGB).

Seit dem Jahr 2019 dürfen maximal 8 % der durch eine Modernisierung entstandenen Kosten auf die Miete überwälzt werden (§ 559 BGB). Finanzierungskosten sowie Kostenanteile, die durch öffentliche Mittel bezuschusst worden sind, sind generell auszuschließen (§ 559a BGB). Zudem besteht für die Umlage der Modernisierungskosten eine absolute Begrenzung, die abhängig vom Quadratmeterpreis der Wohnung ist (§ 559 Absatz 3 BGB). Anreize zur Modernisierung von Heizgeräten sowie der Verteilung von Kosten ändern sich grundlegend, wenn der Vermieter den Betrieb der Heizungsanlage an Dritte ausgelagert hat (**Wärme-Contracting**). In diesem Fall erfolgen Betrieb, Wartung und Wärmeversorgen durch einen gewerblichen Anbieter.

84. Begrenzte Kapazitäten im Baugewerbe stellen ein weiteres Hindernis für eine rasche energetische Sanierung dar (Umweltbundesamt und BMU, 2011; Pfnür und Müller, 2013). So fehlen Schätzungen zufolge für das Erreichen der Klimaziele im Gebäudesektor bis zum Jahr 2030 rund 100 000 zusätzliche Fachkräfte (Kenkmann und Braungardt, 2018). Der steigende Wohnraumbedarf insbesondere in Städten in Verbindung mit höheren energetischen Anforderungen dürfte die ohnehin schon angespannte Lage auf dem Immobilienmarkt weiter verschärfen. Förderprogramme könnten aufgrund der **angebotsseitigen Einschränkungen** nicht die gewünschte Wirkung erzielen (Kenkmann und Braungardt, 2018).
85. In der **Landwirtschaft** sind neben CO₂ die Treibhausgase Methan und Lachgas zu berücksichtigen. Diese fallen bei der **Nutztierhaltung** (Methan), der Lagerung und Ausbringung von Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft (Methan und Lachgas) sowie bei der Emission aus landwirtschaftlichen Böden infolge der **Stickstoffdüngung** (Lachgas) an (Lünenbürger et al., 2013). Die größten Einzelmittenten von Methan sind Milchkühe.

Das Ziel der Bundesregierung ist es, den Ausstoß von Treibhausgasemissionen in diesem Sektor bis zum Jahr 2030 um 31 % bis 34 % gegenüber dem Jahr 1990 zu reduzieren (Umweltbundesamt, 2019d). Bis zum Jahr 2017 war allerdings nur ein Rückgang um 17 % zu verzeichnen. Dieses im Klimaschutzplan 2050 festgehaltene Ziel dürfte jedoch nicht allein durch Maßnahmen im Düngemanagement und in der Pflanzen- und Tierproduktion erreicht werden (Umweltbundesamt, 2019d). Da die technologischen Möglichkeiten der Emissionsreduktion im Gegensatz zu anderen Sektoren bei der Viehhaltung naturgemäß begrenzt sind, bliebe **nur eine Reduktion des Bestands**.

Regulierungsanstrengungen auf europäischer Ebene

86. In den Nicht-EU-ETS-Sektoren werden auf europäischer Ebene vorrangig **regulatorische Ansätze** zur Begrenzung der europäischen CO₂-Emissionen angewandt. Dazu zählen beispielsweise die herstellerspezifischen Emissionsgrenzen für **Personenkraft- und leichte Nutzfahrzeuge**. Bei diesen Maßnahmen

handelt es sich oftmals um sehr starke Eingriffe in einzelne Märkte. So zeigen empirische Untersuchungen, dass die Kosten der Emissionsvermeidung durch Regulierung, etwa durch Standards im Transportsektor, um ein Vielfaches höher liegen als diejenigen durch einen CO₂-Preis (Edenhofer et al., 2019; Wissenschaftlicher Beirat beim BMWi, 2019).

- 87. Bereits im Jahr 1995 hat die Europäische Kommission eine Strategie zur Minderung der CO₂-Emissionen von PKW ergriffen. Diese sah zunächst eine **Selbstverpflichtung** der Hersteller zur Begrenzung der CO₂-Emissionen vor. Diese Strategie mündete im Jahr 1999 in eine Selbstverpflichtung der Automobilhersteller zur Begrenzung der CO₂-Emissionen auf 140 g CO₂/km bis zum Jahr 2008 (1999/125/EG). Aufgrund der **geringen Effektivität der Selbstverpflichtungen** schuf die Europäische Kommission im Jahr 2009 erstmalig einen **rechtlich verbindlichen Rahmen** mit **herstellerspezifischen Grenzwerten** für die durchschnittlichen Emissionswerte der jeweiligen Neuwagenflotten (Verordnung (EG) Nr. 443/2009). Bis zum Jahr 2015 sollte hierdurch eine Reduktion der durchschnittlichen Emissionen auf 130 g CO₂/km erreicht werden.
- 88. Im Jahr 2014 wurden die **Zielwerte und Rahmenbedingungen** dieser Verordnungen **angepasst** und **ausgeweitet**. So wurde für das Jahr 2021 das Ziel von 95 g CO₂/km festgelegt, und die **Sanktionen** wurden **deutlich verschärft**. Galten bis zum Ende des Jahres 2018 zunächst gestaffelte Sanktionsbeträge, ist nun eine Strafzahlung in Höhe von 95 Euro je Gramm und Fahrzeug bereits ab dem ersten Gramm der Zielverfehlung fällig.

In der jüngsten **Aktualisierung** der Verordnung im Jahr 2019 wurde zudem eine zweistufige Reduktion der CO₂-Emissionen um 15 % bis zum Jahr 2025 auf rund 80 g CO₂/km und um 37,5 % bis zum Jahr 2030 auf rund 59 g CO₂/km beschlossen. Zudem wurde mit dem Worldwide Harmonized Light-Duty Vehicles Test Procedure (**WLTP**) auf ein Messverfahren umgestellt, das den tatsächlichen Fahrbetrieb besser widerspiegeln soll. Für das Jahr 2023 ist eine **Zwischenbewertung** der Wirksamkeit der jüngsten Verordnung vorgesehen. Auf Basis dieser Evaluation behält sich die Europäische Kommission das Recht vor, gegebenenfalls die Emissionsgrenzen anzupassen und auf den Zeitraum von 2035 bis 2040 auszudehnen.

- 89. Im Jahr 2007 erfolgte durch die Änderung des Bundesimmissionsschutzgesetzes eine Umstellung der **Förderung von Biokraftstoffen** auf einen verpflichtenden **Mindestanteil zur Beimischung** zu fossilen Kraftstoffen. Anstelle einer fixen Biokraftstoffquote kommt seit dem Jahr 2015 eine **Treibhausgasquote** zur Anwendung, um eine Reduktion der CO₂-Emissionen im Verkehrssektor zu fördern. Hierbei handelt es sich um nationale Maßnahmen zur Umsetzung der **Vorgaben der europäischen Richtlinien** zur Kraftstoffqualität (98/70/EG) sowie erneuerbaren Kraftstoffen (2003/30/EG).
- 90. Die Quote verpflichtet Unternehmen, die Kraftstoffe in den Verkehr bringen, zu einer jährlichen Einsparung von Treibhausgasen relativ zum Gesamtverbrauch von Otto- und Dieselkraftstoffen. Gegenwärtig beläuft sich das **jährliche Reduktionsziel** auf **4 %**. Ab dem Jahr 2020 steigt es auf 6 % an. Unternehmen

müssen die Quote grundsätzlich durch das Inverkehrbringen von Biokraftstoffen in demselben Jahr erfüllen. Werden die Verpflichtungen der Treibhausquote nicht erfüllt, müssen die betroffenen Unternehmen **Strafen** proportional zum Umfang der Verfehlung zahlen. Kommt es zur Übererfüllung der Vorgaben, können betroffene Unternehmen sich diese auf das Folgejahr anrechnen lassen.

91. Die Treibhausgasquote ähnelt in einigen Punkten dem EU-ETS. Unternehmen können ihre Verpflichtung zur Einspeisung von Biokraftstoffen auf Dritte übertragen. Wie beim EU-ETS besteht somit die Möglichkeit für einen **Handel der Quotenverpflichtungen**. Insbesondere entsteht durch die Quote ein **impliziter Preis** für die Einsparung von CO₂-Emissionen **im Verkehrssektor**. Dieser implizite Preis wird unter anderem durch die Reduktionsvorgabe der Treibhausgasquote sowie das Einsparpotenzial durch Biokraftstoffe bestimmt. Steigt Letzteres, so sinkt der relative Bedarf an Biokraftstoffen zur Erfüllung der Vorgaben der Treibhausgasquote.
92. Für den **Wärme- und Kältesektor** hat die EU bis zum Jahr 2020 rund 166 Mio Euro bereitgestellt, mit denen bis jetzt vorrangig Forschung- und Entwicklungsprojekte sowie die Umsetzung von Smart-City-Projekten in Europa gefördert wurden (Europäische Kommission, 2016). In der **Landwirtschaft** finanziert die EU über die Gemeinsame Agrarpolitik viele Betriebe in Europa, die Auszahlung wird jedoch bisher nur zum Teil zur schonenden Weiterentwicklung der Landwirtschaft genutzt. Eine Verknüpfung von öffentlichen Geldern mit Umwelt- und Naturschutzleistungen hat zum Teil über das „Greening“ stattgefunden. Beim Greening sind 30 % der Direktzahlungen an Umweltleistungen geknüpft, prämiert werden Maßnahmen der Flächennutzung im Umweltinteresse, der Anbaudiversifizierung und zum Erhalt des Dauergrünlands.

Fördermaßnahmen und Steuern mit indirektem CO₂-Bezug

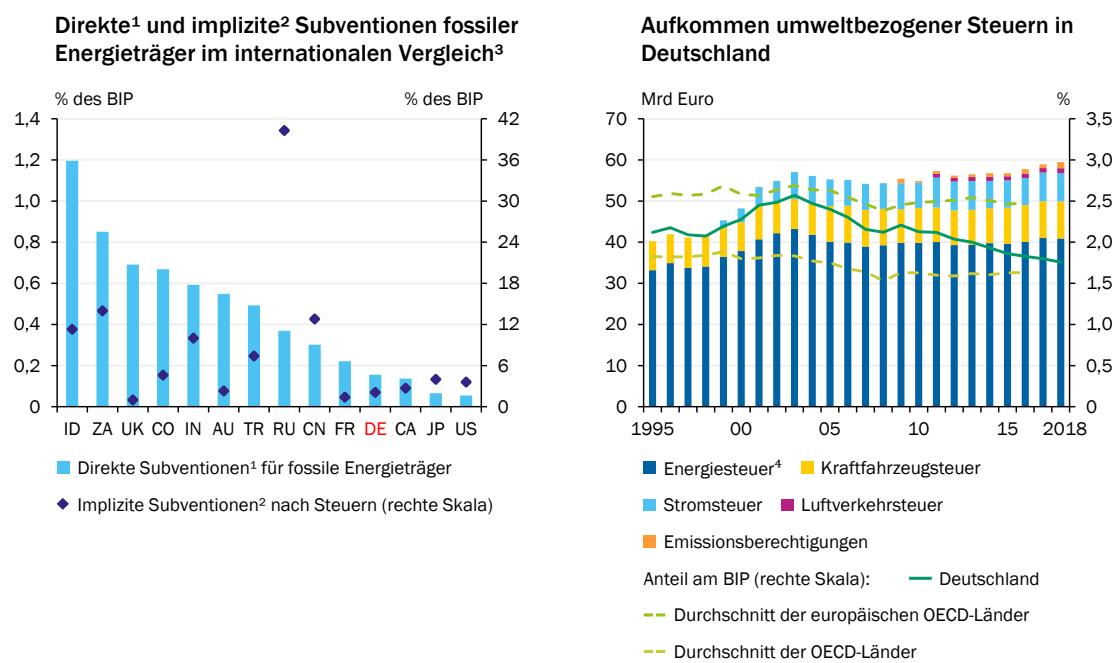
93. Im Nicht-EU-ETS-Bereich umfasst das Energiekonzept der Bundesregierung mehrere Aktionspläne und Fördermaßnahmen, um die Einzelziele zu erreichen. Im sechsten Monitoring-Bericht zur Energiewende werden **190 Einzelmaßnahmen** aufgelistet (BMWi, 2018b). Viele sprechen die Nutzung erneuerbarer Energien und die Steigerung der Energieeffizienz an. Allein für die Förderung von Maßnahmen zur energetischen Gebäudesanierung durch die KfW-Förderbank wurden im Jahr 2018 Finanzmittel in Höhe von 1,8 Mrd Euro veranschlagt, für den Energieeffizienzfonds 650 Mio Euro und für die Nationale Klimaschutzinitiative sowie Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien jeweils rund 300 Mio Euro (BMF, 2017).
94. Regulatorische Vorschriften sollen zudem zu Emissionsreduktionen führen. So definiert etwa die Energieeinsparverordnung bautechnische und energetische Anforderungen an neue sowie bestehende Gebäude. Die Regelungen schließen **spezifische Anforderungen an Heizungs- und Kühltechnik** mit ein und verfolgen das Ziel, den Energiebedarf von Gebäuden zu reduzieren und die Effizienz zu erhöhen. So sieht die Verordnung beispielsweise unter bestimmten Voraussetzungen ein Verbot des Betriebs von älteren Öl- und Gasheizungen vor.

95. Neben der Förderung von erneuerbaren Energien und emissionsarmen Technologien erhalten in Deutschland **fossile Energieträger eher indirekt Vorteile**, etwa indem die meisten Länder auf Förderabgaben und Wasserentnahmementgelte im Bereich des Braunkohleabbaus verzichten und die nicht-energetische Verwendung von Energieträgern von der Energiesteuer befreit ist (Köder und Burger, 2017). Dies führt dazu, dass die Verursacher einen Teil der entstehenden Kosten nicht selbst tragen müssen. Das senkt den Anreiz, Energie effizient und sparsam einzusetzen. Eine Studie des Internationalen Währungsfonds (IWF), die neben direkten Hilfen externe Kosten durch die Schäden berücksichtigt, die durch den Energiekonsum entstehen, beziffert die Größenordnung derartiger impliziter Subventionen in Deutschland im Jahr 2015 auf 2,1 % in Relation zum BIP (Coady et al., 2019). [ABILDUNG 13 LINKS](#)

Weltweit werden dagegen fossile Energieträger mit einem Anteil von 6,3 % am globalen BIP implizit gefördert. Mit einem Anteil von 12,8 % des BIP fließen beispielsweise in China erhebliche implizite Subventionen in die konventionellen Energieträger. Die direkten Subventionen sind deutlich geringer. [ABILDUNG 13 LINKS](#) Die weltweite Verbreitung von Subventionen rückt die **internationale Koordination** beim Abbau der Fördergelder und dem Umstieg auf ein **emissionsärmeres Energiesystem in den Fokus**.

96. Darüber hinaus existieren in Deutschland **bereits etliche Steuern** mit einem umweltpolitischen Bezug. [ABILDUNG 13 RECHTS](#) Jedoch knüpfen diese lediglich **indirekt am CO₂-Ausstoß** an. Eine Reform wäre deshalb unabhängig von der gewählten Form der zukünftigen Bepreisung von CO₂ angezeigt.
97. Die Steuersätze von Energie- und Stromsteuer sind in den vergangenen Jahren nominal konstant geblieben. Die **Steuereinnahmen umweltbezogener Steuern in Relation zum BIP sinken kontinuierlich**. Im Vergleich zum Jahr 2003 ging das Steueraufkommen in Relation zum BIP um mehr als 0,6 Prozentpunkte zurück. [ABILDUNG 13 RECHTS](#) Im Jahr 2016 lag das Steueraufkommen mit 1,9 % des BIP leicht über dem OECD-Durchschnitt von 1,6 % des BIP, aber unter dem Durchschnitt der europäischen OECD-Länder. [ABILDUNG 13 RECHTS](#)
98. Seit dem Jahr 2009 bemisst sich die Höhe der **Kraftfahrzeugsteuer** neben dem Hubraum und der Abgasnorm nach dem CO₂-Ausstoß. Seit dem vergangenen Jahr wird die Höhe der Emissionen für Neuzulassungen durch ein neues Messverfahren (WLTP) in einem standardisierten Testzyklus ermittelt. Dies führt zwar im Durchschnitt zu einer stärkeren Steuerbelastung, die Höhe der Steuer wird jedoch von der **tatsächlichen Nutzung des Kraftfahrzeugs** nicht beeinflusst. So könnte diese Steuer zwar Anreize setzen, ein Kraftfahrzeug mit geringerem Schadstoffausstoß je Kilometer anzuschaffen, der tatsächliche Ausstoß durch die Intensität der Nutzung fließt jedoch nicht ein. Würde die Emission einheitlich besteuert, könnte der CO₂-Ausstoß als Faktor bei der Bemessung der Kraftfahrzeugsteuer aufgehoben werden. Dies würde zudem die Komplexität der Steuerberechnung zumindest für Neuzulassungen mindern. Um Anreize für den Erwerb eines emissionsärmeren Fahrzeugs zu setzen, werden Bonus-Malus-Systeme in Verbindung mit einer Zulassungsteuer bei der Erstanmeldung vorgeschlagen (Agora Verkehrswende, 2018).

↓ ABBILDUNG 13
Subventionierung und Besteuerung



1 – Dies beinhaltet direkte Subventionen und Steuererleichterungen, jedoch keine Maßnahmen zur allgemeinen Senkung der nationalen Preise fossiler Energieträger. 2 – Implizite Subventionen definiert als Abweichung des tatsächlichen Preises für fossile Energieträger von einem hypothetischen Preis, der sowohl die Opportunitätskosten der Bereitstellung als auch die Umweltkosten berücksichtigen würde. 3 – Für das Jahr 2015. ID-Indonesien, ZA-Südafrika, UK-Vereinigtes Königreich, CO-Kolumbien, IN-Indien, AU-Australien, TR-Türkei, RU-Russland, CN-China, FR-Frankreich, DE-Deutschland, CA-Kanada, JP-Japan, US-USA. 4 – Bis 2006 Mineralölsteuer.

Quellen: Coady et al. (2019), OECD, Statistisches Bundesamt, eigene Berechnungen

© Sachverständigenrat | 19-233

Der **Kraftstoffverbrauch** wird derzeit mit der **Energiesteuer** belegt. Deren Höhe unterscheidet sich zwar zwischen den Kraftstoffarten, jedoch orientiert sich der Steuersatz nur grob an der relativen Klimawirkung der Antriebsarten. So wird Benzin mit 65,45 Cent pro Liter stärker besteuert als Diesel mit 47,04 Cent pro Liter. Daraus ergibt sich je nach unterstelltem Emissionsfaktor ein impliziter Preis für CO₂-Äquivalente von über 250 Euro je Tonne für Benzin gegenüber lediglich 150 Euro je Tonne für Diesel (Edenhofer et al., 2019). Emissionen wurden ursprünglich nicht als Begründung für die Höhe der jeweiligen Steuersätze herangezogen. Vielmehr sollen mit Energiesteuern andere externe Effekte wie lokale Luftverschmutzung, Staus, Unfälle sowie eine verursachungs-gerechte Infrastrukturfinanzierung angesprochen werden (Coady et al., 2018). Der Wissenschaftliche Beirat beim BMWi (2019) berücksichtigt daher in seiner Berechnung impliziter Steuersätze ausschließlich die „ökologisch motivierte Energiesteuer“, indem er die frühere Mineralölsteuer ausklammert. Die so ermittelten impliziten Steuersätze liegen dann bei 64 Euro je Tonne für Benzin und 58 Euro je Tonne für Diesel.

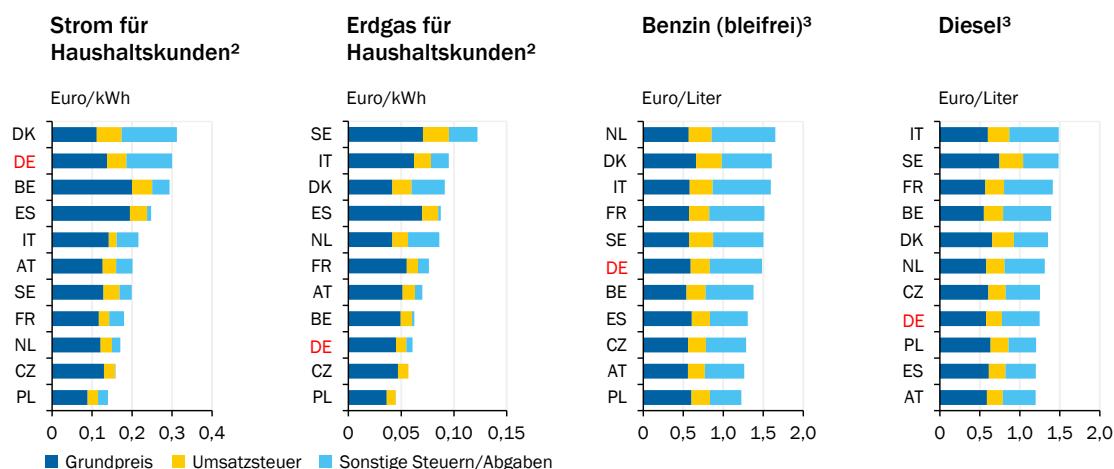
Für die Infrastrukturfinanzierung hatte die Bundesregierung für Bundesfernstraßen auf eine neue Infrastrukturabgabe (**Pkw-Maut**) gesetzt, deren Ausgestaltung jedoch jüngst vom Europäischen Gerichtshof für rechtswidrig erklärt wurde. Diese sollte nicht an der gefahrenen Strecke anknüpfen, sondern von allen Haltern für jeweils ein Jahr entrichtet werden. Der Preis hätte sich wie bei der Kraftfahrzeugsteuer nach Hubraum und Umwelteigenschaften bemessen.

Dafür wären gleichzeitig in das Kraftfahrzeugsteuergesetz Steuerentlastungsbezüge aufgenommen worden. Diese Kompensation wurde jedoch vom Europäischen Gerichtshof als mittelbare Diskriminierung von Haltern ausländischer Fahrzeuge gedeutet.

99. Damit existieren weiterhin **zwei Einnahmequellen für den Bund**, die den Verkehr in unterschiedlicher Weise zur Finanzierung der Infrastruktur heranziehen und gleichzeitig zumindest in Teilen ein Lenkungsziel verfolgen. Prinzipiell wäre es ratsam, mittels einer umfassenden Reform die **Ziele separat zu verfolgen**. ↴ [ZIFFER 127](#)
100. Ein Vergleich der Steuerbelastung auf den Erwerb und den Besitz von Kraftfahrzeugen zeigt zunächst, dass die nutzungsbedingten Abgaben in Deutschland wie in weiteren europäischen Staaten einen kleineren Anteil an den Gesamttagaben ausmachen (Kunert, 2018). Vor allem die Besteuerung von Diesekraftstoff ist im **europäischen Vergleich** eher niedrig. ↴ [ABBILDUNG 14](#) Im Vergleich zu **außereuropäischen Staaten** wie Kanada, den USA, Brasilien oder Russland sind die effektiven Steuersätze auf Benzin und Diesel in Deutschland jedoch sehr hoch (OECD, 2018).
101. Unter die Energiesteuer fallen zudem **Heizstoffe**, deren impliziter CO₂-Preis deutlich geringer ist (Edenhofer et al., 2019). Bedeutsam ist zudem, dass mit Kohle und schwerem Heizöl zwei wenig umweltverträgliche Energieträger komplett ausgenommen sind. Hierdurch wird eine Substitution hin zu klimaschädlicheren Energieträgern befördert. Zudem existieren zahlreiche Ausnahmen etwa für Industriebetriebe sowie für die Land- und Forstwirtschaft.
102. Die Steuersätze bei der Energiesteuer liegen deutlich über den **Mindeststeuersätzen**, die vom Rat der **Europäischen Union** im Jahr 2003 festgelegt wurden (Richtlinie 2003/96/EG). Bereits im Jahr 2011 legte die Europäische Kommission Vorschläge für eine Überarbeitung der Richtlinie vor. Diese sahen vor, die Besteuerung an den Energiegehalt der Energieträger zu knüpfen (Europäische Kommission, 2011). Das Europäische Parlament lehnte diese Pläne jedoch ab. Da einer solchen Richtlinie einstimmig zugestimmt werden muss, dürfte eine Einigung auch in Zukunft fraglich sein. Dies gilt insbesondere für höhere Mindeststeuersätze, die eine stärkere Lenkungswirkung entfalten könnten.
103. Mit dem Gesetz zum Einstieg in die ökologische Steuerreform des Jahres 1999 wurden zum einen die Steuersätze für Diesel, Benzin, Heizöl und Gas schrittweise angehoben, zum anderen wurde eine **Stromsteuer** eingeführt. Auch hier gibt es Ausnahmen, die aus Lenkungsgesichtspunkten problematisch sind. So werden etwa Nachspeicheröfen und der öffentliche Personenverkehr nicht belastet. Gravierender ist jedoch, dass die Besteuerung unabhängig von der Form der Stromerzeugung ist. Da nur erzeugter Strom besteuert wird, geschieht dies unabhängig davon, ob dieser durch regenerative Technologien oder Kohle erzeugt wurde (Linscheidt und Truger, 2000a). Zusätzlich verteilt die EEG-Umlage den Strombezug unabhängig vom Erzeugungsmix erheblich. Im europäischen Vergleich sticht die hohe Steuerbelastung auf Strom für Haushaltskunden besonders hervor. ↴ [ABBILDUNG 14](#)

↳ ABBILDUNG 14

Grundpreise und Abgabenbelastung verschiedener Energieträger im europäischen Vergleich¹



1 – AT-Österreich, BE-Belgien, CZ-Tschechische Republik, DE-Deutschland, DK-Dänemark, ES-Spanien, FR-Frankreich, IT-Italien, NL-Niederlande, PL-Polen, SE-Schweden. 2 – Datenstand: 31.12.2018. 3 – Datenstand: 01.01.2019.

Quellen: Europäische Kommission, Eurostat, eigene Berechnungen

© Sachverständigenrat | 19-215

- 104. Seit dem Jahr 2011 muss für Flüge, die in Deutschland starten, eine **Luftverkehrsteuer** entrichtet werden. Diese wird nicht auf Kerosin erhoben, sondern als Ticketsteuer. Zunächst diskutierte die Bundesregierung die Einführung einer ökologischen Luftverkehrsabgabe, die gemäß den Umweltbeeinträchtigungen durch den Luftverkehr eine Lenkungswirkung entfalten sollte, hielt dann aber eine Festsetzung nach dem konkreten CO₂-Ausstoß von Flugzeugen für nicht umsetzbar (Bundesregierung, 2010; Deutscher Bundestag, 2010). Daher implementierte sie eine Steuer, die nach der Anzahl der beförderten Fluggäste und grob nach der Distanz zum jeweiligen Zielort bemessen wird. Die Luftverkehrsteuer wird nur für die gewerbliche Beförderung von Passagieren erhoben, Fracht- und privater Flugverkehr sind nicht erfasst (BMF, 2011). Dem Luftverkehr sollen insgesamt aus Luftverkehrsteuer und EU-Emissionshandel nicht mehr als 1 Mrd Euro an Kosten entstehen. Übersteigen die erwarteten Ausgaben für beide Instrumente diese Summe, werden die Steuersätze entsprechend abgesenkt. Dies geschah zuletzt zu Beginn dieses Jahres (LuftVStAbsenkV 2019).
- 105. Zusätzlich bestehen im **Steuersystem Elemente**, die **klimapolitisch problematisch** sein könnten. So könnten mit der Pendlerpauschale Anreize verbunden sein, weitere Distanzen zurückzulegen. Privat genutzte Dienstwagen werden zudem begünstigt besteuert. Der Sachverständigenrat hat sich in vergangenen Jahresgutachten dafür ausgesprochen, diese Steuervergünstigungen abzubauen oder einzuziehen (JG 2012 Ziffer 365; JG 2011 Ziffer 360).
- 106. Der Reformschritt hin zu einer Bepreisung von CO₂ sollte daher, unabhängig von der gewählten Ausgestaltung, zum Anlass genommen werden, das **Steuersystem neu auszurichten** und möglichst zu vereinfachen. Die Energiesteuer als größte Bundessteuer wird perspektivisch an Bedeutung verlieren – gerade wenn die Emissionsreduktion im Verkehrs- und Gebäudebereich gelingt. Gleichzeitig dürfte das Aufkommen aus der Stromsteuer steigen, deren Ausgestaltung jedoch problematisch ist. ↳ ZIFFER 103 Die Finanzierung der Straßeninfrastruktur

könnte stärker über die Kraftfahrzeugsteuer und eine (entfernungsabhängige) Maut erfolgen, lokale Externalitäten könnten dagegen eher mit lokalen Maßnahmen wie einer Städte-Maut einbezogen werden. ↴ [ZIFFER 127](#)

IV. WEGE ZU EINER SYSTEMATISCHEN BEPREISUNG VON CO₂

WICHTIGSTE AUSSAGEN

- ↳ Ein Preis für CO₂-Emissionen kann Einzelentscheidungen der Haushalte und Unternehmen effizient koordinieren und ist daher einer kleinteiligen Steuerung überlegen.
- ↳ Das oberste Ziel sollte eine Ausweitung des EU-ETS auf alle Sektoren sein. Als Übergangslösung bieten sich ein separater Emissionshandel oder eine CO₂-Steuer für Nicht-EU-ETS-Sektoren an.
- ↳ Aus Effizienzgründen ist eine Koordination mit einer möglichst großen Koalition von Mitgliedstaaten anzustreben.

107. **Preise** haben auf Märkten eine zentrale Funktion: Sie senden **Signale**, an denen die Akteure ihr individuelles Handeln ausrichten, und sorgen auf diese Weise für die **Koordination** aller Einzelentscheidungen. In funktionierenden Märkten sorgen sie zudem dafür, dass das Gesamtergebnis **effizient** erreicht wird: Jede andere Zuweisung von Einzelentscheidungen, die zum gleichen Mengenergebnis führen würde, würde einen größeren Einsatz von Ressourcen erfordern. Wenn es darum geht, die Handlungen vieler dezentraler Akteure zu koordinieren, ist es deshalb meist wohlfahrtssteigernd, ihren Austausch über einen Markt zu organisieren. Der **Staat** kann das Funktionieren von Märkten sicherstellen, indem er dem Marktgeschehen einen stabilen Rahmen gibt, sich aber aus den Einzelentscheidungen grundsätzlich heraushält.

Diese Grundidee erstreckt sich auch auf den Austausch von **Eigentumsrechten**. In diesem Sinne kann ein **einheitlicher CO₂-Preis** als Preis eines Eigentumsrechts verstanden werden: Wer diesen Preis zahlt, erwirbt damit ein Eigentumsrecht auf einen kleinen Ausschnitt am **globalen Deponieraum für Treibhausgase**. Dieser Preis kann als das zentrale Koordinationssignal für die Zuweisung der Einzelentscheidungen über die Wahl von Vermeidungsoptionen dienen und für ein effizientes Gesamtergebnis sorgen. Er setzt dabei erstens Anreize, den Konsum von CO₂-intensiven Produkten und Dienstleistungen zu verringern. Zweitens erhöht er die Rentabilität von Investitionen in CO₂-arme Technologien, etwa erneuerbare Energien oder CO₂-arme Mobilitätskonzepte. Drittens setzt er Anreize für Innovationen im Bereich CO₂-sparender Technologien (Edenhofer et al., 2019).

108. Ein einheitlicher CO₂-Preis kann diese Aufgabe erfüllen, weil er auf der Ebene der Einzelentscheidungen sicherstellt, dass Emissionen immer dann unterlassen werden, wenn ihre Vermeidung günstiger ist als der Preis. **Kleinteilige Zielvorgaben für Sektoren** stehen hingegen einer effizienten Lösung im Weg, denn einzelne Sektoren sind aus Sicht des Klimaschutzes lediglich Ausschnitte aus dem gesamten wirtschaftlichen Handeln, das zur Emission von CO₂ führt. Es gibt aus dieser Perspektive **keine sinnvolle Unterscheidung** zwischen den aus unterschiedlichen Sektoren stammenden CO₂-Emissionen. Daher sind die Vermeidungsoptionen aller Sektoren gemeinsam zu betrachten. Doch ein

funktionierender Markt für diese Eigentumsrechte am Deponieraum entsteht nicht von alleine, er muss **durch staatliches Handeln geschaffen** werden. Ansätze dazu wurden bereits erfolgreich etabliert, insbesondere der EU-ETS.

Um im Sinne einer rationalen deutschen und europäischen Klimapolitik einen einheitlichen CO₂-Preis zu erreichen, der alle klimarelevanten Aktivitäten umspannt, sollte die **Ausweitung des EU-ETS** auf alle Sektoren das oberste Ziel der Anstrengungen sein und so schnell wie möglich umgesetzt werden. Als **Übergangslösung** ist eine **separate Bepreisung im Nicht-EU-ETS-Bereich** ratsam, damit in der Übergangszeit zumindest die Ziele innerhalb dieses Bereichs auf eine effiziente Weise erreicht werden können. Dies könnte über einen eigenen Emissionshandel oder über eine CO₂-Steuer für diese Sektoren erreicht werden. Beides sollte in einer möglichst großen Koalition der Mitgliedstaaten der EU koordiniert geschehen. Doch selbst wenn die Umsetzung nur national erfolgte, dürfte die Bepreisung im Hinblick auf die Kosteneffizienz einer Auflagenpolitik mit ordnungsrechtlichen Maßnahmen deutlich überlegen sein.

1. Bepreisung von CO₂ ist Auflagenpolitik überlegen

109. Grundsätzlich gibt es **mehrere Möglichkeiten**, eine angestrebte Reduktion der Emissionen herbeizuführen: Zum einen kann über **ordnungsrechtliche Maßnahmen** eine kleinteilige Steuerung angestrebt werden, zum anderen können Instrumente eingesetzt werden, um die Reduktion marktbasierter zu organisieren. Zu den **marktbasierten Instrumenten** zählt die **Preissteuerung**, die über eine Besteuerung von Emissionen oder eine Subventionierung von Emissionsreduktionen umgesetzt werden kann. Über die Höhe des Preises steuert der Staat dann indirekt die Menge an Emissionen, die sich als Marktergebnis ergibt.

Die Alternative dazu ist eine **Mengensteuerung**. Der Staat gibt dabei eine von ihm bestimmte Menge an handelbaren Emissionsrechten aus, ihren Preis steuert er jedoch nur indirekt: Er ergibt sich über die Knappheit an Emissionsrechten aus dem Marktgeschehen. Solche Rechte können vom Staat frei vergeben, verkauft oder versteigert werden. Wie bei der Steuerlösung kann der Staat dabei Einnahmen erhalten, die er beispielsweise zur Rückverteilung oder zur Senkung verzerrender Steuern nutzen kann. Die unterschiedlichen Möglichkeiten zur Emissionsreduktion können prinzipiell nebeneinander eingesetzt werden.

110. Unter starken Annahmen, insbesondere dem Vorliegen vollständiger Information und dem Fehlen von Unsicherheit, wären prinzipiell beide Vorgehensweisen, Preissteuerung und Mengensteuerung, gleichermaßen dazu geeignet, das angestrebte **Ziel mit minimalen gesellschaftlichen Kosten** zu erreichen (Weitzmann, 1974). In der Realität sind diese Annahmen jedoch nicht erfüllt. Die Vorteilhaftigkeit der unterschiedlichen Instrumente hängt nicht zuletzt davon ab, welche Bewertungskriterien herangezogen und wie diese gewichtet werden. Außerdem kann sie von **Pfadabhängigkeiten** bestimmt werden, also von den in der Vergangenheit bereits eingeschlagenen Wegen bei der Umsetzung der Klimapolitik.

- 111.** Preissteuerung und Mengensteuerung führen beide zu einem Preis für Emissionen und setzen so Anreize für Maßnahmen zur Emissionsreduktion, bei denen die Vermeidungskosten unter diesem Preis liegen. In Bezug auf die **Kosteneffizienz** sind diese Instrumente einer Auflagenpolitik überlegen, da bei dieser zwar das Reduktionsziel durch starke Eingriffe erreicht werden kann, Unterschiede bei den **Kosten der Vermeidung** zwischen den Emittenten jedoch oftmals, wenn überhaupt, nur unzureichend berücksichtigt werden können. Um eine effiziente Lösung erzielen zu können, müsste der Regulator die Kosten eines jeden Emittenten kennen und diesem einen individuellen Verhaltensstandard vorgeben, was in der Realität nicht praktikabel ist. Das Erreichen des Ziels wäre daher mit marktorientierten Instrumenten zu geringeren gesamtgesellschaftlichen Kosten möglich.
- 112.** Die Mengensteuerung durch einen Emissionshandel weist eine hohe **Treffsicherheit** bezüglich der **angestrebten Emissionsreduktion** auf, da die Gesamtmenge an Emissionen **staatlich festgesetzt** wird und der Preis sich durch den Handel der Emissionszertifikate ergibt, die nur der Staat ausgeben kann. Bei einer Preissteuerung ist diese Sicherheit der Zielerreichung hingegen nicht garantiert, da der Regulator die Vermeidungskosten der nächsten Treibhausgas-einheit und somit die Reaktion der Wirtschaftsakteure in der Regel nicht kennt. Eine Preissteuerung ist daher weniger geeignet, politisch vorgegebene Mengenziele treffsicher zu erreichen. Da der Zusammenhang zwischen Emissionsmenge und Temperaturanstieg sowie den Folgekosten des Klimawandels nur mit Unsicherheit zu bestimmen ist, ist die optimale Menge jedoch schwer zu ermitteln.

Für eine Mengensteuerung spräche zudem, wenn damit **Kippunkte (Tipping Points)**, bei denen es zu sehr starken Auswirkungen auf das Klima kommt, vermieden werden könnten. ↴ [ZIFFER 25](#) Eine Mengensteuerung kann ein Überschreiten eher verhindern (Wissenschaftlicher Beirat beim BMWi, 2019). Allerdings ist die Bestimmung solcher Kippunkte ebenfalls mit großer Unsicherheit behaftet und deren genaue Lage unbekannt.

- 113.** Eine CO₂-Steuer bietet hingegen grundsätzlich die Möglichkeit, durch die **Vorgabe eines Preispfads** im Vergleich zu einem Emissionshandelssystem mehr **Planungssicherheit** in Bezug auf die Preise für Emissionen herzustellen. Dies dürfte für Investoren allgemein und speziell für Einzelentscheidungen bei Investitionsgütern mit langen Investitionszyklen wie etwa Heizungsanlagen oder Gebäuden relevant sein. Doch eine **CO₂-Besteuerung** muss als **lernendes System** gestaltet werden, wenn mit der CO₂-Steuer die klimapolitischen Ziele erreicht werden sollen: Um dem Problem der eingeschränkten Treffsicherheit zu begegnen, müsste der Staat bei Abweichungen von einem international verbindlichen Emissionsreduktionsziel reagieren und die Steuer über die Zeit **schrittweise anpassen**. Diskretionäre Anpassungen sind somit integraler Bestandteil des Mechanismus. Werden die Mengenreaktionen bei der anfänglichen Wahl des Steuersatzes für CO₂ überschätzt, muss der Steuersatz dementsprechend angehoben werden. In diesem Fall ließen sich zunächst unerwartete Steuererhöhungen nicht ausschließen.

Wenn eigentlich **erforderliche Steuererhöhungen aus politischen Gründen unterbleiben**, können die gesetzten Mengenziele nicht erreicht werden. Es besteht dann die Gefahr, dass die Politik stattdessen als Ausweg zu ordnungsrechtlichen Maßnahmen greift, die den Klimaschutz gegenüber der Bepreisung von CO₂ unnötig verteuern. Darüber hinaus ist eine Beurteilung der angemessenen Steuer für die Bürger schwieriger als diejenige des angemessenen Mengenpfades in einem Emissionshandelssystem, der sich unmittelbar aus dem politischen Ziel ableiten lässt.

- 114.** Das Problem, **glaubwürdig ein verbindliches Signal** der CO₂-Bepreisung zu senden, dessen Pfad von den Akteuren als verlässlich eingestuft wird, besteht allerdings ebenfalls bei der Mengensteuerung durch ein Emissionshandelssystem, wenngleich in geringerem Maße. Denn es kann nicht ausgeschlossen werden, dass der ursprünglich angestrebte Emissionspfad nachverhandelt wird, etwa weil sich dessen Einhaltung in der Praxis als unerwartet teures Unterfangen herausstellt. Gerade wenn die Mengensteuerung in einem Kreis mehrerer europäischer Länder umgesetzt wird, dürfte dies jedoch schwieriger sein als bei einer Steuer, die leicht unilateral verändert werden kann. Würde man diesem Problem durch die Festlegung eines **Höchstpreises** begegnen (Edenhofer et al., 2019), würde ein hybrides Preis-Mengen-System entstehen, das die Zielerreichung beschränken würde. Letztlich steht und fällt jedes System mit der **Fähigkeit der Politik zur glaubwürdigen Selbstbindung**.

2. Drei Optionen für eine Bepreisung

- 115.** Gleichwohl stellt sich die Frage, wie diese abstrakten Überlegungen in praktisches klimapolitisches Handeln überführt werden können. Eine besondere Herausforderung ergibt sich dabei dadurch, dass klimapolitische Reformen nicht zuletzt im Hinblick auf ihre Interaktion mit dem **bereits bestehenden Maßnahmenmix** zu diskutieren sind. Denn mit dem EU-ETS gibt es auf europäischer Ebene bereits ein funktionierendes Emissionshandelssystem für einen erheblichen Teil der Emissionen. Dies eröffnet drei sinnvolle grundsätzliche Handlungsoptionen für die Hinwendung zu einer umfassenden CO₂-Bepreisung:

- (1) Sektoren, die bislang nicht dem EU-ETS unterliegen, könnten in das EU-ETS einbezogen und damit alle Sektoren einer einheitlichen Bepreisung unterworfen werden. ↴ [ZIFFERN 117 FF.](#)
- (2) Die Bepreisung der Nicht-EU-ETS-Sektoren könnte über ein getrenntes Handelssystem für Emissionszertifikate organisiert werden, das perspektivisch mit dem EU-ETS zusammengeführt wird. ↴ [ZIFFERN 122 FF.](#)
- (3) In den Nicht-EU-ETS-Sektoren könnte eine zusätzliche CO₂-Steuer eingeführt werden, ebenfalls mit dem Vorhaben verbunden, perspektivisch einen umfassenden Emissionshandel einzurichten. ↴ [ZIFFERN 126 FF.](#)

Die Vorteilhaftigkeit der einzelnen Optionen unterscheidet sich je nachdem, welches Kriterium zur Bewertung herangezogen wird. Insbesondere bei der Abwägung der beiden als Zwischenschritte hin zur Option (1), dem umfassenden

↳ TABELLE 1

Bewertung¹ verschiedener Optionen zur Bepreisung von CO₂

	Einbeziehung zusätzlicher Sektoren in das EU-ETS	Separates Emissions- handelssystem für Nicht-EU-ETS-Sektoren	CO ₂ -Steuer für Nicht-EU-ETS- Sektoren	nachrichtlich: Ordnungsrecht
Erreichen der 2021–2030-Ziele nach EU-Lastenteilungsverordnung	keine nationalen Ziele mehr notwendig	bei Beibehaltung des Pfads für Zertifikat- ausgabe	regelmäßige Nachsteuerung notwendig	herausfordernd, klein- teilige Nachsteuerung notwendig
Kosteneffizienz	sektorübergreifend und EU-weit	innerhalb der Systemgrenzen	innerhalb der Systemgrenzen	gering
Administrative Umsetzbarkeit	mittlerer Aufwand (Monitoring)	mittlerer Aufwand (Monitoring)	relativ geringer Aufwand	mittlerer Aufwand (Durchsetzung notwendig)
Zeitnahe politische Umsetzbarkeit	mittelfristig, EU-Verhandlungen	kurz- bis mittelfristig	kurzfristig	kurzfristig
Aufkommen zur Rückverteilung	zusätzliches Auf- kommen	zusätzliches Auf- kommen	zusätzliches Auf- kommen	kein zusätzliches Aufkommen
Reaktionen auf Änderungen der konjunkturellen Rahmenbedingungen	endogene Reaktion	endogene Reaktion	Nachsteuerung schwierig	Nachsteuerung schwierig
Planungssicherheit für Akteure	Preiskorridor möglich zu Lasten der Ziel- erreichung	Preiskorridor möglich zu Lasten der Ziel- erreichung	fester Preispfad nur ohne Nach- steuerungen	abhängig von Aus- gestaltung
Europäische Anschlussfähigkeit	gemeinsames EU-Instrument	Verknüpfung möglich	koordinierte Steuer- sätze möglich	gering

1 – = Option erfüllt Kriterium weitgehend, = neutral, = Option erfüllt Kriterium eher nicht.

© Sachverständigenrat | 19-207

Emissionshandel, dienenden Optionen (2) und (3) gibt es keine eindeutig dominierende Vorgehensweise. In der Gesamtschau sind jedoch alle drei Optionen einer ordnungsrechtlichen Auflagenpolitik überlegen. ↳ TABELLE 1

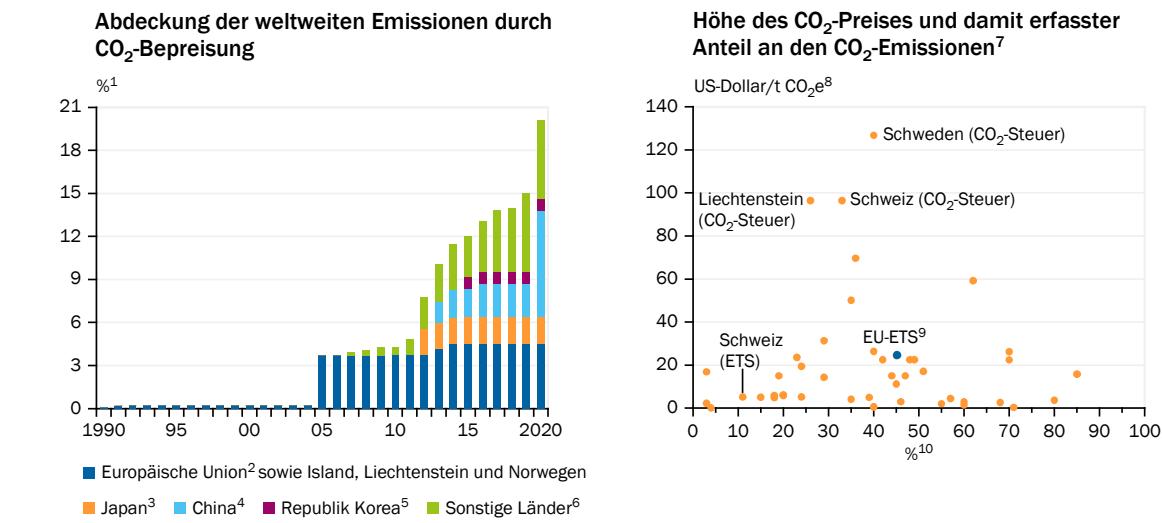
116. Weltweit sind bereits über **50 verschiedene Systeme zur CO₂-Bepreisung** in Kraft, die etwa **15 % der weltweiten Emissionen** abdecken. ↳ ABBILDUNG 15 LINKS Im Durchschnitt liegt der CO₂-Preis dabei aktuell bei 2 US-Dollar je Tonne CO₂. In einzelnen Systemen ist er jedoch wesentlich höher. ↳ ABBILDUNG 15 RECHTS In einigen Staaten, die am EU-ETS teilnehmen, wird zusätzlich eine Steuer auf Energieträger außerhalb des Emissionshandels erhoben.

So hat sich Schweden bereits im Jahr 1991 für eine Steuer auf fossile Brennstoffe entschieden. Frankreich hat im Jahr 2014 eine CO₂-Steuer eingeführt (Weltbank, 2019). Die Schweiz betreibt neben einer nationalen CO₂-Abgabe ein eigenes Emissionshandelssystem. Dieses soll im Rahmen der bilateralen Abkommen mit dem EU-ETS verknüpft werden (BAFU, 2019). Das Vereinigte Königreich hat im Jahr 2013 einen nationalen Mindestpreis für EU-ETS Zertifikate eingeführt (Edenhofer et al., 2019).

Option 1: Einbeziehung aller Sektoren in das EU-ETS

117. Die Ausweitung des EU-ETS auf bislang nicht abgedeckte Sektoren in allen Mitgliedstaaten würde zu einem **einheitlichen, sektorübergreifenden Preis innerhalb der EU** führen. ↳ TABELLE 1 Dies sollte das **oberste Ziel aller klimapolitischen Bestrebungen** sein, und die deutsche Politik sollte im Ver-

↓ ABBILDUNG 15

CO₂-Preise für den Emissionshandel und CO₂-Steuern

1 – Durch CO₂-Emissionshandel und CO₂-Steuern abgedeckter Anteil an den globalen CO₂-Emissionen jeweils bezogen auf das Jahr 2012. Vor Einführung des EU-ETS im Jahr 2005 sind CO₂-Steuern in Finnland, Polen, Norwegen, Schweden und Slowenien berücksichtigt, die im Jahr 2012 einen Anteil von 0,25 % der weltweiten Emissionen abgedeckt haben. 2 – CO₂-Steuern in Dänemark, Estland, Finnland, Frankreich, Irland, Lettland, Polen, Portugal, Schweden, Slowenien, Spanien, Vereinigtes Königreich sowie EU-ETS (einschließlich Island, Liechtenstein und Norwegen). 3 – CO₂-Steuer in Tokio und Japan sowie Saitama-ETS. 4 – Pilot-ETS in den Provinzen Beijing, Chongqing, Fujian, Guangdong, Hubei, Shanghai, Shenzhen und Tianjin sowie China-ETS. 5 – Korea-ETS. 6 – CO₂-Steuern in Argentinien, Australien, Chile, Kanada, Kolumbien, Mexiko, Schweiz, Singapur, Südafrika, Ukraine, USA sowie ETS in Australien, Kanada, Kasachstan, Neuseeland, Schweiz, USA. 7 – Stand: 1. April 2019. Dargestellt sind jeweils einzelne Bepreisungssysteme, von denen in einigen Ländern mehrere nebeneinander bestehen. 8 – Tonnen CO₂-Äquivalente. 9 – Einschließlich Island, Liechtenstein und Norwegen. 10 – Durch CO₂-Emissionshandel und CO₂-Steuern abgedeckter Anteil an den CO₂-Emissionen im Geltungsbereich.

Quellen: Weltbank, eigene Berechnungen

© Sachverständigenrat | 19-133

bund mit europäischen Mitstreitern darauf hinarbeiten, dafür Mehrheiten in Europa zu finden und das Regelwerk des EU-ETS entsprechend zu reformieren.

Sollte dies entlang des Weges zunächst nicht mit allen Mitgliedstaaten möglich sein, bietet die Regulierung des EU-ETS die Möglichkeit, über einen **Opt-in** weitere Sektoren **einzelner Mitgliedstaaten** in den Emissionshandel einzubinden. Dies könnte in einer Koalition mit weiteren Mitgliedstaaten geschehen. Damit könnte ein Prozess eingeleitet werden, der darauf hinwirkt, diesen Kreis allmählich auszuweiten (Edenhofer et al., 2019).

- 118.** Durch eine Ausweitung des EU-ETS würden Emissionseinsparungen unabhängig von Sektor oder Mitgliedstaat dort innerhalb des EU-ETS geschehen, wo sie am günstigsten sind. Daher wären die **nationalen Ziele** für den Nicht-EU-ETS-Bereich **nicht mehr relevant**, da die Emissionen auf aggregierter Ebene gedeckelt werden. Selbst wenn einzelne Sektoren anfangs aufgrund höherer Vermeidungskosten weniger oder nichts zur insgesamt verwirklichten CO₂-Reduktion beitragen würden, [ZIFFERN 133 FF.](#) wäre dies kein Problem. Vielmehr läge genau darin der Vorteil des Systems, durch das einheitliche Preissignal die Investitionsentscheidungen der Akteure so zu lenken, dass ein volkswirtschaftlich effizienter Reduktionspfad realisiert wird.

Dieses umfassende Emissionshandelssystem böte gleichzeitig den Vorteil, dass sich der darin bestimmte CO₂-Preis endogen anpassen würde, wenn sich die konjunkturelle Lage verändert. [TABELLE 1](#) Eine CO₂-Bepreisung über ein Emissionshandelssystem würde zumindest perspektivisch eine Reform des deutschen

Steuer- und Abgabensystems erfordern. Die klimapolitische Reform kann möglicherweise sogar ein Hebel dafür sein, diese ohnehin anstehende grundlegende Steuer- und Abgabenreform in Gang zu setzen. ↴ [ZIFFER 127](#)

119. Die **Erweiterung des Emissionshandels** um bisher nicht einbezogene Sektoren ist zwar rechtlich nicht unumstritten, ist jedoch grundsätzlich wohl durchaus möglich (Büdenbender, 2019). Relevant hierfür ist die **EU-ETS-Richtlinie 2003/87/EG**, die zuletzt am 14.03.2018 weiterentwickelt wurde. Artikel 24 der Richtlinie sieht eine einseitige Erweiterung des Emissionshandels auf nicht in Anhang I der Richtlinie aufgeführte Tätigkeiten, Anlagen und Treibhausgasen vor (**Opt-in**). Spiegelbildlich steht in der EU-Lastenteilungsverordnung, dass die Emissionen eines Mitgliedstaats im Nicht-EU-ETS-Bereich über ein Opt-in in das EU-ETS überführt werden können, wodurch für diesen Bereich die **nationale Zielvorgabe entfällt**.

Die Europäische Kommission hätte den Antrag eines Mitgliedstaates auf Einbeziehung seiner Nicht-EU-ETS-Sektoren zu prüfen. Rat und Europäisches Parlament können einer positiven Entscheidung allerdings widersprechen. **Widerstände** könnten sich beispielsweise ergeben, da bei Einbeziehung zusätzlicher Sektoren mit tendenziell höheren Vermeidungskosten der CO₂-Preis steigen dürfte (Edenhofer et al., 2019). Dies dürfte die kurzfristige Verwirklichung dieser Option erheblich erschweren. ↴ [TABELLE 1](#)



Während in der Vergangenheit verschiedentlich davon ausgegangen wurde, dass der Opt-in einzelner Mitgliedstaaten in den EU-ETS rechtlich prinzipiell möglich sei (Europäischer Rat, 2014; Umweltbundesamt, 2014), hält das Bundesumweltministerium ein nationales Opt-in mit Hinweis auf eine Entscheidung des EuGH ohne eine Änderung der Richtlinie für rechtlich unzulässig (BMU, 2019c). Vor allem ein Up- oder Midstream-Ansatz sei im Rahmen der derzeitigen Richtlinie nicht möglich, da die dabei einbezogenen Emittenten, beispielsweise Lieferanten von Brennstoffen, selbst keine Emissionen emittieren. Ein Downstream-Ansatz sei ebenfalls problematisch, da der Anlagenbegriff der Richtlinie von ortsfesten Anlagen ausgehe. Zugleich dürfte ein solcher Downstream-Ansatz, der beispielsweise beim Fahrzeughalter ansetzt, praktisch nur mit hohem Aufwand umzusetzen sein (BMU, 2019c). ↴ [ZIFFER 120](#) Ob die gegenwärtige Richtlinie einer Erweiterung des EU-ETS um andere Sektoren entgegensteht, ist nicht unumstritten. So wären beispielsweise bei einem Midstream-System die Verkehrsteilnehmer als Schuldner zur Abgabe verpflichtet, sie würden zwecks Praktikabilität jedoch vom Treibstoffverkäufer vertreten werden. Eine solche Vertretungsregel wäre rechtlich zulässig, da es sich hierbei nicht um höchstpersönliche Pflichten handelt (Büdenbender, 2019). Bedenken, dass eine nationale Einbeziehung „dem Gedanken einer EU-weiten Klimaschutzpolitik nicht entspricht“ (Büdenbender, 2019), könnte dadurch begegnet werden, dass eine möglichst große Koalition von Staaten eine gemeinsame Einbeziehung ihrer Nicht-EU-ETS-Sektoren in den europäischen Emissionshandel beantragt. Aufgrund der unterschiedlichen rechtlichen Einschätzungen dürfte eine **gründliche rechtliche Prüfung unumgänglich** sein. Ebenso müsste geklärt werden, wie die Einnahmen aus der Erweiterung zwischen den Mitgliedstaaten verteilt werden. Gegebenenfalls müsste der Verteilungsschlüssel für die Auktionsrechte neu verhandelt werden. Prinzipiell wäre schließlich eine Änderung der Richtlinie möglich. Einer solchen müssten Rat und Europäisches Parlament zustimmen, wobei im Rat nicht Einstimmigkeit, sondern lediglich eine qualifizierte Mehrheit notwendig ist.

- [120.](#) Bei einer Integration von zusätzlichen Sektoren in den EU-ETS stellen sich Fragen der praktischen Umsetzung. Das bisherige EU-ETS regelt die Emissionsrechte bei der Verbrennung der Brennstoffe in der Industrie und der Energiewirtschaft. Dies ist ein **Downstream-Ansatz**. ↴ [ZIFFER 59](#) Würden der Verkehrs- und der Gebäudesektor in das EU-ETS einbezogen, müssten auf dieser Regulierungsebene beispielsweise im Bereich Verkehr die Halter von Fahrzeugen Eigentumsrechte erwerben. Dies würde einen unverhältnismäßig hohen Aufwand und damit eine geringe praktische Umsetzbarkeit mit sich bringen. Zudem würde damit womöglich nicht dem derzeitigen Emissionsbegriff im EU-ETS entsprochen, der von Emissionen stationärer Anlagen ausgeht. ↴ [ZIFFER 119](#)

Demgegenüber würde ein **Upstream-Ansatz** bei Förderunternehmen und Importeuren von Brennstoffen ansetzen. Hier wäre der administrative Aufwand vergleichsweise gering, da die Zahl der potenziellen Marktteilnehmer überschaubar sein dürfte. Allerdings müsste dann insbesondere bei einem nach Sektoren getrennten Emissionshandelssystem ↴ [ZIFFERN 122 FF.](#) unterschieden werden, wofür genau die Brennstoffe genutzt werden, um eine Doppelbelastung auszuschließen. Die Erfassung der tatsächlichen Emissionen dürfte bei einem solchen Mischsystem aus Up- und Downstream praktisch schwierig sein. Je weiter vorgelagert (Upstream) die Zertifikatspflicht ansetzt, desto mehr müssen Möglichkeiten der Kostenweitergabe etwa für die Auswirkungen einer Bepreisung berücksichtigt werden.

Alternativ böte sich als Mittelweg ein **Midstream-Ansatz** an. Dabei würden die Emissionen bei den Lieferanten von Brennstoffen belastet. Im Falle des Straßenverkehrs könnten dies vor allem Tankstellen, Busunternehmen oder Speditionen sein. Dies würde dem Regulierungsansatz bei der Energiesteuer entsprechen. Bei einem Opt-in ins EU-ETS müsste die Europäische Kommission die Regelungen festlegen. Um Doppelbelastungen zu vermeiden, könnten bei der Energiesteuer Rückerstattungsregelungen eingeführt werden (Edenhofer et al., 2019).

- [121.](#) Edenhofer et al. (2019) betonen das Risiko, dass etwa bei steigenden Zertifikatskosten aufgrund des damit verbundenen politischen Drucks das Cap des Emissionshandels durch **politisches Nachhandeln** erhöht werden könnte und dadurch die Zielerreichung nicht gesichert ist. Da dies jedoch ebenso für andere klimapolitische Maßnahmen gilt, ↴ [ZIFFER 114](#) sieht der Sachverständigenrat dieses Problem nicht im gleichen Maße als ein spezifisch beim Emissionshandel herausragendes Problem an, das nahelegen sollte, den Emissionshandel in der Abwägung der klimapolitischen Instrumente mit besonderer Zurückhaltung einzurichten. ↴ [TABELLE 1](#) Vielmehr kommt es unabhängig von der Wahl der konkreten Instrumente darauf an, dass es der Politik gelingt, ein glaubwürdiges System zu schaffen.

Option 2: Separates Handelssystem als mögliche Übergangslösung

- [122.](#) Eine Ausweitung des EU-ETS auf alle Sektoren oder eine Einigung auf ein Opt-in in das EU-ETS dürften sich als politisch nicht rasch umsetzbar erweisen. Eine Möglichkeit, eine CO₂-Bepreisung in den Nicht-EU-ETS-Sektoren vergleichsweise rasch zu erreichen, wäre die zeitweise Einrichtung eines **separaten**

Emissionshandelssystems für den Nicht-EU-ETS-Bereich. Die Einrichtung eines separaten nationalen Zertifikatehandelssystems ist gemäß der EU-ETS-Richtlinie rechtlich möglich (Büdenbender, 2019). Dafür würde die Menge **anhand der deutschen Ziele** in der EU-Lastenverteilungsverordnung festgelegt. Dieser Schritt könnte ebenfalls koordiniert in einer Koalition mit anderen Staaten unternommen werden. Diese Zertifikate sollten versteigert werden, so dass das zusätzliche Aufkommen **rückverteilt** werden könnte. ↴ [ZIFFERN 219 FF.](#)

123. Bei Implementierung eines solchen separaten Handelssystems wäre **Kostenefizienz** jedoch **nur innerhalb der Systemgrenzen** gegeben. Es sollte deshalb nach Möglichkeit ein einzelnes System für den gesamten Nicht-EU-ETS-Bereich eingeführt werden. Eine Trennung in unterschiedliche Sektoren verhindert, dass dort Emissionen reduziert werden, wo dies insgesamt am kostengünstigsten möglich ist. In den getrennt operierenden Emissionshandelssystemen sind jeweils nur Teile der Nachfrage nach dem Deponieraum für CO₂ enthalten, sodass die Gesamtreduktion vorab diskretionär auf die Handelssysteme aufgeteilt werden muss. Zudem können Probleme entstehen, wenn ein Downstream- und Upstream-Ansatz vermischt werden und sich unterschiedliche Bezugspunkte ergeben. ↴ [ZIFFER 120](#)
124. Ein solches System könnte gleichwohl eine **Übergangslösung** hin zur mittelfristig angestrebten Ausweitung des EU-ETS sein. Die spätere Einbeziehung eines solchen separaten Systems dürfte jedoch umso schwerer sein, je stärker sich die jeweiligen Preise auseinanderentwickeln. So könnten die Preise in einem Handelssystem, das sich etwa lediglich auf Verkehr und Gebäude bezieht, durch die in diesen Sektoren zu vermutenden hohen Vermeidungskosten schnell ansteigen, weshalb ein **Höchstpreis** notwendig sein könnte, etwa um willkürliche politische Interventionen zu verhindern (Edenhofer et al., 2019; Wissenschaftlicher Beirat beim BMWi, 2019). ↴ [ZIFFER 148](#) Dann ließe sich jedoch nicht sicherstellen, dass die Ziele für den Nicht-EU-ETS-Bereich erreicht werden. Im Fall eines sektorspezifischen EU-ETS, das als Übergangslösung angelegt ist, sollte ein Höchstpreis dennoch erwogen werden, um extreme Ausschläge zu vermeiden. Mittelfristig würden dann die beabsichtigten Emissionseinsparungen kostengünstiger durch Eingliederung in das EU-ETS erreicht.
125. Die bestehende administrative Infrastruktur für die Energiesteuern könnte die **praktische Umsetzung** dieses neuen Systems vereinfachen und beschleunigen, da fossile Energieträger bereits erfasst werden (Edenhofer et al., 2019). Es handelt sich allerdings um ein neuartiges Instrument, dessen rechtssichere Ausgestaltung ebenfalls zeitaufwendig sein könnte. Letztlich bestehen bei allen nationalen Lösungen komplexe administrative Fragen, um Doppelbelastungen aus dem EU-ETS und dem separaten ETS oder aber der CO₂-Steuer zu vermeiden (Edenhofer et al., 2019). Die administrativen Kosten dürften nach Joas und Flachsland (2016) für alle Optionen der Bepreisung relativ ähnlich sein und daher im Vergleich der Optionen nicht ins Gewicht fallen.

Option 3: CO₂-Besteuerung als mögliche Übergangslösung

126. Eine Alternative zur zeitweisen Einrichtung eines separaten Emissionshandelsystems wäre eine ebenfalls als Übergangslösung gedachte **Steuer auf CO₂-Emissionen** im Verkehrs- und Gebäudesektor. Diese wäre vergleichsweise einfach zu implementieren, wenn sie auf der bestehenden Energiesteuer aufsetzen würde. Dafür müssten lediglich die unterschiedlichen Steuersätze angepasst werden. Für Unternehmen des Produzierenden Gewerbes enthält die Energiesteuer bereits Steuervergünstigungen, die dem Erhalt der internationalen Wettbewerbsfähigkeit dienen. Zudem müssten keine finanzmarkt- oder beihilferechtlichen Fragen geklärt werden (Edenhofer et al., 2019). Wie bei einer Versteigerung der Ausgabe von Emissionszertifikaten stünden zusätzliche Einnahmen unter anderem für Maßnahmen der **Rückverteilung** zur Verfügung. ↴ [ZIFFERN 219 FF](#). Die Steuereinnahmen dürften verlässlicher abgeschätzt werden können als die Einnahmen aus einer Versteigerung von Zertifikaten.

127. Für die Anpassung der Energiesteuersätze an den CO₂-Gehalt der Energieträger beständen grundsätzlich zwei Möglichkeiten. Die bestehenden Steuersätze könnten als gegeben hingenommen und ein **nach dem CO₂-Gehalt bemessener Aufschlag** vorgenommen werden. Die unterschiedlichen impliziten CO₂-Preise, die bereits bestehen, würden dann jedoch als wichtige Bestandteile der CO₂-Besteuerung fortbestehen. Zudem könnten sich rechtliche Bedenken ergeben, wenn dies innerhalb der bestehenden Energiesteuer umgesetzt würde (Büdenbender, 2019). Zumindest im Gebäudesektor sollten die Steuersätze ausschließlich am CO₂-Gehalt ausgerichtet werden. ↴ [ZIFFER 101](#) Diesem Ansatz könnte eine **umfassende Reform** vorzuziehen sein, bei der die Energiesteuer lediglich am CO₂-Gehalt der jeweiligen Energieträger festmachen würde.

Würde dieser Weg gewählt, müssten die **Steuersätze für die Kraftstoffe deutlich sinken**. Das mit diesen Steuersätzen angestrebte Ziel einer Finanzierung der Verkehrsinfrastruktur ließe sich ohnehin besser mit einer **streckenabhängigen Maut** erreichen (SRU, 2017). Externalitäten wie lokale Luftverschmutzung und Staus würden zielgenauer mit lokalen Abgaben wie einer **Städte-Maut** einbezogen (Loeschel et al., 2019; JG 2018 Ziffern 30 f.). Die **Kraftfahrzeugsteuer** könnte dann ebenfalls unabhängig vom CO₂-Ausstoß erhoben werden. Mit einer solchen umfassenden Reform würde zugleich eine **nachhaltige Finanzierung für den Bund** gewährleistet, da die Einnahmen aus der Energiesteuer als bedeutendste Bundessteuer ohne Änderungen perspektivisch absinken dürften. Zumindest langfristig wäre eine solche Korrektur des Steuer- und Abgabensystems vorzunehmen (Edenhofer et al., 2019). Dies gilt ebenso, wenn ein CO₂-Preis über Emissionshandelssysteme eingeführt wird.

128. Die **Höhe der CO₂-Steuer** und der Pfad der Steuersätze müssten abhängig von der technologischen und wirtschaftlichen Entwicklung laufend diskretionär festgelegt werden. Da deshalb starke Änderungen zur **Nachsteuerung notwendig** sein können, um die Ziele zu erreichen, steht die Frage im Raum, wie den betroffenen Steuerzahldern durch eine glaubwürdige politische Selbstbindung **Planungssicherheit** signalisiert werden könnte. So könnte beispielsweise eine unabhängige Institution einen festen Pfad für die Steuersätze vorschlagen

(Edenhofer et al., 2019). Dem Parlament eine Möglichkeit zur Anpassung der Steuersätze in einem einmal eingerichteten Steuersystem zu versagen, wird allerdings nicht möglich sein. Zusätzliche Nachteile eines durch CO₂-Steuern festgelegten CO₂-Preises bestehen darin, dass er sich nicht automatisch an konjunkturelle Entwicklungen anpasst und dass er die Zielerreichung nicht garantieren kann.

- 129.** Angestrebgt werden sollte bei dieser Option ebenso wie bei Option 2 eine **spätere Einbeziehung** der besteuerten Sektoren **in den EU-ETS**. Mit diesem Ziel im Blick könnte sich die Steuer am bestehenden Preis im EU-ETS ausrichten. Dieser würde jedoch nicht zwingend dem Preis entsprechen, der bei einem umfassenden Emissionshandel zustande käme und würde daher möglicherweise wenig zur Zielerreichung im Nicht-EU-ETS-Bereich beitragen. Eine direkte Verknüpfung mit dem Preis im EU-ETS durch eine gleitende Regelung, die sich an die Höhe der Zertifikatspreise bindet, dürfte verfassungsrechtlich bedenklich sein (Büdenbender, 2019). Ein gemeinsames Vorgehen mit einer **Koalition von Mitgliedstaaten** wäre bei dieser Option möglich, indem sich diese Staaten auf Mindestsätze oder einheitliche Steuersätze bei der Energiesteuer einigen würden. Eine vollständige Harmonisierung dürfte aber dazu führen, dass die jeweiligen auf europäischer Ebene vereinbarten Ziele in den Nicht-EU-ETS-Sektoren nicht in allen Mitgliedstaaten eingehalten werden.

3. Herausforderungen bei der Umsetzung

Gemeinsames Vorgehen mit anderen Mitgliedstaaten

- 130.** Wennleich selbst bei einer rein nationalen CO₂-Bepreisung gegenüber dem aktuellen Vorgehen schon Vorteile durch eine höhere Kosteneffizienz erzielt werden könnten, wäre eine Koordination mit einer möglichst großen **Koalition von Mitgliedstaaten** ratsam. Ein umfassender Preis in einem größeren Markt nutzt die Möglichkeiten der Arbeitsteilung bei der Emissionsreduktion besser aus und führt zu einer effizienteren Zielerreichung. Durch den Binnenmarkt ist in der EU die Gefahr von Carbon Leakage und negativen Auswirkungen auf die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen bei nationalen Alleingängen besonders groß. ↴ [ZIFFERN 183 F.](#) Diese können durch ein gemeinsames Vorgehen verringert werden.
- 131.** Das Bemühen, die übrigen Mitgliedstaaten zu einer gemeinsamen ambitionierten Anstrengung, etwa einer Ausweitung des EU-ETS oder einer koordinierten Besteuerung, zu bewegen, ließe sich dadurch besser durchsetzen, dass innerhalb der EU konsequent dem Prinzip Leistung gegen Gegenleistung (**Reziprozität**) Vorrang eingeräumt und eine gezielte Regelung des Zugangs zu gemeinsamen Mitteln vorgesehen wird. Die Chancen auf die Einigung zu einer gemeinsamen ambitionierten Anstrengung würden hingegen sogar tendenziell gemindert, wenn die deutsche Klimapolitik durch die Übererfüllung mancher europäisch festgelegter Ziele eine Vorreiterrolle einzunehmen versuchte.

Als **gemeinsamer Fonds**, dessen Zugang sich eng an die Umsetzung einer ambitionierten CO₂-Bepreisung knüpfen könnte, würden sich auf europäischer Ebene die Struktur- und Investitionsfonds anbieten. Diese haben im aktuellen mehrjährigen Finanzrahmen (2014-2020) einen Gesamtumfang von rund 460 Mrd Euro und stellen das zentrale Instrument zur Förderung von Investitionen in den Mitgliedstaaten der EU dar.

Dabei werden bereits rund 25 % der verfügbaren Mittel für die Minderung der Folgen des Klimawandels vergeben, worunter die Ziele für sichere und bezahlbare Energie sowie nachhaltige Energieerzeugung und -verbrauch geführt werden. Die Förderlinie zur Unterstützung einer kohlenstoffarmen Wirtschaft (Bereiche Energieeffizienz, erneuerbare Energien sowie die nachhaltige Mobilität) beläuft sich gegenwärtig auf rund 45 Mrd Euro. Dabei variiert das zugewiesene kumulierte Gesamtbudget im aktuellen Finanzrahmen nach Mitgliedstaat einschließlich nationaler Kofinanzierung zwischen rund 12 Mrd Euro für Polen, rund jeweils 6 Mrd Euro für Spanien und Italien und rund 63 Mio Euro für Malta.

- 132.** Statt Transfers zu gewähren, könnten manche Mitgliedstaaten in der Anfangsausstattung eines erweiterten Emissionshandelssystems durch eine überproportionale Zuteilung von Emissionszertifikaten begünstigt werden. So ließe sich die Frage der Effizienz wirksam von der Frage der Lastenteilung trennen. Beispielsweise könnte Mitgliedstaaten mit einer Energieerzeugung, die aktuell noch vergleichsweise stark auf fossile Energieträger setzt, eine höhere Anfangsausstattung zugestanden werden. Bei einem Opt-in in den EU-ETS würden zudem bei gegebener Rechtslage nicht alle Auktionseinnahmen Deutschland zugutekommen. Vielmehr dürften Einnahmen nur in Höhe des **regulären Auktionsanteils** zufließen (Edenhofer et al., 2019). Bei einer solchen Ausgestaltung könnte der Widerstand anderer Mitgliedstaaten geringer sein, wenn sich Deutschland für einen Einbezug zusätzlicher Sektoren entscheiden würde, doch dürfte zugleich ihr Anreiz sinken, sich selbst an einem gemeinsamen Opt-in zu beteiligen.

Unsicherheit über Vermeidungskosten in einzelnen Sektoren

- 133.** Die **Kosten für die Vermeidung** von Treibhausgasemissionen in den verschiedenen Sektoren sind **nicht direkt beobachtbar** und müssen abgeschätzt werden. Zwar gehen die verfügbaren Studien davon aus, dass die Vermeidungskosten **in den Bereichen Verkehr und Gebäude** im Durchschnitt **höher** sind als in der Industrie und im Energiesektor (McKinsey, 2007; BCG und Prognos, 2018). Jedoch lassen sich die Unterschiede zwischen und innerhalb der Sektoren kaum beziffern. Insbesondere zukünftige technologische Entwicklungen sind nur schwer abzusehen. So verwundert es nicht, dass vor der Einführung von Umweltregulierungen in der Vergangenheit die Vermeidungskosten im Vorfeld oft falsch eingeschätzt wurden (Harrington et al., 2000; Kesicki, 2010; Vogt-Schilb et al., 2013).

Die Berechnungen der Vermeidungskosten sind naturgemäß mit großer Unsicherheit behaftet, denn sie basieren auf einer Fülle von **Annahmen und Prognosen**, etwa über künftige Preispfade für CO₂ und fossile Energieträger, die Lebensdauer von Kapitalgütern, die Lernkurven verschiedener Technologien

oder den Diskontierungszinssatz. Die vorliegenden Schätzungen von Grenzvermeidungskosten sollten daher mit Vorsicht interpretiert werden (Kesicki und Ekins, 2012; Taylor, 2012; Ward, 2014).

134. Gerade aus diesem Grund ist es zielführend, eine **einheitliche CO₂-Bepreisung** einzuführen. Der einheitliche CO₂-Preis macht über die zu beobachtende Vermeidung in den einzelnen Sektoren die **tatsächlichen Vermeidungskosten** überhaupt erst **sichtbar**. Dann erst würde sich zeigen, welche Maßnahmen in welchen Sektoren zur Erreichung der Reduktionsziele mit den geringsten Vermeidungskosten einhergehen. Da insbesondere in den Nicht-EU-ETS-Sektoren längere Investitionszyklen vorherrschen und die durch langfristige Preiserwartungen ausgelöste Umstellung des Kapitalstocks Zeit braucht, wäre ein langsamer, aber glaubwürdiger Anstieg zum notwendigen CO₂-Preis ratsam, der bei einer CO₂-Steuer über einen entsprechenden Pfad oder in einem EU-ETS über ein langsameres Absinken der Zertifikatsmenge sichergestellt werden kann. Andernfalls würde lediglich die Belastung schlagartig ansteigen, jedoch ohne dass etwa Haushalte ihren CO₂-Ausstoß kurzfristig anpassen können (Wissenschaftlicher Beirat beim BMWi, 2019).
135. Vermeidungskosten lassen sich grob in drei Bereiche einteilen (BCG und Prognos, 2018; Agora Energiewende und Agora Verkehrswende, 2019): Erstens **ungeutzte Potenziale**, das heißt Vermeidungsmaßnahmen, die zwar wirtschaftlich sind, aber bislang nicht genutzt werden und mit negativen Vermeidungskosten einhergehen, zweitens **marktnahe Potenziale**, die mit vergleichsweise geringen Vermeidungskosten von unter 100 Euro zu heben sind, und drittens **Innovationspotenziale** mit höheren Vermeidungskosten, die erst mittel- bis langfristig ausgeschöpft werden dürften. Welche Emissionsminderung zu welchem Preis letztlich stattfindet, hängt von verschiedenen Faktoren ab. Neben den **technischen Möglichkeiten**, CO₂-intensive Energieträger zu ersetzen, und deren zeitlicher Veränderung spielen **Verhaltensanpassungen** und soziale Normen zweifellos eine wichtige Rolle.
136. Um langfristig Klimaneutralität zu erreichen, müssen perspektivisch Maßnahmen umgesetzt werden, die derzeit mit relativ hohen Vermeidungskosten einhergehen dürften, wie beispielsweise im Verkehr. Es wäre jedoch aus zwei Gründen verfehlt, sich für die Einrichtung getrennter sektorspezifischer Systeme mit dem Ziel auszusprechen, dort bereits heute Anreize für entsprechende Investitionen zu setzen. Erstens ist es sinnvoll, die nach dem **aktuellen Stand der technologischen Entwicklung** günstigsten Vermeidungsoptionen zuerst zu verwirklichen, um dem technischen Fortschritt Zeit zu verschaffen, weitere günstige Vermeidungsoptionen zu ermöglichen.
137. Zweitens treffen die Marktakteure ihre Investitionsentscheidungen unter Berücksichtigung ihrer **Erwartungen** über die künftigen Fortschritte der **Technologie** – und das im Zusammenspiel mit ihren **Erwartungen** über die Planungssicherheit bezüglich der durch die **Klimapolitik** gesetzten Rahmenbedingungen. Hierbei steht wiederum die Fähigkeit der Politik im Mittelpunkt, sich glaubwürdig an ein **verlässliches System der CO₂-Bepreisung** zu binden. Gelingt dies, dann sind keine weiteren Maßnahmen notwendig, um bereits heute

Anreize für Investitionen in emissionsärmere Investitionsgüter zu setzen. Schätzen die Akteure die CO₂-Bepreisung als unglaublich ein (Vogt-Schilb et al., 2013) oder erhalten sie ein falsches Preissignal durch getrennte Bepreisungssysteme, kann es gerade bei langen Investitionszyklen zu erheblichen Fehlallokationen kommen.

- 138.** Im **Verkehrssektor** fallen gemäß BCG und Prognos (2018) die höchsten Vermeidungskosten an; in der **Industrie** liegen sie deutlich darunter. Die Vermeidungskosten innerhalb des **Energie sektors** unterscheiden sich recht deutlich. Insbesondere bei der Photovoltaik sind diese recht hoch. Simulationen von Agora Energiewende (2017) zufolge könnte ein Stromsystem mit einem Anteil von 95 % an erneuerbaren Energien in den meisten betrachteten Szenarien ähnlich oder sogar weniger als ein auf fossiler Stromerzeugung basierendes System kosten. Kohle- oder gasbasierte Stromsysteme wären nur bei relativ niedrigen CO₂-Preisen günstiger (Agora Energiewende, 2017).

Im Energiesektor spielt hierbei vor allem die schwer abzuschätzende globale **Preisentwicklung von fossilen Brennstoffen** sowie von CO₂ eine Rolle. Zudem hängt der Ausbau von erneuerbaren Energien stark von den Fortschritten beim **Netz- und Speicherausbau** sowie von der Flexibilität der Stromnachfrage ab. ↴ [ZIFFER 71](#)

- 139.** Eine einheitliche Bepreisung gegebenenfalls mit begleitenden Maßnahmen zu flankieren, ↴ [ZIFFERN 245 FF.](#) wäre mit niedrigeren volkswirtschaftlichen Kosten verbunden, als sektorale differenzierte Preise zu erheben (Edenhofer et al., 2019). Durch **ergänzende Instrumente** könnten gegebenenfalls verzerrte Investitions- und Konsumententscheidungen besser korrigiert werden. Zudem gibt es politökonomische Gründe gegen eine uneinheitliche Bepreisung: In einem sektorspezifischen System setzen sich nicht die kosteneffizientesten Technologien durch, sondern diejenigen, deren Interessen am stärksten vertreten wurden. Das EEG hat verdeutlicht, wie dies zu einer Vermischung mit Industriepolitik führen kann. Sektorale Härten lassen sich bei einheitlicher Bepreisung durch kostenlose Zuteilung oder temporäre Steuerbefreiungen besser abfedern (Edenhofer et al., 2019).
- 140.** Durch die vermutlich unterschiedlichen Vermeidungskosten dürfte bei einer Einbeziehung der Sektoren Verkehr und Gebäude in das EU-ETS der Preis dort ansteigen. Der Preis läge bei einem getrennten Bepreisungssystem ebenfalls dementsprechend höher. Eine verlässliche Prognose der zu erwartenden Zertifikatspreise lässt sich aufgrund der erheblichen Unsicherheiten jedoch nicht treffen. Will man die Systeme mittelfristig zusammenführen, dürften sich die Preise durch die Erwartungen der Marktteilnehmer, welche die Preise in beiden Emissionshandelssystemen beobachten können, bei der Möglichkeit von „banking and borrowing“ relativ schnell angleichen, sobald die Politik den Zusammenschluss der Systeme ankündigt. Um die Unsicherheit über möglicherweise entstehende sehr hohe Preise zu begrenzen, schlagen acatech et al. (2015), Edenhofer et al. (2019) sowie der Wissenschaftliche Beirat beim BMWi (2019) im erweiterten EU-ETS sowie im getrennten System die Einführung eines Höchstpreises oder eines **Preiskorridors** vor.

Mindest- und Höchstpreise als sinnvolle Ergänzung?

- 141.** Aus verschiedenen Gründen wird momentan die Notwendigkeit der Einführung eines **Mindestpreises** diskutiert. Zum einen könnte die Festlegung eines Mindestpreises die Sicherheit für Investoren erhöhen und die Entwertung getätigter Investitionen in Vermeidungstechnologien verhindern. Zum anderen könnten laut Edenhofer et al. (2019) die mit Politik- und Marktentwicklungen begründeten politischen Interventionen der vergangenen Jahre die Glaubwürdigkeit des EU-ETS beeinträchtigt haben. So reformierte die Politik das EU-ETS in der Vergangenheit in Reaktion auf Marktentwicklungen, was zu Unsicherheit in Bezug auf die Regulierung, insbesondere des Cap, und der Erwartung einer regulatorisch verursachten Preissenkung führen kann (Koch et al., 2016; Salant, 2016).
- 142.** Wiederum zeigt sich an diesen Überlegungen die **Bedeutung des vorausschauenden Handelns der Marktteilnehmer**, das entscheidend von ihren Erwartungen über künftige Entwicklungen geprägt wird. Sollten sie an der **Glaubwürdigkeit** der langfristig bindenden Mengenbegrenzung der Emissionen zweifeln, dürfte dies einen negativen Einfluss auf die gegenwärtigen Preise haben, da dann weniger Zertifikate vorgehalten würden, als dies ansonsten aus Vorsichtsgründen der Fall wäre. Dieser Tendenz können zwar Eingriffe wie die **Marktstabilitätsreserve** (MSR) entgegenwirken, indem sie überschüssige Zertifikate löschen. Der in den vergangen zwei Jahren zu beobachtende Preisanstieg deutet in der Tat darauf hin, dass Marktteilnehmer aufgrund der MSR in der Zukunft eine relative Verknappung der Zertifikate erwarten.
- Allerdings ist unklar, ob die Mechanismen der MSR ausreichen, künftig einen Preisverfall im EU-ETS zu verhindern, wie er in der Vergangenheit beispielsweise infolge der schweren Rezession 2008/09 zu beobachten war. Jedoch wirkt die Preisanpassung bei konjunkturellen Schwankungen stabilisierend und ist daher gerade ein Vorteil dieses Systems. Darüber hinaus soll die MSR regelmäßig überprüft werden, das nächste Mal im Jahr 2021, sodass eine gewisse **regulatorische Unsicherheit** nicht ausgeschlossen werden kann.
- 143.** Ein weiterer Grund für die Einführung eines Mindestpreises könnte die in internationalen Verhandlungen festgelegte **Verpflichtung** auf eine mindestens vorherrschende Bepreisung sein. ↴ [ZIFFER 39](#) Darüber hinaus könnte ein Mindestpreis verhindern, dass aufgrund zusätzlich durchgeführter, aber nicht mit gleichzeitiger Löschung von Zertifikaten verbundener nationaler Maßnahmen der Zertifikatspreis stark sinkt (Edenhofer et al., 2019). Dies könnte den „Wasserbett-Effekt“ verhindern, der andernfalls nationale Maßnahmen wie den Kohleausstieg klimapolitisch unwirksam macht. Klimapolitisch ebenso wirksam wie ein Mindestpreis wäre es, Emissionszertifikate entsprechend aufzukaufen oder diese Maßnahmen gleich ganz zu unterlassen. ↴ [ZIFFER 66](#) Schließlich könnte ein Preiskorridor aus Mindest- und Höchstpreis perspektivisch die Zusammenführung des EU-ETS mit einem zeitweise eingeführten getrennten Emissionshandelssystem erleichtern, sollten die Vermeidungskosten im Nicht-EU-ETS-Bereich deutlich über denen im ETS liegen. ↴ [ZIFFER 131](#)

- 144.** Im Prinzip könnte ein Übermaß an Zertifikaten durch eine **Offenmarktpolitik** reduziert und so der Preis gestützt werden (Weimann, 2017). Die MSR greift im Markt ein, sobald die Menge an Zertifikaten im Umlauf eine bestimmte Schwelle überschreitet, während bei einem Mindestpreis Zertifikate aus dem Markt genommen würden, wenn der Zertifikatspreis den Mindestpreis unterschreitet. Denkbar wäre alternativ die Einrichtung einer unabhängigen Institution ähnlich einer **Zentralbank**, die regelmäßig am Markt interveniert, um die Erfüllung der Emissionsziele zu gewährleisten (JG 2013 Ziffer 814).
- 145.** Für die Umsetzung eines Mindestpreises stehen im Prinzip verschiedene Optionen zur Verfügung (Edenhofer et al., 2019). So könnte von den Mitgliedstaaten ein **Auktionsreservepreis** (auction reserve price) festgelegt werden. Der Preis auf dem Sekundärmarkt könnte dabei unterhalb dieses Mindestpreises liegen. Die Wirksamkeit hinsichtlich der Minderungsziele hinge somit davon ab, in welchem Umfang die aufgrund des Mindestpreises nicht auktionierten Zertifikate gelöscht werden.

Einem Mitgliedstaat, der einen Auktionsreservepreis festlegt, entgehen wahrscheinlich **Auktionseinnahmen**, da Marktteilnehmer auf den Sekundärmarkt ausweichen dürften. Sollte jedoch eine größere Gruppe von Staaten einen solchen Mindestpreis einführen, würde das die Ausweichmöglichkeiten verringern, und die Einnahmen der teilnehmenden Staaten könnten aufgrund des höheren Preises sogar steigen. Derzeit ist es Staaten im EU-ETS jedoch kaum möglich, Zertifikate zurückzuhalten oder zu löschen, es sei denn, diese werden durch die Stilllegung von Stromkapazitäten frei. ↴ [ZIFFER 64](#)

- 146.** Alternativ dazu ließe sich ein Mindestpreis umsetzen, indem eine **CO₂-Preisstützung** (Carbon Price Support) eingeführt wird. Im Vereinigten Königreich werden beispielsweise fossile Brennstoffe zur Stromerzeugung zusätzlich mit einer Klimawandelabgabe (Climate Change Levy) belastet. Diese entspricht der Differenz zwischen dem gewünschten Mindestpreis und dem erwarteten zukünftigen ETS-Preis. Der tatsächliche Mindestpreis kann sich von dem beabsichtigten Preis daher je nach Preisentwicklung im ETS unterscheiden. Anders als bei einem Auktionsreservepreis entstehen dem Staat dabei in jedem Fall zusätzliche Einnahmen.

Während eine automatische Anpassung der Abgabenhöhe an den EU-ETS-Preis in Deutschland verfassungsrechtlich problematisch sein dürfte, könnte über den Umweg der steuermindernden Anrechnung der Ausgaben für ETS-Zertifikate ein gewünschter Mindestpreis umgesetzt werden (Büdenbender, 2019). Die Einführung eines Mindestpreises über diesen Weg nur in Deutschland oder mehreren Mitgliedstaaten wäre ohne entsprechende Gegenmaßnahmen nicht sinnvoll, da lediglich der EU-ETS-Preis für die anderen Mitgliedstaaten gesenkt und mehr Emissionen in Deutschland, aber nicht EU-weit eingespart würden.

- 147.** Unklar ist, wie hoch ein möglicher Mindestpreis ausfallen sollte. Einen Anhaltspunkt könnte der gegenwärtig ETS-Preis von etwa 25 Euro geben. Ebenfalls wäre zu klären, wie sich ein Mindestpreis im Zeitverlauf entwickeln und insbesondere wie steil er ansteigen sollte. Dabei bleibt festzuhalten, dass der Emissionshandel durch einen Mindestpreis seinen Charakter als rein mengenbasiertes System ver-

löre und in ein **hybrides Preis-Mengen-System** überginge. Zudem ist offen, ob das Preissignal im ETS überhaupt als zu schwach einzuordnen ist. Der niedrige Preis könnte schlicht eine Reflexion der geringen Vermeidungskosten sein, die zur Erreichung der gesetzten Obergrenze an Emissionen in den betroffenen Sektoren in Kauf genommen werden mussten (Weimann, 2017). Dadurch bedarf es laut Weimann (2017) keiner Reform des EU-ETS, um ein eventuell als zu schwach eingeschätztes Preissignal zu stärken, sondern einer Veränderung des festgelegten Cap.

148. Zusätzlich zum Mindestpreis wird bisweilen die Sicherung eines **Höchstpreises** diskutiert. Da die Vermeidungskosten sich nicht nur als niedriger, sondern auch als erheblich höher als ursprünglich gedacht erweisen könnten, könnte dies die Akzeptanz des bereits etablierten Handelssystems in der Praxis gefährden und ein Eingreifen der Politik auslösen. Wenn die Preise schnell extrem hoch würden, hätte die Politik einen Anlass, das Cap zu lockern oder sogar das Emissionshandelssystem ganz abzuschaffen. Da Marktakteure die Möglichkeit einer solchen Entwicklung erkennen dürften, würde dies die Unsicherheit erhöhen und gegebenenfalls das Preissignal schwächen. Bei einem Höchstpreis ist zu beachten, dass damit die Einhaltung der Reduktionsziele nicht mehr gewährleistet ist. Aufgrund geringerer Anpassungsmöglichkeiten in den Nicht-EU-ETS-Sektoren könnte ein Höchstpreis jedoch für den Einstieg in ein Bepreisungssystem für diese Sektoren sinnvoll sein.
149. Die Kombination aus einem Mindest- und Höchstpreis führt zu einem Preiskorridor, der je nachdem, wie eng er ausgestaltet ist, ein Emissionshandelssystem einer Steuer immer ähnlicher werden lässt. Edenhofer et al. (2019) erörtern verschiedene **Möglichkeiten der Ausgestaltung eines solchen Preiskorridors**. Diese umfassen die Festlegung von Einstiegspreisen sowie Preispfaden, denen es gelingt, Preisvolatilität zu vermeiden. Allerdings können sich zumindest Unternehmen in anderen Märkten sehr wohl auf volatile Preise einstellen, für Haushalte in den Nicht-EU-ETS-Sektoren dürfte das schwieriger sein.

Herausforderungen in Luftverkehr, Schifffahrt und Landwirtschaft

150. Die genannten Optionen zur Bepreisung des Nicht-EU-ETS-Bereichs beziehen sich vorrangig auf eine Bepreisung in den Sektoren Gebäude und Verkehr, die im Jahr 2017 rund 64 % der Emissionen im Nicht-EU-ETS-Bereich ausmachen (Agora Energiewende und Agora Verkehrswende, 2018). Diese sind bereits durch die Energiesteuer abgedeckt, und in diesen Bereichen wäre ein Handelssystem vergleichsweise einfach umsetzbar. Eine wahrhaft umfassende Bepreisung müsste jedoch zudem die **restlichen Bereiche** einschließen, bei denen die Herausforderungen zur Umsetzung und Wirkung der Bepreisung aus unterschiedlichen Gründen vergleichsweise groß sind. So dürfte etwa im Luft- und Schiffsverkehr oder in der Landwirtschaft das Risiko von **Carbon Leakage** größer sein als in den Sektoren Gebäude und Verkehr.
151. Der **Luftverkehr** ist bereits seit dem Jahr 2012 in das EU-ETS eingeschlossen. ↴ **ZIFFER 55** Im November desselben Jahres beschloss die Europäische Kommission allerdings, Flüge von und nach Drittstaaten vorübergehend auszunehmen.

Dies gilt bis heute. Zudem gibt es in Deutschland eine Ticketsteuer. [↓ ZIFFER 104](#) Es gibt momentan Verhandlungen über eine globale marktisierte Vorgehensweise zur Emissionsreduktion im Luftverkehr (DEHSt, 2017). Gemäß Chicagoer Abkommen, welches die Regeln der zivilen Luftfahrt festhält, sind Teilnehmerstaaten für die Emissionen der nationalen Flüge zuständig, während die ICAO die **Emissionen der internationalen Flüge** abdeckt.

Die Mitgliedstaaten der ICAO beschlossen im Jahr 2018 ein Abkommen, das den steigenden Emissionen im Luftverkehr begegnen soll (**CORSIA**). In der Monitoring-Phase (2019 und 2020) müssen die Fluggesellschaften ihre Emissionen an die nationalen Umweltämter berichten. Mit Beginn des Jahres 2021 müssen die CO₂-Emissionen, die über dem Niveau der Jahre 2019 und 2020 liegen, mit Projektgutschriften und Emissionsberechtigungen kompensiert werden (DEHSt, 2019b). Die Teilnahme an diesem System ist bis zum Jahr 2026 freiwillig. Bisher haben aber 78 Staaten, die zusammen rund drei Viertel der Luftfahrtmissionen ausmachen, ihre Teilnahme zugesagt. Die Effektivität von CORSIA ist jedoch umstritten, insbesondere da **nur das Emissionswachstum überwacht** wird.

- [152.](#) Die **Schifffahrt**, die im Jahr 2012 rund 2,6 % der globalen CO₂-Emissionen ausmachte, ist hingegen nicht im EU-ETS berücksichtigt. Eine globale Regelung zur Emissionsreduktion, die mit derjenigen im Flugverkehr vergleichbar ist, existiert ebenfalls nicht. Der langsame Fortschritt der Internationalen Seeschiffahrtsorganisation (IMO) bei der Aushandlung einer Strategie zur Rückführung der Emissionen in diesem Bereich führte zum Eingreifen der Europäischen Kommission. Ihre Strategie aus dem Jahre 2013 legte allerdings bisher nur ein **Monitoring** und Emissionsberichte fest. Konkrete Maßnahmen zur Emissionsreduktion wurden noch nicht entwickelt.

Im Jahr 2018 wurden nunmehr **Reduktionsziele** definiert, die eine Reduktion der CO₂-Emissionen um 50 % bis zum Jahr 2050 gegenüber dem Jahr 2008 und eine Reduktion der CO₂-Emissionen pro Transportleistung um 40 % bis zum Jahr 2030 vorsehen. Die Europäische Kommission wird bis zum Jahr 2021 mögliche Maßnahmen der IMO im Hinblick auf die Ziele prüfen und gegebenenfalls zusätzliche Maßnahmen ab dem Jahr 2023 beschließen (Deutscher Bundestag, 2018d; Europäische Kommission, 2019c).

Aufgrund der globalen Dimension der Luft- und Schifffahrt sind Maßnahmen selbst auf europäischer Ebene nur begrenzt möglich. Denkbar wäre die Einbeziehung des Schiffsverkehrs in den EU-ETS, so wie dies im Luftverkehr bereits der Fall ist. Die Verhandlungsprozesse im internationalen Luft- und Schiffsverkehr sind erfahrungsgemäß recht langwierig (SRU, 2017). Dennoch sollte sich die EU auf internationaler Ebene für eine globale CO₂-Bepreisung in diesen beiden Sektoren einsetzen.

- [153.](#) Die **Landwirtschaft** ist ebenfalls nicht im EU-ETS erfasst. Eine Bepreisung von Treibhausgasemissionen aufgrund der großen Anzahl von Betrieben, knapp 300 000 allein in Deutschland, und den verschiedenen in diesem Bereich anfallenden Treibhausgasen dürfte sich als schwierig herausstellen. Vor allem die **hohen Transaktionskosten** dürften ein Hindernis für eine Einbindung der Landwirtschaft in den Emissionshandel darstellen (Lünenbürger et al., 2013;

Wissenschaftliche Beiräte beim BMEL, 2016). Angesichts der Substitutionsmöglichkeiten hin zu Nahrungsmittelimporten wäre ebenfalls zu prüfen, wie **Emissionsverlagerungen** vermieden werden können. Vor einer möglichen Einbeziehung der Landwirtschaft in einen Emissionshandel sind diese **Fragen zu klären**.

- 154.** Ein alternativer Ansatzpunkt für eine Reduktion von Treibhausgasen in der Landwirtschaft könnte hingegen die **Gemeinsame Agrarpolitik** (GAP) der EU sein. Angesichts der umfangreichen Zahlungen an Landwirte bestünde hier ein großer Hebel, um Anreize für eine emissionsärmere Landwirtschaft zu schaffen. Dafür wäre eine Agrarpolitik notwendig, die ihren Fokus auf die Reduktion von Treibhausgasemissionen richtet (Lünenbürger et al., 2013; Wissenschaftliche Beiräte beim BMEL, 2016; Grosjean et al., 2018).

Zudem könnten mögliche steuerliche Fehlanreize in der Landwirtschaft beseitigt werden. Eine Maßnahme könnte darin bestehen, die Entlastung des Agrardiesels bei der Mineralölsteuer EU-weit abzuschaffen (Lünenbürger et al., 2013). Die **Besteuerung** von tierischen Produkten mit dem vollen Mehrwertsteuersatz könnte grundsätzlich erwogen werden; dabei wären gegebenenfalls Verteilungswirkungen zu beachten (Lünenbürger et al., 2013; Wissenschaftliche Beiräte beim BMEL, 2016). Alternativ könnte eine verstärkte Aufklärung von Konsumenten über eine gesündere und klimafreundlichere Ernährung erwogen werden (Lünenbürger et al., 2013; Wissenschaftliche Beiräte beim BMEL, 2016).

V. CO₂-EMISSIONEN IN DEUTSCHLAND: EINE BESTANDSAUFAHME

WICHTIGSTE AUSSAGEN

- ↙ Produktionsseitig werden über drei Viertel der CO₂-Emissionen durch Unternehmen ausgestoßen. Beim Inlandsverbrauch gehen rund 70 % der Emissionen auf private Haushalte zurück.
- ↙ Die CO₂-Intensität der Unternehmen variiert stark zwischen Industrien, was die großen Unterschiede zwischen Regionen allerdings nur zu einem kleinen Teil erklärt.
- ↙ Der CO₂-Verbrauch der privaten Haushalte steigt exponentiell mit dem Einkommen und unterproportional mit der Haushaltsgröße. Der Urbanisierungsgrad spielt nur eine geringe Rolle.

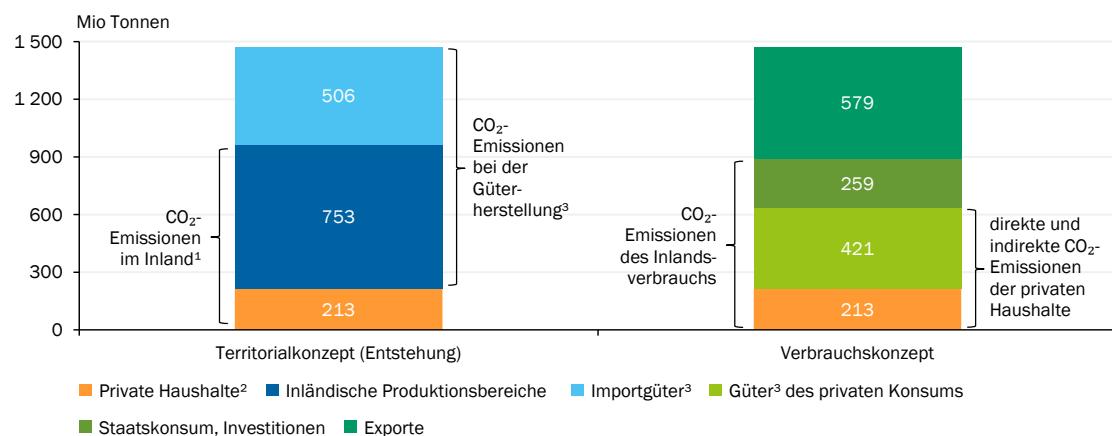
155. Ein einheitlicher Preis für Treibhausgasemissionen sorgt dafür, dass die **Rückführung der Emissionen**, die nötig ist, um ein vorgegebenes Mengenziel zu erfüllen, **volkswirtschaftlich effizient**, also mit dem geringstmöglichen Einsatz volkswirtschaftlicher Ressourcen erreicht wird. Es spricht demnach viel dafür, diesen klimapolitischen Weg zu beschreiten. Doch stellen sich weitere volkswirtschaftlich relevante Fragen: Wer muss diesen Preis bezahlen, wer muss – was keineswegs dasselbe ist – die aus diesem Preis entstehenden Lasten tragen, und welche Verhaltensanpassungen wird die CO₂-Bepreisung auslösen? Diese Fragen betreffen nicht nur die Sektoren außerhalb des EU-ETS, sondern aufgrund des zu erwartenden Preisanstiegs im EU-ETS durchaus die bereits von diesem erfassten Akteure (Edenhofer et al., 2019). Um erste Antworten zu finden, muss betrachtet werden,

- wo in Deutschland **CO₂-Emissionen** entstehen und wer mit welchen Aktivitäten für deren Ausstoß verantwortlich ist,
- welche Mechanismen und Marktgegebenheiten dafür sorgen, dass Zahllast und Traglast von CO₂-Preisen möglicherweise auseinanderfallen und
- wie viele CO₂-Emissionen durch die Konsum- und Investitionsentscheidungen der Haushalte bedingt sind und wie sich diese **verteilen**.

1. Exportierte und importierte CO₂-Emissionen

156. Die **Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (UGR)** geben einen quantitativen Überblick der Verknüpfungen zwischen wirtschaftlicher Aktivität und Umweltverbrauch. Sie werden vorwiegend durch Input-Output-Tabellen dargestellt. Analog zu den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen lassen sich die **CO₂-Emissionen** entstehungs- und verbrauchsseitig erfassen. ↘ **ABBILDUNG 16** Auf der **Entstehungsseite** wird zwischen Emissionen bei der Güterherstellung und direkten Emissionen der privaten Haushalte unterschieden. Im Jahr 2015 fiel bei der inländischen Güterproduktion ein CO₂-Ausstoß von 753 Mio Tonnen an. Weitere 506 Mio Tonnen sind Importgütern zuzurechnen. Private Haushalte

↙ ABBILDUNG 16
Direkte und indirekte CO₂-Emissionen in Deutschland 2015



1 – Ohne Emissionen aus Transportleistungen der Gebietsansässigen im Ausland. 2 – Umfasst die direkten Emissionen der privaten Haushalte durch Verkehr und Gebäude. 3 – Umfasst Waren und Dienstleistungen.

Quelle: Statistisches Bundesamt

© Sachverständigenrat | 19-125

emittierten bei der Wärmeerzeugung und im Verkehr rund 213 Mio Tonnen CO₂.

157. Die Emissionen gemäß **Verbrauchsrechnung** werden nach Inlandsverbrauch von Gütern, Exportgütern sowie direkten Emissionen der privaten Haushalte gegliedert. Die CO₂-Emissionen der Güterherstellung lassen sich zu 680 Mio Tonnen dem Inlandsverbrauch sowie zu 579 Mio Tonnen dem Export zurechnen. Dazu kommen die direkten Emissionen der privaten Haushalte in Höhe von 213 Mio Tonnen.

Neben ihren direkten Emissionen verursachen **private Haushalte** durch ihre Konsumententscheidungen indirekte Emissionen. Rund **70 % der Emissionen des Inlandsverbrauchs** können ihnen laut Verbrauchsrechnung zugerechnet werden. Die verbleibenden Emissionen des Inlandsverbrauchs verteilen sich auf Anlageinvestitionen, den Konsum des Staates und privater Organisationen sowie die Vorratsbildung.

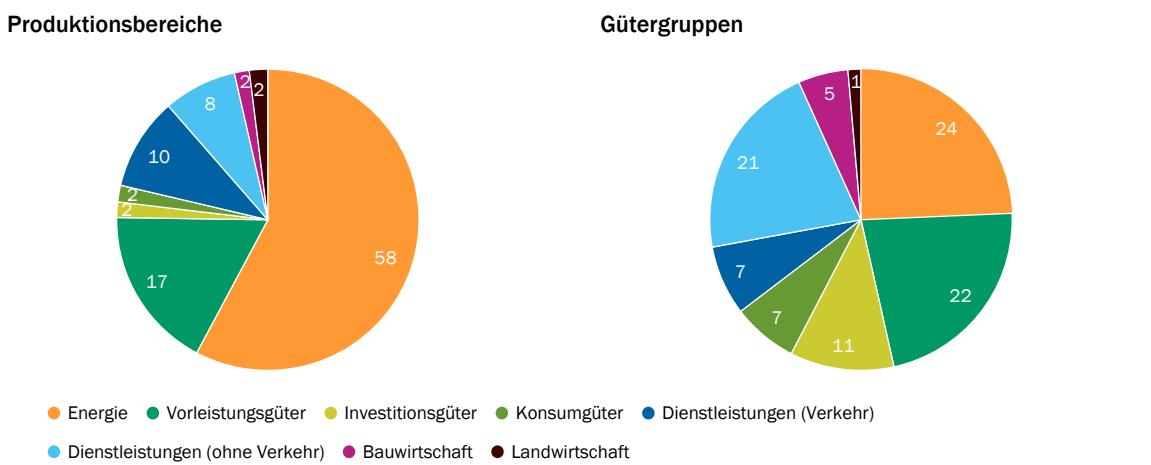
2. Mehr als drei Viertel der Emissionen durch Unternehmen

158. Über 75 % der in Deutschland anfallenden CO₂-Emissionen werden von Unternehmen ausgestoßen. Der Großteil entfällt auf die Industrie und den Energiesektor. ↙ ABBILDUNG 17 LINKS Zwar sind diese bereits im **EU-ETS** erfasst, durch eine **mögliche Ausweitung auf andere Sektoren** und den verschärften **Reduktionsfaktor im EU-ETS** ↙ ZIFFER 63 könnte die Industrie jedoch vor der Herausforderung höherer CO₂-Preise stehen. Dies könnte nicht zuletzt die betroffenen Beschäftigten und Regionen vor erhebliche Herausforderungen stellen. Zugleich besteht das Risiko, dass bestimmte energieintensive Wertschöpfungsbereiche ihre Produktion in Deutschland reduzieren und diese in andere Länder auslagern. ↙ ZIFFERN 181 FF. Mögliche Belastungen infolge eines höheren CO₂-Preises hängen

↓ ABBILDUNG 17

CO₂-Emissionen und CO₂-Gehalt nach Produktionsbereichen und Gütergruppen im Jahr 2015¹

Anteile in %



1 – Gemäß der Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 2008 (WZ 2008) beziehungsweise der Güterklassifikation in Verbindung mit den Wirtschaftszweigen, Ausgabe 2008 (CPA 2008). Einteilung der industriellen Hauptgruppen aufgrund fehlender disaggregierter Daten leicht abweichend von der gebräuchlichen Klassifikation. Abweichungen in den Summen rundungsbedingt.

Quellen: Statistisches Bundesamt, eigene Berechnungen

© Sachverständigenrat | 19-127

jedoch davon ab, in welchem Umfang die höheren Kosten auf andere Unternehmen und auf Verbraucher überwälzt werden können. ↓ ZIFFER 174

- 159.** Auf Unternehmensseite kann zwischen den **direkten CO₂-Emissionen bei der Produktion** und dem **impliziten CO₂-Gehalt der Güter** unter Berücksichtigung der verursachten Emissionen entlang der gesamten Vorleistungskette unterschieden werden. Im Jahr 2015 entstand mit 58 % der größte Teil der direkten CO₂-Emissionen bei der **Energieerzeugung**. ↓ ABBILDUNG 17 LINKS Weitere 17 % fielen bei der Produktion von Vorleistungsgütern wie Rohstoffen oder chemischen Erzeugnissen an. Die restlichen Wirtschaftsbereiche machen dagegen nur rund ein Viertel der direkten Emissionen aus.

Betrachtet man jedoch den impliziten CO₂-Gehalt der Güter, zeigt sich ein anderes Bild. Während Energie hier nur knapp ein Viertel der Emissionen ausmacht, steigt der Anteil der sonstigen Industriegüter an den Gesamtemissionen von 21 % auf 40 %. ↓ ABBILDUNG 17 RECHTS Dienstleistungen kommen bei der Verwendungsbetrachtung auf einen Anteil von 28 %, gegenüber 18 % bei der Entstehung. Aufgrund des **Bezugs von Vorleistungen**, die energieintensiv produziert werden, und eines **hohen Strombedarfs** übersteigt der implizite CO₂-Gehalt von einigen Gütern die Menge der Emissionen, die bei der Produktion anfallen, um ein Vielfaches. So ist der implizite CO₂-Gehalt von Maschinen und Fahrzeugen rund zehnmal höher als die bei ihrer Produktion entstehenden direkten Emissionen.

- 160.** Zusätzlich zu den absoluten Emissionsmengen ist die **CO₂-Intensität der Wertschöpfung** eine wichtige Größe zur Beurteilung möglicher Auswirkungen höherer CO₂-Preise auf Unternehmen. Indem sie CO₂-Emissionen ins Verhältnis zur Bruttowertschöpfung setzt, hilft sie die Zusatzkosten der Unternehmen besser einzuschätzen. Neben der Energieversorgung sowie der Kokerei und Mi-

↙ TABELLE 2

Die 10 Wirtschaftsbereiche mit der höchsten CO₂-Intensität im Jahr 2015

Wirtschaftsbereiche ¹	CO ₂ -Intensität	Bruttowertschöpfung
	Tonnen CO ₂ je Mio Euro Brutto- wertschöpfung	Mrd Euro
Energieversorgung	8 718	45
Kokerei und Mineralölverarbeitung	4 337	6
Schifffahrt	4 281	6
Luftfahrt	3 076	9
Herstellung von Glas, Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden	2 370	17
Metallerzeugung und -bearbeitung	1 924	22
Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus	993	11
Herstellung von Holz-, Flecht-, Korb- und Korkwaren (ohne Möbel)	862	7
Landwirtschaft	827	16
Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	656	5

1 – Gemäß der Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 2008 (WZ 2008).

Quellen: Statistisches Bundesamt, eigene Berechnungen

© Sachverständigenrat | 19-190

neralölverarbeitung sind vor allem Schiff- und Luftverkehrsdienstleistungen besonders CO₂-intensiv. ↙ TABELLE 2 Ebenfalls sehr intensiv sind die Herstellung und Erzeugung von Glas, Metallen, Holzwaren sowie Papier.

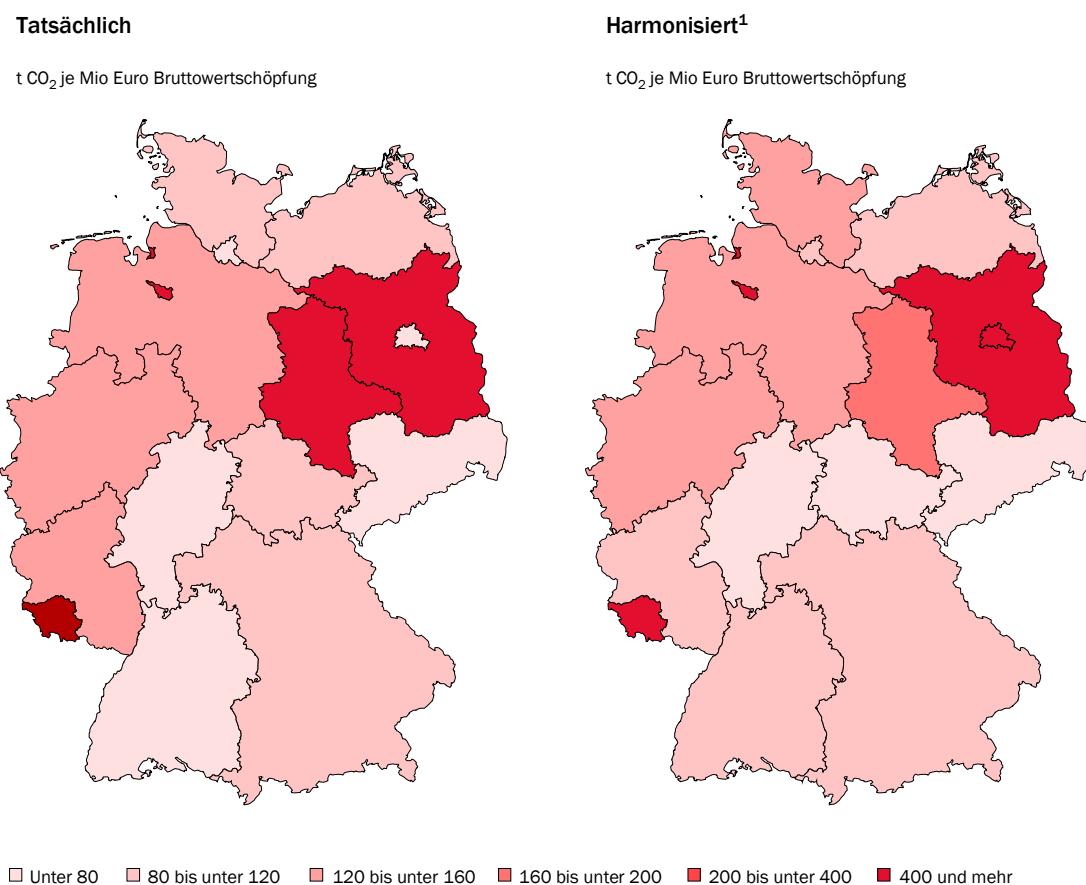
161. Bei der produktionsseitigen **Entstehung von Emissionen** zeigen sich zudem deutliche **Unterschiede zwischen den Regionen** in Deutschland. Eine besonders hohe CO₂-Intensität findet sich in Bremen, Brandenburg, dem Saarland und Sachsen-Anhalt. ↙ ABBILDUNG 18 LINKS Ein Grund hierfür dürfte sein, dass in diesen Ländern besonders CO₂-intensive Wirtschaftsbereiche stark konzentriert sind, etwa die **Stahlerzeugung** oder die **Kokerei und Mineralölverarbeitung**. Insbesondere der Zugang zu billigen Energieträgern in der Nähe von Kohlerevieren und Seehäfen begünstigte historisch die Ansiedlung dieser energieintensiven Industrien (Gutberlet, 2012; Chatterji et al., 2014; Glaeser et al., 2015). So befinden sich acht der zehn größten CO₂-Emittenten unter den im EU-ETS erfassten deutschen Industrieanlagen in der Nähe von Kohlerevieren (DEHSt, 2019c).
162. Weiterhin könnten Unterschiede in der CO₂-Intensität zwischen den Ländern durch Unterschiede in den länderspezifischen CO₂-Intensitäten der Wirtschaftsbereiche begründet sein. Ob dieser Faktor oder die unterschiedliche Wirtschaftsstruktur wichtiger ist, kann durch eine **Dekompositionsanalyse** bestimmt werden. Bei dieser Analyse wird für die Berechnung einer hypothetischen harmonisierten CO₂-Intensität angenommen, dass alle Länder dieselbe Wirtschaftsstruktur aufweisen. Verbleibende Unterschiede in der auf diese Weise berechneten **CO₂-Intensität** geben somit nur wieder, in welchem Ausmaß die verschiedenen Wirtschaftszweige (Landwirtschaft, Bergbau, zehn Unterabschnitte des Verarbeitenden Gewerbes, Wasserversorgung und Entsorgung, Baugewerbe und Dienstleistungen) in diesen Ländern unterschiedliche **länderspezifische CO₂-Intensitäten** aufweisen.

Trotz dieser Bereinigung um Unterschiede in der Wirtschaftsstruktur bleibt der größte Teil der Unterschiede zwischen den Ländern bestehen: Etwa 80 % werden durch die länderspezifischen CO₂-Intensitäten der Wirtschaftsbereiche und nur 20 % durch die Wirtschaftsstruktur erklärt. Dies wird durch die großen verbleibenden Unterschiede in den Einfärbungen bei der Darstellung der harmonisierten CO₂-Intensität verdeutlicht. ↴ ABBILDUNG 18 RECHTS

163. Die Energieversorgung wird bei dieser Betrachtung ausgenommen, da aufgrund der starken **regionalen Konzentration der konventionellen Kohleverstromung** und ihrer sehr hohen CO₂-Intensität die Unterschiede in den sonstigen Wirtschaftszweigen überlagert würden. Die in diesen harmonisierten Berechnungen zum Ausdruck kommenden Unterschiede in der länderspezifischen CO₂-Intensität der Wirtschaftszweige erklären sich teilweise dadurch, dass innerhalb der einzelnen Wirtschaftszweige große Unterschiede zwischen den darin zusammengefassten Industrien bestehen. So weisen beispielsweise Länder mit einem höheren Anteil an Betrieben in der Grundstoffchemie oder Raffinerien eine deutlich höhere CO₂-Intensität im Bereich „Herstellung von chemischen Erzeugnissen, Kokerei und Mineralölverarbeitung“ auf.

↳ ABBILDUNG 18

CO₂-Intensität nach Bundesländern für alle Wirtschaftsbereiche außer Energie im Jahr 2014



1 – Zur Berechnung wird angenommen, dass die Wirtschaftsstruktur in allen Ländern der gesamtdeutschen Wirtschaftsstruktur entspricht und sich ausschließlich die länderspezifischen Emissionsintensitäten der einzelnen Wirtschaftszweige unterscheiden.

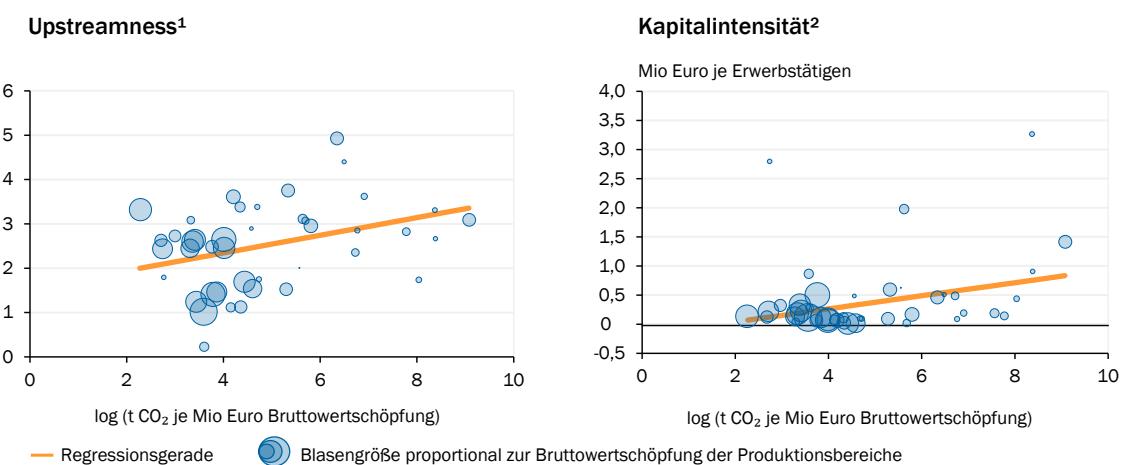
Eine Betrachtung der Betriebe im Verarbeitenden Gewerbe zeigt, dass es **erhebliche Unterschiede** bei der CO₂-Intensität selbst **innerhalb von eng definierten Industrien** gibt. Dies deckt sich mit Ergebnissen für die Vereinigten Staaten (Muehlegger und Sweeney, 2017). Berechnungen mithilfe der AFID-Daten für Deutschland zeigen, dass im Verarbeitenden Gewerbe und im Bergbau etwa die Hälfte der Unterschiede in der CO₂-Intensität durch die Heterogenität innerhalb der 255 Industriezweige erklärt wird, während die andere Hälfte auf Unterschiede zwischen den Industriezweigen zurückzuführen ist (FDZ, 2019). Die Heterogenität liegt unter anderem daran, dass innerhalb der Industriezweige unterschiedliche Produktionsverfahren eingesetzt werden. Beispielsweise wird bei der Stahlproduktion durch Elektrolichtbogenverfahren pro Tonne Rohstahl nur ein Viertel der CO₂-Emissionsmenge erzeugt, die bei der Produktion in klassischen Hochöfen anfällt (Zuliani et al., 2010).

- 164.** CO₂-intensive Unternehmen stellen oft wichtige **Vorprodukte für andere Industrien** her. Die Bedeutung einer Industrie für nachgelagerte Wirtschaftsbereiche kann anhand ihrer „Upstreamness“ (Antràs et al., 2012) gemessen werden. Diese gibt an, wie viele nachgelagerte Wirtschaftsbereiche von Gütern einer Industrie durchlaufen werden, bis sie als Teil eines Endprodukts konsumiert werden. Die meisten Industrien mit hohen direkten CO₂-Emissionen sind in vorgelagerten Stufen der Wertschöpfungskette mit einer hohen „Upstreamness“ zu finden. ↴ **ABBILDUNG 19 LINKS** Das bedeutet, dass die gesamte CO₂-Intensität von Gütern nachgelagerter Wirtschaftsbereiche, die einschließlich der CO₂-Emissionen zu berechnen ist, die bei der Herstellung von Vorleistungen anfallen, häufig deutlich höher ausfällt als deren direkte CO₂-Intensität.

Daneben sind CO₂-intensive Wirtschaftsbereiche von einer **hohen Kapitalintensität** geprägt. ↴ **ABBILDUNG 19 RECHTS** Dort sind typischerweise umfassende Anlagen für die Produktion notwendig, wobei die Energieintensität bestehender Anlagen als fix angenommen werden kann (Atkeson und Kehoe, 1999). Die damit verbundenen sehr langen Investitionszyklen, die vor allem in den Grund-

↳ ABBILDUNG 19

CO₂-Intensität und Industriecharakteristika



1 – Durchschnittliche Anzahl der Weiterverarbeitungsschritte bis zur Letztverwendung (Antràs et al., 2012). 2 – Wert der Ausrüstungen relativ zur Anzahl der Arbeitnehmer.

stoffindustrien typisch sind, schränken die möglichen Emissionsvermeidungspfade ein (BCG und Prognos, 2018).

3. Mit dem Einkommen steigender CO₂-Verbrauch

- 165.** Verbrauchsseitig sind **private Haushalte die größten Verursacher von CO₂-Emissionen**. Wie bei den Unternehmen zeigt sich dabei eine große Heterogenität, denn die Haushalte unterscheiden sich erheblich in ihrem Konsumverhalten und den damit verbundenen Emissionsmengen. Ein CO₂-Preis würde entsprechend unterschiedlich auf die einzelnen Haushalte wirken.

Unter Rückgriff auf die derzeit verfügbaren Daten der Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (EVS) sowie die UGR lässt sich für **deutsche Haushalte** im Jahr 2013 ein durchschnittlicher Ausstoß von ungefähr **13,4 Tonnen CO₂** ermitteln. Dabei wird der durchschnittliche CO₂-Verbrauch jedoch vermutlich unterschätzt. Basierend auf den absoluten Zahlen der UGR und der Bevölkerungsstatistik beziffert sich der Verbrauch auf 16,7 Tonnen CO₂ je Haushalt im Jahr 2013. Die Differenz ist jedoch methodisch bedingt. ↴ **KASTEN 3**

↳ KASTEN 3

Bestimmung von CO₂-Emissionen für private Haushalte mit Hilfe der EVS und der UGR

Zur Bestimmung der CO₂-Emissionen eines Haushalts werden in Anlehnung an Wier et al. (2001) sowie Gill und Moeller (2018) zwei Datenquellen verwendet: Informationen über das Konsumverhalten von Haushalten werden aus der Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (EVS) gewonnen, die in einem fünfjährlichen Turnus Konsuminformationen von mehr als 52 000 Haushalten bereitstellt. Mit Hilfe der Umweltökonomischen Gesamtrechnung (UGR) können zudem für 52 verschiedene Gütergruppen sowie für den direkten Energieverbrauch der Haushalte CO₂-Emissionen je verausgabtem Euro bestimmt und mit den Informationen der EVS verbunden werden. Andere Treibhausgase werden nicht berücksichtigt.

Einschränkend gilt, dass beide Datenquellen einer unterschiedlichen Klassifizierung unterliegen. Die EVS klassifiziert den Konsum der Haushalte gemäß Verwendungszweck, die UGR gemäß Gütergruppen. Es ist daher notwendig, die Daten der UGR mit Hilfe von Korrespondenztabellen und einem Gewichtungsalgorithmus zu transformieren. Hierbei wird vereinfachend angenommen, dass innerhalb der 52 Gütergruppen die zugehörigen Güter identische CO₂-Emissionen aufweisen. Aufgrund der Transformation können 5 % der gesamten CO₂-Emissionen nicht berücksichtigt werden. Darunter fallen insbesondere Emissionen aus Biomasse und sonstigen erneuerbaren Energien. Insgesamt können die CO₂-Emissionen je verausgabtem Euro für 46 verschiedene Verwendungszwecke bestimmt werden.

Eine wichtige Einschränkung ergibt sich aus der Vernachlässigung von Unterschieden innerhalb einer einzelnen Konsumkategorie, die in der EVS nicht ermittelt werden. Hier muss unterstellt werden, dass die relative Zusammensetzung des Warenkorbs innerhalb jeder der Kategorien unabhängig von den sozio-demografischen Charakteristika der Haushalte ist. Weiterhin ist es notwendig, für Haushalte, die keine Angaben über ihre Heizkosten machen, die fehlenden Werte durch Imputation zu rekonstruieren. Zudem muss die Annahme getroffen werden, dass der in der EVS erfasste vierteljährliche Konsum repräsentativ für das gesamte Jahr ist. Insgesamt ist die relative Verteilung der Emissionen nach Konsumkategorien mit anderen Berechnungen vergleichbar (Umweltbundesamt, 2018c). Allerdings wird der CO₂-Verbrauch tendenziell unterschätzt. Trotz dieser Einschränkungen bietet die EVS jedoch die Möglichkeit, sämtliche Haushaltausgaben konsistent mit einer ausreichend großen Stichprobe zu analysieren und zusätzlich auf verschiedene Haushaltscharakteristika zurückzugreifen.

Mit Hilfe multipler Regressionsmodelle kann die Heterogenität innerhalb des akkumulierten CO₂-Verbrauchs sowie innerhalb der Konsumkategorien Energie, Verkehr sowie andere Waren und Dienstleistungen auf zentrale sozio-demografische Variablen zurückgeführt werden. Dadurch können unter Zugrundelegung vereinfachender Annahmen diejenigen Haushalte identifiziert werden, die besonders von einer CO₂-Bepreisung belastet würden. ↴ **TABELLE 3**

↳ **TABELLE 3**
Regressionsanalyse der Erklärungsfaktoren des CO₂-Verbrauchs privater Haushalte

	Insgesamt	Energie	Kraftstoffe	Andere Produkte und Dienstleistungen ¹
Abhängige Variable: Logarithmierter jährlicher CO₂-Verbrauch in Tonnen nach Ausgabenkategorie²				
Nettoäquivalenzeinkommen ³ (in 100 Euro)	0,020 *** (0,000)	0,007 *** (0,000)	0,021 *** (0,000)	0,021 *** (0,000)
Urbanisierung des Wohnorts (Referenz: Stadt)⁴				
Agglomerationsräume ⁵	- 0,020 *** (0,004)	- 0,014 ** (0,005)	- 0,144 *** (0,007)	0,045 *** (0,004)
Ländlicher Raum ⁶	0,006 (0,005)	- 0,010 (0,008)	0,046 *** (0,010)	- 0,007 (0,005)
Anzahl Haushaltmitglieder (Referenz: 1 Person)				
2 Personen	0,398 *** (0,004)	0,288 *** (0,005)	0,414 *** (0,007)	0,343 *** (0,004)
3 Personen	0,594 *** (0,005)	0,404 *** (0,007)	0,703 *** (0,010)	0,508 *** (0,006)
4 oder mehr Personen	0,744 *** (0,005)	0,503 *** (0,007)	0,872 *** (0,010)	0,659 *** (0,005)
Konstante	1,862 *** (0,006)	1,309 *** (0,007)	0,337 *** (0,010)	1,087 *** (0,006)
Quartalseffekte	ja	ja	ja	ja
Anzahl der Beobachtungen	48 714	48 714	48 714	48 714
Korrigiertes R ²	0,583	0,201	0,349	0,547

1 – Summe des CO₂-Verbrauchs aus Lebensmitteln, Waren und Dienstleistungen. 2 – Durch die Logarithmierung würden Haushalte für die Analyse verloren gehen, die in der betrachteten Kategorie keine Ausgaben melden. Daher wird zunächst zur abhängigen Variable 1 addiert und erst dann logarithmiert. 3 – Monatliches Haushaltseinkommen nach OECD-Skala gewichtet. 4 – Wohnort mit hoher Dichte ohne umliegendes Oberzentrum. 5 – Oberzentren (Städte mit mehr als 100 000 Einwohnern) beziehungsweise einwohnerdichte Wohnorte mit naheliegendem Oberzentrum. 6 – Wohnort mit geringer Bevölkerungsdichte.

Robuste Standardfehler in Klammern.

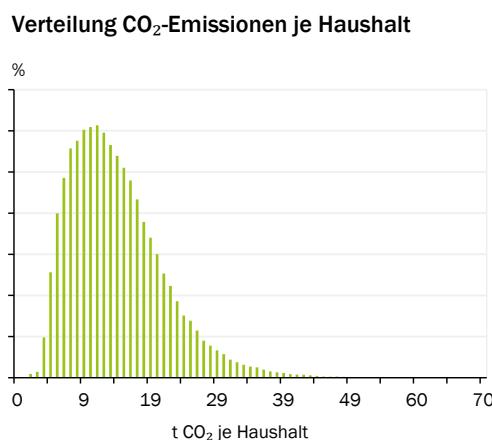
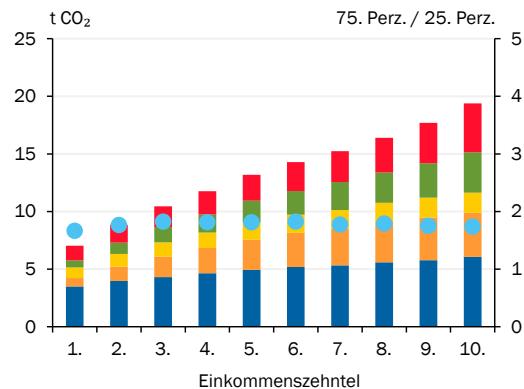
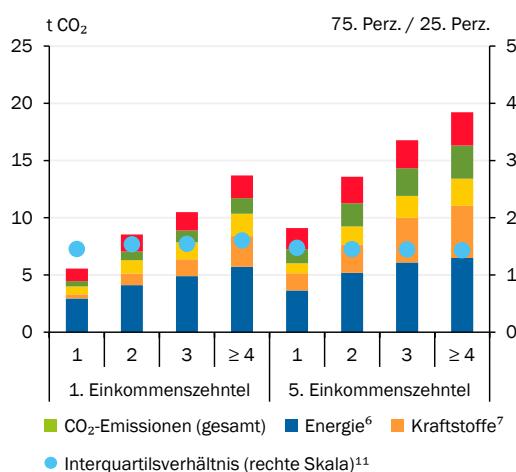
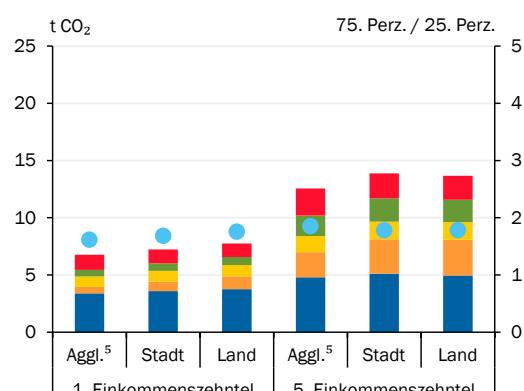
***, ** und * entsprechen einer Signifikanz auf dem 1 %-, 5 %- beziehungsweise 10 %-Niveau.

Quellen: FDZ der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder, Einkommens- und Verbrauchsstichprobe 2013 Grundfile 5 (HB), Statistisches Bundesamt, eigene Berechnungen

© Sachverständigenrat | 19-189

Es zeigt sich, dass insbesondere der CO₂-Verbrauch durch Energie sehr heterogen ist. Während in den übrigen Konsumkategorien das Bestimmtheitsmaß der Regression nahelegt, dass mindestens ein Drittel der Heterogenität mit nur drei Variablen erklärt werden kann, ist der Erklärungsgehalt von Einkommen, Haushaltgröße und Urbanisierungsgrad innerhalb des Energieverbrauchs sehr klein. Erst die Berücksichtigung des Heizungssystems und der Wohnungsgröße erhöht den Erklärungsgrad merklich.

166. Trotz methodischer Einschränkungen geben die Berechnungen Hinweise auf die Unterschiede bei den **Emissionen** zwischen Haushalten. ↴ **ABBILDUNG 20 OBEN LINKS** In erster Linie ist hierfür das **zur Verfügung stehende Haushaltseinkommen** verantwortlich: Während ein Haushalt im untersten Einkommenszehntel im Jahr 2013 im Durchschnitt 7,0 t CO₂ emittierte, verursachte ein Haushalt des fünften Einkommenszehntels bereits fast die doppelte Menge an CO₂. Im obersten Zehntel ist der Wert fast dreimal so hoch. ↴ **ABBILDUNG 20 OBEN RECHTS** Dieser Anstieg der CO₂-Emissionen ist jedoch unterproportional zum Einkommen. Gemäß EVS ist das durchschnittliche Nettoäquivalenzeinkommen des obersten Einkommenszehntels fast sechsmal so hoch wie im untersten Zehntel. Wird mit Hil-

↳ **ABBILDUNG 20****Durchschnittliche CO₂-Emissionen privater Haushalte im Jahr 2013¹**
nach Verwendungszweck und Haushaltsmerkmalen**Nach Haushaltseinkommen²****Nach Haushaltgröße³****Nach Urbanisierungsgrad⁴**
für 2-Personen-Haushalte

■ CO₂-Emissionen (gesamt) ■ Energie⁶ ■ Kraftstoffe⁷ ■ Lebensmittel⁸ ■ Waren⁹ ■ Dienstleistungen¹⁰

● Interquartilsverhältnis (rechte Skala)¹¹

1 – Daten mittels Hochrechnungsfaktoren gewichtet. 2 – Äquivalenzgewichtete Nettohaushaltseinkommen. Durchschnittswerte für Einkommenszehntel. 3 – Anzahl der Haushaltmitglieder. 4 – Kategorisiert nach Agglomerationsräumen sowie verstädterten und ländlichen Räumen. Agglomerationsräume sind Regionen mit einer Einwohnerdichte größer als 300 Einwohner je Quadratkilometer oder Wohnorte mit einem naheliegenden Oberzentrum mit mehr als 100 000 Einwohnern. Verstädterte Räume sind Wohnorte geringerer Dichte gegebenenfalls mit einem nahen Oberzentrum. Ländliche Räume sind Wohnorte mit geringer Einwohnerdichte ohne naheliegende Oberzentren. 5 – Agglomerationsräume. 6 – Emissionen durch Strom und Heizung. 7 – Emissionen durch Kraftstoffverbrauch. 8 – Emissionen durch Nahrungsmittel, Getränke und Tabakwaren. 9 – Emissionen durch Ausgaben für Bekleidung, Einrichtungsgegenstände und sonstige Waren. 10 – Emissionen durch Ausgaben für Dienstleistungen für Gesundheitspflege, Nachrichtenübermittlung, Bildungswesen, Verpflegungsdienstleistungen und sonstige Dienstleistungen. 11 – Verhältnis des 75. Perzentils zum 25. Perzentil innerhalb der betrachteten Gruppe.

Quellen: FDZ der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder, Einkommens- und Verbrauchsstichprobe 2013 Grundfile 5 (HB), Statistisches Bundesamt, eigene Berechnungen

© Sachverständigenrat | 19-216

fe von Regressionsmodellen für andere sozio-demografische Charakteristika kontrolliert, steigen die jährlichen CO₂-Emissionen je 100 Euro verfügbarem Monatseinkommen um durchschnittlich 2,0 % an. ↴ [TABELLE 3](#)

167. Die **Heterogenität** zwischen den Einkommenszehnteln spiegelt sich jedoch nicht nur in der absoluten Menge an verbrauchtem CO₂ wider. Im untersten Einkommenszehntel entsteht fast die Hälfte der Emissionen durch Heizen und Stromverbrauch. Die individuelle Mobilität sowie der Konsum von Waren oder Dienstleistungen sind hingegen weniger bedeutend. **Konsumgüter sowie der Kraftstoffverbrauch** nehmen **erst in höheren Einkommensgruppen** eine bedeutendere Stellung ein. ↴ [ABBILDUNG 20 OBEN RECHTS](#)
168. **Innerhalb der Einkommenszehntel** ist die **Heterogenität** ebenfalls **bedeutend**. So liegt das im Hinblick auf die CO₂-Emissionen dritte Quartil innerhalb eines Einkommenszehntels rund doppelt so hoch wie das entsprechende erste Quartil. ↴ [ABBILDUNG 20 OBEN RECHTS](#) In Teilen lässt sich diese Heterogenität durch weitere Haushaltscharakteristika erklären. So verringert sich das Verhältnis der Quartile und somit die Streuung merklich, wenn für die Haushaltsgröße kontrolliert wird. Denn mit der Anzahl der Haushaltsmitglieder steigt der CO₂-Verbrauch deutlich. ↴ [ABBILDUNG 20 UNTER LINKS](#) Allerdings fällt diese Zunahme aufgrund von Skalenerträgen unterproportional aus. ↴ [TABELLE 3](#)
169. Der **Urbanisierungsgrad des Wohnorts** erklärt die Heterogenität zwischen Haushalten hingegen nur geringfügig. ↴ [ABBILDUNG 20 UNTEN RECHTS](#) Haushalte in Agglomerationsräumen, also Regionen, die ein Oberzentrum darstellen oder in der Nähe eines solchen liegen, weisen im Durchschnitt 2 % weniger CO₂ pro Jahr aus als Haushalte in verstädterten oder ländlichen Regionen. Dies ist zum einen auf ihre tendenziell CO₂-effizientere Heizung zurückzuführen und zum anderen auf die geringere Fahrzeugdichte (Gill und Moeller, 2018). Die Unterschiede zwischen verstädterten und ländlichen Räumen sind vergleichsweise gering. Sie äußern sich vor allem im Kraftstoffverbrauch. ↴ [TABELLE 3](#)
170. Diese auf der EVS und UGR basierenden Berechnungen decken sich weitgehend mit den Ergebnissen der internationalen Literatur (Druckman und Jackson, 2016). Stets werden das verfügbare **Einkommen** sowie die Haushaltssummensetzung als die **treibenden Kräfte** hinter haushaltsspezifischen CO₂-Emissionen identifiziert. Ebenso wird deutlich, dass Lebensmittel einen deutlich höheren Stellenwert einnehmen, sobald andere Treibhausgase in die Kalkulation einbezogen würden.

VI. WETTBEWERBSFÄHIGKEIT ERHALTEN, INNOVATIONEN FÖRDERN

WICHTIGSTE AUSSAGEN

- Die Belastungen für Unternehmen unterscheiden sich deutlich über Branchen hinweg und hängen von der Energieintensität und den Überwälzungsmöglichkeiten auf Verbraucher ab.
- Ein Grenzausgleich könnte erwogen werden, falls die kostenlose Zuteilung von Zertifikaten nicht wie bislang erhebliche Wettbewerbsnachteile vermeiden kann.
- Innovationen sind entscheidend, um die Klimaziele zu erreichen. Neben der CO₂-Bepreisung ist eine technologieneutrale Förderung der Grundlagenforschung unverzichtbar.

171. Eine Ausweitung der CO₂-Bepreisung führt zu zusätzlichen Belastungen für Unternehmen und Haushalte. Allerdings ist die Last nicht notwendigerweise von denjenigen Marktteilnehmern zu tragen, bei denen die Emissionen anfallen. Die tatsächliche **Belastung hängt maßgeblich vom Ausmaß der Kostenüberwälzung ab**. Insbesondere im internationalen Wettbewerb stehende Unternehmen können oftmals nur einen geringeren Anteil ihrer Kosten überwälzen. Zudem kann eine Bepreisung von CO₂ dazu führen, dass es in einigen Wirtschaftszweigen zu Verlagerungen in Länder mit geringerer Bepreisung kommt (**Carbon Leakage**). Um die **Wettbewerbsfähigkeit** dieser Wirtschaftszweige zu erhalten, kann neben der bisherigen kostenlosen Zuteilung von Zertifikaten im EU-ETS vor allem eine **Absenkung bestehender Steuern und Abgaben** in Betracht gezogen werden.

172. Ein CO₂-Preis wirkt sich zudem auf **Wachstum und Beschäftigung** aus. Einerseits könnten höhere Energiepreise die Anreize für Investitionen in Deutschland verringern und so das Wachstum des Kapitalstocks verlangsamen. Andererseits setzt ein CO₂-Preis Anreize zur Erforschung effizienterer Technologien. Deren Entwicklung könnte langfristig die negativen makroökonomischen Auswirkungen eindämmen. Einer staatlichen Forschungsförderung, die den Wettbewerb zwischen **Technologien** sicherstellt, kommt daher eine wichtige Rolle zu.

1. Abschätzung der Belastungen für Unternehmen

173. Die von einem CO₂-Preis oder dessen zusätzlichem Anstieg ausgehende **finanzielle Belastung** von Haushalten und Unternehmen kann in der kurzen Frist unter der Annahme stabiler Produktions- und Konsumstrukturen **abgeschätzt** werden. Die Bepreisung von CO₂ hat allerdings einen expliziten Lenkungszweck: **Verhaltensanpassungen** der Haushalte sollen eine **Substitution** hin zu emissionsärmeren Verbrauchsgütern und zu einem Konsum bewirken, der mit weniger Emissionen verbunden ist. Unternehmen sollen Inputs und Technologien einsetzen, die weniger emissionsintensiv sind. Die Verhaltensanpassungen

hängen wesentlich davon ab, ob alternative Güter und Technologien zur Verfügung stehen. Je stärker die Anpassungen ausfallen, desto geringer ist die finanzielle Belastung durch den CO₂-Preis. Mittelfristig dürften Haushalte vermehrt **emissionsärmere Gebrauchsgüter** anschaffen und Unternehmen in **energieeffizientere Ausrüstungen und Produktionsprozesse** investieren, um die Belastungen durch die CO₂-Bepreisung bei gegebenem Preissignal zu verringern.

Belastung der Unternehmen nur bei unvollständiger Kostenüberwälzung

174. Eine quantitative Analyse der Belastungswirkungen wird grundsätzlich dadurch erschwert, dass die tatsächliche ökonomische Belastung (**Inzidenz**) nicht immer bei denjenigen Marktteilnehmern auftritt, die den CO₂-Preis in der Praxis zunächst abführen müssen. Vielmehr wird in der Regel ein Teil der Belastung **auf andere Marktteilnehmer überwälzt**. Für das Ausmaß der Überwälzung spielen Preiselastizitäten und die Wettbewerbsintensität eine zentrale Rolle. Von den **Preiselastizitäten** hängt ab, wie stark Angebot oder Nachfrage auf Preisveränderungen reagieren. Die **Wettbewerbsintensität** beeinflusst zudem, in welchem Maße Unternehmen ihre Preisaufschläge infolge von Kostenerhöhungen anpassen und dadurch den Grad der Überwälzung verändern können. Des Weiteren können institutionell bedingte Markt rigiditäten Überwälzungsvorgänge und Ausweichreaktionen einschränken.

Insbesondere für Steuern und Energiepreiserhöhungen sowie für die Auswirkungen des EU-ETS im Energiesektor wurden Überwälzungen und Ausweichreaktionen in zahlreichen Studien erforscht. ↴ **KASTEN 4** Dabei deuten die Studien darauf hin, dass **ein großer Teil des CO₂-Preises** auf die **Endverbraucher** überwälzt werden dürfte.

↳ KASTEN 4

Kostenüberwälzung von Energieabgaben durch Unternehmen

Die wissenschaftliche Literatur zur Kostenüberwälzung befasst sich vornehmlich mit der Frage, welche **Preisanpassungen** Unternehmen infolge von Kostenerhöhungen **gegenüber ihren Kunden** vornehmen. Bei vollkommenem Wettbewerb hängt die Kostenüberwälzung ausschließlich von den **Angebots- und Nachfrageelastizitäten** ab, da im Vergleich zum unvollkommenen Wettbewerb keine Preisaufschläge (Mark-ups) bestehen, die von den Unternehmen angepasst werden könnten (Jenkin, 1872; Weyl und Fabinger, 2013; Ganapati et al., 2019). Daher gilt in diesem Fall: Je stärker das Angebot oder je schwächer die Nachfrage auf Preisänderungen reagiert, desto größer ist der Anteil der Last, der von der Nachfrageseite getragen werden muss. Auf vielen Märkten beobachtet man jedoch **unvollkommenen Wettbewerb**, beispielsweise in Form von Monopolen oder Oligopolen, der es Unternehmen ermöglicht, einen Preisaufschlag auf ihre Grenzkosten zu verlangen. In diesem Fall werden Unternehmen durch eine Verringerung ihrer Preisaufschläge einen größeren Teil der Steuerlast tragen (Deltas, 2008; Goldberg und Hellerstein, 2013).

Für **einzelne rohstoffintensive Wirtschaftszweige** mit ansonsten geringem Vorleistungsbezug wie bei der Energieversorgung (etwa für die Kosten für EU-ETS-Zertifikate), Mineralölraffinerien und Tankstellen liegen Schätzungen zum Grad der Kostenüberwälzung vor. Für den spanischen **Strommarkt** schätzen Fabra und Reguant (2014) die Kostenüberwälzung durch **Energieversorger** auf 100 % in

Perioden hoher Nachfrage und 60 % in Perioden niedriger Nachfrage. Für den deutschen Strommarkt wurde die Überwälzung der Kosten von EU-ETS-Zertifikaten sogar insgesamt auf etwa 100 % geschätzt (Hintermann, 2016). Im EU-ETS wird daher im Prinzip von einer vollumfänglichen Überwälzungsmöglichkeit ausgegangen, und den Stromerzeugern werden seit dem Jahr 2013 keine Zertifikate mehr kostenlos zugeteilt. Die dadurch entstehenden Belastungen für stromintensive Industrieunternehmen werden in Deutschland durch die Strompreiskompensation reduziert. ↗ [ZIFFER 189](#)

Für **Tankstellen** in den USA schätzt Deltas (2008) eine mittelfristige Kostenüberwälzung von etwa 95 % in den wettbewerbsintensivsten Regionen und eine Weitergabe von etwa 85 % in den am wenigsten wettbewerbsintensiven Regionen. Marion und Muehlegger (2011) zeigen für die USA, dass Veränderungen der Treibstoffsteuern auf Diesel und Benzin zu 100 % überwälzt werden. Geringere Raten der Kostenüberwälzung sind in Zeiten beschränkten Angebots zu beobachten, die gleichbedeutend mit höherer Marktmacht sind und daher für sich genommen zu vergleichsweise hohen Preisen führen. In Spanien beträgt die durchschnittliche Kostenüberwälzung bei Steuererhöhungen auf Treibstoff ebenfalls 100 % (Stolper, 2016). Allerdings ist die Bandbreite der Überwälzung für einzelne Tankstellen mit 70 % bis 120 % relativ groß. Ein höherer Grad der Kostenüberwälzung ist dort, entgegen den Ergebnissen der Studien für die USA, in Regionen mit größerer Marktmacht zu beobachten.

Muehlegger und Sweeney (2017) untersuchen die Kostenüberwälzung höherer Rohölpreise durch **Mineralölraffinerien** in den USA. Es wird gezeigt, dass industrieübergreifend Kostenerhöhungen nahezu vollständig überwälzt werden, während dies bei raffineriespezifischen Erhöhungen nicht der Fall ist. Eine Simulation zur Einführung einer CO₂-Steuer inklusive Grenzausgleich schätzt die Kostenweitergabe des gesamten Wirtschaftszweigs auf 95 %, wobei CO₂-effizientere Raffinerien deutlich mehr und weniger effiziente Raffinerien deutlich weniger weitergeben. Ohne Grenzausgleich würden aufgrund der internationalen Konkurrenz allerdings nur rund 35 % der Kosten weitergegeben. Insgesamt ist in den betrachteten Industrien mit vorwiegend lokaler oder nationaler Nachfrage der Grad der Kostenweitergabe nahe 100 %, während die im internationalen Wettbewerb stehenden Industrien einen geringeren Teil der Kosten weitergeben können.

Ganapati et al. (2019) schätzen für verschiedene Wirtschaftszweige mit homogenen Produkten, beispielsweise **Zement oder Beton**, die Überwälzung von Energiekostenerhöhungen auf Firmenebene in den USA. Für die meisten betrachteten Industrien liegt der Grad der Kostenweitergabe ungefähr zwischen 70 % und 100 %. Da die zur Schätzung genutzten **Kostenerhöhungen regionsspezifisch** sind, stellen diese Ergebnisse in Anbetracht derjenigen von Muehlegger und Sweeney (2017) eine untere Abschätzung für den Grad der Kostenweitergabe bei der Einführung eines nationalen CO₂-Preises dar. Denn bei regionalen Kostenschocks können die Konsumenten auf Produkte aus anderen Regionen ausweichen, deren Kosten und Preise sich nicht erhöht haben. Dies beschränkt die Überwälzungsmöglichkeiten der Firmen, die von dem regionalen Kostenschock betroffen sind.

Bei **nationalen Kostenschocks** sind diese Ausweichreaktionen stark reduziert und ein größerer Anteil der Kosten kann überwälzt werden. Inwiefern die Kostenüberwälzung bei nationalen Schocks höher ausfällt, hängt davon ab, wie leicht die Produkte über größere Distanzen gehandelt werden können. In Deutschland wurde der Grad der Kostenweitergabe für verschiedene Produktionsfaktoren in einzelnen energieintensiven Sektoren geschätzt (Alexeeva-Talebi, 2010). Insbesondere Energiekosten können in den meisten Industrien fast vollständig weitergegeben werden.

Die meisten Studien deuten somit darauf hin, dass der **größte Teil eines CO₂-Preises** auf die Endverbraucher **überwälzt** werden dürfte, wobei der Umfang der Kostenweitergabe je nach Wettbewerbssituation und Geltungsbereich des Preises unterschiedlich ist.

Große Unterschiede im Ausmaß der Belastung

175. Eine Bepreisung von CO₂-Emissionen würde die verschiedenen Wirtschaftszweige unterschiedlich treffen. Die Belastung einzelner Wirtschaftszweige hängt von der Input-Output-Struktur und dem Ausmaß der Kostenüberwälzung entlang der gesamten Wertschöpfungskette bis hin zur Überwälzung auf die Endkonsumenten ab. Anhand der Umweltökonomischen Gesamtrechnung kann die **Bandbreite der möglichen kurzfristigen Gesamtbelastung** der Wirtschaftszweige abhängig vom unterstellten CO₂-Preis berechnet werden.

Dabei wird eine **statische Produktionsstruktur** angenommen und eine mögliche Substitution zu Vorleistungsgütern mit geringerem CO₂-Gehalt nicht berücksichtigt. Da Unternehmen verschiedene Möglichkeiten haben, die entstehende Belastung zu reduzieren, wird die **tatsächliche Belastung** für die Wirtschaftszweige in der Regel von den hier angestellten Berechnungen abweichen. Solche Anpassungsmöglichkeiten bestehen jedoch vor allem in der längeren Frist. ↴ ZIFFERN 179 F. Für die Berechnung wird der unterstellte CO₂-Preis mit dem CO₂-Gehalt der Güter der Letztverwendung multipliziert, wobei nur Emissionen berücksichtigt werden, die bei inländischen Produzenten anfallen. Diese Vorgehensweise entspricht der Annahme, dass entlang der Wertschöpfungskette alle Kostenerhöhungen auf nachfolgende Wirtschaftszweige überwälzt werden können. Die tatsächliche Belastung wird für einen Wirtschaftszweig umso höher ausfallen, je geringer das Ausmaß der Überwälzung auf nachfolgende Wirtschaftszweige ist. Auf der anderen Seite wird die tatsächliche Belastung geringer ausfallen, wenn vorgelagerte Wirtschaftszweige einen geringeren Anteil überwälzen können. **Belastungen** entstehen in dieser Betrachtung bei Unternehmen, die **direkt an Endabnehmer** verkaufen und bei Unternehmen, die ihre Güter **exportieren**.

176. Die Betrachtung berechnet die **Gesamtbelastung** und berücksichtigt nicht, dass bereits knapp die Hälfte der deutschen Emissionen im EU-ETS erfasst und bepreist sind (DEHSt, 2018, 2019c). Die **zusätzliche Belastung** durch einen sektorübergreifenden CO₂-Preis wird dementsprechend **geringer** ausfallen. Allerdings wäre bei einer Integration zusätzlicher Sektoren in den Emissionshandel durchaus mit einem Anstieg des Zertifikatspreises und dadurch mit einer zusätzlichen Belastung für die bereits in den EU-ETS integrierten Sektoren zu rechnen. Eine stärkere Elektrifizierung im Gebäude- und im Verkehrssektor könnte sich über eine höhere Nachfrage nach Zertifikaten ebenfalls in höheren ETS-Preisen niederschlagen (Wissenschaftlicher Beirat beim BMWi, 2019).

Die Abschätzung betrachtet zwei verschiedene Szenarien. ↴ ABBILDUNG 21 In beiden wird angenommen, dass keinerlei Kostenweitergabe bei Exportgütern möglich ist. Dies wäre dann zutreffend, wenn deutsche Unternehmen als **Preisnehmer auf den Weltmärkten** agierten und somit die Kosten eines CO₂-Preises nicht weiterreichen könnten. Allerdings dürften viele Unternehmen, die insbesondere in Nischenmärkten tätig sind und dort über eine gewisse Marktmacht verfügen, ihre höheren Kosten zumindest teilweise auf ausländische Kunden überwälzen können. Die hier getroffene Annahme stellt in dieser Hinsicht eine Untergrenze für das Ausmaß an Überwälzung dar. Im ersten Szenario wird diejenige Belastung betrachtet, die entstehen würde, wenn die Kostenerhöhung darüber hinaus

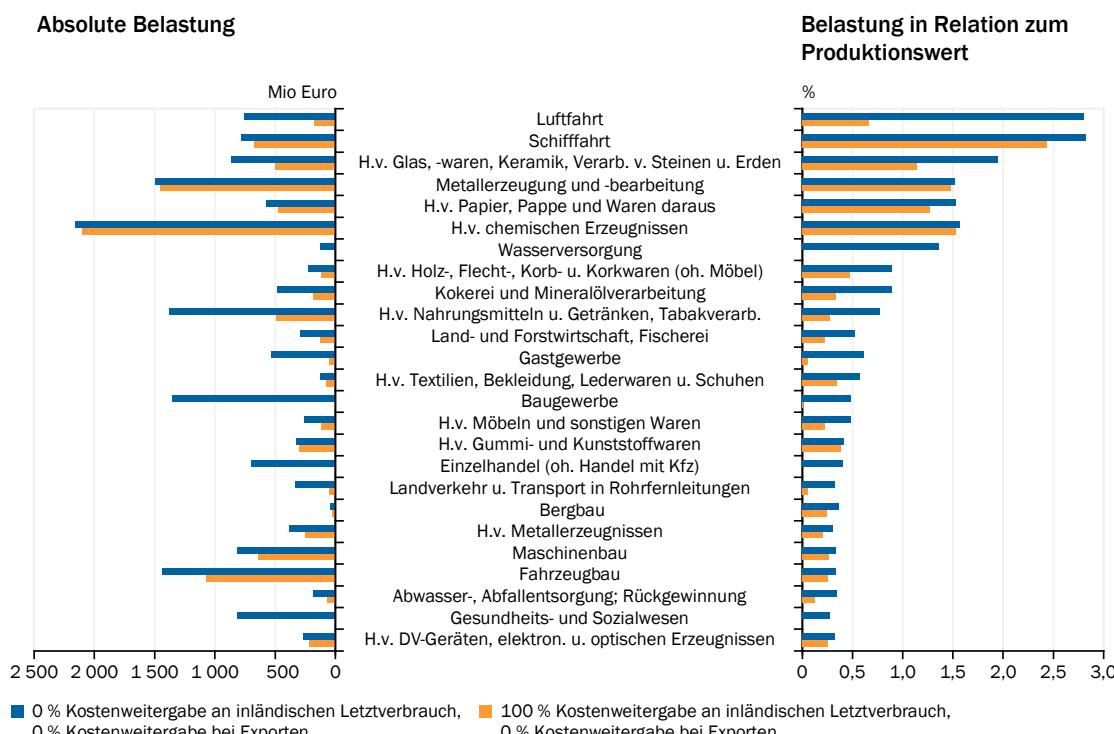
nicht an inländische Konsumenten weitergereicht werden könnte. Im zweiten Szenario wird dagegen angenommen, dass die zusätzliche Belastung vollständig an die inländischen Konsumenten weitergegeben werden kann.

- 177.** In beiden Szenarien wird ein **exemplarischer Preis für CO₂-Emissionen in Höhe von 35 Euro je Tonne** unterstellt. Rein rechnerisch entspricht die Belastung im ersten Szenario für die meisten Industrien ungefähr den direkt zu leistenden Zahlungen für die EEG-Umlage im Jahr 2015. ↗ **ZIFFER 73** Die Belastungsreduktion bei vollständiger Überwälzung auf die inländischen Konsumenten verhält sich proportional zum Inlandsumsatzanteil des Wirtschaftszweigs. Die Belastung in den Industrien mit einem höheren Inlandsumsatzanteil fällt dann naturgemäß deutlich geringer aus. Dies würde beispielsweise für die Nahrungsmittelindustrie, die Wasserversorgung sowie den überwiegenden Teil des Dienstleistungssektors gelten. Da der Wettbewerb im **Dienstleistungssektor** vorwiegend regional begrenzt ist und die Unternehmen daher in ähnlichem Maße von Kostenerhöhungen betroffen sind, ist von einer recht hohen Kostenüberwälzung auszugehen.

Industrien mit einer starken **Exportorientierung** dürften es dagegen umso schwerer haben, die Kosten durch einen CO₂-Preis weiterzureichen, je kleiner der Kreis von Staaten ist, die eine CO₂-Bepreisung umsetzen. Eine **internationale Koordination der CO₂-Bepreisung** würde mögliche Auswirkungen auf diese Industrien abmildern.

↗ **ABBILDUNG 21**

Belastung von ausgewählten Wirtschaftsbereichen¹ durch einen CO₂-Preis von 35 Euro je Tonne CO₂



1 – Gemäß der Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 2008 (WZ 2008). Berechnung auf Grundlage von CO₂-Emissionen und Bruttonproduktionswert der Wirtschaftszweige im Jahr 2015.

178. Die Belastung durch einen CO₂-Preis von 35 Euro je Tonne würde ohne Sonderregelungen in allen Wirtschaftszweigen weniger als 3,0 % des Produktionswerts betragen. ↗ **ABBILDUNG 21 RECHTS** Die Berechnungen sind bei **dieser kurzfristigen Betrachtung** unter Annahme einer statischen Input-Output-Struktur linear; somit würde sich die Belastung beispielsweise bei einem Preis von 70 Euro je Tonne verdoppeln. **Mittelfristige Anpassungen** der Produktionsstruktur könnten zu einer CO₂-effizienteren Produktion führen. Derartige Anpassungen werden umso rentabler, je höher der CO₂-Preis ausfällt. Dadurch würde die Belastung geringer ausfallen und unterproportional mit dem Preis steigen. Hingegen könnte die Erhöhung der Grenzkosten die Produktion in nachgelagerten Wirtschaftszweigen umso mehr verringern, je höher der CO₂-Preis ausfällt. Dadurch würde wiederum die entstehende Belastung erhöht, was zu einem überproportionalen Anstieg der Belastung führen könnte. Welcher dieser beiden Effekte überwiegt, hängt vom Wirtschaftszweig ab.

Die höchste Belastung relativ zum Produktionswert wäre bei **energieintensiven Industrien** zu verzeichnen. Dazu zählen beispielsweise die Herstellung von Glas, Keramik und die Verarbeitung von Steinen und Erden, die Metallerzeugung und -bearbeitung sowie manche Verkehrsdienstleistungen. Die energieintensiven Industrieunternehmen würden auf den ersten Blick durch einen einheitlichen CO₂-Preis deutlich stärker belastet als durch die **EEG-Umlage**, bei der sie von **Ausnahmeregelungen** profitieren. Diese Industrien erhalten allerdings **im aktuellen EU-ETS** oftmals **Zertifikate kostenlos zugeteilt**, da sie energieintensiv produzieren und im internationalen Wettbewerb stehen, wodurch ihre tatsächliche Belastung geringer ausfällt. ↗ **ZIFFERN 185 FF.**

Dienstleistungen des Landverkehrs wie Speditionen werden in dieser Betrachtung nur gering belastet, da sie vorwiegend als Vorleistungen für andere Wirtschaftszweige gezählt werden und hier eine vollständige Kostenüberwälzung unterstellt wird. Eine Bepreisung der direkten Emissionen, beispielsweise durch den Kraftstoffverbrauch, würde dort ohne Überwälzung an nachgelagerte Wirtschaftszweige zu einer Belastung von knapp 0,6 % des Produktionswertes führen.

179. Die Analyse geht nicht auf das Ausmaß der **Überwälzung der Last innerhalb der Wertschöpfungskette** ein. Diese hängt von den **Preiselastizitäten** des Angebots und der Nachfrage sowie den **Wettbewerbsbedingungen** ab. **Inputseitig** können Unternehmen ihre Belastung auf den Produktionsfaktor Arbeit sowie auf die Produzenten der genutzten Investitions- und Vorleistungsgüter überwälzen. **Outputseitig** kann möglicherweise nur ein Teil der höheren Kosten über Preisanstiege an nachgelagerte Wirtschaftszweige oder Konsumenten weitergereicht werden. ↗ **KASTEN 4**

Die Ermittlung des Grades der Kostenüberwälzung ist wichtig, da ein hoher Grad der Kostenweitergabe eine **kostenlose Zuteilung** von Zertifikaten **überflüssig** machen könnte. Die nahezu vollständige Kostenüberwälzung war beispielsweise die Begründung dafür, dass die kostenlose Zuteilung von EU-ETS-Zertifikaten für den Energiesektor im Jahr 2013 abgeschafft wurde.

180. Unternehmen können auf eine CO₂-Bepreisung zudem durch die **Anpassung ihrer Produktionsprozesse** reagieren. Erfolgt die Produktion unter Verwendung substituierbarer Zwischengüter, so können Unternehmen die Nutzung CO₂-intensiver Zwischengüter reduzieren, deren relativer Preis infolge einer CO₂-Bepreisung steigt. Diese Möglichkeit entfällt jedoch, wenn die Produktion kurzfristig nicht-substituierbare Inputs nutzt. Weiterhin kann die Nutzung von Maschinen mit geringerer CO₂-Intensität langfristig der Senkung der Grenzkosten dienen (Atkeson und Kehoe, 1999).

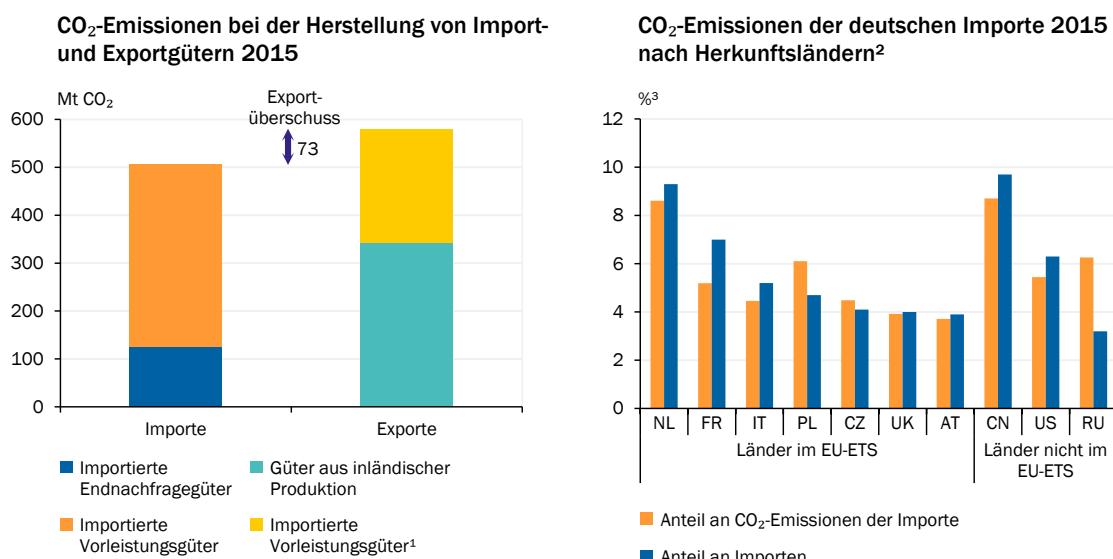
2. Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen erhalten

181. Der internationale Handel ist für die offene deutsche Volkswirtschaft von besonderer Bedeutung. Das **große Handelsvolumen** hat zur Folge, dass mit den gehandelten Gütern große CO₂-Mengen die Grenze überqueren. So wurden den deutschen Importen, an denen Vorleistungsgüter einen wesentlichen Anteil haben, im Jahr 2015 CO₂-Emissionen in Höhe von 506 Mio Tonnen zugerechnet. ↘ **ABBILDUNG 22 LINKS** Unter den wichtigsten Herkunftsländern befinden sich einige Staaten, die außerhalb des Geltungsbereichs des EU-ETS liegen. ↘ **ABBILDUNG 22 RECHTS** Gleichzeitig exportierte Deutschland im Jahr 2015 Güter, die 579 Mio Tonnen CO₂ enthielten. Somit weist Deutschland einen Exportüberschuss bei den CO₂-Emissionen aus.

182. Die wirtschaftliche **Offenheit** ist für die Frage der **CO₂-Bepreisung relevant**, da zum einen die in Deutschland hergestellten Güter weltweit im Wettbewerb mit Gütern stehen, die außerhalb des Geltungsbereichs des CO₂-Preises produziert werden. Zum anderen besteht für die inländischen Konsumenten die Mög-

↘ **ABBILDUNG 22**

Importe nach Deutschland und CO₂-Emissionen



1 – In den Exporten enthaltene importierte Vorleistungsgüter. 2 – NL-Niederlande, FR-Frankreich, IT-Italien, PL-Polen, CZ-Tschechische Republik, UK-Vereinigtes Königreich, AT-Österreich, CN-China, US-USA, RU-Russland. 3 – Anteil des jeweiligen Handelspartners.

Quellen: Statistisches Bundesamt, eigene Berechnungen

© Sachverständigenrat | 19-123

lichkeit, auf im Ausland produzierte Güter auszuweichen. Diese Substitutionsmöglichkeiten hängen von vielen Faktoren ab. Dazu zählen beispielsweise die Handelbarkeit der Güter, die Möglichkeiten, im Ausland Kapazitäten zu erweitern, sowie die Wettbewerbssituation auf dem jeweiligen Markt.

Carbon Leakage gefährdet Wettbewerbsfähigkeit und Klimawirkung

- 183.** Ein auf Produktionsebene ansetzender **CO2-Preis verteuert im Inland hergestellte Güter**, bei deren Herstellung CO2-Emissionen anfallen. Führt dies dazu, dass die inländischen Konsumenten vermehrt auf im Ausland produzierte Güter zurückgreifen oder deutsche Exporteure Produktionsprozesse ins Ausland verschieben, sinken zwar die CO2-Emissionen im Inland. Gleichzeitig kommt es aber zu einer Verlagerung der CO2-Emissionen in andere Staaten, in denen die Produktion nun relativ günstiger ist (**Carbon Leakage**).

Zudem können Maßnahmen, die in einer Region die CO2-intensive Produktion mindern, die **Weltmarktpreise für fossile Brennstoffe** senken, wenn es nicht zugleich zu einer Anpassung der Ressourcenextraktion kommt (Wissenschaftlicher Beirat beim BMWi, 2019). In der Konsequenz würde ein Teil der CO2-Reduktion dadurch wieder zunichte gemacht. Für die Verringerung der weltweiten CO2-Emissionen könnte eine Produktionsverlagerung zwar dann zielführend sein, wenn die Produktion im Ausland CO2-effizienter ist. Ist dies jedoch nicht der Fall, besteht die Gefahr, dass die Verlagerung der Produktion sogar mit insgesamt höheren globalen CO2-Emissionen verbunden ist. Regional begrenzte umweltpolitische Maßnahmen könnten somit nicht nur die **Wettbewerbsfähigkeit der heimischen Produzenten** gefährden, sondern sogar dem Ziel der Emissionsreduktion entgegenwirken.

- 184.** In der Diskussion einer umfassenden CO2-Bepreisung sind daher mehrere Fragen zu klären. Für die Industrie ist zu prüfen, ob der Carbon-Leakage-Schutz im EU-ETS angesichts möglicher **Preissteigerungen bei den Zertifikaten** und einer perspektivischen **Erweiterung um andere Sektoren** mit tendenziell höheren Vermeidungskosten ausreicht. Dabei könnten gegebenenfalls neben der bisherigen kostenlosen Zuteilung von Emissionszertifikaten an ausgewählte Industrien zusätzliche Schutzmaßnahmen erwogen werden. Ein separater Emissionshandel für die Nicht-EU-ETS-Sektoren könnte die Industrien im EU-ETS mit höherem Carbon-Leakage-Risiko zunächst vor hohen Preisanstiegen schützen (Felbermayr et al., 2019). Für diejenigen Sektoren, die bislang noch keiner CO2-Bepreisung unterliegen, dürfte das Carbon-Leakage-Risiko geringer sein. ↗ [ZIF-FERN 192 FF.](#)

Komplexes System kostenloser Zuteilung von Zertifikaten im EU-ETS

- 185.** Im EU-ETS erhalten Unternehmen in Industrien, die einem Carbon-Leakage-Risiko unterliegen, nach europaweit einheitlichen Zuteilungsregeln Zertifikate weitgehend kostenlos zugeteilt. Die Europäische Kommission erstellt anhand **festgelegter Kriterien** eine Liste mit gefährdeten Wirtschaftsbereichen. Die Bestimmung des Carbon-Leakage-Risikos erfolgt zum Teil auf sehr **disaggregiert**

gierter Ebene anhand eines Carbon-Leakage-Indikators. Dieser wird in der vierten Handelsperiode (2021–2030) als Produkt aus **CO₂-Intensität** und **Handelsintensität** berechnet werden. Die CO₂-Intensität setzt die direkten und indirekten CO₂-Emissionen ins Verhältnis zum Produktionswert, während sich die Handelsintensität auf den Handel mit Drittstaaten bezieht. Übersteigt der Indikator einen bestimmten Schwellenwert, wird für diesen Wirtschaftsbereich ein Carbon-Leakage-Risiko angenommen.

Zu diesen Wirtschaftsbereichen zählen aktuell insbesondere die Herstellung von Papier, Glaswaren und chemischen Erzeugnissen sowie die Kokerei und die Mineralölverarbeitung. ↴ [ABBILDUNG 23 OBEN LINKS](#) Diese zeichnen sich vor allem durch

↳ ABBILDUNG 23

Carbon-Leakage-Liste der Europäischen Kommission¹



1 – Gemäß der Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 2008 (WZ 2008). Wirtschaftszweige, bei denen gemäß Artikel 10b der Richtlinie 2003/87/EG davon ausgegangen wird, dass ein Risiko der Verlagerung von CO₂-Emissionen besteht. 2 – Anteil der gefährdeten Wirtschaftsgruppen (3-Steller) und -klassen (4-Steller) an der Bruttowertschöpfung der jeweiligen Wirtschaftsabteilung (2-Steller) im Jahr 2016. 3 – DV-Geräte, elektronische und optische Erzeugnisse sowie elektrische Ausrüstungen. 4 – Anteil der betroffenen Wirtschaftszweige an der jeweiligen Ausprägung in der Industrie im Jahr 2016. 5 – Wirtschaftszweige (2-/3-/4-Steller). 6 – Im Verhältnis zum Bruttoproduktionswert im Jahr 2016. 7 – Im Verhältnis zum Gesamtumsatz im Jahr 2016. 8 – Auf disaggregierter Ebene (6-/8-Steller).

Quellen: Europäische Kommission, Statistisches Bundesamt, eigene Berechnungen

© Sachverständigenrat | 19-139

einen überdurchschnittlich hohen Energieverbrauch aus. ↴ **ABBILDUNG 23 OBEN RECHTS** In der vorherigen Handelsperiode wurden zudem Wirtschaftsbereiche allein aufgrund ihrer hohen Handelsintensität, bezogen auf die Summe der Exporte und Importe im Verhältnis zum Umsatz in diesem Wirtschaftsbereich, in die **Carbon-Leakage-Liste** aufgenommen, darunter der Fahrzeugbau und der Maschinenbau. Diese befinden sich aufgrund der geringen CO₂-Intensität bei der Produktion zukünftig nicht mehr auf der Liste. Die Neuregelung berücksichtigt damit Forschungsergebnisse, wonach das Carbon-Leakage-Risiko eines Wirtschaftsbereichs vor allem von dessen CO₂-Intensität abhängt (Martin et al., 2014).

186. In der vierten Handelsperiode (2021–2030) wird die kostenlose Zuteilung an Carbon-Leakage-gefährdete Industrien fortgesetzt, während die anderen Wirtschaftsbereiche ab dem Jahr 2026 keine kostenlosen Zertifikate mehr erhalten. Im Vergleich zur bisherigen Liste zeigt sich eine **zunehmende Beschränkung** auf vermutlich besonders gefährdete Wirtschaftszweige. ↴ **ABBILDUNG 23 UNTER** Insgesamt finden sich nun nur noch 63 Wirtschaftszweige und Produkte auf der Carbon-Leakage-Liste, gegenüber 175 im Zeitraum von 2015 bis 2020 (Europäische Kommission, 2014, 2019d).
187. Die genaue Menge an **kostenlos zugeteilten Zertifikaten** für von Carbon Leakage bedrohte Unternehmen basiert zumeist auf **Produktreferenzwerten (Benchmarks)**. Diese definieren, wie viel CO₂-Äquivalente pro Produktionsmenge die effizientesten Anlagen einer Branche bei der Produktion emittieren. Der Benchmark-Wert verringert sich im Zeitverlauf, sodass auch die effizientesten Produzenten einen Anreiz haben, ihre CO₂-Effizienz zu steigern. Weniger effiziente Unternehmen erhalten bezogen auf ihre Produktionsmenge die gleiche Anzahl an Zertifikaten kostenlos zugeteilt wie die Referenzunternehmen. Für zusätzliche Emissionen, die sie aufgrund ihrer geringeren Effizienz verursachen, müssen sie hingegen Zertifikate hinzukaufen.
188. Zusätzlich gibt es einen **sektorübergreifenden Korrekturfaktor** (CSCF – Cross-Sectoral Correction Factor), der dafür sorgt, dass die Summe der kostenlos zugeteilten Zertifikate einen bestimmten Anteil am gesamten EU-ETS-Cap nicht überschreitet. Wird diese Grenze aufgrund einer zu großzügigen Zuteilung von kostenlosen Zertifikaten überschritten, wird die Menge an frei zugeteilten Zertifikaten in allen Wirtschaftsbereichen um den gleichen Prozentsatz abgesenkt. In der aktuellen Handelsperiode betrug der Korrekturfaktor durchschnittlich 11 % und fiel somit deutlich höher aus als erwartet (BMU, 2018c). Um den Einsatz des Korrekturfaktors und die dadurch entstehende Unsicherheit für Unternehmen möglichst zu vermeiden, können künftig bis zu 3 % des Gesamtbudgets zusätzlich als „Sicherheitspuffer“ kostenlos zugeteilt werden (BMU, 2018c).
189. Bei der **Stromerzeugung** gibt es seit dem Jahr 2013 aufgrund der fast vollständigen Kostenweitergabe ↴ **KASTEN 4** grundsätzlich keine kostenlose Zuteilung mehr, und der Bedarf an Zertifikaten muss zu 100 % am Markt gedeckt werden. Dabei gibt es Ausnahmen für die Stromerzeugung in einigen europäischen Transformationsstaaten. Die Mitgliedstaaten können im Einklang mit dem europäischen Wettbewerbsrecht stromintensive Unternehmen für die steigenden

Strompreise teilweise kompensieren. Eine Neuregelung der entsprechenden EU-Richtlinie ist für Herbst 2020 vorgesehen (Europäische Kommission, 2019e). Sieben Mitgliedstaaten, darunter Deutschland, haben während der Handelsperiode von 2013 bis 2020 von dieser Möglichkeit Gebrauch gemacht. Im Jahr 2017 erhielten deutsche Unternehmen Beihilfen (**Strompreiskompensation**) in Höhe von insgesamt 202 Mio Euro (DEHSt, 2019d).

190. Die empirische Literatur zu Carbon Leakage hat sehr geringe bis gar keine negativen Auswirkungen auf **Wettbewerbsfähigkeit und Profitabilität** von Unternehmen in den ersten beiden Handelsphasen des EU-ETS festgestellt (Martin et al., 2014, 2016; Arlinghaus, 2015; Dechezleprêtre et al., 2018). Evidenz für infolge des EU-ETS vollzogene **Produktionsverlagerungen** oder veränderte Handelsströme konnte ebenfalls nicht gefunden werden (aus dem Moore et al., 2019; Koch und Basse Mama, 2019; Naegele und Zaklan, 2019).

Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass in dieser Phase zum einen Zertifikate **sehr großzügig zugeteilt** wurden und zum anderen viele Unternehmen in der Lage waren, die Kosten auf Verbraucher zu überwälzen (Joltreau und Sommerfeld, 2019). Dabei entstanden den Unternehmen zum Teil sogar zusätzliche Gewinne (**windfall gains**) durch das EU-ETS (de Bruyn et al., 2016). Denkbar ist zudem, dass durch den Anreiz, CO₂-ärzmere Technologien zu entwickeln, regulierte Firmen sogar Wettbewerbsvorteile erzielen (Porter und van der Linde, 1995).

191. Unklar ist außerdem, in welchem Umfang vergleichsweise niedrige Preise wie im EU-ETS über die vergangenen Jahre Unternehmen veranlassen, die Produktion in das nicht-europäische Ausland zu verlegen. Da energieintensive Industrien kapitalintensiv produzieren, sind Produktionsverlagerungen mit hohen **Fixkosten** verbunden. Zugleich spielen neben den Energie- und CO₂-Kosten andere Faktoren bei der **Standortwahl** eine Rolle. Schließlich müssen höhere Energiekosten aufgrund der langen Investitionszyklen nicht unmittelbar zu Produktionsverlagerungen führen, sondern erfolgen vielleicht erst mit einiger Verzögerung.

Aktuell sind verstärkte Investitionen im Ausland aufgrund der Energiepolitik laut Umfragen nur für knapp 4 % der deutschen Industrieunternehmen ein Thema, während eine **Investitionszurückhaltung** zumindest von rund 12 % der Unternehmen bejaht wird (Bardt und Schaefer, 2017).

Inwieweit sich der **Carbon-Leakage-Schutz** zukünftig bewähren wird, ist eine offene Frage. Aktuell liegt der EU-ETS-Preis mit rund 25 Euro deutlich höher als in den meisten Jahren seit 2005. Neben den verschärften Reduktionszielen und restriktiveren Zuteilungsregeln könnte insbesondere eine Erweiterung um die Sektoren Verkehr und Gebäude den Preis weiter ansteigen lassen. Zwar würde mit höheren Preisen der Wert der frei zugeteilten Zertifikate für die Bereiche auf der Carbon-Leakage-Liste steigen. Allerdings richtet sich die genaue Zuteilungsmenge der Zertifikate nach den Produktbenchmarks. Eine große Herausforderung ist weiterhin, bei deren Bestimmung die jeweiligen technologischen Möglichkeiten zur CO₂-Reduktion adäquat zu berücksichtigen.

CO₂-Verlagerungen wenig bedeutend in Nicht-EU-ETS-Sektoren

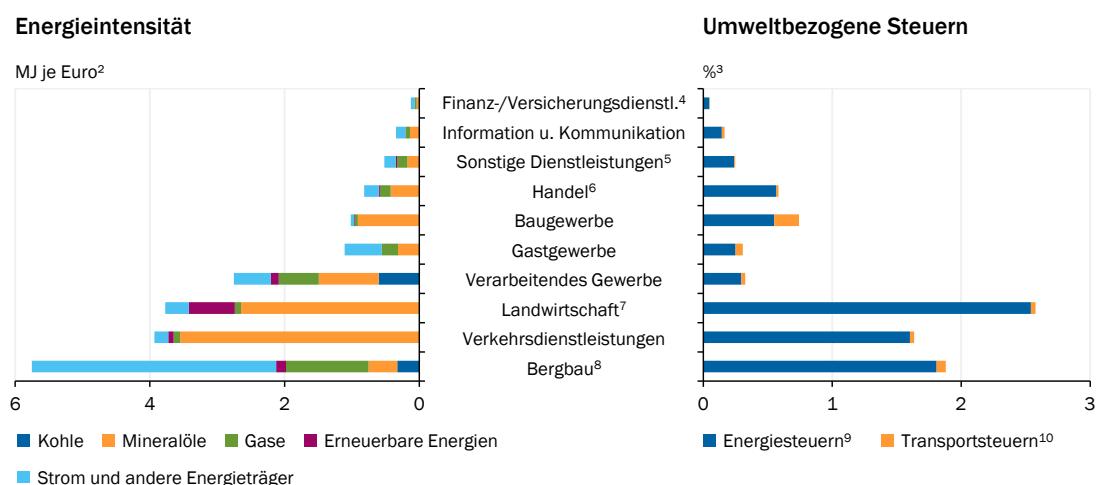
- 192.** In den Nicht-EU-ETS-Sektoren kann es zumindest im Grundsatz ebenfalls zu einer Verlagerung infolge der CO₂-Bepreisung kommen. Um das Risiko dort besser abzuschätzen, können nationale Energiesteuern betrachtet werden. Diese variieren recht stark zwischen den EU-Mitgliedstaaten. Ende Juni 2019 betrug der **Preisunterschied für Superbenzin** zwischen Polen und Deutschland 23 Cent und zwischen den Niederlanden und Luxemburg 53 Cent (ADAC, 2019). Solche Unterschiede können zu einem Tanktourismus führen, infogedessen es insgesamt sogar zu höheren Emissionen aufgrund des gefahrenen Umwegs kommen kann. Zugleich würde durch die Umgehung der CO₂-Bepreisung deren **Lenkungswirkung geschwächt**. Bei besonders großen Preisunterschieden könnte eine Betankung im Nachbarland selbst für längere Anfahrtswege lohnenswert sein.

Im Gebäudesektor könnte es möglicherweise zu ähnlichen Verlagerungen kommen, sollten die Preisunterschiede beispielsweise bei **Heizöl** zwischen Nachbarländern zu groß sein. Allerdings dürften sich diese möglichen Emissionsverlagerungen weitgehend auf **Grenzregionen** beschränken.

- 193.** Aufgrund der weitaus geringeren Handelsintensität im **Dienstleistungsreich** (JG 2017 Ziffer 668) dürfte die Gefahr des Carbon Leakage durch eine CO₂-Bepreisung auf die meisten Unternehmen relativ begrenzt sein. Je nach Wettbewerbslage dürften diese die **höheren Kosten** zudem auf die Verbraucher überwälzen können. Außerdem ist mit Ausnahme der Verkehrsdienstleistungen der Dienstleistungsbereich wenig energieintensiv. ↴ ABBILDUNG 24 LINKS

↳ ABBILDUNG 24

Energieintensität und umweltbezogene Steuern nach Wirtschaftsbereichen¹ im Jahr 2016



1 – Gemäß Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 2008 (WZ 2008). 2 – Megajoule je Euro Produktionswert. 3 – Relativ zum Produktionswert. 4 – Finanz- und Versicherungsdienstleistungen sowie Dienstleistungen des Grundstücks- und Wohnungswesens. 5 – Unternehmensdienstleistungen, öffentliche und sonstige Dienstleistungen. 6 – Handel; Instandhaltung und Reparatur von Kfz. 7 – Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. 8 – Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden. 9 – Energiesteuer, Stromsteuer, Emissionsberechtigungen, Erdölbevorratungsverband, Kernbrennstoffsteuer. 10 – Kraftfahrzeugsteuer, Luftverkehrsteuer.

Quellen: Statistisches Bundesamt, eigene Berechnungen

© Sachverständigenrat | 19-214

Diese Eigenschaften und die vergleichsweise **begrenzten Möglichkeiten der Importsubstitution** bei Dienstleistungen dürften ein Grund dafür sein, dass bestehende Entlastungen wie der Spitzenausgleich bei der Stromsteuer auf das produzierende Gewerbe ausgerichtet sind. Dementsprechend ist dort die tatsächliche Belastung durch umweltbezogene Steuern im Vergleich zur Energieintensität reduziert. [ABILDUNG 24 RECHTS](#) Bei den Verkehrsdienstleistungen ist insbesondere die steuerliche Befreiung von Kerosin zu berücksichtigen. Die Landwirtschaft wird zwar, gemessen an der Energieintensität, vergleichsweise stark mit Umweltsteuern belegt. Zugleich erhält sie aber auf EU-Ebene im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) substanzelle staatliche Beihilfen.

Verschiedene Rückgabeoptionen bei Steuern und Abgaben möglich

194. Entstehen durch einen Anstieg des CO2-Preises im EU-ETS oder durch die Erfassung weiterer Sektoren zusätzliche Belastungen für energieintensive Unternehmen, die ihre Wettbewerbsfähigkeit gefährden, können diese beispielsweise über **Rückerstattungsregeln** gemindert werden. Bis eine möglicherweise nach Sektoren ausdifferenzierte Ausgestaltung entwickelt wird, kann diese vorübergehend den bestehenden Regeln folgen (Edenhofer et al., 2019). Im Fall eines eigenen Emissionshandels für die Bereiche Verkehr und Gebäude könnte über eine kostenlose Zuteilung an bestimmte energie- und handelsintensive Industrien nachgedacht werden. Vor der Einführung eines deutschen ETS für diese Sektoren sollten damit verbundene beihilferechtliche Fragen geklärt werden (Edenhofer et al., 2019). Einnahmen aus einer CO2-Bepreisung können ebenfalls für eine **Senkung der EEG-Umlage** genutzt werden, wobei dies einer beihilfrechtlichen Genehmigung durch die Europäische Kommission bedarf (Büdenbender, 2019).
195. Eine weitere Möglichkeit der Kompensation bei einer CO2-Steuer wäre ein prozessspezifischer Freibetrag (Linscheidt und Truger, 2000b). Idealerweise gelingt dabei eine **Entkopplung von Anreiz- und Belastungseffekten**. Ähnlich zum Carbon-Leakage-Schutz im EU-ETS wird der Freibetrag nur einem **Teil der Industrie** gewährt. Kriterien könnten unter anderem der Anteil der Energiesteuerbelastung am Umsatz sowie der Wettbewerb mit ausländischer Konkurrenz sein (Linscheidt und Truger, 2000b). Die Höhe des Freibetrags würde sich wie bei den Allokationsregeln im EU-ETS an einem **Produktreferenzwert** orientieren. Dafür müsste bestimmt werden, wie viel Energie oder CO2-Emissionen bei den verschiedenen Produktionsprozessen technisch notwendig sind.
196. Durch einen sektorübergreifenden CO2-Preis in Höhe von 35 Euro je Tonne würden bei einem aktuell geltenden Preis im EU-ETS von 25 Euro je Tonne **Zusatzeinnahmen** im Umfang von etwa 19 Mrd Euro entstehen. Als Berechnungsgrundlage werden dabei die in der Umweltökonomischen Gesamtrechnung erfassten sektorspezifischen direkten CO2-Emissionen des Jahres 2016 genommen. Diese umfasst zusätzlich Emissionen, die bei der Herstellung von Exportgütern anfallen. Die kostenlose Zuteilung von Zertifikaten wird nicht berücksichtigt, weshalb die tatsächlichen Zusatzeinnahmen leicht geringer ausfallen dürfen. Rund 8 Mrd Euro stammen aus Einnahmen durch die Bepreisung der direkten Emissionen der privaten Haushalte. Die Industrie sowie der Energiesektor

würden mit 5,7 Mrd Euro zusätzlich belastet. Von den bisher nicht einer CO₂-Bepreisung unterliegenden Unternehmen in den Bereichen **Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD)** kämen ebenfalls 5,7 Mrd Euro.

197. Falls die Unternehmen diese Zusatzkosten nicht weitergeben können, wären zur Belastungsverringerung unter anderem die **Absenkung der Stromsteuer auf den EU-Mindestsatz** oder die **Minderung des EEG-Umlagesatzes** als Optionen denkbar. Die Einnahmen aus der EEG-Umlage betrugen im Jahr 2018 rund 23 Mrd Euro, wovon die Unternehmen rund 15 Mrd Euro zahlten. Zudem trugen die Unternehmen im Jahr 2018 rund 4,3 Mrd Euro zu den Stromsteuereinnahmen von 6,9 Mrd Euro bei. Die Stromsteuer könnte also vollständig auf den Mindestsatz abgesenkt und etwa die Hälfte der EEG-Umlage durch die Einnahmen aus der CO₂-Bepreisung gedeckt werden.

Diejenigen Unternehmen, die von einer Ausweitung der CO₂-Bepreisung am stärksten belastet würden, werden allerdings durch umfassende Ausnahmeregelungen von der EEG-Umlage und der Stromsteuer entlastet. Daher würde eine Abschaffung dieser Abgaben gerade diese Unternehmen kaum entlasten. Dagegen würden die GHD-Unternehmen durch diese Maßnahmen entlastet, da sie bislang nicht von Ausnahmeregelungen profitieren und somit einen überproportionalen Anteil der EEG-Umlage und Stromsteuer tragen. Allerdings dürfte es gerade in diesen Wirtschaftszweigen aufgrund des regional begrenzten Wettbewerbs leichter sein, steigende Kosten auf die Konsumenten zu überwälzen.

Grenzausgleich mit praktischen Hürden verbunden

198. Eine mögliche Alternative zu den diskutierten Maßnahmen wäre ein **Grenzausgleich** (Border Tax Adjustment). Dabei würden Importgüter entsprechend der mit ihrer Produktion verbundenen Emissionen belastet, während Exporteure die bei der Produktion entstandenen CO₂-Kosten an der Grenze zurückhielten. Der CO₂-Preis für Importgüter aus Staaten ohne oder mit einem geringeren CO₂-Preis würde dabei erhöht, sodass in dieser Hinsicht **Wettbewerbsneutralität** zwischen Produzenten im Inland und im Ausland herrschte. Der Grenzausgleich ist dabei von Zöllen zu unterscheiden, die allgemein auf Güter erhoben werden, die aus Ländern ohne vergleichbare CO₂-Bepreisung stammen.
199. Während die Idee eines Grenzausgleichs theoretisch attraktiv ist und Teil der Empfehlungen einiger Ökonomen ist (Bureau et al., 2017; Econstatement, 2019; Felbermayr et al., 2019; Wissenschaftlicher Beirat beim BMWi, 2019), bestehen **Schwierigkeiten bei der praktischen Umsetzung** (Tamiotti et al., 2009). Hierzu zählt insbesondere die eindeutige Bestimmung der produkt- und länder spezifischen CO₂-Emissionen. So sind in den allermeisten Fällen die bei der Produktion anfallenden Emissionen nicht anhand des Endprodukts feststellbar und müssen abgeschätzt werden. Insbesondere kann je nach Herkunft das gleiche Produkt unterschiedlich CO₂-intensiv produziert worden sein. Zwar gibt es Initiativen wie das Carbon Disclosure Project, welche die von Unternehmen berichteten CO₂-Emissionen in über 100 Ländern zusammenfassen. Für einen Grenzausgleich aber müssten derartige Berechnungen vermutlich in weit größerem Umfang und systematischer durchgeführt werden. Möglicherweise könnte

man zur Vereinfachung einen Referenzwert auf Basis von Input-Output-Statistiken ermitteln und den Unternehmen die Möglichkeit eröffnen, den tatsächlichen CO₂-Gehalt nachzuweisen (Felbermayr et al., 2019).

Bei einem Emissionshandel kommt erschwerend der Umgang mit den CO₂-**Preisschwankungen** über die Zeit hinzu. Eine weitere Schwierigkeit beim Grenzausgleich bestünde darin, **nichtpreisbasierte Reduktionsmaßnahmen** in den Herkunftsländern zu bewerten und angemessen zu berücksichtigen.

- 200.** Je nach Ausgestaltung des Systems der CO₂-Bepreisung und eines möglichen Grenzausgleichs besteht die Gefahr, dass die getroffenen Maßnahmen im Konflikt mit dem **Europarecht** und **internationalen Handelsregeln** insbesondere der Welthandelsorganisation (WTO) stehen könnten. Felbermayr et al. (2019) sehen ein System, das die Exporte freistellt und Importe nachbelastet, ähnlich wie bei der Mehrwertsteuer als WTO-rechtskonform an. Europarechtlich ergibt sich aus Artikel 30 AEUV und Artikel 110 AEUV das **Gebot der Gleichbehandlung von EU-Importen und inländischem Warenabsatz** (Büdenbender, 2019). Insbesondere sind einheimische und importierte Erzeugnisse auf derselben Stufe der Wertschöpfungskette zu erfassen. Die Erhebung einer CO₂-Steuer müsste daher so ausgestaltet sein, dass heimische Güter und Importe aus der EU gleich behandelt werden (Büdenbender, 2019).

Ein Grundprinzip des Wirtschaftsvölkerrechts ist ebenfalls die Gleichbehandlung inländischer und ausländischer Unternehmen, Waren und Dienstleistungen (Büdenbender, 2019). So fordert etwa Artikel III des Allgemeinen Zoll- und Handelsabkommens (GATT), dass bei der internen Besteuerung und Regulierung gleiche Güter gleich zu behandeln sind, unabhängig davon, ob sie aus heimischer Produktion stammen oder importiert wurden. Aufgrund der großen Vielfalt an Ausgestaltungsmöglichkeiten der CO₂-Bepreisung und der begrenzten Erfahrungen besteht hierbei eine **gewisse rechtliche Unsicherheit** (Holzer, 2016), und eine Vielzahl von Fragestellungen ist Gegenstand der rechtswissenschaftlichen Debatte (Tamiotti et al., 2009).

- 201.** Die deutsche Volkswirtschaft ist in besonderem Maße auf einen freien internationalen Handel angewiesen. Insbesondere in Zeiten andauernder Handelskonflikte (JG 2018 Ziffen 7 ff.) sollte vermieden werden, durch einseitige regulatorische Maßnahmen den Eindruck zu erwecken, verdeckt diskriminierende protektionistische Einschränkungen durchsetzen zu wollen. Die **Ausgestaltung der CO₂-Bepreisung** sollte deshalb **im Einklang mit internationalen Regeln** stehen und daraufhin gründlich geprüft werden. Zugleich ist zu beachten, dass ein Grenzausgleich möglicherweise Gegenmaßnahmen der Handelspartner auslösen könnte. Daher sollten die **politischen Folgen** einer solchen Maßnahme berücksichtigt werden. Falls der bisherige Carbon-Leakage-Schutz über die kostenlose Zuteilung von Zertifikaten erhebliche Wettbewerbsnachteile nicht wie bislang vermeiden kann, könnte ein Grenzausgleich gemeinsam mit den anderen Mitgliedstaaten der EU erwogen werden.

3. Makroökonomische Auswirkungen und Innovationen

202. Obwohl eine CO₂-Bepreisung externe Effekte internalisiert, beeinflusst sie wie andere Steuern Produktions-, Investitions-, Konsum-, Arbeits- und Sparentscheidungen. Das kann langfristige **Auswirkungen auf Wachstum und Beschäftigung** haben. Gleichzeitig schafft die Bepreisung von CO₂ Anreize zur Entwicklung CO₂-ärmerer Produktionstechnologien, die maßgeblich dazu beitragen könnten, die gesamtwirtschaftlichen Kosten zu verringern. Dem Staat kommt bei der Förderung der Entwicklung CO₂-ärmerer Technologien eine wichtige Rolle zu. Dabei sollte das Prinzip der Technologieneutralität gewahrt bleiben und ein Wettbewerb zwischen den Technologien sichergestellt werden.

Auswirkungen eines CO₂-Preises auf Wachstum und Beschäftigung

203. Die Auswirkungen einer CO₂-Bepreisung auf Wachstum und Beschäftigung lassen sich in **intertemporalen Allgemeinen Gleichgewichtsmodellen** analysieren. ↴ TABELLE 4 Diese Modelle bilden auf Unternehmensseite Input-Output-Beziehungen, die Arbeitsnachfrage und Investitionsentscheidungen ab. Auf Haushaltsseite werden die Nachfragestruktur, das Arbeitsangebot sowie Spar-

↳ TABELLE 4

Makroökonomische Auswirkungen eines CO₂-Preises

Studie	Land ¹	Zeitraum	Anfänglicher CO ₂ -Preis ²	Finaler CO ₂ -Preis ²	Erstattung ³	Veränderung des BIP-Wachstums in Prozentpunkten ⁴	Abweichung des Niveaus des BIP nach 40 Jahren vom Basisszenario in %	Veränderung des Arbeitsvolumens in %
Jorgenson und Wilcoxen (1993)	US	1990–2020	0 US-Dollar	65 US-Dollar	P	– 0,06	– 2,30	
			0 US-Dollar	65 US-Dollar	E	– 0,02	– 0,90	
			0 US-Dollar	65 US-Dollar	K	0,04	1,50	
Jorgenson et al. (2013)	US	2010–2050	1 US-Dollar	109 US-Dollar	P	– 0,08	– 3,00	– 0,70 ^a
			1 US-Dollar	396 US-Dollar	P	– 0,20	– 8,00	– 2,70 ^a
Smith et al. (2013)	US	2013–2053	20 US-Dollar	96 US-Dollar	E/S	– 0,02	– 0,60	– 1,40
			20 US-Dollar	1 000 US-Dollar	E/S	– 0,09	– 3,60	– 8,30
Goulder und Hafstead (2013)	US	2010–2040	10 US-Dollar	37 US-Dollar	P	– 0,04	– 1,50	
			10 US-Dollar	37 US-Dollar	E	– 0,03	– 1,10	
			10 US-Dollar	37 US-Dollar	K	– 0,02	– 0,70	
Hebbink et al. (2018)	NL	2019–2024	50 Euro	50 Euro	S	– 0,18	– 7,00	– 0,60
			50 Euro	50 Euro	E	0,10	4,10	0,40
			50 Euro	50 Euro	K	– 0,08	– 3,20	– 0,30

1 – US-USA, NL-Niederlande. 2 – Preisbasis für Jorgenson und Wilcoxen (1993): 1990, für Jorgenson et al. (2013): 2005, für Smith et al. (2013) und Goulder und Hafstead (2013): 2012; Hebbink et al. (2018): Nominal. 3 – E-Einkommensteuerenkung, K-Kapitalsteuerenkung, P-Kopfpauschale, S-Schuldensenkung. 4 – Die in den meisten Studien berichteten Unterschiede im Niveau des BIP relativ zum Basisszenario ohne CO₂-Preis wurden zur besseren Vergleichbarkeit in eine Reduktion der durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate umgerechnet. Näherungsfehler, die durch Nichtberücksichtigung der Wachstumsrate im Basisszenario entstehen, betragen weniger als 5 %. a – Durchschnittliche Niveauveränderung über den betrachteten Zeitraum.

Quellen: Eigene Zusammenstellung, eigene Berechnungen

© Sachverständigenrat | 19-228

entscheidungen modelliert. Die Entscheidungen werden dabei von vorausschauenden gewinnmaximierenden Unternehmen und nutzenmaximierenden Haushalten getroffen, die ihre Entscheidungen an den langfristigen Pfad der CO₂-Preise anpassen. Zudem berücksichtigen diese Modelle die Auswirkungen des technologischen Fortschritts.

Im Vergleich zu den globalen Modellen zu Wechselwirkungen zwischen Klima und der Makroökonomie (Nordhaus und Yang, 1996) berücksichtigen die nationalen Modelle nicht die möglichen **volkswirtschaftlichen Schäden** der Klimaerwärmung. Die Analysen hier unterscheiden sich quantitativ zum einen vor allem dadurch, dass unterschiedliche CO₂-Preise oder Preispfade unterstellt werden. Zum anderen werden eine Fülle verschiedener Annahmen hinsichtlich der Substitutionselastizitäten oder des technologischen Fortschritts getroffen. Zudem unterscheidet sich die Form der unterstellten Mittelverwendung.

- 204.** Durch die Einführung eines Preises auf CO₂ erhöhen sich die Grenzkosten der Unternehmen für fossile Energieträger, was zu einer Reduktion des Energieeinsatzes führt. Da Energie und Kapital komplementär eingesetzt werden, verringern sich die Investitionen und somit das Wachstum des Kapitalstocks. Die meisten Studien schätzen den daraus resultierenden langfristigen **Rückgang der durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate** des BIP auf unter 0,1 Prozentpunkte. Ein Rückgang der Wachstumsrate um 0,1 Prozentpunkte würde nach 40 Jahren ein um 4 % niedrigeres Niveau des BIP bedeuten. Wohlfahrtsverbesserungen durch eine Reduktion der negativen externen Effekte sind darin nicht berücksichtigt. Eine Übertragung der Ergebnisse auf Deutschland und die EU ist aufgrund der unterschiedlichen Struktur von Produktion und Konsum allerdings nur bedingt möglich.

Alle Studien kommen zu dem Ergebnis, dass die langfristigen Auswirkungen erheblich von der **konkreten Ausgestaltung der Reform** abhängen. Dabei ist insbesondere von Bedeutung, wie die Einnahmen aus einer CO₂-Steuer oder der Versteigerung von Zertifikaten verwendet werden. ↗ [ZIFFERN 219 FF](#). Die negativen Auswirkungen auf das Wachstum und die Beschäftigung fallen dabei in denjenigen Modellen geringer aus, die davon ausgehen, dass die Einnahmen verwendet werden, um andere verzerrende Steuern zu reduzieren (**doppelte Dividende**) und damit Anreize für Investitionen zu schaffen. In der Studie von Hebbink et al. (2018) zu den Effekten eines CO₂-Preises in den Niederlanden wirkt eine aufkommensneutrale Senkung der Kapitalertragsteuer oder der Einkommensteuer dem negativen Effekt durch die CO₂-Bepreisung entgegen. Im Fall der Einkommensteuer wird er sogar überkompensiert. Im Unterschied dazu finden andere Studien größere Effekte einer Senkung der Kapitalertragsteuer (Jorgenson und Wilcoxen, 1993; Cogan et al., 2013; Goulder und Hafstead, 2013).

- 205.** Die **volkswirtschaftlichen Kosten** dürften ebenfalls davon abhängen, inwiefern Unternehmen ihre Produktionsweise an Preisänderungen fossiler Energieträger anpassen können. Kurzfristig ist davon auszugehen, dass die CO₂-Intensität fix ist, da in einem bereits eingesetzten Maschinenpark keine Flexibilität hinsichtlich der benötigten Treibstoffarten und -mengen besteht (Atkeson und Kehoe, 1999). Mittelfristig können Unternehmen in neue energieeffizientere

Kapitalgüter investieren, die CO₂-ärmere Brennstoffe einsetzen. Atkeson und Kehoe (1999) ermitteln für die USA auf Grundlage der Energiepreisentwicklung zwischen 1960 und 1994, dass eine Verdopplung der Energiepreise infolge der graduellen Erneuerung des Kapitalstocks langfristig zu einem Rückgang der Wirtschaftsleistung um 5,5 % führt. Auf das durchschnittliche Wachstum bezogen ist dieser Effekt jedoch mit den obigen Studien vergleichbar. Eine Verdopplung der Energiekosten der Unternehmen würde in Deutschland erst bei einem Preis von 140 Euro je Tonne CO₂ entstehen.

206. Neben der Anpassung des Kapitalstocks könnte eine Erhöhung der Energiekosten durch eine Bepreisung von CO₂ Auswirkungen auf den **Produktionsfaktor Arbeit** haben. Für Deutschland wurde die Reaktion von Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes auf die Einführung eines CO₂-Preises durch das EU-ETS untersucht (Petrick und Wagner, 2014). Dabei wurde kein negativer Einfluss auf die Arbeitsnachfrage gemessen, während die Emissionen in den betroffenen Unternehmen signifikant gefallen sind. Allerdings wurden nur die Anfangsjahre des EU-ETS untersucht, die von sehr geringen Zertifikatspreisen gekennzeichnet waren. ↴ [ZIFFER 61](#)

Für das Verarbeitende Gewerbe in Frankreich wurde der Einfluss des Energiepreisanstiegs um durchschnittlich 40 % zwischen den Jahren 1997 und 2010 auf den Faktor Arbeit untersucht (Marin und Vona, 2017). Dabei wurde die Elastizität der Arbeitsnachfrage bezüglich der Energiepreise auf -0,26 geschätzt. Ein CO₂-Preis von 35 Euro je Tonne würde in Deutschland zu einer Erhöhung der Energiekosten um 12 % führen, was angesichts dieser Elastizität einen **Rückgang der Arbeitsnachfrage** um 3 % bedeuten würde. Bei Dienstleistungen dürfte diese Elastizität aufgrund der leichten Handelbarkeit der Güter im Verarbeitenden Gewerbe tendenziell niedriger sein und der Arbeitsnachfragerückgang daher geringer ausfallen.

207. Die langfristigen Auswirkungen einer Bepreisung von Treibhausgasemissionen dürften zu einer grundlegenden Veränderung der Energieversorgung, der Produktionsweisen in energieintensiven Bereichen und des Konsumverhaltens führen. Insgesamt fallen die Auswirkungen zwar eher gering aus. Allerdings sind die in der Literatur geschätzten volkswirtschaftlichen Auswirkungen eines CO₂-Preises auf das BIP von hoher Unsicherheit geprägt. Die Schätzungen sollten mit Hinblick auf die Wirkung künftiger CO₂-Preisanstiege daher vorsichtig interpretiert werden.

Zudem dürften sich Unternehmen und Haushalte wie in der Vergangenheit an den **Strukturwandel** anpassen können. Da dieser nichtsdestoweniger Zeit benötigt, dürfte es anzuraten sein, die **Bepreisung** über einen längeren Zeitraum mit Hilfe eines **verlässlichen Mechanismus** einzuführen und erst schrittweise zu erweitern. ↴ [ZIFFERN 107 FF.](#)

CO₂-Vermeidung durch neue Technologien und Innovationen

- 208.** Um die langfristigen Klimaziele zu erreichen, die eine weitgehende Vermeidung von Treibhausgasemissionen vorsehen, ist vor allem die Entwicklung neuer Technologien von großer Bedeutung. Die Literatur beschreibt drei Faktoren, die zu Innovationen führen: (1) angebotsseitige Faktoren, zu denen Innovationen durch **Forschung und Entwicklung** zählen, (2) nachfrageseitige Faktoren (Markteinführung und -durchdringung) sowie (3) Innovationen, die durch **Regulierungen und wirtschaftspolitische Eingriffe** hervorgerufen werden (Carter und Williams, 1958; Walsh, 1984; Kleinknecht und Verspagen, 1990). Angebotsseitige Innovationen spielen insbesondere in der Anfangsphase des Produktzyklus eine besondere Rolle (Rosenberg, 1974; Baumol, 2002), während nachfrageseitige Innovationen durch Konsumenten und Firmen in der Diffusionsphase wichtiger sind (Pavitt, 1984; Rehfeld et al., 2007).
- 209.** Angebots- und nachfrageseitige Faktoren reichen für Umweltinnovationen jedoch häufig nicht aus (Rennings, 1998). Regulatorische Eingriffe können aufgrund von **Externalitäten** insbesondere dann gerechtfertigt sein, wenn aufgrund von Verzerrungen oder falschen Erwartungen der Marktakteure die durch CO₂ verursachten Kosten nicht ausreichend von Akteuren internalisiert werden. Zudem sind umweltökonomische Aktivitäten mit hoher **Unsicherheit** für die Firmenentwicklung verbunden. So zeigt Horváthová (2010) in einer Meta-Studie, dass die ökonomische Rentabilität von umweltbezogenen Investitionen nur in der Hälfte der Fälle positiv ausfällt.

Marktversagen kann es zudem im Hinblick auf **Wissenstransfers** geben. Wenn neue Technologien in der Breite zur Verfügung stehen und ein öffentliches Gut darstellen, kann das Innovationen fördern. Die globale Bereitstellung über neue Technologien hat einen Nutzen für die gesamte Gesellschaft, nicht jedoch für den einzelnen Erfinder (Popp, 2019). Unternehmen haben deshalb keine Anreize, ausreichend Forschungsaktivitäten durchzuführen.

- 210.** Eine **Bepreisung von CO₂** zielt darauf ab, fossile Energieträger durch kohlenstoffarme Energieträger zu ersetzen. Eine Vielzahl von Studien hat den **Effekt steigender Energiepreise auf die Innovationsaktivität** untersucht (Jaffe und Palmer, 1997; Brunnermeier und Cohen, 2003). Ley et al. (2016) analysieren für verschiedene Länder den Effekt von sektorspezifischen Energiepreisen auf grüne und nicht-grüne Innovationen. Es zeigt sich, dass ein Anstieg der Energiepreise um 10 % innerhalb der vergangenen fünf Jahre zu einer Zunahme grüner Innovationen um 3,4 % führt.

Für die **Automobilindustrie** finden verschiedene Studien Preiselastizitäten der Innovationsaktivität, gemessen in energieeffizienten Patenten, im Bereich von 0,24 bis 0,98 (Popp, 2002; Crabb und Johnson, 2010; Aghion et al., 2016). Die Preiselastizität ist besonders hoch für relativ saubere Technologien wie Elektro- oder Hybridautos. Staatliche Regulierungen zur Kraftstoffeinsparung haben hingegen keinen Einfluss auf die Zahl der Patente, während die Effizienz des Kraftstoffverbrauchs durch regulierende Maßnahmen steigt (Knittel, 2011). Diese Studien dokumentieren zudem hohe **Pfadabhängigkeiten**. Firmen, die

bereits einen großen Wissensbestand an relativ sauberen Technologien haben, weisen eine größere Wahrscheinlichkeit auf, weitere Innovationen in diesem Bereich zu erzielen.

211. Das **EU-ETS** stellt eine besondere Form der Regulierung dar. Ein zentraler Bestandteil ist die Anreizsetzung hin zu kohlenstoffarmen Technologien (Pizer und Popp, 2008; Calel und Dechezleprêtre, 2016). Berechnungen für die EU ergeben zwar, dass regulierte Unternehmen unter dem EU-ETS **mehr Patente** mit kohlenstoffarmen Bezug als nicht-regulierte Unternehmen hervorgebracht haben. Geringe Preise und eine hohe **regulatorische Unsicherheit** könnten aber dazu geführt haben, dass Unternehmen in der ersten Handelsphase eine Strategie des Abwartens verfolgten und nur unzureichend in **grüne Technologien** investierten (Pontoglio, 2010; Borghesi et al., 2012; Laing et al., 2013; Calel und Dechezleprêtre, 2016).
212. Neben dem EU-ETS können spezifische **Regulierungen und Auflagen** Anreize für Firmen schaffen, nach Innovationen in ihren Produktionsprozessen zu streben. Regulierungen können sich vor allem fördernd auf produktbezogene Umweltinnovationen für Luft-, Wasser- und Lärmemission sowie Bodenbelastungen auswirken. Unternehmensumfragen zeigen, dass grüne Innovationen zum großen Teil zwecks Kosteneinsparungen generiert werden. Die **Nachfrage der Kunden** nach grünen Produkten ist ein weiterer wichtiger Grund, um Produkte neu zu gestalten, während staatliche Regulierungen und Steuern insbesondere dazu führen, grüne Technologien aufzugreifen (Horbach et al., 2012). Veugelers (2012) und Horbach et al. (2012) betonen zudem die Bedeutung staatlicher Subventionen für die Reduzierung von CO₂-Emissionen.
213. Über die beschriebenen Formen von Marktversagen wie Wissensdiffusion und Pfadabhängigkeiten hinaus sind Innovationen im Energiebereich zudem häufig mit überproportionalen Kapitalkosten verbunden (Weyant, 2011). In Verbindung mit Risikoaversion der Kapitalgeber kann dies zu einem zu geringen Kapitalangebot für Investitionen in erneuerbare Energien führen. Diese zusätzlichen Externalitäten könnten **begleitende staatliche Maßnahmen** bei grünen Technologien rechtfertigen.
214. Im Jahr 2017 wurden weltweit knapp 280 Mrd US-Dollar in erneuerbare Energien investiert. ↴ **ABBILDUNG 25 LINKS** Bis zum Jahr 2012 fanden diese zu einem großen Teil in Europa statt. Mittlerweile wurde Europa von China als Spitzenreiter abgelöst. Seit dem Jahr 2014 stagnieren die weltweiten **Investitionen in erneuerbare Energien**. Dies bedeutet allerdings nicht, dass in Bezug auf das Volumen an möglicher Leistung weniger investiert wird, da in demselben Zeitraum die Kapitalkosten insbesondere für Solarenergie gesunken sind. Für jeden eingesetzten US-Dollar können somit für eine gegebene Region mehr Gigawatt installiert werden (McCrone et al., 2018), wobei die tatsächliche Leistung dann von den geografischen und technischen Gegebenheiten abhängt. Mit 77 % geht der größte Anteil der Investitionen auf Wind- und Solarparks sowie andere Energieanlagen zurück.

Der Anteil für **Forschung und Entwicklung** neuer Technologien beläuft sich auf rund 3,9 % der gesamten Ausgaben, was etwa 11 Mrd US-Dollar entspricht.

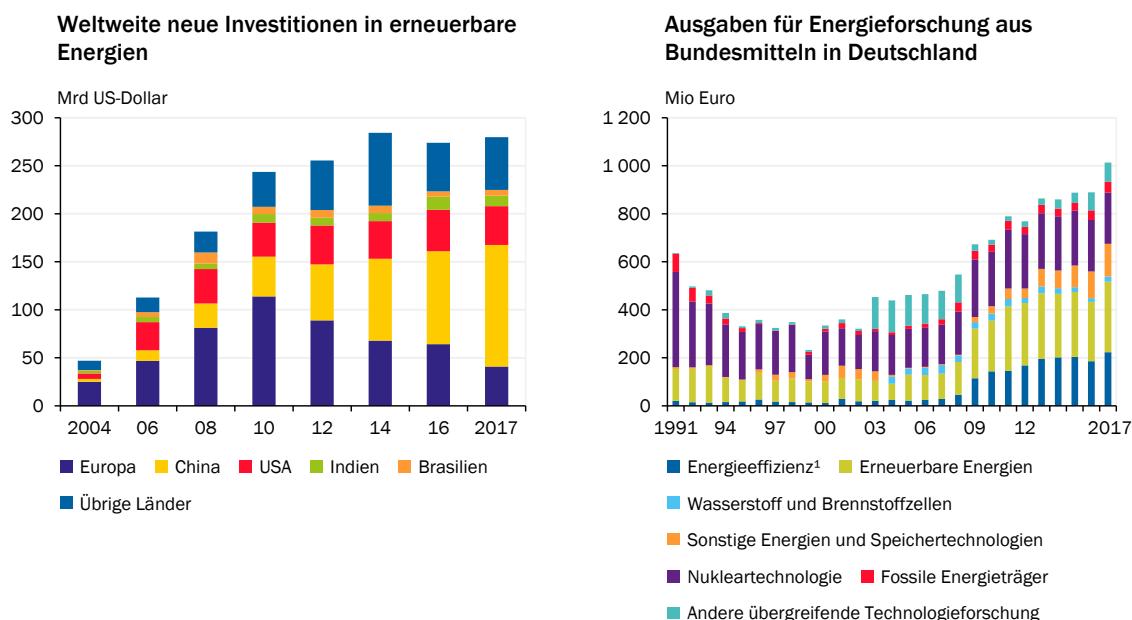
Jeweils etwa 5 Mrd US-Dollar entfallen dabei auf die öffentliche Hand sowie auf Unternehmen. Rund 1 Mrd US-Dollar werden von Wagniskapitalgebern bereitgestellt.

Staatliche Innovationspolitik technologieneutral ausgestalten

- 215.** Die **staatlichen Aufwendungen des Bundes für Forschung und Entwicklung im Energiebereich** steigen seit Anfang der 2000er-Jahre real wieder an. Im Jahr 2017 machten diese rund 0,035 % der Wirtschaftsleistung aus, was den höchsten Wert seit der Wiedervereinigung darstellt. Dabei gewinnen die Forschungsbereiche Energieeffizienz und erneuerbare Energien zunehmend an Bedeutung, während sich der Anteil der Nukleartechnologie an den gesamten Ausgaben deutlich verringert hat. ↴ **ABBILDUNG 25 RECHTS**
- 216.** Die **Effektivität** von öffentlicher Forschungs- und Entwicklungsförderung bezüglich Innovationen, gemessen in Form von Patenten, zeigt sich in einer Reihe von Studien (Peters et al., 2012; Dechezleprêtre und Glachant, 2014; Nesta et al., 2014). Forschungsnetzwerke, die beispielsweise durch die EU gefördert werden, wirken sich positiv auf Koordinierung, Netzwerkgröße und Wissensdiffusion zwischen Forschungseinrichtungen und privaten Unternehmen aus (Cantner et al., 2016; Fabrizi et al., 2018). Sie stellen somit ein wichtiges Instrument der Forschungsförderung dar.
- 217.** Aufgrund wirtschaftlicher und technologischer Unsicherheiten und einer Pfadabhängigkeit durch die bestehende Energieinfrastruktur benötigt es kohärente und planbare Signale seitens der Politik (Mazzucato, 2013). Langfristige

↳ **ABBILDUNG 25**

Investitionen im Energiebereich



1 – Ohne fossile Energieträger, Wasserstoff und Brennstoffzellen sowie Speicher.

verlässliche politische Rahmenbedingungen können Erwartungen der privaten Haushalte und Unternehmen stabilisieren und somit die Unsicherheit reduzieren sowie das Investitionsvolumen in relativ saubere Technologien erhöhen (Nordhaus, 2011). Wagniskapitalgeber treten häufig erst nach einiger Zeit der öffentlichen Investitionen in den Markt (Block und Keller, 2011; Lazonick und Tulum, 2011). Daneben spielen bei erneuerbaren Energien aufgrund langer Investitionszyklen und überdurchschnittlicher Kapitalintensität staatlich finanzierte Investitionen (Mazzucato, 2018) sowie die Finanzierung über Entwicklungsbanken (Fried et al., 2012) eine übergeordnete Rolle.

218. Der Staat übernimmt bei der Generierung von **neuem Wissen durch Grundlagenforschung** eine immer bedeutendere Rolle (Fleming et al., 2019). Die staatliche Forschungsförderung ist, neben einem Preis für CO₂, ein zentraler Bestandteil einer Strategie hin zu sauberer Energie (Acemoglu et al., 2016). Auf europäischer Ebene ist die **Forschungs- und Entwicklungsförderung** nach den Struktur- und Agrarfördermitteln der dritt wichtigste Posten im EU-Haushalt. Das EU-Forschungsförderungsprogramm „Horizon 2020“ fokussiert sich bei zwei der vier Hauptfelder auf erneuerbare Energien und Nachhaltigkeit und stellt für den Zeitraum von 2018 bis 2020 einen Betrag von 8 Mrd Euro zur Verfügung. Dies ist je Einwohner ein relativ hoher Betrag im Vergleich zu den deutschen Bundesmitteln. Aufgrund von Skaleneffekten und positiven externen Effekten sollte die Förderung der Grundlagenforschung auf EU-Ebene ausgebaut werden (JG 2018 Ziffer 52).

Zur Dekarbonisierung soll zusätzlich innerhalb der Europäischen Batterie-Allianz der Aufbau einer europäischen Batterieproduktion forciert werden. Hierfür stehen zunächst 114 Mio Euro aus dem EU-Forschungs- und Innovationsprogramm „Horizon 2020“ zur Verfügung (Europäische Kommission, 2018b). Während die Forschungsförderung für erneuerbare Energien und alternative Mobilität einen wichtigen Baustein zur sauberen Energie darstellt, ist die Konzentration auf Batteriezellen unter dem Gesichtspunkt der **Technologieneutralität** ein Risiko, da dadurch alternative Technologien verdrängt werden dürften. Dabei ist gerade der **Wettbewerb zwischen Technologien** für die Hebung der Innovationspotenziale **unverzichtbar**.

VII. RÜCKVERTEILUNGSOPTIONEN FÜR HAUSHALTE UND BEGLEITENDE MASSNAHMEN

WICHTIGSTE AUSSAGEN

- Die zusätzlichen Einnahmen der CO₂-Bepreisung sollten rückverteilt werden. Sozial ausgewogen könnten etwa eine Kopfpauschale oder eine Stromsteuersenkung sein.
- Zielgerichtete begleitende Maßnahmen, wie etwa Prämien für den Austausch von Heizungen, könnten Verhaltensanpassungen erleichtern.
- Industrie- und regionalpolitische Ziele sollten nicht mit klimapolitischen Instrumenten vermischt werden.

219. Das Ziel einer Bepreisung von CO₂ besteht darin, eine **effiziente Lenkungswirkung** zu erzielen, um die Treibhausgase über Verhaltensanpassungen zu reduzieren. Mit einer stärkeren Bepreisung, sei es über die Versteigerung von Emissionshandelszertifikaten oder durch Besteuerung, wären zunächst zusätzliche **staatliche Einnahmen** verbunden. Dies ist jedoch nicht das eigentliche Ziel einer solchen Reform. Es ist vielmehr sogar anzuraten, mit geeignetem politischen Handeln überzeugend zu dokumentieren, dass es in diesem Fall gar nicht um staatliche Einnahmeerzielung geht. So zeigen nicht zuletzt die Reaktionen auf eine stärkere CO₂-Bepreisung in Frankreich, dass ein solcher Eindruck angesichts der sozialpolitischen Konsequenzen der CO₂-Bepreisung deren **politische Akzeptanz** gefährden kann.

Die Akzeptanz für die Erhebung eines CO₂-Preises dürfte hingegen deutlich höher ausfallen, wenn die mit dieser klimapolitisch sinnvollen Maßnahme erzielten zusätzlichen Einnahmen zurückverteilt werden und die Rückverteilung **sozial ausgewogen ausgestaltet** wird. Den Analysen der Auswirkungen auf die Vermeidung von CO₂-Emissionen sowie der Belastungswirkung der Haushalte liegt in diesem Gutachten ein Szenario zugrunde, bei dem die gesamten zusätzlichen Einnahmen zurückverteilt werden.

1. Optionen zur Rückverteilung an private Haushalte

220. Eine CO₂-Bepreisung wirkt auf die privaten Haushalte zunächst regressiv (Hassett et al., 2009; Grainger und Kolstad, 2010; Edenhofer et al., 2019): Untere Einkommensgruppen würden einen höheren Anteil ihres Einkommens für die CO₂-Bepreisung aufwenden müssen. [➤ ZIFFERN 165 FF.](#) **Einige theoretische Ansätze** legen nahe, dass sich durch die Internalisierung der Klimaexternalitäten ein Kompensationsmechanismus zumindest bei vollständiger Information so gestalten ließe, dass niemand schlechter gestellt würde (Pareto-Verbesserung), ohne die Lenkungswirkung durch die Veränderung relativer Preise zu gefährden. Bovenberg und Heijdra (1998) diskutieren, wie eine solche Verbesserung zwischen Generationen erreicht werden kann. Geanakoplos und Polemarchakis

↓ TABELLE 5

Bewertung¹ verschiedener Optionen zur Rückerstattung von Einnahmen einer CO₂-Bepreisung

	Auszahlung einer Kopfpauschale	Senkung indirekter Steuern	Erhöhung bedarfsorientierter Transferleistungen	Senkung direkter Steuern oder Sozialabgaben
Vermeidung einer regressiven Verteilungswirkung	möglich	möglich	Verteilungseffekt beschränkt auf Transferempfänger	Verteilungseffekt beschränkt auf Steuerschuldner oder Beschäftigte
Ökologische Anreizwirkung	Einkommenseffekt wirkt CO ₂ -Preissignal teilweise entgegen	bei Abgabensenkung für Strom mindern sich ökologische Fehl-anreize	Preissignal für Transferempfänger teilweise oder vollständig aufgehoben	Einkommenseffekt wirkt CO ₂ -Preissignal teilweise entgegen
Anreizeffekte auf das Arbeitsangebot	u.a. abhängig von der Transferhöhe, Belastungsverteilung und Elastizitäten	u.a. abhängig von der Entlastungshöhe, Belastungsverteilung und Elastizitäten	ehler negativ, abhängig von Transferhöhe und Elastizitäten	Verzerrung durch Steuern werden minimiert (doppelte Dividende)
Öffentliche Wahrnehmung (Salienz)	hoch, direkte Information über Höhe der Auszahlung	gering	gering und limitiert auf spezifische Gruppe	Information über Höhe der Reduktion möglich
Administrative Umsetzbarkeit bei Einführung	vollständiges Register notwendig, ggf. Rückgriff auf Opt-in-Lösung	Steuersätze oder Umlagen senken, europäische Mindeststeuersätze beachten	Grundsicherung und Wohngeld bereits verfügbar und erweiterbar	Tarifverlauf anpassen oder Abgabensätze senken
Dynamische Aufkommensneutralität	zeitlich variable Pauschale	automatische Mechanismen möglich, aber aufwendig	keine Aufkommens-neutralität	automatische Mechanismen möglich, aber aufwendig

1 - = Option erfüllt Kriterium weitgehend, = neutral, = Option erfüllt Kriterium eher nicht.

© Sachverständigenrat | 19-229

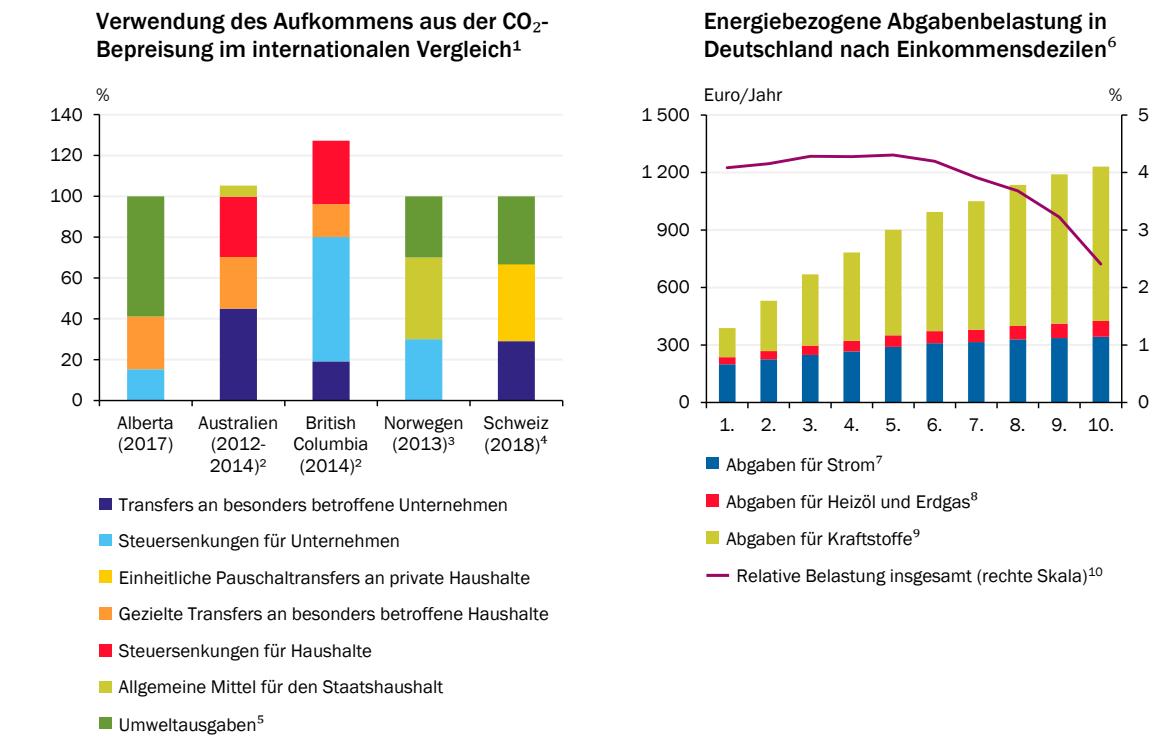
(2008) betrachten dagegen Möglichkeiten einer Pareto-Verbesserung innerhalb eines statischen Modells.

In der **praktischen Umsetzung** ist dies allerdings schwierig. Transfers können nur in begrenztem Ausmaß so gezielt festgelegt werden, dass mit den Einnahmen der durch die Bepreisung erzeugte Einkommensverlust einer jeden Person genau ausgeglichen wird. Sallee (2019) zeigt, dass eine Besteuerung von CO₂ letztlich immer zu Verlierern führt und Verteilungswirkungen deshalb nicht unbeachtet bleiben können. Je nachdem, wie die Einnahmen zurückverteilt werden, sind mit der Reform demnach **unterschiedliche Anreiz- und Verteilungswirkungen** verbunden.

221. Bei der Ausgestaltung der Rückverteilung ergeben sich Fragen der **administrativen Umsetzbarkeit**. Dabei ist beispielsweise entscheidend, ob neue Instrumente oder Institutionen geschaffen werden müssen. Wenn **langfristig Aufkommensneutralität** gewährleistet werden soll, müsste das gewählte Instrument in der Lage sein, sich an schwankende Einnahmen aus der CO₂-Bepreisung anzupassen. Konzeptionell kann eine Rückverteilung der Einnahmen durch vier verschiedene Typen von Instrumenten erreicht werden, die miteinander kombiniert werden können. Diese Instrumente unterscheiden sich sehr deutlich hinsichtlich ihrer Eigenschaften, administrative und sozialpolitische Zielvorstellungen zu erreichen. ↓ TABELLE 5 Im internationalen Vergleich finden sich ganz unterschiedliche Formen der Mittelverwendung aus einer CO₂-Bepreisung. ↓ ABBILDUNG 26 LINKS

↓ ABBILDUNG 26

Rückverteilungsoptionen in anderen Bepreisungssystemen und Abgaben in Deutschland



1 – Einnahmeverwendung in % des gesamten Aufkommens aus dem CO₂-Preis. In Anlehnung an Klenert et al. (2018). 2 – Die Ausgaben betragen mehr als 100 %, da sich die Regionen zu zusätzlichen Ausgaben verpflichtet haben. 3 – Schätzung. 4 – Die Rückverteilung basiert auf einer Schätzung des BAFU zu Beginn des jeweiligen Jahres. Die Differenz zu den tatsächlichen Einnahmen wird im übernächsten Jahr ausgeglichen, weshalb die Auszahlung nicht den Einnahmen entspricht. Die gesamten Auszahlungen werden daher auf 100 % normiert. 5 – Infrastruktur, Gebäude, F&E, erneuerbare Energien. 6 – Bezogen auf das Jahr 2013. Berücksichtigt wird lediglich die Umsatzsteuer, die auf die betrachteten Abgaben fällig wird. 7 – Schließt neben der Stromsteuer die Umlage nach EEG, KWKG, §19 StromNev, §18 AbLaV sowie für Offshore-Haftung ein. Es wird ein durchschnittlicher Strompreis von 29,38 Cent je kWh veranschlagt. 8 – Es werden die durchschnittlichen Gas- und Ölpreise im Jahr 2013 von 7,09 Cent je kWh beziehungsweise 82,9 Cent je Liter veranschlagt. 9 – Es wird ein gewichteter Durchschnittspris von 146,9 Cent je Liter und eine gewichtete Durchschnittssteuer von 64,3 Cent je Liter für Benzin und Diesel angenommen. Haushalte ohne Kraftstoffverbrauch werden berücksichtigt. 10 – Summe der Abgaben in Relation zum Nettoäquivalenzeinkommen.

Quellen: Alberta Government (2019), BAFU, Bundesnetzagentur und Bundeskartellamt (2014, 2019), Carl und Fedor (2016), FDZ der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder, Einkommens- und Verbrauchsstichprobe 2013 Grundfile 5 (HB), Jotzo (2012), Klenert et al. (2018), Ministry of Finance and Corporate Relations British Columbia (2016), Statistisches Bundesamt, eigene Berechnungen

© Sachverständigenrat | 19-134

Analyse zur Abschätzung der Auswirkungen

- 222.** Zur Abschätzung der Auswirkungen eines CO₂-Preises auf die privaten Haushalte wird zunächst ein **Referenzszenario** bestimmt, bei dem die Einnahmen durch **eine Pauschale je Einwohner zurückverteilt** werden. Dafür werden erneut die Daten der EVS und der UGR verwendet. ↓ ZIFFERN 165 FF. Ziel ist es zunächst, die durch die Preissignale induzierten Nachfrageeffekte zu identifizieren sowie die Belastung auf Haushaltsebene zu bestimmen. ↓ KASTEN 5 Darauf aufbauend kann diskutiert werden, welche Verteilungseffekte durch die im Referenzszenario umgesetzte Option und im Kontrast dazu durch verschiedene alternative Rückvergütungsoptionen entstehen.

↓ KASTEN 5

Methode zur Bestimmung der Belastungswirkung eines CO₂-Preises auf private Haushalte

Um die Auswirkungen einer CO₂-Bepreisung auf die privaten Haushalte zu quantifizieren, werden die Konsumdaten der EVS sowie die CO₂-Ausstöße je verausgabtem Euro gemäß UGR verwendet. ↓ KAS-

TEN 3 Ausgangspunkt ist die Annahme, dass die Ausgaben der Haushalte innerhalb der betrachteten 46 Konsumkategorien gemäß ihrem CO₂-Ausstoß um einen einheitlichen CO₂-Preis verteuert werden. Mit Hilfe von **Preiselastizitäten** wird sodann bestimmt, wie Haushalte ihre Konsummengen voraussichtlich an diese Preisänderung anpassen würden (Brännlund und Nordström, 2004). Hierbei baut die Analyse auf Pothen und Tovar Reaños (2018) auf, die mit Hilfe der EVS die Preiselastizitäten für **zehn verschiedene Konsumkategorien in Abhängigkeit vom Ausgabenniveau** der Haushalte bestimmen.

So soll berücksichtigt werden, dass die Preiselastizitäten für Güter sehr heterogen sind und Haushalte abhängig von ihrem Konsumbudget auf Preisänderungen reagieren. ↗ **TABELLE 6** Beispielsweise reagieren **Haushalte** wesentlich sensibler auf Preisänderungen bei Freizeitgütern und -dienstleistungen als auf Preisänderungen im Bereich des Energie- oder Transportbedarfs. Zudem variiert die Fähigkeit, den Konsum anzupassen, in **Abhängigkeit vom Budget**. So sinkt die Sensitivität auf Treibstoffpreise mit dem Haushaltsbudget von 0,6 auf 0,3. ↗ **TABELLE 6**

↗ **TABELLE 6**

Preiselastizitäten¹ für verschiedene Konsumkategorien nach Ausgabenquartilen in %

	Ausgabenquartil ²			
	1.	2.	3.	4.
Lebensmittel	– 0,7	– 0,7	– 0,8	– 0,8
Miete und Wasser ³	– 0,9	– 1,0	– 1,0	– 1,0
Energie ⁴	– 0,5	– 0,5	– 0,6	– 0,7
Transport ⁵	– 0,6	– 0,5	– 0,4	– 0,3
Kommunikation ⁶	– 0,7	– 0,7	– 0,7	– 0,6
Freizeit ⁷	– 0,8	– 0,9	– 1,0	– 1,0
Bekleidung	– 0,7	– 0,8	– 0,8	– 0,8
Gesundheit und Bildung	– 0,8	– 0,9	– 1,0	– 1,1
Gebrauchsgegenstände ⁸	– 0,3	– 0,5	– 0,6	– 0,8
Sonstige Dienstleistungen ⁹	– 0,9	– 1,1	– 1,1	– 1,1

1 – Preiselastizitäten geben an, wie der Konsum eines Gutes auf eine einprozentige Preissteigerung reagiert. 2 – Ausgabenquartile teilen die Haushalte gemäß ihrer gesamten Konsumausgaben in vier gleich große Gruppen ein. 3 – Einschließlich Instandhaltung und unterstellten Mieten für selbstgenutztes Wohneigentum. 4 – Strom und Heizkosten. 5 – Kraftfahrzeuge, deren Instandhaltung und Betrieb. 6 – Telekommunikation und Postdienstleistungen. 7 – Schließt neben verschiedenen Dienstleistungen elektronische Geräte, langlebige Freizeitgüter, Urlaubsreisen oder Druckwaren ein. 8 – Unter anderem Möbel, Textilien, Glaswaren und Dienstleistungen für Instandhaltung. 9 – Finanz- und Versicherungsdienstleistungen sowie sonstige Dienstleistungen.

Quelle: Pothen und Tovar Reaños (2018)

© Sachverständigenrat | 19-219

Neben der direkten Belastung durch einen CO₂-Preis und dem daraus resultierenden Nachfrageeffekt wird ebenso dargestellt, wie die Rückführung der Einnahmen die Belastung der Haushalte mindern kann. Das dadurch zur Verfügung gestellte Einkommen wird jedoch erneut für Konsum verausgabt, was dem Primärziel der CO₂-Bepreisung in Teilen entgegenwirkt. Um die zugrunde liegenden **Ein-kommenseffekte** abzuschätzen, wird ebenfalls auf die Berechnungen von Pothen und Tovar Reaños (2018) zurückgegriffen.

Die Modellrechnung verrechnet den auferlegten CO₂-Preis nicht mit der gegenwärtigen Energie- oder Stromsteuer. Es wird somit implizit angenommen, dass der CO₂-Preis zusätzlich erhoben wird. ↗ **ZIF-FER 127** Alternativ könnte die Energiesteuer vollständig oder teilweise verrechnet werden (Edenhofer et al., 2019).

Bei der Interpretation der Ergebnisse gilt es, einige Einschränkungen zu berücksichtigen. Generell ist die **Bestimmung von Elastizitäten** eine große Herausforderung, die **mit großer statistischer Unsicherheit** einhergeht. Definitorisch gelten sie für marginale Preiserhöhungen. Im Fall von CO₂-Preisen kann es sich jedoch um sehr starke Eingriffe in die Preise handeln, die deutlich stärkere Nachfrageeffekte nach sich ziehen könnten als vermutet. Zudem spiegeln die verwendeten Elastizitäten aufgrund ihrer

Datenbasis Anpassungen in einem Zeitraum von fünf Jahren wider. In der **längerer Frist** können durchaus höhere Elastizitäten erwartet werden, da erst hier langfristige Investitionen zum Tragen kommen (Edenhofer et al., 2019). Zudem reagieren Konsumenten tendenziell elastischer auf Preisänderungen, wenn diese durch eine Steueränderung ausgelöst werden, da diese durch die Öffentlichkeit stärker wahrgenommen werden. Zudem können die verwendeten Elastizitäten die tatsächliche Heterogenität der verschiedenen Konsumgüter und der sozio-demografischen Charakteristika nur eingeschränkt abbilden.

Eine weitere notwendige Annahme zur Ableitung dieser Schätzungen ist, dass die **Konsumenten** die **volle Last der Steuer** tragen. Produzenten können also annahmegemäß den gesamten CO₂-Preis auf die Konsumenten überwälzen. Dies ist eine vereinfachende Annahme. In den Bereichen Energie und Verkehr kann sie aber durchaus als realistisch betrachtet werden. ↴ **KASTEN 4** Hierin unterscheiden sich die Modellrechnungen von Edenhofer et al. (2019), die eine Überwälzung der CO₂-Bepreisung außerhalb des Verkehrs- und Gebäudesektors ausschließen. Ferner wird angenommen, dass der CO₂-Preis unabhängig vom Produktionsort auf jede Tonne CO₂ erhoben wird. Importe werden in dieser Modellrechnung also ebenfalls vollumfänglich einbezogen. In Bezug auf die Kostenweitergabe handelt es sich bei den resultierenden Belastungen der Haushalte somit um eine **Obergrenze**.

Des Weiteren kann die Simulation **wesentliche Verhaltensanpassungen nicht berücksichtigen**. Gelingt es, einen CO₂-Preis einzuführen, der den tatsächlichen CO₂-Gehalt jedes einzelnen Produkts berücksichtigt, werden innerhalb einer Konsumkategorie Produkte in unterschiedlichem Ausmaß durch einen CO₂-Preis betroffen sein, etwa weil ein Produzent sehr effizient arbeitet und sein Produkt relativ zu identischen Produkten weniger belastet wird. Aus dieser Perspektive stellen die Modellergebnisse also die maximale Belastung oder die minimale CO₂-Einsparung dar.

Ebenso kann die Substitution mit weniger CO₂-intensiven Gütern nicht berücksichtigt werden. Statt die Nachfrage nach einer Produktkategorie insgesamt zu senken, könnten weniger CO₂-intensive Güter innerhalb der Kategorie bevorzugt erworben werden. So kann beispielsweise in den Modellrechnungen nicht dafür kontrolliert werden, dass öffentliche Verkehrsmittel aufgrund ihrer CO₂-Effizienz relativ zum eigenen Auto günstiger werden. Obwohl der CO₂-Preis den öffentlichen Nahverkehr ebenfalls belasten würde, könnte die entsprechende Nachfrage aufgrund einer hohen Kreuzpreiselastizität dennoch zunehmen.

Trotz der weitreichenden Annahmen können derartige Modellrechnungen dazu dienen, die unterschiedliche Belastungswirkung zwischen Haushaltstypen zu identifizieren und Härtefälle auszumachen. Die berechneten Belastungen und CO₂-Einsparungen dürfen wegen der großen unterliegenden Unsicherheit jedoch **weder als Prognose noch als Aufkommensschätzung** interpretiert werden.

- 223. Ausgangspunkt der Modellrechnung ist ein **einheitlicher CO₂-Preis** auf alle Güter und Dienstleistungen. Durch welches Instrument dieser Preis erzielt wird, bleibt dabei unberücksichtigt. Um der erheblichen Unsicherheit über die Preis-sensitivität von Haushalten Rechnung zu tragen, wird in Anlehnung an Edenhofer et al. (2019) ein Intervall an Preiselastizitäten berücksichtigt.
- 224. Die Modellrechnungen verdeutlichen, dass **ein höheres CO₂-Preissignal stärkere Nachfrageeffekte** nach sich zieht und die CO₂-Emissionen entsprechend stärker sinken dürften. ↴ **ABBILDUNG 27 LINKS** Die Einsparungseffekte sind insbesondere auf den Rückgang in zwei Konsumkategorien zurückzuführen. Rund 60 % der Einsparung entsteht innerhalb der Kategorie Energie, rund 30 % der Reduktion geht auf Kraftstoffe zurück. Dies ist insbesondere auf den hohen güterspezifischen CO₂-Verbrauch von Heizmitteln und Kraftstoffen zurückzu-

führen sowie auf die hier durchweg aufrecht erhaltene Annahme, dass der CO₂-Preis zusätzlich zur gegenwärtigen Energiesteuer erhoben wird.

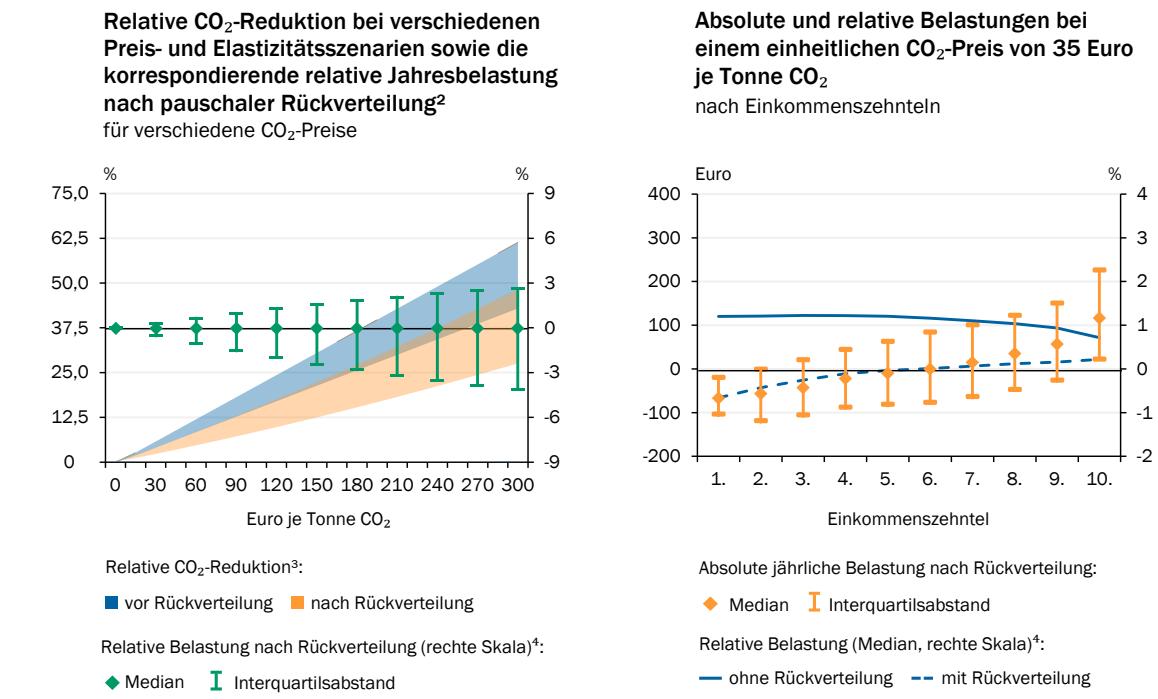
- 225.** Die dargestellten **CO₂-Einsparungen** sind mit mehreren Elementen der Unsicherheit behaftet. So vernachlässigt die Berechnung etwa, dass innerhalb der Konsumkategorien Substitutionseffekte eintreten werden. Weniger CO₂-intensive Güter oder Dienstleistungen, wie zum Beispiel der öffentliche Nahverkehr, werden relativ gesehen günstiger und dadurch stärker genutzt. Das CO₂-Einsparungspotenzial des Kraftstoffverbrauchs mindert sich also um den CO₂-Ausstoß des Substituts. Diese Effekte können in der Modellbetrachtung jedoch nicht berücksichtigt werden.

Zudem könnte die zugrunde gelegte **Preissensitivität** von Haushalten etwa durch begleitende Maßnahmen erhöht werden. ↗ ZIFFERN 245 FF. Ferner könnten die Elastizitäten bei sehr hohen CO₂-Preisen deutlich höher liegen. Die relative Reduktion im CO₂-Verbrauch würde dann nicht linear, sondern überproportional stark mit dem Preis steigen.

- 226.** Die Modellierung eines einheitlichen CO₂-Preises von 35 Euro je Tonne CO₂ führt zu einem geschätzten Steueraufkommen von ungefähr 11 Mrd Euro, die zusätzlich zu Einnahmen bei einem hypothetischen EU-ETS-Zertifikatspreis von 25 Euro je Tonne CO₂ erwirtschaftet werden. Bei der Betrachtung von Nachfrageeffekten wurden diese Einnahmen zunächst nicht berücksichtigt. Da die Schät-

↓ ABBILDUNG 27

Auswirkungen eines einheitlichen CO₂-Preises auf Einkommen und CO₂-Verbrauch privater Haushalte¹



1 – Berechnungen basieren auf dem Basisjahr 2013. 2 – Pauschale Zahlung einer aufkommensneutralen Kopfpauschale. 3 – Obere Intervallgrenze bestimmt durch 30 % höhere Elastizitäten und 10 % höheren CO₂-Gehalt der Güter. 4 – Belastung relativ zum äquivalenzgewichteten Haushaltsnettoeinkommen.

Quellen: FDZ der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder, Einkommens- und Verbrauchsstichprobe 2013 Grundfile 5 (HB), Pothen und Tovar Reaños (2018), Statistisches Bundesamt, eigene Berechnungen

© Sachverständigenrat | 19-218

zungen jedoch die Wirkungen der CO₂-Bepreisung unter **Aufkommensneutralität** erfassen sollen, werden die aggregierten Einnahmen in den Berechnungen vollständig an die Haushalte rückverteilt. Der Preis von 35 Euro je Tonne CO₂ hat dabei einen exemplarischen Charakter, da die Auswirkungen mit dem Preis linear verlaufen. Obwohl die absoluten und relativen Belastungen mit dem Preis ansteigen, verändern sich die nachfolgend diskutierten Verteilungseffekte zwischen den Einkommensgruppen nicht.

- 227.** Als Referenz wird eine **altersunabhängige Kopfpauschale** betrachtet, da sie die modelltheoretisch einfachste Methode darstellt, Aufkommensneutralität sicherzustellen. Rückverteilt werden Einnahmen, die oberhalb eines festgeschriebenen EU-ETS-Preises von 25 Euro erzielt werden. Dadurch soll sichergestellt werden, dass die bereits im Bundeshaushalt einkalkulierten Einnahmen des EU-ETS nicht doppelt verausgabt werden. Im Szenario eines einheitlichen CO₂-Preises von 35 Euro je Tonne CO₂ könnte die jährliche Pauschale 140 Euro je Person betragen. In der fiskalischen Rechnung bleibt die Minderung der Verbrauchsteuern unberücksichtigt, die durch die rückläufige Nachfrage verursacht wird. Ebenso wird die Umsatzsteuer vernachlässigt, die steuerrechtlich dem CO₂-Preis auferlegt würde. Zudem gilt es, die technischen Unsicherheiten über das Ausmaß der Anpassungsreaktionen zu berücksichtigen. ↳ **KASTEN 5**
- 228.** In Teilen wirkt das zusätzliche Einkommen den CO₂-Einsparungen entgegen, da es für Konsum verausgabt wird. Dennoch reduzieren Haushalte ihren CO₂-Verbrauch. Zum einen hängt die Konsumententscheidung der Haushalte von den relativen Güterpreisen ab. Da emissionsintensive Güter durch den CO₂-Preis relativ gesehen teurer werden, wird sich selbst bei exakter Rückgabe der Einkommensverluste eine Emissionseinsparung ergeben (Schmitz et al., 2017). Zum anderen deckt die **Kopfpauschale** lediglich die durchschnittlichen Mehrausgaben.
- 229.** Würde statt einem einheitlichen Preis ein zwischen den EU-ETS- und Nicht-EU-ETS-Sektoren **divergierender Preis** erhoben, dann hätte dies Auswirkungen auf die zu erwartende CO₂-Einsparung. ↳ **ABBILDUNG 29 ANHANG** Exemplarisch wird eine Schätzung dokumentiert, bei der ausschließlich im Nicht-EU-ETS-Bereich ein Preis von 35 Euro je Tonne CO₂ eingeführt wird. Da der durchschnittliche CO₂-Preis durch diese getrennte Bepreisung sinkt, liegen die resultierenden **CO₂-Einspareffekte niedriger** als im Szenario eines einheitlichen Preises. Diese Schätzergebnisse decken sich mit den Ergebnissen von Edenhofer et al. (2019), die in ihren Schätzungen stets von dieser Alternative ausgehen.

Pauschale Rückvergütung als Klimadividende

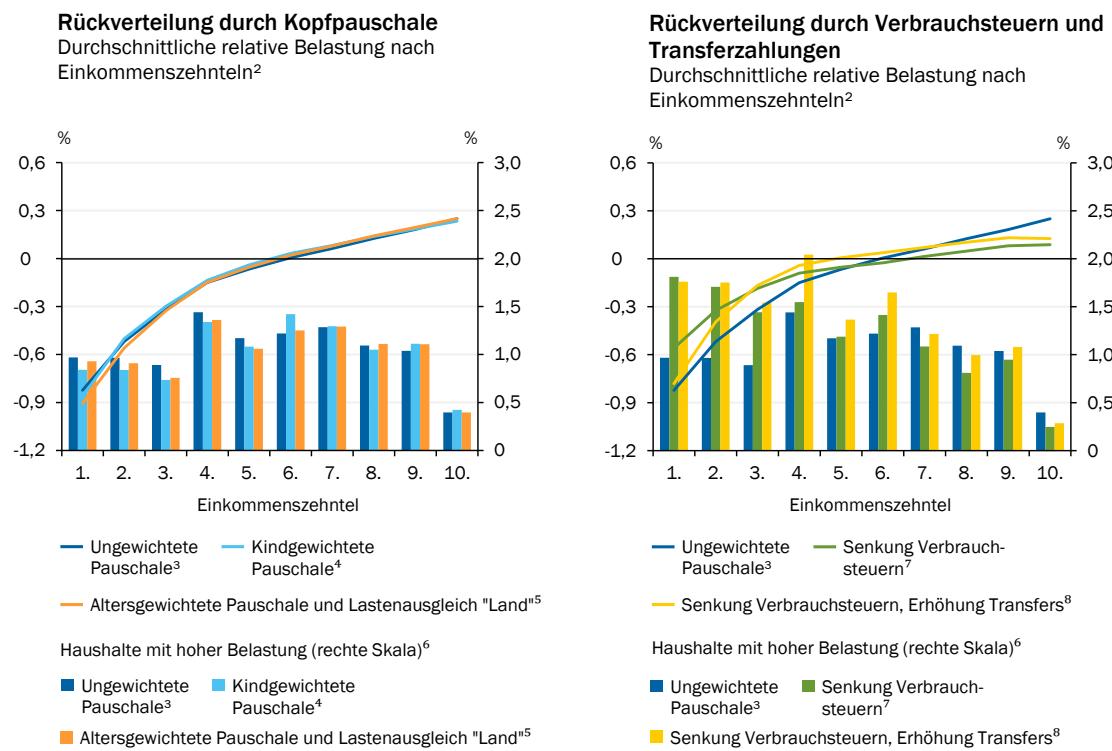
- 230.** Eine direkte Rückvergütung der Einnahmen kann über eine **pauschale Auszahlung** (Klimadividende) an jeden Bürger erzielt werden. In der Schweiz wird dies bereits praktiziert. Dort erhält jeder Bürger unabhängig vom Alter eine Kopfpauschale. In Deutschland würde eine derartige Rückverteilung die zunächst regressive Wirkung des CO₂-Preises in eine progressive Verteilungswirkung umkehren. ↳ **ABBILDUNG 27 RECHTS** Die durchschnittliche Nettobelastung wür-

de also mit dem verfügbaren Haushaltseinkommen ansteigen (Wier et al., 2005; Feng et al., 2010; Edenhofer et al., 2019).

Bis zum fünften Einkommensdezil würden Haushalte durchschnittlich entlastet, während Haushalte über dem Mediannettoäquivalenzeinkommen eine Belastung tragen müssten. ↴ ABBILDUNG 28 LINKS Ebenso würden einige Haushalte, die den unteren Einkommenszehnteln zugeordnet werden können und einen relativ hohen CO₂-Verbrauch aufweisen, durch eine CO₂-Bepreisung schlechter gestellt. Im zweiten Einkommenszehntel wäre zum Beispiel ein Viertel aller zugehörigen Haushalte in der Nettovergütung belastet. ↴ ABBILDUNG 27 RECHTS Die **Nettobelastungen** wären demnach innerhalb bestimmter Einkommensgruppen **sehr heterogen**. Diese Beobachtung verstärkt sich ebenso für höhere CO₂-Preise. ↴ ABBILDUNG 30 ANHANG Zu einem ähnlichen Fazit kommen Bach et al. (2019), Gschert et al. (2019) sowie Zerzawy und Fiedler (2019), die eine Energiesteuererre-

↳ ABBILDUNG 28

Verteilungseffekte verschiedener Rückvergütungsmechanismen¹



1 – Berechnungen für das Jahr 2013. Es wird ein einheitlicher CO₂-Preis von 35 Euro je Tonne CO₂ veranschlagt. Der Preis im EU-ETS-Sektor sei 25 Euro je Tonne CO₂. Ist ein Konsumgut im EU-ETS erfasst, wird ausschließlich die Differenz aus einheitlichem CO₂-Preis und EU-ETS-Preis für das Budget genutzt. Alle Szenarien sind aufkommensneutral. 2 – Belastung in Relation zum Nettoäquivalenzeinkommen. 3 – Einheitliche Kopfpauschale für Erwachsene und Kinder. 4 – Eine abgesenkte Pauschale für Kinder unter 25 Jahren. Die Pauschale für Kinder liegt bei 54 % der Erwachsenenpauschale. Dies entspricht dem Verhältnis der steuerrechtlichen Existenzminima von Kindern und Erwachsenen. Pauschale für Erwachsene liegt 10 % höher im Vergleich zur Pauschale ohne eine Kindergewichtung. 5 – Das Alter der Kinder wird in der Rückerstattung berücksichtigt. Pauschale richtet sich nach Verhältnissen der Regelbedarfsstufen gemäß Regelbedarfs-Ermittlungsgesetz. Zusätzlich wird ein Mehrbedarf für Alleinerziehende gewährt. Pauschale für Erwachsene liegt 13 % höher im Vergleich zur Pauschale ohne die Altersgewichtung. Haushalte, die im ländlichen Raum wohnhaft sind, erhalten eine 10 % höhere Leistung. 6 – Als Haushalte mit hoher Belastung gelten solche, die nach Rückvergütung eine Nettobelastung tragen, die 1,5 % ihres jährlichen Nettoäquivalenzeinkommens übersteigt. 7 – Stromsteuer und EEG-Umlage werden den Haushalten unter Berücksichtigung der Mindeststeuer erlassen. Der ermäßigte Umsatzsteuersatz wird bis zur Aufkommensneutralität gesenkt. 8 – Neben der Erlassung der Stromsteuer und der EEG-Umlage werden die Erhöhung der SGB II-Leistung für Unterkunft und Lebenskosten berücksichtigt. Zudem werden gegenwärtigen Wohngeldbeziehern die zusätzlichen Heizkosten vollständig erstattet. Das verbleibende Budget wird für die Senkung des ermäßigten Umsatzsteuersatzes verwendet.

Quellen: FDZ der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder, Einkommens- und Verbrauchsstichprobe 2013 Grundfile 5 (HB), Pothen und Tovar Reaños (2018), Statistisches Bundesamt, eigene Berechnungen

form in Verbindung mit der Auszahlung eines Klimabonus betrachten.

- 231.** Abseits der durchschnittlichen Belastung zeigt sich zudem, dass die ungewichtete Kopfpauschale **Härten** sehr gut **abfedern** könnte. Definiert man Härtefälle als diejenigen Haushalte, die im Szenario eines 35 Euro CO₂-Preises netto mit mehr als 1,5 % ihres Nettoäquivalenzeinkommens belastet würden, liegt deren Anteil mit einer Kopfpauschale in den unteren drei Einkommenszehnteln bei durchschnittlich 0,9 %. Erst in höheren Einkommenszehnteln steigt dieser Indikator leicht an.

Der wichtigste **Erklärungsfaktor**, warum einige Haushalte einen relativ hohen Anteil ihres Einkommens für das Begleichen des CO₂-Preises aufwenden müssen, ist eine **CO₂-intensive Heizung**. Im Vergleich zu Fernwärme würden Heizungen mit fossilen Brennstoffen signifikant stärker belastet. Aufgrund der pauschalen Rückerstattung würden zudem Alleinstehende im Durchschnitt stärker belastet. Eine große Wohnfläche sowie hohe Ausgaben für Kraftstoffe erhöhen ebenfalls die Wahrscheinlichkeit, besonders viele Abgaben leisten zu müssen. Eine Diskussion, wie eine CO₂-Bepreisung spezifische Haushalte betreffen würde, findet sich bei Frondel (2019) und dem Verein CO₂-Abgabe e. V. (2019).

- 232.** Wenn die Haushaltsgröße berücksichtigt würde, könnten insbesondere Alleinstehende stärker entlastet werden. Wenn zum Beispiel die Pauschale für Kinder geringer ausfiel als für Erwachsene, könnten die frei gewordenen Mittel genutzt werden, um die Pauschale für Erwachsene anzuheben. Das Verhältnis der Pauschale für Kinder und Erwachsene könnte sich beispielsweise an dem Verhältnis des Existenzminimums innerhalb der Einkommensteuer sowie dem Kindergeld orientieren. Derzeit liegt es bei 54 %. Gemäß den Modellrechnungen hätte eine derartige Regelung kaum Auswirkungen auf die durchschnittliche Verteilungswirkung. Allerdings **reduziert** sich der **Anteil an stark belasteten Haushalten** von durchschnittlich 1,1 % auf 1,0 %. ↴ [ABBILDUNG 28 LINKS](#)

- 233.** Die Rückführung der Mittel könnte sich zusätzlich **an der individuellen Betroffenheit orientieren**, was jedoch zugleich den Effekt auf die Emissionseinsparung reduzieren dürfte. Der französische Conseil d'analyse économique (Bureau et al., 2019) schlägt zum Beispiel neben einer spezifischen Förderung von einkommensschwächeren Haushalten gezielte Transfers vor, die abhängig vom Wohnort sind und mit dem Einkommen abnehmen. Bach et al. (2019) und Geichert et al. (2019) diskutieren zum Beispiel ein Mobilitätsgeld, das Berufspendler unabhängig von ihrer Steuerschuld entlasten soll.

Modellrechnungen, bei denen zum einen die Pauschale für Kinder in Abhängigkeit vom Alter festgesetzt wird und zum anderen diejenigen **Haushalte** einen höheren Betrag erhalten, die etwa in einer Kleinstadt oder **auf dem Land** leben und für ihren **höheren Mobilitätsbedarf entlastet** werden, deuten erneut darauf hin, dass die durchschnittliche Verteilungswirkung im unteren Einkommensbereich nahezu äquivalent bleibt. Die Anzahl an Härtefällen würde jedoch abnehmen. ↴ [ABBILDUNG 28 LINKS](#)

Ein Vorteil der pauschalen Rückvergütung wäre insbesondere die starke Sichtbarkeit. Jedes Jahr könnten Informationen versandt werden, um über die exakte

Rückzahlung sowie die Entwicklung der CO₂-Reduktion zu informieren. Die leicht nachvollziehbaren Informationen sowie die direkte und damit unmittelbar für jeden Empfänger sichtbare Ausschüttung könnte der **Akzeptanz der CO₂-Bepreisung** dienlich sein (Edenhofer et al., 2019).

234. Eine **Herausforderung** der pauschalisierten Rückvergütung ist jedoch die administrative Umsetzbarkeit. In der Schweiz kann die Kopfpauschale durch die Krankenkassen ausgezahlt werden, da diese ein **vollständiges Personenregister** besitzen. In Deutschland gibt es kein vergleichbares System. Da jedoch eine grundsätzliche Versicherungspflicht in der Gesetzlichen Krankenversicherung existiert, könnte ein System beispielsweise hieran ansetzen. Nicht gesetzlich versicherte Personen könnten über ein Opt-in-Verfahren einbezogen werden. Gechert et al. (2019) sehen im Bundeszentralamt für Steuern aufgrund der dort vorliegenden Steueridentifikationsnummern eine geeignete Institution, um die Pauschale auszuzahlen. Es bleibt jedoch offen, inwiefern der gesetzlich vorgesehene Verwendungszweck dieser Identifikationsnummer erweitert werden kann, ohne gegen das informationelle Selbstbestimmungsrecht zu verstößen. Zudem muss beachtet werden, dass die administrativen Herausforderungen tendenziell größer wären, je ausdifferenzierter die Rückgabe gestaltet ist.

Reduktion von Verbrauchsteuern als praktikable Lösung

235. Alternativ zu einer direkten Rückvergütung könnten die Einnahmen einer CO₂-Bepreisung indirekt über die **Senkung von Verbrauchsteuern** zurückgeführt werden. Im internationalen Vergleich fällt beispielsweise auf, dass in Deutschland die Abgaben auf den Stromverbrauch relativ hoch sind. ↳ [ZIFFER 103](#) Untere Einkommenszehntel werden in Relation zu ihrem Einkommen stärker belastet. ↳ [ABBILDUNG 26 RECHTS](#) Zudem würde eine Senkung der Stromkosten einen verstärkenden Effekt auf die Sektorkopplung haben, da so das Substitut für die fossilen Energieträger verbilligt würde (acatech et al., 2017). So wäre es etwa möglich, die Stromsteuer auf das europäische Mindestniveau zu senken (Edenhofer und Schmidt, 2018).

Vereinfachend wird in der Modellrechnung angenommen, dass die **Stromsteuer** ausschließlich für Haushalte gesenkt wird. Diese partielle Entlastung ist durch die Annahme motiviert, dass Gewerbe, Dienstleistungen und Handel sämtliche Mehrkosten einer CO₂-Bepreisung auf Haushalte überwälzen können und nicht belastet werden. Eine Umverteilung zwischen privaten und gewerblichen Akteuren wird dadurch in der Modellbetrachtung ausgeschlossen. Zugleich wäre es möglich, einen Großteil der **EEG-Umlage**, die momentan auf den Strompreis aufgeschlagen wird, aus den zusätzlichen Bundesmitteln zu finanzieren. Dies dürfte beihilferechtlich zulässig sein (Büdenbender, 2019). Eine weitere Möglichkeit bestünde darin, den ermäßigten Umsatzsteuersatz auf den europäischen Mindestsatz zu senken. Gemäß EVS reichen die Einnahmen aus einer CO₂-Bepreisung von 35 Euro je Tonne CO₂ für die vollständige Absenkung der Stromsteuer, der EEG-Umlage sowie für eine Senkung des ermäßigten Umsatzsteuersatzes auf 6,4 % aus.

- 236.** Im Vergleich zu der pauschalierten Rückvergütung geht die Senkung der Verbrauchsteuern mit einer **weniger progressiven** Entlastung einher. Haushalte der unteren Einkommensgruppen werden weniger stark entlastet, da für sie die absolute Steuerersparnis geringer ausfällt als eine Kopfpauschale. Für Haushalte der höheren Einkommenszehntel ist das Verhältnis der Rückgabeoptionen umgekehrt. Sie werden weniger belastet, da ihre Steuerersparnis höher ausfällt als im Fall der direkten Rückvergütung. ↘ **ABBILDUNG 28** Im Vergleich dazu würde nach den Modellrechnungen der Anteil an Härtefällen höher ausfallen. Eine direkte Kopfpauschale scheint deshalb besser geeignet, Härten abzufedern.

Die Option der Reduktion der Verbrauchsteuern dürfte jedoch praktikabler in der Umsetzung sein, da es sich um bestehende Steuern handelt. Ein generelles Problem bei der Senkung solcher Abgaben wäre allerdings, dass die Reform zwar kurzfristig aufkommensneutral ausgestaltet werden könnte. Eine **kontinuierliche Anpassung der Steuersätze in Abhängigkeit von den Einnahmen** aus der CO₂-Bepreisung dürfte je nach betrachteter Verbrauchsteuer aber einen **unterschiedlich hohen administrativen Aufwand** mit sich bringen. Dass dies in einem gewissen Umfang möglich ist, zeigt die jährliche Anpassung der EEG-Umlage.

Ausweitung von Transfers als ergänzende Maßnahmen

- 237.** Im deutschen Transfersystem existieren bereits Mechanismen, die automatisch zusätzliche Belastungen aus der Bepreisung von CO₂ ausgleichen würden. So werden im SGB II (Grundsicherung für Erwerbsfähige) sowie im SGB XII (Sozialhilfe) die tatsächlichen Aufwendungen für das Heizen der Unterkunft übernommen, sofern sie angemessen sind. Eine Klimadividende könnte deshalb mit den Transferleistungen verrechnet werden. Würde auf eine Anrechnung verzichtet, würde sich im unteren Einkommensbereich eine stärkere Entlastung ergeben, die negative Arbeitsangebotseffekte nach sich ziehen könnte. Zudem wird das Grundsicherungsniveau mit den höheren Konsumausgaben steigen. Ein Teil der Einnahmen würde also automatisch an die Haushalte zurückgeführt werden. Härtefälle würden demnach im unteren Einkommensbereich durch den gegenwärtigen Sozialstaat weitgehend ausgeschlossen. Um die Belastung einer CO₂-Bepreisung jedoch nicht nur im untersten Einkommensbereich zu dämpfen, könnte das **Wohngeld ausgeweitet werden**. Dies bedeutet jedoch zugleich, dass in dem anvisierten Einkommensbereich je nach konkreter Ausgestaltung die Bepreisung nur eine verminderte Lenkungswirkung hätte.
- 238.** In den Modellrechnungen zur pauschalen Rückvergütung wurden automatische Mechanismen zunächst vernachlässigt, da die Kopfpauschale die großzügigere Regelung für die Mehrzahl der Grundsicherungsbezieher ist. Werden jedoch ausschließlich Steuern gesenkt, wäre die **Anpassung der Grundsicherungsleistung verfassungsrechtlich geboten**. Der Finanzierungsbedarf sowie der Entlastungseffekt für die Transferempfänger sollte deshalb in den Modellkalkulationen Berücksichtigung finden. Zusätzlich wird eine **Reform des Wohngeldes** betrachtet. In den Modellrechnungen wird angenommen, dass Wohngeld beziehenden Haushalten die betrachteten Heizmehrkosten vollständig rückerstattet werden. Der Finanzierungsbedarf für die höheren Transfers wird durch

eine geringere Reduktion der Umsatzsteuer verrechnet, sodass weiterhin Aufkommensneutralität sichergestellt ist.

239. Erneut zeigt sich ein progressiver Verteilungseffekt. Im Vergleich zum Szenario der einfachen Steuerreduktion führen die Berücksichtigung der Grundsicherung und die Ausweitung des Wohngeldes jedoch zu einem **höheren Grad der Progression**.  Von den Transfers werden erwartungsgemäß die unteren beiden Einkommenszehntel begünstigt. Haushalte in den darüber liegenden Einkommenszehntel würden weniger wirksam entlastet, da die Umsatzsteuer weniger stark gesenkt werden könnte. Dadurch würde insbesondere im mittleren Einkommensbereich die Anzahl an Härtefällen zunehmen.
240. Unberücksichtigt bleibt hierbei, dass durch die Ausweitung der Grundsicherung und des Wohngeldes **mehr Personen einen Leistungsanspruch** hätten. Machen diese Personen von ihrem Recht Gebrauch, würden die Transferausgaben ebenfalls höher ausfallen.

Entlastung des Faktors Arbeit

241. Als weitere Option könnte mit Hilfe anderer **Reduktionen direkter Steuern oder Sozialversicherungsbeiträge** Aufkommensneutralität erreicht werden. Dies wurde bereits mit der im Jahr 1999 begonnenen Ökologischen Steuerreform angestrebt. Damals wurden die Rentenversicherungsbeiträge gesenkt. Motivation hierfür war es, eine „**doppelte Dividende**“ (Pearce, 1991; Goulder, 1995; Bovenberg, 1999) zu erzielen. Dabei röhrt die erste Dividende aus der Lenkungsfunktion der Umweltsteuern. Durch verringerte Emissionen sollten positive Effekte durch ein Eindämmen des Klimawandels erzeugt werden.

Die zweite Dividende entsteht durch die **Senkung der Belastung des Faktors Arbeit**. Durch die resultierende Angleichung von Nettoentlohnung und Bruttoarbeitskosten können positive Effekte für Produktion und Beschäftigung entstehen. Mit der bereits im Jahr 1991 eingeführten CO₂-Steuer in Schweden wurden einer ähnlichen Motivation folgend unter anderem die Steuersätze auf Einkommen und Kapitalerträge gesenkt (Ackva und Hoppe, 2018).

242. Die Auswirkungen einer solchen Reform hängen letztlich von ihrer genauen Ausgestaltung sowie den daraus resultierenden Reaktionen der Haushalte bezüglich ihres **Arbeitsangebots** ab. Eine statische Modellierung, wie sie hier angewandt wird, ist dazu nicht in der Lage. Es wird deshalb auf eine Detailanalyse der Verteilungswirkung dieser Reformoption verzichtet.
243. Problematisch bei einer solchen Kompensationsoption ist, dass es aufwendiger ist, den Umfang der Entlastung an die Höhe der zusätzlichen Einnahmen zu koppeln. Zum einen müsste der Aufkommenseffekt jeweils geschätzt werden, zum anderen wären regelmäßige Anpassungen des Einkommensteuertarifs oder der Sozialversicherungsbeiträge nötig. Zudem dürfte die Sichtbarkeit eher gering sein, da die individuellen Vorteile stetig über das Jahr erwirtschaftet und nicht direkt ausgezahlt werden. Jedoch könnte die Rückvergütung einfacher als im Fall der Verbrauchsteuern etwa im Einkommensteuerbescheid oder der Gehalts-

abrechnung sichtbar gemacht werden. Hinzu kommt, dass spezifische Gruppen entweder nicht einkommensteuerpflichtig sind oder keine Sozialversicherungsbeiträge zahlen. **Bestimmte Bevölkerungsgruppen** wären somit **von der Rückvergütung**, aber nicht von der CO₂-Bepreisung **ausgeschlossen**.

- 244.** Neben den angesprochenen Steuer- und Abgabensenkungen und einer pauschalen Rückführung der Mittel könnte das Steueraufkommen für **umweltpolitische Begleitmaßnahmen** verwendet werden, die auf eine stärkere Reaktion auf den CO₂-Preis abzielen und somit dessen Signalwirkung unterstützen. Die daraus resultierenden Verteilungseffekte hängen stark von der Ausgestaltung ab.

2. Begleitende Maßnahmen zielgerichtet einsetzen

Die Anschaffung emissionsärmerer Ausstattung fördern

- 245.** Das hier in den Mittelpunkt der Diskussion gerückte klimapolitische Instrument ist ein Preis für Treibhausgasemissionen. Er ist als das zentrale Instrument der Klimapolitik so vielversprechend, weil er Anreize setzt, Innovationen hin zu CO₂-ärmeren Technologien voranzutreiben. Zudem führt er dazu, dass Unternehmen und Haushalte durch entsprechendes Verhalten und geeignete Investitionen in Ausrüstungen und Gebrauchsgüter weniger CO₂ emittieren. Wie die auf Basis früherer **Reaktionen auf Preisveränderungen** geschätzten Wirkungen auf eine moderate CO₂-Bepreisung zeigen, ist die mit diesen Anreizen einhergehende Emissionsreduktion begrenzt. Voraussichtlich werden entweder sehr hohe Preise oder **stärkere Reaktionen auf Preiserhöhungen** notwendig sein, um die Ziele zur Emissionsreduktion aus internationalen Vereinbarungen einzuhalten.

Es gibt allerdings gute Gründe anzunehmen, dass die Reaktion stärker ausfallen dürfte als oben dargestellt. Zum einen wurden die historischen Reaktionen bisher bei nur relativ kleinen Preisänderungen über relativ kurze Zeiträume gemessen. Zum anderen spielten dort **neue technologische Möglichkeiten** sowie Substitutionsmöglichkeiten, die erst durch höhere Preise wettbewerbsfähig werden, keine Rolle.

- 246.** Um die Anpassungen zu intensivieren und so den zur Erreichung der Ziele benötigten CO₂-Preis einzuhegen, sollten begleitende Maßnahmen erwogen werden. Dabei sollten jedoch nur solche Maßnahmen in Betracht gezogen werden, die als Ergänzung zum CO₂-Preis gezielt Hindernisse beheben können oder auf Externalitäten abstehen. Es ist dabei insbesondere auf die **Vermeidung von Mitnahmeeffekten** zu achten.
- 247.** Eine wichtige Maßnahme wird die **Information** der Haushalte und Unternehmen sein: zum einen über die Funktionsweise des CO₂-Preises und dessen ungefähre Entwicklung, zum anderen darüber, wie sich dieser Preis bei der Kauf- und Investitionsentscheidung auf die Kosten überträgt. Dazu könnten beispielsweise beim Kauf von Kraftfahrzeugen die aggregierten Energiekosten für typisierte

Fahrer oder die Projektkosten und Kosteneinsparungen energetischer Sanierung ausgewiesen werden (Edenhofer et al., 2019).

Bestehende Instrumente wie der Energieausweis oder die Energiesparberatung können wirkungsvoll sein, sind jedoch in Deutschland noch verbesserungsfähig. So könnte eine **Ausweitung und Verbesserung der Instrumente**, beispielsweise eine Standardisierung der Energieberatung und der Energieausweise, die Entscheidungen von Wohnungskäufern und -verkäufern gleichermaßen unterstützen (Amecke, 2011; Henger et al., 2017). Andere Maßnahmen wirken bereits. So zeigen Andor et al. (2017), dass die Verwendung von Energielabels, also die Kategorisierung von Elektrogeräten gemäß ihrer Energieeffizienz, die Kaufentscheidung signifikant beeinflussen kann. Ähnliche, aus der Verhaltensökonomie als „Nudges“ bekannte Instrumente können bei richtiger Ausgestaltung ebenfalls den individuellen Energieverbrauch ohne hohen Kostenaufwand senken (Andor und Fels, 2018).

248. Um gerade budget- oder liquiditätsbeschränkten Haushalten und Unternehmen den Umstieg auf CO₂-ärzmere Ausstattungen zu ermöglichen, können Förderungen in Form von **Zuschüssen oder Darlehen für die Anschaffung** wichtig sein. Gerade bei diesen Instrumenten ist aber auf eine zielgerichtete Vergabe und die Vermeidung von Mitnahmeeffekten zu achten.

Aktuell wird im Verkehrsbereich insbesondere die **Elektromobilität** gefördert. Unternehmen werden beim Kauf von energieeffizienten und CO₂-armen schweren Nutzfahrzeugen bezuschusst (BMVI, 2018b). Unternehmen und Privatpersonen erhalten im Rahmen des Förderprogramms Elektromobilität beim Kauf der meisten PKW mit Elektro-Antrieb sowie von PKW mit Brennstoffzelle eine Förderung (BAFA, 2019). Die Elektromobilität wird dabei bis zum Jahr 2020 mit 1,2 Mrd Euro gefördert. Die Hälfte trägt der Bund, die andere Hälfte tragen die Automobilhersteller. Zudem existieren momentan steuerliche Förderungen. So wird auf batteriebetriebene Fahrzeuge beispielsweise über einen Zeitraum von zehn Jahren keine Kfz-Steuer erhoben (BMWi, 2019c). Problematisch erscheint, dass hiermit jeweils (ausschließlich) eine bestimmte Technologie gefördert wird. Viel eher sollte die Förderung unabhängig von der Technologie auf die Emissionsminderung abstellen.

249. Im **Gebäudebereich** könnten Vermieter und Mieter nicht dieselben Anreize haben, wenn es um die Energieeffizienz eines Gebäudes geht. Dies gilt insbesondere bei **Bestandsmietern**, die nur bedingt auf einen Anstieg der Energiekosten reagieren können. Der Vermieter trägt zwar die Kosten einer Sanierung und muss einen Aufwand erbringen, der Mieter ist jedoch Nutznießer der geringeren Energiekosten. Die Kosten einer energetischen Sanierung können **nur teilweise überwälzt** werden. ↴ [ZIFFER 83](#)

Die Bundesregierung fördert die freiwillige energetische Gebäudesanierung bereits mit einer Vielzahl an Instrumenten. Unter anderem bieten die Kreditanstalt für Wiederaufbau sowie das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle mehrere Förderprogramme mit einem dezidierten Fokus auf den Bereich Wärme. Hierbei handelt es sich häufig um Zuschüsse sowie **Kredite mit Tilgungs-**

zuschüssen oder einem **Teilschuldenerlass** für Privatpersonen sowie für Unternehmen und Kommunen (BMWi, 2019d).

In Frankreich werden seit dem vergangenen Jahr Haushalten mit geringem Einkommen Energieschecks zur Kompensation ausgestellt, mit denen sie Energiekosten oder Sanierungsmaßnahmen finanzieren können. Damit wird der **Umstieg auf emissionsärmere Technologien gefördert**, sodass die individuelle Steuerlast zukünftig verringert wird (Boyette, 2018).

Zusätzlich zu den Fördermaßnahmen des Bundes besteht die Möglichkeit der Ergänzung um Fördermaßnahmen der Länder. Zudem wird das **energieeffiziente Bauen** unterstützt. Insgesamt fördert der Bund den Bereich der Gebäudeeffizienz bis zum Jahr 2020 mit über 17 Mrd Euro. Seit dem Jahr 2000 haben rund fünf Millionen Eigentümer eine Förderung erhalten (BMWi, 2018c).

- 250. Im Koalitionsvertrag wurde ein „Wahlrecht zwischen einer Zuschussförderung und einer Reduzierung des zu versteuernden Einkommens“ festgehalten (Bundesregierung, 2018). Es existiert jedoch bislang keine steuerliche Begünstigung der Sanierung über verbesserte steuerliche Abschreibungsmöglichkeiten. **Gezielte Prämien** beispielsweise zum Austausch von Heizanlagen könnten **der steuerlichen Abschreibung** jedoch **überlegen** sein. Zum einen werden so Mitnahmeeffekte reduziert. Zum anderen werden Personen mit vergleichsweise niedrigem Einkommen kaum über steuerliche Maßnahmen erreicht.
- 251. Alternativ könnten die **Anreize zur Sanierung bei der Festsetzung der Miete ansetzen**. So könnte etwa der Spielraum der Mieterhöhung nicht über eine Modernisierungsumlage an eine feste Quote gekoppelt werden, sondern von der Heizkosteneinsparung der Mieter abhängen. Dies wäre vergleichbar mit einem Nebenkostenaufschlag, der von der Einsparung abhängt (Klinski, 2010; Kossmann et al., 2016).
- 252. In einigen Bereichen sind die Bereitstellung von **Infrastruktur und die Schaffung geeigneter Rahmenbedingungen** notwendig, um Substitutionsgelegenheiten erst zu schaffen. Dazu kann etwa ein Ausbau des öffentlichen Personennahverkehrs, des Fernverkehrs und der Fahrrad- und Fußgängerinfrastruktur zählen. Zudem kann der Ausbau der Infrastruktur für den Auto- und den intelligenten Güterverkehr notwendig sein, etwa durch die Erweiterung des Tankstellennetzes (der Ladestationen) für andere Antriebsarten. Des Weiteren bedarf es eines **Ausbaus der Netz- und Speicherinfrastruktur**. Hierbei kann von staatlicher Seite das Setzen einheitlicher Standards sinnvoll sein. Der Ausbau des Netzes könnte dann privatwirtschaftlich organisiert werden. ↗ [ZIF-FER 71](#)
- 253. Bei der Gebäudesanierung wie beim Ausbau der Infrastruktur sind der Fachkräftemangel und die **ausgelasteten Kapazitäten** begrenzende Faktoren. Selbst sanierungswilligen Gebäudeeigentümern fällt es schwer, ausreichend geeignetes Personal zu finden (Umweltbundesamt und BMU, 2011; Pfür und Müller, 2013; Kenkmann und Braungardt, 2018). Dies macht zum einen Produktivitätssteigerungen und zum anderen Maßnahmen zur Erhöhung und besseren Nutzung des

Arbeitskräftepotenzials, etwa durch höhere Zuwanderung von Fachkräften oder eine Flexibilisierung der Arbeitszeiten, notwendig (JG 2018 Ziffern 89 ff.).

254. Die Transformation einer Volkswirtschaft hin zu drastisch reduziertem CO₂-Verbrauch wirft einen hohen Investitions- und Kapitalbedarf auf. Dabei kommt dem Finanzmarkt eine besondere Rolle zu. Dort werden die Mittel mobilisiert, um die durch den CO₂-Preis angeregten Investitionen in CO₂-ärmere Technologien zu finanzieren. Angesichts der **großen Finanzierungserfordernisse** für Investitionen und möglicher Wertveränderungen bestehender Vermögenstitel durch den Klimawandel sollte die Stabilität des Finanzsystems im Hinblick auf Klimarisiken in besonderem Maße beobachtet werden. ↗ **KASTEN 6**

↗ **KASTEN 6**

Chancen und Risiken des Klimawandels für die Finanzmärkte

Risiken für den Finanzsektor entstehen durch die globale Erwärmung selbst und als Resultat einer sich verschärfenden (politischen) Regulierung, die darauf abzielt, eine dekarbonisierte Wirtschaft zu schaffen (EZB, 2019). Die Literatur diskutiert als ein potenzielles Risiko für die Finanzstabilität die **Carbon Bubble**, die angenommene Überbewertung von kohlenstoffintensiven Unternehmen, die sich nicht zuletzt aus einer Unvereinbarkeit mit den Zielen des Pariser Klimaabkommens ergeben könnte. Es kann zu einem Wertverlust bei Vermögenswerten kommen („**stranded assets**“), wenn bereits getätigte Investitionen aufgrund von klimapolitisch verursachten Veränderungen der Marktbedingungen oder Regulierungen nicht mehr rentabel sind.

Aufgrund der hohen Fremdkapitalquote in kohlenstoffintensiven Industrien drohen in diesem Zusammenhang unter Umständen hohe Verluste für Finanzinstitutionen (ESRB, 2016). Aus den genannten Gründen wäre ein geordneter Übergang zu klimafreundlichen Investitionen statt abrupter **Desinvestitionen** aus CO₂-intensiven Anlagen vermutlich mit weniger Risiken für die Stabilität des Finanzsystems verbunden (ESRB, 2016). Um Risiken aus dem Klimawandel und der Klimapolitik für die Finanzstabilität umfassend bewerten zu können, ist zudem die Erweiterung vorhandener Stresstests um Szenarien geboten, die Risiken aus dem Klimawandel explizit berücksichtigen.

Gleichzeitig kommt dem Finanzsektor eine wesentliche Rolle bei der Finanzierung der globalen Investitionsbedarfe im Rahmen der internationalen Klimapolitik und der Lenkung hin zu nachhaltigen Investitionen zu. Hier ergeben sich Chancen, durch geeignete Adoptionsstrategien den sich ergebenden Herausforderungen aktiv zu begegnen. **Nachhaltige Investitionsansätze** schränken das Anlageuniversum auf Basis von ESG-Kriterien (Umwelt, Soziales und Governance) ein oder adressieren gezielt ausgewählte Nachhaltigkeitsherausforderungen („Impact Investment“). Die Berücksichtigung von ESG-Kriterien bei Investitionen kann für Investoren unter Umständen eine Versicherungsfunktion gegen Klimarisiken einnehmen (Jagannathan et al., 2017; Bannier et al., 2019).

In den vergangenen Jahren sind darüber hinaus eine Reihe von klimafreundlichen Finanzinstrumenten entwickelt worden, bei denen Green Bonds aufgrund ihres Volumens an erster Stelle zu nennen sind. **Green Bonds** sind Schuldverschreibungen, deren Erlöse zweckgebunden für die Umsetzung von Umwelt- und Klimaschutzprojekten eingesetzt werden. Seit im Jahr 2007 der erste Green Bond durch die Europäische Investitionsbank (EIB) emittiert wurde, hat das Instrument deutlich an Bedeutung gewonnen (Climate Bonds Initiative, 2018). Green Bonds können durch Staaten („Sovereign Green Bonds“) und Unternehmen platziert werden. Unter Berücksichtigung des kumulierten weltweiten Emissionsvolumens seit dem Jahr 2007 und der Neuemissionen im Jahr 2018 sind amerikanische, chinesische und französische Emittenten die zentralen Akteure im Markt für Green Bonds (Climate Bonds Initiative, 2019). In den USA wird der Markt für Green Bonds durch eine steuerliche Vorzugsbehandlung unterstützt. Der deutsche Markt ist weltweit der viertgrößte Emissionsmarkt für Green

Bonds (Climate Bonds Initiative, 2017). Möglicherweise könnte der Investorenkreis für staatliche Anleihen durch die Emission von Green Bonds durch Bund, Länder und Gemeinden nach dem Vorbild europäischer Nachbarländer erweitert werden.

Um die Integrität des nachhaltigen Finanzmarkts zu schützen und Anlegern den Zugang zu diesen Produkten zu erleichtern, sind die Bestrebungen zur Entwicklung eines einheitlichen **EU-Klassifikationssystems** und die Entwicklung von **Kennzeichnungssystemen** für nachhaltige Finanzprodukte innerhalb der EU wichtige Schritte (Europäische Kommission, 2018c). Die Entwicklung eines einheitlichen **Benchmark-Konzepts**, das es Investoren erleichtert, die CO₂-Bilanz ihrer Investitionen und das bestehende Risiko durch stranded assets zutreffend einzuschätzen, scheint ebenso sinnvoll. Die jüngste politische Einigung auf EU-Ebene über neue Offenlegungspflichten in Bezug auf nachhaltige Investitionen und Nachhaltigkeitsrisiken ist in diesem Zusammenhang zu begrüßen (Europäische Kommission, 2019f).

Eine Vorzugsbehandlung nachhaltiger Investments durch geringere **Eigenkapitalanforderungen**, wie von der Europäischen Kommission in ihrem Aktionsplan vom März 2018 vorgeschlagen (Europäische Kommission, 2018d), ist nicht angebracht. Aufsichtsrechtliche Regularien sollten nicht dazu genutzt werden, um Kapitalflüsse in Richtung grüner Anlageformen zu lenken, ohne dass es einen Beleg dafür gibt, dass solche Anlageformen weniger risikobehaftet sind als andere (EZB, 2018). Andernfalls würde dies unter Umständen ein Risiko für die Finanzstabilität darstellen.

Keine Überfrachtung mit industrie- und regionalpolitischen Zielen

- 255.** Mit den bislang umgesetzten Maßnahmen der deutschen Klima- und Umweltpolitik wurden häufig zugleich **andere Ziele als der Klimaschutz** verfolgt. Dazu zählen etwa Ziele der Industrie- und Regionalpolitik, der Sicherstellung gleichwertiger Lebensverhältnisse oder die Reduktion der Schadstoffbelastung in Städten. Es wäre jedoch dringend anzuraten, diese Ziele im Zuge der Umstellung der Klimapolitik auf eine CO₂-Bepreisung vom Klimaschutz getrennt und, falls notwendig, mit geeigneteren und zielgenaueren Instrumenten zu verfolgen.
- 256.** So sind etwa die **Externalitäten** des Verkehrs in Städten, allen voran Staus, Lärm und Luftverschmutzung, lokale Probleme, die sich besser durch eine vor Ort umgesetzte Bepreisung der Verursacher der Externalität eingrenzen lassen. Eine **Städte-Maut**, die sich nach der lokalen Belastung, der Tageszeit und dem Emissionsausstoß des Fahrzeugs richtet, würde die externen Kosten sichtbar machen und so zu einer effizienten Reduktion der Externalitäten führen (JG 2018 Ziffern 30 ff.). Außerhalb der Städte können über Mautsysteme die Kosten der Nutzung der Straßeninfrastruktur eingepreist werden. ↵ **ZIFFER 106** Ähnlich könnte der Stromverbrauch mittels entsprechender Netzentgelte anhand von Smartmeter-Anwendungen gesteuert werden, um lokale Netzengpässe oder Netzzusammenbrüche zu verhindern (Wissenschaftlicher Beirat beim BMWi, 2014).
- 257.** Eine **lenkende Industriepolitik** zur Förderung spezieller Industrien oder Technologien ist keine zielführende industriepolitische Strategie. Sinnvoll ist es vielmehr, eine **technologienneutral** ausgestaltete Innovationspolitik zu betreiben. Ein einheitlicher sektorübergreifender CO₂-Preis trägt hierzu bei. Zudem

sollte darauf geachtet werden, mit den ihn begleitenden Maßnahmen, wenn-
gleich diese sinnvoll sein können, keine erneuten Verzerrungen zu schaffen.

Der Umbau des Systems der Energieversorgung führt zu einem **Strukturwan-
del**. Dessen Konsequenzen mit geeigneten Maßnahmen **abzufedern**, kann aus
sozialpolitischer Sicht geboten sein. Allerdings sollte es für die Entscheidung
darüber, ob ein über die **bereits vorhandenen Mechanismen** des Steuer-
und Transfersystems und der Regionalpolitik hinausgehender Eingriff notwen-
dig ist, kein Kriterium sein, ob der Strukturwandel durch den Klimawandel,
technologischen Wandel oder die Globalisierung ausgelöst wurde. Das Argu-
ment, dass der Strukturwandel im Falle des Klimawandels durch diskretionäre
Politikentscheidungen herbeigeführt wird und daher gesondert behandelt wer-
den sollte, kann nicht überzeugen. Schließlich ließe sich in ähnlicher Weise an-
führen, dass der durch die Globalisierung und den technologischen Wandel aus-
gelöste Strukturwandel ebenfalls durch viele diskretionäre politische Eingriffe
vorangetrieben wird, etwa die Festsetzung von Zöllen und Freihandelsabkom-
men oder die Regulierung und Förderung technologischer Innovationen.

VIII. FAZIT: CO₂-PREIS ALS ZENTRALES INSTRUMENT DER KLIMAPOLITIK ETABLIEREN

- 258.** Der Bundesregierung bietet sich aktuell die große Chance, die ordnungsrechtlich geprägte Klimapolitik der Vergangenheit hinter sich zu lassen. Durch eine konsequente Bepreisung von Treibhausgasemissionen kann sie die dringend benötigte Kurskorrektur der deutschen Klimapolitik vornehmen. Diese **Neuausrichtung der Klimapolitik** sollte die einer kleinteiligen Zielsetzung folgende Detailsteuerung ersetzen und sich an marktwirtschaftlichen Instrumenten orientieren. Nur so können die vereinbarten Klimaziele volkswirtschaftlich effizient erreicht werden. Dadurch könnte sich Deutschland als **internationales Vorbild** bei der nationalen Durchsetzung global vereinbarter Klimaziele erweisen und zugleich einen Beitrag dazu leisten, die gesellschaftliche Akzeptanz für den Klimaschutz zu erhöhen. Eine verlässliche und langfristige Strategie setzt zudem Anreize für Innovationen und Investitionen in klimafreundlichere Alternativen.
- 259.** Das Ziel dieses Neuaufbruchs in der Klimapolitik sollte eine mittelfristig, spätestens zum Jahr 2030 erreichte Integration aller relevanten Sektoren in einen **umfassenden europäischen Emissionshandel** für Treibhausgase sein. Mit diesem Schritt würden getrennte klimapolitische Ziele einzelner Sektoren aufgelöst, und der im integrierten Emissionshandel etablierte Preis wäre das zentrale Instrument des europäischen Klimaschutzes. Zusätzliche nationale Klimaziele sollten ersatzlos entfallen.

Dieser integrierte Emissionshandel sollte dann wiederum perspektivisch mit anderen Systemen weltweit mit dem Ziel verknüpft werden, für Treibhausgase eine **weltweit einheitliche Bepreisung** zu vereinbaren. Die Verhandlungen zur Vorbereitung dieser Ausweitung des EU-ETS und zu dessen globaler Verknüpfung sollten bereits jetzt beginnen. Sollte es nicht gelingen, alle Mitgliedstaaten für die Ausweitung des EU-ETS zu gewinnen, bestünde die Möglichkeit eines **Opt-in**, bei dem die bislang nicht durch den EU-ETS erfassten Sektoren mehrerer Mitgliedstaaten in den EU-ETS integriert werden. ↴ [ZIFFER 117 FF.](#)

- 260.** Deutschlands **Vorbildfunktion** sollte darin bestehen, zusammen mit den europäischen Partnern die vereinbarten klimapolitischen Ziele auf volkswirtschaftlich effiziente Weise zu erreichen; dies kann mit einem umfassenden Emissionshandel gelingen. Nicht sinnvoll ist es hingegen, über die europäisch vereinbarten Ziele hinaus weitere nationale oder gar sektorale Ziele anzustreben: Die Bereitschaft dazu, noch größere klimapolitische Anstrengungen zu unternehmen, sollte Deutschland als **Hebel in europäischen und globalen klimapolitischen Verhandlungen** einsetzen. Ansonsten verpufft die Chance, andere Staaten im Sinne des Prinzips der Reziprozität auf gemeinsam gesetzte ambitioniertere Ziele zu verpflichten.
- 261.** Die Bundesregierung sollte den Weg hin zu dieser integrierten Bepreisung von Treibhausgasen umgehend beschreiten, indem jetzt in den bislang nicht vom EU-ETS erfassten Bereichen ein **getrenntes System der Bepreisung** als

zentrales klimapolitisches Instrument für den Übergang eingerichtet wird. Das mittelfristige Ziel muss es aber bleiben, dieses getrennte System im integrierten Emissionshandel aufzugehen zu lassen. Für diese Übergangslösung für den Nicht-EU-ETS-Bereich stehen **zwei Wege** zur Verfügung, ein separater Emissionshandel und eine CO₂-Steuer.

Bei beiden Ansätzen ist der Wille der Politik entscheidend, glaubwürdig den CO₂-Preis als zentrales Instrument der Klimapolitik zu etablieren. Ein getrennter Emissionshandel für den Nicht-EU-ETS-Bereich dürfte als klimapolitische Strategie einfacher zu kommunizieren und leichter in den EU-ETS überführbar sein. Seine Einrichtung wird jedoch einige Zeit in Anspruch nehmen. Die politische Herausforderung besteht in diesem Falle darin, durch rasche Schritte zu seiner Einrichtung **glaubwürdig** zu signalisieren, dass diese ernsthaft angestrebt wird und die Wahl dieses Wegs **keine Verzögerungstaktik** darstellt. Zudem wird ein Emissionshandelssystem voraussichtlich nur dann die in es gesetzten Hoffnungen erfüllen, wenn die Marktteilnehmer von der Verbindlichkeit der Mengenbeschränkung ausgehen.

Fällt die Entscheidung auf ein separates Emissionshandelssystem, so sind die Menge der Emissionszertifikate und deren Pfad festzulegen. Es liegt nahe, mit einer relativ hohen Zertifikatsmenge einzusteigen und diese im Zeitverlauf dann deutlicher abzusenken. Zudem sollte sofort mit den **administrativen Vorbereitungen** begonnen werden. ↗ [ZIFFER 10](#) Falls sich die Politik entscheidet, einen Preiskorridor festzulegen, müssten die Pfade von Mindest- und Höchstpreis festgelegt werden. ↗ [ZIFFERN 141 FF.](#)

262. Eine **CO₂-Steuer** ließe sich in den Nicht-EU-ETS-Sektoren hingegen vergleichsweise rasch einrichten, indem auf das bestehende System der Energiebesteuerung aufgesetzt wird. Allerdings kann es bei diesem Weg nicht darum gehen, zu Beginn einen durch eine CO₂-Steuer vorgegebenen Preispfad auszurufen und diesen in den kommenden Jahren zu vollziehen. Vielmehr sind die in den Sektoren Verkehr und Gebäude vorliegenden Vermeidungskosten unbekannt, sodass der CO₂-Preis nicht nur ein Steuerungssignal abgibt, sondern gleichzeitig als **Entdeckungsverfahren** für diese bislang unbekannten Kosten dient.

Die CO₂-Steuer kann nur dann sinnvoll als klimapolitisches Instrument hin zu einem integrierten Emissionshandel eingesetzt werden, wenn die Politik es durchhält, diese Steuer entsprechend dem Grad der Verfehlung der klimapolitischen Ziele **regelmäßig nachzusteuern**. Zudem wird eine CO₂-Steuer vermutlich nur dann breiten Rückhalt in der Bevölkerung finden, wenn die Bürger davon ausgehen, dass die einmal eingeführte CO₂-Steuer nicht entlang des Weges für andere politische Ziele jenseits der Klimapolitik genutzt werden wird: Sie muss demnach **zwingend wieder abgeschafft** werden, wenn die Nicht-EU-ETS-Sektoren in den integrierten Emissionshandel überführt werden. Dies glaubwürdig zu signalisieren, muss der Politik nach den steuerpolitischen Erfahrungen der Vergangenheit erst einmal gelingen.

Fällt die Entscheidung auf eine CO₂-Steuer, muss zunächst der zu Beginn erhobene Steuersatz festgelegt werden. Dabei ist ein **Einstieg mit einer relativ niedrigen Höhe** empfehlenswert. Es liegt dabei nahe, sich an den aktuellen

Preisen im EU-ETS zu orientieren und somit bei einem zwischen 25 und 50 Euro angesiedelten Wert zu beginnen. Doch je niedriger der Einstieg, umso schärfere müssten danach die künftigen Steuererhöhungen ausfallen, um auf Verfehlungen der Zielvorgaben zu reagieren. ↴ [ZIFFER 134](#)

263. Beide Wege eint, dass auf drei Aspekte geachtet werden muss:

- Erstens ist die internationale **Wettbewerbsfähigkeit** der deutschen Unternehmen zu wahren. Dazu steht ein bereits im EU-ETS bewährtes Instrumentarium bereit, das energieintensive und im internationalen Wettbewerb stehende Unternehmen vor klimapolitisch bedingten Wettbewerbsnachteilen bewahrt. Die Auswirkungen der Klimapolitik auf heimische Unternehmen sind zwar im Nicht-EU-ETS-Bereich geringer, aber eine schritthaltende Erfassung der Wirkungen und Anpassung der kompensatorischen Instrumente ist anzuraten. Allerdings gilt: Je **größer** die internationale **Koalition** für eine CO₂-Bepreisung ist, desto **geringer** sind die ansonsten drohenden **negativen Rückwirkungen**. Zum einen hätten bei einer umfassenden Bepreisung heimische Unternehmen keinen Wettbewerbsnachteil gegenüber ihren ausländischen Konkurrenten. Zum anderen sinkt die Gefahr, dass der CO₂-Verbrauch lediglich in andere Staaten verlagert wird. Würde man dies zulassen, würden zwar die nationalen Reduktionsziele erreicht, der Klimawandel würde jedoch nicht eingedämmt.
- Zweitens sind zielgerichtete **begleitende Maßnahmen** notwendig, um die Anreize für Verhaltensanpassungen und Investitionen in CO₂-ärmer Ausstattungen und Gebrauchsgüter zu stärken. Dazu zählen etwa die Information von Haushalten und Unternehmen und Infrastrukturinvestitionen. Genauso ist das System der Energiebesteuerung perspektivisch komplett zu überarbeiten und konsequent auf den impliziten CO₂-Gehalt der Energieträger auszurichten. Mit der Energiebesteuerung bislang verbundene andere fiskalische Zwecke, etwa die Finanzierung der Straßeninfrastruktur, könnten stattdessen durch nutzungsabhängige Gebühren finanziert werden.
- Drittens sollten die **Einnahmen** aus der Bepreisung von CO₂, sei es aus der Versteigerung von Zertifikaten oder einer CO₂-Steuer, **zurückverteilt** werden. Dies könnte die Akzeptanz für die Maßnahme in der Öffentlichkeit maßgeblich steigern. Die Lenkungswirkung zur Reduktion von Treibhausgasemissionen sollte im Vordergrund stehen. Neben der entsprechenden Ausgestaltung wird es für die Politik zudem essenziell sein, die Öffentlichkeit im Detail zu **informieren** und die Wirkungsweise und institutionellen Veränderungen zu **erklären**. Die Kennzeichnung und Sichtbarkeit der Maßnahmen erscheint dafür unerlässlich.

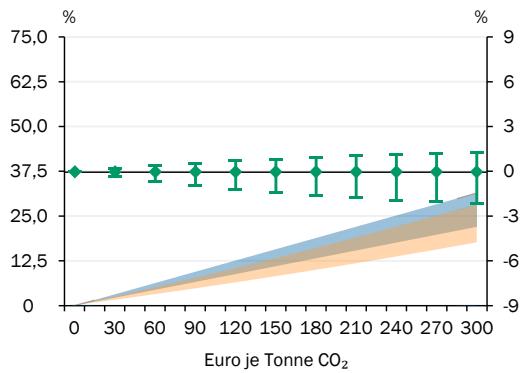
264. Insgesamt stehen der Politik somit umfassende Möglichkeiten zur Verfügung, ein **Reformpaket** zu schnüren, das aufgrund seiner konsequenten Ausrichtung an der Idee der Bepreisung von Treibhausgasen klimapolitisch sinnvoll ist, die unabsehbar aus dem Transformationserfordernis entstehenden volkswirtschaftlichen Belastungen begrenzt und sie zugleich sozial ausgewogen gestaltet. Entscheidend ist nun der Wille, diesen Aufbruch zu einer neuen Klimapolitik konsequent zu beschreiten.

ANHANG

↓ ABBILDUNG 29

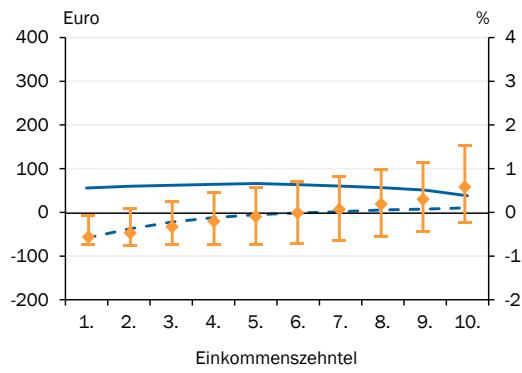
Auswirkungen eines CO₂-Preises in Nicht-EU-ETS-Sektoren auf Einkommen und CO₂-Verbrauch privater Haushalte¹

Relative CO₂-Reduktion bei verschiedenen Preis- und Elastizitätsszenarien sowie die korrespondierende relative Jahresbelastung nach pauschaler Rückverteilung²
für verschiedene CO₂-Preise im Nicht-EU-ETS-Sektor



Relative CO₂-Reduktion³:
■ vor Rückverteilung ■ nach Rückverteilung
 Relative Belastung nach Rückverteilung (rechte Skala)⁴:
◆ Median I Interquartilsabstand

Absolute und relative Belastungen bei einem einheitlichen CO₂-Preis von 35 Euro je Tonne CO₂ in Nicht-EU-ETS-Sektoren nach Einkommenszehnteln



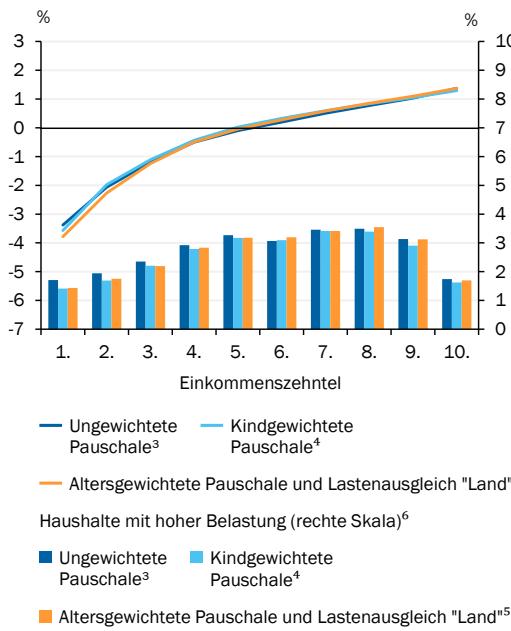
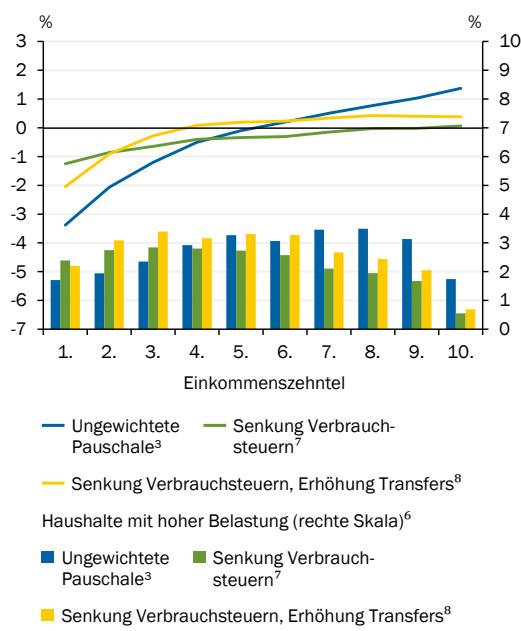
Absolute jährliche Belastung nach Rückverteilung:
◆ Median I Interquartilsabstand
 Relative Belastung (Median, rechte Skala)⁴:
— ohne Rückverteilung --- mit Rückverteilung

1 – Berechnungen basieren auf dem Basisjahr 2013. Als Nicht-EU-ETS-Sektoren werden ausschließlich Gebäude und Verkehr berücksichtigt.
 2 – Pauschale Zahlung einer aufkommensneutralen Kopfpauschale. 3 – Obere Intervallgrenze bestimmt durch 30 % höhere Elastizitäten und 10 % höheren CO₂-Gehalt der Güter. 4 – Belastung relativ zum äquivalenzgewichteten Haushaltsnettoeinkommen.

Quellen: FDZ der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder, Einkommens- und Verbrauchsstichprobe 2013 Grundfile 5 (HB), Pothen und Tovar Reaños (2018), Statistisches Bundesamt, eigene Berechnungen

© Sachverständigenrat | 19-230

↓ ABBILDUNG 30

Verteilungseffekte verschiedener Rückvergütungsmechanismen bei einem einheitlichen CO₂-Preis von 130 Euro je Tonne CO₂¹**Rückverteilung durch Kopfpauschale**Durchschnittliche relative Belastung nach Einkommenszehnteln²**Rückverteilung durch Verbrauchsteuern und Transferzahlungen**Durchschnittliche relative Belastung nach Einkommenszehnteln²

1 – Berechnungen für das Jahr 2013. Es wird ein einheitlicher CO₂-Preis von 130 Euro je Tonne CO₂ veranschlagt. Der Preis im EU-ETS-Sektor sei 25 Euro je Tonne CO₂. Ist ein Konsumgüter im EU-ETS erfasst, wird ausschließlich die Differenz aus einheitlichem CO₂-Preis und EU-ETS-Preis für das Budget genutzt. Alle Szenarien sind aufkommensneutral. 2 – Belastung in Relation zum Nettoäquivalenzeinkommen. 3 – Einheitliche Kopfpauschale für Erwachsene und Kinder. 4 – Eine abgesenkte Pauschale für Kinder unter 25 Jahren. Die Pauschale für Kinder liegt bei 54 % der Erwachsenenpauschale. Dies entspricht dem Verhältnis der steuerrechtlichen Existenzminima von Kindern und Erwachsenen. Pauschale für Erwachsene liegt 10 % höher im Vergleich zur Pauschale ohne eine Kindergewichtung. 5 – Das Alter der Kinder wird in der Rückerstattung berücksichtigt. Pauschale richtet sich nach Verhältnissen der Regelbedarfsstufen gemäß Regelbedarfs-Ermittlungsgesetz. Zusätzlich wird ein Mehrbedarf für Alleinerziehende gewährt. Pauschale für Erwachsene liegt 13 % höher im Vergleich zur Pauschale ohne die Altersgewichtung. Haushalte, die im ländlichen Raum wohnhaft sind, erhalten eine 10 % höhere Leistung. 6 – Als Haushalte mit hoher Belastung gelten solche, die nach Rückvergütung eine Nettobelastung tragen, die 5 % ihres jährlichen Nettoäquivalenzeinkommens übersteigt. 7 – Stromsteuer und EEG-Umlage werden den Haushalten unter Berücksichtigung der Mindeststeuer erlassen. Der ermäßigte Umsatzsteuersatz wird bis zur Aufkommensneutralität gesenkt. 8 – Neben der Erlassung der Stromsteuer und der EEG-Umlage werden die Erhöhung der SGB II-Leistung für Unterkunft und Lebenskosten berücksichtigt. Zudem werden gegenwärtigen Wohn-geldbeziehern die zusätzlichen Heizkosten vollständig erstattet. Das verbleibende Budget wird für die Senkung des ermäßigten Umsatzsteuersatzes verwendet.

Quellen: FDZ der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder, Einkommens- und Verbrauchsstichprobe 2013 Grundfile 5 (HB), Pothen und Tovar Reaños (2018), Statistisches Bundesamt, eigene Berechnungen

© Sachverständigenrat | 19-231

LITERATUR

- AAAS (2009), AAAS reaffirms statements on climate change and integrity, <https://www.aaas.org/news/aaas-reaffirms-statements-climate-change-and-integrity>, abgerufen am 7.7.2019.
- acatech, Leopoldina und Akademieunion (2017), Sektorkopplung – Optionen für die nächste Phase der Energiewende, Stellungnahme des Akademienprojekts „Energiesysteme der Zukunft“, Schriftenreihe zur wissenschaftsbasierten Politikberatung, München.
- acatech, Leopoldina und Akademieunion (2015), Die Energiewende europäisch integrieren: Neue Gestaltungsmöglichkeiten für die gemeinsame Energie- und Klimapolitik, Stellungnahme des Akademienprojekts „Energiesysteme der Zukunft“, Schriftenreihe zur wissenschaftsbasierten Politikberatung, München.
- Acemoglu, D., U. Akcigit, D. Hanley und W. Kerr (2016), Transition to clean technology, Journal of Political Economy 124 (1), 52–104.
- Ackva, J. und J. Hoppe (2018), The carbon tax in Sweden, Fact Sheet, adelphi und Ecofys im Auftrag des BMU, Berlin.
- ADAC (2019), Benzinpriese im europäischen Ausland, <https://www.adac.de/verkehr/tankens-kraftstoffantrieb/ausland/spritpreise-ausland>, abgerufen am 28.6.2019.
- Ademmer, M. et al. (2018), Aufschwung stößt an Grenzen – Belebung nur temporär, Deutsche Konjunktur im Winter 2018, Kieler Konjunkturberichte Nr. 50 (2018|4), Institut für Weltwirtschaft, Kiel.
- AGEB (2019), Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2018, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e. V., Berlin.
- Aghion, P., A. Dechezleprêtre, D. Hémous, R. Martin und J. Van Reenen (2016), Carbon taxes, path dependency, and directed technical change: Evidence from the auto industry, Journal of Political Economy 124 (1), 1–51.
- Agora Energiewende (2018), Stromnetze für 65 Prozent Erneuerbare bis 2030 – Zwölf Maßnahmen für den synchronen Ausbau von Netzen und Erneuerbaren Energien, Impuls, Berlin.
- Agora Energiewende (2017), Erneuerbare vs. fossile Stromsysteme: ein Kostenvergleich, Analyse, Berlin.
- Agora Energiewende und Agora Verkehrswende (2019), 15 Eckpunkte für das Klimaschutzgesetz, Impuls, Berlin.
- Agora Energiewende und Agora Verkehrswende (2018), Die Kosten von unterlassenem Klimaschutz für den Bundeshaushalt – Die Klimaschutzverpflichtungen Deutschlands bei Verkehr, Gebäuden und Landwirtschaft nach der EU-Effort-Sharing Entscheidung und der EU-Climate-Action-Verordnung, Studie, Berlin.
- Agora Energiewende und Aurora ER (2018), 65 Prozent Erneuerbare bis 2030 und ein schrittweiser Kohleausstieg – Auswirkungen der Vorgaben des Koalitionsvertrags auf Strompreise, CO₂-Emissionen und Stromhandel, Analyse, Agora Energiewende und Aurora Energy Research, Berlin.
- Agora Energiewende und Öko-Institut (2018), Vom Wasserbett zu Badewanne – Die Auswirkungen der EU-Emissionshandelsreform 2018 auf CO₂-Preis, Kohleausstieg und den Ausbau der Erneuerbaren, Analyse, Berlin.
- Agora Verkehrswende (2018), CO₂-Minderung bei Pkw – die Rolle der Steuerpolitik. Ein europäischer Vergleich, Berlin.
- Alberta Government (2019), Climate leadership plan progress report 2017-18, Alberta Climate Change Office, Government of Alberta.
- Alexeeva-Talebi, V. (2010), Cost pass-through in strategic oligopoly: Sectoral evidence for the EU ETS, ZEW Discussion Paper 10–056, Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, Mannheim.
- Amecke, H. (2011), Energieausweis: Ein Beispiel für wenig genutztes Potential, DIW Wochenbericht 78 (34), Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Berlin, 14–19.
- Anderegg, W.R.L., J.W. Prall, J. Harold und S.H. Schneider (2010), Expert credibility in climate change, Proceedings of the National Academy of Sciences 107 (27), 12107–12109.

- Andor, M., A. Gerster und S. Sommer (2017), Consumer inattention, heuristic thinking and the role of energy labels, Ruhr Economic Paper 671, Ruhr-Universität Bochum, Technische Universität Dortmund, Universität Duisburg-Essen und RWI Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung, Bochum, Dortmund, Duisburg und Essen.
- Andor, M.A. und K.M. Fels (2018), Behavioral economics and energy conservation – A systematic review of non-price interventions and their causal effects, *Ecological Economics* 148 (C), 178–210.
- Antràs, P., D. Chor, T. Fally und R. Hillberry (2012), Measuring the upstreamness of production and trade flows, *American Economic Review* 102 (3), 412–416.
- Arlinghaus, J. (2015), Impacts of carbon prices on indicators of competitiveness: A review of empirical findings, *OECD Environment Working Paper* 87, OECD Publishing, Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, Paris.
- Atkeson, A. und P.J. Kehoe (1999), Models of energy use: Putty-putty versus putty-clay, *American Economic Review* 89 (4), 1028–1043.
- Auerswald, H., K.A. Konrad und M. Thum (2018), Adaptation, mitigation and risk-taking in climate policy, *Journal of Economics* 124 (3), 269–287.
- Aurora ER (2019), Auswirkungen der Schließung von Kohlekraftwerken auf den deutschen Strommarkt, Analyse im Auftrag des BDI und des DIHK, Aurora Energy Research, Berlin.
- BAFA (2019), Elektromobilität, https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Elektromobilitaet/elektromobilitaet_node.html, abgerufen am 1.7.2019.
- BAFU (2019), Verknüpfung der Emissionshandelssysteme Schweiz-EU, <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/klimapolitik/emissionshandel/verknuepfung-der-emissionshandelssysteme-schweiz-eu.html>, abgerufen am 26.6.2019.
- Bannier, C.E., Y. Bofinger und B. Rock (2019), Doing safe by doing good: ESG investing and corporate social responsibility in the US and Europe, Universität Gießen.
- Bardt, H. und T. Schaefer (2017), Energiepolitische Unsicherheit verzögert Investitionen in Deutschland, *IW Policy Paper* 13/2017, Institut der deutschen Wirtschaft, Köln.
- Baumol, W.J. (2002), The free-market innovation machine: Analyzing the growth miracle of capitalism, Princeton University Press, Princeton und Oxford.
- BCG und Prognos (2018), Klimapfade für Deutschland, The Boston Consulting Group und Prognos, Basel, Berlin, Hamburg und München.
- BDEW (2019), Das 65-Prozent-Ziel: Ausgangslage und mögliche Szenarien zur Zielerreichung 2030, Rede, Pressegespräch vom Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft, Berlin, 18. Juni.
- BDEW (2017), Erneuerbare Energien und das EEG: Zahlen, Fakten, Grafiken, Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft, Berlin.
- Benckroun, H., W. Marrouche und A. Ray Chaudhuri (2011), Adaptation effectiveness and free-riding incentives in international environmental agreements, CentER Discussion Paper No. 2011-120, Tilburg University.
- Block, F.L. und M.R. Keller (2011), State of innovation the U.S. government's role in technology development, Paradigm Publishers, Boulder, CO.
- BMF (2017), 26. Subventionsbericht – Bericht der Bundesregierung über die Entwicklung der Finanzhilfen des Bundes und der Steuervergünstigungen für die Jahre 2015 bis 2018, Bundesministerium der Finanzen, Berlin.
- BMF (2011), Die Luftverkehrsteuer, Monatsbericht März 2011, Bundesministerium der Finanzen, Berlin.
- BMU (2019a), Klimaschutz und USA, <https://www.bmu.de/faqs/klimaschutz-und-usa/>, abgerufen am 28.6.2019.
- BMU (2019b), Klimaschutz in Zahlen: der Sektor Verkehr, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, Berlin.
- BMU (2019c), Warum eine Einbeziehung des Verkehrssektors in den Europäischen Emissionshandel nicht möglich ist, Stellungnahme des BMU, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, Berlin.
- BMU (2018a), Schulze und Müller in Katowice: Deutschland verdoppelt Zusage für internationalen Klimafonds, Pressemitteilung Nr. 242/18, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Si-

cherheit gemeinsam mit dem Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, Berlin, 3. Dezember.

BMU (2018b), Klimaschutz in Zahlen: Fakten, Trends und Impulse deutscher Klimapolitik Ausgabe 2018, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, Berlin.

BMU (2018c), Die Reform des EU-Emissionshandels für die 4. Handelsperiode (2021-2030), Überblick über Verhandlungsergebnisse, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, Berlin.

BMU (2017a), Verpflichtungsperioden, <https://www.bmu.de/themen/klima-energie/klimaschutz/internationale-klimapolitik/kyoto-protokoll/verpflichtungsperioden/>, abgerufen am 29.5.2019.

BMU (2017b), Die Klimakonferenz in Paris, <https://www.bmu.de/themen/klima-energie/klimaschutz/internationale-klimapolitik/pariser-abkommen/>, abgerufen am 29.5.2019.

BMU (2017c), Der Klimaschutzplan 2050 – Die deutsche Klimaschutzzlangfriststrategie. Wegweiser in ein klimaneutrales Deutschland, <https://www.bmu.de/themen/klima-energie/klimaschutz/nationale-klimapolitik/klimaschutzplan-2050/>, abgerufen am 29.5.2019.

BMVI (2018a), Verkehr in Zahlen, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Berlin.

BMVI (2018b), Richtlinie über die Förderung von energieeffizienten und/oder CO₂-armen schweren Nutzfahrzeugen in Unternehmen des Güterkraftverkehrs, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Berlin.

BMWi (2019a), Eckpunkte zur Umsetzung der strukturpolitischen Empfehlungen der Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“ für ein „Strukturstärkungsgesetz Kohleregionen“, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin.

BMWi (2019b), Die nächste Phase der Energiewende: Das EEG 2017, <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/eeg-2017-start-in-die-naechste-phase-der-energiewende.html>, abgerufen am 14.6.2019.

BMWi (2019c), Rahmenbedingungen und Anreize für Elektrofahrzeuge und Ladeinfrastruktur, <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Industrie/rahmenbedingungen-und-anreize-fuer-elektrofahrzeuge.html>, abgerufen am 9.7.2019.

BMWi (2019d), Förderdatenbank – Förderprogramme und Finanzhilfen des Bundes, der Länder und der EU, <http://www.foerderdatenbank.de/Foerder-DB/Navigation/Foerdererrecherche/suche.html?get=3dc36e3cfe036b01f142aa929e7c0cd3%3Bsearch%3Bindex&typ=qk&act=exe&clt=Y&gbt=&brh=1024%2C1019%2C1020%2C1021%2C1022%2C1023&btr=&art=1&gbrb=1&gbri=2&gbre=3&qry=&execsrh=Finden&cgparam.formCharset=ISO-8859-1>, abgerufen am 18.6.2019.

BMWi (2018a), EEG in Zahlen: Vergütungen, Differenzkosten und EEG-Umlage 2000 bis 2019, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin.

BMWi (2018b), Sechster Monitoring-Bericht zur Energiewende: Energie der Zukunft (Berichtsjahr 2016), Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin.

BMWi (2018c), Gebäude energieeffizienter machen, <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/energiewende-im-gebaeudebereich.html>, abgerufen am 9.7.2019.

BMWi (2015), Energieeffizienzstrategie Gebäude – Wege zu einem nahezu klimaneutralen Gebäudebestand, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin.

BMWi (2010), Energiekonzept 2010 – Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung, Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Berlin.

BMZ (2019), Klimafinanzierung, <http://www.bmz.de/de/themen/klimaschutz/klimafinanzierung/index.html>, abgerufen am 3.7.2019.

BMZ (2018), Deutschland stellt neue Mittel für internationalen Umwelt- und Ressourcenschutz bereit, http://www.bmz.de/de/presse/aktuelleMeldungen/2018/april/180425_Deutschland-stellt-neue-Mittel-fuer-internationale-Umwelt-und-Ressourcenschutz-bereit/index.jsp, abgerufen am 1.7.2019.

BMZ (2017), Klimafinanzierung – Deutschland als verantwortungsvoller Partner, Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, Berlin.

Borghesi, S., G. Cainelli und M. Mazzanti (2012), European Emission Trading Scheme and environmental innovation: An empirical analysis using CIS data for Italy, *Giornale degli Economisti* 71 (1), 71–97.

Bovenberg, A.L. (1999), Green tax reforms and the double dividend: an updated reader's guide, International Tax and Public Finance 6 (3), 421–443.

Bovenberg, A.L. und B.J. Heijdra (1998), Environmental tax policy and intergenerational distribution, Journal of Public Economics 67 (1), 1–24.

Boyette, M. (2018), CO₂-Bepreisung in Frankreich – Europäisches Emissionshandelssystem EU-ETS und CO₂-Steuer, Deutsch-französisches Büro für die Energiewende, Berlin und Paris.

Brännlund, R. und J. Nordström (2004), Carbon tax simulations using a household demand model, European Economic Review 48 (1), 211–233.

Brunnermeier, S.B. und M.A. Cohen (2003), Determinants of environmental innovation in US manufacturing industries, Journal of Environmental Economics and Management 45 (2), 278–293.

de Bruyn, S., E. Schep und S. Cherif (2016), Calculation of additional profits of sectors and firms from the EU ETS, Report 7.H44, CE Delft – Committed to the Environment, Delft.

Büdenbender, U. (2019), Rechtliche Rahmenbedingungen für eine CO₂-Bepreisung in der Bundesrepublik Deutschland, Expertise für den Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung, Arbeitspapier 05/2019, Wiesbaden.

Bundesnetzagentur und Bundeskartellamt (2019), Monitoringbericht 2018, Bonn.

Bundesnetzagentur und Bundeskartellamt (2014), Monitoringbericht 2013, Bonn.

Bundesrechnungshof (2018), Bericht nach § 99 BHO über die Koordination und Steuerung zur Umsetzung der Energiewende durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Bonn.

Bundesregierung (2018), Ein neuer Aufbruch für Europa – Eine neue Dynamik für Deutschland – Ein neuer Zusammenhalt für unser Land, Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD, 19. Legislaturperiode, Berlin, 12. März.

Bundesregierung (2010), Die Grundpfeiler unserer Zukunft stärken. Acht Punkte für solide Finanzen, neues Wachstum und Beschäftigung und Vorfahrt für Bildung, Ergebnispapier der Haushaltsklausur der Bundesregierung, Berlin.

Bureau, D., L. Fontagné und K. Schubert (2017), Trade and climate: Towards reconciliation, CAE Note No. 37, Conseil d'analyse économique, Paris.

Bureau, D., F. Henriet und K. Schubert (2019), A proposal for the climate: Taxing carbon not people, CAE Note No. 50, Conseil d'analyse économique, Paris.

Burke, M., S.M. Hsiang und E. Miguel (2015), Global non-linear effect of temperature on economic production, Nature 527 (7577), 235–239.

Burraw, D., A. Keyes und L. Zetterberg (2018), Companion policies under capped systems and implications for efficiency – The North American experience and lessons in the EU context, RFF Report, Resources for the Future, Washington, DC.

Calel, R. und A. Dechezleprêtre (2016), Environmental policy and directed technological change: Evidence from the European carbon market, Review of Economics and Statistics 98 (1), 173–191.

Cantner, U., H. Graf, J. Herrmann und M. Kalthaus (2016), Inventor networks in renewable energies: The influence of the policy mix in Germany, Research Policy 45 (6), 1165–1184.

Carl, J. und D. Fedor (2016), Tracking global carbon revenues: A survey of carbon taxes versus cap-and-trade in the real world, Energy Policy 96, 50–77.

Carter, C.F. und B. Williams (1958), Investment in innovation, Oxford University Press, London.

CAT (2018), Climate Action Tracker – Temperatures, <https://climateactiontracker.org/global/temperatures/>, abgerufen am 3.7.2019.

CEWEP (2018), Waste-to-Energy's contribution to climate protection, <http://www.cewep.eu/wte-climate-protection/>, abgerufen am 14.6.2019.

Chatterji, A., E. Glaeser und W. Kerr (2014), Clusters of entrepreneurship and innovation, Innovation Policy and the Economy 14 (1), 129–166.

Ciscar, J.-C. et al. (2014), Climate impacts in Europe – The JRC PESETA II project, JRC Scientific and Policy Report EUR 26586EN, Europäische Kommission, Joint Research Centre, Sevilla.

Climate Bonds Initiative (2019), Green bonds: The state of the market 2018, London.

Climate Bonds Initiative (2018), The green bond market in Europe, London.

- Climate Bonds Initiative (2017), Deutsche Green Bonds: Update und Chancen, London.
- CO2 Abgabe e.V. (2019), Energiesteuern klima- und sozialverträglich gestalten: Wirkungen und Verteilungseffekte des CO₂-Abgabekonzeptes auf Haushalte und Pendelnde, Freiburg.
- Coady, D., I. Parry, N.-P. Le und B. Shang (2019), Global fossil fuel subsidies remain large: An update based on country-level estimates, IMF Working Paper WP/19/89, Internationaler Währungsfonds, Washington, DC.
- Coady, D., I.W.H. Parry und B. Shang (2018), Energy price reform: Lessons for policymakers, *Review of Environmental Economics and Policy* 12 (2), 197–219.
- Cogan, J.F., J.B. Taylor, V. Wieland und M.H. Wolters (2013), Fiscal consolidation strategy, *Journal of Economic Dynamics and Control* 37 (2), 404–421.
- Cook, J. et al. (2013), Quantifying the consensus on anthropogenic global warming in the scientific literature, *Environmental Research Letters* 8 (2), 1–7.
- Crabb, J.M. und D.K.N. Johnson (2010), Fueling innovation: The impact of oil prices and CAFE standards on energy-efficient automotive technology, *The Energy Journal* 31 (1), 199–216.
- Cramton, P., A. Ockenfels und S. Stoft (2015), An international carbon-price commitment promotes co-operation, *Economics of Energy & Environmental Policy* 4 (2), 51–64.
- Cramton, P. und S. Stoft (2012), Global climate games: How pricing and a green fund foster cooperation, *Economics of Energy & Environmental Policy* 1 (2), 125–136.
- Dechezleprêtre, A. und M. Glachant (2014), Does foreign environmental policy influence domestic innovation? Evidence from the wind industry, *Environmental and Resource Economics* 58 (3), 391–413.
- Dechezleprêtre, A., D. Nachtigall und F. Venmans (2018), The joint impact of the European Union emissions trading system on carbon emissions and economic performance, OECD Economics Department Working Paper 1515, OECD Publishing, Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, Paris.
- DEHSt (2019a), Ausblick: Marktmechanismen unter dem europäischen Klimaschutzabkommen, <https://www.dehst.de/DE/Klimaschutzprojekte-durchfuehren/Ausblick/ausblick-node.html>, abgerufen am 25.6.2019.
- DEHSt (2019b), Klimaschutz im Luftverkehr – CORSIA und der EU-ETS, Factsheet, Deutsche Emissionshandelsstelle im Umweltbundesamt, Berlin.
- DEHSt (2019c), Treibhausgasemissionen 2018 – Emissionshandelpflichtige stationäre Anlagen und Luftverkehr in Deutschland (VET-Bericht 2018), Deutsche Emissionshandelsstelle im Umweltbundesamt, Berlin.
- DEHSt (2019d), Beihilfen für indirekte CO₂-Kosten des Emissionshandels (Strompreiskompensation) in Deutschland für das Jahr 2017, SPK-Bericht 2017, Deutsche Emissionshandelsstelle im Umweltbundesamt, Berlin.
- DEHSt (2018), Treibhausgasemissionen 2017 – Emissionshandelpflichtige stationäre Anlagen und Luftverkehr in Deutschland (VET-Bericht 2017), Deutsche Emissionshandelsstelle im Umweltbundesamt, Berlin.
- DEHSt (2017), EU-Emissionshandel im Luftverkehr, https://www.dehst.de/DE/Als-Betreiber-teilnehmen/Luftfahrzeugbetreiber/Emissionshandel/emissionshandel-im-luftverkehr_node.html, abgerufen am 14.6.2019.
- DEHSt (2013), Mechanismus für umweltverträgliche Entwicklung (CDM), <https://www.dehst.de/DE/Klimaschutzprojekte-durchfuehren/Projektmechanismen/Mechanismus-fuer-umweltvertraegliche-Entwicklung-CDM/mechanismus-fuer-umweltvertraegliche-entwicklung-cdm-node.html>, abgerufen am 14.6.2019.
- Deltas, G. (2008), Retail gasoline price dynamics and local market power, *The Journal of Industrial Economics* 56 (3), 613–628.
- Deutscher Bundestag (2018a), Ausarbeitung: Erkenntnisse aus der Erprobung von Technologien zur CO₂-Abscheidung und CO₂-Speicherung (CCS) in Deutschland, WD 8-3000-055/18, Deutscher Bundestag – Wissenschaftliche Dienste, Berlin.
- Deutscher Bundestag (2018b), Evaluierungsbericht der Bundesregierung über die Anwendung des Kohlendioxid-Speicherungsgesetzes sowie die Erfahrungen zur CCS-Technologie, Drucksache 19/6891, Berlin.

Deutscher Bundestag (2018c), Sanktionsmöglichkeiten bei Klimaschutzabkommen, Kurzinformation WD 7-3000 – 172/18, Deutscher Bundestag – Wissenschaftliche Dienste, Berlin.

Deutscher Bundestag (2018d), Sachstand: Nationale bzw. EU-weite Einbeziehung weiterer Sektoren in das Europäische Emissionshandelssystem, WD 8-3000-013/18, Deutscher Bundestag – Wissenschaftliche Dienste, Berlin.

Druckman, A. und T. Jackson (2016), Understanding households as drivers of carbon emissions, in: Clift, R. und A. Druckman (Hrsg.), *Taking Stock of Industrial Ecology*, Springer, Heidelberg, 181–203.

EASAC (2018), Negative emission technologies: What role in meeting Paris Agreement targets?, Policy Report 35, European Academies' Science Advisory Council, Halle (Saale).

Econstatement (2019), Economists' statement on carbon dividends, <https://www.econstatement.org/>, abgerufen am 8.5.2019.

Edenhofer, O., C. Flachsland, M. Kalkuhl, B. Knopf und M. Pahle (2019), Optionen für eine CO₂-Preisreform, Expertise für den Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung, Arbeitspapier 04/2019, Wiesbaden.

Edenhofer, O. und C.M. Schmidt (2018), Eckpunkte einer CO₂-Preisreform: Gemeinsamer Vorschlag von Ottmar Edenhofer (PIK/MCC) und Christoph M. Schmidt (RWI), RWI Positionen 72, RWI – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung, Essen.

EEA (2018), Monitoring CO₂ emissions from new passenger cars and vans in 2017, EEA Report No 15/2018, Europäische Umweltagentur, Luxemburg.

EFI (2019), Gutachten 2019 – Kurzfassung, Gutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands, Expertenkommission Forschung und Innovation, Berlin.

ESRB (2016), Too late, too sudden: Transition to a low-carbon economy and systemic risk, Reports of the Advisory Scientific Committee No 6, European Systemic Risk Board, Frankfurt am Main.

EuGH (2019), Urteil des Gerichtshofs in der Rechtssache C-405/16 P, Pressemitteilung Nr. 44/19, Gerichtshof der Europäischen Union, Luxemburg, 28. März.

Europäische Kommission (2019a), 2020 climate & energy package, https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2020_en, abgerufen am 29.5.2019.

Europäische Kommission (2019b), 2030 climate & energy framework, https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_en, abgerufen am 29.5.2019.

Europäische Kommission (2019c), Reducing emissions from the shipping sector, https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/shipping_en, abgerufen am 14.6.2019.

Europäische Kommission (2019d), Delegierter Beschlusses der Kommission zur Ergänzung der Richtlinie 2003/87/EG des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Festlegung der Sektoren und Teilsektoren, bei denen davon ausgegangen wird, dass für sie im Zeitraum 2021-2030 ein Risiko der Verlagerung von CO₂-Emissionen besteht, C(2019) 930 final, Brüssel, 15. Februar.

Europäische Kommission (2019e), Emissions trading scheme State aid guidelines – Update, https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/initiatives/ares-2018-6600267_en, abgerufen am 2.7.2019.

Europäische Kommission (2019f), Kapitalmarktunion: Kommission begrüßt Einigung über Offenlegungsvorschriften für nachhaltige Investitionen, Pressemitteilung 19/1571.

Europäische Kommission (2018a), Report to the European Parliament and the Council – EU and the Paris Climate Agreement: Taking stock of progress at Katowice COP, COM/2018/716 final, Brüssel, 26. Oktober.

Europäische Kommission (2018b), Europäische Batterie-Allianz: Große Fortschritte beim Aufbau einer europäischen Batterieproduktion nach nur einem Jahr, http://europa.eu/rapid/press-release_IP-18-6114_de.htm, abgerufen am 24.6.2019.

Europäische Kommission (2018c), Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on the establishment of a framework to facilitate sustainable investment.

Europäische Kommission (2018d), Mitteilung der Kommission – Aktionsplan: Finanzierung nachhaltigen Wachstums, COM(2018) 97 final, Brüssel, 8. März.

Europäische Kommission (2016), Overview of support activities and projects of the European Union on energy efficiency and renewable energy in the heating & cooling sector, Brüssel.

- Europäische Kommission (2014), Beschluss der Kommission zur Festlegung eines Verzeichnisses der Sektoren und Teilsektoren, von denen angenommen wird, dass sie im Zeitraum 2015-2019 einem erheblichen Risiko einer Verlagerung von CO₂-Emissionen ausgesetzt sind, gemäß der Richtlinie 2003/87/EG des Europäischen Parlaments und des Rates, 2014/746/EU, Brüssel, 27. Oktober.
- Europäische Kommission (2013), Verordnung (EU) Nr. 1123/2013 der Kommission zur Festlegung der Verwendungsrechte für internationale Gutschriften gemäß der Richtlinie 2003/87/EG des Europäischen Parlaments und des Rates, Brüssel, 8. November.
- Europäische Kommission (2011), Überarbeitung der Energiesteuerrichtlinie – Fragen und Antworten, MEMO/11/238, http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-11-238_de.htm, abgerufen am 25.6.2019.
- Europäischer Rat (2019), Conclusions adopted by the European Council meeting 20 June 2019, EUCO 9/19, Brüssel.
- Europäischer Rat (2014), Schlussfolgerungen des Rates der Tagung vom 23.–24. Oktober 2014, EUCO 169/14, Brüssel, 24. Oktober.
- Europäisches Parlament (2009), Richtlinie 2009/31/EG über die geologische Speicherung von Kohlenstoffdioxid, Brüssel, 23. April.
- EZB (2019), Financial Stability Review – May 2019, Europäische Zentralbank, Frankfurt am Main.
- EZB (2018), Financial Stability Review – May 2018, Europäische Zentralbank, Frankfurt am Main.
- Fabra, N. und M. Reguant (2014), Pass-through of emissions costs in electricity markets, *American Economic Review* 104 (9), 2872–2899.
- Fabrizi, A., G. Guarini und V. Meliciani (2018), Green patents, regulatory policies and research network policies, *Research Policy* 47 (6), 1018–1031.
- FDZ (2019), AFID-Panel Industriebetriebe 2014 bis 2016 und AFID-Modul Energieverwendung 2014 bis 2016, Forschungsdatenzentren der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder, Düsseldorf.
- Felbermayr, G., S. Peterson und W. Rickels (2019), Für ein duales System der CO₂-Bepreisung in Deutschland und Europa, Kiel Focus, Institut für Weltwirtschaft, Kiel.
- Feng, K., K. Hubacek, D. Guan, M. Contestabile, J. Minx und J. Barrett (2010), Distributional effects of climate change taxation: The case of the UK, *Environmental Science & Technology* 44 (10), 3670–3676.
- Fleming, L., H. Greene, G. Li, M. Marx und D. Yao (2019), Government-funded research increasingly fuels innovation, *Science* 364 (6446), 1139–1141.
- Fraunhofer IBP (2013), Energetische Gebäudesanierung in Deutschland, Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Stuttgart.
- Fraunhofer ISE (2019), Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland, Fassung vom 29.5.2019, Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme, Freiburg.
- Fraunhofer ISI (2018), Alternative Antriebe und Kraftstoffe im Straßengüterverkehr – Handlungsempfehlungen für Deutschland, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung, Karlsruhe.
- Fried, L., S. Sawyer, S. Shukla und L. Qiao (2012), Global Wind Report – Annual Market Update 2011, Global Wind Energy Council, Brüssel.
- Frondel, M. (2019), CO₂-Bepreisung in den nicht in den Emissionshandel integrierten Sektoren: Optionen für eine sozial ausgewogene Ausgestaltung, Gutachten im Auftrag des Bundesverbandes der Energie- und Wasserwirtschaft, RWI, Essen.
- Fuss, S. et al. (2018), Negative emissions – Part 2: Costs, potentials and side effects, *Environmental Research Letters* 13 (6), 063002.
- Ganapati, S., J.S. Shapiro und R. Walker (2019), Energy cost pass-through in US manufacturing: Estimates and implications for carbon taxes, *American Economic Journal: Applied Economics*, im Erscheinen.
- Geanakoplos, J. und H.M. Polemarchakis (2008), Pareto improving taxes, *Journal of Mathematical Economics* 44 (7–8), 682–696.
- Gill, B. und S. Moeller (2018), GHG emissions and the rural-urban divide: A carbon footprint analysis based on the German official income and expenditure survey, *Ecological Economics* 145, 160–169.
- Glaeser, E.L., S.P. Kerr und W.R. Kerr (2015), Entrepreneurship and urban growth: An empirical assessment with historical mines, *Review of Economics and Statistics* 97 (2), 498–520.

- Goldberg, P.K. und R. Hellerstein (2013), A structural approach to identifying the sources of local currency price stability, *The Review of Economic Studies* 80 (1), 175–210.
- Goulder, L.H. (1995), Environmental taxation and the double dividend: A reader's guide, *International Tax and Public Finance* 2 (2), 157–183.
- Goulder, L.H. und M.A.C. Hafstead (2013), Tax reform and environmental policy: Options for recycling revenue from a tax on carbon dioxide, *Discussion Paper RFF DP 13-31*, Resources for the Future, Washington, DC.
- Grainger, C.A. und C.D. Kolstad (2010), Who pays a price on carbon?, *Environmental and Resource Economics* 46 (3), 359–376.
- Grosjean, G., S. Fuss, N. Koch, B. Bodirsky, S. De Cara und W. Acworth (2018), Options to overcome the barriers to pricing European agricultural emissions, *Climate Policy* 18 (2), 151–169.
- Gutberlet, T. (2012), Cheap coal, market access, and industry location in Germany 1846 to 1882, University of Arizona.
- Harrington, W., R.D. Morgenstern und P. Nelson (2000), On the accuracy of regulatory cost estimates, *Journal of Policy Analysis and Management* 19 (2), 297–322.
- Hassett, K.A., A. Mathur und G.E. Metcalf (2009), The incidence of a U.S. carbon tax: A lifetime and regional analysis, *The Energy Journal* 30 (2), 155–177.
- HBeglG 2011 (2010), Entwurf eines Haushaltsbegleitgesetzes 2011, Drucksache 17/3030, Deutscher Bundestag, Berlin, 27. September.
- Hebbink, G. et al. (2018), The price of transition: An analysis of the economic implications of carbon taxing, DNB Occasional Studies 16 – 8, Netherlands Central Bank, Research Department, Amsterdam.
- Henger, R. und T. Schaefer (2018), Möglichkeiten einer CO₂-Bepreisung im Wärmemarkt, IW Gutachten, Institut der deutschen Wirtschaft, Köln.
- Henger, R. und M. Voigtländer (2012), Energetische Modernisierung des Gebäudebestandes: Herausforderungen für private Eigentümer, Gutachten im Auftrag von Haus & Grund Deutschland, Institut der deutschen Wirtschaft, Köln.
- Henger, R.M., P. Runst und M. Voigtländer (2017), Energiewende im Gebäudesektor – Handlungsempfehlungen für mehr Investitionen in den Klimaschutz, IW-Analysen 119, Institut der deutschen Wirtschaft Köln Medien GmbH, Köln.
- Hintermann, B. (2016), Pass-through of CO₂ emission costs to hourly electricity prices in Germany, *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists* 3 (4), 857–891.
- Holzer, K. (2016), WTO law issues of emissions trading, Working Paper No. 2016/1, World Trade Institute, Bern.
- Horbach, J., C. Rammer und K. Rennings (2012), Determinants of eco-innovations by type of environmental impact – The role of regulatory push/pull, technology push and market pull, *Ecological Economics* 78, 112–122.
- Horváthová, E. (2010), Does environmental performance affect financial performance? A meta-analysis, *Ecological Economics* 70 (1), 52–59.
- Hsiang, S. et al. (2017), Estimating economic damage from climate change in the United States, *Science* 356 (6345), 1362–1369.
- Hsiang, S. und R.E. Kopp (2018), An economist's guide to climate change science, *Journal of Economic Perspectives* 32 (4), 3–32.
- Hsiang, S.M., M. Burke und E. Miguel (2013), Quantifying the influence of climate on human conflict, *Science* 341 (6151), 1235367.
- ICAO (2018), The world of air transport in 2017, <https://www.icao.int/annual-report-2017/Pages/the-world-of-air-transport-in-2017.aspx>, abgerufen am 14.6.2019.
- ICAO (2017), The world of air transport in 2017 – Presentation of 2017 air transport statistical results, International Civil Aviation Organization, Montreal.
- IMO (2015), Third IMO GHG study 2014, <http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/Greenhouse-Gas-Studies-2014.aspx>, abgerufen am 14.6.2019.

- IOGP (2019), The potential for CCS and CCU in Europe – Report to the thirty second meeting of the European Gas Regulatory Forum 5-6 June 2019, The International Association of Oil & Gas Producers, London.
- IOM (2009), Migration, environment and climate change: Assessing the evidence, International Organization for Migration, Genf.
- IPCC (2018), Global warming of 1.5 °C, Special Report, Intergovernmental Panel on Climate Change, Genf.
- IPCC (2016), Global warming potential values,
https://www.ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/Global-Warming-Potential-Values%20%28Feb%202016%202016%29_1.pdf, abgerufen am 2.7.2019.
- IPCC (2014), Climate change 2014: Synthesis report, Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Intergovernmental Panel on Climate Change, Genf.
- IPCC (2013), Climate change 2013: The physical science basis, Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge.
- IPCC (2005), Carbon dioxide capture and storage, Cambridge University Press, New York, NY.
- IPCC (1990), First assessment report, Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge.
- IWF (2019), Fiscal policies for Paris climate strategies – from principle to practice, Policy Paper No. 19/010, Internationaler Währungsfonds, Washington, DC.
- Jaffe, A.B. und K. Palmer (1997), Environmental regulation and innovation: A panel data study, *The Review of Economics and Statistics* 79 (4), 610–619.
- Jagannathan, R., A. Ravikumar und M. Sammon (2017), Environmental, social, and governance criteria: Why investors are paying attention, NBER Working Paper 24063, National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA.
- Jenkin, F. (1872), On the principles which regulate the incidence of taxes, *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh* 7, 618–631.
- Joltreau, E. und K. Sommerfeld (2019), Why does emissions trading under the EU Emissions Trading System (ETS) not affect firms' competitiveness? Empirical findings from the literature, *Climate Policy* 19 (4), 453–471.
- Jorgenson, D.W., R.J. Goettle, M.S. Ho und P.J. Wilcoxen (2013), Energy, the environment and US economic growth, *Handbook of Computable General Equilibrium Modeling* 1, 477–552.
- Jorgenson, D.W. und P.J. Wilcoxen (1993), Reducing US carbon emissions: An econometric general equilibrium assessment, *Resource and Energy Economics* 15 (1), 7–25.
- Jotzo, F. (2012), Australia's carbon price, *Nature Climate Change* 2 (7), 475–476.
- Kemfert, C. (2002), An integrated assessment model of economy-energy-climate – The model Wiagem, *Integrated Assessment* 3 (4), 281–298.
- Kenkmann, T. und S. Braungardt (2018), Das Handwerk als Umsetzer der Energiewende im Gebäude-sektor, Policy Paper, Öko-Institut e.V., Freiburg.
- Kesicki, F. (2010), Marginal abatement cost curves for policy making – expert-based vs. model-derived curves, aktualisierte Fassung November 2011, Energy Institute, University College London.
- Kesicki, F. und P. Elkins (2012), Marginal abatement cost curves: A call for caution, *Climate Policy* 12 (2), 219–236.
- Kleinknecht, A. und B. Verspagen (1990), Demand and innovation: Schmookler re-examined, *Research Policy* 19 (4), 387–394.
- Klenert, D. et al. (2018), Making carbon pricing work for citizens, *Nature Climate Change* 8 (8), 669–677.
- Klinski, S. (2010), Energetische Gebäudesanierung und Mietrecht – Hemmnisse und Reformüberlegungen, *Zeitschrift für Umweltrecht* 20 (6), 283–290.
- Knittel, C.R. (2011), Automobiles on steroids: Product attribute trade-offs and technological progress in the automobile sector, *American Economic Review* 101 (7), 3368–3399.

- Koch, N. und H. Basse Mama (2019), Does the EU Emissions Trading System induce investment leakage? Evidence from German multinational firms, *Energy Economics* 81, 479–492.
- Koch, N., G. Grosjean, S. Fuss und O. Edenhofer (2016), Politics matters: Regulatory events as catalysts for price formation under cap-and-trade, *Journal of Environmental Economics and Management* 78, 121–139.
- Köder, L. und A. Burger (2017), Umweltschädliche Subventionen in Deutschland – Aktualisierte Ausgabe 2016, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.
- Kohlekommission (2019), Abschlussbericht der Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“, Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“, Berlin.
- Kornek, U. und O. Edenhofer (2019), The strategic dimension of financing global public goods, *European Economic Review*, im Erscheinen.
- Kossmann, B., G. von Wagenheim und B. Gill (2016), Wege aus dem Vermieter-Mieter-Dilemma bei der energetischen Modernisierung: Einsparabhängige statt kostenabhängige Refinanzierung, Kassel.
- Kraft-Todd, G., E. Yoeli, S. Bhanot und D. Rand (2015), Promoting cooperation in the field, *Current Opinion in Behavioral Sciences* 3, 96–101.
- Kunert, U. (2018), Diesel: Kraftstoff und Pkw-Nutzung europaweit steuerlich bevorzugt, Besteuerung in Deutschland reformbedürftig, DIW Wochenbericht 85 (32), Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Berlin, 685–695.
- Laing, T., M. Sato, M. Grubb und C. Comberti (2013), Assessing the effectiveness of the EU Emissions Trading System, GRI Working Paper 106, Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment.
- Lazonick, W. und Ö. Tulum (2011), US biopharmaceutical finance and the sustainability of the biotech business model, *Research Policy* 40 (9), 1170–1187.
- Ledyard, J.O. (1995), Public goods: A survey of experimental research, in: Kagel, J. H. und A. E. Roth (Hrsg.), *The Handbook of Experimental Economics*, Princeton University Press, 111–194.
- Lemoine, D. und C. Traeger (2014), Watch your step: Optimal policy in a tipping climate, *American Economic Journal: Economic Policy* 6 (1), 137–166.
- Ley, M., T. Stucki und M. Woerter (2016), The impact of energy prices on green innovation, *The Energy Journal* 37 (1), 41–75.
- Linscheidt, B. und A. Truger (2000a), Ökologische Steuerreform: Ein Plädoyer für die Stärkung der Lenkungsanreize, *Wirtschaftsdienst* 80 (2), 98–106.
- Linscheidt, B. und A. Truger (2000b), Energiebesteuerung und Sonderregelungen für die Industrie – Ein Konzept prozessspezifischer Freibeträge, *Zeitschrift für angewandte Umweltforschung* 13 (1/2), 50–65.
- LuftVStAbsenkV 2019, Verordnung zur Absenkung der Steuersätze im Jahr 2019 nach § 11 Absatz 2 des Luftverkehrsteuergesetzes, Bundesregierung, Berlin, 27. November 2018.
- Lünenbürger, B. et al. (2013), Klimaschutz und Emissionshandel in der Landwirtschaft, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.
- MacKay, D.J., P. Cramton, A. Ockenfels und S. Stoft (2015), Price carbon: I will if you will, *Nature* 526, 315–316.
- Marin, G. und F. Vona (2017), The impact of energy prices on employment and environmental performance: Evidence from French manufacturing establishments, FEEM Working Paper 53, Fondazione Eni Enrico Mattei, Mailand.
- Marion, J. und E. Muehlegger (2011), Fuel tax incidence and supply conditions, *Journal of Public Economics* 95 (9–10), 1202–1212.
- Martin, R., M. Muñoz, L.B. de Preux und U.J. Wagner (2014), On the empirical content of carbon leakage criteria in the EU Emissions Trading Scheme, *Ecological Economics* 105, 78–88.
- Martin, R., M. Muñoz und U. Wagner (2016), The impact of the European Union Emissions Trading Scheme on regulated firms: What is the evidence after ten years?, *Review of Environmental Economics and Policy* 10 (1), 129–148.
- Mazzucato, M. (2018), Mission-oriented innovation policies: Challenges and opportunities, *Industrial and Corporate Change* 27 (5), 803–815.

MCC (2016), Vorsicht beim Wetten auf Negative Emissionen, MCC-Kurzdossier 2, Mercator Research Institute on Global Commons and Climate Change, Berlin.

McCrone, A. et al. (2018), Global trends in renewable energy investment 2018, Frankfurt School-UNEP Collaborating Centre for Climate & Sustainable Energy Finance, UN Environment's Economy Division und Bloomberg New Energy Finance, Frankfurt am Main.

McKinsey (2007), Kosten und Potenziale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland, Studie, McKinsey & Company, Berlin.

Ministry of Finance and Corporate Relations British Columbia (2016), Budget and fiscal plan 2016/17 – 2018/19.

Monopolkommission (2017), Energie 2017: Gezielt vorgehen, Stückwerk vermeiden, Sondergutachten 77, Bonn.

aus dem Moore, N., P. Großkurth und M. Themann (2019), Multinational corporations and the EU Emissions Trading System: The specter of asset erosion and creeping deindustrialization, *Journal of Environmental Economics and Management* 94, 1–26.

Muehlegger, E. und R.L. Sweeney (2017), Pass-through of input cost shocks under Imperfect competition: Evidence from the U.S. fracking boom, NBER Working Paper 24025, National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA.

Naegele, H. und A. Zaklan (2019), Does the EU ETS cause carbon leakage in European manufacturing?, *Journal of Environmental Economics and Management* 93, 125–147.

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2017), Valuing climate damages: Updating estimation of the social cost of carbon dioxide, National Academies Press, Washington, DC.

National Academy of Science (1979), Carbon dioxide and climate: A scientific assessment, Washington, DC.

Nemet, G.F. et al. (2018), Negative emissions – Part 3: Innovation and upscaling, *Environmental Research Letters* 13 (6), 063003.

Nesta, L., F. Vona und F. Nicolli (2014), Environmental policies, competition and innovation in renewable energy, *Journal of Environmental Economics and Management* 67 (3), 396–411.

Nordhaus, W. (2019), Climate change: The ultimate challenge for economics, *American Economic Review* 109 (6), 1991–2014.

Nordhaus, W. (2018), Projections and uncertainties about climate change in an era of minimal climate policies, *American Economic Journal: Economic Policy* 10 (3), 333–360.

Nordhaus, W. (2015), Climate clubs: Overcoming free-riding in international climate policy, *American Economic Review* 105 (4), 1339–1370.

Nordhaus, W. (2011), Designing a friendly space for technological change to slow global warming, *Energy Economics* 33 (4), 665–673.

Nordhaus, W. (1994), Managing the global commons: The economics of climate change, MIT Press, Cambridge, MA.

Nordhaus, W. und A. Moffat (2017), A survey of global impacts of climate change: Replication, survey methods, and a statistical analysis, NBER Working Paper 23646, National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA.

Nordhaus, W. und Z. Yang (1996), A regional dynamic general-equilibrium model of alternative climate-change strategies, *American Economic Review* 86 (4), 741–765.

Obermüller, F., T. Puls und T. Schaefer (2019), CO₂-Vermeidung im Straßenverkehr, IW-Gutachten, Institut der deutschen Wirtschaft, Köln.

OECD (2018), Taxing energy use 2018: Companion to the taxing energy use database, OECD Publishing, Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, Paris.

OECD (2015), The economic consequences of climate change, OECD Publishing, Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, Paris.

Pavitt, K. (1984), Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory, *Research Policy* 13 (6), 343–373.

Pearce, D. (1991), The role of carbon taxes in adjusting to global warming, *The Economic Journal* 101 (407), 938–948.

Peter, M., M. Guyer und J. Füssler (2018), Wie der Klimawandel den deutschen Außenhandel trifft, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.

Peters, M., M. Schneider, T. Griesshaber und V.H. Hoffmann (2012), The impact of technology-push and demand-pull policies on technical change – Does the locus of policies matter?, *Research Policy* 41 (8), 1296–1308.

Petrick, S. und U.J. Wagner (2014), The impact of carbon trading on industry: Evidence from German manufacturing firms, *Kiel Working Paper* 1912, Institut für Weltwirtschaft, Kiel.

Pfnür, A. und N. Müller (2013), Energetische Gebäudesanierung in Deutschland, Studie Teil II: Prognose der Kosten alternativer Sanierungsfahrpläne und Analyse der finanziellen Belastungen für Eigentümer und Mieter bis 2050, Arbeitspapier zur immobilienwirtschaftlichen Forschung und Praxis Nr. 28, Technische Universität Darmstadt.

Pizer, W.A. und D. Popp (2008), Endogenizing technological change: Matching empirical evidence to modeling needs, *Energy Economics* 30 (6), 2754–2770.

Plappert, M.-L., M. Rudolph und C. Vollmer (2019), Auswirkungen von Mindestabständen zwischen Windenergieanlagen und Siedlungen – Auswertung im Rahmen der UBA-Studie „Flächenanalyse Windenergie an Land“, Position, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.

Pontoglio, S. (2010), An early assessment of the influence on eco-innovations of the EU emissions trading scheme: Evidence from the Italian paper industry, in: Montini, A. und M. Mazzanti (Hrsg.), *Environmental efficiency, innovation and economic performance*, Routledge, London, New York, 81–91.

Popp, D. (2019), Environmental policy and innovation: A decade of research, *NBER Working Paper* 25631, National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA.

Popp, D. (2002), Induced innovation and energy prices, *American Economic Review* 92 (1), 160–180.

Porter, M.E. und C. van der Linde (1995), Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship, *Journal of Economic Perspectives* 9 (4), 97–118.

Pothen, F. und M.A. Tovar Reaños (2018), The distribution of material footprints in Germany, *Ecological Economics* 153, 237–251.

Powell, J.L. (2016), The consensus on anthropogenic global warming matters, *Bulletin of Science, Technology & Society* 36 (3), 157–163.

Rehfeld, K.-M., K. Rennings und A. Ziegler (2007), Integrated product policy and environmental product innovations: An empirical analysis, *Ecological Economics* 61 (1), 91–100.

Rennings, K. (1998), Towards a theory and policy of eco-innovation – Neoclassical and (co-)evolutionary perspectives, *ZEW Discussion Papers* 98–24, Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, Mannheim.

Rogelj, J. et al. (2018), Scenarios towards limiting global mean temperature increase below 1.5 °C, *Nature Climate Change* 8 (4), 325–332.

Rosenberg, N. (1974), Science, invention and economic growth, *The Economic Journal* 84 (333), 90–108.

Salant, S.W. (2016), What ails the European Union's emissions trading system?, *Journal of Environmental Economics and Management* 80, 6–19.

Sallee, J.M. (2019), Pigou creates losers: On the implausibility of achieving pareto improvements from efficiency-enhancing policies, *NBER Working Paper* 25831, National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA.

Scheffran, J., M. Brzoska, J. Kominek, P.M. Link und J. Schilling (2012), Climate change and violent conflict, *Science* 336 (6083), 869–871.

Schmitz, J., K. Menzel und F. Dittrich (2017), Energy justice: a concept to make the Pigouvian tax work, in: Leal-Arcas, R. und J. Wouters (Hrsg.), *Research Handbook on EU Energy Law and Policy*, Edward Elgar Publishing, 273–286.

Schwerhoff, G., U. Kornek, K. Lessmann und M. Pahle (2018), Leadership in climate change mitigation: Consequences and incentives, *Journal of Economic Surveys* 32 (2), 491–517.

Sinn, H.-W. (2017), Buffering volatility: A study on the limits of Germany's energy revolution, *European Economic Review* 99, 130–150.

Sinn, H.-W. (2008), Das grüne Paradoxon: Warum man das Angebot bei der Klimapolitik nicht vergessen darf, *Perspektiven der Wirtschaftspolitik* 9, 109–142.

- Smith, A.E. et al. (2013), Economic outcomes of a U.S. carbon tax, NERA Economic Consulting, Washington, DC.
- Smith, P. et al. (2015), Biophysical and economic limits to negative CO₂ emissions, *Nature Climate Change* 6, 42–50.
- SRU (2017), Umsteuern erforderlich: Klimaschutz im Verkehrssektor, Sondergutachten November 2017, Sachverständigenrat für Umweltfragen, Berlin.
- Stolper, S. (2016), Who bears the burden of energy taxes? The critical role of pass-through, Working Paper, Harvard Kennedy School, Cambridge, MA.
- Tamiotti, L., R. Teh, V. Kulaçoglu, A. Olhoff, B. Simmons und H. Abaza (2009), Trade and climate change: WTO-UNEP report, Welthandelsorganisation, Genf.
- Taylor, S. (2012), The ranking of negative-cost emissions reduction measures, *Energy Policy* 48, 430–438.
- Tol, R.S.J. (2018), The economic impacts of climate change, *Review of Environmental Economics and Policy* 12 (1), 4–25.
- Umweltbundesamt (2019a), Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen 1990–2017 (Endstand zur Berichterstattung 2019), Dessau-Roßlau.
- Umweltbundesamt (2019b), Lachgas und Methan, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/bodenlandwirtschaft/umweltbelastungen-der-landwirtschaft/lachgas-methan>, abgerufen am 2.7.2019.
- Umweltbundesamt (2019c), Primärenergieverbrauch, <https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/primaerenergieverbrauch>, abgerufen am 26.6.2019.
- Umweltbundesamt (2019d), Beitrag der Landwirtschaft zu den Treibhausgas-Emissionen, <https://www.umweltbundesamt.de/daten/land-forstwirtschaft/beitrag-der-landwirtschaft-zu-den-treibhausgas#textpart-1>, abgerufen am 14.6.2019.
- Umweltbundesamt (2018a), Carbon Capture and Storage, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/gewaesser/grundwasser/nutzung-belastungen/carbon-capture-storage>, abgerufen am 18.6.2019.
- Umweltbundesamt (2018b), Emissionsdaten im Verkehr, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/emissionsdaten>, abgerufen am 27.6.2019.
- Umweltbundesamt (2018c), Einkommen, Konsum, Energienutzung, Emissionen privater Haushalte, <https://www.umweltbundesamt.de/daten/private-haushalte-konsum/strukturdaten-privater-haushalte/einkommen-konsum-energienutzung-emissionen-privater>, abgerufen am 26.6.2019.
- Umweltbundesamt (2017), Klimaverträgliche Abfallwirtschaft, <https://www.umweltbundesamt.de/daten/ressourcen-abfall/klimavertragliche-abfallwirtschaft>, abgerufen am 14.6.2019.
- Umweltbundesamt und BMU (2011), Beschäftigungswirkungen sowie Ausbildungs- und Qualifizierungsbedarf im Bereich der energetischen Gebäudesanierung, Umweltbundesamt und Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Dessau-Roßlau und Berlin.
- UNEP (2019), The emissions gap report 2018, United Nations Environment Programme, Nairobi.
- UNFCCC (2019), The Paris Agreement and NDCs, <https://unfccc.int/process/the-paris-agreement/nationally-determined-contributions/ndc-registry>, abgerufen am 29.5.2019.
- UNFCCC (2015), Synthesis report on the aggregate effect of the intended nationally determined contributions, FCCC/CP/2015/7, United Nations Framework Convention on Climate Change, Bonn.
- Vereinte Nationen (2019), Paris Agreement – Status of ratification, <https://unfccc.int/process/the-paris-agreement/status-of-ratification>, abgerufen am 29.5.2019.
- Veugelers, R. (2012), Which policy instruments to induce clean innovating?, *Research Policy* 41 (10), 1770–1778.
- Vogt-Schilb, A., G. Meunier und S. Hallegatte (2013), Should marginal abatement costs differ across sectors? The effect of low-carbon capital accumulation, World Bank Policy Research Working Paper 6415, Weltbank, Washington, DC.
- Walsh, V. (1984), Invention and innovation in the chemical industry: Demand-pull or discovery-push?, *Research Policy* 13 (4), 211–234.

- Ward, D.J. (2014), The failure of marginal abatement cost curves in optimising a transition to a low carbon energy supply, *Energy Policy* 73 (C), 820–822.
- Weimann, J. (2017), Der EU-Emissionshandel: Besser als sein Ruf, ifo Schnelldienst 70 (14), 24–27.
- Weitzman, M.L. (2011), Fat-tailed uncertainty in the economics of catastrophic climate change, *Review of Environmental Economics and Policy* 5 (2), 275–292.
- Weitzman, M.L. (2009), On modeling and interpreting the economics of catastrophic climate change, *The Review of Economics and Statistics* 91 (1), 1–19.
- Weitzmann, M.L. (1974), Prices vs. quantities, *The Review of Economic Studies* 41 (4), 477–491.
- Weltbank (2019), State and trends of carbon pricing 2019, The World Bank, Washington, DC.
- Weltenergierat (2018), Die Verbindlichkeit der deutschen und internationalen Klimaziele, in: Weltenergierat (Hrsg.), *Energie für Deutschland – Fakten, Perspektiven und Positionen im globalen Kontext 2018*, Berlin, 101–104.
- Weyant, J.P. (2011), Accelerating the development and diffusion of new energy technologies: Beyond the “valley of death”, *Energy Economics* 33 (4), 674–682.
- Weyl, E.G. und M. Fabinger (2013), Pass-through as an economic tool: Principles of incidence under imperfect competition, *Journal of Political Economy* 121 (3), 528–583.
- Wier, M., K. Birr-Pedersen, H.K. Jacobsen und J. Klok (2005), Are CO₂ taxes regressive? Evidence from the Danish experience, *Ecological Economics* 52 (2), 239–251.
- Wier, M., M. Lenzen, J. Munksgaard und S. Smed (2001), Effects of household consumption patterns on CO₂ requirements, *Economic Systems Research* 13 (3), 259–274.
- Wissenschaftliche Beiräte beim BMEL (2016), Klimaschutz in der Land- und Forstwirtschaft sowie den nachgelagerten Bereichen Ernährung und Holzverwendung, Gutachten, Wissenschaftlicher Beirat Agrarpolitik, Ernährung und gesundheitlicher Verbraucherschutz sowie Wissenschaftlicher Beirat Waldpolitik beim Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, Berlin.
- Wissenschaftlicher Beirat beim BMF (2010), Klimapolitik zwischen Emissionsvermeidung und Anpassung, Gutachten, Wissenschaftlicher Beirat beim Bundesministerium der Finanzen, Berlin.
- Wissenschaftlicher Beirat beim BMWi (2019), Energiepreise und effiziente Klimapolitik, Gutachten, Wissenschaftlicher Beirat beim Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin, im Erscheinen.
- Wissenschaftlicher Beirat beim BMWi (2016), Die essenzielle Rolle des CO₂-Preises für eine effektive Klimapolitik, Gutachten, Wissenschaftlicher Beirat beim Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin.
- Zehaiie, F. (2009), The timing and strategic role of self-protection, *Environmental and Resource Economics* 44 (3), 337–350.
- Zerrahn, A., W.-P. Schill und C. Kemfert (2018), On the economics of electrical storage for variable renewable energy sources, *European Economic Review* 108 (C), 259–279.
- Zuliani, D.J., V. Scipolo und C. Born (2010), Opportunities for increasing productivity, lowering operating costs and reducing greenhouse gas emissions in EAF and BOF steelmaking, *Millennium Steel India*, 35–42.