Optionen für eine CO_2-Preisreform

MCC-PIK-Expertise für den Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung

Ottmar Edenhofer
Christian Flachsland
Matthias Kalkuhl
Brigitte Knopf
Michael Pahle

MCC
Mercator Research Institute on Global Commons and Climate Change

PIK
Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung e.V.

Optionen für eine CO_2-Preisreform

MCC-PIK-Expertise für den Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung

Impressum

MCC-PIK-Expertise für den Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung, eingereicht von

Prof. Dr. Ottmar Edenhofer (PIK, MCC und TU Berlin)

Prof. Dr. Christian Flachsland (MCC und Hertie School)

Prof. Dr. Matthias Kalkuhl (MCC und Universität Potsdam)

Dr. Brigitte Knopf (MCC)

Dr. Michael Pahle (PIK)

Mercator Research Institute on Global Commons and Climate Change (MCC) gGmbH

EUREF-Campus 19, 10829 Berlin

E-Mail: director@mcc-berlin.net

www.mcc-berlin.net

Copyright © Mercator Research Institute on Global Commons and Climate Change (MCC) gGmbH

Titelfoto: Shutterstock

Juli 2019

Das MCC ist eine gemeinsame Gründung von

STIFTUNG MERCATOR

PIK

Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung e.V.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung 5

Executive Summary 13

1. Einleitung: Herausforderungen für die deutsche Klima- und Energiepolitik 20

2. Der Beitrag der CO_2-Bepreisung in der Klimapolitik 22

2.1. Preisinstrumente in der Umwelt- und Klimapolitik 22

2.2. Einheitlicher vs. sektoral differenzierter CO_2-Preis 24

3. Internationale CO_2-Preis-Koordination 29

4. Ein Mindestpreis im EU-ETS 32

4.1. Hintergrund: Die EU-ETS-Reform und die Preisentwicklung der letzten Jahre 32

4.2. Diskussion der Preisbildung im ETS und Rationale für einen Mindestpreis 33

4.3. Die Absicherung des deutschen Kohleausstiegs durch einen CO_2-Mindestpreis 35

4.4. Optionen für die Implementierung 40

5. Nicht-ETS-Sektoren in Deutschland: Vier Optionen im Vergleich 42

5.1. Vier Optionen 43

5.2. Bewertungskriterien 51

5.3. Bewertung der Optionen 54

5.4. Vergleich der Optionen und kurzfristiger Einstiegspunkt 59

5.5. Sequenzierung und Konvergenzpunkte für die europäische Klimapolitik 60

6. CO_2-Preise 63

6.1. Preiselastizitäten und notwendige Preise in deutschen Nicht-ETS-Sektoren 63

6.2. Regulatorische Festlegung von CO_2-Preisen: Grundsätzliche Überlegungen 69

6.3. Preispfade für Deutschland und Europa 74

7. Komplementäre Instrumente und Reformen 76

8. Fiskalische Auswirkungen, Rückerstattung der Einnahmen und Verteilungswirkungen 79

8.1. Fiskalische Auswirkungen 81

8.2. Rückerstattung an Haushalte 84

9. Erhalt der internationalen Wettbewerbsfähigkeit 90

10. Ausblick 93

Anhang 1 – Prüfaufträge 95

Anhang 2 – Abkürzungsverzeichnis 96

Literatur 97

Zusammenfassung

Die deutsche Klimapolitik benötigt eine grundlegende Neuausrichtung. Deutschland muss im Rahmen der EU-Lastenteilungsverordnung bis 2030 seine Emissionen im Verkehrs-, Gebäude- und Landwirtschaftssektor sowie in Teilen des Industrie- und Energiesektors um 38 Prozent gegenüber 2005 vermindern, sonst drohen erhebliche Strafzahlungen. Das erfordert einen deutlich steileren CO_2-Reduktionspfad als in den vergangenen Jahren. Die Regierung plant daher, bis zum Ende des Jahres ein Klimaschutzgesetz zu verabschieden. Mit der aktuellen Ausrichtung von Energiewende und Klimapolitik kann dieses Ziel allerdings nicht erreicht werden, weil die bestehenden ökonomischen Anreize unzureichend sind und für Investoren und Innovatoren erhebliche Unsicherheiten über die zukünftige Ausrichtung der Klimapolitik bestehen. Außerdem sind die bisherigen Maßnahmen sozial unausgewogen. Der klimapolitische Rahmen muss dringend auf das zentrale Ziel ausgerichtet werden, also das Vermeiden von CO_2-Emissionen. Der CO_2-Preis sollte zum Leitinstrument der Klimapolitik werden.

Gleichzeitig wächst die **Unzufriedenheit mit dem unzureichenden klimapolitischen Fortschritt** in breiten Teilen der Gesellschaft: Die nationalen Klimaziele für 2020 werden verfehlt. Die Jugend, prominent vertreten durch die „Fridays for Future“-Bewegung, sieht die Lebensgrundlagen ihrer eigenen und künftiger Generationen in Gefahr. Klimaschutz ist zu einem zentralen Thema in der Mitte der Gesellschaft geworden. Daraus ist ein unmittelbarer klimapolitischer Handlungsdruck entstanden, der für eine umfassende Reform der Klimapolitik genutzt werden sollte.

Die nötigen Reformen lassen sich nur durch einen Paradigmenwechsel erreichen, bei dem auch die Umwelt- und Klimapolitik an den grundlegenden Prinzipien der **Sozialen Marktwirtschaft** ausgerichtet wird. Dabei gilt es den Wettbewerb um die günstigsten Vermeidungstechnologien zu fördern, Investitionssicherheit zu stärken, die Gesamtkosten für die Erreichung der Ziele möglichst gering zu halten und die Belastungen gerecht über Haushalte und Unternehmen zu verteilen. Ordnungsrecht und Förderprogramme sollten künftig nur eine ergänzende Rolle einnehmen.

Im Zentrum der Neuausrichtung muss eine umfassende und koordinierte Bepreisung der CO_2-Emissionen stehen. Die Ausgestaltung einer deutschen CO_2-Preisreform sollte von Beginn an als Dreiklang gedacht werden: Erstens muss der Konvergenzpunkt eine europaweit harmonisierte CO_2-Bepreisung sein. Zweitens sollte Deutschland als Zwischenschritt zügig eine nationale CO_2-Preisreform umsetzen, um seine Ziele im Rahmen der EU-Lastenteilungsverordnung zu erreichen. Drittens sollte die europäische CO_2-Preisreform Grundlage für erfolgreiche internationale Klimaverhandlungen werden. Mit dieser Reform haben Deutschland und Europa die Chance, nicht nur die europäische Klimapolitik voranzubringen, sondern auch ihre Position in den internationalen Verhandlungen zu verbessern.

Mit zehn Eckpunkten sollen Ziele und Wege dieser Reform beschrieben werden:

1. **Das Ziel ist ein über alle Sektoren einheitlicher CO_2-Preis.** Die notwendigen Minderungen der Emissionen müssen in einer nie dagewesenen Geschwindigkeit erreicht werden. Daher müssen Volkswirtschaften effiziente Vermeidungspfade beschreiten, um die Kosten gering zu halten. Emissionsminderungen müssen dort erbracht werden, wo dies zu den niedrigsten Kosten erreicht werden kann und das Innovationspotenzial der Volkswirtschaft am stärksten mobilisiert wird. Mit Blick auf politische Durchsetzbarkeit und schnelle Umsetzung sind sektoral unterschiedliche CO_2-Preise übergangsweise akzeptabel – aber nur dann, wenn die Politik mittel- bis langfristig einen europaweit einheitlichen Preis in allen Sektoren anstrebt. Nur dieser ermöglicht der gesamten Volkswirtschaft eine koordinierte Dekarbonisierung. Auch im Rahmen eines sektorübergreifenden CO_2-Preises lassen sich verteilungs-, wettbewerbs-, innovations- und industriepolitische Ziele erreichen. Dafür steht ein breites Instrumentarium an ergänzenden Maßnahmen zur Verfügung. Der Konvergenzpunkt für die langfristig einheitliche Bepreisung sollte ein alle Sektoren umfassendes Europäisches Emissionshandelssystem (EU-ETS)[1] mit einem Mindestpreis sein.

2. **Deutschland benötigt kurzfristig eine Reform der klimapolitischen Instrumente in den Sektoren Verkehr und Wärme, um seine europäischen Verpflichtungen zu erfüllen.**[2] Die deutsche Politik hat sich auf europäischer Ebene verpflichtet, die Emissionen in diesen Sektoren bis 2030 deutlich zu senken. Das wird mit den existierenden klimapolitischen Instrumenten nicht erreicht. Die Ziele können grundsätzlich auf vier Wegen erreicht werden (Abbildung Z.1): (1) Die bisherige Politik basierend auf Ordnungsrecht, Förderprogrammen und freiwilligen Selbstverpflichtungen wird intensiviert und ausgeweitet; (2) es wird eine CO_2-Steuer eingeführt, indem die bereits bestehenden Energiesteuersätze auf einen einheitlichen CO_2-Preis harmonisiert werden (mit Ausnahme des Verkehrssektors, in dem der CO_2-Preis auf die bestehende Energiesteuer aufgeschlagen wird); bei einer Verfehlung der Minderungsziele wird die Steuer angepasst; (3) ein nationaler Emissionshandel mit verlässlichen Mindest- und Höchstpreisen wird aufgebaut; im Gegenzug werden die Energiesteuern auf EU-Mindestsätze gesenkt (mit Ausnahme des Verkehrssektors); (4) die Sektoren Wärme und Verkehr werden in den europäischen Emissionshandel einbezogen; im Gegenzug werden die Energiesteuersätze auf EU-Mindestsätze gesenkt (mit Ausnahme des Verkehrssektors).

[1] Dieses Akronym entspringt der englischsprachigen Bezeichnung.

[2] Mit „Verkehr und Wärme“ werden in dieser Expertise CO_2-Emissionen aus fossilen Energieträgern in den folgenden Sektoren sprachlich vereinfachend zusammengefasst: Verkehr (mit Ausnahme von Luft-, Schiffs- sowie bereits im EU-ETS erfasstem Schienenverkehr), Gebäude (Raumwärme und Warmwasseraufbereitung für Haushalte, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen), energiebedingte Emissionen von Nicht-ETS-Industrieanlagen sowie energiewirtschaftliche Anlagen, die nicht im EU-ETS erfasst sind (unterhalb des Schwellenwertes von 20 MW thermischer Leistung oder sonstige ETS-Ausnahmen wie etwa Abfallverbrennung). Die Emissionen aus anderen Treibhausgasen (THG) werden in dieser Studie nicht berücksichtigt. So werden die THG-Emissionen des Landwirtschaftssektors – abgesehen von CO_2-Emissionen aus fossilen Agrartreibstoffen – ausgeklammert, da hier eine Reihe von Fragen bezüglich Messbarkeit der Emissionen, Transaktionskosten und effizienter Anreize zu klären sind.

Optionen

1. **Ausweitung Ordnungsrecht, Förderprogramme und Selbstverpflichtungen [Ordnungsrecht]**
2. **CO_2-Steuer für Verkehr und Wärme durch Anpassung Energiesteuersätze [CO_2-Steuer]**
   a) niedrige ergänzende Steuer
   b) hohe tragende Steuer
3. **Deutsches ETS für Verkehr und Wärme [DE-ETS]**
   a) nur in Deutschland
   b) verknüpft mit analogen ETS in anderen EU-Mitgliedstaaten
4. **EU-ETS-Einbeziehung von Verkehr und Wärme [EU-ETS]**
   a) unilaterale Einbeziehung nur Deutschland
   b) mit Koalition von Mitgliedstaaten
   c) mit allen Mitgliedstaaten

Abbildung Z.1: Optionen für das Erreichen der deutschen Klimaziele in den Nicht-ETS-Sektoren nach EU-Lastenteilungsverordnung.

3. **Eine CO_2-Steuer oder ein Emissionshandelssystem (ETS) bieten einen zeitnahen Einstieg in eine zunächst nationale CO_2-Bepreisung und sind grundsätzlich gleichwertig; entscheidend ist die jeweils richtige institutionelle Ausgestaltung der gewählten Option.** Ein nationaler Einstieg in die CO_2-Bepreisung in den Sektoren Verkehr und Wärme ist sinnvoll, weil die Einbeziehung in das EU-ETS zeitintensive und politisch aufwendige Koordinationsprozesse erfordert. Die Analyse der vier Optionen (nach Kriterien wie Zielerreichung, Effizienz, Verteilungseffekte und politische Umsetzbarkeit) ergibt folgende Bewertung (Abbildung Z.2): Die Option „Ordnungsrecht“ (1) ist kostspielig, wegen ihrer potentiell regressiven Verteilungswirkung sozial unausgewogen, und sie kann zudem die Erfüllung der europarechtlichen Verpflichtungen nicht gewährleisten. Die Option „Integration in den europäischen Emissionshandel“ (4) ist wegen der einheitlichen Bepreisung zwar theoretisch bestechend, in der Praxis aber mit erheblichen politischen und rechtlichen Risiken behaftet. So wäre eine mehrjährige Verzögerung oder gar ein vollkommenes Verfehlen der Klimaschutzziele Deutschlands wahrscheinlich. Dagegen ermöglichen sowohl die Option „CO_2-Steuer“ (2) als auch die Option „nationaler Emissionshandel für Verkehr und Wärme“ (3) eine CO_2-Preisreform in Deutschland, die effektiv und effizient ist und sozial ausgewogen gestaltet werden kann. Beide Instrumente sind bei geeigneter institutioneller Ausgestaltung grundsätzlich gleichwertig. Eine CO_2-Steuer muss regelmäßig überprüft und angepasst werden, um die Mengenziele der EU-Lastenteilungsverordnung zu erreichen. Ein deutsches Emissionshandelssystem benötigt einen Mindest- und einen Höchstpreis, um Investitionsplanungen zu erleichtern und nicht wünschenswerte extreme Preisschwankungen auszuschließen. Die Politik wird entscheiden müssen, ob sie eher CO_2-Steuersätze anpassen oder einen Preiskorridor in einem Emissionshandelssystem verlässlich einführen und beibehalten kann. Administrativ erscheint die Option „CO_2-Steuer“ einfacher und rascher implementierbar, da in einem nationalen Emissionshandelssystem zum Beispiel finanzmarkt- oder beihilferechtliche Fragen zu klären sind.

	Erreichen 2021-2030 Ziele nach EU Lastenteilungs-verordnung	Europäische Anschlussfähigkeit	Effizienz	Verteilung	Admini-strativer Aufwand	Steuerliches Aufkommen	Politische Heraus-forderungen Umsetzung
Ordnungsrecht, Förderung	schwierig	gering	gering	voraussichtlich regressiv	gering	keines	gering
CO_2-Steuer (mit Anpassung)	nicht sicher	koordinierte Steuern möglich	mittel	progressive Ausgestaltung möglich	gering	zusätzlich	mittel
DE-ETS (mit Preiskorridor)	nicht sicher	Linking möglich	mittel	progressive Ausgestaltung möglich	mittel	zusätzlich	mittel
EU-ETS Einbeziehung	nicht sicher	gemeinsames EU-Instrument	hoch	progressive Ausgestaltung möglich	mittel	zusätzlich, aber weniger	hoch

Abbildung Z.2: Bewertung der Optionen für das Erreichen der deutschen Ziele in den Nicht-ETS-Sektoren nach EU-Lastenteilungsverordnung basierend auf unterschiedlichen Kriterien (Optionen 1, 2b, 3a, und 4a; Schriftfarbe Rot = problematisch, Schriftfarbe Gelb = mittel, Schriftfarbe Grün = gute Bewertung).

4. **Effektive CO_2-Bepreisung erfordert einen flexiblen, fehlertoleranten und glaubwürdigen institutionellen Rahmen.** Ob als Steuer oder als Emissionshandel mit Preiskorridor: Das System muss auf signifikante klimapolitische, technologische oder makroökonomische Änderungen reagieren können. Darüber hinaus muss die Steuer bei konjunkturellen Schwankungen, Inflation, Nachfragereaktionen sowie Veränderungen des Öl- und Gaspreises angepasst werden, damit ihre Lenkungswirkung erhalten bleibt. Dies erfordert eine Überprüfung und Anpassung des Steuerpfades in kurzen Abständen. Der anfangs gewählte CO_2-Steuerpfad sollte in 2020 etwa bei 50 Euro pro Tonne CO_2 starten, um dann auf 130 Euro im Jahr 2030 zu steigen. Bei einem Emissionshandelssystem könnte der Mindestpreis bei 35 Euro im Jahr 2020 beginnen und dann auf 70 Euro in 2030 steigen; der Höchstpreis könnte etwa bei 70 Euro im Jahr 2020 liegen und auf 180 Euro bis 2030 ansteigen. Der Preiskorridor bedarf im Gegensatz zur Steuer keiner ständigen Anpassung, da sich die Preise innerhalb des Korridors frei bilden können. Es sollte eine geeignete Institution geschaffen werden, die über Kapazitäten zur Marktbeobachtung verfügt und evidenz- und regelbasiert Anpassungen des CO_2-Steuerpfads oder des Preiskorridors vorschlagen kann. Dies erhöht die Verlässlichkeit und die Planungssicherheit.

5. **Die deutsche CO_2-Preisreform muss zügig in ein europäisches System überführt werden, schon kurzfristig sollte ein Mindestpreis im EU-ETS eingeführt werden (Abbildung Z.3).** Parallel zum nationalen Einstieg sollte Deutschland die Einführung einer integrierten europaweiten CO_2-Bepreisung vorantreiben, um eine dauerhafte Zersplitterung und entsprechend hohe Kosten der europäischen Klimapolitik zu verhindern. Das EU-ETS bietet hierfür den naheliegenden Rahmen und kann durch die Einbeziehung weiterer Sektoren der EU-Mitgliedstaaten erweitert werden. Zudem sollte im EU-ETS zügig ein Mindestpreis eingeführt werden, möglichst in einer europäischen Koalition – falls nicht anders möglich auch unilateral von Deutschland. Denn das heutige System bietet trotz aller Reformen noch immer keinen verlässlichen Rahmen für langfristige Investitionen. Das zeigt sich etwa auch darin, dass der deutsche Kohleausstieg nicht in jedem Fall zu sinkenden Emissionen führt. Schon vor Einführung einer umfassenden europaweiten CO_2-Bepreisung kann eine „Koalition der Willigen“ ab sofort ihre Maßnahmen zur CO_2-Bepreisung in den Nicht-ETS-Sektoren harmonisieren, wahlweise in Form koordinierter Energiesteuern (als CO_2-Steuern) oder in Form multinationaler Emissionshandelssysteme.

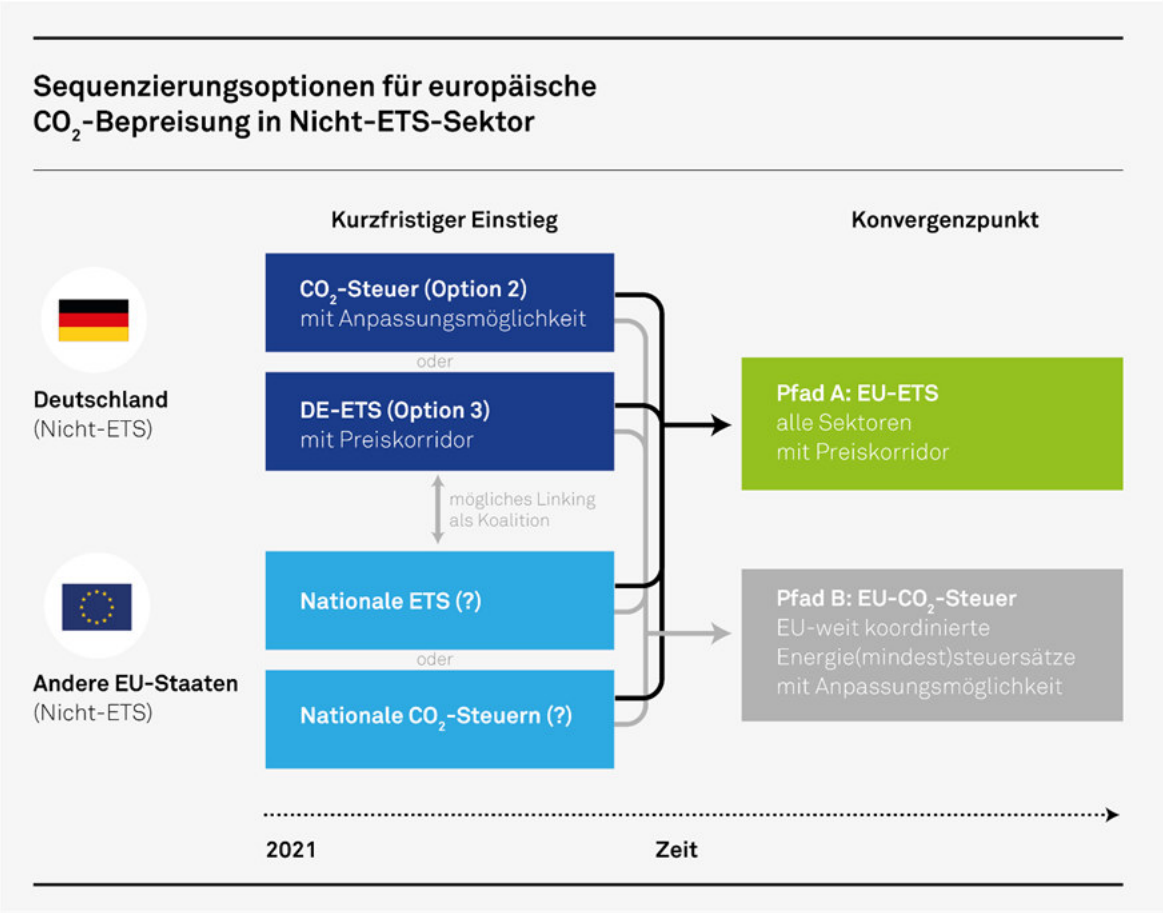


Abbildung Z.3: Der nationale Einstieg in eine CO_2-Bepreisung sollte auf einen europäischen Konvergenzpunkt zulaufen. Grundsätzlich sind das EU-ETS oder koordinierte CO_2-Steuern denkbar; das EU-ETS als bestehendes System ist ein naheliegender Konvergenzpunkt.

6. **Eine erfolgreiche CO_2-Preisreform auf nationaler und europäischer Ebene ermöglicht erfolgreiche internationale Klimaverhandlungen.** Der Klimaschutz ist eine globale Aufgabe: Wenn Deutschland und Europa über ein überzeugendes CO_2-Preissystem verfügen, können sie mit anderen Staaten über die Koordination regionaler und nationaler Mindestpreise verhandeln. Ärmere Länder sollten dabei durch konditionale Transfers aus dem Green Climate Fund (GCF) unterstützt werden, wenn sie höhere CO_2-Preise einführen. Dadurch werden Anreize geschaffen, die einem Trittbrettfahrerverhalten entgegenwirken. Die dadurch gewährleisteten Prinzipien der Reziprozität und Fairness sind notwendige Bedingung für eine erfolgreiche internationale Kooperation.

7. **Ein CO_2-Preis muss durch weitere klimapolitische Instrumente ergänzt werden.** Ein sektorübergreifender einheitlicher Preis sollte das Leitinstrument der Klimapolitik werden. Jedoch besteht die Gefahr einer Schwächung der dynamischen Anreizwirkung der CO_2-Bepreisung durch Markt- oder Politikversagen. Daher sollte ein CO_2-Preis durch sektoral spezifische komplementäre Politikinstrumente und Maßnahmen ergänzt werden, die solche Versagen gezielt korrigieren. Im Wärmesektor sind etwa Informationsprogramme oder auch eine steuerliche Begünstigung beziehungsweise Förderprogramme zur energetischen Gebäudesanierung sinnvoll. Im Verkehrssektor sollte die Politik die Wirksamkeit von CO_2-Preisen dadurch erhöhen, dass sie die Infrastruktur für Elektromobilität und öffentlichen Nah- und Fernverkehr ausbaut sowie die Rahmenbedingungen für intelligenten Güterverkehr bereitstellt. Um die Kurzsichtigkeit bei Kaufentscheidungen zu überwinden, können Effizienzstandards, Bonus-Malus-Systeme und die Bereitstellung von Informationen hilfreich sein.

Im Verkehrssektor ist eine umfassende Reform der Instrumente zur Bekämpfung von Staus, Lärm und Luftverschmutzung notwendig, da diese zusätzlichen Probleme nicht adäquat durch einen CO_2-Preis behoben werden – geeigneter wären hier räumlich und zeitlich differenzierte Mautsysteme, insbesondere in Städten. Die Gestaltung des Zusammenspiels verschiedener sektoraler und sektorübergreifender Politikinstrumente und Maßnahmen als Ergänzung zu einem CO_2-Preis sollte zur Kernaufgabe der Klimapolitik werden.

8. **Parallel zur CO_2-Preisreform ist eine Reform der Energiesteuern und Abgaben notwendig.** Der historisch entstandene Wildwuchs von Steuern und Abgaben in den Sektoren Verkehr und Wärme sollte korrigiert werden, weil er einer sektorübergreifenden Energiewende entgegensteht. Die hier analysierten Reformoptionen sind ein wichtiger Schritt in der Umstellung des Energiesteuersystems auf eine konsistente CO_2-Bepreisung. In jedem Fall sollte eine Absenkung der Stromsteuer auf EU-Mindestsätze erfolgen. Möglichkeiten zur Herauslösung der wettbewerbsverzerrenden Bestandteile aus dem Strompreis, wie Netzentgelte und EEG-Umlage, sollten geprüft werden, um eine effiziente Verknüpfung der verschiedenen Sektoren („Sektorkopplung“) zu ermöglichen. Diese Maßnahmen können teilweise aus den Erlösen der CO_2-Preisreform finanziert werden. Im Straßenverkehr sollten bis zu einer umfassenden Reform der verkehrspolitischen Instrumente die bisherigen Energiesteuersätze beibehalten werden, um die dort bestehenden Probleme (Staus, Lärm, Luftverschmutzung etc.) wenigstens näherungsweise zu bepreisen und um eine kurzfristige Verminderung der Steuereinnahmen zu verhindern. Eine Anpassung des Dieselsteuersatzes an den Benzinsteuersatz ist geboten. Langfristig ist eine umfassende Steuerreform notwendig, um die sinkende Steuerbasis bei den fossilen Energieträgern zu kompensieren. Zur Berücksichtigung weiterer externer Effekte, wie der lokalen Luftverschmutzung, könnten im Wärmesektor differenzierte Steuersätze auf einen einheitlichen CO_2-Preis aufgeschlagen werden. Die Höhe dieser Steuern richtet sich nach den jeweiligen sozialen Kosten der Nutzung eines Energieträgers und hängt auch von den Möglichkeiten zielgenauer Regulierung durch Technologiestandards ab.

9. **Die CO_2-Preisreform sollte eine Pro-Kopf-Rückerstattung für Haushalte beinhalten (Klimadividende).** Klimapolitik muss sozial ausgewogen gestaltet sein. Die Mittel, das zu gewährleisten, sind vorhanden: Sowohl bei der Einführung einer CO_2-Steuer als auch in Emissionshandelssystemen mit versteigerten Zertifikaten (nicht aber bei Ordnungsrecht und Förderprogrammen) generiert der Staat Einnahmen, die aufkommensneutral an Haushalte zurückerstattet werden können – zum Beispiel in Form einer Pro-Kopf-Rückerstattung (Klimadividende) und durch die Entlastung beim Strompreis. Auf diese Weise werden einkommensschwache Haushalte im Durchschnitt sogar zu ökonomischen Gewinnern einer CO_2-Preisreform, während finanziell stärkere Haushalte in moderatem Umfang zusätzlich belastet werden (Abbildung Z.4). Selbst bei besonders stark belasteten Haushalten belaufen sich die Kosten eines CO_2-Preises von anfänglich 50 Euro pro Tonne CO_2 auf 1 Prozent der Konsumausgaben. Da jeder Haushalt den gleichen Erstattungsbetrag unabhängig von seinen Ausgaben für CO_2-intensive Güter erhält, bleibt ein hoher Anreiz zur Vermeidung von CO_2-Emissionen und zur Nutzung entsprechender Einsparmöglichkeiten erhalten. Für besonders betroffene Gruppen, etwa Berufspendler mit weitem Anfahrtsweg, sind Härtefallregelungen zu prüfen. Dabei sollte die Lenkungswirkung des CO_2-Preises erhalten bleiben.

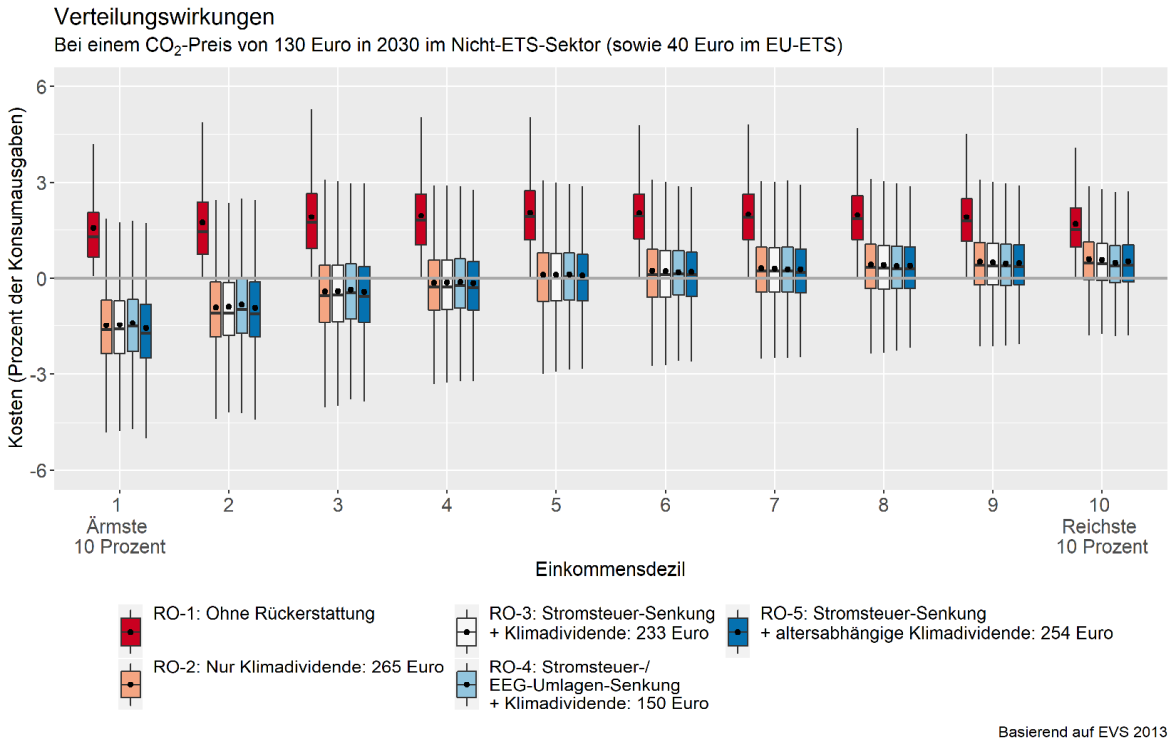


Abbildung Z.4: Kosten einer CO_2-Preisreform für Haushalte in Deutschland bei alternativen Rückerstattungsoptionen (RO) im Jahr 2030 (in Prozent von den Gesamtausgaben der Haushalte). Die Pro-Kopf-Rückerstattung ist insgesamt aufkommensneutral und entlastet die ärmsten Haushalte um durchschnittlich 1,5 Prozent ihrer gesamten Konsumausgaben. Zwischen den verschiedenen in dieser Expertise untersuchten Rückerstattungsoptionen gibt es kaum Unterschiede. Die farblich ausgefüllte Fläche der Balken zeigt insgesamt 50 Prozent der Haushalte in jedem Dezil; der Punkt zeigt die durchschnittlichen Kosten; die langen vertikalen Striche zeigen die Belastung für die jeweils verbleibenden 25 Prozent der Haushalte in jedem Dezil.

10. **Die Wettbewerbsfähigkeit der Wirtschaft darf nicht unverhältnismäßig beeinträchtigt werden.** Viele deutsche Unternehmen können von einem ambitionierten internationalen Klimaschutz profitieren, da sie die dafür erforderlichen Produkte anbieten und entwickeln. Gleichwohl gilt es sicherzustellen, dass nicht kurzfristig – solange andere Staaten noch keine ambitionierte Klimapolitik betreiben – die heimische Wirtschaft mit Blick auf die Produktionsbedingungen Nachteile im internationalen Wettbewerb erleidet. Um auch bei steigenden CO_2-Preisen eine Verlagerung von Investitionen (und in der Folge Emissionen) zu vermeiden, ist langfristig eine umfassende, europäische und auch weltumspannende Kooperation notwendig. Im Zweifel muss die deutsche Politik hier zunächst pragmatisch vorgehen: Ein Zwischenschritt kann darin bestehen, dass Unternehmen in den Sektoren Verkehr und Wärme die bestehenden, umfassenden Ausnahmen bei der Energiesteuer auch im Rahmen einer CO_2-Preisreform bis zu einem Stichtag übergangsweise weiterhin erhalten. In der Zwischenzeit sollte geprüft werden, welche Sektoren tatsächlich Wettbewerbsnachteile durch eine CO_2-Bepreisung erleiden, und wie diese durch geeignete Kompensationsmechanismen geschützt werden können.

Insgesamt erfordert eine CO_2-Preisreform in Deutschland mutige politische Beschlüsse. Damit diese zeitnah in Kraft treten können, sollte man jetzt einen Prozess in die Wege leiten, der die anstehenden Gestaltungsfragen zu klären hilft. **Dafür sollte das geplante Klimaschutzgesetz den notwendigen Paradigmenwechsel der deutschen Klimapolitik zum Ausdruck bringen: der CO_2 Preis als Leitinstrument**

der Klimapolitik ergänzt um komplementäre Maßnahmen. Nach der Grundsatzentscheidung über die Wahl einer CO_2-Steuer oder eines Emissionshandelssystems müssen eine Reihe von Prüfaufträgen durch eine geeignete interministerielle Task Force mit Expertinnen und Experten sowie Stakeholdern abgearbeitet werden. Deren Zwischenergebnisse sollten in einer zeitlich straffen Folge öffentlicher Anhörungen diskutiert werden, damit Qualität und Akzeptanz einer CO_2-Preisreform gesichert sind.

Executive Summary

German climate policy is in need of fundamental realignment. Under the EU Effort Sharing Regulation, Germany must reduce its emissions in the transport, heating, agricultural sectors and parts of the industrial and energy sectors by 38 percent until 2030 compared to 2005; otherwise, significant penalties are imminent. This requires much steeper carbon emission reductions than in previous years. The German government is therefore planning to pass a Climate Protection Law by the end of this year. Germany, however, cannot achieve its ambitious emission reduction targets on the basis of its current climate policy configuration. Existing economic incentives are insufficient to reduce emissions by the required amount, which is exacerbated by investors and innovators facing considerable uncertainties about the future direction of climate policy. In addition, the measures taken so far are socially unbalanced. The climate policy framework urgently requires realignment towards the central goal: mitigating carbon emissions. Carbon pricing should thus become the core instrument of climate policy.

At the same time, **dissatisfaction with inadequate climate policy progress** has been growing in various parts of society: National climate targets for 2020 will not be met. The young generation, prominently represented by the 'Fridays for Future' movement, is worried about the livelihoods of both its own and future generations. Climate protection has become a key topic in mainstream discourse. This has put pressure on policymakers to act. This renewed vigour should be harnessed to implement a comprehensive reform of climate policy.

The necessary reforms can only be achieved via a paradigm shift, whereby environmental and climate policies are aligned with the fundamental principles of the **Social Market Economy**. The goal is to promote competition for developing the least-cost mitigation technologies, to strengthen investment reliability, minimize overall costs, and distribute the burden fairly among households and companies. Complementary policies and measures should supplement carbon pricing as the key instrument in the future climate policy mix.

Introducing carbon pricing in Germany requires taking a threefold perspective**:** first and foremost, **the point of convergence for a carbon pricing reform is a harmonized European carbon pricing system;** secondly, Germany should rapidly implement a national carbon pricing reform as an intermediate step to achieve its national targets under the EU Effort Sharing Regulation; thirdly, the European carbon pricing reform should become the basis for successful, international climate negotiations. With this reform, Germany and Europe have the opportunity not only to advance European climate policy but to strengthen their positions in international negotiations.

Ten key points describe the goals and pathways of this reform:

1. **The goal is a uniform carbon price across all sectors.** Emissions must be cut at unprecedented speed. Therefore, economies need to ensure efficiency of mitigation pathways and minimize costs. Emissions should be reduced where doing so is cheapest and most innovative potential can be tapped. Taking into account restrictions imposed by political feasibility as well as the need for rapid implementation, sectorally differentiated carbon prices are acceptable during a transition period. This holds only if climate policy converges towards a uniform European carbon price in all sectors in the medium term which is the best pathway for decarbonizing the economy in a coordinated and least-cost way. A uniform, cross-sector carbon price also allows policy-makers to achieve distributional, competition, innovation, and industrial policy goals. A variety of complementary measures are available to accomplish these tasks. The EU Emissions Trading System (EU ETS), supplemented with a minimum carbon price while covering all sectors, constitutes the long-term point of convergence.
2. **Germany rapidly needs to reform climate policy in the transport and heating sectors to meet its European obligations.**[3] At the European level, German policy makers have committed to reducing emissions significantly in the non-ETS sectors by 2030. This objective cannot be achieved by using existing climate policy. There are basically four ways to fulfil Germany's European commitments (Figure Z.1): (1) The current policy mix, based on regulation, funding programmes and voluntary commitments, will be expanded; (2) a carbon tax will be introduced by harmonising current energy tax rates towards a single carbon price (with exception of the transport sector, where the carbon price is added to the existing energy tax); if the reduction targets are not met, the tax will be adjusted; (3) a national emissions trading system, including reliable minimum and maximum prices, will be established while energy taxes are reduced to EU minimum rates (with the exception of the transport sector); (4) the transport and heating sectors will be included in the EU ETS; energy tax rates will be reduced to EU minimum rates (with the exception of the transport sector).

[3] To simplify language in this expertise, when referring to the sectors 'transport and heating' we specifically mean CO_2 emissions from burning fossil fuels in the following sectors: transport (except for air and rail transport which are already covered by the EU ETS, ship transport, and except shipping), buildings (space heating and hot water preparation for households, commerce, trade, and services), energy-related emissions from non-ETS industry, and power plants not covered by the EU ETS (below the threshold of 20 MW thermal output or other ETS exemptions, such as waste incineration). Emissions from other greenhouse gases (GHG) are not included in this study. For example, apart from carbon emissions from transport fossil fuels, GHG emissions from the agricultural sector are excluded. GHG pricing in the agricultural sector requires clarification of a number of issues, related to measuring emissions, transaction costs, and efficient alignment of incentives.

Options for achieving the German non-ETS sector emission targets under the EU Effort Sharing Regulation

1. **Expansion of regulation, funding programmes and voluntary commitments [regulation]**
2. **Carbon tax for transport and heating via energy tax rate adjustment [carbon tax]**
   a) Low supplementary tax
   b) High significant tax
3. **German emissions trading system for transport and heating [DE ETS]**
   a) Only in Germany
   b) Linked to analogous ETS in other EU member states
4. **EU ETS inclusion of transport and heating [EU ETS]**
   a) Unilateral inclusion only by Germany
   b) Inclusion with a coalition of member states
   c) Inclusion with all member states

Figure Z.1: Options for achieving German climate targets in non-ETS sectors under the EU Effort Sharing Regulation.

3. **Both a carbon tax and an emissions trading system (ETS) enable a swift introduction of carbon pricing in Germany; under an appropriate policy design, both instruments are basically equivalent.** Launching carbon pricing in the transport and heating sectors using a national carbon pricing tool makes sense. This is because inclusion in the EU ETS will require time-consuming and politically uncertain coordination. Analysis of the four options (based on criteria, such as attaining targets, efficiency, distributional effects, and political feasibility) yields the following assessment (Figure Z.2): The 'regulation' option, (1), is costly and socially unbalanced due to potentially regressive distributional effects. Indeed, (1) cannot ensure compliance with European emission reduction targets. While 'Integration into the EU ETS' – option (4) – is theoretically compelling because of the potential for EU-wide, uniform carbon pricing, it is associated with considerable political and legal risks as a short-term option. These risks will likely result in (4) being delayed or even failing to attain Germany's emission reduction targets. On the other hand, both a 'carbon tax', option (2), and the option 'National Emissions Trading System for Transport and Heating', (3), enable a swift carbon pricing reform in Germany. This reform can be designed in an effective, efficient and socially balanced way. Both instruments are basically equivalent as long as they are structured appropriately. A carbon tax needs to be assessed and adjusted frequently in order to achieve the targets of the EU emissions sharing decision. A German emissions trading scheme requires a price collar to facilitate investments and to prevent extreme price fluctuations. Policymakers have to decide whether carbon taxes can be adjusted or whether they can commit to minimum and maximum prices in an emissions trading scheme. It seems that introducing a 'carbon tax', however, can be done in a faster and administratively easier way as for an emissions trading scheme, where financial market or state subsidy issues still have to be clarified.

	Attaining 2021-2030 targets under EU Effort Sharing Regulation	European compatibility	Efficiency	Distribution	Administrative effort	State revenues	Political implementation challenges
Regulation	difficult	low	low	likely regressive	low	none	medium
Carbon tax (With adjustment)	uncertain	coordinated taxes possible	medium	progressive outcome possible	low	additional	medium
DE-ETS (With price corridor)	uncertain	linking possible	medium	progressive outcome possible	medium	additional	medium
EU-ETS inclusion	uncertain	joint EU instrument	high	progressive outcome possible	medium	additional, but less	high

Figure Z.2: Evaluation of the options for attaining the German mitigation targets in non-ETS sectors under the EU Effort Sharing Regulation based on different criteria (options 1, 2b, 3a, and 4a; red box = problematic, yellow box = medium, green box = good rating).

4. **Effective carbon pricing requires a flexible, robust and credible institutional framework.** Regardless of its design – either as a tax or as an ETS – the system must be able to respond to significant technological or broader climate policy changes. Additionally, a carbon tax needs to be robust against business cycles, inflation, demand responses as well as fluctuations of oil and gas prices, in order to maintain its steering effect. A carbon tax therefore requires a frequent adjustment mechanism to ensure that a fixed emissions target is attained. The initially chosen carbon tax pathway should start at around 50 euros per tonne of CO_2 in 2020, increasing to 130 euros by 2030. For an ETS, the minimum price could start at 35 euros in 2020 and then increase to 70 euros by 2030; the maximum price could be around 70 euros in 2020 and rise to 180 euros by 2030. In contrast to the tax, the price collar does not require frequent adjustment since prices can form freely within the collar. An appropriate institution with market observation capabilities should be set up, suggesting evidence- and rule-based adjustments of the carbon tax pathway or the price collar. This increases reliability and planning security.

5. **A German carbon pricing reform should swiftly converge on an integrated European carbon pricing system; in the meantime, a minimum price in the EU ETS should be implemented (Figure Z.3).** In addition to introducing carbon pricing in transport and heating immediately at the national level, Germany should push ahead with the introduction of an integrated, Europe-wide carbon pricing system in order to prevent lasting fragmentation and correspondingly high costs of European climate policy. The EU ETS provides the obvious point of convergence and can be expanded by including the transport and heating sectors of all EU Member States. Moreover, a minimum price should be introduced in the EU ETS, ideally EU-wide or in a coalition of countries but, if necessary, unilaterally by Germany. As the system currently fails to provide a reliable framework for long-term investment this seems to be indispensable. This fact is underlined, for example, by the potential risk that Germany's 'Kohleausstieg' (coal phase-out) may not achieve the desired cuts in emissions. In the non-ETS sector, even before converging on an EU-wide carbon pricing approach, a 'coalition of the willing' can immediately coordinate its carbon pricing measures – either in the form of coordinated energy taxes (in case of carbon taxes) or in the form of linked multinational emissions trading systems.

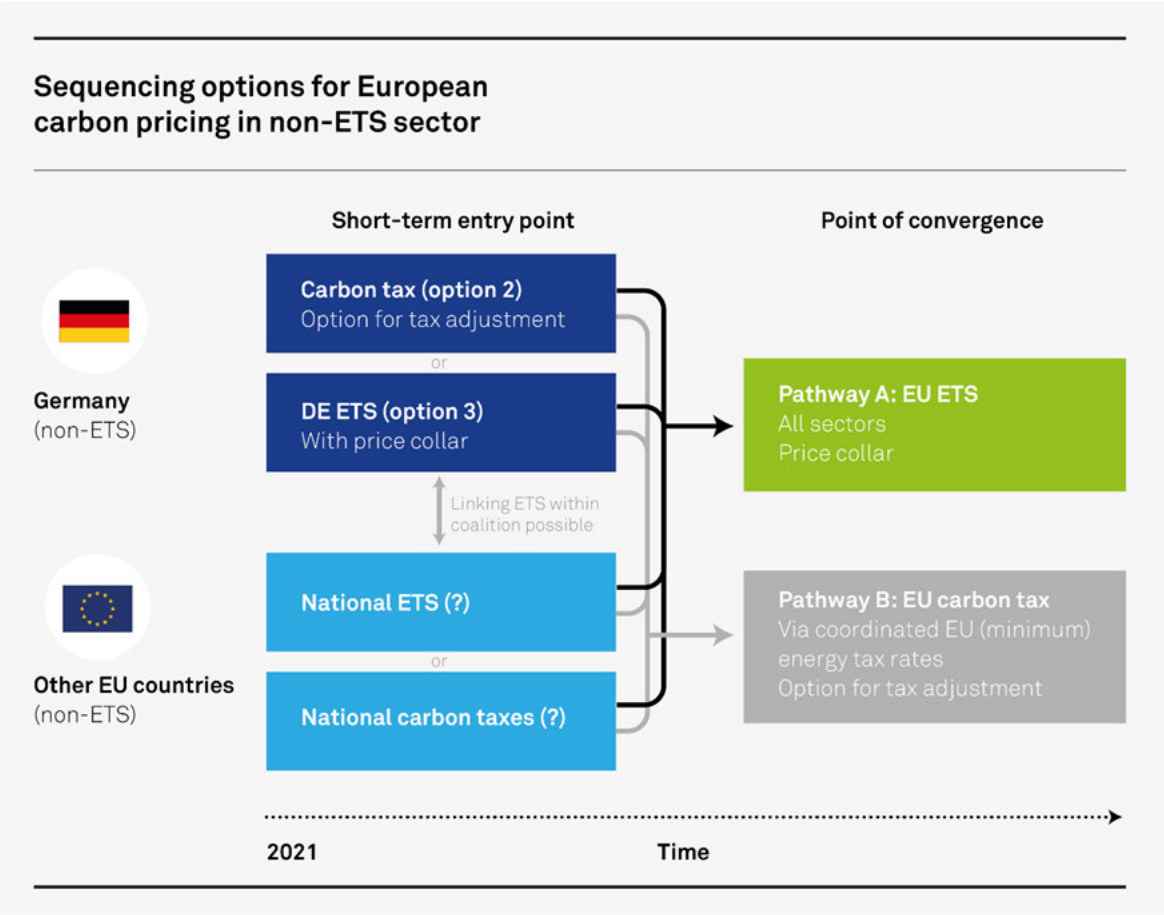


Figure Z.3: A German carbon pricing reform should converge into a European carbon pricing system. In general, both the EU ETS and coordinated carbon taxes are conceivable points of convergence. The EU ETS as the already existing system appears to be the most obvious option.

6. **A successful carbon pricing reform at national and European levels facilitates successful international climate negotiations.** Climate protection is a global task: if Germany and Europe manage to establish strong carbon pricing systems, they could negotiate with other countries to coordinate regional and national minimum carbon prices. Poorer countries should be supported by conditional transfers within the institutional framework of the Green Climate Fund (GCF) – if they introduce (higher) carbon prices. This creates disincentives for free-riding, thereby providing the necessary conditions for successful international cooperation via promoting the principles of reciprocity and fairness.

7. **Carbon pricing must be supplemented by complementary climate policy instruments and measures.** A cross-sectoral single price should become the core instrument of climate policy. Yet dynamic incentives of carbon pricing can be distorted by market or policy failures. Therefore, a carbon price path should be complemented by sector-specific policy instruments and measures that specifically correct these failures. In the heating sector, for example, viable options include information programmes, tax incentives or funding programmes for the building renovation. In the transport sector, policy makers should increase the effectiveness of carbon prices by expanding the infrastructure for e-mobility, public local and long-distance transportation as well as by facilitating intelligent freight transport. Efficiency standards, bonus-malus systems and provision of information can be helpful tools to overcome short-sightedness of purchasing decisions. Moreover, a comprehensive reform of the instruments for congestion, noise and air pollution is needed in the

transport sector – as these problems are not addressed adequately by a carbon price. For these issues, tolls or road-pricing measures, in particular for cities, are more appropriate alternatives to fuel-pricing policies. The configuration of various sectoral and cross-sectoral policy instruments and measures to complement carbon pricing should become the core task of future climate policy planning.

8. **Carbon pricing must be supplemented by a reform of energy taxes and levies.** The non-systematic development of taxes and levies in the transport and heating sectors in the past should be corrected, because it stands in the way of a cross-sectorally integrated energy transition. The reform options analysed in this document represent an important step in the transition of the energy tax system towards a consistent carbon pricing model. The electricity tax should be reduced to EU minimum rates. Ways of dissociating the components that distort competition from the price of electricity, such as grid charges and the levy resulting from the Renewable Energy Sources Act (EEG), should be examined to allow for efficient linking of the various sectors ('sector coupling'). These measures can be partly financed by the revenues from carbon pricing. The existing energy tax rates in the transport segment should be maintained until a comprehensive reform of the transport policy instruments is implemented. This will be conducive to internalize additional externalities in that sector (congestion, noise, air pollution, etc.) and prevent a short-term drop in tax revenues. The diesel tax rate should be aligned with the gasoline tax rate. In the long-term, a comprehensive tax reform is needed to address the declining tax base for fossil fuels.

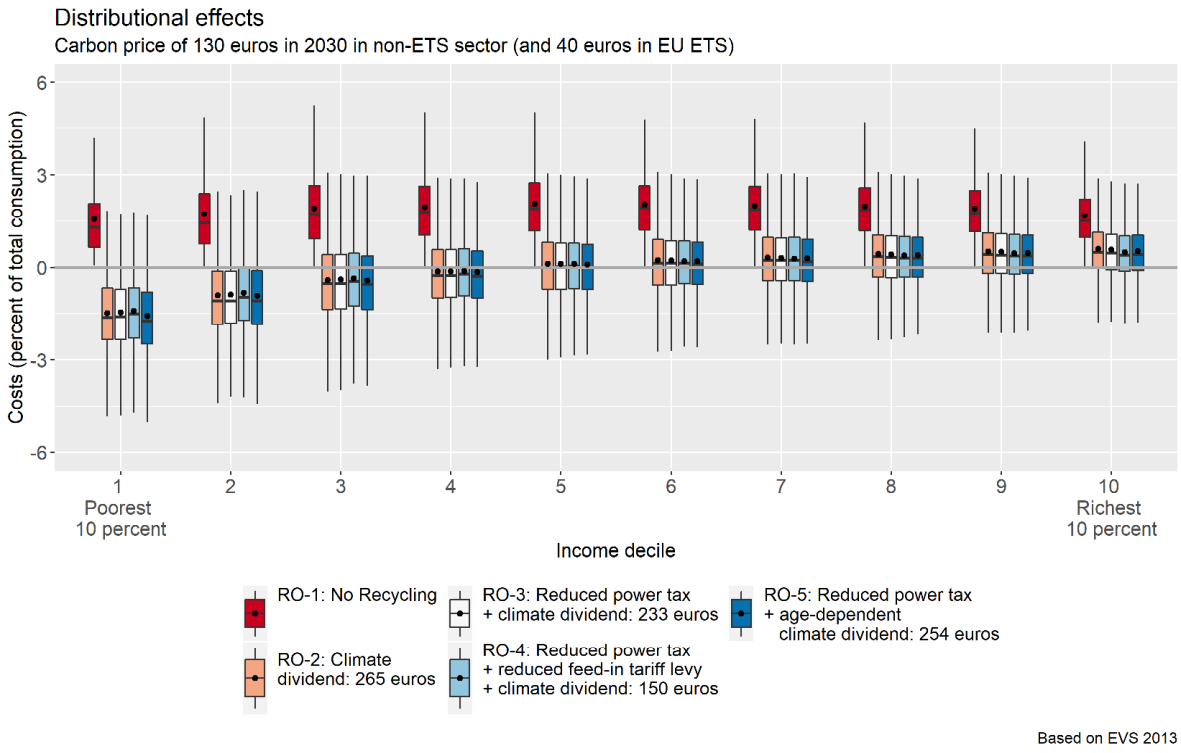


Figure Z.4: Costs of carbon pricing reform for households in Germany under alternative refund options in 2030 (as a percentage of total household expenditure). The per capita refund is revenue-neutral for households and particularly relieves poorest households on average by 1.5 percent relative to their total consumption expenditure. There is little difference between the different refund options examined in this expertise. The coloured area of the bars shows 50 per cent of the households in each decile; the point shows the average cost; the long vertical lines show the burden on the remaining upper and lower 25 per cent of the households in each decile.

9. **Carbon pricing reform should include a per capita refund for households (climate dividend).** Climate policy must be socially balanced. Tools for ensuring this exist: unlike regulation and subsidy programmes, introducing a carbon tax or emissions trading systems with auctioned allowances generates revenues for the state that can be refunded to households in a revenue-neutral manner, e.g. by paying a climate dividend and reducing electricity taxes. Low-income households would, on average, benefit economically from carbon pricing while financially stronger households would see their tax burden increase moderately (Figure Z.4). Even for highly affected households, the costs of an initial carbon price of 50 euros per tonne of CO_2 are typically less than 1 percent of the total consumption expenditure. Since all households receive the same amount of the climate dividend – regardless of the degree of CO_2-intensity of the goods they consume –, there are strong incentives to avoid carbon emissions and harness available sources of mitigation. For particularly affected groups, such as long-distance commuters, hardship clauses must be considered. In designing such exemptions, emission reduction incentives from carbon pricing should be maintained as much as possible.

10. **The competitiveness of the economy must not be disproportionately affected.** Many German companies can benefit from ambitious international climate protection because they offer and develop low-carbon technologies. Simultaneously, it is important to ensure that the German economy's competitiveness is not impinged upon, especially in the short term where other countries have not yet put ambitious climate policies in place. In order to avoid a shift in investment (and consequently emissions), even in the face of rising carbon prices, European as well as global cooperation is necessary. Given the delicacy of European, let alone global cooperation, companies in the transport and heating sectors could continue to receive, on a transitional basis, the existing, comprehensive energy tax exemptions within the carbon pricing reform until a specific cut-off date. In the meantime, it should be examined which sectors' competitiveness has actually deteriorated owing to carbon pricing and how they can be protected by means of appropriate compensation mechanisms that maintain emission reduction incentives to the greatest extent possible.

Carbon pricing reform in Germany requires bold political decisions. For the changes to take effect in a swift manner it is instrumental to clarify the upcoming implementation issues. **The planned Climate Protection Law should convey the necessary paradigm shift in German climate policy: carbon pricing as the core climate policy instrument supplemented by complementary policies and measures.** Following the imminent decision between a carbon tax and an emissions trading system, an interdepartmental task force, including experts and stakeholders, should be set up to work out the details of this reform and provide a peer-reviewed assessment of this report's proposals. Interim results should be discussed in a close sequence of public hearings to ensure quality and public support of the carbon pricing reform in Germany and Europe.

1. Einleitung: Herausforderungen für die deutsche Klima- und Energiepolitik

Die deutsche Klima- und Energiepolitik befindet sich in einer **neuen Phase**. Die nationalen Klimaziele für 2020 werden nicht eingehalten, auch das Erreichen der nationalen und EU-rechtlichen Ziele für 2030 steht in Frage. Zudem werden ohne weitere technologische und unternehmerische Innovationen die Kosten für die anstehenden ambitionierten Emissionsreduktionen deutlich steigen, mit allen damit verbundenen sozialpolitischen Herausforderungen. Die Regierung plant daher, bis zum Ende des Jahres ein Klimaschutzgesetz zu verabschieden. Mit Blick auf 2030 und die Dekaden bis 2050 gilt es nun, eine tragfähige institutionelle Struktur zu schaffen. Diese muss möglichst **verlässliche politische Rahmenbedingungen** für langfristige Investitionen (etwa in Industrieanlagen oder Verkehrsinfrastrukturen) sowie Forschung und Entwicklung (für neue emissionsarme Technologien) etablieren. Das ermöglicht es den Unternehmen, im Rahmen eines kreativen und fairen **marktwirtschaftlichen Wettbewerbs** die kostengünstigsten Vermeidungsoptionen zu entwickeln und einzuführen, die Kosten des Klimaschutzes zu minimieren und neue Chancen auf den Weltmärkten zu ergreifen. In der Weiterentwicklung des klimapolitischen Ordnungsrahmens über die nächste Dekade sollte ein alle Sektoren umfassender, einheitlicher **CO_2-Preis** das Ziel sein. **Kapitel 2** zeigt auf, welchen Beitrag ein CO_2-Preis in der Klimapolitik leisten kann.

Die vorliegende Expertise fokussiert auf die Analyse von Optionen für eine CO_2-Preisreform in Deutschland und Europa. Aber auch über Europa hinaus bekommt die CO_2-Bepreisung eine immer stärkere Bedeutung, mit mittlerweile über 57 implementierten und geplanten Bepreisungssystemen (World Bank Group 2019). Die Systeme sind dabei sehr unterschiedlich, können aber als CO_2-Steuern oder Mindest- (und Höchstpreise) in Emissionshandelssystemen im Rahmen internationaler Klimaverhandlungen koordiniert werden, wie in **Kapitel 3** ausgeführt wird.

Der gegenwärtige klimapolitische Ordnungsrahmen in Deutschland erfüllt die oben skizzierten Anforderungen an verlässliche und zukunftsfähige Rahmenbedingungen nicht. Vielmehr droht die Politik sich in einer **Fülle von Einzelmaßnahmen** zu verzetteln, die in der Summe teuer, ineffektiv und wenig innovationsfreundlich sind. Nach mehr als einer Dekade des Ausbaus erneuerbarer Energien hat die Kommission für Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung („Kohlekommission“) einen Vorschlag für einen deutschen Kohleausstieg im **Stromsektor** vorgelegt, der nun instrumentell umgesetzt werden muss. Auch nach der 2018 abgeschlossenen Reform des Europäischen Emissionshandels (EU-ETS) ist nicht gewährleistet, dass ein deutscher Kohleausstieg tatsächlich zu sinkenden Emissionen in Europa führt. In der **Industrie** bleiben Investitionen in langlebige kapitalintensive Anlagen sowie Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen auf der Grundlage des vom EU-ETS erzeugten unsicheren CO_2-Preissignals eine riskante Wette auf die klimapolitische Zukunft. Denn die langfristige Entwicklung der Zertifikatspreise ist höchst ungewiss, und es fehlt weiterhin eine glaubwürdige Selbstbindung der Politik, die einen signifikanten, stabilen und steigenden CO_2-Preis garantiert. Ein **Mindestpreis im EU-ETS** würde diese Probleme teilweise ausräumen. Er würde der Europäischen Union auch die internationale Koordination von CO_2-Preisen ermöglichen. **Kapitel 4** analysiert diese Zusammenhänge.

In den **Nicht-ETS-Sektoren**[4] hat Deutschland im Rahmen der EU-Lastenteilungsverordnung quantitative und europarechtlich bindende jährliche Reduktionsziele bis zum Jahr 2030 übernommen. Diese

[4] Die Nicht-ETS-Sektoren sind: Verkehr (insbesondere Straßenverkehr; der innereuropäische Luftverkehr sowie der elektrifizierte Schienenverkehr sind Teil des EU-ETS), Gebäude (Raumwärme und Warmwasseraufbereitung für Haushalte, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen), energiebedingte Emissionen von Nicht-ETS Industrieanlagen sowie energiewirtschaftliche Anlagen, die nicht im EU-ETS erfasst sind (unterhalb des Schwellenwertes von 20 MW thermischer Leistung oder sonstige ETS-Ausnahmen wie Abfallverbrennung), und Landwirtschaft.

Ziele kann Deutschland durch Emissionsreduktionen in diesen Sektoren erfüllen, aber auch durch den Zukauf von Zertifikaten aus anderen EU-Staaten sowie sehr begrenzt durch Nutzung von Emissionsreduktionen bei Landnutzungsänderungen. Doch mit den derzeitigen Instrumenten wird **Deutschland seine Ziele klar verfehlen**. Das Öko-Institut (Gores, Emele und Graichen 2019) etwa errechnet eine kumulierte Lücke von etwa 380 $MtCO_2$ für den Zeitraum 2021 bis 2030. Sollten Zertifikate aus anderen Staaten zu einem illustrativen Preis von zum Beispiel 100 Euro/tCO_2 zugekauft werden können, würde das eine kumulierte Belastung des deutschen Staatshaushaltes von 38 Milliarden Euro bis 2030 bedeuten. Dabei ist völlig unklar, ob überhaupt Zertifikate aus anderen Mitgliedstaaten zur Verfügung stehen werden und zu welchem Preis. Denn die derzeitigen Politikmaßnahmen in den meisten Mitgliedstaaten werden als unzureichend für die Erreichung der Ziele angesehen. Bislang erwähnen nur vier Staaten in ihren Nationalen Energie- und Klimaplänen (NECPs) explizit, dass sie die Ziele in den Nicht-ETS-Sektoren einhalten können (Duwe u. a. 2019).

Eine Missachtung der europäischen Reduktionsziele würde europarechtliche Normen und Institutionen schwächen, was sich nachteilig auch auf andere Bereiche, wie die Haushaltsdisziplin, auswirken würde. Zusätzliche Maßnahmen in den Nicht-ETS-Sektoren liegen damit im Eigeninteresse Deutschlands. Vor diesem Hintergrund untersucht **Kapitel 5 vier institutionelle Optionen** zum Erreichen der deutschen Klimaschutzziele in den Sektoren Verkehr und Wärme bis 2030. Neben einer Ausweitung des gegenwärtigen, auf Ordnungsrecht, Förderprogrammen und freiwilligen Selbstverpflichtungen basierenden Ansatzes (Option 1) werden drei Optionen einer CO_2-Bepreisung untersucht: eine CO_2-Steuer (Option 2), ein deutsches Emissionshandelssystem für den Verkehrs- und Wärmesektor (Option 3) sowie eine Einbindung dieser Sektoren in das EU-ETS (Option 4).

Neben der institutionellen Ausgestaltung sind **Höhe und Anstiegsrate des CO_2-Preises** Kernfragen einer CO_2-Preisreform: In der Ausgestaltung einer CO_2-Steuer geht es um den Steuerpfad, in der Ausgestaltung eines Emissionshandels um Mindest- und Höchstpreise. **Kapitel 6** diskutiert potentielle Auswirkungen von CO_2-Preisen auf Emissionsmengen in den deutschen Nicht-ETS-Sektoren und stellt grundsätzliche Überlegungen bezüglich der regulatorischen Festlegung von CO_2-Steuern bzw. Mindest- und Höchstpreisen im Emissionshandel an. Dabei im Blick sind auch die Praktiken in anderen Emissionshandelssystemen – insbesondere in Kalifornien und im Bereich der Regional Greenhouse Gas Initiative (RGGI) im Nordosten der USA. Schließlich werden konkrete Optionen für die Wahl von CO_2-Preisen in Deutschland und Europa ausgeleuchtet.

Eine deutsche CO_2-Preisreform muss zudem von einer **Reform klima- und energiepolitischer Instrumente und Maßnahmen ergänzt werden**. Dabei gilt es zum einen, gezielt klimapolitische Markt- und Politikversagen zu korrigieren, die ein CO_2-Preis allein nicht ausräumen kann. Zum anderen sollte das System der regulatorischen Anreize in allen relevanten Sektoren auf die Ziele der Energiewende (z.B. Sektorkopplung durch Elektrifizierung) ausgerichtet werden. Eckpunkte entsprechender Reformen, mit denen sektorale Instrumenten- und Maßnahmenpakete auf die Einführung eines CO_2-Preises als Leitinstrument abgestimmt werden müssen, skizziert diese Expertise in **Kapitel 7**.

Ein klima- und energiepolitisches Reformpaket muss zudem **verteilungspolitisch ausgewogen** sein und soll die **Wettbewerbsfähigkeit** der deutschen Wirtschaft nicht gefährden. **Kapitel 8** analysiert Optionen zur Rückerstattung der Einnahmen einer CO_2-Preisreform in Deutschland, die insgesamt progressiv wirkt und Härtefälle vermindert. Dabei werden auch die fiskalischen Auswirkungen betrachtet. **Kapitel 9** diskutiert Optionen zum **Schutz der Wettbewerbsfähigkeit** der deutschen Wirtschaft sowie zum Vermeiden einer bloßen Verschiebung von CO_2-Emissionen – für den Zeitraum, in dem die wichtigsten internationalen Akteure noch keine vergleichbaren CO_2-Preise implementiert haben.

2. Der Beitrag der CO_2-Bepreisung in der Klimapolitik

Dieses Kapitel klärt die Grundlagen zur Wahl und Ausgestaltung von Preisinstrumenten für den Klimaschutz. Dabei werden zunächst zwei grundsätzliche Ansätze zu Herleitung von CO_2-Preisen skizziert: (1) die Ermittlung der sozialen Kosten des Kohlenstoffs über die ökonomischen Klimaschäden sowie (2) das Erreichen von Temperatur- oder Emissionszielen. In beiden Fällen kann ein CO_2-Preis als Steuer oder als Emissionshandelssystem etabliert werden. Anschließend werden Gründe für und gegen sektoral einheitliche oder differenzierte CO_2-Preise diskutiert.

2.1. Preisinstrumente in der Umwelt- und Klimapolitik

Ein Preis auf CO_2 bewirkt eine Verteuerung der Nutzung fossiler Energieträger und der mit ihrer Verbrennung verbundenen Emissionen. Er wirkt dabei auf dreifache Weise: (1) Er setzt direkt Anreize, den Konsum CO_2-intensiver Produkte und Dienstleistungen zu reduzieren; (2) er stärkt Investitionen in CO_2-arme Technologien wie Gaskraftwerke, erneuerbare Energien oder Elektromobilität; und (3) er lenkt Innovationstätigkeit in die Erfindung energiesparender und kohlenstoffarmer Technologien.

Die Höhe des CO_2-Preises kann sich an den Schäden orientieren, die der Klimawandel für Gesellschaft und Wirtschaft verursacht. Die Berechnung der ökonomischen Kosten des Klimawandels verbunden mit einer Abschätzung der Kosten der Emissionsvermeidung erlaubt die Herleitung einer optimalen Reduktion von Emissionen. Die Schäden des Klimawandels werden seit Nordhaus (1977) als eine negative **Externalität** aufgefasst, die Stern (2006) als größtes Marktversagen in der Geschichte der Menschheit bezeichnet hat: Während die Nutzung fossiler Energie dem jeweiligen Verbraucher zunächst einen direkten Nutzen verschafft, beeinflussen die durch die Verbrennungsprozesse freigesetzten Treibhausgase den globalen Kohlenstoffhaushalt und die Energiebilanz der Erde. Die daraus resultierende Erwärmung betrifft nicht nur den Emittenten selbst, sondern vor allem die Allgemeinheit – durch steigende Meeresspiegel, zunehmende Extremwetterereignisse, sinkende landwirtschaftliche Produktivität und eine Vielzahl weiterer Klimaschäden. Während es für die Gesellschaft als Ganzes vorteilhaft ist, die Schäden aus der Nutzung der fossilen Energieträger zu berücksichtigen, blenden einzelne Akteure im Markt diese aus. Ein zusätzliches Politikinstrument ist daher nötig, um diese externen Kosten in die privatwirtschaftlichen Investitions- und Konsumentscheidungen einfließen zu lassen.

Die **sozialen Kosten des Kohlenstoffs** (im englischen Social Cost of Carbon, SCC) entsprechen den Schäden, die eine zusätzlich ausgestoßene Tonne CO_2 für Wirtschaft und Gesellschaft verursacht. Sie wurden erstmals von Nordhaus (1991; 1993) in einem makroökonomischen Modell berechnet. In den letzten Jahrzehnten sind zahlreiche weitere quantitative Abschätzungen optimaler CO_2-Preise vorgenommen worden. Basierend auf mehreren verfügbaren Modellen beziffern die National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2017) die sozialen Kosten einer Tonne CO_2 mit durchschnittlich 46 Euro im Jahr 2020 und 55 Euro im Jahr 2030.[5] Diese Zahlen basieren auf gut belegten empirischen Abschätzungen von Klimaschäden und können als konservativ betrachtet werden. Es besteht jedoch erhebliche Unsicherheit über das Ausmaß der zu erwartenden Erwärmung, der Schäden und der Risiken. Am 95. Perzentil der Verteilung werden für die externen Kosten umgerechnet 134 Euro (im Jahr 2020) und 166 Euro (im Jahr 2030) angegeben (ibid.). Zu einer noch einmal deutlich höheren Bewer-

[5] Diese Zahlen beziehen sich auf die Wahl einer Diskontrate von 3% in National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2017, Tab. 1-1, S. 30), und sind 42 USD_{2007} im Jahr 2020 sowie 50 USD_{2007} im Jahr 2030. Diese Werte wurden hier entsprechend der allgemeinen Inflationsrate in USD_{2019} konvertiert und anschließend zum aktuellen Wechselkurs (Juni 2019) in Euro umgerechnet.

tung der sozialen Kosten führen die Wahl einer geringeren Diskontrate (IPCC 2014) , die Berücksichtigung von Nichtlinearitäten und Sprüngen im Klimasystem (Lemoine und Traeger 2014) sowie die Berücksichtigung nachteiliger Verteilungswirkungen von Klimaschäden (Adler u. a. 2017; Kornek u. a. 2019). Eine jüngst durchgeführte Expertenumfrage (380 Befragte aus der Wissenschaft, darunter 110 aus der Fachrichtung Ökonomie) über zu erwartende Klimaschäden erachtet als mittlere Abschätzung externe Kosten von 70-90 Euro; es werden aber auch Kosten von über 180 Euro pro Tonne CO_2 für möglich gehalten (Pindyck 2019).

Der Weltklimarat (IPCC 2014) hat wegen der erheblichen Unsicherheiten über die Klimaschäden und wegen der umstrittenen Werturteile zur monetären Quantifizierung künftiger Klimaschäden empfohlen, die sozialen Kosten nicht als alleinige Entscheidungsgrundlage für die Klimapolitik zu verwenden. Die Staatengemeinschaft ist dem Weltklimarat darin gefolgt und hat sich zu dem **alternativen Ansatz der Wahl eines Temperaturziels („deutlich unter 2 Grad“)** verpflichtet. Dieses Ziel kann verstanden werden als Ergebnis einer qualitativen Abwägung zwischen Vermeidungskosten und den schwer quantifizierbaren Kosten und Risiken eines ungebremsten Klimawandels. Das dabei verwendete Vorsorgeprinzip ist eine ethisch motivierte Entscheidungsheuristik, die sowohl der Unsicherheit über die künftigen Klimaschäden und über deren Verteilung auf gegenwärtige und künftige Generationen Rechnung tragen will als auch der Risikoaversion der Entscheidungsträger.

Aufgrund der begrenzten Aufnahme von atmosphärischem CO_2 durch Ozeane und die Biosphäre impliziert jede Begrenzung auf ein Temperaturniveau, dass die **Netto-Treibhausgas-Emissionen langfristig nahezu Null** sein müssen. Dabei beeinflusst die Wahl des Temperaturziels vor allem den Zeitpunkt, wann dies erreicht sein muss. Für das 2-Grad-Ziel liegt der Zeitpunkt etwa um das Jahr 2070, für das 1,5-Grad-Ziel bereits um das Jahr 2050 (IPCC 2018). Im Rahmen dieser Mengenlogik können wiederum nationale oder regionale Mengenziele abgeleitet werden, Reduktionspfade oder auch das Ziel der Treibhausgasneutralität in einem bestimmten Jahr. Diesen Ansatz zur Herleitung von klimapolitischen Zielen hat die internationale Gemeinschaft im Pariser Klimaabkommen gewählt. Auch die Mengenziele der EU ergeben sich aus diesem Ansatz. Die nationalen Bemühungen, CO_2 zu reduzieren, addieren sich auf. Daraus lässt sich das globale Temperaturniveau ableiten, das in Zukunft erreicht wird.

Zu jedem Temperatur- und Emissionsziel lässt sich ein entsprechender **CO_2-Preispfad** berechnen, der dieses Ziel erreicht. Der CO_2-Preis stellt in diesem Fall das Knappheitssignal für den begrenzten „Deponieraum der Atmosphäre“ dar (Edenhofer und Flachsland 2012). Die Stiglitz-Stern-Kommission hat auf der Basis dieses Ansatzes CO_2-Preise abgeleitet, die mit einem 2-Grad-Ziel vereinbar sind (Carbon Pricing Leadership 2017). Für das Jahr 2020 sind Preise um 35-70 Euro, für das Jahr 2030 45-90 Dollar weltweit nötig. Der 1,5-Grad-Bericht des IPCC (2018) hat für dieses Temperaturziel ebenfalls entsprechende CO_2-Preise abgeleitet.

Daraus ergeben sich **zwei Ansätze zur Festlegung von CO_2-Preisen**: In der ökonomischen Betrachtung balanciert ein CO_2-Preis, der den sozialen Kosten des Kohlenstoffs entspricht, die Kosten und Nutzen des Klimaschutzes optimal über die Zeit aus. Ein so gesetzter Preis erzeugt demnach keine zusätzlichen wirtschaftlichen Kosten, sondern maximiert die gesellschaftliche Wohlfahrt über die Zeit. Wird jedoch ein CO_2-Preis so gewählt, dass er ein Temperatur- oder Emissionsziel erreicht, ist zwar keine Pareto-Verbesserung garantiert, doch wird dieses Ziel zu minimalen Kosten erreicht.

In jedem Fall kann ein **CO_2-Preis als Steuer oder als Zertifikatspreis** eingeführt werden und so die privatwirtschaftlichen Entscheidungen verändern. Die Idee, eine Steuer so zu setzen, dass sie exakt den sozialen Kosten der Umweltschäden entspricht, geht bereits auf Pigou (1920) zurück und wird daher auch als **Pigou-Steuer** bezeichnet. Neben einer Steuer lassen sich Emissionen auch durch einen **Emissionshandel** reduzieren. Hier wird eine Menge an auszugebenden Zertifikaten (Verschmutzungsrechten) in Form der „Cap“ festgelegt, über diese ist die Gesamtmenge an Emissionen gedeckelt (Dales

1968). Dadurch werden Eigentumsrechte explizit festgelegt, die nach Coase (1960) unter bestimmten Voraussetzungen zu einem effizienten Ergebnis führen. Wenn diese Eigentumsrechte als Zertifikate auf einem perfekten Markt gehandelt werden, bildet sich nämlich ein Marktpreis. Wiederum kann man die Zertifikatemenge als Ergebnis einer Kosten-Nutzen-Abwägung bestimmen oder nach einem Temperaturziel. Im ersteren Fall ist ein Pareto-Optimum garantiert, im zweiten Fall ein volkswirtschaftliches Kostenminimum.

Da zur Begrenzung klimaschädlicher Emissionen eine Steuer auf den CO_2-Gehalt fossiler Energie erhoben oder ein Marktpreis für handelbare CO_2-Zertifikate entstehen würde, spricht man in beiden Fällen von einem CO_2-Preis. Bei vollständigen Informationen über die Vermeidungskosten kann durch die entsprechende Wahl der Steuer genau die gleiche Menge an Emissionen zu den gleichen volkswirtschaftlichen Kosten reduziert werden wie durch den Emissionshandel. **Beide Instrumente sind insofern äquivalent** – es stellt sich der gleiche CO_2-Preis ein. Ein maßgeblicher Unterschied tritt jedoch auf, wenn bezüglich der Vermeidungskosten und Umweltschäden Unsicherheit besteht (Weitzman 1974): Sind die Grenzschäden sehr hoch, ist ein Zertifikatshandel vorteilhafter, da hier die Emissionsmengen direkt begrenzt werden und sich das Risiko hoher Umweltschäden erheblich reduziert (etwa im Fall von Kipp-Punkten). Steigen dagegen die Grenzvermeidungskosten mit zunehmender Emissionsreduktion steil an (etwa weil kaum oder nur teure emissionsmindernde Technologien zur Verfügung stehen), vermindert die Festlegung der Steuer das Risiko hoher Vermeidungskosten, weil die Kosten nicht über den Steuersatz hinaus steigen. Ein Emissionshandel mit Mindest- und Höchstpreis (Preiskorridor) vereinigt als hybrides Instrument die Vorteile einer Steuer mit denen des Emissionshandels und ist damit reinen Preis- oder Mengeninstrumenten überlegen (Pizer 2002; Kapitel 4.4 und 6.2). Durch den Höchstpreis wird das Risiko eines erheblichen Kostenanstiegs begrenzt. Durch den Mindestpreis werden bei technischen Innovationen, die zu starken Kostensenkungen führen, mehr Emissionen – und damit Klimaschäden – vermieden.

2.2. Einheitlicher vs. sektoral differenzierter CO_2-Preis

Das kostenminimale Erreichen eines Vermeidungszieles erfordert **einheitliche Grenzvermeidungskosten für alle Marktteilnehmer**. Gibt es jedoch Politik- oder Marktversagen, die nicht beseitigt werden können, so kann man daraus Argumente für sektoral differenzierte CO_2-Preise entwickeln. Man spricht dann von „zweitbesten"-Instrumenten, weil bei den Empfehlungen an die politischen Entscheidungsträger davon ausgegangen wird, dass sich nicht alle Verzerrungen in Wirtschaft und Politik korrigieren lassen. Die wesentlichen vorgebrachten Gründe, auf die wir im Folgenden näher eingehen, sind (1) fehlende Glaubwürdigkeit von langfristig angekündigten CO_2-Preisen, (2) Verzerrungen durch das bestehende Steuersystem, (3) Informations- und Anreizprobleme zur Kompensation von Belastungen nach einem Wohlfahrtskriterium und (4) international unterschiedliche CO_2-Preise. Außerdem gibt es (5) politökonomische Gründe.

Fehlende Glaubwürdigkeit

Bei Gebäuden, Kraftwerken, Infrastruktur und Innovationen gibt es sehr lange Investitionszyklen. Für die Entscheidung über neue Investitionen sind jedoch die **Erwartungen über zukünftige CO_2-Preispfade grundlegend** (Nordhaus 2011). Diese Erwartungen müssen über mehrere Jahrzehnte gebildet werden. Über diesen Zeithorizont sind aber nicht nur die klimapolitischen Ziele unsicher, sondern auch die Politikmaßnahmen zu ihrer Erreichung. Selbst gesetzlich festgeschriebene CO_2-Preispfade können überraschend schnell geändert werden – wie zuletzt etwa im Fall Frankreichs angesichts der „Gelbwesten"-Bewegung. Steht eine Regierung unter dem Einfluss von Partikularinteressen oder bezieht sie ein fiskalisches Motiv in die CO_2-Bepreisung mit ein, ist es für sie sogar rational, einen angekündigten

CO_2-Preispfad zu modifizieren. Da dies von den Marktteilnehmern durchschaut wird, sind diese Ankündigungen auch nicht glaubwürdig (Kalkuhl, Steckel und Edenhofer 2019).

Nationale Sektorziele können als Instrument zum Versuch einer glaubwürdigen Selbstbindung („Commitment") durch die Bundesregierung gesehen werden. Sie sollen Marktakteuren in Sektoren mit hohen Vermeidungskosten, etwa dem Verkehrssektor, signalisieren: Es lohnt sich langfristig, in emissionsarme Technologien zu investieren. Es ist allerdings fraglich, wie glaubwürdig diese Form der Selbstbindung der Bundesregierung ist – und entsprechend, wie wirksam solche Ziele für die Investitionsentscheidungen sind. Darüber hinaus kann sich die sektorale Differenzierung der Preise im Zeitverlauf als suboptimal herausstellen, da sie unter erheblichen Unsicherheiten über künftige Technologieentwicklungen vorgenommen wird. Die durch die EU-Lastenteilungsentscheidung eingeführte Festsetzung sanktionsbewehrter Reduktionsziele für die Jahre 2021 bis 2030 könnten Investoren dagegen als deutlich glaubwürdigere Selbstbindung werten.

Die dynamische Anreizwirkung langfristig angekündigter CO_2-Preispfade kann sich nicht entfalten, wenn Investoren sie als unglaubwürdig einschätzen und ignorieren. Gerade in den Sektoren mit sehr langen Investitionszyklen kommt es dann zu erheblichen Fehlallokationen (Vogt-Schilb, Meunier und Hallegatte 2018), die häufig auch als **„Stranded Assets"** bezeichnet werden. Werden für diese Sektoren kurzfristig höhere CO_2-Preise als in den übrigen Sektoren erhoben, könnte das zu den gewünschten langfristigen Investitionen führen und Stranded Assets vermeiden. Allerdings erhöht das kurzfristig die Kosten zur Emissionsvermeidung, weil die Grenzkosten durch die differenzierten Preise nicht ausgeglichen sind.

Als geeignetere Instrumente zur Erhöhung der Glaubwürdigkeit langfristig angekündigter CO_2-Preispfade bieten sich ergänzende Instrumente und Förderprogramme etwa für Forschung und Entwicklung, Effizienzstandards oder Steuererleichterungen an. Die empirische Evidenz eines Status-Quo-Bias von Investoren ist dabei unsicher. Dagegen gibt es umfangreiche Literatur zum Investitionsverhalten von Konsumenten, die kurzsichtig (myopisch) entscheiden oder zukünftige Energiekosten systematisch unterschätzen (Blasch, Filippini und Kumar 2019). **Durch komplementäre Instrumente lassen sich auch hier verzerrte Investitions- und Kaufanreize gezielter korrigieren,** wobei dieses Ziel in der Ausgestaltung der entsprechenden Instrumente dann auch sorgfältig berücksichtigt werden muss (siehe Kapitel 7). Sektoral differenzierte CO_2-Preise können daher vermieden werden, weil sie gegenüber gezielten Maßnahmen mit höheren volkswirtschaftlichen Kosten verbunden sind.

Verzerrungen durch das bestehende Steuersystem

Eine Pigou-Steuer sollte grundsätzlich in der Höhe der verursachten Schäden erhoben werden. Dieser allgemeine Grundsatz gilt allerdings nur, wenn es keine anderen verzerrende Steuern gibt. So wird durch die Einkommensteuer das Angebot an Arbeit vermindert und damit auch das Sozialprodukt. Eine umfangreiche Literatur widmet sich daher der Frage, ob angesichts bestehender verzerrender Steuersysteme **Umweltsteuern höher oder niedriger angesetzt werden sollen als die verursachten Umweltschäden** (Bovenberg und De Mooij 1994; Goulder 1995; Oates 1995; Parry 1995). Einerseits können durch die Einnahmen aus Umweltsteuern verzerrende Steuern wie z.B. die Lohnsteuer gesenkt werden, so dass das Steuersystem effizienter wird („Taxing bads instead of goods"). Andererseits reduziert die Umweltsteuer jedoch über die Verteuerung des Konsums, also eine Senkung der Reallöhne, das Arbeitsangebot; dies wiederum hat einen negativen Effekt auf das Steueraufkommen.

Eine wesentliche Erkenntnis aus der sogenannten **Double-Dividend-Literatur** ist: Bei einem verzerrenden Steuersystem sollte die Umweltsteuer dann über den Grenzschäden liegen, wenn das verschmutzende Gut (z.B. Benzin oder Diesel) ein Komplement zu Freizeit ist. Dies ist insbesondere im Transportbereich relevant (West und Williams III 2007): Sinkt durch Steuern auf Benzin und Diesel der Reallohn

und damit das Arbeitsangebot, dann steigt damit das Volumen der Freizeit – und es nimmt wiederum die Reisetätigkeit zu. Um diesen Effekt zu unterdrücken, sollten die Steuern auf Kraftstoffe über den Grenzkosten der Umweltschäden liegen. Konsumgüter dagegen sind im Gegensatz zu Kraftstoffen als Substitut zu Freizeit aufzufassen; in diesem Fall sollten die Umweltsteuern tendenziell unter den Grenzkosten der Umweltschäden liegen. Die optimalen CO_2-Preise könnten daher im Transportsektor über den Grenzschäden liegen, in den anderen Sektoren dagegen unterhalb.

Bisher liegen keine quantitativen Abschätzungen dazu vor, wie unter dem bestehenden Steuersystem in Deutschland CO_2-Preise optimal differenziert werden sollten, sodass sich auf diese Weise keine sektorale Preisdifferenzierung herleiten lässt. Aber selbst wenn sich eine sektorale Preisdifferenzierung mit den Verzerrungen im übrigen Steuersystem begründen ließe: **Es wäre sinnvoll, diese Verzerrungen durch ein verbessertes Steuersystem zu beseitigen und einheitliche CO_2-Preise einzuführen.** Denn sektoral differenzierte CO_2-Preise bergen ein hohes politisches Missbrauchspotential (siehe unten).

Informations- und Anreizprobleme bei der Kompensation von Kostenbelastungen durch CO_2-Bepreisung nach einem Wohlfahrtskriterium

Aufgrund unterschiedlicher Präferenzen zur Bereitstellung öffentlicher Güter wie dem Klimaschutz können unterschiedliche CO_2-Preise über Länder optimal sein (Chichilnisky und Heal 1994; Kornek u. a. 2019; Kornek und Edenhofer 2019). Gibt es keine internationalen Institutionen, die einen Finanzausgleich ermöglichen, sind regional unterschiedliche CO_2-Preise unvermeidlich. Dies lässt sich auch auf Haushalte und Individuen übertragen: So könnte argumentiert werden, dass unterschiedliche Einkommen und Konsumprofile von Haushalten eine sektoral differenzierte CO_2-Bepreisung nahelegen würden, um die resultierenden **nachteiligen Verteilungseffekte für ärmere Haushalte zu begrenzen**. Die naive Angleichung der Grenzvermeidungskosten ignoriere demgegenüber die Verteilungswirkungen der CO_2-Bepreisung. Die Verteilungswirkungen bergen, wie in Kapitel 8 dargelegt wird, erhebliche soziale Sprengkraft. Sie sind für die politische und gesellschaftliche Akzeptanz oft wichtiger als die Effizienzbetrachtung. Weiter ließe sich argumentieren, dass in der Praxis Informations- und Anreizprobleme bestehen, die einer wohlfahrtsoptimalen oder politökonomisch akzeptablen Verteilung der Klimaschutzkosten durch Transfers entgegenstehen (Stiglitz 2019). Weil die relativen Energieausgaben mit steigendem Einkommen sinken, würde eine Verteuerung von Energie vor allem ärmere Haushalte belasten (vertikale Ungleichheit).

Wie in Kapitel 8 dargestellt, **lässt sich das Problem der vertikalen Ungleichheit aber pragmatisch durch das Instrument einer gleichen Pro-Kopf-Rückerstattung lösen (Klimadividende).** Während ärmere Haushalte damit im Durchschnitt vom CO_2-Preis profitieren, werden reichere im Durchschnitt belastet. Allerdings gibt es eine enorme Spreizung der Belastung innerhalb der Einkommensgruppen – und damit auch ausgewiesene Verlierer der Reform. Die ungleiche Belastung innerhalb derselben Einkommensgruppe wird auch als horizontale Ungleichheitswirkung bezeichnet: Da sich Menschen vor allem innerhalb einer Einkommensgruppe miteinander vergleichen, wird die Zunahme der Ungleichheit innerhalb einer Einkommensgruppe als besonders schmerzlich empfunden (Fischer und Pizer 2019). Bei starken horizontalen Verteilungseffekten ist eine Kompensation weitaus schwieriger zu bewerkstelligen. Denn die notwendigen Informationen, etwa über die unterschiedliche Belastung innerhalb einer Einkommensgruppe, stehen nur unzureichend zur Verfügung. Hier könnten grundsätzlich sektoral oder geografisch differenzierte CO_2-Preise ein sinnvolles Instrument sein. Ökonomen sprechen dann von einem „zweitbesten Instrument“, weil die Regierung in ihrer Fähigkeit begrenzt ist, durch anreizkompatible Transferzahlungen Nachteile wie beispielsweise zwischen Stadt und Land auszugleichen. **Einer solchen Lösung überlegen ist allerdings ein einheitlicher CO_2-Preis mit anreizkompatiblen Kompensationsmechanismen und Transfers.** Entsprechende geeignete Mechanismen für

Deutschland werden in Kapitel 8 untersucht und sollten zeitnah in einem Prüfauftrag näher analysiert werden.

International unterschiedliche CO_2-Preise

Ein global einheitlicher CO_2-Preis wäre ein effizientes Preissignal zur Emissionsvermeidung. **Tatsächlich werden CO_2-Preise jedoch von nationalen Regierungen in unterschiedlicher Höhe gesetzt.** Hier entsteht somit für eine einzelne Regierung, wenn sie höhere CO_2-Preise als andere Regierungen festschreiben möchte, ein Wettbewerbs- und Leakage-Problem.[6] Jakob, Steckel und Edenhofer (2014) zeigen: Es ist für ein Land optimal, für die heimische Produktion, für importierte Waren und für exportierte Waren differenzierte CO_2-Preise zu verwenden. Die Berechnung solcher optimalen Steuern und Zölle ist jedoch sehr anspruchsvoll.

Alternativ bieten sich spezielle **Kompensationen für energieintensive und im internationalen Wettbewerb befindliche Sektoren** an, die in Kapitel 9 besprochen werden. Kompensationsmechanismen wie die kostenlose Zuteilung von Zertifikaten wirken auf den Sektor wie ein Steuerfreibetrag: Während innerhalb des kompensierten Sektors weiterhin ein Anreiz besteht, Emissionen zu vermeiden, werden mögliche Nachfrageeffekte durch höhere Konsumentenpreise eingedämmt. Damit kann man zwar nicht das gesamte Vermeidungspotential ausschöpfen, es entsteht jedoch eine Abmilderung der Nachteile bei der Wettbewerbsfähigkeit.

Politökonomische Gründe für Preisdifferenzierung

Neben normativen Überlegungen zu optimal differenzierten CO_2-Preisen gibt es **politökonomische** Gründe, die erklären, warum Regierungen differenzierte oder sektorale Preise einführen. So profitieren beispielsweise energieintensive Unternehmen derzeit von geringeren CO_2-Preisen im ETS-Sektor. Ein einheitlicher Preis über alle Sektoren hinweg würde in der EU voraussichtlich zu einer höheren Belastung weiter Teile der Industrie in Form eines höheren Preises im EU-ETS führen (siehe Kapitel 6.1). Weiterhin werden differenzierte CO_2-Preise als Instrument der **Technologieförderung** aufgefasst: Es wird argumentiert, dass ein sektorübergreifender Preis zu niedrig wäre, um die Wettbewerbsfähigkeit etwa von synthetischen Kraftstoffen oder von Power-to-X-Technologien zu sichern.

In beiden Fällen werden jedoch Pfadabhängigkeiten geschaffen. Sie verhindern die Einführung eines effizienten und fairen Systems der CO_2-Bepreisung – weil sich nicht die kosteneffizientesten Technologien durchsetzen, sondern jene, die die stärksten Interessenvertretungen hinter sich haben. Sektorale Härten in der Industrie lassen sich durch **kostenlose Zuteilung von Zertifikaten oder durch temporäre Steuerbefreiungen** abfedern, ohne die Effizienz stark zu beeinträchtigen (Fowlie und Perloff 2013, sowie Kapitel 9). **Technologiepolitik** sollte zudem explizit als solche betrieben werden und transparent sein, etwa durch Investitionen in Forschung und Entwicklung.

[6] Carbon Leakage bezeichnet die Zunahme von CO_2-Emissionen im Rest der Welt, wenn ein oder mehrere Länder unilateral Emissionen reduzieren. Dies kann etwa geschehen, wenn sich die Produktion emissionsintensiver Güter international verlagert oder die sinkende Nachfrage nach fossilen Energieträgern auf den Weltmärkten zu sinkenden fossilen Rohstoffpreisen und damit einer Zunahme des Verbrauchs in anderen Weltregionen führt.

Fazit

Insgesamt lässt sich feststellen, dass differenzierte CO_2-Preise zwar normativ gerechtfertigt sein können. Sie stellen jedoch die **zweitbeste Wahl** dar, die – im Vergleich zu einem einheitlichen CO_2-Preis ergänzt um zielgerichtete komplementäre Maßnahmen – zu höheren aggregierten Kosten führt. Das hat Folgen. Temperatur- und Emissionsziele sind nicht exogen und unveränderlich gegeben, sondern folgen aus einem gesellschaftlichen Abwägungsprozess zwischen Kosten, Nutzen und Risiken. Das Ergebnis dieser Abwägung wird letztlich in Richtung auf **weniger ambitionierte Klimaziele verschoben, wenn eine ineffiziente oder suboptimale Preisdifferenzierung den Klimaschutz teurer macht.** Die gesellschaftliche Akzeptanz für ambitionierten Klimaschutz wird geschwächt.

Derzeit führen die bestehenden Energiesteuern sowie das EU-ETS zu verschiedenen impliziten oder expliziten CO_2-Preisen über Sektoren und Energieträger hinweg. Zur Erreichung von sektorspezifischen Vermeidungszielen wären ebenfalls sektoral differenzierte CO_2-Preise nötig. **Die Flexibilität, Emissionen über Sektoren hinweg dort zu vermeiden, wo es am günstigsten ist, wird mit zunehmendem Ambitionsniveau jedoch immer wichtiger.** Insbesondere sollte diese Flexibilität für den deutschen Nicht-ETS-Bereich, also den Verkehrs- und Wärmesektor, gelten. Ein einheitlicher CO_2-Preis sollte daher ein Konvergenzpunkt ambitionierter Klimapolitik sein.

3. Internationale CO_2-Preis-Koordination

In den vergangenen Jahren haben Regierungen weltweit eine Reihe von **Systemen zur CO_2-Bepreisung neu eingeführt**. Vor dem Jahr 2005 wurden global kaum Emissionen durch CO_2-Preise abgedeckt (World Bank Group 2019). Zwischen 2005 und 2010 unterlagen etwa 5 Prozent der weltweiten Treibhausgas-Emissionen einer CO_2-Bepreisung, hauptsächlich aufgrund der Einführung des EU-ETS. Von 2010 bis 2018 stieg die Abdeckung durch bestehende und in der Einführung befindliche Systeme auf rund 20 Prozent der globalen Emissionen, in 57 Steuer- und ETS-Systemen auf nationaler und subnationaler Ebene (World Bank Group 2019). Allerdings liegen die CO_2-Preise in diesen Systemen oftmals auf einem geringen Preisniveau, das nicht kompatibel mit den Zielen des Pariser Abkommens ist (Kalkuhl u. a. 2018). Abbildung 3.1 zeigt den Stand der Bepreisung von CO_2 in OECD- und G20-Ländern sowohl in Form von expliziten CO_2-Preissystemen (Steuern und ETS) als auch in Form von Energiesteuern auf fossile Energieträger („Effective Carbon Rates"). Dabei wird deutlich, dass 50 Prozent der Emissionen nicht bepreist sind, also eine effektive „Carbon Rate" von Null haben.

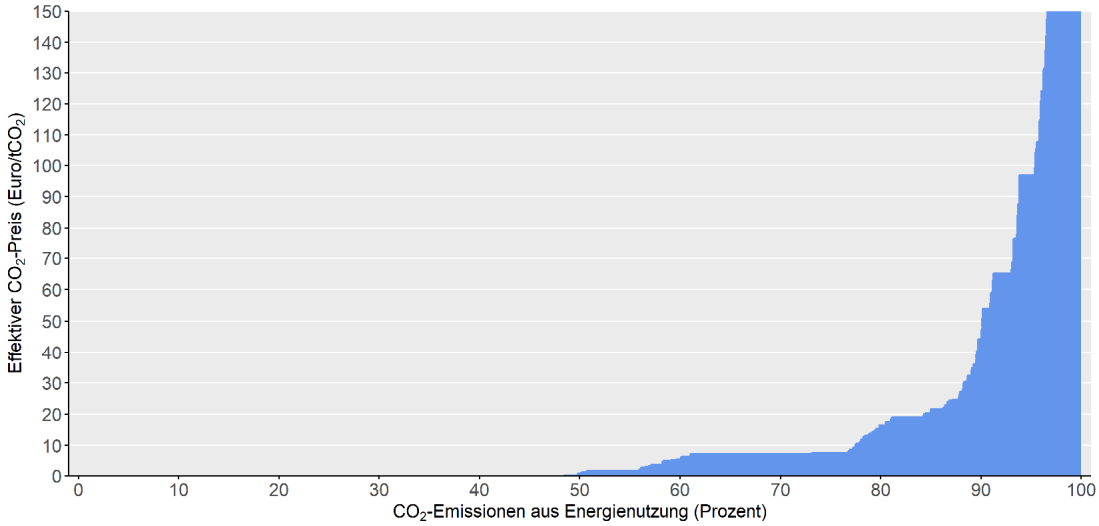


Abbildung 3.1: Gezeigt sind die effektiven CO_2-Preise für die energiebedingten CO_2-Emissionen in 42 OECD- und G20-Ländern, die zusammen 80 Prozent der globalen Emissionen ausmachen. Die effektiven CO_2-Preise beinhalten sowohl explizite CO_2-Preise (durch CO_2-Steuern und Emissionshandelssysteme) als auch Energiesteuern auf fossile Energieträger (auch solche, die nicht durch eine Klimapolitik motiviert sind, wie Steuern im Verkehrssektor; diese machen fast ausschließlich den rechten Teil der Verteilung aus). Quelle: basierend auf UNEP u. a. (2018) und OECD (2018)

Gleichzeitig wurden **erste Institutionen zur Koordination von CO_2-Preissystemen** eingeführt. Die Funktion dieser Institutionen besteht derzeit vor allem darin, Transparenz zu erhöhen und Vertrauen aufzubauen. So berücksichtigt beispielsweise die unter deutscher G7-Präsidentschaft im Jahr 2015 ins Leben gerufene internationale Carbon Market Platform verschiedene Ebenen der internationalen Zusammenarbeit, darunter insbesondere den Austausch über das Design und mögliche Optionen zur Koordination von Emissionshandelssystemen.[7] Weitere Plattformen zum Austausch sind die von einigen

[7] https://www.bmu.de/en/topics/climate-energy/climate/international-climate-policy/carbon-market-platform/

Staats- und Regierungschefs initiierte Carbon Pricing Leadership Coalition[8] oder die International Carbon Action Partnership (ICAP), in der Regierungen und Behörden zusammenarbeiten, die Emissionshandelssysteme implementiert haben oder einzuführen beabsichtigen.[9] Auch im Kontext der G20 haben sich die Staaten im „Climate and Energy Action Plan" für marktbasierte Instrumente ausgesprochen, um Innovationen anzuregen (G20 2017).

Die eingeführten Preissysteme in den einzelnen Ländern sind dabei sehr unterschiedlich. Sie umfassen Emissionshandelssysteme, CO_2-Steuern sowie Hybridsysteme – also Emissionshandelssysteme mit Mindest- und ggf. Höchstpreisen wie etwa in Kalifornien (World Bank Group 2019). Daher wird auch mittlerweile **ein weltweit einheitlicher CO_2-Preis nicht mehr als Ausgangspunkt internationaler Verhandlungen gesehen, sondern als Konvergenzpunkt eines entsprechenden Prozesses**. Diese Perspektive formulierten auch internationale Wirtschaftsverbände: Sie sehen einen weltweit einheitlichen CO_2-Preis als Zielpunkt, auf den die Länder langfristig konvergieren sollen (B20, C20 and T20 Climate and Energy Working Groups 2017).

Deutschland stößt etwa 2 Prozent der globalen CO_2-Emissionen aus, die EU etwa 10 Prozent (Global Carbon Project 2018). Eine alleinige Reduktion von Treibhausgasen durch Deutschland oder durch die EU wird dabei kaum Einfluss auf die globale Temperatur, solange andere Staaten nicht ebenfalls Maßnahmen ergreifen. Beim Klimaproblem gibt es allerdings einen hohen Anreiz zum **Trittbrettfahrerverhalten**: Die meisten Länder sind grundsätzlich für ambitionierten Klimaschutz, jedes einzelne Land ruht sich dabei aber gern auf den Bemühungen der anderen Länder aus. Es besteht eine große Unsicherheit darüber, ob es der Staatengemeinschaft gelingt, dieses Anreizproblem zu überwinden und eine effektive globale Kooperation sicherzustellen. Dies stellt jedoch kein Argument gegen die Einführung von CO_2-Preisen dar, denn grundsätzlich sind folgende Szenarien als stabile spieltheoretische Gleichgewichte denkbar:

(1) Jedes Land reduziert nur so viele Emissionen, wie aus nationaler Sicht und ohne Rücksicht auf andere Länder sinnvoll wäre (**Nash-Gleichgewicht**). Hier wären die CO_2-Preise sehr gering, aber dennoch positiv (Nordhaus 2010). In diesem Gleichgewicht kann unilateral ambitioniertere Klimapolitik positive externe Effekte erreichen: in Form der Entwicklung und Diffusion von Niedrigemissionstechnologien sowie in Form der Reduktion von Unsicherheit bezüglich der Höhe von Klimaschutzkosten (Schwerhoff 2016; Schwerhoff u. a. 2018).

(2) Es bildet sich eine **Koalition von Staaten**, die ambitionierten Klimaschutz betreiben. Diese Koalition wird durch Transfers zum Lasten- und Nutzenausgleich zwischen Ländern stabilisiert (Kornek und Edenhofer 2019). Innerhalb der Koalition herrschen hohe CO_2-Preise. Für die Mitgliedsländer der Koalition ist es dabei rational und vorteilhaft, höhere CO_2-Preise als Nicht-Mitglieder einzuführen (Barrett 2005). Die Koalition kann durch weitere Maßnahmen wie Technologietransfers für Mitglieder oder Strafzölle und Border Carbon Adjustments gegen Nicht-Mitglieder vergrößert werden (Lessmann, Marschinski und Edenhofer 2009; Nordhaus 2015; siehe auch Kapitel 9).

Es ist derzeit noch nicht abzusehen, welcher dieser Wege beschritten wird. Einerseits könnte vor dem Hintergrund zunehmend spürbarer Folgen des Klimawandels bei den größten Verursacher-Ländern in den kommenden Jahren ein erheblicher Anstieg des Ambitionsniveaus erfolgen. Auch können sich durch Änderungen der geopolitischen Lage neue Allianzen und Koalitionen ergeben, bei denen Klimaschutz ein wesentliches gemeinsames Interesse darstellt. Andererseits muss die Staatengemeinschaft mit den oben genannten Instrumenten zur Überwindung von Trittbrettfahrerverhalten Erfahrung sammeln und entsprechende **Institutionen zur Umsetzung aufbauen**. Dies benötigt mitunter viele Jahre.

[8] https://www.carbonpricingleadership.org
[9] https://icapcarbonaction.com/

In jedem Fall ist es dabei nützlich, einen nationalen oder regionalen CO_2-Preis zu haben, weil man durch die direkte Anpassung der Höhe flexibel auf verschiedene strategische Szenarien reagieren kann. Der CO_2-Preis kann auf diese Weise zu einem wichtigen Teil der optimalen Verhandlungsstrategie werden.

Vor diesem Hintergrund sollte Deutschland gezielt darauf hinarbeiten, dass weltweit Systeme zur Bepreisung von CO_2 eingeführt werden und die Höhe dieser CO_2-Preise schrittweise harmonisiert wird (Burtraw u. a. 2013). Dabei können CO_2-Steuern, Mindest- und ggf. Höchstpreise in Emissionshandelssystemen sowie ggf. auch Energiesteuern auf fossile Treibstoffe entsprechend koordiniert werden (Mehling, Metcalf und Stavins 2019; Metcalf und Weisbach 2011). Während in den bisherigen Klimaverhandlungen globale Temperaturziele und nationale Ziele zur Reduktion von Emissionsmengen im Vordergrund standen, sollten die **Verhandlungen zukünftig über CO_2-(Mindest-)Preise** als zentrales Instrument der Klimapolitik geführt werden. Ein wesentlicher Vorteil besteht darin, dass damit eine konkrete Maßnahme (und nicht ein politisches Ziel) Gegenstand und Ergebnis der Verhandlungen ist. Gerade weil Emissionsziele in der Zukunft liegen, bleibt über einen langen Zeitraum nicht absehbar und überprüfbar, ob Staaten ihren Zusagen auch nachkommen. Einigt man sich dagegen auf einen über die Zeit steigenden Mindestpreis für CO_2, ist die direkte Umsetzung nicht nur leichter überprüfbar, sondern auch mit unmittelbaren Emissionsminderungen verbunden.

Ein wichtiges Element zukünftiger Verhandlungsstrategien sollte dabei das Grundprinzip der **konditionalen Kooperation** sein (Cramton u. a. 2017; Edenhofer und Ockenfels 2017). Dabei werden die angekündigten CO_2-Preise einzelner Staaten an die angekündigten und umgesetzten CO_2-Preise der anderen Staaten geknüpft, was den Anreiz zum Trittbrettfahrerverhalten reduziert (Carbon Pricing Leadership 2017). Internationale **konditionale Transfers, die an das CO_2-Preisniveau geknüpft** sind, können insbesondere dazu beitragen, dass auch weniger entwickelte Länder ihre CO_2-Preise im Laufe der Zeit erhöhen (Cramton u. a. 2017; Edenhofer, Flachsland und Kornek 2016; Kornek und Edenhofer 2019). Der Green Climate Fund (GCF) im Rahmen der internationalen Klimaverhandlungen könnte so umgestaltet werden, dass er Länder konditional bei der Einführung und Kompensation von erhöhten Kosten durch CO_2-Preissysteme unterstützt. Regulatorisch direkt implementierte CO_2-Preise in Form von CO_2-Steuern oder Mindest- und Höchstpreise in Emissionshandelssystemen (siehe Kapitel 6.2) bilden dabei eine institutionelle Voraussetzung für internationale CO_2-Preisverhandlungen.

4. Ein Mindestpreis im EU-ETS

Dieses Kapitel behandelt die Rolle eines Mindestpreises im EU-ETS. In Kapitel 4.1 wird ein Überblick über die EU-ETS-Preisentwicklung der letzten Jahre sowie über die aktuelle Reform gegeben. In Kapitel 4.2 wird die Preisbildung analysiert. Sowohl Politik- als auch Marktversagen können die Preise mitunter stark verzerren. Ein Mindestpreis wäre in der Lage, diese Verzerrungen weitgehend auszuräumen. In Kapitel 4.3 wird dies anhand des deutschen Kohleausstiegs verdeutlicht, der unter bestimmten Annahmen sogar zu höheren Emissionen führen könnte, wenn nicht ein Mindestpreis eingeführt wird oder durch den Kohleausstieg freigesetzte Zertifikate gelöscht werden. In Kapitel 4.4 werden abschließend die Optionen für die Implementierung eines Mindestpreises beschrieben.

4.1. Hintergrund: Die EU-ETS-Reform und die Preisentwicklung der letzten Jahre

Im Jahr 2018 wurde mit Inkrafttreten der neuen Emissionshandelsrichtlinie ein mehrjähriger **Reformprozess des EU-ETS abgeschlossen:** Die **anhaltend niedrigen Zertifikatspreise** wurden auf Überschüsse am Zertifikatsmarkt zurückgeführt (siehe Abbildung 4.1). Neben Änderungen in der Zuteilung von Zertifikaten wurden vor allem die Regeln angepasst, die für das Einführen neuer Zertifikate in den Markt gelten (EU 2018): (1) Der Lineare Reduktionsfaktor (LRF), mit dem die Obergrenze der Emissionen (Cap) jährlich absinkt, wird ab 2021 von 1,74 auf 2,2 Prozent erhöht.[10] (2) Die Marktstabilitätsreserve (MSR) nimmt zwischen 2019 und 2023 insgesamt 24 Prozent (statt zuvor 12 Prozent) der neu zu versteigernden Zertifikate aus den Auktionen heraus, solange die Menge der im Umlauf befindlichen Zertifikate 833 Millionen übersteigt. Weiterhin werden in der MSR ab 2023 alle Zertifikate gelöscht, die über die im Vorjahr versteigerte Menge an Zertifikaten hinausgehen. Erklärtes Ziel dieser Reform ist eine „Senkung des Überangebots an Emissionszertifikaten auf dem CO_2-Markt und [eine] Erhöhung der Widerstandsfähigkeit des EU-ETS gegenüber künftigen Turbulenzen“[11]. (3) Mitgliedstaaten, die nationale Kapazitäten stilllegen, können nun unilateral Zertifikate in einer vorgegebenen Menge löschen.

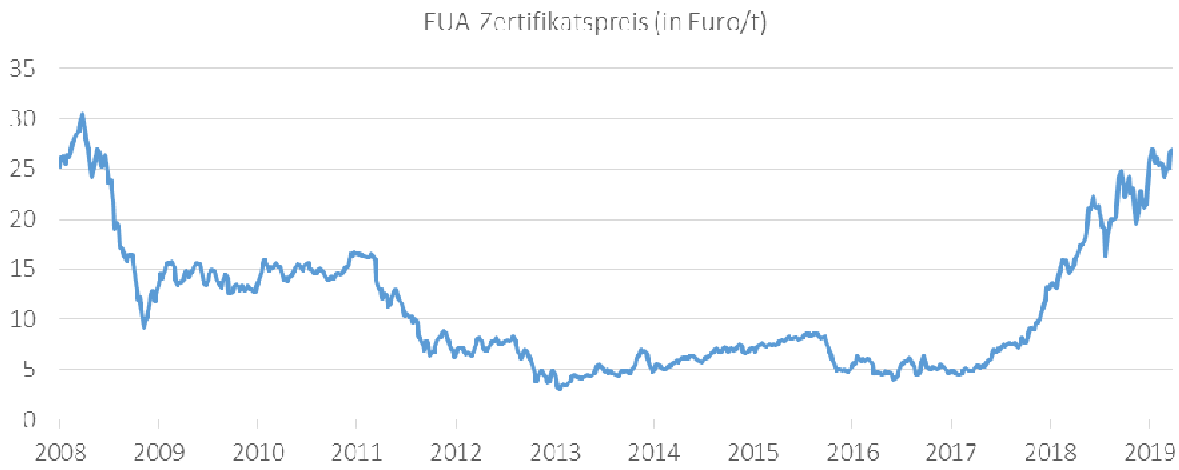


Abbildung 4.1: Preisentwicklung EU-ETS-Zertifikate (EU ETS Emission Allowances, EUA) zwischen April 2008 und Juli 2019. Quelle: Sandbag (2019)

[10] Damit werden jährlich 48,4 Millionen Zertifikate weniger ausgegeben. Wenn dieser Pfad weiter verfolgt wird, würde das letzte EUA-Zertifikat im Jahr 2057 ausgegeben.

[11] https://ec.europa.eu/clima/policies/ets/revision_de

Im Verlauf der letzten zwei Jahre sind die **Zertifikatspreise auf rund 25 Euro/tCO_2 angestiegen**, wobei unter Marktbeobachtern Uneinigkeit über die Gründe besteht. In einer Befragung des ZEW (2019) geben insgesamt 55 Prozent der Teilnehmer an, dass der wichtigste Grund für den Preisanstieg die Reform des ETS war (Löschung MSR bzw. Verschärfung LRF). Jeweils weniger Befragte nennen als wichtige Gründe die Entwicklung von Fundamentaldaten der Nachfrage (wirtschaftliche Aktivität, Preise Kohle/Gas) bzw. des Angebots (Erwartung einer verschärften Regulierung) sowie Spekulationen. Darüber hinaus berichten Medien, dass – vornehmlich aufgrund der Stärkung des EU-ETS durch die aktuelle Reform – Banken und Hedgefonds als weitere Investoren in den Markt gekommen oder zurückgekehrt sind (Sheppard 2018), was die Liquidität erhöht und den Preis insgesamt steigen lässt.

4.2. Diskussion der Preisbildung im ETS und Rationale für einen Mindestpreis

Die oben beschriebene Preisentwicklung wirft die Frage auf, ob die Preisbildung im Zertifikatsmarkt und damit auch das **EU-ETS (dynamisch) effizient** sind. Die Antwort berührt zwei Aspekte: (1) theoretische Analysen darüber, wie Politik- oder Marktversagen den optimalen Preispfad verzerren; (2) empirische Evidenz für einen solchen ineffizienten Preispfad bzw. Mangel an Evidenz für den optimalen Preispfad. Aufbauend auf Edenhofer u. a. (2017) und einer aktuellen umfassenden Analyse zu diesem Thema von Friedrich u. a. (2019) wird im Folgenden der theoretische bzw. empirische Stand der Wissenschaft zu den in Tabelle 4.1 dargestellten Versagen zusammengefasst.

Tabelle 4.1: Übersicht von Formen des Politik- und Marktversagens im EU-ETS mit Auswirkungen auf die Preisbildung. (Quelle: eigene Zusammenstellung basierend auf Friedrich et al. 2019)

Versagen	Kategorie
Mangelnde langfristige Glaubwürdigkeit	Politikversagen
Finanzmarktverzerrungen *(over-/ underreaction, hedging, noise trading)*	Marktversagen
Mangelnde Politikkoordination	Politikversagen

In den ersten Handelsperioden **hatten Fundamentaldaten nur geringen Einfluss auf die Preisbildung**. Die klassische Theorie der Preisbildung in intertemporal flexiblen Emissionshandelssystemen (Cronshaw und Kruse 1996; Kling und Rubin 1997; Rubin 1996) kommt jedoch zu dem Ergebnis, dass ein optimaler Preispfad langfristig exponentiell mit dem Zinssatz ansteigt. Eine wesentliche Bedingung dafür ist, dass temporäre Knappheiten an Zertifikaten durch „Banking“ und „Borrowing“ ausgeglichen werden können. Das initiale Preisniveau (t=0) hängt ab von den Erwartungen über die Fundamentaldaten der Nachfrageseite (z.B. Brennstoffpreise, wirtschaftliche Entwicklung) bzw. der Angebotsseite (Höhe der Cap) im gesamten Handelszeitraum. Die bisherige empirische Literatur weist jedoch darauf hin, dass typische Fundamentaldaten die Preisbildung bzw. Preisveränderungen nur zu einem geringen Teil erklären (Friedrich und Pahle 2019). Darüber hinaus variiert die Beziehung zwischen Preisen und Fundamentaldaten über die Zeit, und selbst bei Verwendung sogenannter Regime-Switching-Modelle bleibt die Erklärungskraft gering. Die Preise entwickeln sich also nicht so, wie es die Theorie für den optimalen Pfad voraussagt. Dabei ist jedoch zu beachten: Ob die Höhe des Preises an sich optimal ist,

kann damit nicht beurteilt werden (Hintermann, Peterson und Rickels 2016). Es bedarf also besserer Modelle, um die Entwicklung der Preise zu erklären.

Politische Interventionen verzerren die Preisbildung. In der Vergangenheit wurde das EU-ETS mehrfach in Reaktion auf Politik- und Marktentwicklungen reformiert. Entsprechend müssen Marktteilnehmer davon ausgehen, dass solche Reformen auch zukünftig durchgeführt werden – was mit Blick auf die Regulierung zu Unsicherheit führt. Theoretisch lässt sich zeigen, dass die Erwartung einer zukünftigen regulatorisch verursachten Preissenkung zu einem ineffizienten erwarteten Preispfad führt (Salant 2016): Kurzfristig liegen die erwarteten Preise unterhalb des optimalen Pfades, langfristig liegen sie über diesem Pfad (sogenannter „Hockey Stick"). In einer ökonometrischen „Event-Studie" finden Koch u. a. (2016) Evidenz dafür, dass regulatorische Ereignisse, also etwa Ankündigungen oder Beschlüsse, Preise statistisch signifikant beeinflussen. Tendenziell sind die Preise dabei gesunken, was als Evidenz für den Einfluss regulatorischer Unsicherheit auf die Preisbildung interpretiert werden kann.

Auch **generelle Finanzmarktverzerrungen beeinflussen die Preisbildung**. Zertifikate sind nicht nur Emissionsberechtigungen, sie dienen auch als Anlage („Asset"), weshalb der Zertifikatsmarkt zugleich als Finanzmarkt analysiert werden muss. Für solche Märkte sind Verhaltenseffekte theoretisch analysiert worden, die eine verzerrende Wirkung auf die Preise haben: „Noise Trading" (De Long u. a. 1990), „Hedging" (Froot, Scharfstein und Stein 1993) und „Over- and Underreaction" (Barberis, Shleifer und Vishny 1998). Für die vergangenen Handelsperioden finden Friedrich u. a. (2019) Evidenz, die solche Verzerrungen nahelegt. Darüber hinaus würde ein eher grundsätzliches Marktversagen vorliegen, wenn Marktakteure myopisch handelten, d.h. die (entferntere) Zukunft in ihren Entscheidungen zu gering gewichteten (Fuss u. a. 2018).

Finanzmarktverzerrungen könnten auch eine **Erklärung für den jüngsten EUA-Preisanstieg** seit Mitte 2017 sein. Diese Reform wurde von vielen Seiten als ein wichtiges Signal dafür bezeichnet, dass sich die Regulatoren um die Funktionsfähigkeit des ETS „kümmern". Aus der theoretischen Literatur ist bekannt, dass solche Signale zumindest temporär zu einer Überreaktion in Form ineffizient hoher Preise führen können (Barberis, Shleifer und Vishny 1998). Die bisher einzige ökonometrische Analyse des Preisaufschwungs (Friedrich und Pahle 2019) legt diese Vermutung des Überschwangs („Exuberance") nahe. Eine weitere theoretische Erklärung für den Preisanstieg könnte das Hedging von Firmen gegenüber der oben erklärten politische Unsicherheit sein: In diesem Fall führt eine temporäre Verknappung von Zertifikaten durch die MSR zu steigenden Preisen in den nächsten Jahren (Tietjen, Lessmann und Pahle 2019). Möglicherweise spielt die Löschung der Zertifikate dabei zumindest kurz- bis mittelfristig nur eine geringe Rolle (Mauer, Okullo und Pahle 2019). Ist der Preisanstieg eine Folge von temporären Finanzmarktverzerrungen, so ist ein Absinken der Preise mittelfristig durchaus wieder vorstellbar.

Die **fehlende Koordination der Politik der EU-Mitgliedstaaten führt zu sinkenden Preisen**. Weil das EU-ETS für die Emissionen in allen Staaten eine fixe Obergrenze für die Emissionen (Cap) setzt, führen zusätzliche nationale Politikmaßnahmen nicht zu weiteren Emissionsreduktionen, solange der Zertifikatspreis über Null liegt (Goulder und Stavins 2011; Shobe und Burtraw 2012; Burtraw, Keyes und Zetterberg 2018). Nationale Maßnahmen zur Reduktion von Emissionen sind damit ineffizient. Die entsprechenden Verlagerungen ergeben sich durch einen kombinierten Rebound-Wasserbett-Effekt (Pahle, Burtraw, u. a. 2019; Perino, Ritz und Benthem 2019), der im folgenden Kapitel genauer erläutert wird. Ursache ist eine mangelnde Politikkoordination zwischen der EU und denjenigen Mitgliedstaaten, die solche nationalen Politiken einführen.

Ein **Mindestpreis im EU-ETS könnte alle drei Verzerrungen beheben**. Die Wirksamkeit des EU-ETS hängt von einem glaubwürdig angekündigten und dauerhaften CO_2-Preispfad ab (Nordhaus 2011), der durch einen Mindestpreis geschaffen werden könnte. Dieser würde insbesondere die Erwartungen der

Marktteilnehmer stabilisieren und die oben beschriebenen Effekte mangelnder politischer Glaubwürdigkeit mindern. In ähnlicher Weise würde ein Mindestpreis auch Finanzmarktverzerrungen korrigieren und zu schnellen oder zu langsamen Reaktionen der Marktteilnehmer entgegentreten. Bei Unsicherheit ist eine Kombination von Preis- und Mengensteuerung (Hybrid-Instrument) effizienter als eine reine Preis- oder Mengenregulierung (Hepburn 2006; Murray, Newell und Pizer 2009; Newell und Pizer 2003; Pizer 2002; Roberts und Spence 1976; Wood und Jotzo 2011). Durch einen Mindestpreis könnte insbesondere das Risiko eines erneuten Preiseinbruchs reduziert werden (Flachsland u. a. 2018). Weiterhin müssten sich Firmen in einem geringeren Maß gegen einen unsicheren CO_2-Preis absichern und dafür entsprechende Risikoaufschläge zahlen. Außerdem sorgt ein (bindender) Mindestpreis dafür, dass der EUA-Preis nicht infolge unkoordinierter nationaler Politikmaßnahmen absinkt bzw. dass die entsprechenden Emissionsreduktionen EU-ETS-weit zusätzlich sind. Dass ohne einen solchen Preis hohe Risiken für die nationale Politik der Mitgliedstaaten bestehen, wird im folgenden Kapitel für den deutschen Kohleausstieg gezeigt.

4.3. Die Absicherung des deutschen Kohleausstiegs durch einen CO_2-Mindestpreis[12]

Der von der **Kohlekommission** vorgeschlagene Fahrplan zur schrittweisen Abschaltung von Kraftwerken birgt **zwei Risiken**, die bisher ignoriert oder zumindest deutlich unterschätzt wurden. Zum einen könnte das nationale Klimaziel der Energiewirtschaft für 2030 trotz der Abschaltungen verfehlt werden, wenn es zu einer deutlichen Steigerung der CO_2-Emissionen der noch im Markt verbleibenden Kohlekraftwerke kommt (Rebound-Effekt). Und zum anderen könnten die durch den Kohleausstieg erzielten Emissionsreduktionen lediglich zu einer Verlagerung in andere Sektoren innerhalb des EU-ETS führen (Wasserbett-Effekt). Die Kohlekommission hat daher flankierende Maßnahmen empfohlen, u.a. die Löschung der freiwerdenden Zertifikate, deren Umsetzung durch die Politik aber keineswegs als gesichert gelten kann. Auch weist sie auf die Wichtigkeit höherer Ausbauziele für erneuerbare Energien hin, deren Umsetzbarkeit aber ebenfalls fraglich ist. Die folgende Analyse diskutiert daher die Risiken, die daraus resultieren können, dass diese flankierenden Maßnahmen nicht umgesetzt werden. Sie kommt zu dem Schluss, dass sich der Kohleausstieg ohne die Löschung von Zertifikaten bzw. ohne einen CO_2-Mindestpreis als riskant erweisen könnte.[13]

Zwei wechselwirkende Effekte treiben das Gesamtergebnis (Perino, Ritz und Benthem 2019): Der **Rebound-Effekt** wirkt über den Strommarkt. Durch das Abschalten von Kohlekraftwerken in Deutschland erhöht sich der Strompreis, und die im Markt verbleibenden Steinkohle- und Braunkohlekraftwerke können häufiger kostendeckend produzieren. Dadurch wiederum erhöhen sich ihre Kapazitätsauslastung und die Emissionen. Je nachdem, ob diese Verlagerungen innerhalb oder außerhalb Deutschlands eintreten, spricht man vom nationalen (Edenhofer und Hufendiek 2019) oder europäischen Rebound-Effekt (Matthes u. a. 2019).

Der **Wasserbett-Effekt** wirkt dagegen über das EU-ETS. Durch den Kohleausstieg reduziert sich die Nachfrage nach Zertifikaten und damit deren Preis. Für alle Akteure in den vom ETS erfassten Sektoren im In- und Ausland wird es also billiger, zusätzliche Emissionsrechte zu erwerben. Das wiederum führt zu mehr Emissionen. Zwar wurde im Rahmen der jüngsten Reform der ETS-Richtlinie beschlossen, dass durch die MSR ab dem Jahr 2023 Zertifikate gelöscht werden. Doch wie wir weiter unten erläutern, wird der Wasserbetteffekt dadurch keineswegs in jedem Fall neutralisiert.

Tabelle 4.2 gibt einen Überblick über beide Effekte, ihre Wirkungen und Einflussfaktoren. Sie ist additiv von links nach rechts aufgebaut. Ausgangspunkt ist der Kohleausstieg in isolierter Betrachtung ohne

[12] Dieses Kapitel wurde als Artikel „Die unterschätzten Risiken des Kohleausstiegs“ in den Energiewirtschaftlichen Tagesfragen (Ausgabe 06/2019) veröffentlicht (Pahle, Edenhofer, u. a. 2019).
[13] Die Rolle eines ambitionierteren Ausbauziels für Erneuerbare wird nicht untersucht.

Rebound- und Wasserbett-Effekt. Ergebnis sind hier eindeutig geringere Emissionen. Durch die beiden Verlagerungseffekte **können diese Einsparungen jedoch wie oben beschrieben (über)kompensiert werden**. Der Gesamteffekt ist entsprechend unbestimmt – und muss für die Beurteilung der Risiken mithilfe numerischer Modelle quantifiziert werden.

Tabelle 4.2: Übersicht der möglichen Verlagerungseffekte beim deutschen Kohleausstieg.

	Kohleausstieg	+ Rebound-Effekt	+ Wasserbett-Effekt	= Gesamteffekt
Markt		Strommarkt	Zertifikatsmarkt / ETS	
Wirkung	DE: weniger Kohlestrom	DE: höhere Auslastung fossiler Kraftwerke EU: höhere Auslastung fossiler Kraftwerke und mehr Exporte nach DE	Sinkender CO_2-Preis führt zu mehr Emissionen in allen ETS-Sektoren	
Effekt auf Emissionen	DE: ↘ EU: -	DE: ↗ EU: ↗	DE: ↗ EU: ↗	DE + EU: ?
Einflussfaktoren	Ausstiegspfad Kohle	Stromtransferkapazitäten, Emissionsintensität, EU-Stromerzeugung	MSR-Löschung, Vermeidungskosten	

DE = Deutschland, EU = alle anderen Länder im EU-ETS

Bisherige Untersuchungen schätzen diese Risiken als eher gering ein. So kommt eine Analyse des Öko-Instituts zu dem Ergebnis, dass durch die Umsetzung der Empfehlungen der Kohlekommission das nationale Klimaziel sicher erreicht würde (Matthes u. a. 2019). In der Analyse wird allerdings über die Standardannahmen hinaus nur ein einziges zusätzliches Szenario mit positiverer Preisentwicklung (höherer CO_2-Preis, niedrigerer Gaspreis) betrachtet. Ob das Klimaziel „sicher“ erreicht wird, kann mit diesem Ansatz daher nicht robust untersucht werden.

In einer weiteren Untersuchung kommt die Agora Energiewende (2018) zu dem Schluss, dass der Wasserbett-Effekt nicht mehr relevant sei. Die jüngste EU-ETS-Reform werde dafür sorgen, dass die nationalen Emissionsreduktionen durch eine entsprechende Löschung von Zertifikaten nicht zu Emissionssteigerungen in den europäischen Nachbarländern führen. Offen bleibt dabei jedoch, in welchem Umfang diese Löschung durch die MSR erfolgt, ob eine zusätzliche nationale Löschung notwendig ist und welche finanziellen Implikationen diese hat.

Davon abweichend zeigt die folgende Analyse, dass das **deutsche Klimaziel nicht erreicht wird** und die zusätzlichen Emissionsreduktionen des Kohleausstiegs durch den kombinierten Rebound-Wasserbett-Effekt zunichtegemacht werden könnten, **wenn die Löschung von Zertifikaten bzw. ein CO_2-Mindestpreis nicht umgesetzt wird.** Dies zeigt sich, weil man hier im Gegensatz zu den obigen Studien beide Effekte in Kombination betrachtet, Unsicherheiten über die zukünftigen Preisentwicklungen berücksichtigt und zudem die Wirkung des neuen Löschungsmechanismus durch die MSR explizit miteinbezieht. Dadurch zeigt sich, dass der **Wasserbett-Effekt auch durch die ETS-Reform kaum vermindert** wird. Denn die MSR-Löschung ab 2023 ist vor allem für zusätzliche Emissionsminderungen wirksam, die bereits in den kommenden Jahren erfolgen. Der Kohleausstieg reduziert die nationalen Emissionen

größtenteils jedoch erst nach 2030, weil die meisten Kraftwerke, die dem Zeitplan zufolge schon vorher abgeschaltet werden, ohnehin aus dem Markt gegangen wären.

Im Folgenden beschreiben wir die Ergebnisse und erläutern, warum ein **CO_2-Mindestpreis** bzw. eine **zusätzliche Löschung von Zertifikaten essentiell** ist für die Absicherung der Risiken des Kohleausstiegs. Die Untersuchung basiert auf dem Modell LIMES EU[14], mit dem die beiden folgenden Grundszenarien analysiert werden: „Referenz“ (kein Kohleausstieg) und „Kohleausstieg“ (Plan der Kohlekommission zur Abschaltung, aber ohne Löschung von Zertifikaten). Dabei geht man zunächst von Standardannahmen bezüglich der zukünftigen Marktentwicklung aus. Daraus wird dann die durch den Kohleausstieg erreichte Emissionsminderung abgeleitet. Darauf aufbauend werden die in den nächsten Kapiteln beschriebenen verschiedenen Risikoszenarien untersucht. Sie sind identisch mit dem Szenario „Kohleausstieg“, unterstellen jedoch für jeweils einen emissionskritischen Faktor eine alternative Marktentwicklung. Diese Szenarien stellen „Worst Cases“ (höhere Emissionen) dar, weil nur hier für politische Entscheidungsträger ein Risiko besteht, nachbessern zu müssen. Alternative „Best Cases“ bleiben daher außer Acht.

Risiko: „Verfehlung des nationalen Klimaziels 2030“

In diesem Kapitel wird gezeigt, zu welchen Emissionsreduktionen der Kohleausstieg in den **verschiedenen Szenarien** führt. Die entsprechenden Ergebnisse sind in Abbildung 4.2 dargestellt. Wie auch in der Studie des Öko-Instituts (Matthes u. a. 2019) ergibt sich, dass bei Standardannahmen für Brennstoff- und Zertifikatspreise (Szenario „Kohleausstieg“) das Klimaziel 2030 erreicht wird. Die Emissionen sinken jedoch lediglich um 17 Mt gegenüber dem Fall ohne Ausstieg (Szenario „Referenz“). Mit anderen Worten: Ein Großteil der Kohlekapazitäten würde auch ohne Ausstieg und allein durch den ansteigenden EUA-Preis vom Markt genommen. Die Analyse der Risikoszenarien zeigt weiterhin, dass selbst diese Reduktionen bei ungünstigen Marktentwicklungen mitunter verpuffen. Welche Faktoren bzw. Unsicherheiten dabei den größten Einfluss haben, erläutern wir im Folgenden.

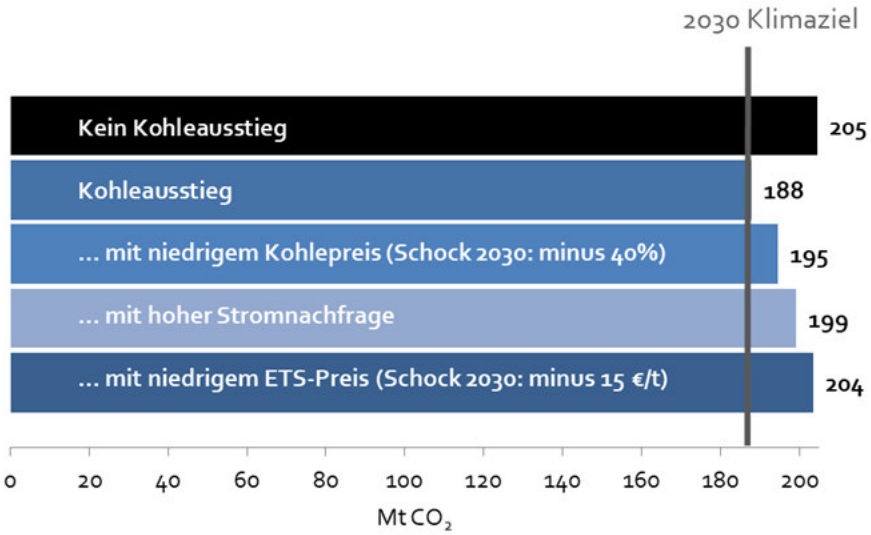


Abbildung 4.2: Emissionen im deutschen Stromsektor in 2030 im Vergleich zum nationalen Sektorziel für die Energiewirtschaft.

[14] Detaillierte Informationen zum Modell sowie zu den Annahmen und Szenarien sind verfügbar unter: https://www.pik-potsdam.de/members/pahle/et-artikel-risiken-kohleausstieg

Ein erster Risikofaktor sind **sinkende Kohlepreise**, die diesen emissionsintensiven Energieträger im Vergleich zu Gas wettbewerbsfähiger machen. Zwischen 2000 und 2019 bewegte sich der Einfuhrpreis für Steinkohle zwischen 40 und 112 Euro/t Steinkohleeinheit (SKE), in 2016 lag er unter 60 Euro/tSKE. Angelehnt an diese historische Entwicklung nimmt das Risikoszenario „Kohlepreis" an, dass der Kohlepreis im Jahr 2030 vorübergehend um 40 Prozent auf 50 Euro/tSKE absinkt. In diesem Fall steigen die Emissionen im selben Jahr auf 195 Mt CO_2 an.

Ein zweiter Risikofaktor ist eine **steigende Stromnachfrage**, die die Emissionen durch alle fossilen Energieträger erhöht. Dazu könnte es insbesondere kommen, wenn der Verkehrs- und Wärmesektor umfassend elektrifiziert wird (Ruhnau u. a. 2019). Im Risikoszenario „Nachfrage" wird von einer Nettosteigerung um 40 Prozent im Jahr 2030 ausgegangen. Dies würde die Emissionen im Fall eines Kohleausstiegs auf 199 Mt CO_2 ansteigen lassen.

Sinkende Preise im EU-ETS – ein dritter Risikofaktor – machen die Kohle im Vergleich zu Gas ebenfalls wettbewerbsfähiger. Zwischen 2011 und 2013 sank der Preis von knapp 15 auf knapp 3 Euro/t CO_2; seit 2017 stieg der Preis vermutlich infolge der Reform des ETS von etwa 5 auf rund 25 Euro/t CO_2 an. Jedoch ist nicht auszuschließen, dass die Preise zukünftig erneut stark einbrechen, etwa wenn es zu ökonomischen oder politischen Schocks kommt. Daher betrachten wir im Risikoszenario „EUA-Preis" einen temporären Einbruch des Zertifikatspreises um 15 Euro/t CO_2 im Jahr 2030. Dieser Einbruch führt zur größten Zielabweichung aller drei Risikoszenarien: Die Emissionen würden auf 204 Mt CO_2 ansteigen, was nahezu dem Niveau der Emissionen im Szenario „Referenz" (kein Kohleausstieg, Standardannahmen) entspricht. Da man einen Preiseinbruch im ETS in dieser Höhe nicht ausschließen kann, ist eine entsprechende Absicherung des CO_2-Preises für das sichere Erreichen des Klimaziels 2030 also zentral.

Risiko: „Emissionsverlagerung im ETS"

Als nächstes wird die **quantitative Größenordnung der Emissionsverlagerung im EU-ETS** abgeschätzt, die sich durch den kombinierten Rebound- und Wasserbetteffekt ergibt. Dabei nehmen wir an, dass das momentan bestehende Regelwerk für das EU-ETS auch in Zukunft Bestand hat. In Übereinstimmung mit theoretischen (Perino, Ritz und Benthem 2019) und numerischen (Burtraw, Keyes und Zetterberg 2018) Analysen ergibt sich, dass der Wasserbett-Effekt durch die MSR nicht neutralisiert wird. Grund dafür ist, dass der Großteil der zusätzlichen Emissionsreduktionen durch den Kohleausstieg erst ab dem Jahr 2035 erfolgt (siehe Abbildung 4.3). Zu diesem Zeitpunkt jedoch ist der Marktüberschuss an Zertifikaten (nicht gezeigt) schon stark abgebaut, und die MSR wird nicht weiter mit Zertifikaten befüllt: Der Wasserbett-Effekt wirkt also fort. Dies führt wiederum durch den Mechanismus der intertemporalen Preisbildung dazu, dass sich der EUA-Preis über den gesamten Zeithorizont reduziert und in allen ETS-Sektoren die Emissionen entsprechend ansteigen. Infolgedessen reduziert sich die Löschung aus der MSR insbesondere in den Jahren bis 2035 (grün umrandete Balken).

Speziell in Deutschland hat das zur Folge, dass trotz Kohleausstieg die **Emissionen im Stromsektor im Jahr 2020** im Vergleich zum Szenario „Referenz" aufgrund des geringeren EUA-Preises **leicht ansteigen**. Begünstigt wird dies durch den Umstand, dass die Kraftwerkskapazität laut Plan der Kohlekommission bis dahin nur minimal reduziert wird und daher, wie oben beschrieben, die Mehrzahl der Kohlekraftwerke im Markt verbleiben.

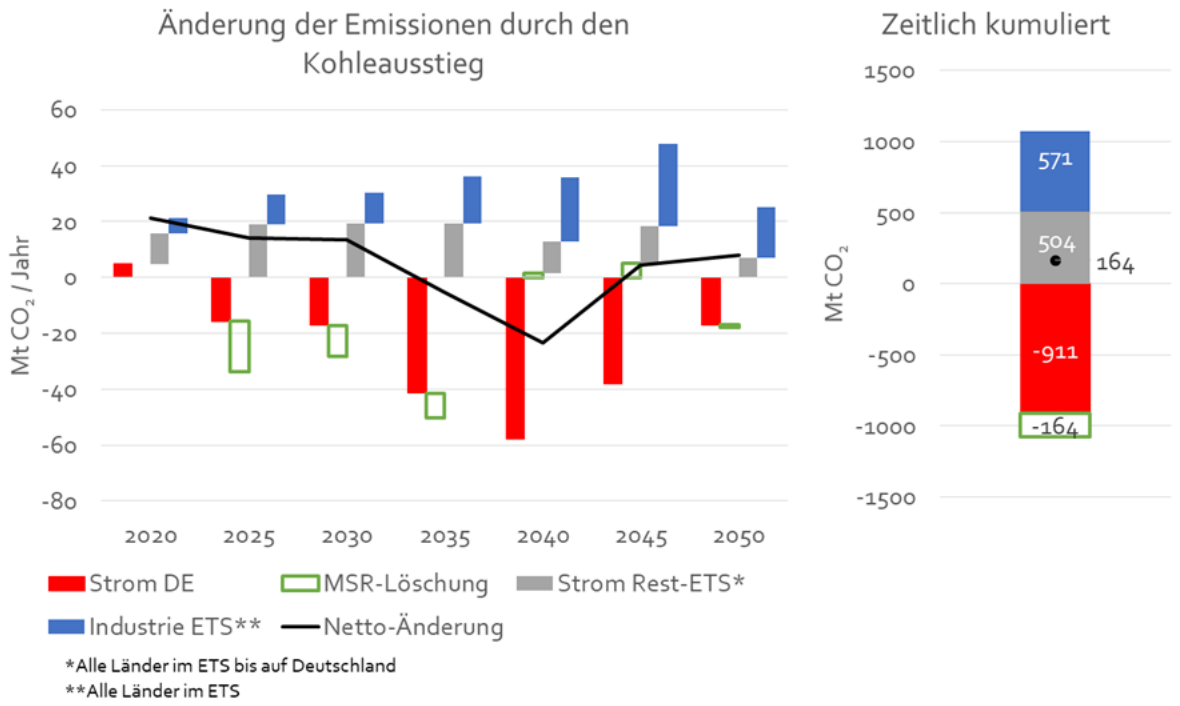


Abbildung 4.3: Differenz der Emissionen zwischen den Szenarien „Kohleausstieg“ und „Referenz“.

ETS-weit bewirkt die reduzierte Löschung, dass es zu einer **Netto-Erhöhung der Emissionen** kommt (siehe Abbildung 4.3 rechts): Im deutschen Stromsektor reduziert der Kohleausstieg die Emissionen zwischen 2020 und 2050 (Modelljahre) um insgesamt 911 Mt CO_2. Gleichzeitig erhöhen sich die Emissionen im restlichen ETS (ausländische Strommärkte und Industrie) um 1075 Mt CO_2, weil die Löschung durch die MSR um 164 Mt CO_2 geringer ausfällt. Dass der deutsche Kohleausstieg diese europäische Nebenwirkung zeitigen könnte, unterstreicht nur die Bedeutung dieses Risikos.

Reduzierung der Risiken

Das Risiko „Verfehlung des nationalen Klimaziels“ könnte für sich genommen – ohne Berücksichtigung des Risikos „Emissionsverlagerung im ETS“ – durch einen **nationalen CO_2-Mindestpreis** vermieden werden. Dieser müsste je nach Szenario im Jahr 2030 zwischen 35 und rund 60 Euro/tCO_2 liegen (Osorio u. a. 2018). Das Risiko der Verlagerungen im EU-ETS könnte jedoch nur vermieden werden, wenn der EUA-Preis durch den Kohleausstieg nicht absinkt. Dies wäre durch einen **EU-ETS-weiten Mindestpreis** oder alternativ durch eine **Löschung von Zertifikaten** erreichbar. Eine solche Löschung, die auch die Kohlekommission empfiehlt, wird ebenfalls in der Studie des Öko-Instituts (Matthes u. a. 2019) berücksichtigt – jedoch nur implizit durch die Annahme, der EUA-Preis bleibe im Vergleich zum Referenzszenario unverändert. Die Höhe der zu löschenden Menge, der konkrete Wirkmechanismus und die Einkommenseffekte (Staatseinnahmen) bleiben damit im Dunkeln. Diese sind aber entscheidend für die Beurteilung der Relevanz dieser komplementären Maßnahme. Daher wird diese Option in einem ergänzenden Szenario explizit analysiert. Dabei nimmt man vereinfachend an, dass die Löschung identisch mit den durch den Kohleausstieg erzielten Emissionsreduktionen im deutschen Stromsektor ist (rote Balken in Abbildung 4.3).

Es zeigt sich: Diese **Löschung hebt den Zertifikatspreis wie erwartet an**, führt allerdings auch zu Einnahmeausfällen im deutschen Staatshaushalt (siehe Tabelle 4.3). Dafür sind zwei gegenläufige Effekte maßgeblich (Pahle, Burtraw, u. a. 2019): Einerseits senken sich durch die Löschung unmittelbar die Einnahmen, weil die entsprechende Menge nicht versteigert werden kann; andererseits steigen wegen

der höheren EUA-Preise aber die Einnahmen durch die Auktion der verbleibenden Zertifikate. Der Nettoeffekt ist gleichwohl ab dem Jahr 2025 negativ. Die gesamten Kosten für die Löschung im Zeitraum 2020 bis 2050 betragen diskontiert rund 19 Milliarden Euro, wobei der Großteil erst ab 2030 anfällt. Unter den hier gemachten Annahmen für die zukünftigen Auktionsmengen ergibt sich darüber hinaus für die Jahre 2040 und 2045 eine negative verbleibende Menge: Es müssten also noch zusätzliche Zertifikate erworben werden, um eine Löschung in ausreichender Menge zu erreichen.

Tabelle 4.3: Preiseffekt und Einnahmedifferenz durch die Löschung von EUA-Zertifikaten im Rahmen des Kohleausstiegs für Deutschland. In der untersten Zeile ist dargestellt, wie sich die Staatseinnahmen durch Versteigerung verändern, wenn Deutschland die in der dritten Zeile angegebene Menge an Zertifikaten (jährlich) löscht.

		2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Szenario „Kohleausstieg“	Auktionsmenge [Mt]	123	117	88	56	37	36	22
	Zertifikatspreis [Euro/t]	18	23	30	38	49	63	80
Szenario „Löschung“	Löschung [Mt]	0	16	17	41	58	38	17
	Verbleibende Auktionsmenge [Mt]	121	96	64	6	-29	-6	3
	Zertifikatspreis [Euro/t]	20	25	32	41	53	68	87
	Differenz Einnahmen pro Jahr, diskontiert [Millionen Euro]	139	-236	-327	-906	-1249	-791	-363

Für den deutschen Finanzminister und die multilaterale Klimapolitik gäbe es jedoch eine attraktivere Lösung, als dies national zu machen: die **Einführung eines EU-ETS-weiten Mindestpreises** in entsprechender Höhe (siehe fünfte Zeile in Tabelle 4.3), wie es auch in einem Sondervotum einiger Mitglieder der Kohlekommission vorgeschlagen wurde. Die EU-Mitgliedstaaten könnten sich darauf einigen – oder zumindest eine „Koalition der Willigen“ –, einen entsprechenden Reservationspreis bei ihren Auktionen zu implementieren und die nicht versteigerten Zertifikate zu löschen. Die fiskalischen Kosten der Löschungen würden dann auf mehrere Schultern verteilt. Bei entsprechender Aufteilung wären in der Folge auch positive Einnahmeeffekte für Deutschland möglich.

4.4. Optionen für die Implementierung

Ein EU-ETS-Mindestpreis kann auf verschiedenen Ebenen und durch unterschiedliche Mechanismen implementiert werden (Edenhofer u. a. 2017; Flachsland u. a. 2018)**. Vorzugsweise sollte der Mindestpreis EU-weit implementiert werden**. Falls dies politisch nicht möglich ist, könnte ein Mindestpreis zunächst national eingeführt werden oder besser noch im Rahmen einer **Koalition von Deutschland mit anderen Ländern** (z.B. Frankreich, Niederlande, Schweden). Wesentlich wäre dann jedoch, damit einen Prozess zu initiieren, der diese Koalition mittel- bis langfristig auf die ganze EU ausweitet (Pahle u. a. 2018). Als prozedurale Einstiegpunkte bieten sich etwa die geplante Revision der MSR im Jahr 2021 sowie der „Stocktake“ im Rahmen des Pariser Klimaabkommens im Jahr 2023 an, in dem die

Wirksamkeit der nationalen und regionalen Politiken zum Erreichen der Ziele des Abkommens überprüft werden.

Ein **europaweiter Mindestpreis im EU-ETS** könnte durch einen Reservationspreis bei Auktionen implementiert werden, der durch Ebay weithin bekannt ist: Liegen die Gebote auf zu versteigernde Zertifikate unter dem, was der Mindestpreis vorsieht, werden die Zertifikate einbehalten. Dieser Ansatz findet sich etwa in Kalifornien und Quebec sowie in der Regional Greenhouse Gas Initiative (RGGI) im Nordosten der USA (Burtraw, Keyes und Zetterberg 2018; RGGI 2019; WCI 2019).

Ein Mindestpreis bei Auktionen könnte grundsätzlich auch **unilateral oder in einer Koalition der Willigen** eingeführt werden. Denkbar wäre auch, nur eine Teilmenge von Zertifikaten mit einem Mindestpreis zu versehen und den Rest weiterhin frei zu versteigern. Dieser Ansatz wird etwa im Emissionshandelssystem RGGI angewendet. Die reformierte EU-Emissionshandelsrichtlinie (Artikel 12(4)) ermächtigt dabei zur Löschung von Zertifikaten, wobei hier nicht geklärt ist, ob diese auch anwendbar wäre, wenn die Stilllegung von Zertifikaten im Zuge der Implementierung eines Mindestpreises erfolgte. Hier würde eine entsprechende Anpassung der EU-Emissionshandelsrichtlinie oder der EU-Auktionsverordnung Klarheit herstellen.

Ein **nationaler Mindestpreis** könnte wie im Stromsektor in Großbritannien durch eine sogenannte Carbon Support Rate (CSR) umgesetzt werden (Hirst und Keep 2018). Dabei handelt es sich um eine adaptive Steuer, deren Höhe der Differenz zwischen Mindestpreis und EUA-Preis entspricht. Liegt etwa der anvisierte Mindestpreis bei 35 Euro, der EUA-Preis aber nur bei 25 Euro, dann beträgt die CSR 10 Euro. Bei einem EUA-Preis von 35 Euro oder darüber beträgt die CSR null Euro. Um einen Wasserbetteffekt zu vermeiden, müssten jedoch zusätzlich Zertifikate bei der Versteigerung zurückgehalten und ggf. gelöscht werden (Fankhauser, Hepburn und Park 2010). Die Regierung könnte auch direkte Zertifikate im Markt aufkaufen, was aber äquivalent wäre zum Zurückhalten von Zertifikaten bei Auktionen. In Großbritannien wird die CSR für mehrere Jahre festgelegt (derzeit ca. 20 Euro). Durch den zuletzt auf ca. 25 Euro gestiegenen EUA-Preis beträgt der gesamte CO_2-Preis für britische Stromproduzenten daher derzeit etwa 45 Euro. Dies hat zu einem raschen Kohleausstieg im britischen Stromsektor maßgeblich beigetragen (IEA 2016). Grundsätzlich sind auch flexiblere Implementierungsformen denkbar, die entsprechende Preissteigerungen für Unternehmen vermeiden. So könnten Unternehmen einen Fixpreis oder eine Steuer in Höhe des Mindestpreises zahlen, der dann proportional zur Höhe des EUA-Preises rückerstattet wird (maximal bis zur Höhe des Fixpreises bzw. der Steuer, siehe etwa Wood und Jotzo 2011). Entsprechende Gestaltungsoptionen sollten zeitnah in einem **Prüfauftrag** detailliert untersucht werden.

5. Nicht-ETS-Sektoren in Deutschland: Vier Optionen im Vergleich

Während die deutschen und europäischen CO_2-Emissionen im Stromsektor und in weiten Teilen des Industriesektors bereits einer CO_2-Bepreisung unterliegen, nämlich im Rahmen des EU-ETS, ist dies für die deutschen Emissionen insbesondere im Verkehrs- und Wärmesektor noch nicht der Fall. Allerdings hat Deutschland auch für diesen Bereich quantitativ und europarechtlich bindende Verpflichtungen übernommen: mit der Annahme der **Europäischen Lastenteilungsverordnung** im Jahr (EU 2018). Dort sind jährliche Emissionsziele im Zeitraum von 2021 bis 2030 für die Nicht-ETS-Emissionen festgeschrieben. Nach den dort vorgegebenen Regelungen kann Deutschland die Ziele auf verschiedenen Wegen erreichen:

- Emissionsreduktionen in diesen Sektoren in Deutschland,
- begrenzte temporäre Verschiebung der Verpflichtungen („Banking“ und „Borrowing“)[15],
- Zukauf ungenutzter AEA-Zertifikate[16] aus den Nicht-ETS-Sektoren anderer EU-Staaten oder
- (in sehr begrenztem Umfang) Nutzung von Emissionsreduktionen aus dem deutschen Landnutzungssektor.[17]

Einige andere EU-Mitgliedstaaten, die bereits früher Minderungslasten übernommen und dies bei der EU-Lastenteilungsentscheidung entsprechend verhandelt haben, können zudem **in begrenztem Umfang EUA-Zertifikate** aus dem EU-ETS benutzen, um ihre Verpflichtungen in den Nicht-ETS-Sektoren zu erfüllen. Diese Möglichkeit ist jedoch für Deutschland nicht gegeben.[18]

In einer Analyse der **Lücke zwischen jährlichen Emissionen und Zielen** in Deutschland 2021 bis 2030 ermittelt das Öko-Institut (Gores, Emele und Graichen 2019) eine kumulative Lücke von etwa 380 $MtCO_2$. Unter der Annahme, dass AEA-Zertifikate im Durchschnitt 100 Euro/tCO_2 kosten, müsste die Bundesregierung demnach in der nächsten Dekade 38 Milliarden Euro für den Kauf von Zertifikaten bei anderen EU-Mitgliedstaaten aufwenden. Es liegen derzeit keine verlässlichen Abschätzungen der voraussichtlichen AEA-Preise vor.

Eine **Verletzung der deutschen Verpflichtungen** hinsichtlich der Lastenteilungsverordnung hätte formal ein Vertragsverletzungsverfahren seitens der EU-Kommission zur Folge. Neben den damit verbundenen ökonomischen und politischen Kosten sollte die Bundesregierung auch die grundsätzliche Gefahr einer graduellen Erosion europarechtlicher Vertragserfüllung berücksichtigen.

---

[15] Regeln für „Banking“ (Nutzung von Emissionsrechten in späteren Jahren) in der Lastenteilungsverordnung: Ungenutzte Zertifikate aus dem Jahr 2021 können in jedem beliebigen Jahr bis 2030 verwendet werden. Für die Jahre 2022-2029 können maximal 30 Prozent der Gesamtmenge der jährlichen Zuweisung in den Folgejahren bis 2030 verwendet werden.
Regeln für „Borrowing“ (Nutzung von Emissionsrechten, die erst in späteren Jahren ausgegeben werden): Zwischen 2021 und 2025 könnten maximal 10 Prozent der Verpflichtungen mit Zertifikaten aus einem Folgejahr erfüllt werden. Zwischen 2026 und 2029 sinkt dieser Betrag auf maximal 5 Prozent ab (siehe Artikel 5 Absätze 1-3 der EU-Lastenteilungsverordnung, EU 2018; Gores u. a. 2019).

[16] AEA steht für „Annual Emission Allocation“.

[17] Maximal können EU-weit 280 Mt CO_2-Reduktionen durch Emissionsreduktionen im Landnutzungssektor in den Nicht-ETS-Sektoren angerechnet werden. Für Deutschland sind das maximal 22,3 Mt CO_2 kumulativ über den gesamten Zeitraum 2021 bis 2030 (EU 2018).

[18] Diese Länder und die jeweiligen maximal jährlich verwendbaren Mengen von EUA-Zertifikaten (in Prozent der Emissionen im Jahr 2005) sind: Belgien (2), Dänemark (2), Irland (4), Luxemburg (4), Malta, (2), Niederlande (2), Österreich (2), Finnland (2), Schweden (2). Kollektiv darf die Menge der verwendeten Zertifikate jedoch nicht 100 Mt überschreiten (EU 2018).

5.1. Vier Optionen

Diese Expertise untersucht vier Optionen mit teils unterschiedlichen Spezifikationen, mit denen Deutschland seine Verpflichtungen im Rahmen der EU-Lastenteilungsverordnung 2021 bis 2030 insbesondere in den Sektoren Verkehr und Wärme erfüllen kann. Tabelle 5.1 zeigt diese Optionen in der Übersicht.

Mit **„Verkehr und Wärme“** werden in dieser Expertise CO_2-Emissionen aus fossilen Energieträgern in den folgenden Sektoren sprachlich vereinfachend zusammengefasst (Hermann u. a. 2014):

- **Verkehr** (mit Ausnahme von Luft-, Schiffs- sowie bereits im EU-ETS erfasstem elektrifiziertem Schienenverkehr),
- **Gebäude** (Raumwärme und Warmwasseraufbereitung für Haushalte, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen),
- **energiebedingte Emissionen von Industrieanlagen, die nicht im EU-ETS reguliert sind**,
- **energiewirtschaftliche Anlagen, die nicht im EU-ETS erfasst sind** (unterhalb des Schwellenwertes von 20 MW thermischer Leistung oder sonstige ETS-Ausnahmen wie etwa Abfallverbrennung).

Die Emissionen aus anderen Treibhausgasen (THG) sind in dieser Studie nicht berücksichtigt. Insbesondere werden die Emissionen des **Landwirtschaftssektors** – abgesehen von CO_2-Emissionen aus fossilen Agrartreibstoffen – in der Analyse ausgeklammert. Hier bestehen hinsichtlich der Einbeziehung in CO_2-Bepreisungssysteme eine Reihe von Fragen bezüglich der Messbarkeit der Emissionen, der Transaktionskosten und effizienter Anreize für alle Vermeidungsoptionen. Diese Fragen bedürfen einer vertieften Analyse, die den Rahmen dieser Expertise übersteigen. Zudem sollen die Emissionen im Landwirtschaftssektor mit den Instrumenten der Düngemittelverordnung vermindert werden (Grosjean u. a. 2018; WBAE und WBW 2016). Wir empfehlen einen **Prüfauftrag** zur näheren Untersuchung der THG-Bepreisungsoptionen im Landwirtschaftssektor.

Tabelle 5.1: Optionen für das Erreichen der deutschen Klimaziele in den Nicht-ETS-Sektoren nach EU-Lastenteilungsverordnung.

Optionen	
1	**Ausweitung Ordnungsrecht, Förderprogramme und Selbstverpflichtungen [Ordnungsrecht]**
2	**CO_2-Steuer für Verkehr und Wärme durch Anpassung Energiesteuersätze [CO_2-Steuer]** a) niedrige ergänzende Steuer b) hohe tragende Steuer
3	**Deutsches ETS für Verkehr und Wärme [DE-ETS]** a) nur in Deutschland b) verknüpft mit analogen ETS in anderen EU-Mitgliedstaaten
4	**EU-ETS-Einbeziehung von Verkehr und Wärme [EU-ETS]** a) unilaterale Einbeziehung nur Deutschland b) mit Koalition von Mitgliedstaaten c) mit allen Mitgliedstaaten

Option 1: Ausweitung bestehendes Ordnungsrecht, Förderprogramme und freiwillige Selbstverpflichtungen

Mit dieser Option würde **auf eine CO_2-Preisreform verzichtet**. Stattdessen werden bestehende sektor- und technologiespezifische regulatorische Instrumente und freiwillige Selbstverpflichtungen gezielt verschärft und ggf. zusätzliche Instrumente neu eingeführt. Klimapolitische Planungen auf Grundlage von Option 1 erfolgen üblicherweise so, dass zahlreiche Einzelmaßnahmen und Instrumente als Paket auf ihre CO_2-Wirksamkeit überprüft wurden, anstatt umgekehrt von einem CO_2-Preis als Leitinstrument auszugehen und zusätzliche Instrumente zu Erhöhung der Wirksamkeit des CO_2-Preises ergänzend einzuführen. Im Verkehrsbereich werden neben den bestehenden EU-Regulierungen zur CO_2-Effizienz von Kraftfahrzeugen unter anderem ein Bonus-Malus-System[19] diskutiert, ein Ausbau der Förderprogramme für Elektrofahrzeuge, Förderprogramme für synthetische Kraftstoffe, ein allgemeines Tempolimit und viele weitere Einzelmaßnahmen. Auch im Wärmebereich ist eine Vielzahl von Instrumenten vorstellbar, allen voran die steuerliche Entlastung der energetischen Gebäudesanierung sowie die Ausweitung staatlicher Fördermaßnahmen etwa zur energetischen Sanierung oder zum Einbau von Wärmepumpen.

[19] Dabei würden beim Neukauf Fahrzeuge mit höherer CO_2-Intensität mit einer Abgabe belastet (Malus), dessen Aufkommen direkt an die Käufer von Fahrzeugen mit einer niedrigeren CO_2-Intensität umverteilt würde (Bonus). Diese Umlage kann aufkommensneutral gestaltet werden (Durrmeyer und Samano 2018). Die bestehenden EU-Effizienzstandards für Kraftfahrzeuge setzen für Fahrzeughersteller bereits einen Anreiz, ihre Preisstrukturen analog zu gestalten: also emissionsintensive Kraftfahrzeuge im Verkauf zu verteuern und weniger CO_2-intensive Autos zu verbilligen, um so die Flottengrenzwerte einzuhalten (Reynaert 2019).

Textbox 1: Wahl des Regulierungspunktes

Jede Option zur CO_2-Bepreisung muss den **Regulierungspunkt** in der Wertschöpfungskette fossiler Brennstoffe bestimmen, an dem die CO_2-Emissionen gemessen werden und die Pflicht zur Abführung der Steuer oder zur Abgabe von Emissionszertifikaten besteht. Hermann u.a. (2014) bieten eine umfassende Analyse der entsprechenden institutionellen Fragen sowie eine Übersicht anderer Systeme. Unterschieden werden entsprechend der Wertschöpfungskette fossiler Energieträger üblicherweise die Ebenen **Upstream** (Extraktion, Import, Raffinerien), **Midstream** (Lagerung, Transport, Vertrieb) und **Downstream** (Endverbraucher).

Zwei Kriterien sind bei der Bestimmung des optimalen Regulierungspunktes relevant. (1) Die **Minimierung von Transaktionskosten**. Weil etwa eine Einbeziehung jedes Autofahrers oder Betreibers von Gebäudeheizungen sehr aufwendig wäre, erscheinen nach diesem Kriterium in den Bereichen Verkehr und Wärme Midstream- oder Upstream-Lösungen vorteilhaft. (2) Die **vollständige Abdeckung** der Emissionen und ein **Ausschluss von Doppelbelastungen**. Grundsätzlich gilt: Bei fossilen Energieträgern kann der bei Verbrennung freigesetzte CO_2-Gehalt auf jeder Ebene der Wertschöpfungskette unter Verwendung von Emissionsfaktoren berechnet werden.

In Deutschland besteht mit den **Energiesteuern** bereits eine ausdifferenzierte administrative Struktur zur Erfassung und Besteuerung fossiler Energieträger (Hermann u.a. 2014). Dabei werden Mineralöl und Flüssiggas im Verkehrsbereich (Diesel und Benzin) sowie im Wärmesektor (z.B. Heizöl) auf der Midstream-Ebene besteuert, nämlich bei Entnahme aus den Tanks der Steuerlager. Erdgas wird an der Stelle der Lieferung besteuert. Bei der Wahl des Regulierungspunktes für Erdgas im Rahmen einer CO_2-Bepreisung muss für Anlagen, die bereits im EU-ETS zertifikatepflichtig sind, etwa Gaskraftwerke, eine Doppelbelastung vermieden werden. Das ist zum Beispiel möglich durch Rückerstattungsregeln, deren Anwendung jedoch kompliziert ist (siehe unten). Der Kohleverbrauch in Deutschland erfolgt beinahe ausschließlich in bereits vom EU-ETS erfassten Anlagen. Im Bereich der Gebäudewärme ist der verbleibende geringe Einsatz von Kohle ebenfalls von der bestehenden Energiesteuer erfasst.

Bei der Einführung einer **CO_2-Steuer** in Deutschland kann die bestehende Energiesteuer unter Nutzung der bestehenden Durchführungsregelungen (EnergieStV, Vollzugserlasse) und der administrativen Strukturen entsprechend modifiziert werden. Bei der Einführung eines **Deutschen Emissionshandelssystems für Verkehr und Wärme (DE-ETS)** könnte ebenfalls die bestehende administrative Struktur der Energiesteuern genutzt werden, da die erforderlichen Daten bereits vorliegen. Zusätzlich sind aber etwa Aspekte der Finanzmarktregulierung von Emissionszertifikaten für die am Regulierungspunkt verantwortlichen Unternehmen zu klären. Bei einer **Einbeziehung in das EU-ETS** ist es Aufgabe der Europäischen Kommission, den Regulierungspunkt in den Durchführungsregelungen zur EU-Emissionshandelsrichtlinie festzulegen.

Bei der Vermeidung von **Doppelbelastungen** stellen sich bei den Optionen CO_2-Steuer und DE-ETS komplizierte administrative Fragen. So müssen für Brennstoffe, bei denen die Energiesteuer auf der Ebene der Lieferanten erhoben wird (Gas, Kohle), Doppelzählungen vermieden werden, wenn diese Energieträger in einer EU-ETS-Anlage eingesetzt werden. Für Brennstoffe, bei denen die Energiesteuer auf der ersten Handelsstufe (Zolllager) erhoben wird, bestehen keine vertraglichen Beziehungen zwischen dem energiesteuerlich Berichtspflichtigen und den Endverwendern; deswegen unterliegen sämtliche Brennstoffmengen der Berichtspflicht, und es kommt z.B. beim Ein-

satz von Erdgas- oder Mineralölprodukten in einer EU-ETS-Anlage zu einer Doppelzählung derselben CO_2-Emissionen (EU-ETS: direkte CO_2-Emissionen; CO_2-Steuer oder DE ETS: indirekte Emissionen). Hier bedarf es weitergehender Prüfungen, ob und auf welche Weise diese Doppelzählungen nachträglich korrigiert werden können.

Im Verkehrsbereich wäre **alternativ** prinzipiell auch eine Einbeziehung von Diesel und Benzin auf der Raffinerieebene denkbar. Allerdings würden diese alternativen Ansätze neue administrative Strukturen und entsprechend Zeit und Ressourcen erfordern. Mit Blick auf die bereits bestehende Administration von Energiesteuern erscheint dieser Mehraufwand nicht gerechtfertigt.

Ein **Prüfauftrag** sollte die administrativen Fragen der Wahl des Regulierungspunktes für eine CO_2-Bepreisung in Verkehrs- und Wärmebereich zeitnah klären.

Option 2: Deutsche CO_2-Steuer

Eine CO_2-Steuer für den Verkehrs- und Wärmesektor könnte technisch in Form einer **Modifikation der bestehenden Energiesteuern durch Indexierung am CO_2-Gehalt des Energieträgers** eingeführt werden. Damit würden etwaige verfassungsrechtliche Bedenken einer expliziten CO_2-Steuer umgangen. Für die Implementierung wäre dann voraussichtlich das Bundesfinanzministerium zuständig. Um Investitionsentscheidungen zu erleichtern, sollte ein ansteigender CO_2-Steuerpfad langfristig angekündigt werden.

Im **Wärmesektor** (Gebäude und Industrie) könnten alle bereits bestehenden und sehr unterschiedlichen Energiesteuern (siehe Abbildung 5.1) auf einen einheitlichen Satz in Form eines harmonisierten CO_2-Preises angepasst werden. Eine Alternative wäre es, einen zusätzlichen CO_2-indexierten Steueranteil auf die bestehenden Energiesteuersätze aufzuschlagen. Allerdings sind aus allokativer Sicht keine offensichtlichen Gründe für das Weiterbestehen einer zusätzlichen differenzierten Energiekomponente erkennbar, wenn eine angemessene CO_2-Steuer implementiert ist (siehe Kapitel 2; Kapitel 7 diskutiert Optionen zur Besteuerung und Technologiestandards für die Internalisierung negativer externer Effekte lokaler Luftverschmutzung). Im Folgenden unterstellen wir für den Wärmesektor eine Anpassung der bestehenden Energiesteuer mit dem Ergebnis, dass ein einheitlicher Steuersatz auf CO_2 erhoben wird (Edenhofer und Flachsland 2018). Im Industriesektor könnten zunächst aus Wettbewerbsgründen die bestehenden Ausnahmeregelungen zur Energiesteuer befristet übernommen und zeitnah überprüft werden (siehe Kapitel 9).

Im **Verkehrssektor** würde die CO_2-Steuer dagegen zusätzlich auf die bestehenden Energiesteuersätze auf Mineralöl aufgeschlagen. Zur Begründung lässt sich anführen: Die hier bestehende Besteuerung kann man derzeit als eine näherungsweise Bepreisung zusätzlicher Externalitäten verstehen, etwa lokale Luftverschmutzung, Staus, Unfälle sowie Instandhaltungs- und Erhaltungskosten der Verkehrsinfrastruktur (Coady, Parry und Shang 2018). Grundsätzlich sollten diese räumlich und zeitlich sehr unterschiedlich auftretenden Externalitäten allerdings zielgenauer durch räumlich und zeitlich differenzierte Instrumente internalisiert werden, insbesondere durch Mautsysteme (Vickrey 1969; Anas und Lindsey 2011; RWI und Stiftung Mercator 2019). Im Zuge einer entsprechenden künftigen umfassenden Reform der Instrumente im Verkehrssektor ließe sich die Energiesteuer dann als reine CO_2-Steuer auf das Niveau des sektorübergreifenden CO_2-Steuersatzes anpassen.

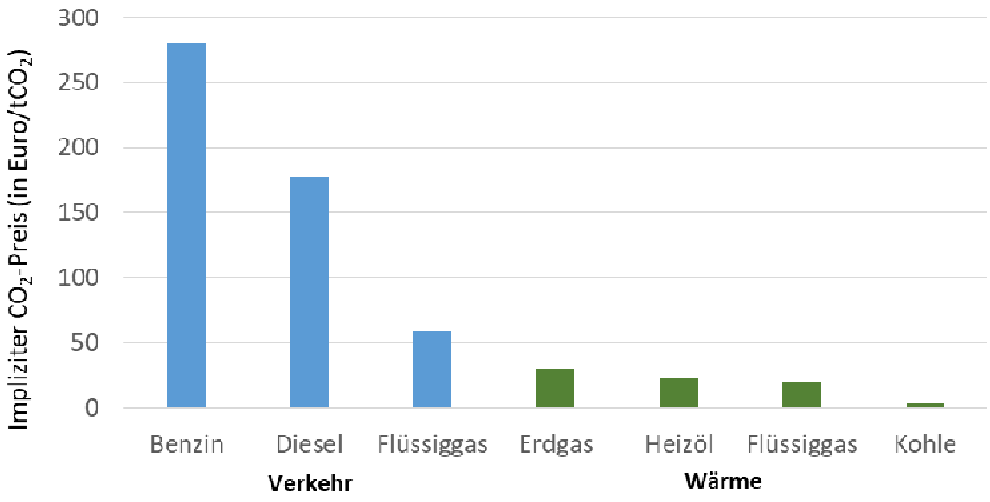


Abbildung 5.1: Implizite CO_2-Preise in Deutschland durch bestehende Energiesteuersätze. Quelle: Energiesteuergesetz (2019) und eigene Berechnungen

Mit Blick auf eine kurzfristige Anpassung der Energiesteuern im Verkehrsbereich (insb. Straßenverkehr) ist zudem zu bedenken, dass sie einen **signifikanten Beitrag zum Bundeshaushalt** leisten (insgesamt 85 Prozent des Gesamtenergiesteueraufkommens von 40,9 Milliarden Euro in 2018, BMF 2019). Eine umfassendere Reform muss also schon allein aus fiskalischer Perspektive sorgfältig vorbereitet und durchgeführt werden.

Grundsätzlich gibt es bei der hier skizzierten Option der CO_2-Steuer zwei Varianten. Die CO_2-Steuer kann eine **Nebenrolle** in einem umfassenden Instrumentenmix spielen, indem sie auf eher niedrigem Niveau gewählt wird (Option 2a). In diesem Fall müssten zusätzliche Instrumente und Maßnahmen eine tragende Rolle in der deutschen Klimapolitik spielen. Demgegenüber würde eine hohe tragende CO_2-Steuer der **CO_2-Bepreisung eine Hauptrolle im Instrumentenmix** zuweisen (Option 2b), in dem allerdings auch dann noch komplementäre Politiken erforderlich sind. Diese sollten gezielt die Wirksamkeit der CO_2-Bepreisung erhöhen, indem sie Probleme beheben, bei denen eine CO_2-Steuer nicht vollständig wirksam ist (siehe Kapitel 2 und Kapitel 7). Aus den in Kapitel 2 genannten Gründen fokussiert diese Expertise im Folgenden auf die Option 2b, also auf eine signifikante CO_2-Steuer. Detaillierte Fragen der institutionellen Ausgestaltung sowie das Niveau und die Anstiegsrate für eine deutsche CO_2-Steuer werden in Kapitel 6 diskutiert.

Komplementäre Maßnahmen führen zu zusätzlichen Emissionsreduktionen, wenn eine CO_2-Steuer implementiert ist und deren Steuersatz **nicht abgesenkt wird.** Demgegenüber kommt es in einem ETS, solange ein Mindestpreis nicht bindend wirkt, durch ergänzende Politiken zu Wasserbett- und Rebound-Effekten (siehe Kapitel 4.3).

Die Einführung einer CO_2-Steuer für Nicht-ETS-Sektoren könnte mit **anderen EU-Mitgliedstaaten koordiniert** werden. Diese Mitgliedstaaten werden voraussichtlich andere CO_2-Preisniveaus benötigen, um ihre eigenen, in der Lastenteilungsverordnung für den Zeitraum 2021 bis 2030 definierten Ziele zu erreichen. Das dürfte eine vollständige Harmonisierung erschweren. Perspektivisch bietet eine Harmonisierung der europäischen Energiesteuersätze, ausgestaltet als CO_2-Steuern, einen möglichen mittelfristigen Konvergenzpunkt der europäischen Klimapolitik. Dieser Aspekt wird vertieft in Kapitel 5.4 diskutiert.

Option 3: Deutsches Emissionshandelssystem für Verkehr und Wärme (DE-ETS)

Die Option eines DE-ETS bedeutet, ein zusätzliches **„Cap and Trade"-System in Deutschland** einzuführen. Die Cap für das DE-ETS würde auf Grundlage der deutschen Ziele in der EU-Lastenteilungsverordnung gewählt. Dabei müssten die dort definierten jährlichen Emissionsmengen explizit voneinander abgegrenzt werden: einerseits zwischen den Sektoren Verkehr und Wärme (als Cap im neuen DE-ETS) und andererseits gegenüber den verbleibenden Nicht-ETS-Emissionen insbesondere aus der Landwirtschaft. Zuständig für die Implementierung eines solchen Systems wären voraussichtlich das Bundesumweltministerium und die Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt).

Mit dieser Option weist der deutsche Staat seine im Rahmen der EU-Lastenteilungsverordnung verpflichtenden Reduktionsziele direkt den Unternehmen und Haushalten im Verkehrs- und Wärmesektor zu. Dabei kann die **bestehende administrative Infrastruktur für die Energiesteuern als Regulierungspunkt** verwendet werden (siehe Textbox 1). Es lassen sich die administrativen Strukturen der Energiesteuer nutzen und in angepasster Form auch die für das EU-ETS entwickelten Tools, etwa Handelsregister-Software oder Auktionsplattformen.[20] Allerdings ist zu beachten, dass die Einzelelemente der EU-ETS-Infrastruktur mittlerweile EU-rechtlich vollständig implementiert sind. Für ein DE-ETS müssen sämtliche dieser Einzelelemente zunächst im nationalen Recht eingeführt und mit den EU-rechtlichen Vorgaben abgestimmt werden. Dazu gehört die Berücksichtigung z.B. von EU-Finanzmarktregeln oder die Klärung beihilferechtlicher Fragen. Hierfür wird voraussichtlich ein deutlich längerer Implementierungszeitraum erforderlich sein als für die sonstigen Optionen.

Zertifikate in einem DE-ETS sollten in jedem Fall **versteigert** werden, da ihre Kosten auch bei freier Allokation analog zu den bestehenden Energiesteuern größtenteils an die Endverbraucher überwälzt werden dürften. Kompensationen für Haushalte und Unternehmen lassen sich dann gezielt ausgestalten (Kapitel 8 und 9). Die Regeln für zeitliche Flexibilität („Banking" und „Borrowing") sollten analog den Regeln der EU-Lastenteilungsverordnung gestaltet werden (siehe Fußnote 15), um die Einhaltung der deutschen Verpflichtungen zu gewährleisten.

Um das Risiko unerwartet niedriger oder hoher Zertifikatspreise zu vermindern (siehe Kapitel 6.1), sollte man einen **Preiskorridor** mit einem Mindest- und Höchstpreis einrichten. Diese Option ist bereits erfolgreich implementiert, nämlich in den nordamerikanischen bzw. kanadischen Emissionshandelssystemen in Kalifornien und Quebec (WCI 2019) sowie der RGGI (2019). Borenstein u. a. (2018) zeigen für das kalifornische ETS: Unter Unsicherheit über zukünftige Emissionen sowie angesichts zahlreicher zusätzlicher Maßnahmen, die zu einer sehr steilen preisunelastischen Vermeidungskostenkurve führen, ist der Zertifikatspreis ex ante hochgradig unsicher. Er nimmt nur mit sehr geringer Wahrscheinlichkeit (1 Prozent) einen mittleren Wert zwischen Mindest- und Höchstpreis an. Viel wahrscheinlicher ist, dass der administrativ festgelegte Mindestpreis realisiert wird (95 Prozent); eventuell wird auch der Höchstpreis realisiert (4 Prozent). Die institutionelle Ausgestaltung und die Wahl spezifischer Preispfade für Mindest- und Höchstpreise in einem DE-ETS werden in Kapitel 4.4 sowie in den Kapiteln 6.2 und 6.3 diskutiert. Dabei sollten auch Bedenken hinsichtlich eines möglichen ineffizienten Marktverhaltens bei der Einführung eines Höchstpreises analysiert werden. Ein Prüfauftrag sollte die Details der Implementierung eines Preiskorridors in einem DE-ETS klären.

[20] Zur Beschleunigung der administrativen Implementierung könnte in den ersten ein bis zwei Jahren ein DE-ETS mit einem festgelegten Preis eingeführt werden. Der Staat würde unbegrenzt Zertifikate zu einem bestimmten Preis versteigern, diese wären aber nicht zur Nutzung in zukünftigen Jahren übertragbar (kein „Banking"). Damit wäre Zeit gewonnen, um auf Unternehmens- und staatlicher Seite eine Emissionshandelsinfrastruktur aufzubauen und um offene Fragen zu klären – etwa nach der finanzrechtlichen Behandlung von Zertifikaten oder auch nach beihilferechtlichen Aspekten der Rückerstattung von CO_2-Kosten nach dem Modell der Energiesteuer (siehe Kapitel 9).

Mindestpreise im ETS werden unter anderem auch damit begründet, dass es ohne sie zu **Wasserbett- und Rebound-Effekten** kommt (Kapitel 4.3). So wurde in der Diskussion um das EU-ETS in den vergangenen Jahren deutlich, dass zusätzliche Politikinstrumente eine dämpfende Wirkung auf den EUA-Preis haben, aber aufgrund der feststehenden Cap keine zusätzlichen Emissionsminderungen erzielen – emittiert wird an anderer Stelle und zu einem anderen Zeitpunkt. Der Zertifikatspreis kann politisch motiviert zwar durch zusätzliche Maßnahmen „gedämpft" werden, wenn befürchtet wird, dass hohe CO_2-Preise nicht durchsetzbar sind. Allerdings verursachen solche zusätzlichen Maßnahmen höhere Gesamtkosten, wenn sie nicht durch die Minderung zusätzlicher Markt- und Politikversagen gerechtfertigt sind (Kapitel 2.2 und 7). Zudem hat der Wasserbetteffekt im EU-ETS in der Vergangenheit dessen politische Legitimität untergraben: Individuelle oder kollektive Klimaschutzmaßnahmen bleiben in einem ETS ohne bindenden Mindestpreis wirkungslos.

Eine **Verknüpfung des DE-ETS für Verkehr und Wärme mit entsprechenden nationalen ETS anderer EU-Staaten wäre ein gangbarer Weg.** Grundsätzlich ist der ökonomische Effizienzgewinn bei der Verknüpfung von ETS umso größer, je unterschiedlicher die Grenzvermeidungskosten und damit die Zertifikatspreise sind (Flachsland, Marschinski und Edenhofer 2009a). Eine Verknüpfung von ETS erfordert grundsätzlich eine enge Kooperation zwischen den Regulatoren der verschiedenen Emissionshandelssysteme. Denn zahlreiche institutionelle Entscheidungen, wie etwa ein Preiskorridor oder die Wahl der Cap, haben direkte Auswirkungen auf die verknüpften Systeme (Ranson und Stavins 2015; Türk u. a. 2009). Das EU-ETS ist hierfür ein gutes Beispiel. Andere Aspekte wie der Regulierungspunkt müssen nicht zwingend harmonisiert werden. Damit im Kontext der EU-Lastenteilungsverordnung die Staaten ihre Verpflichtungen formal erfüllen können, müssen Transfers von Zertifikaten zwischen Firmen verschiedener Länder dann durch Transfers von AEAs zwischen Mitgliedstaaten gespiegelt werden.[21] Entsprechende institutionelle Strukturen waren auch für das Linking von Emissionshandelssystemen für Unternehmen (wie das EU-ETS) im Rahmen des Kyoto-Emissionshandels angedacht (Flachsland, Marschinski und Edenhofer 2009b) und sollten kein Hindernis für eine Verknüpfung darstellen. In einem Prüfauftrag könnten die Details der Verknüpfung von ETS in anderen EU-Mitgliedstaaten näher untersucht werden.

Option 4: EU-ETS-Einbeziehung von deutschem Verkehrs- und Wärmesektor

Artikel 24 der EU-Emissionshandelsrichtlinie erlaubt explizit eine **unilaterale Einbindung zusätzlicher Sektoren durch Mitgliedstaaten in das EU-ETS**.[22] Spiegelbildlich sieht die EU-Lastenteilungsverordnung in ihrem Artikel 10 vor, dass Emissionen (bzw. Sektoren) aus dem durch die Lastenteilungsverordnung definierten Bereich herausgelöst und in das EU-ETS überführt werden können. Der Prozess der Überführung würde nach Artikel 24 der Emissionshandelsrichtlinie formal im Wesentlichen in Abstimmung zwischen Deutschland und der EU-Kommission durchgeführt (Hermann u. a. 2014). Dabei würde Deutschland zunächst eine Anfrage über die Einbeziehung an die EU-Kommission stellen. Diese erstellt einen Vorschlag für einen delegierten Rechtsakt, der die Einbeziehung umsetzt. Dieser Vorschlag wird nach Veröffentlichung vier Wochen lang durch Experten aus den Mitgliedstaaten kommentiert, und danach wird zwei Monate lang vom EU-Parlament und vom Europäischen Rat geprüft, ob die Kommission ihre Kompetenzen mit dem entsprechenden Vorschlag eines delegierten Rechtsaktes

[21] Wenn also im Fall einer solchen Verknüpfung z.B. ein deutsches Gasunternehmen Zertifikate bei einem Unternehmen in den Niederlanden erwirbt und zur Erfüllung seiner Verpflichtungen im DE-ETS verwendet, dann müsste auch die niederländische Regierung entsprechend ein AEA-Zertifikat an Deutschland übertragen.

[22] Siehe auch folgende Passage im EU Ratsbeschluss zum Rahmen für die Klima- und Energiepolitik bis 2030 aus dem Jahr 2014 (Europäischer Rat 2014): „Es ist wichtig, dass im Verkehrssektor die Treibhausgasemissionen und die Risiken in Verbindung mit der Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen verringert werden. [...] Er [der Rat] erinnert ferner daran, dass die Mitgliedstaaten sich gemäß den geltenden Rechtsvorschriften dafür entscheiden können, den Verkehrssektor in das Emissionshandelssystem einzubeziehen."

überschreitet.[23] Wird der Vorschlag akzeptiert, kann im besten Fall – entsprechender politischer Wille der EU-Institutionen vorausgesetzt – innerhalb weniger Monate nach Vorlage des Kommissionsvorschlags das EU-rechtliche Verfahren abgeschlossen werden. In den beiden ersten Handelsphasen des EU-ETS wurde das Opt-in-Verfahren bereits für N_2O-Emissionen aus der Herstellung von Salpeter- und Adipinsäure genutzt, für Phase III liegt kein Präzedenzfall vor. In Vorbereitung der vierten Phase sind keine weiteren Opt-in-Verfahren der Mitgliedstaaten bekannt. Das zurückliegende Verfahren zur Einführung der MSR illustriert allerdings grundsätzlich: Wenn der politische Wille der Mitgliedstaaten gegeben ist, lassen sich auch komplexe Reformen des EU-ETS relativ zügig durchführen. Unabhängig davon müssten in Deutschland die entsprechenden administrativen Strukturen für die Einbindung von Verkehr und Wärme in das EU-ETS aufgebaut werden. Zuständig für die Implementierung wären in Deutschland voraussichtlich das Bundesumweltministerium und die Deutsche Emissionshandelsstelle.

Im Vorschlag der EU-Kommission zur Einbindung der deutschen Verkehrs- und Wärmeemissionen sind vor allem zwei wichtige Fragen zu klären. Erstens: Was ist die **exakte Cap,** mit der die bisherigen Nicht-ETS-Sektoren (analog einer entsprechenden Regelung für ein DE-ETS) in das EU-ETS einbezogen würden? Und zweitens: Wo liegen die **Eigentumsrechte an den Zertifikaten** der in das EU-ETS optierten deutschen Emissionen? Bei der Antwort auf die zweite Frage wird häufig angenommen, die Eigentumsrechte fielen vollständig Deutschland zu („Grandfathering"). Nach den derzeitigen Bestimmungen der Emissionshandelsrichtlinie wird aber die Gesamtmenge der Zertifikate zum Teil kostenlos an die Betreiber von Anlagen zugeteilt, der Rest wird (nach dem Verteilungsschlüssel in Artikel 10 der Richtlinie) von den Mitgliedstaaten versteigert. Durch ein Opt-in erhöhen sich die Gesamtmenge der Zertifikate und damit auch die absolute Versteigerungsmenge aller Mitgliedstaaten. Der Anteil Deutschlands an dieser Gesamtauktionsmenge beträgt in der Handelsperiode 2021 bis 2030 rund 20 Prozent. Dies würde bedeuten, dass die Auktionsmenge für Deutschland nur um rund 20 Prozent der in den EU-Emissionshandel einbezogenen Emissionen aus Verkehr und Wärme steigt. Die restlichen 80 Prozent der einbezogenen Emissionsmenge erhöhen die Auktionsmengen der anderen Mitgliedstaaten.

Dies ist ein wesentlicher Unterschied zu den anderen Optionen, da sowohl die Einnahmen aus einer CO_2-Steuer (Option 2) als auch die Einnahmen aus Versteigerung von Zertifikaten bei einem nationalen ETS (Option 3) vollständig in Deutschland verbleiben. Denkbar wäre grundsätzlich, bei einem deutschen Opt-in eine Änderung dieser Regelung vorzunehmen, so dass Deutschland einen größeren Anteil der Auktionsrechte für in das EU-ETS optierte Emissionen behalten kann – hier sind jedoch politische Verhandlungen erforderlich, deren Ausgang ungewiss ist. Bei einer EU-weiten Einbeziehung von Verkehr und Wärme in das EU-ETS (Option 4c) würde diese Frage deutlich entschärft, da der Anteil der deutschen Emissionen in Verkehr und Wärme europaweit bei rund 20 Prozent liegt, also in der gleichen Größenordnung wie Deutschlands Auktionsrechte. Damit würde Deutschland bei einer Einbeziehung der gesamten europäischen Verkehrs- und Wärmeemissionen in das EU-ETS Auktionsrechte etwa in Höhe seiner nationalen Emissionen erhalten.

Grundsätzlich gilt: Die Lastenteilungsverordnung impliziert einen sorgfältig kalibrierten politischen Kompromiss über die Kostenteilung der EU-Mitgliedstaaten. Dieser wird durch eine unilaterale oder auch europaweite Herauslösung und Übertragung von Sektoren in das EU-ETS nach Artikel 24 de facto wieder aufgelöst und neu verhandelt. Das ist nicht trivial, zumal daraus im EU-ETS höhere Zertifikatspreise resultieren würden (siehe dazu Kapitel 6.1). In jedem Fall sollten die neu geschaffenen Zertifikate **vollständig versteigert** werden, da analog zu einem DE-ETS die Kosten für Emissionszertifikate im Verkehrs- und Wärmesektor an die Endverbraucher weitergegeben werden.

Hinsichtlich der **Koordination mit anderen Mitgliedstaaten** sind grundsätzlich drei verschiedene Vorgehensweisen denkbar: (a) Deutschland wählt diese Option allein, (b) eine Koalition optiert gemeinsam

[23] Es ist bisher kaum vorgekommen, dass der Kommission diese Zustimmung verweigert wurde.

ihre Verkehrs- und Wärmesektoren in das EU-ETS, oder (c) alle EU Staaten wählen diesen Weg. Die sich anschließenden politischen Fragen diskutieren wir bei der Bewertung und beim Vergleich der Optionen in den Kapiteln 5.3 und 5.4.

5.2. Bewertungskriterien

Im Folgenden erläutern wir kurz die Bewertungskriterien der verschiedenen Optionen. Die Kriterien wurden so gewählt, dass zentrale Aspekte der Debatte um eine deutsche CO_2-Preisreform abgedeckt sind. Tabelle 5.2 fasst die Kriterien und die entsprechende Operationalisierung in spezifischen Fragen zusammen.

Tabelle 5.2: Bewertungskriterien der Optionen und ihre Operationalisierung.

Kriterium	Operationalisierung
1) Erfüllung der deutschen Emissionsziele nach Lastenteilungsverordnung 2021-2030	• Kann Deutschland seine Nicht-ETS-Verpflichtungen im EU-Lastenteilungsabkommen erfüllen? • Welche Risiken bestehen in der Zielerreichung, und wie könnten diese adressiert werden? • Werden die Ziele durch Minderungen in Deutschland oder in Europa insgesamt erreicht?
2) Langfristige Zielerreichung	• Erlaubt die Option zukünftige Kooperation unter EU-Mitgliedstaaten im Sinne einer Koordination der Instrumente, mit dem Ergebnis, dass Grenzvermeidungskosten über Länder und Sektoren hinweg ausgeglichen werden? • Erlaubt die Option die Möglichkeit von Transferzahlungen an andere EU-Mitgliedstaaten?
3) Kosteneffizienz	• Werden Grenzvermeidungskosten zwischen Sektoren in Deutschland sowie möglichst vielen EU-Mitgliedstaaten ausgeglichen? • Anreizwirkung für Innovationen und Investitionen in emissionsarme Kapitalstöcke?
4) Verteilung	• Erlaubt das verwendete Instrument eine direkte Gestaltung der Verteilungsergebnisse?
5) Steuerliche Auswirkungen	• Werden zusätzliche Einnahmen für den Staatshaushalt geschaffen?
6) Administrativer Aufwand	• Politischen Willen vorausgesetzt: Wieviel Zeit würde die administrative Umsetzung der Option mindestens in Anspruch nehmen?
7) Politische Herausforderungen	• Was sind die zentralen politischen Herausforderungen und Risiken?
8) Risiken in der Ausgestaltung	• Welche absehbaren möglichen Änderungen im Design der institutionellen Optionen bergen das Risiko, andere Bewertungskriterien zu verletzen?

Erfüllung der deutschen Verpflichtungen nach EU-Lastenteilungsverordnung. Wie eingangs des Kapitels erläutert, hat Deutschland europarechtlich bindende jährliche Emissionsziele in den Nicht-ETS-Sektoren 2021 bis 2030 übernommen. Zusätzlich hat sich Deutschland im Klimaschutzplan 2050 (Bundesregierung 2016) sektorspezifische nationale Emissionsreduktionsziele für das Jahr 2030 gesetzt, die in der Summe weitgehend deckungsgleich mit dem Emissionsziel im Jahr 2030 nach EU-Lastenteilungsverordnung sind. Wir berücksichtigen hier nur die Frage, ob Deutschland seine Verpflichtungen gemäß der EU-Lastenteilungsverordnung erreicht. Ob Emissionsreduktionen innerhalb Deutschlands oder europaweit erbracht werden, wird zwar explizit betrachtet, fließt aber nicht in die Bewertung der Optionen ein. Das Erreichen sektorspezifischer deutscher Emissionsziele untersuchen wir nicht.

Europäische Anschlussfähigkeit. Dieses Kriterium bewertet, ob eine Option europäische Koordination erlaubt (a) hinsichtlich der Gewährleistung von Kosteneffizienz, also Ausgleich der Grenzvermeidungskosten zwischen Ländern und Sektoren; sowie (b) hinsichtlich der Implementierung von Ausgleichszahlungen innerhalb der EU für einen Lastenausgleich zwischen den sehr unterschiedlichen europäischen Ländern.

Kosteneffizienz. Die Grenzkosten von Emissionsreduktionen zu minimieren, wird bei zunehmendem Ambitionsniveau immer wichtiger, da die Gesamtkosten ansteigen. Kosteneffizienz ist dabei ein Mittel, um für andere wichtige gesellschaftliche Ziele Ressourcen freizusetzen. Sie minimiert damit auch die sozialpolitischen Herausforderungen der Klimapolitik. Entscheidend für Kosteneffizienz ist zum einen der Ausgleich von Grenzvermeidungskosten zwischen Sektoren innerhalb Deutschlands sowie zwischen möglichst vielen EU-Mitgliedstaaten (statische Effizienz). Zum anderen geht es um die Anreizwirkung auf Investitionen in weniger emissionsintensive Kapitalstöcke sowie auf die Entwicklung kostensenkender technologischer Innovationen (dynamische Effizienz).

Verteilung. Wenn keine gezielte Rückerstattung der Einnahmen erfolgt, kann CO_2-Bepreisung durch Erhöhung der Energiekosten regressiv auf Haushalte wirken (siehe Kapitel 8). Weniger bewusst ist vielen Akteuren: Regressive Wirkungen gibt es auch bei der in Option 1 angeführten Variante, nämlich ordnungsrechtliche Instrumente (Bruegge, Deryugina und Myers 2019; Davis und Knittel 2019; Levinson 2019) und Förderprogramme (Frondel und Sommer 2014). Nur besteht hier keine Möglichkeit zur Rückerstattung der dem Staat zugeflossenen Mittel und zu entsprechender Steuerung der Verteilungseffekte, wie das bei CO_2-Preisen möglich ist. Derzeit wird zum Teil sogar bewusst in Kauf genommen, dass ärmere Haushalte auch durch Ordnungsrecht und Förderprogramme proportional stärker belastet werden. Die Kosten des Ordnungsrechts sind weniger oder gar nicht sichtbar, und ärmere Bevölkerungsgruppen haben politisch weniger Einfluss (Elsässer, Hense und Schäfer 2017). Mit den Protesten der „Gelbwesten“ in Frankreich und dem anwachsenden Populismus sind die sozialpolitischen Fragen allerdings stärker in das Bewusstsein aller klimapolitischen Akteure in Deutschland gerückt (Agora Energiewende 2019). In der Bewertung der Optionen betrachten wir nur, ob eine gezielte direkte Steuerung der Verteilungswirkungen mit den verwendeten Instrumenten möglich ist. Kapitel 8 diskutiert die Gestaltung und Effekte der Rückerstattung der Einnahmen im Zuge der hier untersuchten CO_2-Preisreform.

Steuerliche Auswirkungen. Grundsätzlich haben alle klimapolitischen Maßnahmen steuerliche Auswirkungen insofern, als sie die Reduktion der Energiesteuerbasis in Form des Verbrauchs fossiler Energieträger zum Ziel haben. Derzeit nimmt der Bund 40,9 Milliarden Euro an Energiesteuern ein (BMF 2019). Die Stromsteuer ergab 6,9 Milliarden Euro im Jahr 2018 (UBA und Wilke 2018) und unterscheidet nicht zwischen aus fossilen Energieträgern oder erneuerbaren Energiequellen gewonnen Strom. Im Zuge der ökologischen Steuerreform sollten diese Einnahmen zur Finanzierung des Rentensystems verwendet werden. Aus fiskalischer Sicht wirft die Energiewende die Frage auf, wie die wegfallenden Staatseinnahmen ersetzt werden könnten. Während mit ordnungsrechtlichen Ansätzen keine zusätzlichen Staatseinnahmen erzielt werden und Förderprogramme fiskalisch sogar negativ ins Gewicht fallen können (Ausnahme: Umlagefinanzierung von Förderprogrammen wie bei EEG), ergibt sich bei den Optionen für die CO_2-Bepreisung eine zusätzliche staatliche Einnahmequelle. Beim Emissionshandel ist die Versteigerung – statt freier Zuteilung an private Akteure – eine Voraussetzung dafür, dass der Staat sich den Wert der Zertifikate aneignet und gezielt etwa an Haushalte rückerstatten kann. Auch bei der CO_2-Bepreisung wird die Bemessungsgrundlage CO_2 langfristig erodieren, das Preisniveau sollte aber ansteigen, sodass für absehbare Zeit zunächst signifikante und steigende Einnahmen anfallen könnten (siehe Kapitel 8.1). Langfristig werden diese Einnahmen wieder sinken. Das erfordert eine strategische Umstellung des Steuersystems – für die aber mehrere Dekaden Zeit besteht. Hier werden die Optionen danach bewertet, ob sie zunächst zusätzliche Einnahmen für den Staatshaushalt schaffen.

Administrativer Aufwand. Neue Instrumente erfordern neue administrative Strukturen. Dabei wäre es grundsätzlich möglich, auf die ausdifferenzierte administrative Infrastruktur der Energiesteuer zurückzugreifen sowie im Falle eines DE-ETS auf die im Zuge des EU-ETS entwickelte Expertise (z.B. bei der Deutschen Emissionshandelsstelle oder beim BMU) und Infrastruktur (z.B. Software für Emissionsregister, Auktionsplattformen). Für alle Optionen fallen zudem Transaktionskosten in Form von Gehältern, Nutzungsgebühren etc. an. Wir vergleichen diese allerdings nicht im Detail, auch weil vergangene Untersuchungen zeigen: Die Transaktionskosten sind für Optionen der Bepreisung relativ ähnlich, und im Vergleich der Optionen bei hohem Ambitionsniveaus fallen sie nicht ins Gewicht (Joas und Flachsland 2016). Stattdessen schätzen wir näherungsweise den administrativen Aufwand und die Dauer der Umsetzung, jeweils einen hohen politischen Willen vorausgesetzt.

Politische Herausforderungen. Die politischen Herausforderungen der verschiedenen Optionen sind eng mit den Interessen der Mitgliedstaaten bzw. Akteursgruppen in Deutschland sowie mit Verteilungs- und Lastenausgleichsfragen verbunden. Sie sind zudem eng mit der Einschätzung prozeduraler und juristischer Regelungen verknüpft. Zum Beispiel argumentiert das Bundesumweltministerium (BMU 2019), dass eine Einbindung deutscher Nicht-ETS-Sektoren in das EU-ETS eine Änderung von Artikel 24 der EU-Emissionshandelsrichtlinie verlange. Eine entsprechende Änderung über die entsprechenden formalen Prozeduren würde dann den Einsatz von politischem Kapital seitens Deutschland erfordern, und ein politisches Gelingen wäre selbst dann nicht gewiss. Andere Einschätzungen zu Artikel 24 weichen von der Auffassung des Bundesumweltministeriums ab. Sie weisen darauf hin, dass die EU-Kommission im Rahmen eines delegierten Rechtsaktes auch erforderliche Änderungen in der Richtlinie vornehmen kann. Dann wiederum stellt sich die Frage, ob dieses Vorgehen politisch von allen Mitgliedstaaten geteilt wird oder prozedural und ggf. juristisch angefochten wird.

Risiken in der Ausgestaltung. Die Details der institutionellen Ausgestaltung klimapolitischer Maßnahmen können erhebliche Auswirkungen auf die Zielerreichung haben. Daher soll untersucht werden, welche Nachteile drohen, wenn die hier identifizierten Optionen alternativ ausgestaltet werden. Also ob etwa die Effektivität der Zielerreichung oder die Effizienz unterminiert werden könnten.

5.3. Bewertung der Optionen

Dieses Kapitel diskutiert die zentralen Vor- und Nachteile der verschiedenen Option im Lichte der im vorigen Kapitel dargestellten Bewertungskriterien.

Option 1: Ausweitung bestehendes Ordnungsrecht, Förderprogramme und freiwillige Selbstverpflichtungen

Ein **Vorzug** dieses Ansatzes besteht darin, dass ein politisch relativ stabiler und politisch glaubwürdiger Rahmen bzw. Eigentumsrechte für Investitionen in emissionsarme Infrastruktur implementiert werden kann (Brunner, Flachsland und Marschinski 2012). Das kann Investitionen in emissionsarme Technologien erleichtern und die dynamische Effizienz verbessern. Im Gegensatz dazu setzen Instrumente der CO_2-Bepreisung immer einen Investitionsanreiz, der auf dem Versprechen der Regierung(en) beruht, einen zukünftigen CO_2-Preis nur nach transparenten Regeln zu ändern (Kapitel 2; Kalkuhl, Steckel und Edenhofer 2019). Zudem erscheint der kurzfristige administrative Aufwand der Option 1 moderat. Auch scheint das Ordnungsrecht wenig in die Status-Quo-Verteilung einzugreifen: Es sieht im Allgemeinen einen erheblichen Bestandsschutz vor, Regelungen gelten meist für neue Anschaffungen und Investitionen. Dies kann insbesondere Härtefälle in der Belastung reduzieren.

Demgegenüber steht eine **Reihe von Nachteilen**. Die Zielerreichung 2021 bis 2030 ist nicht garantiert, weil Schwankungen der Konjunktur und der Preise auf Energiemärkten nicht präzise antizipiert werden können. Angesichts dieser Unsicherheiten müssten die verschiedenen Instrumente zum Erreichen der 2021-bis-2030-Emissionsziele fortlaufend angepasst werden, was administrativ sehr aufwendig und politisch unrealistisch erscheint. Bei Regelungen mit Bestandsschutz wirkt sich das Ordnungsrecht nur langsam über zukünftige Investitions- und Kaufentscheidungen auf die Emissionen aus. Kurzfristige Einsparpotenziale durch Nachfragesenkung und vorgezogene Investitionsentscheidungen bleiben oft ungenutzt. Stattdessen führen effizientere Fahrzeuge, Geräte und Gebäude zu schwer antizipierbaren Rebound-Effekten. Es bleibt unklar, wie eine europäische Konvergenz von klimapolitischen Instrumenten aussehen und die Grenzvermeidungskosten auch innerhalb Deutschlands und zwischen einzelnen Sektoren ausgeglichen werden können. Empirische Untersuchungen zu den Kosten von Standards beispielsweise im Transportsektor schätzen die Erfüllungskosten zur Emissionsvermeidung als drei- bis sechsmal so hoch ein wie die eines CO_2-Preises (Austin und Dinan 2005; Jacobsen 2013). Diese Kosten sind in vielen Fällen zudem regressiv verteilt (Bruegge, Deryugina und Myers 2019; Davis und Knittel 2019; Levinson 2019). Dabei bieten die Instrumente keine unmittelbaren Möglichkeiten, Kosten sozial akzeptabel zu verteilen. Die Tatsache, dass die Kosten ordnungsrechtlicher Instrumente zumindest in der Vergangenheit weniger sichtbar waren, wird von Befürwortern als politisches Argument für entsprechende Instrumente angeführt; das ändert aber nichts an der sozialpolitischen Problematik.[24] Förderprogramme können ebenfalls regressiv wirken (z.B. EEG, Frondel und Sommer 2014).

Aus fiskalischer Sicht ergeben sich keine neuen Staatseinnahmen, sondern nur die durch die Dekarbonisierung zwangsläufige Erosion der Einnahmen aus Energiesteuern. Aus politischer Sicht erscheinen vor allem die hohen Gesamtkosten, mangelnde soziale Ausgleichsmöglichkeiten sowie die fehlende mittelfristige Perspektive für eine effiziente Klimapolitik problematisch. Als einzelne Elemente in einem Politikmix können entsprechende Instrumente aber eine sinnvolle Ergänzung zu einem CO_2-Preis sein (Kapitel 2 und 7).

[24] Zudem stellt sich die empirische Frage, ob die Kosten des Ordnungsrechts bei deutlich ansteigenden Klimaschutzkosten (etwa für effizientere oder Null-Emission-Kraftfahrzeuge) tatsächlich weiterhin unbemerkt bleiben.

Option 2: CO_2-Steuer

Ein **zentraler Vorteil** der Implementierung einer CO_2-Steuer als Modifizierung der bestehenden Energiesteuersätze besteht in der **zeitnahen und einfachen administrativen Umsetzbarkeit.** Politischen Willen vorausgesetzt, könnte diese Option voraussichtlich innerhalb eines Jahres und vor dem Jahr 2021 umgesetzt werden. Die Emissionsminderungen erfolgen innerhalb Deutschlands. Die Grenzvermeidungskosten in den Sektoren Verkehr und Wärme werden in Deutschland rasch harmonisiert. Ein angekündigter Steuerpfad erleichtert Investitionen in neue Automobile, Heizanlagen und Effizienzmaßnahmen. Aus fiskalischer Sicht ergeben sich zusätzliche Einnahmen – diese können so zurückerstattet werden (z.B. pro Kopf als Klimadividende), dass die Gesamtverteilung der Kosten sozial ausgewogen bleibt. Die Implementierung der Pro-Kopf-Rückerstattung von Einnahmen (Kapitel 8) dürfte administrativ der aufwendigste Teil des Reformpaketes sein. Härtefälle können aber dennoch auftreten, weshalb es einer gezielten Härtefallregelung bedarf (siehe Kapitel 8). Diese Aspekte sollten in einem Prüfauftrag näher untersucht werden. Begleitende Informationsinstrumente über die konkreten Auswirkungen des erwarteten Steuerpfads, also die Kosten der CO_2-Emissionen für die gesamte Betriebsdauer etwa eines Autos, können die Kurzsichtigkeit auf Käuferseite vermindern. Wasserbett- und Rebound-Effekte werden durch eine CO_2-Steuer vermieden.

Ein **Nachteil** dieser Option besteht darin, dass die Mengenreaktion bei den Emissionen unsicher bleibt, d.h. die Zielerreichung bei einem einmal festgelegten CO_2-Steuerpfad ist nicht gewährleistet. Eine zielgenaue Mengensteuerung kann daher nur durch eine regelbasierte Anpassung der Steuersätze erreicht werden (siehe Kapitel 6.2; Aldy u. a. 2017; Carbon Pricing Leadership 2017). Zudem bleibt es eine offene Frage, ob die Bevölkerung der Aufkommensneutralität der Rückerstattung einer CO_2-Steuer traut und eine solche Politik entsprechend unterstützt. Ein weiterer Nachteil liegt darin, dass perspektivisch eine europäische Koordination von CO_2-Steuersätzen zwar möglich ist, aber politisch herausfordernd sein kann. So werden Mitgliedstaaten zum Erreichen ihrer jeweiligen Mengenziele nach der EU-Lastenteilungsverordnung unterschiedliche Steuersätze benötigen. Und es besteht das Risiko einer bleibenden Fragmentierung der Europäischen Klimapolitik. Nach 2030 wäre es freilich denkbar, die CO_2-Steuersätze zu koordinieren: entweder komplementär zum EU-ETS als Kern der europäischen Klimapolitik oder sogar als Alternative (siehe Kapitel 5.5). Auch eine Einbeziehung der Sektoren Verkehr und Wärme in das EU-ETS wäre nach einer CO_2-Steuerreform immer noch möglich, im Gegenzug würden die deutschen Energie-/CO_2-Steuern entsprechend herabgesetzt. Das Bundesfinanzministerium als voraussichtlich für die Implementierung einer CO_2-Steuerreform zuständiges Ministerium verfügt bisher nur über geringe Kapazitäten im Bereich Klimapolitik. Diese müssten entsprechend ausgebaut werden.

Risiken in der Ausgestaltung:

- Der CO_2-Steuerpfad könnte **zu niedrig** gewählt werden, so dass keine signifikanten Emissionsreduktionen erreicht werden.
- Ohne geeigneten **Anpassungsmechanismus** für den CO_2-Steuerpfad kann keine zielgenaue Mengensteuerung erfolgen. Oder es werden politische Ad-hoc-Entscheidungen über Anpassungen getroffen, die das Vertrauen in das CO_2-Preissignal und entsprechend die Investitionsentscheidungen verzerren (siehe Kapitel 6.2).
- Ein fehlender **Inflationsausgleich** dämpft die reale Anstiegsrate des Steuerpfads ab.
- Einerseits fehlende **Ausnahmeregelungen** für Unternehmen, deren internationale Wettbewerbsposition durch eine CO_2-Steuer gefährdet ist. Andererseits ungerechtfertigte Ausnahmeregelungen für Unternehmen, die durch einen CO_2-Preispfad nicht in ihrer Wettbewerbsfähigkeit bedroht sind (siehe Kapitel 9).

- Starker Anreiz für den Einsatz von **Biokraftstoffen,** sofern diese nicht ebenfalls mit entsprechender CO_2-Steuer belegt werden. Entsprechende Probleme indirekter Folgen auf die Landnutzung, Landpreise und Nahrungsmittelpreise (Fargione u. a. 2008; Searchinger u. a. 2009; Searchinger u. a. 2018; Lotze-Campen u. a. 2014; IPCC 2014).

Option 3: Deutsches Emissionshandelssystem für Verkehr und Wärme (DE-ETS)

Wie bei einer CO_2-Steuer liegt ein zentraler **Vorteil** darin, dass die Grenzvermeidungskosten im Verkehrs- und Wärmesektor ausgeglichen werden. Versteigerte Zertifikate erzeugen Staatseinnahmen, die analog zu Option 2b (und Option 4) zurückerstattet werden können. Dadurch lässt sich eine sozial ausgewogene Verteilung erzielen, wobei analog zu einer CO_2-Steuer Härtefälle berücksichtigt werden müssen. Die Verknüpfung eines DE-ETS mit anderen ETS in EU-Mitgliedstaaten würde auch regional die Grenzvermeidungskosten angleichen. Wenn ein DE-ETS ohne Verknüpfung eingeführt wird, werden alle Emissionsminderungen in Deutschland erbracht, während dies bei einer Verknüpfung mit analogen ETS in anderen Mitgliedstaaten nicht unbedingt der Fall ist.

Ein zentraler Vorteil dieser Option besteht auf den ersten Blick darin, dass die für den Zeitraum 2021 bis 2030 definierten Mengenziele scheinbar mit Sicherheit erreicht werden. Man wird jedoch einen Preiskorridor einführen müssen, um die Preisvolatilität zu begrenzen, Investitionssicherheit zu schaffen und die gesellschaftliche Zustimmung nicht zu gefährden. Wird der Höchstpreis erreicht, so besteht das **Risiko**, dass das Emissionsziel verfehlt wird (siehe Kapitel 6.2). Beim Übersteigen des Höchstpreises kann der Zukauf von AEAs aus dem Ausland erforderlich werden, mit entsprechenden Belastungen des Staatshaushaltes. In einem DE-ETS ohne Preiskorridor besteht darüber hinaus bei sehr hohen Preisausschlägen das Risiko, dass das System ausgesetzt wird, die Reduktionsziele entsprechend verfehlt werden und die Klimapolitik in eine Legitimationskrise gerät. So lange kein bindender Mindestpreis wirkt, kommt es zudem bei zusätzlichen Maßnahmen und freiwilligen Emissionsminderungen zu Wasserbett- und Rebound-Effekten (siehe Kapitel 4). Da der Zertifikatspreis sehr sensibel auf politische Ankündigungen und Änderungen reagiert (Koch u. a. 2016; Fuss u. a. 2018), wird in Emissionshandelssystemen die theoretisch mögliche dynamische Effizienz oft nicht erreicht.

Als ein Nachteil dieser Option erscheint der höhere administrative Aufwand im Vergleich mit einer CO_2-Steuer. Es geht hier um die für einen Zertifikatshandel erforderlichen finanzmarktrechtlichen Regulierungen, um die Einsetzung von Auktions- und Handelsplattformen, um die Klärung beihilferechtlicher Fragen bei einer Rückerstattung von Zertifikatskosten von im internationalen Wettbewerb stehenden Unternehmen etwa analog zu den Ausnahmeregelungen bei den Energiesteuern (siehe Kapitel 9) sowie um den Aufbau von Kapazitäten für den Zertifikatshandel in Unternehmen und Regulierungsbehörden. All das ist administrativ anspruchsvoll und zeitintensiv. Dieser Aufwand erscheint zwar nicht prohibitiv, verhindert aber voraussichtlich eine Umsetzung vor dem Jahr 2021 (Implementierungszeitraum schätzungsweise etwa zwei Jahre). Zudem bestehen offene Fragen hinsichtlich der Umsetzung von Preiskorridoren (siehe Kapitel 6.2).

Risiken in der Ausgestaltung:

- Wird auf einen **Höchstpreis verzichtet,** besteht das Risiko, dass die Zertifikatspreise stark ansteigen und politisch nicht mehr haltbar sind. Kommt es in diesem Fall zu politischen Ad-hoc-Interventionen, werden das Instrument und damit die Klimapolitik insgesamt in ihrer Glaubwürdigkeit beschädigt. Dieses Risiko kann durch einen entsprechenden Höchstpreis reduziert werden.

- Falls es bei einem **Höchstpreis zu ineffizientem Marktverhalten** kommt, könnte das die Zielerreichung, die Effizienz und die Legitimität des DE-ETS beschädigen (dieser Aspekt wird näher in Kapitel 6.2 diskutiert).

- Wird auf einen **Mindestpreis verzichtet**, könnte der Zertifikatspreis eine ungenügende Lenkungswirkung entfalten (Fuss u. a. 2018), weil Investitionen in die Vermeidung zurückgehalten und in die Zukunft verschoben werden. In der Folge wird aber auch die Cap unglaubwürdig: Die Lockerung wird wahrscheinlicher, weil in Zukunft mit signifikanten Preissteigerungen in kurzer Zeit zu rechnen ist.

- Einerseits fehlen **Rückerstattungsregeln für Zertifikatskosten** mit Blick auf Unternehmen, deren internationale Wettbewerbsposition durch ein DE-ETS gefährdet ist. Andererseits ist insbesondere freie Allokation an Unternehmen problematisch, die durch einen DE-ETS nicht in ihrer Wettbewerbsfähigkeit bedroht sind und ihre CO_2-Zertifikatekosten ohnehin auf Endverbraucher überwälzen (siehe Kapitel 9).

- Eine Rückerstattung von Zertifikatskosten aus Wettbewerbsgründen könnte zu **beihilferechtlichen Problemen** führen (siehe Kapitel 9).

- Es wird ein Anreiz für den Einsatz von **Biokraftstoffen** geschaffen**,** sofern sie nicht ebenfalls mit einem entsprechenden CO_2-Preis belegt werden, um Importe zu begrenzen. Entsprechende Probleme indirekter Folgen auf die Landnutzung, Landpreise und Nahrungsmittelpreise (Fargione u. a. 2008; Searchinger u. a. 2009; Searchinger u. a. 2018; Lotze-Campen u. a. 2014; IPCC 2014).

Option 4: Einbeziehung von Verkehr und Wärmesektor in das EU-ETS

Zentraler **Vorteil** der Option, den deutschen Verkehr- und Wärmesektor in das EU-ETS einzubeziehen, ist die Bildung eines einheitlichen CO_2-Preises in allen Sektoren in Deutschland (Option 4a) sowie über zahlreiche (Option 4b) oder sogar alle europäischen Länder (Option 4c) hinweg. Damit werden die Klimaschutzkosten minimiert.[25] Das Risiko eines starken Preisanstiegs der Zertifikate und damit verbundener politischer Herausforderungen eines rein nationalen Ansatzes wie in einem DE-ETS erscheint aufgrund des deutlich größeren Marktes und der damit erhöhten Flexibilität des Systems geringer. Analog zu den Optionen 2 (CO_2-Steuer) und 3 (DE-ETS) entstehen durch Auktionserlöse Staatseinnahmen, die an Haushalte zurückerstattet werden können, um eine sozial ausgewogene Kostenverteilung zu erreichen. Mit dieser Option wäre das EU-ETS der naheliegende mittelfristige Konvergenzpunkt der EU-Klimapolitik (siehe nachfolgendes Kapitel 5.4). Die administrativen Anforderungen wären aufgrund der bereits bestehenden Infrastrukturen (z.B. EU-ETS-Emissionsregister, Handelsplattformen) leichter zu bewältigen als bei einem DE-ETS (Option 3), bei dem sämtliche Einzelkomponenten dieses Systems auf nationaler Ebene zunächst neu implementiert und mit den sonstigen EU-rechtlichen Vorgaben abgestimmt werden müssen.

Die Zielerreichung der deutschen Verpflichtungen nach EU-Lastenteilung sollte grundsätzlich gesichert sein. Allerdings besteht auch in der Option EU-ETS immer das **Risiko** einer politischen Lockerung der Cap bei steigenden Kosten (Fuss u. a. 2018), wodurch das langfristige Emissionsziel nicht mehr garantiert ist. Bei der Einbeziehung in das EU-ETS werden die Emissionsreduktionen nicht vollständig in Deutschland, sondern europaweit erbracht. Grundsätzlich kommt es bei einem ETS ohne bindenden Mindestpreis zu einem Wasserbett-Effekt. Ohne Mindestpreis erhöht sich das Risiko eines Preisverfalls, weil Zertifikatspreise sehr sensibel auf politische Ankündigungen und Änderungen reagieren

[25] Eine einheitliche CO_2-Bepreisung in allen Sektoren führt zu Wohlfahrtsgewinnen. Die Größenordnungen sind jedoch unsicher. Für eine Harmonisierung der Preise zwischen ETS- und Nicht-ETS-Sektoren im Jahr 2030 findet eine ältere Studie (Hübler und Löschel 2013) auf der Datengrundlage von 2004 Wohlfahrtsgewinne von 1,2 Prozent gegenüber sektorspezifischen Vermeidungszielen und Preisen. Im Gegensatz dazu kann man aus den aktuellen Modellrechnungen für die EU-2050-Strategie ableiten, dass der Wohlfahrtsgewinn aus einer Harmonisierung kleiner als 0,28 Prozent ist (Europäische Kommission 2018).

(Koch u. a. 2016; Fuss u. a. 2018). Bei einem unilateralen Opt-in Deutschlands (Option 4a) muss die Verteilung der Eigentumsrechte an EUA-Zertifikaten geklärt werden. Würde die bisherige Reglung bei Opt-in-Verfahren gemäß der ETS-Richtlinie übernommen, müsste Deutschland 80 Prozent seiner Versteigerungsrechte an andere Mitgliedsstaaten abtreten. Damit schrumpft auch der fiskalische Spielraum: Maßnahmen wie die Rückerstattung von CO_2-Preiseinnahmen an Haushalte (Klimadividende) oder eine Senkung der Stromsteuer wären dann nicht mehr finanzierbar (siehe Kapitel 8). **Ein weiterer Nachteil dieser Option liegt im Risiko politischen Widerstands anderer EU-Mitgliedstaaten.** Sie könnten eine Erhöhung des EUA-Preises durch das Einbeziehen zusätzlicher deutscher Sektoren (und ggf. Sektoren weiterer Länder) sowie das De-facto-Aufkündigen des verteilungspolitischen Kompromisses zur EU-Lastenteilungsverordnung zurückweisen: Ein mehrjähriger Prozess der Neuaushandlung mit ungewissem Ausgang wäre dann wahrscheinlich. Aus ähnlichen Motiven könnten auch bereits im EU-ETS regulierte deutsche Akteure in Industrie und Energiewirtschaft diese Option ablehnen, weil sie Nachteile im internationalen Wettbewerb befürchten. Dies wäre jedoch ein wenig überzeugender Einwand, da deutsche im EU-ETS regulierte Unternehmen, die im internationalen Wettbewerb stehen, durch die freie Allokation von Zertifikaten und die Strompreiskompensation unterstützt werden, die proportional mit dem EUA-Preis ansteigen.

Diese politischen Risiken sind mit einem **rechtlichen Risiko** verknüpft. Hier argumentiert eine Stellungnahme des deutschen Bundesumweltministeriums (BMU 2019) mit einem Urteil des Europäischen Gerichtshofs (EuGH). Demnach bezieht sich der Emissionsbegriff der EU-Emissionshandelsrichtlinie nur auf Anlagen und deren Emissionen. Somit sei die Richtlinie grundsätzlich inkompatibel mit einer Midstream-Einbeziehung von Benzin, Diesel und Gas auf der Stufe des Treibstoffhandels. Denn es sind ja nicht die Händler, die die Treibstoffe verbrennen. Nach dieser Argumentation könnten der Verkehrs- und Wärmesektor in Deutschland nicht durch einen Midstream-Ansatz in das EU-ETS überführt werden. Mindestens müsse die Richtlinie in diesem Punkt geändert werden. Dieser Argumentation des Bundesumweltministeriums ließe sich entgegnen, dass der EuGH diese allgemeinere Anwendbarkeit mit seinem fallspezifischen Urteil nicht im Sinn gehabt haben dürfte (Ohms 2019). Auch hätte die EU-Kommission in einem Artikel-24-Verfahren im Rahmen eines delegierten Rechtsaktes die Möglichkeit, die Richtlinie entsprechend anzupassen, ohne dass damit ein aufwendiges Komitologieverfahren erforderlich ist. In jedem Fall geht mit den politischen und rechtlichen Risiken die Möglichkeit eines Scheiterns oder zumindest einer mehrjährigen Verzögerung dieser Option einher.

Risiken in der Ausgestaltung:

- Die **politischen und rechtlichen Risiken** könnten zu einer langen Verzögerung führen, bis hin zur Verhinderung der Implementierung. Würde ausschließlich diese Option verfolgt und parallel keine alternativen nationalen Maßnahmen implementiert, könnte Deutschland seine Verpflichtungen nach der EU-Lastenteilungsrichtlinie verfehlen.

- Wird auf einen **Mindestpreis im EU-ETS** verzichtet, könnte ein allzu niedriger anfänglicher (und dann später zwangsläufig stark steigender) Zertifikatspreis eine ungenügende Lenkungswirkung entfalten, um das Ziel zu minimalen Kosten zu erreichen. Zudem besteht das Risiko, dass die Cap angesichts stark ansteigender Zertifikatspreise gelockert würde (Kapitel 4; Fuss u. a. 2018).

- Es besteht ein starker Anreiz für den Einsatz von **Biokraftstoffen,** sofern diese nicht ebenfalls mit einem entsprechenden CO_2-Preis belegt werden. Entsprechende indirekte Folgen für die Landnutzung, Landpreise und Nahrungsmittelpreise (Fargione u. a. 2008; Searchinger u. a. 2009; Searchinger u. a. 2018; Lotze-Campen u. a. 2014; IPCC 2014).

5.4. Vergleich der Optionen und kurzfristiger Einstiegspunkt

Tabelle 5.3 zeigt eine qualitative zusammenfassende Einschätzung der verschiedenen Optionen nach den Bewertungskriterien. Dabei werden die **Nachteile von Option 1 (Ordnungsrecht und Förderprogramme)** hinsichtlich Zielerreichung, Effizienz, Gesamtkosten sowie sozialpolitischer Implikationen einer regressiven Kostenverteilung und entsprechender Risiken für die politische Unterstützung einer ambitionierten Klimapolitik als erheblich eingeschätzt. Es sprechen damit starke Argumente gegen diese Option und demnach für eine Einführung einer CO_2-Bepreisung. Daher ist es zunächst von zentraler strategischer klimapolitischer Bedeutung, **überhaupt eine CO_2-Bepreisung** einzuführen. Beim Vergleich der verschiedenen Optionen für eine CO_2-Bepreisung ergibt sich folgendes Bild:

Tabelle 5.3: Bewertung der vier Optionen (spezifisch: Optionen 1, 2b, 3a, und 4a). Rotes Feld = problematisch, gelbes Feld = mittel, grünes Feld = gute Bewertung.

	Erreichen 2021-2030 Ziele nach EU Lastenteilungs-verordnung	Europäische Anschlussfähigkeit	Effizienz	Verteilung	Admini-strativer Aufwand	Steuerliches Aufkommen	Politische Heraus-forderungen Umsetzung
Ordnungsrecht, Förderung	schwierig	gering	gering	voraussichtlich regressiv	gering	keines	gering
CO_2-Steuer (mit Anpassung)	nicht sicher	koordinierte Steuern möglich	mittel	progressive Ausgestaltung möglich	gering	zusätzlich	mittel
DE-ETS (mit Preiskorridor)	nicht sicher	Linking möglich	mittel	progressive Ausgestaltung möglich	mittel	zusätzlich	mittel
EU-ETS Einbeziehung	nicht sicher	gemeinsames EU-Instrument	hoch	progressive Ausgestaltung möglich	mittel	zusätzlich, aber weniger	hoch

Die **Einbeziehung in das EU-ETS (Option 4a) erscheint politisch, fiskalisch und rechtlich zu riskant, um kurzfristig als alleinige Option verfolgt zu werden**. Hier besteht die Gefahr, dass Deutschland über mehrere Jahre hinweg keine klimapolitischen Fortschritte erzielt und keine geeigneten Instrumente implementiert, um seine Ziele zu erreichen. Die Frage der Verteilung von Auktionsrechten an den in das EU-ETS einbezogenen deutschen Emissionen zwischen Deutschland und den anderen Mitgliedsstaaten müsste geklärt werden. Aufgrund der deutschen Verpflichtungen unter der EU-Lastenverteilung sowie angesichts der Dringlichkeit des Klimaproblems sollte Deutschland daher kurzfristig einen nationalen Einstiegspunkt wählen (Goulder 2019).

Die verbleibenden Optionen **CO_2-Steuer und DE-ETS sind bei entsprechender Ausgestaltung grundsätzlich gleichwertig, wobei eine CO_2-Steuer einfacher und rascher implementierbar ist.** Ein detaillierter Vergleich der beiden Optionen ergibt folgende vier Unterschiede: (1) Die Einführung einer CO_2-Steuer in Form einer Energiesteuerreform erfordert einen **geringeren administrativen Aufwand,** da über die bereits bestehende Administration der Energiesteuern hinaus keine zusätzliche Infrastruktur für den Emissionshandel mit entsprechenden Regelungen (z.B. hinsichtlich der Finanzmarktaspekte) aufgebaut werden muss. (2) In einem DE-ETS könnten möglicherweise **beihilferechtliche Fragen** bei einer übergangsweisen Rückerstattung der Zertifikatskosten zum Ausgleich von Wettbewerbsnachteilen auftreten, was zu erheblichen zeitlichen Verzögerungen führen könnte; dies sollte ggf. näher geprüft werden (siehe Kapitel 9; Hermann u. a. 2014). Demgegenüber würde bei einer CO_2-Steuer das Energiesteuerrecht mit allen bestehenden Ausnahmeregelungen direkt übernommen. (3) Solange ein

Mindestpreis in einem ETS nicht bindend ist, kommt es zu einem Wasserbett- und Rebound-Effekt. Das ist bei einer CO_2-Steuer nicht der Fall. (4) Offen erscheint auch die Frage, ob es bei einem Höchstpreis in einem DE-ETS zu Problemen durch **ineffizientes Marktverhalten** kommen kann; auch dies ist näher zu prüfen (siehe dazu Kapitel 6.2).

Die Einführung einer CO_2-Steuer und eines DE-ETS erfordert zudem eine Reihe unterschiedlicher institutioneller Detailregelungen, deren Umsetzung durch die politischen Entscheidungsträger geklärt werden muss. Neben den bereits diskutierten Aspekten wie der Anpassung einer Steuer und der Einrichtung und Anpassung eines Preiskorridors in einem ETS ist eine zusätzliche Frage: Soll die Verantwortung für die CO_2-Bepreisung und damit für die Klimapolitik hauptsächlich durch das **Bundesfinanzministerium** wahrgenommen werden (zu erwarten im Falle einer CO_2-Steuer als modifizierter Energiesteuer) oder durch das **Bundesumweltministerium** (zu erwarten im Falle eines DE-ETS)? In jedem Fall sollte eine **unabhängige Institution** eingesetzt werden, die die Wirkung des Instruments begleitend analysiert und insbesondere Anpassungsbedarfe identifiziert und vorschlägt (siehe Kapitel 6.2).

Bei allen grundsätzlichen Ähnlichkeiten zeigt sich in der vergleichenden Bewertung insgesamt, dass eine CO_2-Steuer administrativ einfacher und rascher umsetzbar ist. Für die zügige administrative Umsetzung einer CO_2-Preisreform in Deutschland erscheint daher die Option CO_2-Steuer geeignet. Allerdings muss der Steuersatz in kurzen Abständen ständig angepasst werden (lernendes System). Ein Emissionshandelssystem kann diesen Nachteil vermeiden, aber nur dann, wenn Mindest- und Höchstpreise verlässlich eingeführt und beibehalten werden können. Allerdings müssen auch diese hier in gewissen Abständen immer wieder angepasst werden, was auch das ETS zu einem lernenden System macht.

5.5. Sequenzierung und Konvergenzpunkte für die europäische Klimapolitik

Der vorgeschlagene nationale Einstieg über einen CO_2-Preis sollte mittelfristig zu einer integrierten europäischen Klimapolitik führen. Diesbezüglich stellt sich die Frage nach einem sinnvollen Konvergenzpunkt für die Architektur einer CO_2-Bepreisung in Europa – sowie nach konkreten Schritten, die auf diesen Konvergenzpunkt hinführen und problematische Pfadabhängigkeiten auf der nationalen Ebene vermeiden (Pahle u. a. 2018). Eine europäische CO_2-Preisarchitektur sollte zum einen den Ausgleich der Grenzvermeidungskosten über Länder und Sektoren hinweg gewährleisten, um die Klimaschutzkosten zu minimieren. Zum anderen sollte sie die Möglichkeit zu direkten Verhandlungen über einen Lastenausgleich ermöglichen, der zwischen sehr unterschiedlichen Ländern für eine wohlfahrtsoptimale Klimapolitik unvermeidlich sein wird (Chichilnisky und Heal 1994; Dorsch, Flachsland und Kornek 2019; Roolfs u. a. 2019).

Ein erster Konvergenzpunkt ist die **Einbeziehung aller Sektoren aller EU-Mitgliedstaaten in das um einen Mindestpreis ergänzte EU-ETS** (Option 4c). Zum einen existiert das EU-ETS bereits. Zum anderen gewährleistet es sowohl einen Ausgleich der Grenzvermeidungskosten als auch die Möglichkeit des Lastenausgleichs durch die entsprechende europäische Aufteilung der Auktionsrechte für EUA-Zertifikate. Neben einem Mindestpreis sollte die Einführung eines Höchstpreises im EU-ETS aus analogen Gründen zu den Überlegungen hinsichtlich eines DE-ETS geprüft werden, also mit Blick auf Wohlfahrtsaspekte sowie die politische Legitimität bei stark ansteigenden Zertifikatspreisen (siehe Kapitel 6.2).

Als alternativer Konvergenzpunkt kommt eine **Harmonisierung der europäischen Energiesteuersätze nach dem CO_2-Gehalt der Energieträger** infrage. Hierbei würden ggf. alle Emissionen in der EU durch entsprechend harmonisierte Steuersätze reguliert. Damit wären die Grenzvermeidungskosten ausgeglichen, allerdings wären zusätzliche Transfers zur Lastenteilung auf anderen Wegen erforderlich. Zudem hat sich die Harmonisierung von europäischen Energiesteuersätzen in der Vergangenheit als po-

litisch herausfordernd erwiesen, nicht zuletzt aufgrund des Vetorechts jedes einzelnen EU-Mitgliedslandes. Auch eine Änderung der Abstimmungsregeln über Steuerfragen (Schäfers u. a. 2019) ist eine politisch hohe Hürde, die es zu überwinden gilt, wenn diese Option realisiert werden soll. Hinzu kämen ähnliche Anforderungen an die dynamische Anpassung der europaweiten CO_2-Steuer, wie sie in Kapitel 6.2 für den Fall Deutschlands besprochen werden. Ein Erreichen der ambitionierten Reduktionsziele erscheint damit schwierig.

Eine Variante dieses zweiten Konvergenzpunkts könnte darin bestehen, dass die EU – inspiriert vom derzeitigen kanadischen Ansatz – einen **föderalen Mindestpreis für CO_2** festlegt. Diesen könnten dann alle Staaten implementieren, durch jeweils eigene unterschiedliche Instrumente (Steuern, ETS mit entsprechenden Mindestpreisen). Nur wenn einzelne Staaten dem nicht folgen, müssen sie eine CO_2-Steuer in entsprechender Höhe implementieren („Backstop"). Einzelne Staaten könnten entsprechend auch höhere CO_2-Preise erheben. Es erscheint bei dieser Option aber grundsätzlich fraglich, ob die Möglichkeit der Ausdifferenzierung nationaler Instrumente allein ausreicht, um das politische Grundproblem zu lösen: die Einigung auf eine ambitionierte europäische Klimapolitik. Ein europäischer Lastenausgleich, der die Akzeptanz von Mindestpreisen erleichtern würde, müsste auf anderen Wegen erreicht werden (Roolfs u. a. 2019). Weil in diesem System differenzierte Preise zu erwarten sind, werden Emissionen zudem nicht kosteneffizient vermieden. Auch hier ist es fraglich, ob eine dynamische Anpassung des föderalen Mindestpreises für CO_2 so erfolgen kann, dass die europäischen Emissionsziele erreicht werden.

Tabelle 5.4: Bewertung von drei Konvergenzpunkten einer europäischen CO_2-Preisarchitektur.

	Effizienz	Europäischer Lastenausgleich
EU-ETS (Alle Länder, alle Sektoren, mit Preiskorridor)	Hoch	Möglich
Koordinierte CO_2-Steuern (Mit Anpassung)	Hoch	Zusätzliches Instrument erforderlich
Föderaler CO_2-Mindestpreis („Kanadisches Modell")	Differenzierte CO_2-Preise	Zusätzliches Instrument erforderlich

Das **EU-ETS, ergänzt um einen Mindestpreis, erscheint vor diesem Hintergrund als naheliegender Konvergenzpunkt** für die künftige Klimapolitik der Europäischen Union (Tabelle 5.4). Ganz gleich, ob Deutschland zum Einstieg in eine systematische CO_2-Bepreisung eine CO_2-Steuer wählt oder ein DE-ETS: Beide Ansätze können grundsätzlich in Option 4 (Einbeziehung von Verkehr- und Wärmesektor in das EU-ETS) überführt werden. Entsprechende **Pfadabhängigkeiten sollten nicht überbewertet** werden. So könnte eine zeitnahe deutsche Energiesteuerreform (Option 2b) eine Klausel zur Senkung der Energiesteuern auf die europäischen Mindestsätze enthalten, sobald Verkehr und Wärme in das EU-ETS einbezogen würden. In beiden Fällen (Steuer und DE-ETS) ist auch der Übergang in ein europäisches System koordinierter CO_2-Steuern grundsätzlich denkbar (Abbildung 5.2). Ein **Prüfauftrag** sollte diese Fragen vertiefend untersuchen.

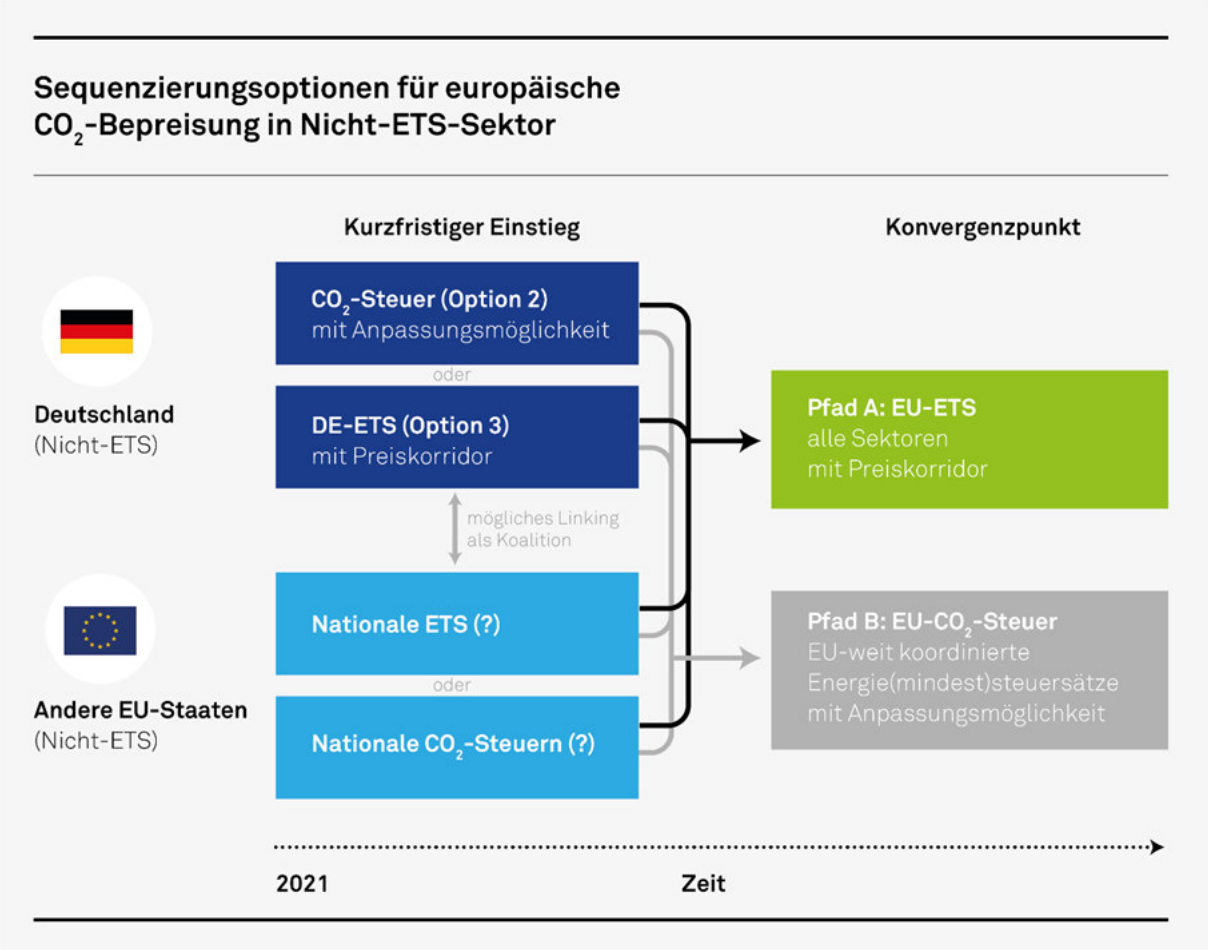


Abbildung 5.2: Kurzfristige Einstiegsoptionen und mittelfristige Konvergenzpunkte für eine CO_2-preisbasierte europäische Klimapolitik.

Wichtig ist, dass neben einer kurzfristigen **deutschen CO_2-Preisreform** ab sofort eine Vorbereitung der europäischen CO_2-Bepreisung in Richtung des Konvergenzpunktes **Einbeziehung in das EU-ETS** erfolgt. Das Ziel ist, diesen Konvergenzpunkt möglichst zeitnah zu erreichen, spätestens aber ab 2030. Gleichzeitig sollte in den **internationalen Klimaverhandlungen** auf CO_2-Preisverhandlungen hingearbeitet werden.

6. CO_2-Preise

Während sich die Zertifikatspreise im EU-ETS gegenwärtig frei am Markt bilden, haben sowohl das EU-ETS mit Mindestpreis als auch das nationale ETS mit Mindest- und Höchstpreisen sowie die CO_2-Steuer eines gemeinsam: Es muss eine explizite regulatorische Entscheidung über das Niveau und die Anstiegsrate der entsprechenden Preiselemente getroffen werden. Kapitel 6.1 diskutiert zunächst mögliche Preiselastizitäten der Emissionen in deutschen Nicht-ETS-Sektoren. Kapitel 6.2 betrachtet dann Grundlagen für die regulatorischen Entscheidungen bei einer deutschen CO_2-Steuer, einem DE-ETS, und im EU-ETS. Kapitel 6.3 entwickelt schließlich konkrete Vorschläge für eine entsprechende Diskussion um die konkrete Ausgestaltung in Deutschland und Europa.

6.1. Preiselastizitäten und notwendige Preise in deutschen Nicht-ETS-Sektoren

Um den Nachfragerückgang fossiler Energieträger durch höhere Preise zu modellieren, verwenden wir **unterschiedliche Preiselastizitäten**[26], die der wissenschaftlichen Literatur entnommen sind. Die dort empirisch geschätzten Elastizitäten in den Sektoren Verkehr und Wärme unterscheiden sich aufgrund unterschiedlicher Daten, Länder, berücksichtigter Zeiträume sowie verwendeter Schätzmethoden erheblich. Es lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen:

1. **Über längere Zeiträume reagiert die Nachfrage deutlich elastischer als über kürzere.** Je nach Studiendesign beziehen sich „langfristige“ Reaktionen auf einen Zeitraum von fünf bis zehn Jahren, „kurzfristige“ Elastizitäten dagegen auf Zeiträume von bis zu einem Jahr. In einer Metastudie zur Preiselastizität der Nachfrage nach Benzin zeigen Brons u. a. (2008), dass die langfristige Preiselastizität mehr als doppelt so hoch ist (Durchschnitt -0,84) wie die kurzfristige (Durchschnitt -0,34).

2. **Reaktionen der Nachfrage auf steuerinduzierte Preisänderungen fallen bis zu dreimal stärker aus als Reaktionen auf reguläre Marktschwankungen, die beispielsweise im Ölpreis begründet sind** (Davis und Kilian 2011; Li, Linn und Muehlegger 2014; Rivers und Schaufele 2015; Zimmer und Koch 2017, 201). Dies folgt aus der Tatsache, dass Steuererhöhungen persistente Preiserhöhungen sind und damit über längere Zeiträume Preise und damit auch Nachfrage beeinflussen. Zudem ist die Sichtbarkeit und Wahrnehmung von steuerinduzierten Preisanstiegen beim Verbraucher stärker, sie regt daher zu einer stärkeren Anpassung des Mobilitätsverhaltens an.

3. **Die langfristigen Preiselastizitäten in Europa sind für Diesel deutlich höher als für Benzin.** Eine entsprechende Studie (Zimmer und Koch 2017) beziffert sie auf -1,1 bzw. -0,6. Dies kann insbesondere in der höheren Elastizität im kommerziellen Verkehr begründet liegen (siehe auch Gibson und Carnovale 2015), wo angesichts des höheren Wettbewerbs- und Kostendrucks Einspar- und Substitutionsmöglichkeiten tendenziell stärker ausgenutzt werden als im Pendler- und Freizeitverkehr.

4. **Die Elastizitäten im Verkehrssektor für Deutschland werden wie folgt geschätzt**: Basierend auf Haushaltsdaten für das Jahr 2008 ermitteln Pothen und Tovar Reaños (2018) Werte von -0,34 bis -0,58 und Beznoska (2014), basierend auf zwei Haushaltserhebungen in 2003 und 2008, Werte von -0,65 bis -0,97. Basierend auf Zeitreihenschätzungen mit monatlichen Daten

[26] Preiselastizitäten beschreiben, um wie viele Prozent die Marktnachfrage nach einem Gut reagiert, wenn dessen Preis um 1 Prozent steigt.

schätzen Frondel und Vance (2018) -0,39 als kurzfristige Elastizität. Bei diesen Schätzungen gibt es keine Differenzierung zwischen Benzin und Diesel.

5. **Die Literatur zu Elastizitäten im Wärmebereich ist weniger umfangreich.** Nikodinoska & Schröder (2016) schätzen Preiselastizitäten für Wärme in deutschen Haushalten von -0,56, Beznoska (2014) von -0,68. Pothen und Tovar Reaños (2018) schätzen für Strom und Wärme aggregierte Preiselastizitäten für deutsche Haushalte von -0,48 bis -0,67.

Die **Modellierung von Mengenreaktionen mittels Elastizitäten** erlaubt die Abschätzung von CO_2-Preisen, um ein gegebenes Mengenziel zu erreichen. Allerdings ist das mit erheblichen Unsicherheiten behaftet. Bei der Schätzung mittels Haushaltsdaten kann nur eine sehr geringe Variabilität in Preisen genutzt werden. Auch bei Zeitreihenschätzungen ist die historische Variabilität gering verglichen mit den Preisanstiegen, die zum Erreichen ambitionierter Klimaziele nötig wären. Darüber hinaus werden technologische Durchbrüche vernachlässigt und auch Substitutionsmöglichkeiten, die bei höheren Preisen wettbewerbsfähig werden – etwa Elektromobilität oder wasserstoffbasierte Antriebe als Alternative zu Verbrennungsmotoren. Aus diesem Grunde ist mit deutlich stärkeren Mengenreaktionen zu rechnen, wenn bestimmte CO_2-Preise überschritten werden. Diese Schwellenwerte könnten im Rahmen von Bottom-up-Studien ermittelt werden (wie etwa BDI 2018; McKinsey 2009; McKinsey 2007). Bestehende Bottom-up-Studien unterscheiden sich jedoch bezüglich der betrachteten Zeiträume. Auch ändern sich stetig Kosten- und Potenzialschätzungen, da sie stark vom technischen Fortschritt abhängen und ebenfalls mit erheblichen Unsicherheiten behaftet sind. Werden durch höhere CO_2-Preise neue Substitute attraktiv, wird die Nachfragereaktion unterschätzt, wenn man sie aus historisch bestimmten Elastizitäten ableitet.

Daher wird hier eine angemessene **Bandbreite von Elastizitäten berücksichtigt**, die sich an der oben genannten Literatur orientiert und die in Tabelle 6.1 zusammengefasst ist. Es geht um die Abschätzung langfristiger Mengenreaktionen, also über einen Zeitraum von etwa fünf bis zehn Jahren. Die Elastizitäten orientieren sich an den oben zitierten Schätzungen für Deutschland. In die Wahl der Bandbreite fließen auch die Erkenntnisse aus der umfangreichen internationalen Literatur ein. Die in der Literatur ermittelten Elastizitäten sind im Allgemeinen nicht kompensierte Preiselastizitäten der Nachfrage, bei denen implizit unterstellt ist, dass die durch die Preisänderungen ausgelösten Einkommenseffekte ignoriert werden können. Dies ist eine sinnvolle Annahme, wenn die Weltmarktpreise für importierte Rohstoffen steigen, da die gestiegenen Einkommen in den Exportländern für die Nachfragereaktion im Inland irrelevant sind. Bei steigenden Steuersätzen oder steigenden Preisen im Emissionshandel gilt dies nicht. Denn diesen Preissteigerungen stehen ja Einkommenserhöhungen – je nach Mechanismus der Rückerstattung – beim Staat, bei den Unternehmen oder den Haushalten gegenüber. Durch diese Einnahmen werden wiederum Konsum- und Investitionsentscheidungen getätigt, die einen weiteren Effekt auf die Energienachfrage haben können. Da die Rückerstattung jedoch nur einen kleinen Anteil des Einkommens der Haushalte ausmacht, sollte der Nachfrageeffekt den Einkommenseffekt deutlich dominieren. Dennoch wird durch den Einkommenseffekt die Nachfragereaktion etwas abgeschwächt. Das Erreichen eines gegebenen Emissionsminderungsziels würde damit höhere CO_2-Preise erfordern.

Tabelle 6.1: Annahmen über niedrige, mittlere und hohe Preiselastizitäten für CO_2-Emissionen in Nicht-ETS-Sektoren sowie die jeweils entsprechende Emissions-Baseline in Deutschland. Quellen: siehe Haupttext

Elastizität	Verkehr Gesamt		Wärme Haushalte		Wärme Gewerbe, Handel, Industrie	Baseline-Emissionen 2030 ($MtCO_2$-äq)
	Diesel	Benzin	Gas	Heizöl	Rest-Emissionen im Nicht-ETS-Sektor (ohne Landwirtschaft)	Nicht-ETS
Basis	-0,9	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	376
Hoch	-1,1	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	355
Niedrig	-0,45	-0,45	-0,5	-0,5	-0,5	410

Mit Hilfe von Preiselastizitäten ist die **Berechnung der Mengenreaktion** in den einzelnen Sektoren möglich – im Vergleich zu einem bestimmten Baseline-Szenario für Emissionen. Ein Baseline-Szenario beschreibt einen Pfad der Emissionen, wie er sich ohne weitere klimapolitische Maßnahmen entwickeln würde. Im Folgenden wird die Baseline aus dem Projektionsbericht der Bundesregierung (2019) verwendet, der für die Jahre 2020 bis 2035 die Emissionen in den einzelnen Sektoren abschätzt: aufgrund einkommens- und demografiebedingter Nachfrageänderungen, technologischem Wandel und bereits beschlossener und bestehender regulatorischer Maßnahmen. Da es auch hier erhebliche Unsicherheit gibt (etwa bezüglich wirtschaftlicher und technologischer Entwicklungen, Rohstoffpreise oder Rebound-Effekte), betrachten wir zwei weitere Baselines mit höheren und niedrigeren Emissionen. Die Baseline mit niedrigen Emissionen entspricht im Projektionsbericht dem Szenario mit geringem Wirtschaftswachstum. Daneben verwenden wir eine Baseline mit hohen Emissionen als Durchschnitt aus unserer Standard-Baseline und der pessimistischen Trendfortschreibung mit einer Absenkung von 1 $MtCO_2$/Jahr aus Agora Energiewende (2018). Um die **Unsicherheiten** weitreichend abzudecken, verwenden wir die Baseline mit hohen Emissionen zusammen mit der Annahme niedriger Elastizitäten – und die Baseline mit den niedrigen Emissionen zusammen mit der Annahme hoher Elastizitäten.

Die Berechnung unterstellt eine **Harmonisierung der Energiesteuern im Wärmesektor** in Höhe des CO_2-Preises: Die bestehenden Energiesteuersätze auf Erdgas und Heizöl werden so angepasst, dass sie einen einheitlichen CO_2-Preis setzen. Bei **Benzin und Diesel** dagegen wird der zusätzliche CO_2-Preis auf die bestehenden Energiesteuern **aufgeschlagen**. Der Landwirtschaftssektor wird von der CO_2-Bepreisung aufgrund der hohen Monitoring- und Transaktionskosten ausgenommen. Die Emissionen im Landwirtschaftssektor werden daher allein durch die Baseline bestimmt, die Zielerreichung wird also über die CO_2-Preise im Verkehrs- und Wärmesektor angestrebt.

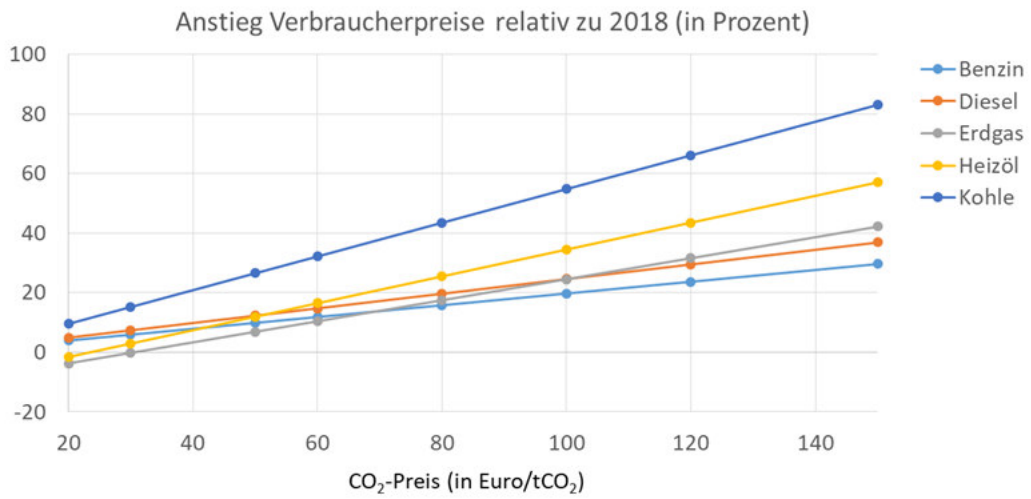


Abbildung 6.1: Auswirkungen eines CO_2-Preises auf die Verbraucherpreise für Privathaushalte (einschließlich Umsatzsteuer).

Die **Auswirkungen verschiedener CO_2-Preise für die Endverbraucherpreise** für Haushalte sind in Abbildung 6.1 und Tabelle 6.2 dargestellt. Dabei wird davon ausgegangen, dass das Angebot fossiler Brennstoffe hinreichend elastisch ist und die Angebotspreise durch den CO_2-Preis selbst nicht beeinflusst werden.[27] Mit Blick auf Abbildung 6.1 ergeben sich bei sehr geringeren CO_2-Preisen durch die Harmonisierung im Wärmesektor Kostensenkungen für Erdgas und Heizöl. Hintergrund sind die bereits bestehenden impliziten CO_2-Preise durch die gegenwärtig erhobenen Energiesteuern für Heizöl und Erdgas von umgerechnet 23,50 Euro/tCO_2 und 30,50 Euro/tCO_2 (siehe Abbildung 6.1), die dann ja gesenkt würden.[28] Für Kohle und Heizöl ergeben sich mit steigendem CO_2-Preis deutlich stärkere Preisanstiege, die in der höheren Kohlenstoffintensität und den geringeren bereits bestehenden Energiesteuersätzen (im Vergleich zu anderen fossilen Energieträgern) begründet sind.

Tabelle 6.2 zeigt die **absoluten Anstiege der Verbraucherpreise** für Benzin, Diesel, Erdgas, Heizöl und Kohle bei CO_2-Preisen von 50 und 130 Euro pro Tonne CO_2, inklusive Umsatzsteuer. So würden bei einem CO_2-Preis von 50 Euro der Benzinpreis an der Tankstelle um 14,10 Cent je Liter und der Dieselpreis um 15,77 Cent je Liter ansteigen.

[27] Diese Annahme vereinfacht die nachfolgende Analyse, ist aber nicht essenziell. Sinken durch die verminderte Nachfrage auch die Angebotspreise, müsste der CO_2-Preis entsprechend steigen, um den gleichen Lenkungseffekt zu haben. In einem Emissionshandelssystem würde solch eine Anpassung automatisch geschehen, bei einer Steuer können diese Effekte antizipiert sowie durch Änderungen der Steuersätze berücksichtigt werden. Die Steuererhöhung, die eine Reduktion der Angebotspreise ausgleicht, bedeutet in diesem Fall keine Erhöhung der Kosten für Haushalte und Industrie. Sie bewirkt zudem auch keinen gesamtwirtschaftlichen Wohlfahrtsverlust, weil Mineralöl und Erdgas fast vollständig importiert werden und die heimische Braunkohle größtenteils vom ETS bereits abgedeckt ist.

[28] Der implizite CO_2-Preis für Erdgas bezieht sich nach dem Energiesteuergesetz dabei auf den oberen Heizwert.

Tabelle 6.2. Preisanstiege für Endverbraucher durch CO_2-Preisreform (Option 2b und 3a), inklusive Umsatzsteuer. Diese Preisanstiege werden insbesondere für ärmere Haushalte durch die Pro-Kopf-Rückerstattung einer Klimadividende teilweise oder vollständig ausgeglichen (siehe Kapitel 8).

		Preis	Preisanstieg bei	
Energieträger	Einheit	Privathaushalte (2015-2018)	CO_2-Preis 50 Euro/tCO_2	CO_2-Preis 130 Euro/tCO_2
Benzin	Cent/Liter	135,19	14,10	36,66
Diesel	Cent/Liter	117,44	15,77	41,00
Heizöl*	Cent/Liter	58,13	8,23	33,09
Erdgas*	Cent/kWh	6,25	0,42	2,15
Braunkohle*	Cent/kWh	7,50	1,99	5,38
			Klimadividende	
Vollständige Rückerstattung	Euro/Person und Jahr		98	265
Rückerstattung bei Stromsteuersenkung	Euro/Person und Jahr		66	233

Preise für Privathaushalte, inkl. Mehrwertsteuer. Der Preisanstieg bei Erdgas bezieht sich auf den handelsüblichen oberen Heizwert.
*Für den Preisanstieg bei Heizöl, Erdgas und Braunkohle wird der CO_2-Preis mit bestehenden Energiesteuern verrechnet (harmonisierter CO_2-Preis)

Die Nachfragereaktion der CO_2-Emissionen in den Nicht-ETS-Sektoren im Jahr 2030 auf verschiedene CO_2-Preise ist in Abbildung 6.2 dargestellt. Für das **Standard-Szenario** (mittlere Elastizitäten, Standardbaseline aus dem Projektionsbericht) erreicht ein Preis von 130 Euro/tCO_2 das Ziel für die Nicht-ETS-Sektoren. Im **günstigsten Fall** genügt bereits ein Preis von 70 Euro/tCO_2 (hohe Elastizitäten, geringe Baseline-Emissionen), im **ungünstigsten Fall** wäre ein Preis von 350 Euro/tCO_2 nötig (niedrige Elastizitäten, hohe Baseline-Emissionen). Wie Abbildung 6.2 ebenfalls zeigt, ist die Vermeidungskostenkurve im Verkehr sehr flach. Am steilsten ist sie im Wärme-/Energiebereich für Gewerbe, Handel und Dienstleistungen: Das liegt unter anderem an den geringeren Preisen für Energie (niedrige Großhandelspreise und Energiesteuersätze), wodurch hier der relative Preisanstieg durch einen CO_2-Preis weitaus stärker ausfällt als im Verkehrsbereich. Diese Preisspanne deckt sich mit Berechnungen aus einem allgemeinen Gleichgewichtsmodell (Pothen und Hübler 2018), das für den europäischen Nicht-ETS-Sektor Preise von 150 bis 170 Euro und im Extremfall bis zu 225 Euro für das Jahr 2030 berechnet.

Die Notwendigkeit von CO_2-Preisen jenseits von 200 bis 300 Euro zum Erreichen der Nicht-ETS-Ziele könnte dabei insbesondere dann entfallen, wenn es technologische Fortschritte im Verkehrs- und Wärmesektor sowie weitere Infrastrukturinvestitionen in öffentliche oder CO_2-arme Transportsysteme gibt. Eine Auswertung von Ex-ante-Kostenschätzungen umweltpolitischer Maßnahmen in den USA zeigt, dass die Vermeidungskosten umweltpolitischer Politikmaßnahmen im Vorfeld systematisch zu hoch angesetzt werden (Harrington, Morgenstern und Nelson 2000).

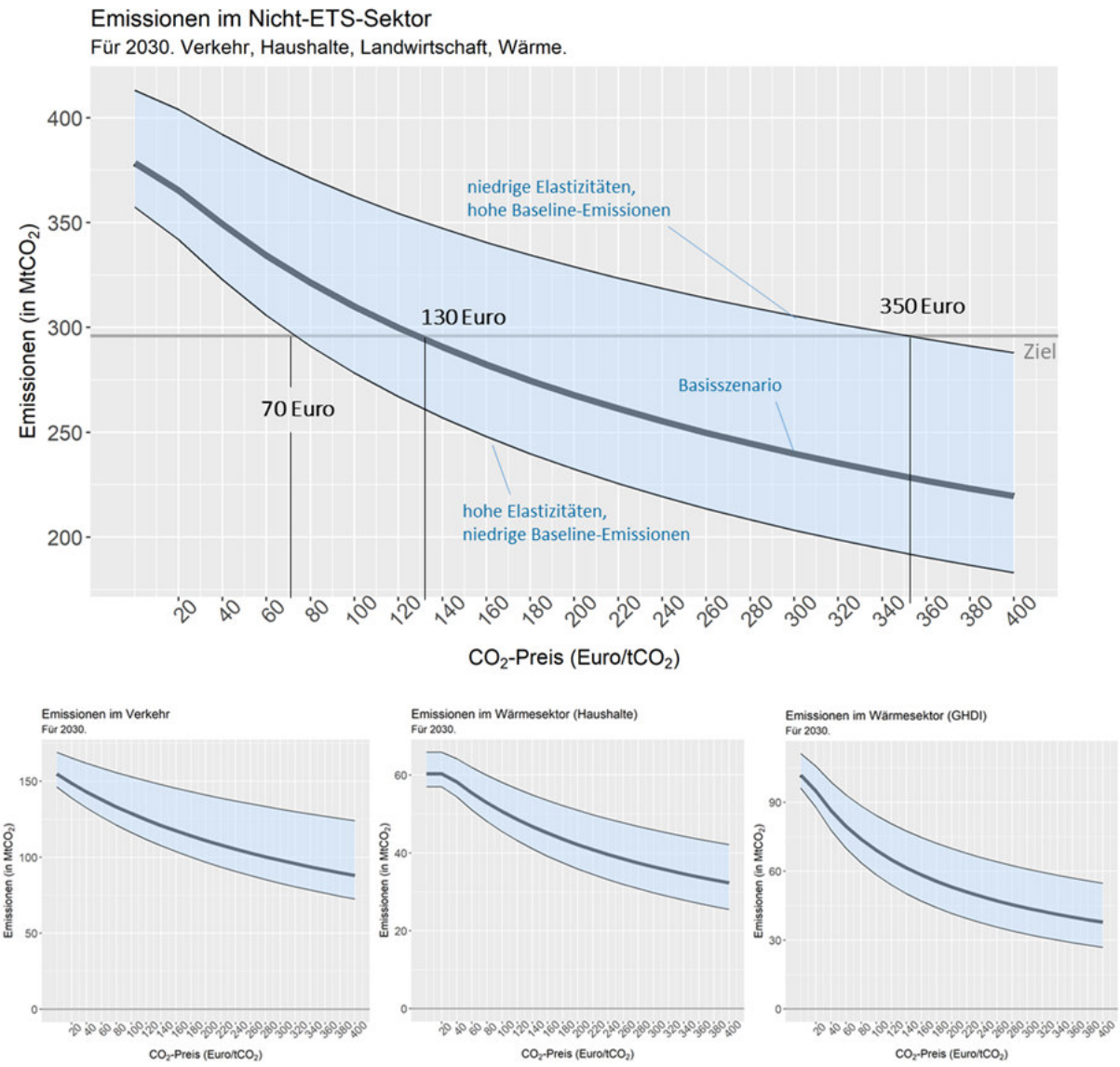


Abbildung 6.2: Abschätzung des Zusammenhangs zwischen CO_2-Preis und CO_2-Mengen im Jahr 2030 in deutschen Nicht-ETS-Sektoren (ohne CO_2-Bepreisung in der Landwirtschaft, deren Emissionen im Aggregat aber mitberücksichtigt sind). Zu den Annahmen über Baseline-Emissionen und zugrundeliegende Elastizitäten siehe Tabelle 6.1. Der CO_2-Preis wird mit bestehenden Energiesteuern im Wärmesektor verrechnet (harmonisiert) und auf die Energiesteuern im Verkehrssektor aufgeschlagen. Darüber hinaus wird die Umsatzsteuer auf den CO_2-Preis aufgeschlagen.

Als **Einwand gegen spürbare Nachfrageeffekte im Verkehrssektor** werden oft die bereits hohen Steuern auf Benzin und Diesel herangezogen. Sie liegen, auf den CO_2-Gehalt bezogen, bereits bei 280 bzw. 178 Euro/tCO_2, sind aber anscheinend nicht imstande, die Emissionen im Verkehrssektor wirksam zu reduzieren. Hier sind jedoch zwei gewichtige Einwände ins Feld zu führen: (1) Die mehrstufige Anhebung der Mineralölsteuern am Anfang des vergangenen Jahrzehnts war zwar deutlich, doch die kaufkraftbereinigte Steuerlast lag danach immer noch unter der in den späten 1960er-Jahren. Seit ihrer letzten Erhöhung im Jahr 2003 sind die realen Steuersätze um weitere 20 Prozent gesunken, da eine Inflationsindexierung fehlt. (2) Durch stärkere Emissionsvorgaben der EU ist der Flottenverbrauch der neu zugelassenen Pkw seit 2003 um etwa ein Viertel gesunken, was zu einem erheblichen Rebound-

Effekt geführt hat (Frondel und Vance 2018). Beide Trends bedingen signifikante Reduktionen der variablen Kosten im Straßenverkehr. Eine Stagnation oder gar eine Zunahme der Verkehrsleistung – und damit auch der Emissionen – ist vor diesem Hintergrund wenig verwunderlich. Für eine dauerhafte Lenkungswirkung ist es nötig, dass CO_2-Preise auch dynamisch ausreichend wachsen, um neben der allgemeinen Teuerungsrate auch mögliche Nachfragesteigerungen durch Effizienz- und Einkommenseffekte auszugleichen (siehe Kapitel 6.2 und 6.3).

Die hier betrachteten Rechnungen geben einen Anhaltspunkt für die Preise, die nötig sind, damit Deutschland die Reduktionsziele im Nicht-ETS-Bereich im Jahr 2030 erreicht. Dies ist relevant für die Optionen 2 (CO_2-Steuer) und 3 (DE-ETS). Dagegen muss für eine **Abschätzung der CO_2-Preise unter Option 4a (unilaterale Einbeziehung ins EU-ETS)** eine gemeinsame Preisreaktion in einem integrierten europäischen Emissionsmarkt modelliert werden. Bisher gibt es keine Veröffentlichungen, die das für den Fall einer Integration des deutschen Verkehrs- und Wärmesektors quantifiziert. Erste Berechnungen mit dem LIMES-EU-Modell (Nahmmacher u. a. 2016; Osorio u. a. 2018) lassen auf einen EUA-Preisanstieg im Jahr 2030 von ca. 5 bis 15 Euro/tCO_2 schließen. Hierbei würde die aus der Emissionsbaseline prognostizierte Lücke von ca. 80 MtCO_2 im Jahr 2030 ausschließlich im Strom- und Industriesektor vermieden. Diese Abschätzung hängt jedoch maßgeblich davon ab, wie sich die Verkehrs- und Wärmeemissionen nach 2030 entwickeln und welche Vermeidung das EU-ETS erbringen müsste.

Der **EUA-Preisanstieg wird sich aber erheblich erhöhen, wenn auch andere Länder dem Beispiel Deutschlands folgen** und ihre Minderungsziele aus der Lastenteilungsverordnung ebenfalls in das EU-ETS einbringen. In diesem Fall wären die günstigeren Vermeidungsoptionen im Industrie- und im Stromsektor, wie beispielsweise das Herunterfahren von Kohlekraftwerken, schnell aufgebraucht. Es könnten dann – bei hohen Unsicherheiten – möglicherweise Preise von 100-200 Euro/tCO_2 im EU-ETS erwartet werden, um die für die Emissionsreduktion notwendigen Vermeidungsoptionen zu realisieren. In einer älteren Berechnung mit einem Allgemeinen Gleichgewichtsmodell finden Hübler und Löschel (2013) nach einer Integration der Nicht-ETS-Sektoren aller Länder in das EU-ETS einen Preisanstieg im EU-ETS um 45 Euro im Jahr 2030 (für das Erreichen der Ziele aus der früheren EU-2050-Roadmap).

Während also der direkte zu erwartende Preisanstieg unter Option 4a zunächst moderat erscheint, dürfte eine zunehmende sektorale Integration anderer Mitgliedstaaten (Option 4c) zu signifikanten Änderungen im EU-ETS-Preisniveau führen.

6.2. Regulatorische Festlegung von CO_2-Preisen: Grundsätzliche Überlegungen

Die Einführung sowohl einer CO_2-Steuer als auch von Mindest- und Höchstpreisen in einem ETS (Preiskorridor) erfordert eine **direkte regulatorische Festlegung von CO_2-Preisen über die Zeit (CO_2-Preispfade).** Dieses Kapitel diskutiert dazu grundsätzliche Überlegungen zur Ausgestaltung. Das folgende Kapitel (6.3) schlägt dann indikativ Preispfade für Deutschland und Europa vor.

Niveau und Anstiegsrate

Eine erste Entscheidung betrifft das **anfängliche Niveau und die Anstiegsrate** von CO_2-Preispfaden. Grundsätzlich können CO_2-Preispfade niedrig beginnen und stark ansteigen, oder sie können hoch beginnen und schwach ansteigen (Carbon Pricing Leadership 2017). Aus politökonomischer Sicht sendet ein hoher Einstiegspreis zwar ein klares Signal zur Dekarbonisierung, kann aber möglicherweise aufgrund starker Belastungen einkommensschwacher Haushalte schwieriger zu implementieren sein (siehe Kapitel 8). Auf der anderen Seite kann ein anfänglich zu niedriger Preis als Mangel ambitionierter

Klimapolitik bewertet werden. Das Rückhalten der erforderlichen Investitionen und damit das Verfehlen ambitionierter Emissionsziele wäre die mögliche Folge.

Es ist daher sinnvoll, zwischen dem langfristigen CO_2-Preispfad und einer Einführungsphase zu unterscheiden. In einem optimalen Emissionshandelssystem sollte **der Preispfad exponentiell nach der Hotelling-Regel anwachsen** (Kling und Rubin 1997), wonach die Anstiegsrate dem risiko-angepassten Marktzinssatz entspricht. Damit wird ein gegebenes Emissionsbudget kostenoptimal über die Zeit verbraucht. Nach dieser Logik sollten auch eine CO_2-Steuer sowie Mindest- und Höchstpreise in einem ETS entsprechend mit dem risiko-angepassten Marktzinssatz steigen. Bei einer Abweichung der Anstiegsrate von Mindest- und Höchstpreis vom Marktzinssatz würde in einem ETS einer der beiden in jedem Fall langfristig bindend wirken. Im kalifornischen ETS steigen Mindest- und Höchstpreis derzeit gleichermaßen um jährlich 5 Prozent plus Inflationsausgleich.[29] In der Regional Greenhouse Gas Initiative im Nordosten der USA (RGGI) wachsen ab 2021 Mindest- und Höchstpreis um jährlich 7 Prozent ohne Inflationsausgleich.[30]

Es ist in einer Einführungsphase zunächst auch ein linearer Preisanstieg denkbar. Im Vergleich mit einem exponentiellen Preispfad muss der Anfangspreis dann höher liegen, um später (zum Beispiel 2030) das gleiche CO_2-Preisniveau zu erreichen. Aus politischer Sicht ist eine lineare Anstiegsrate in einer Einführungsphase möglicherweise einfacher zu kommunizieren. Frankreich etwa hat für den Nicht-ETS-Sektor eine Steuer von derzeit 44,60 Euro/tCO_2 eingeführt, die ursprünglich um jährlich 10,40 Euro/tCO_2 auf das Zielniveau von 100 Euro/tCO_2 anwachsen sollte.[31]

Die jährliche Anstiegsrate des CO_2-Preises kann zudem **inflationsindexiert** werden. Es wird also festgelegt, dass zur jährlichen Anstiegsrate ein der allgemeinen Teuerung entsprechender Aufschlag addiert wird. Dieser Ansatz wird in Kalifornien realisiert. Alternativ kann die jährliche Anstiegsrate so gewählt werden, dass die erwartete Inflation schon berücksichtigt ist. Dieser Ansatz wird im RGGI-System verfolgt.

Anpassung unter Unsicherheit: CO_2-Steuerpfade

Eine zentrale Herausforderung bei der Ausgestaltung von CO_2-Preispfaden liegt in der **Notwendigkeit der dynamischen Anpassung unter Unsicherheit** (Carbon Pricing Leadership 2017). Wie im vorigen Kapitel 6.1 gezeigt, bestehen signifikante Unsicherheiten sowohl über die zukünftige Emissionsentwicklung (Baseline) als auch über die CO_2-Preiselastizitäten. Darüber hinaus beeinflussen zusätzliche Politikmaßnahmen die künftige Emissionsentwicklung (siehe Kapitel 7). Bei einer CO_2-Steuer führen sie zu weiteren Emissionsreduktionen – für ein gegebenes Mengenziel ist dann eine niedrigere Steuer erforderlich, während bei unveränderter Steuer stärker reduziert wird als geplant. In einem ETS ohne Preiskorridor führen Emissionsreduktionen durch ergänzende politische Instrumente zu einem niedrigeren Zertifikatspreis; wenn ein Mindestpreis implementiert ist und erreicht wird, können zusätzlich Emissionen reduziert werden (siehe Kapitel 4.4). Grundsätzlich kann ein gegebener Steuerpfad zu sehr unterschiedlichen Emissionsmengen führen. Umgekehrt kann ein gegebenes Mengenziel in einem ETS (ohne Preiskorridor) zu sehr unterschiedlichen CO_2-Preisen führen.

[29] Der Mindestpreis im kalifornischen ETS liegt derzeit bei 15,63 Dollar. Höchstpreise, bei denen jeweils vorab definierte Kontingente zusätzlicher Zertifikate ausgegeben werden, liegen derzeit bei 54, 61 und 67 Dollar/tCO_2 (CARB 2019a).

[30] Der Mindestpreis in RGGI ab 2021 beträgt 6 Dollar/tCO_2 für 10 Prozent der jährlichen Gesamtmenge der Zertifikate. Der Höchstpreis ab 2021 beträgt 13 Dollar/tCO_2 für 10 Prozent der jährlichen Gesamtmenge der Zertifikate (RGGI 2019).

[31] Dieser Anstieg wurde jedoch im Zuge der „Gelbwesten"-Proteste von der französischen Regierung ausgesetzt.

Ein im Jahr 2021 bis 2030 und darüber hinaus angekündigter **deutscher CO_2-Steuerpfad** für den Verkehrs- und Wärmesektor wird kaum so eingestellt werden können, dass die Emissionsziele nach EU-Lastenteilungsverordnung zielgenau erreicht werden. Der CO_2-Steuerpfad sollte daher dynamisch angepasst werden (Aldy u. a. 2017; Carbon Pricing Leadership 2017). Dafür ist eine **geeignete Institution** erforderlich. Sie muss einerseits die vergangene und die bei gegebenem CO_2-Preispfad zukünftige Emissionsentwicklung beobachten und abschätzen, andererseits auch relevante ökonomische Parameter wie Konjunkturentwicklung, Energiemarktpreise, technologischen Fortschritt, Investitionsverhalten und Preiserwartung. Die Aufgabe dieser Institution wäre es, auf dieser Basis dann Vorschläge zur Anpassung (oder Beibehaltung) des CO_2-Steuerpfades zu erarbeiten. Bei den Abschätzungen sollte sie empirische Methoden zur Analyse von ökonomischen Fundamentaldaten und dem Verhalten von relevanten Akteuren verwenden, aber auch numerische Energie- und Zertifikatsmarktmodelle. Ein Peer-Review-Verfahren würde die Qualitätssicherung gewährleisten.

Vorschläge zur Anpassung des CO_2-Steuerpfades müssen verschiedene Ziele berücksichtigen und gewichten: vor allem das voraussichtliche Erreichen der Emissionsziele, die Wirtschaftlichkeit, soziale Auswirkungen sowie die Implikationen von angekündigten Änderungen beim CO_2-Preispfad für das Investitionsverhalten von Millionen von Akteuren. Im Blick bleiben muss ebenfalls, wie in Kapitel 5.5 diskutiert, die mögliche Überführung nationaler Preisinstrumente in regional übergeordnete Preissysteme mit anderen Preisniveaus und die Vermeidung von Preisschocks im Rahmen einer Sequenz von der nationalen zur europäischen CO_2-Bepreisung. Auch das Verhalten anderer Staaten in den internationalen Klimaverhandlungen kann im Rahmen konditionaler CO_2-Preisverhandlungen bei der Gestaltung von CO_2-Preispfaden eine Rolle spielen (siehe Kapitel 3).

Eine solche Institution sollte eine **Reputation der Verlässlichkeit und Glaubwürdigkeit** aufbauen. Ihre Aufgabe wäre es, Investitionsentscheidungen zu erleichtern, die unter Unsicherheit über die Anpassung der CO_2-Steuer getroffen werden. Angesichts der Komplexität dieser Aufgabe erscheint eine automatische Anpassungsregel unangemessen. Stattdessen sollte ein eigens bestelltes Komitee mit den erforderlichen Ressourcen zur Beobachtung der Märkte und Erarbeitung der erforderlichen Analysen eingesetzt werden. Dieses sollte mit einem klaren und expliziten Mandat versehen werden, welches die verschiedenen zu berücksichtigenden Ziele formuliert. Beim Bestimmen dieses Mandats stellen sich zwei zentrale Fragen: Erstens, wie frei ist das Komitee in der Gewichtung der verschiedenen Ziele? Zweitens, erarbeitet es Vorschläge an politische Entscheidungsgremien oder trifft es selbst Entscheidungen über die Anpassung des Steuerpfades, die dann nur noch entsprechend implementiert werden? Für die detaillierte Ausarbeitung des institutionellen Designs einer solchen Institution empfehlen wir einen entsprechenden Prüfauftrag.[32]

Anpassung unter Unsicherheit: ETS-Preiskorridore

Angesichts der erheblichen Unsicherheiten über Preiselastizitäten und zukünftige Marktentwicklungen im deutschen Verkehrs- und Wärmesektor ist eine Prognose der zu erwartenden Zertifikatspreise in einem DE-ETS im Jahr 2030 verlässlich nicht zu treffen. Angesichts der ambitionierten Ziele der EU-Lastenteilungsverordnung ist es allerdings möglich, dass sie sehr hoch liegen. **Ein Preiskorridor in einem DE-ETS reduziert diese Unsicherheit.**

Verschiedene Gründe sprechen für einen Preiskorridor in einem DE-ETS. Ein **Mindestpreis** signalisiert, wie in Kapitel 4 diskutiert, das mindestens zu erwartende CO_2-Preisniveau – und damit die Untergrenze der Rendite von Investitionen in emissionsarme Technologien. Er stützt zudem den Emissionsmarkt im

[32] Das UK Committee on Climate Change (https://www.theccc.org.uk/) ist eine Institution mit teils ähnlichen Funktionen. Ein weiteres Beispiel – ebenfalls mit anderem Mandat – ist der Irish Climate Change Council (http://www.climatecouncil.ie).

Falle unvorhergesehener Verzerrungen, die den Preis ineffizient niedrig fallen lassen könnten (siehe Kapitel 4 zum EU-ETS). Außerdem ermöglicht ein Mindestpreis in einer Welt niedriger CO_2-Preise klimapolitisch besonders ambitionierten Akteuren, zusätzliche Emissionsreduktionen durch ihr Verhalten zu erreichen (Ausschalten des Wasserbett-Effekts, siehe Kapitel 4). Institutionelle Optionen zur Einführung von Mindestpreisen werden in Kapitel 4.4 diskutiert. In einem DE-ETS wäre ein Reservepreis bei Auktionen eine geeignete Implementierungsform, wie sie bereits in Kalifornien und RGGI erfolgreich verwendet wird.

Bei der Wahl des **Höchstpreises** in einem DE-ETS muss berücksichtigt werden: Abschätzungen der SCC fallen mit bis zu 180 Euro/tCO_2 zwar teils recht hoch aus (siehe Kapitel 2), das Spektrum der Preise ist aber nach oben begrenzt. Aus einer theoretischen **Wohlfahrtsperspektive** sollte sich der Höchstpreis an den mittleren SCC zuzüglich eines Risikoaufschlags orientieren, der ein gewisses Maß an Unsicherheiten über das Klimasystem und die Klimaschäden berücksichtigt und damit dem Vorsorgeprinzip Rechnung trägt (Pizer 2002). Dadurch würde das Mengenziel im ETS gelockert, wenn die Kosten zum Erreichen des Ziels den sozialen Nutzen (um einen Risikoaufschlag korrigiert) übersteigen. Ein **pragmatischer Orientierungspunkt** zur Wahl des Höchstpreises in einem DE-ETS könnte grundsätzlich der AEA-Zertifikatspreis im Nicht-ETS-Emissionshandel zwischen Regierungen sein: Sollte sich dort etwa ein bestimmter Preis herausbilden, könnte die Bundesregierung zu diesem Preis im DE-ETS zusätzliche Zertifikate ausgeben, mit den Einnahmen bei anderen Regierungen Zertifikate einkaufen und somit entsprechende Flexibilität und Kostendeckelung zum Erreichen der EU-Emissionsziele gewährleisten. Allerdings ist zu erwarten, dass sich der AEA-Preis erst sehr spät herausbildet und volatil ist. Zudem dürfte der entsprechende Emissionshandel zwischen Regierungen Teil von umfassenderen politischen Vereinbarungen sein, mit anderen materiellen und immateriellen Zugeständnissen, so dass der AEA-Preis nicht die marginalen Kosten von Emissionsreduktionen signalisiert.[33]

Aus **politökonomischer Sicht** ist vor allem die politische Akzeptanz eines bestimmten maximalen CO_2-Preisniveaus von Bedeutung – und der entsprechenden (wahrgenommenen) Verteilungswirkungen. Zwar können im Prinzip differenzierte Rückerstattungsregeln für Einnahmen aus der CO_2-Bepreisung, insbesondere zur Vermeidung von Härtefällen, den politischen Spielraum für hohe CO_2-Preise erweitern (siehe Kapitel 8). Doch zumindest kurzfristig dürften kritische Belastungsgrenzen sichtbar werden, was die politische Unterstützung einer CO_2-Bepreisung gefährdet. Grundsätzlich sollte es möglich sein, einen Preiskorridor in einem DE-ETS mit der Zeit anzupassen. Dies kann etwa für die Handlungsfähigkeit in internationalen Preisverhandlungen entscheidend sein (Kapitel 3). Auch im Hinblick auf neue Informationen etwa über die Kosten von Vermeidungstechnologien oder über den Klimawandel (Brunner, Flachsland und Marschinski 2012) ergäben sich daraus vorteilhafte Flexibilitäten. Bei signifikanten klimapolitischen Änderungen braucht es daher sowohl bei einer CO_2-Steuer Anpassungen als auch beim Preiskorridor innerhalb eines Emissionshandelssystems. Allerdings wären darüber hinaus bei einer Steuer weitaus häufiger Justierungen bezüglich konjunktureller Schwankungen, beobachteter Nachfragereaktion oder Schwankungen in den Öl- und Gaspreisen nötig, um ein Emissionsziel zu erreichen. Zudem sollte ein DE-ETS Preiskorridor so ausgestaltet sein, dass bei der Überführung in das EU-ETS starke Preissprünge möglichst vermieden werden. Dabei gelten vergleichbare Überlegungen wie bei einer Institution zur Anpassung von CO_2-Steuersätzen. Entsprechende Analysen sollten ggf. ebenso Teil eines Prüfauftrags sein.

Für **Höchstpreise sind verschiedene Formen der Implementierung** in einem ETS denkbar (Burtraw, Palmer und Kahn 2010; Fell u. a. 2012). Bei einer sogenannten „harten“ Preisobergrenze werden zu einem bestimmten Höchstpreis unbegrenzt zusätzliche Zertifikate ausgegeben (Jacoby und Ellerman 2004). Wenn Marktteilnehmer bei dieser Form des Höchstpreises zusätzliche Zertifikate kaufen, wird

[33] Hahn und Stavins (1999) bieten eine analoge Analyse für den Kyoto-Emissionsmarkt zwischen Regierungen.

das Emissionsziel in der Regel verfehlt. Dagegen wird bei einer „weichen“ Obergrenze bei definierten Preisniveaus eine limitierte Menge zusätzlicher Zertifikate versteigert (Murray, Newell und Pizer 2009). Damit entsteht eine stufenförmige staatliche Angebotsfunktion für Zertifikate mit entsprechender Kontrolle über die Zertifikate- und Emissionsmengen. Dieser Ansatz ist im kalifornischen ETS implementiert. Dort werden bei Preisen von derzeit 54, 61 und 67 Dollar/tCO_2 jeweils bestimmte Zertifikatsmengen zusätzlich ausgegeben. Die zu gleichen Teilen auf diese drei Preisgrenzen aufgeteilte Reserve wird von 2021 bis 2030 mit jährlich neu dazu kommenden Zertifikaten gefüllt (deren Zahl sinkt von 10,5 Millionen im Jahr 2021 linear auf Null in 2030). Zusätzlich wird die Reserve aus den aufgrund des Mindestpreises nicht versteigerten Zertifikaten (CARB 2019b; CARB 2019a) aufgefüllt. Der Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, dass durch die drei gestuften Höchstpreisgrenzen die zusätzliche Menge der Zertifikate begrenzt ist, die bei hohen Zertifikatspreisen auf dem Markt verkauft wird. Auch RGGI hat eine „Cost Containment Reserve“ als weiche Preisobergrenze implementiert. Dort werden ab 2021 bei Preisen von 13 Dollar/tCO_2 maximal 10 Prozent der gesamten Cap versteigert (Anstieg des Höchstpreises um jährlich 7 Prozent; RGGI 2019). Eine dritte Option ist die Einführung einer Strafzahlung, die Unternehmen von der Pflicht entbindet, Zertifikate einzureichen. Das setzt ebenfalls eine Höchstgrenze für den durch die Unternehmen für CO_2-Emissionen zu zahlenden Preis und lässt die kumulative Menge der Zertifikate unberührt. Die Menge der tatsächlichen Emissionen kann in diesem Fall freilich die Menge der Zertifikate übersteigen.

Es werden verschiedentlich **Bedenken geäußert, dass die Vermeidungswirkung in einem ETS mit Höchstpreis bei ineffizientem Marktverhalten** geschwächt werden könnte. In einem Emissionshandelssystem mit Banking stellen Zertifikate grundsätzlich eine finanzielle Anlage dar, die über die regulierten Firmen hinaus auch für Finanzmarktakteure attraktiv sein kann. Daher ist ein Marktüberschwang („Exuberance“) möglich, wenn insbesondere diese Akteure spekulatives „Asset Pricing“ (Shiller 2014) betreiben. Ein Anlass zu einer spekulativen Übertreibung könnte die politische Unsicherheit über Änderungen am ETS oder über die Weiterführung des ETS nach 2030 sein. Käme es zu einer systematischen Fehleinschätzung, könnte – ähnlich wie möglicherweise infolge der letzten EU-ETS-Reform – eine Preisblase entstehen (vgl. Friedrich und Pahle 2019; siehe auch Kapitel 4). Ein Höchstpreis, der mit einer Rate steigt, die über der erwarteten Rendite vergleichbarer Anlagen liegt, könnte das Risiko solcher irrationalen Preisübertreibungen vergrößern. Gäbe es einen „harten Höchstpreis“, würden im Fall einer Überbewertung des Zertifikatspreises mehr Zertifikate ausgegeben, als wünschenswert wäre. Durch das Banking würden diese Zertifikate jedoch im Markt verbleiben, selbst wenn der Höchstpreis nicht mehr bindend sein sollte. Eine solche Spekulationsblase schwächt daher die Wirkung des Emissionshandels durch die Ausgabe zusätzlicher Zertifikate. Es ist jedoch unklar, ob und unter welchen Umständen es dazu kommen würde. Wir empfehlen daher, diese Aspekte im Rahmen eines **Prüfauftrags** zur Finanzmarktregulierung und Ausgestaltung des ETS genauer zu untersuchen.

Der Preiskorridor ermöglicht das Austarieren eines **politischen Kompromisses** über die minimale und maximale gesellschaftliche Zahlungsbereitschaft für den Klimaschutz. Diese Fragen sollten geklärt werden, bevor starke Schwankungen des Zertifikatspreises zu politischen Verwerfungen führen, die dann verzerrende Ad-hoc-Interventionen erforderlich machen. Die Einigung über einen ETS-Preiskorridor erhöht das Vertrauen in die Klimapolitik. Sie erleichtert damit Vorhersagbarkeit und Investitionsentscheidungen. Entsprechend werden politische Verhandlungen über einen CO_2-Steuerpfad zu einem Kompromiss darüber führen müssen, wie viel Geld verschiedene gesellschaftliche Gruppen für Klimapolitik zu zahlen bereit sind.

6.3. Preispfade für Deutschland und Europa

Nach den grundsätzlichen Überlegungen wird hier die **Bestimmung konkreter CO_2-Preispfade** für eine deutsche CO_2-Steuer (Option 2b) beziehungsweise eines konkreten Preiskorridors für ein DE-ETS (Option 3a) behandelt. Im EU-ETS schlagen wir schon kurzfristig auf nationaler Ebene, oder besser noch in einer Koalition von mehreren oder allen Mitgliedstaaten, einen Mindestpreis vor (siehe Kapitel 4). Perspektivisch sollte auch im EU-ETS ein Höchstpreis und damit ein Preiskorridor eingeführt werden, um die im vorigen Abschnitt diskutierten politischen Risiken von Preisanstiegen einzudämmen.

Es sei ausdrücklich betont, dass die im Folgenden genannten Zahlen als **Beitrag zu einer expliziten und möglichst spezifischen Debatte** für die Vorbereitung einer deutschen CO_2-Preisreform zu verstehen sind, nicht als endgültiger Implementierungsvorschlag. Ein Prüfauftrag zur Ausgestaltung der CO_2-Preispfade sollte die entsprechenden Vorschläge näher untersuchen helfen.

Vor dem Hintergrund der grundsätzlichen Überlegungen des vorigen Kapitels schlagen wir vor (siehe Tabelle 6.3): Ein **deutscher CO_2-Steuerpfad** im Verkehrs- und Wärmebereich sollte bei **50 Euro/tCO_2 im Jahr 2020** beginnen und dann jährlich um etwa 10 Prozent aufwachsen, auf **130 Euro/tCO_2 in 2030**. Hinzu sollte ein Inflationsausgleich kommen. Das ist auf Basis der Abschätzung der Preiselastizitäten in dieser Expertise (Kapitel 6.1) der mittlere erwartete Wert zum Erreichen der deutschen Ziele in 2030 nach EU-Lastenteilungsverordnung. Damit kann in 2020 ein relativ moderater und politisch potentiell akzeptabler Einstieg gewählt werden. Nach der Einführungsphase bis 2030 könnte der Preispfad nach dem kalifornischen Beispiel danach etwa mit 5 Prozent pro Jahr (plus Inflationsausgleich) weiter ansteigen. Wie im vorigen Kapitel diskutiert, sollte in jedem Fall eine Institution eingesetzt werden, die die Effektivität des CO_2-Preispfades laufend prüft und Vorschläge bei notwendigen Anpassung vorlegt. Teil eines Prüfauftrags sollte sein, ob mit diesem Steuerpfad die jahresscharfen Ziele der EU-Lastenteilungsverordnung – also bei limitierter temporaler Flexibilität 2021 bis 2030 – plausibel erreicht werden können.

Tabelle 6.3: Mögliche CO_2-Preise 2020 und 2030 für eine deutsche CO_2-Steuer (Option 2a), einen Preiskorridor in einem DE-ETS (Option 3a) und einen Preiskorridor im EU-ETS (Option 4) je Tonne tCO_2.

	Jahr 2020	Jahr 2030
CO_2-Steuer	50 Euro	130 Euro
DE-ETS		
Mindestpreis	35 Euro	70 Euro
Höchstpreis	70 Euro	180 Euro
EU-ETS		
Mindestpreis	20 Euro	35 Euro
Höchstpreis	100 Euro	175 Euro
Stern-Stiglitz-Kommission	35-70 Euro	45-90 Euro
Social Cost of Carbon	46 [134] Euro	55 [166] Euro

Anmerkung: Die Preise der Stern-Stiglitz-Kommisssion beziehen sich auf das Erreichen eines globalen 2-Grad-Ziels (siehe Kapitel 2.1). Die Social Cost of Carbon sind der National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2017) entnommen für eine mittlere Diskontrate (3%); die Werte in eckigen Klammern beziehen sich auf das 95. Perzentil der Social Cost of Carbon (siehe Kapitel 2.1).

Für ein **DE-ETS** schlagen wir einen anfänglichen **Mindestpreis** in Höhe von **35 Euro/tCO_2 in 2020** vor, der mit jährlich 10 Prozent aufwächst, auf etwa **70 Euro/tCO_2** im Jahr 2030. Als **Höchstpreis** schlagen wir einen Startwert von **70 Euro/tCO_2 in 2020** vor, ansteigend auf etwa **180 Euro/tCO_2 in 2030.** Auch hier sind Mindest- und Höchstpreis zuzüglich eines Inflationsausgleichs zu verstehen. Den angemessenen Höchstpreis genauer zu bestimmen, erfordert eine nähere Untersuchung; dabei sind Fragen der Wahl der SCC für diese Zwecke, politische Fragen der maximalen Belastbarkeit sowie Fragen bezüglich eines möglicherweise problematischen Marktverhaltens bei einem Höchstpreis zu klären. Der Zielwert von ca. 70 Euro/tCO_2 für den Mindestpreis in 2030 entspricht etwa dem unteren Ende der Spanne, die wir für das Erreichen der deutschen Emissionsziele veranschlagt haben (Kapitel 6.1). Der Zielwert von 180 Euro/tCO_2 für den Höchstpreis in 2030 ergibt sich aus einer jährlichen Anstiegsrate 2020 bis 2030 von 10 Prozent. Er ist zudem über dem Preis von 130 Euro/CO_2 gewählt, der als mittlerer erforderlicher Wert zum Erreichen der EU-Ziele veranschlagt wird. Denn das Ziel eines Preiskorridors sollte nicht darin bestehen, den erwarteten Zertifikatspreis direkt zu setzen.

Für einen **Mindestpreis im EU-ETS** schlagen wir einen Wert von **20 Euro/tCO_2 im Jahr 2020 vor, der** auf **35 Euro/tCO_2 im Jahr 2030** ansteigt (plus Inflationsausgleich). Die jährliche Anstiegsrate beträgt damit rund **5 Prozent,** da die Einführungsphase des Instruments hier als abgeschlossen betrachtet werden kann. Dieser Pfad entspricht ungefähr dem mittleren erwarteten EUA-Preispfad im LIMES-Modell (Osorio u. a. 2018). Als **Höchstpreispfad** schlagen wir indikativ **100 Euro/tCO_2 im Jahr 2020** und einen Anstieg von rund **5 Prozent pro Jahr** auf **175 Euro/tCO_2 in 2030** vor (plus Inflationsausgleich). Auch hier regen wir einen Prüfauftrag zur näheren Untersuchung der relevanten Fragen an.

7. Komplementäre Instrumente und Reformen

Komplementäre Instrumente und Maßnahmen zu einem CO_2-Preispfad sind dann notwendig, wenn es **über die Externalität „Klima" hinaus weitere Markt- oder Politikversagen** gibt (Carbon Pricing Leadership 2017; Goulder und Parry 2008; IPCC 2014). Dazu gehören insbesondere das Problem der glaubwürdigen Selbstbindung von Regierungen bei der Ankündigung langfristiger CO_2-Preispfade (Kapitel 2; Brunner et al., 2012; Kalkuhl et al., 2019), damit zusammenhängende Marktversagen wie die Kurzsichtigkeit von wirtschaftlichen Akteuren (Allcott und Wozny 2014), unvollständige Informationen über anfallende Energiekosten (Allcott und Taubinsky 2015), begrenzt rationale Konsumenten (Blasch, Filippini und Kumar 2019), Externalitäten bei der Entwicklung von Technologien zur Vermeidung von CO_2-Emissionen (Jaffe, Newell und Stavins 2005) und Netzwerk-Externalitäten beim Ausbau von Infrastruktur (Li u. a. 2017). Im Umkehrschluss bedeutet dies aber auch, dass nicht jedes zusätzliche klimapolitische Instrument gerechtfertigt ist: Es sollten zusätzliche Maßnahmen nur dann implementiert werden, wenn sie gut begründet sind und ein bestehendes Markt- oder Politikversagen mindern können. Solche sektoralen und übersektoralen Maßnahmen sollten in Zukunft im Zusammenspiel mit einem zunehmend sektorübergreifenden einheitlichen Preispfad analysiert, geplant, implementiert und zu gegebener Zeit auch wieder beendet werden. Wir empfehlen **die klimapolitischen Planungen an einem CO_2-Preispfad auszurichten.**

Im **Verkehrssektor** lässt sich zeigen, dass bei Kurzsichtigkeit der Autokäufer neben einem CO_2-Preis sowohl Effizienzstandards als auch ein Bonus-Malus-System für eine effiziente Klimapolitik erforderlich sind (Anderson und Sallee 2016). Darüber hinaus könnten beim Kauf die erwarteten aggregierten Energiekosten für repräsentative Fahrer ausgewiesen werden, um eine informierte und rationale Kaufentscheidung zu unterstützen. Die dynamische Effizienz der Klimapolitik kann auch dadurch erhöht werden, dass die Infrastruktur für Elektromobilität und den öffentlichen Nah- und Fernverkehr ausgebaut wird und die Rahmenbedingungen für intelligenten Güterverkehr geschaffen werden. Neben dem Klima sind vor allem Staus, lokale Luftverschmutzung und Unfälle als weitere Externalitäten relevant (Anas und Lindsey 2011; MCC 2019). Als Instrument bietet sich hier vor allem eine zeitlich und räumlich differenzierte Bepreisung an, etwa in Form von Mautsystemen (Anas und Lindsey 2011; RWI und Stiftung Mercator 2019; Vickrey 1969). Eine Umstellung der Bepreisung im Verkehrssektor von den bisherigen Energiesteuern auf Mautsysteme, die an der Nutzung und den jeweiligen Externalitäten ausgerichtet sind, könnte zudem Haushalte in ländlichen Gebieten entlasten. Denn die externen Kosten des Verkehrs sind in ländlichen Gegenden erheblich niedriger (van Dender 2019). Durch eine derartige Umstellung würden CO_2-Emissionen verstärkt in Städten vermieden, in denen dies durch vorhandene und weiter ausgebaute ÖPNV-Systeme auch einfacher zu erreichen ist.

Solange im Verkehrssektor keine umfassende Reform zur Internalisierung aller relevanten Externalitäten erfolgt ist, sollte der **bestehende Energiesteuersatz übergangsweise beibehalten werden**, um sie wenigstens näherungsweise zu internalisieren (Coady, Parry und Shang 2018). Zugleich wird damit Zeit gewonnen, um Ersatz für die durch die Dekarbonisierung absehbaren langfristigen Einnahmeausfälle der Energiesteuer zu finden. Die Energiesteuer leistet einen signifikanten Beitrag für den Bundeshaushalt: 40,9 Milliarden Euro Aufkommen in 2018 entsprachen 38 Prozent der gesamten reinen Bundessteuern (BMF 2019). 85 Prozent dieses Aufkommens entsteht im Straßenverkehr. Auch aus fiskalischer Perspektive muss also eine grundlegende Reform der verkehrspolitischen Instrumente sorgfältig vorbereitet und durchgeführt werden. Im Zuge einer solchen umfassenden Reform könnten dann auch die Energiesteuersätze entsprechend auf das Niveau eines sektorübergreifenden CO_2-Preises bzw. auf die EU-Mindestsätze in Falle eines DE-ETS angepasst werden. Bereits in der Zwischenzeit ist eine Angleichung der Steuersätze für Diesel an das Niveau von Benzin möglich: Zwar ist ein Diesel-Fahrzeug beim Verbrauch pro Kilometer effizienter – aber pro Liter stößt es deutlich mehr CO_2-Emissionen aus

als ein Benziner. Zudem hat der Steuervorteil des Diesel den Kauf schwerer und PS-starker Autos so begünstigt, dass die Effizienzvorteile der Dieseltechnologie zunichte gemacht wurden (Harding 2014).

Im **Gebäudesektor** können verschiedene Marktversagen im Zusammenhang mit Energieeffizienzmaßnahmen auftreten (Gillingham und Palmer 2014). Dazu gehören Principal-Agent-Probleme bei geteilten Anreizen zwischen Hausbesitzern und Mietern, unvollständige Informationen etwa über Projektkosten energetischer Sanierung, Kreditrationierung etwa bei der Durchführung von kapitalintensiven Sanierungsmaßnahmen und Lerneffekte bei der Nutzung neuer Technologien. Darüber hinaus können auch Verhaltensanomalien vorliegen: zum Beispiel verzerrte Präferenzen (etwa durch mangelnde Selbstkontrolle bei Investitionsentscheidungen) oder Verzerrungen in der Entscheidungsfindung (etwa durch begrenzte Aufmerksamkeit gegenüber möglichen zukünftigen Kosteneinsparungen). Denkbare Instrumente sind in beiden Fällen (ggf. verbilligte) Kredite, Zuschüsse, Informationsinstrumente wie Effizienzlabel, Steuernachlässe sowie Technologiestandards (Rosenow u. a. 2016).

Ähnlich wie im Straßenverkehr gibt es auch im **Gebäudebereich weitere Externalitäten** durch die Energienutzung. Dies betrifft vor allem die lokale Luftverschmutzung durch Feinstaub und andere Schadstoffe aus Kleinfeuerungsanlagen (UBA 2016). Während die Verbrennung von Biomasse den größten Anteil an den Feinstaub-Emissionen hat, trägt auch die Verfeuerung aus Heizöl und Erdgas zu dieser Belastung bei (UBA 2016). Nach Berechnungen des UBA (2019) sind insbesondere die externen Kosten durch Luftverschmutzung aus Verbrennung der Braunkohle und der Biomasse erheblich. Hier wäre daher gesondert zu prüfen, inwiefern differenzierte Steuern auf die Energieträger eine weitere Internalisierung der externen Kosten der Luftverschmutzung erreichen können. Weil die externen Kosten von der Hintergrundbelastung mit Feinstaub abhängen und zudem stark an den Stand der Technik der Verbrennungsöfen gekoppelt sind, könnten sich Steuern hier als wenig effizient erweisen. In diesem Fall sollte daher geprüft werden, ob regulatorische Ansätze oder eine Kombination aus Instrumenten der Bepreisung und ordnungsrechtlichen Instrumenten effektiver sind.

Die **Stromsteuer** sollte auf den europäischen Mindestsatz abgesenkt werden. Damit würde Strom im Vergleich zu anderen Endenergieträgern wettbewerbsfähiger. Ein geringerer Strompreis würde die anstehende Elektrifizierung (Sektorkopplung) vereinfachen – und damit bei zunehmend emissionsarmen Strom eine Dekarbonisierung der Sektoren Verkehr (z.B. Elektromobilität) und Wärme (z.B. Wärmepumpen) ermöglichen. Zudem würde eine Reduktion der Stromsteuer untere Einkommensgruppen entlasten (siehe Kapitel 8).

Einen erheblichen Anteil der Kosten für Strom stellen derzeit die Netzentgelte und die EEG-Umlage dar (BDEW 2019). **Netzentgelte** werden in der Regel als Arbeitspreis (Cent/kWh) erhoben; für Großverbraucher wie Industriekunden gibt es darüber hinaus Grundpreise. Eine Umschichtung der Netzentgelte in Richtung Grundpreise wäre für alle Verbraucher wünschenswert, weil dadurch die Elektrifizierung des Verkehrs- und Wärmesektors befördert würde. Andererseits wäre eine solche Verschiebung vermutlich regressiv, weil sie ärmere Haushalte stärker belastet; daher sollten sozialverträgliche Finanzierungmodelle geprüft werden.

Die **EEG-Umlage** würde durch einen steigenden CO_2-Preis automatisch reduziert. Durch die höheren Kosten für Kohle- und Gaskraftwerke steigt dann der Preis für Strom im Großhandel. Dies wiederum senkt die Differenzkosten (Differenz zwischen Strompreis und Fördersätzen) für die Förderung des Ausbaus der erneuerbaren Energien – und damit die EEG-Umlage. Investitionen in erneuerbare Energien wären damit auch ohne weitere Förderung auf Grund eines steigenden CO_2-Preises wettbewerbsfähig. Verschiedentlich wurde eine Steuerfinanzierung der EEG-Umlage zu Abfederung ihrer regressiven Verteilungswirkung (Bach, Harnisch und Isaak 2018; Frondel und Sommer 2014) und zur Reduktion von Verzerrungen auf den Strommärkten vorgeschlagen. Die Verteilungswirkungen dieser Maßnahme wären jedoch gering, wenn sie fiskalisch vollständig durch eine Reduktion der Pro-Kopf-Rückerstattungen

von CO_2-Preisen an Haushalte gegenfinanziert würde (siehe Kapitel 8). Die Effizienz- und Verteilungsaspekte verschiedener Reformoptionen für Netzentgelte und EEG-Förderung sollten eingehender geprüft werden.

Zonenpreise oder Knotenpreise (sogenanntes **Nodal Pricing**) können im Vergleich zum bundesweit einheitlichen Preis die Effizienz des Strommarktes erhöhen, weil sich dadurch die Möglichkeit ergäbe, den erforderlichen Netzausbau (mit entsprechenden Kosten) zu reduzieren. Dabei müssen allerdings verschiedene Vor- und Nachteile gegenüber der gegenwärtigen Regelung abgewogen werden (Maurer, Zimmer und Hirth 2018).

8. Fiskalische Auswirkungen, Rückerstattung der Einnahmen und Verteilungswirkungen

Die fiskalischen und verteilungspolitischen Auswirkungen einer CO_2-Preisreform hängen maßgeblich davon ab, wie die eingenommenen Mittel verwendet werden. Wir betrachten daher verschiedene Alternativen für **Rückerstattung und Verwendung der Einnahmen**. Während in einigen Staaten die Einnahmen aus der CO_2-Bepreisung vollständig dem Staatshaushalt zufließen (beispielsweise in Schweden), sehen die meisten Systeme eine Zweckbindung der Einnahmen vor, die Haushalten zugutekommen soll, Unternehmen oder auch der Allgemeinheit in Form von Investitionen in Infrastruktur und Umweltprogramme (Klenert u. a. 2018). Zwar ist aus ökonomischer Sicht eine Absenkung der am stärksten verzerrenden bereits bestehenden Steuern effizient („Weak Double Dividend"). Eine Rückerstattung an verschiedene gesellschaftliche Gruppen kann jedoch soziale Härten abmildern oder durch erhöhte Energiekosten bedingte wirtschaftliche Standortnachteile teilweise ausgleichen – und damit die Akzeptanz von CO_2-Bepreisung in Wirtschaft und Gesellschaft erhöhen (Kalkuhl u. a. 2018). Die Rückerstattung an Haushalte hat zudem eine bedeutende Signalwirkung: Die Lenkungswirkung einer CO_2-Bepreisung wird sichtbar gemacht, und das sonst mit Steuern oft (negativ) verbundene Einnahmenmotiv des Staates rückt in den Hintergrund.

Als **direkte Mechanismen zur Rückerstattungen an Haushalte** sind grundsätzlich eine Reihe von Optionen denkbar. Diese beinhalten eine Reduktion von Steuern und Abgaben (Erhöhung von Freibeträgen, Senkung von Steuersätzen, Senkung von Sozialversicherungsbeiträgen), eine Erhöhung von bestehenden Transfers (Sozialhilfe, Wohngeld, Kindergeld, Rente) sowie die Schaffung neuer Transfersysteme. Bei all diesen Optionen wird jeweils nur eine bestimmte Gruppe berücksichtigt, also beispielsweise Steuerzahler, Rentner oder Transferempfänger. Ein universaler Rücktransfer wäre prinzipiell auch über eine Absenkung der Umsatzsteuer möglich.

Eine andere, etwa in der Schweiz praktizierte Alternative ist die Rückzahlung eines einheitlichen Pro-Kopf-Betrags – eine **Klimadividende**. Dies ist gleich in mehrfacher Hinsicht attraktiv: (1) Die Klimadividende schafft einen wahrnehmbaren Nutzen für Haushalte. Dieser Effekt kann die Akzeptanz erhöhen, insbesondere wenn die Erstattung zu Beginn der Reform bzw. zu Beginn eines Jahres erfolgt und damit vertrauensbildend für eine angestrebte Entlastung oder Belastungsneutralität wirkt. (2) Die Klimadividende wirkt der regressiven Verteilungswirkung höherer Energiepreise entgegen und entlastet ärmere Haushalte überproportional. (3) Ein einheitlicher Pro-Kopf-Betrag verkörpert den Gleichheitsgrundsatz in Bezug auf die Nutzung von Gemeinschaftsgütern: Der CO_2-Preis kann als ein Knappheits- oder Nutzungspreis für eine begrenzte natürliche Ressource verstanden werden, nämlich den begrenzten Deponieraum der Atmosphäre als ein Gemeinschaftsgut für die Menschheit (Edenhofer und Flachsland 2012; siehe auch Kapitel 2). Eine einheitliche, aufkommensneutrale Rückerstattung ordnet jedem Bürger einen gleich großen Vermögensanteil zu – wer das Gemeinschaftsgut „Atmosphäre" entsprechend diesem Vermögensanteil nutzt, für den gleichen sich CO_2-Preis und Rückerstattung exakt aus. Für eine überdurchschnittliche Nutzung wird dagegen eine Kompensation fällig, die denen zugutekommt, die die Atmosphäre unterdurchschnittlich nutzen.

Alternativ bietet sich die Senkung verzerrender Steuern an. Einkommensteuern oder Lohnnebenkosten zu reduzieren, wäre zwar effizienzsteigernd. Doch die Effekte wären eher langfristiger Natur, für die Bevölkerung kaum sichtbar und zudem nur schwach mit der Belastung durch CO_2-Steuern korreliert. Hinzu kommt: Die **CO_2-Bepreisung ist keine dauerhafte und verlässliche Steuergrundlage**, weil das Volumen stark von volatilen und unsicheren Einflussgrößen abhängt – vom klimapolitischen Ambitionsniveau, von Vermeidungskosten und von technologischen Durchbrüchen. Langfristig hat Klimapolitik ja sogar erklärtermaßen das Erodieren der Steuerbasis bzw. CO_2-Emissionen zum Ziel.

Diese Unsicherheiten und der transformative Charakter sind also Herausforderungen für haushaltspolitische Planungen. Unvorhergesehene Steuerausfälle müssten mit Schulden oder Umstrukturierungen im Steuersystem kompensiert werden.

Eine weitere Option der Rückerstattung, neben der Senkung von direkten Steuern, ist im Energiebereich die **Senkung der Stromsteuer** sowie die **Abschaffung der EEG-Umlage** und eine Umstellung der EEG-Finanzierung auf CO_2-Preiseinnahmen (siehe Kapitel 7). Neben den möglichen Effizienzgewinnen und einer vereinfachten Sektorkopplung bietet das auch einen gewissen Ausgleich. Denn die Entlastung durch entsprechend geringere Strompreise ist mit der steigenden Belastung durch höhere CO_2-Preise grob korreliert.

In den folgenden Analysen sind alle Rückerstattungen prinzipiell so modelliert, dass sie **für die Haushalte in der Summe aufkommensneutral sind**. Die direkten Mehrkosten, die die Haushalte durch die CO_2-Bepreisung zu tragen haben, stellen ein eigenes Budget dar und werden für Maßnahmen wie Pro-Kopf-Rückerstattungen und Steuersenkungen verwendet, die ausschließlich den Haushalten zugutekommen. Das heißt, dass aus diesen Mitteln auch nur die Absenkung jenes Anteils der Stromsteuern finanziert wird, für den bisher die Haushalte aufkommen. Die Mittel zur Absenkung des Stromsteueranteils, den Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen erbringen, wird aus den verbleibenden Einnahmen aus der CO_2-Bepreisung finanziert. Ebenso wird nur der Preisaufschlag zu den bestehenden Energiesteuern im Wärmesektor als finanzielle Belastung zum gegenwärtigen System betrachtet. Das bedeutet, dass die Einnahmen aus den bestehenden Energiesteuern auch nach einer CO_2-Preisreform dem öffentlichen Haushalt zufließen und nur die Differenz aus CO_2-Preis und bestehen Energiesteuern für etwaige Rückerstattungsoptionen zur Verfügung steht. Dadurch verbleiben die zusätzlichen CO_2-Ausgaben durch den Energiekonsum der Haushalte letztlich vollständig bei den Haushalten.[34]

Für die **quantitative Modellierung der Verteilungswirkung einer CO_2-Bepreisung berücksichtigen wir alternativ die folgenden Optionen der Rückerstattung** (RO):

RO-1. **Keine Rückerstattung** (Einnahmen aus der CO_2-Bepreisung verbleiben komplett im allgemeinen Haushalt).

RO-2. Der Einnahmenanteil, der aus Zahlungen der Haushalte im Bereich Verkehr und Wärme resultiert, wird komplett (aufkommensneutral) als **Pro-Kopf-Betrag an die Haushalte** rückerstattet.

RO-3. Der Einnahmenanteil, der aus Zahlungen der Haushalte im Bereich Verkehr und Wärme resultiert, wird zunächst verwendet**, um die Stromsteuer** für Haushalte auf den EU-Mindestsatz **zu senken.** Die verbleibenden Mittel werden als **Pro-Kopf-Betrag an Haushalte** rückerstattet. Wie alle anderen Optionen außer RO-1 ist dies insgesamt belastungsneutral für Haushalte.

[34] Neben den direkten Energiekosten steigen je nach Kohlenstoff- und Energieintensität auch die Preise für Waren und Dienstleistungen, die die Haushalte konsumieren. Diese indirekten Effekte werden hier vernachlässigt, weil deren Modellierung eine Differenzierung nach ETS vs. Nicht-ETS-Sektor entlang des gesamten Produktionszyklus eines Produktes erfordert. Zudem ist die Überwälzbarkeit der Kosten auf Konsumenten stark davon abhängig, wie sehr ein Anbieter im internationalen oder europäischen Wettbewerb steht. Im Gegensatz zu den direkten Preisanstiegen bei den Energieausgaben sind die Verteilungswirkungen durch indirekte Preisanstiege in Deutschland progressiv, da reichere Haushalte kohlenstoffintensivere Güter und Dienstleistungen konsumieren (Liu 2018).

RO-4. Wie RO-3, allerdings wird aus der Verteilungsmasse zusätzlich die Finanzierung der EEG-Umlage herausgenommen, so dass **die EEG-Umlage für Haushalte sinkt** bzw. bei ausreichendem Finanzvolumen komplett entfällt.

RO-5. Wie in RO-3, allerdings unter Hinzunahme der entsprechenden Einnahmen aus dem **EU-ETS-Sektor** (es werden also auch anteilige Zahlungen der Haushalte für Zertifikatskosten für Strom und Fernwärme rückerstattet).

RO-6. Wie in RO-3, allerdings erhalten **Kinder und Jugendliche unter 18 Jahren nur 50 Prozent der Pro-Kopf-Erstattung** für Erwachsene (deren Betrag sich entsprechend erhöht).

RO-7. Wie in RO-3, allerdings erstattet ein **generischer Härtefallfonds** 50 Prozent der Mehrbelastung, wenn die Kosten des CO_2-Preises trotz Pro-Kopf-Rückerstattung 1 Prozent der Konsumausgaben übersteigen. Die drei reichsten Dezile der Haushalte bleiben von der Härtefallregelung ausgeschlossen.

RO-3 bildet dabei die Referenzoption für die Sensitivitätsanalysen (unterschiedliche CO_2-Preise), für die fiskalischen Auswirkungen sowie für die Betrachtung von besonders hohen Belastungen. Die Wahl von RO-3 als Referenzoption ist dabei nicht als normative Empfehlung für dieses Modell zu verstehen, sondern hat primär illustrative Gründe: Es zeigen sich hier bereits wesentliche fiskalische und verteilungspolitische Effekte, die je nach Preisszenarien und Rückerstattungsmechanismus entsprechend variieren. Bei der Berechnung der Einnahmen und belastungsneutralen Rückerstattung an Haushalte wird die Umsatzsteuer auf den CO_2-Preis mitberücksichtigt, da sie die Belastung der Haushalte entsprechend erhöht.[35]

Eine detaillierte Analyse der Rückerstattungsoptionen für CO_2-Preiszahlungen der Sektoren Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie (z.B. im Rahmen der bestehenden Ausnahmeregelungen bei den Energiesteuern, siehe Kapitel 9) kann aufgrund mangelnder Datengrundlage nicht bereitgestellt werden und wird für einen entsprechenden Prüfauftrag empfohlen.

8.1. Fiskalische Auswirkungen

Für eine **quantitative Abschätzung der fiskalischen Effekte sowie der Steuerinzidenz für Haushalte** betrachten wir im Folgenden eine CO_2-Steuer für die Nicht-ETS-Sektoren. Dabei wird im Wärmesektor der CO_2-Preis mit den impliziten CO_2-Preisen durch die bestehenden Energiesteuern auf Erdgas, Heizöl und Kohle verrechnet, so dass hier über alle Energieträger ein einheitlicher CO_2-Preis gilt (siehe Kapitel 5). Im Verkehrssektor dagegen werden die Mineralölsteuern auf Benzin und Diesel nicht verrechnet – hier wird der CO_2-Preis voll aufgeschlagen (zur Plausibilität dieser Annahme siehe Kapitel 5 und 7). Die Berechnung entspricht im Spektrum der vier in dieser Expertise betrachteten Optionen einer CO_2-Bepreisung also der **CO_2-Steuer** mit dem dargestellten Preis (Option 2b). Das Steueraufkommen und die Verteilungswirkungen sind im Wesentlichen äquivalent zu einem **DE-ETS** mit entsprechend hohen Zertifikatspreisen (Option 3a).

[35] Durch eine Rückerstattung in Form von Stromsteuersenkung oder Klimadividende können die Haushalte wiederum Konsumausgaben tätigen, die ebenfalls umsatzsteuerpflichtig sind. Dadurch kommt es zu keinen größeren Änderungen im Umsatzsteueraufkommen. Weil die Erlöse der Umsatzsteuer jedoch Bund und Ländern zufließen, müssten die Länder den Teil der Umsatzsteuereinnahmen, die durch die CO_2-Bepreisung generiert werden, dem Bund zur Finanzierung der Rückerstattung an die Haushalte zuführen.

Darüber hinaus wird die **Einbeziehung in das EU-ETS** (Option 4a) für einen einheitlichen CO_2-Preis im EU-ETS und im Wärme- und Verkehrssektor betrachtet. Dazu wird angenommen, dass die Auktionsrechte für die in Deutschland anfallenden Emissionen in den bisherigen Nicht-ETS-Sektoren vollständig Deutschland zufallen und dass diese versteigert werden. Die Emissionshandelsrichtlinie könnte allerdings auch dahingehend ausgelegt werden, dass Deutschland nur 20 Prozent der Zertifikate aus den eingebrachten Sektoren erhält und damit versteigern kann. Hier besteht eine substanzielle Unsicherheit, die in politischen Verhandlungen berücksichtigt werden muss. Weiterhin wird durch die Einbeziehung des Verkehrs- und Wärmesektors in das EU-ETS ein moderater Preisanstieg im EU-ETS auf ca. 45 Euro/tCO_2 im Jahr 2030 unterstellt. Würden andere Staaten dem Beispiel Deutschlands folgen und ihre Emissionen in Verkehr und Wärme ebenfalls in das EU-ETS einbringen, wäre mit deutlich höheren Preisanstiegen zu rechnen (siehe Kapitel 6.1).

Die Ergebnisse der Modellierung sind in Tabelle 8.1 dargestellt. Es werden dabei drei Preisszenarien betrachtet. In diesen sind aufgrund unterschiedlicher Elastizitäten und Baseline-Emissionen unterschiedlich hohe CO_2-Preise nötig, um annähernd jene Emissionen im Verkehrs- und Wärmesektor zu erreichen, die im Einklang mit den Minderungszielen nach EU-Lastenteilungsverordnung stehen (siehe Kapitel 6.1). Die Berechnungen berücksichtigen das Absenken der Steuerbasis durch die Nachfragereaktion bei Diesel, Benzin, Heizöl, Erdgas und restlichem Kohlenstoff im Nicht-ETS-Sektor gemäß der Elastizitäten und Baseline-Emissionen in Tabelle 6.1. Die Berechnung wird für das Jahr 2020 (kurzfristige Folgen bei Einführung der Reform) sowie für das Jahr 2030 (langfristige Folgen) erstellt. Die Rückerstattung an Haushalte erfolgt gemäß RO-3 (Stromsteuersenkung und Pro-Kopf-Rückerstattung). Die fiskalischen Effekte werden dabei getrennt ausgewiesen für die Haushalte und für den Bereich Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie (GHDI), der nicht vom EU-ETS erfasst ist.

Tabelle 8.1. Fiskalische Auswirkungen einer CO_2-Preis- und Energiesteuer-Reform.

		Option 2b+3a: Nationaler CO_2-Preis im Nicht-ETS-Sektor						Option 4a: Einbeziehung in EU-ETS*	
		2020			2030			2020	2030
Preisszenario		Basis	Hoch	Niedrig	Basis	Hoch	Niedrig	Basis	
CO_2-Preis	Euro/tCO_2	50	100	20	130	350	70	25	45
Emissionen	Mt CO_2	396	389	397	295	296	298	421	345
Haushalte									
Einnahmen CO_2-Preis	Mrd. Euro	6,5	14,7	1,4	17,5	52,6	8,6	2,4	5,3
Einnahmen Umsatzsteuer auf CO_2-Preis	Mrd. Euro	1,2	2,8	0,3	3,3	10,0	1,6	0,4	1,0
Reduktion Stromsteuer	Mrd. Euro	-2,5	-2,5	-1,6	-2,5	-2,5	-2,5	-2,5	-2,5
Klimadividende	Mrd. Euro	-5,2	-15,0	0,0	-18,3	-60,1	-7,8	-0,3	-3,8
Betrag pro Person	Euro/p.P.	66	191	0	233	764	100	4	50
Bilanz Haushalte	Mrd. Euro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, Industrie (GHDI)									
Einnahmen CO_2-Preis (ohne Ausnahmeregelungen)	Mrd. Euro	7,5	15,2	2,6	11,2	26,1	6,4	3,6	5,3
Reduktion Stromsteuer	Mrd. Euro	-4,2	-4,2	-2,6	-4,2	-4,2	-4,2	-3,6	-4,2
Bilanz GHDI	Mrd. Euro	3,3	11,1	0,0	7,0	21,9	2,2	0,0	1,2
Bilanz CO_2-Preis	**Mrd. Euro**	**3,3**	**11,1**	**0,0**	**7,0**	**21,9**	**2,2**	**0,0**	**1,2**
Rückgang Einnahmen Energiesteuer	Mrd. Euro	-2,9	-2,6	-3,5	-9,2	-8,2	-9,1	-1,2	-4,9

Quelle: Eigene Berechnungen.
Anmerkungen: CO_2-Preise, Einnahmen und Emissionen beziehen sich auf den Nicht-ETS Sektor. Zur Definition der Preisszenarien siehe Kapitel 6.1. Der CO_2-Preis im Nicht-ETS Bereich (Verkehr und Wärme) ist jeweils so gewählt, dass im Jahr 2030 die Ziele der EU-Lastenteilungsverordnung erreicht werden.
* Unter der Annahme, dass Deutschland die Auktionsrechte an allen Emissionen aus den in das EU-ETS eingebrachten Sektoren erhält.

Auf der **Einnahmenseite** lassen sich folgende Ergebnisse zusammenfassen:

- Die **Gesamteinnahmen** durch eine deutsche CO_2-Preisreform (Optionen 2b und 3a) steigen im Zeitverlauf stark an und verdoppeln bis verdreifachen sich in etwa im Jahr 2030 gegenüber dem Jahr 2020. Sie belaufen sich im Standard-Szenario auf 14 Milliarden Euro (2020) bzw. 29 Milliarden Euro (2030), sind also erheblich.[36] Die Einnahmen bei einer Integration in das EU-ETS sind tendenziell geringer gegenüber einer nationalen Bepreisung, da hier nur geringe CO_2-Preise resultieren; die Einnahmen fallen zudem noch deutlich geringer aus, wenn Deutschland nur ein Fünftel der Zertifikate aus den eingebrachten Sektoren versteigern kann (etwa 2 Mrd. Euro in 2030 von Haushalten und GHDI; nicht dargestellt).

- Die **Unsicherheit** über CO_2-Preise in den Nicht-ETS-Sektoren führt zu unsicheren Einnahmen: Im Vergleich zum Basisszenario können sich die Einnahmen halbieren oder auch mehr als verdoppeln.

- Das **Energiesteueraufkommen**, vor allem die erzielten Einnahmen aus der Besteuerung von Benzin und Diesel, sinkt in der Modellierung für die Optionen 2b und 3a erheblich ab. Im Jahr 2020 liegen sie demnach um etwa 3 Milliarden Euro niedriger als aktuell; im Jahr 2030 sind es bereits nahezu ein Viertel (ca. 9 Milliarden Euro) im Vergleich zur Gegenwart. Mit diesen Ausfällen hätte der Staat freilich auch zu rechnen, wenn er mittels äquivalenter ordnungspolitischer Instrumente oder Förderinstrumente einen vergleichbaren Rückgang der Emissionen durch fossile Kraftstoffe erreichen würde. In der Modellierung für die Option 4a (EU-ETS-Einbeziehung) sind die Verluste bei den Energiesteuern nur etwa halb so hoch, da national weniger vermieden wird und stattdessen Emissionsminderungen europaweit verteilt werden.

- Die **Haushalte** steuern bei einer harmonisierten CO_2-Bepreisung im Nicht-ETS-Sektor im Jahr 2020 etwa 45 Prozent der Gesamteinnahmen bei. Zehn Jahre später liegt dieser Anteil bereits bei etwa 60 Prozent.

Bezüglich der **Ausgabenseite** lassen sich folgende Ergebnisse festhalten:

- Die **Senkung der Stromsteuer** auf den EU-Mindestsatz schlägt relativ gleichbleibend mit 6,6 Milliarden Euro zu Buche, da es nach dem Projektionsbericht (Bundesregierung 2019) nahezu keine Reduktion beim Stromverbrauch bis 2030 gibt. Eine vollständige Absenkung der Stromsteuer lässt sich zudem bei niedrigen CO_2-Preisen von 20 Euro nicht mehr finanzieren.

- Die **Pro-Kopf-Rückerstattung** an die Haushalte ist ein erheblicher Posten. Dieser ist geringer als das, was der Staat insgesamt aus der CO_2-Bepreisung von den Haushalten einnimmt, da er einen Teil der Einnahmen zur Senkung der Stromsteuer verwendet. Eine Klimadividende kann bei geringen CO_2-Preisen nicht mehr ausgeschüttet werden. Bei der Integration in den EU-ETS sind die Beträge zudem sehr gering, sodass die Verwaltungskosten eine Rückerstattung nicht attraktiv erscheinen lassen. Wird Deutschland nur ein Teil der Zertifikate aus der Integration der Sektoren in das EU-ETS zugeteilt, ist eine Pro-Kopf-Rückerstattung ebenfalls nicht mehr finanzierbar.

- Die **Nettobilanz** der CO_2-Preisreform ist nur dann positiv, wenn CO_2-Preise durchgesetzt werden, die höher als 20 Euro sind. Für das Basisszenario ergeben sich Nettoeinnahmen von 3 Mil-

[36] Die Einnahmen durch die bestehenden Energiesteuersätze im Wärmebereich, die durch den CO_2-Preis ersetzt werden, werden dabei weiterhin dem Bundeshaushalt zugeführt und sind in Tabelle 8.1 daher nicht als Einnahmen aus der CO_2-Bepreisung ausgewiesen.

liarden Euro im Jahr 2020 und 7 Milliarden Euro im Jahr 2030. Diese resultieren aus der Belastung des Bereichs GHDI oder aus der indirekten Belastung der Haushalte durch Preisüberwälzungen von Waren und Dienstleistungen. Diese verbleibenden Mittel könnten daher für weitere Kompensationen wie die Erhöhung der Klimadividende, Härtefallregelungen, Förderprogramme o.ä. verwendet werden.

- Der **Einnahmeausfall der Energiesteuern** ist erheblich und maßgeblich durch Emissionsminderungen im Verkehrssektor getrieben. Diese reduzieren den Verbrauch von Benzin und Diesel und die damit verbundenen Energiesteuereinnahmen. Der Einnahmeausfall könnte mittel- bis langfristig durch nutzungsabhängigen Preissysteme wie Mautgebühren für Autobahnen und Städte kompensiert werden. Dies kann Einnahmen zur Instandhaltung der Infrastruktur generieren, die unabhängig von der Wahl der Antriebstechnologie sind.

8.2. Rückerstattung an Haushalte

Die CO_2-Bepreisung steht – wie andere klimapolitische Instrumente auch – vor **zwei grundlegenden verteilungspolitischen Herausforderungen**, die sich direkt aus der Struktur der Energieausgaben der Haushalte über die verschiedenen Einkommensgruppen (Abbildung 8.1) ergeben: Erstens verwenden Haushalte der unteren und mittleren Einkommensgruppen einen größeren Anteil ihrer Konsumausgaben für Energie als reichere Haushalte, und zweitens sind die Energieausgaben innerhalb der Einkommensgruppen stark gespreizt. Weil ein CO_2-Preis die Kosten für Energie deutlich erhöht, werden also ärmere Haushalte relativ stärker belastet, der CO_2-Preis wirkt regressiv, und die Ungleichheit im real verfügbaren Einkommen steigt.[37] Zudem entstehen innerhalb der Einkommensgruppen hohe Belastungen für einzelne Haushalte, selbst wenn die durchschnittliche Belastung gering ausfällt. Diese Härten können als unzumutbar betrachtet werden, wenn sie außerhalb des direkten Einflussbereichs des Haushaltes liegen (zum Beispiel fehlender ÖPNV, energetischer Zustand einer bestehenden Mietwohnung, etc.).

Abbildung 8.2 zeigt die **Kostenbelastung über die Einkommensgruppen** für die Energieausgaben (Strom, Brennstoffe, Kraftstoffe) für das Standard-Szenario im Jahr 2030 mit einem CO_2-Preis von 130 Euro im Nicht-ETS-Sektor.[38] Ohne eine Rückerstattung der Einnahmen (RO-1) werden Haushalte in den unteren und mittleren Einkommensschichten durchschnittlich mit etwa 1,5 Prozent ihrer Ausgaben belastet, die Belastung im obersten Einkommensdezil ist relativ gesehen am geringsten. Dagegen erzeugt die aufkommensneutrale Rückerstattung der Einnahmen aus den Nicht-ETS-Sektoren, inklusive Senkung der Stromsteuer und einheitlicher **Klimadividende von etwa 230 Euro im Jahr 2030,** einen stark progressiven Verteilungseffekt (RO-3): Ärmere Haushalte profitieren, reichere werden belastet.

[37] Wir messen hier die Belastung durch die CO_2-Bepreisung relativ zu den privaten Konsumausgaben, weil diese einerseits ein besserer Indikator für das permanente Einkommen von Haushalten sind, andererseits geringeren Mess- und Erhebungsfehlern unterliegen (Rogers und Gray 1994; Slesnick 2001). Während dies nur geringe Auswirkungen auf die mittlere Belastung je Dezil hat (siehe auch Grainger und Kolstad (2010) für die USA), ist dieser Ansatz robuster, um die Spreizung der Belastung innerhalb der Einkommensgruppen zu bestimmen.

[38] In der Modellierung der Belastung wird berücksichtigt, dass die Nachfrage nach fossiler Energie im Jahr 2030 gleichmäßig über alle Haushalte sinkt – gemäß dem Rückgang der gesamtwirtschaftlichen Nachfrage nach Benzin, Diesel, Heizöl und Erdgas, entsprechend den Elastizitäten und Baseline-Emissionen in Tabelle 6.1.

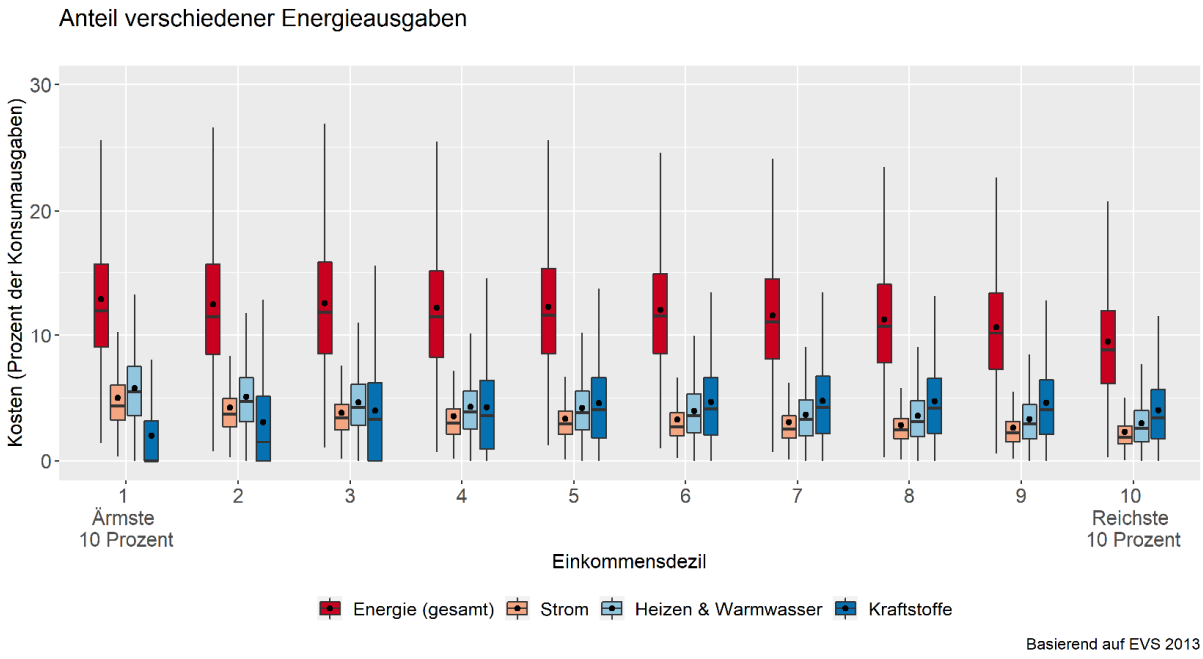


Abbildung 8.1. Anteil der Ausgaben für Energie an den gesamten Konsumausgaben über Einkommensdezile (äquivalenzgewichtetes Haushaltsnettoeinkommen). Die farblich ausgefüllte Fläche der Balken zeigt insgesamt 50 Prozent der Haushalte in jedem Dezil; der Punkt zeigt die durchschnittlichen Kosten; die langen vertikalen Striche stellen die Belastung für die jeweils verbleibenden 25 Prozent der Haushalte in jedem Dezil dar. Ausreißer sind nicht dargestellt.

Analyse von Rückerstattungsoptionen

In der Modellvariante, die zusätzlich eine Reduktion der **EEG-Umlage** mittels Einnahmen aus dem CO_2-Preis impliziert, verändert sich das Bild nur geringfügig (RO-4): Die Reform ist dann etwas weniger progressiv, und die Spreizung der Kosten innerhalb der Einkommensgruppen ist geringfügig größer, weil die Pro-Kopf-Rückerstattung wegen der Refinanzierung der EEG-Umlage sinkt. Stehen auch die anteiligen Einnahmen im Stromsektor aus dem **EU-ETS** für die Rückerstattung zur Verfügung (RO-5), erhöht sich die Klimadividende um 47 Euro pro Kopf.

Während die einheitliche Pro-Kopf-Rückerstattung proportional zur Haushaltsgröße steigt, wachsen die Energieausgaben nur sehr schwach mit der Anzahl der Personen im Haushalt. Familien und große Haushalte profitieren daher besonders durch diese Form der Rückerstattung. Eine **Reduktion des Transfers um 50 Prozent für Kinder und Jugendliche** reduziert diesen Effekt (RO-6). Allerdings ergeben sich auch hier keine größeren Änderungen im Vergleich zum Referenzfall (RO-3). Die Anwendung einer **Härtefallregelung**, die besonders betroffene Haushalte in den untersten sieben Dezilen entlastet, reduziert maßgeblich hohe Belastungen in der Mittelschicht (RO-7). Zur Finanzierung des Fonds muss die Klimadividende leicht abgesenkt werden.

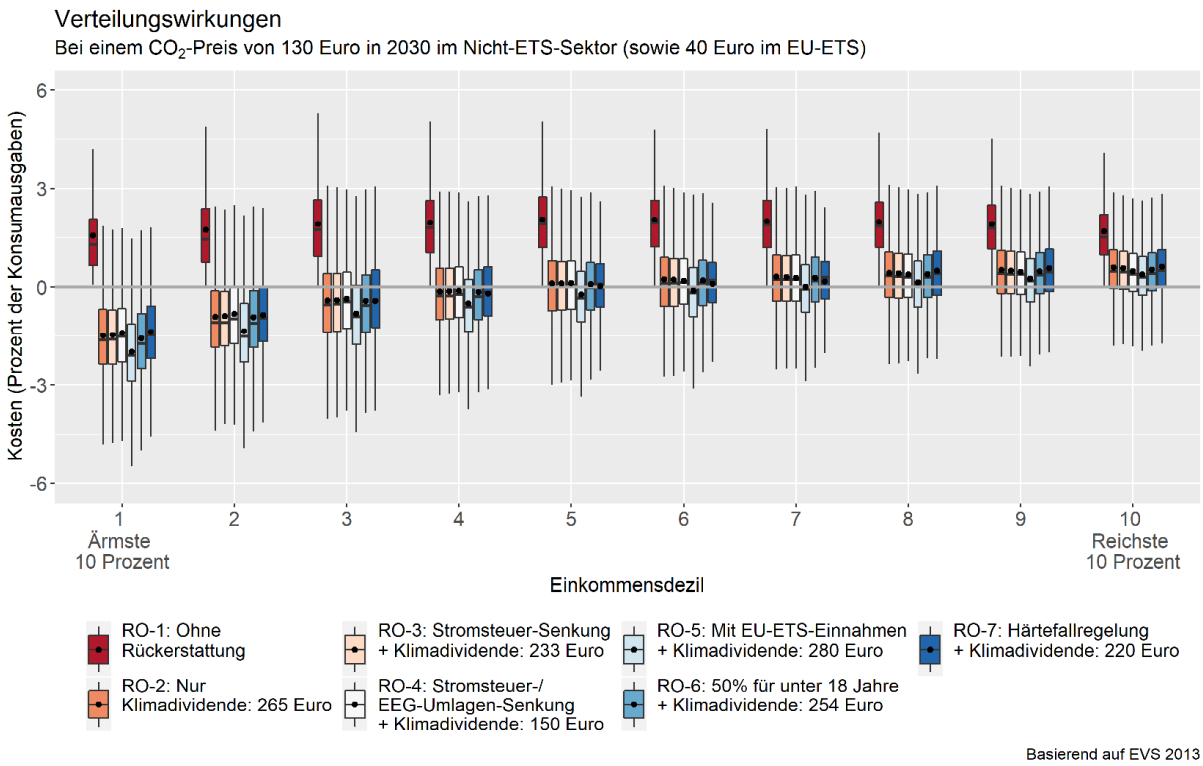


Abbildung 8.2: Belastung für verschiedene Rückerstattungsoptionen (RO) im Jahr 2030 (zur Definition der ROs siehe Beginn von Kapitel 8).

Alternative Preisszenarien 2020-2030

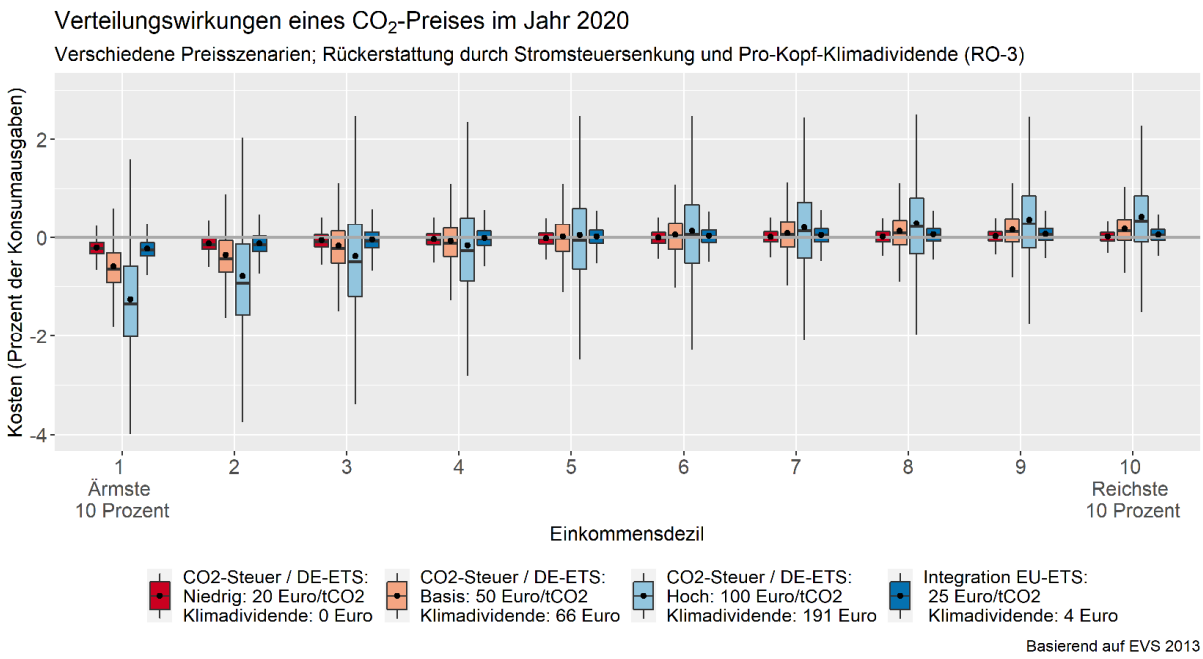
Die Verteilungswirkungen für die drei verschiedenen Preisszenarien des nationalen CO_2-Preises (Optionen 2b und 3a) sowie für die Einbeziehung in das EU-ETS (Option 4a) sind in Abbildung 8.3 dargestellt. Dabei werden mit den Einnahmen aus der Bepreisung der Emissionen im Verkehrs- und Wärmesektor die Stromsteuer gesenkt und mit den verbleibenden Einnahmen Rücktransfers an die Haushalte finanziert (RO-3). Die Abbildung für das Jahr 2020 gibt Aufschluss über den kurzfristig zu erwartenden Effekt, die Abbildung für das Jahr 2030 zeigt die mittelfristige Belastung. Wesentliche Erkenntnisse sind:

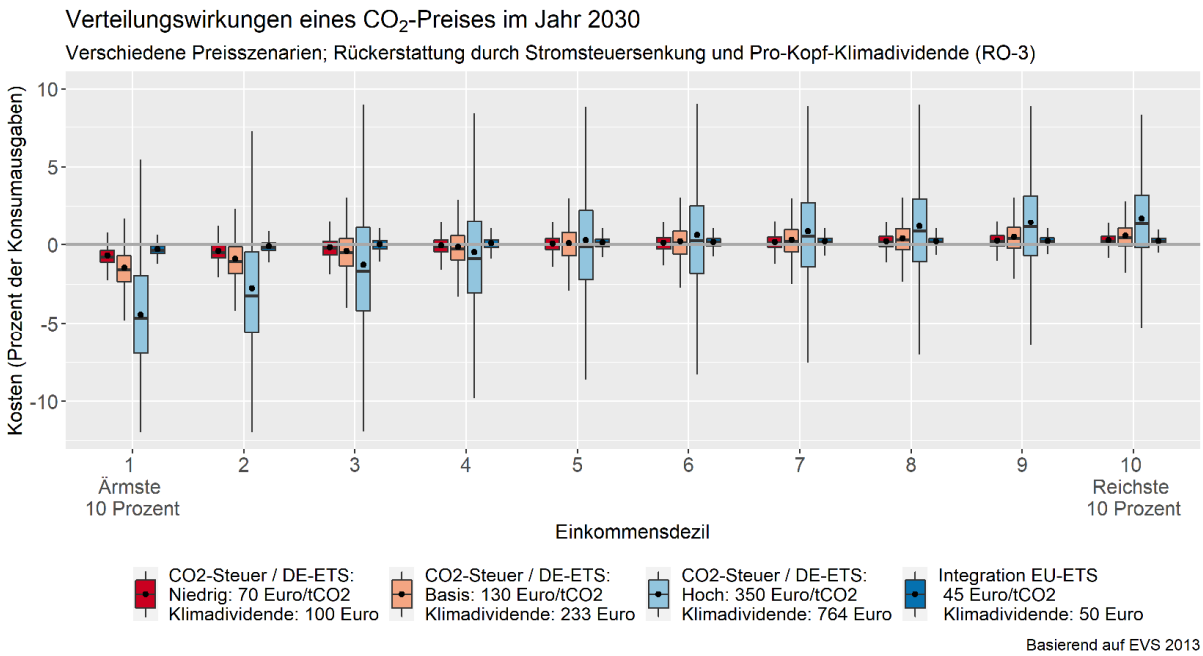
- **In allen Fällen profitieren ärmere Haushalte im Durchschnitt** von der Reform. Die Mittelschicht wird im Durchschnitt nicht bzw. nur sehr geringfügig belastet, allerdings gibt es auch einen beträchtlichen Anteil an Haushalten in der Mittelschicht, die zu den Verlierern dieser Politik gehören. Bei einem CO_2-Preis von 50 Euro/tCO_2 im Jahr 2020 liegt die Maximalbelastung der Haushalte bei 1 Prozent der Konsumausgaben.

- **Im Falle niedriger CO_2-Preise im Jahr 2020 ist eine Rückerstattung an Haushalte nicht realisierbar.** Nach Absenkung der Stromsteuer sind entweder gar keine weiteren Einnahmen verfügbar oder nur in so geringem Ausmaß, dass sich das Ausschütten einer Klimadividende angesichts der Verwaltungskosten nicht rechtfertigen lässt. Dies gilt auch für die Integration in den EU-ETS, insbesondere wenn Deutschland nur einen Anteil der Zertifikate für die eingebrachten Sektoren erhält.

- **Hohe CO_2-Preise,** insbesondere im Jahr 2030, führen zu einer **Spreizung der Belastung** sowohl über die Einkommensgruppen hinweg als auch innerhalb der Einkommensgruppen.

- **Option 4a (Einbeziehung in das EU-ETS) führt erwartungsgemäß zu den geringsten Änderungen** gegenüber dem Status quo. Insbesondere ist der Verteilungseffekt weniger progressiv. Er würde sich allerdings verschärfen, wenn Emissionsrechte aus Deutschland an andere EU-Mitgliedstaaten transferiert werden und damit eine belastungsneutrale Rückerstattung nicht mehr möglich ist.





Abbildungen 8.3: Verteilungswirkungen im Jahr 2020 (oben) und 2030 (unten) in alternativen CO_2-Preisszenarien, unter Annahme von Rückerstattungsoption 3 (Stromsteuersenkung und Klimadividende).

Härtefälle

Bei einem CO_2-Preis von 50 Euro im Jahr 2020 gibt es bereits eine Maximalbelastung bei einigen Haushalten von 1 Prozent der Konsumausgaben. Um die **Relevanz von Härtefällen** genauer zu illustrieren, zeigt Abbildung 8.4 die Belastung eines CO_2-Preises von 130 Euro für das Jahr 2030 am jeweils zweitobersten Perzentil der Verteilung innerhalb der zehn Einkommensgruppen. Die dargestellten Werte zeigen also, wie hoch die 2 Prozent am stärksten belasteten Haushalte der jeweiligen Einkommensgruppe von der Reform mindestens betroffen sind, und zwar für die bereits oben vorgestellten Mechanismen zur Rückerstattung. Es zeigt sich, dass die Härtefall-Problematik in den beiden ärmsten Einkommensgruppen am geringsten ist. Für Haushalte der Mittelschicht jedoch kann ein CO_2-Preis von 130 Euro trotz Klimadividende Belastungen von über 3 Prozent ihrer Haushaltausgaben erzeugen. Bei höheren CO_2-Preisen würden diese Belastungen entsprechend weiter steigen und einen realen Einkommensverlust darstellen, der durch Lohnsteigerungen nur sehr langsam wieder ausgeglichen werden kann.

Die hier untersuchten Varianten der Rückerstattung unterscheiden sich lediglich geringfügig hinsichtlich der Vermeidung solcher Härtefälle. Nur **ein hier generisch modellierter Härtefallfonds ist in der Lage, Härtefälle effektiv zu reduzieren** (RO-7). Etwa 12 Prozent der Haushalte würden unter diese Regelung fallen. Wenn alle diese Haushalte von der Regelung Gebrauch machen, entstehen Kosten von etwa 1 Milliarde Euro. Dies sind etwa 6 Prozent der Zahlungen für die einheitliche Pro-Kopf-Rückerstattung, die dann zur Wahrung der Aufkommensneutralität entsprechend sinken muss. Da es sich nur um einen Zuschuss für einen Teil der Mehrbelastung durch die CO_2-Preisreform handelt, besteht weiterhin ein Anreiz, fossile Energie einzusparen. Dieses Beispiel zeigt, dass mit gut durchdachten Transfers erhebliche Aspekte der Verteilungsproblematik zu sehr moderaten Kosten bedacht werden können.

Die genaue **Ausgestaltung einer solchen Härtefallregelung bedarf weitergehender Prüfungen**. Dies betrifft auch die Definition, Höhe und Anpassung der Belastungsgrenzen mit sich ändernden CO_2-Preisen. Weil es nur geringe systematische Unterschiede bei der Belastung zwischen Stadt und Land (Abbildung 8.5) sowie zwischen sozioökonomischen Gruppen (wie Arbeitslose, Arbeitnehmer, Selbständige oder Pensionäre) gibt, sind typen-differenzierte Transfers wenig zielgenau.[39] Eine Ausnahme bilden Haushalte mit Ölheizung, die eine besonders hohe Belastung aufweisen. Da diese Haushalte teilweise keinen Zugang zu Erdgas-Infrastruktur haben, könnten hier gezielte Förderprogramme für energetische Umbaumaßnahmen (Wärmepumpe, Pelletheizung o.ä.) sinnvoll sein. Eine andere Gruppe, die eine systematisch höhere Belastung aufweist, sind Haushalte mit Automobilbesitz. Dies dürfte vor allem an den Berufspendlern liegen. Auch hier wäre zu prüfen, wie die Regelungen – wie etwa die Pendlerpauschale – so angepasst werden können, dass sie zielgenau und anreizkompatibel Härtefälle verhindern.

[39] Die geringen Unterschiede in der Belastung zwischen Stadt und Land können auch auf die sehr grob aufgelöste Klassifizierung der Regionstypen in der Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (EVS) zurückzuführen sein, die auf Schwellenwerten bezüglich der Bevölkerungsdichte beruht. Dadurch können Haushalte einer Agglomerationsregion zugeordnet sein, obwohl sie einen nur sehr unzureichenden Zugang zum ÖPNV besitzen und daher auf Pkw angewiesen sind.

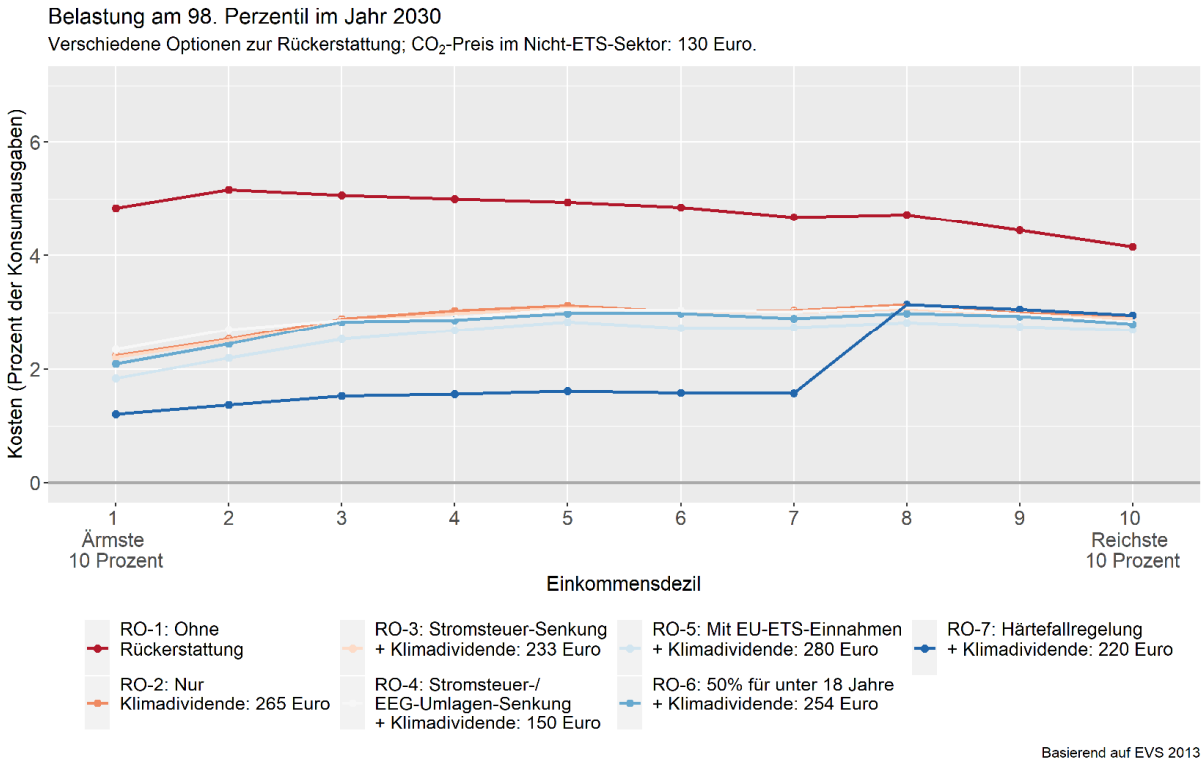


Abbildung 8.4: Belastung am 98. Perzentil der jeweiligen Einkommensgruppe bei einem CO_2-Preis von 130 Euro in Verkehr und Wärme, mit verschiedenen Mechanismen zur Rückerstattung.

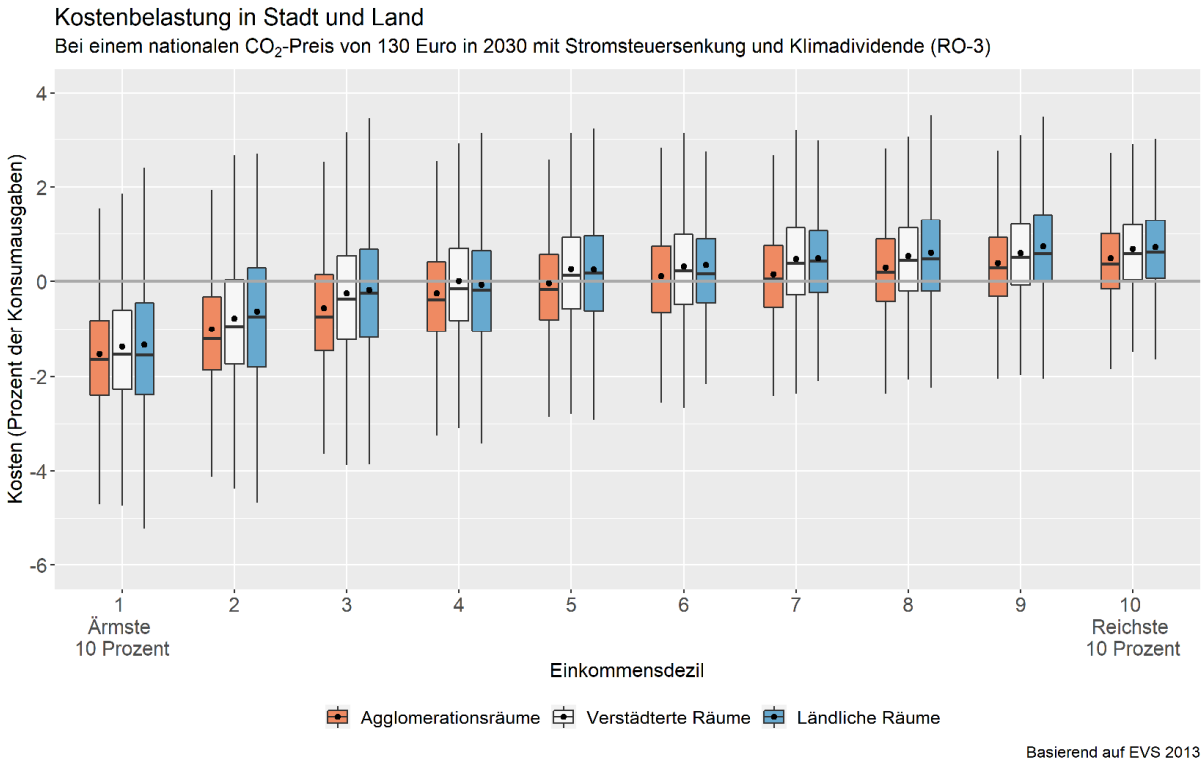


Abbildung 8.5: Verteilungswirkung eines CO_2-Preises von 130 Euro in städtischen und ländlichen Räumen.

9. Erhalt der internationalen Wettbewerbsfähigkeit

Für den Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft ist es zentral, dass deutsche Klimaschutz-Anstrengungen in einen geeigneten **europäischen und globalen regulatorischen Rahmen** eingebettet sind. Ein europa- und weltweit vergleichbarer CO_2-Preis ist das am besten geeignete Instrument, um das Abwandern von industrieller Produktion und Emissionen aus Deutschland in andere Länder zu verhindern („Carbon Leakage"). Solange allerdings weltweit vergleichbare CO_2-Preise noch nicht eingeführt sind (siehe Kapitel 3), können gezielte Maßnahmen zum Schutz der deutschen Wirtschaft in jenen Sektoren ergriffen werden, die tatsächlich einem Risiko der Verlagerung industrieller Produktion ausgesetzt sind. Allerdings ist auch zu berücksichtigen, dass zahlreiche Länder bereits CO_2-Preise eingeführt haben (World Bank Group 2019, Kapitel 3 und Abbildung 3.1).

Empirische Ex-post-Studien zeigen keine signifikanten Carbon-Leakage-Effekte bei regulierten Industrien. Koch und Basse Mama (2019) etwa finden auf Basis der Auswertung von Firmen-Mikrodaten kaum Belege für ein Abwandern der Industrie aus Deutschland in Folge des EU-ETS. Insgesamt ist bei empirischen Studien im europäischen Kontext allerdings zu berücksichtigen, dass der europäische CO_2-Preis in den vergangenen Jahren gering war. Zudem waren entsprechende Maßnahmen zum Schutz vor Carbon Leakage implementiert.

Studien auf der Basis ökonomischer Modelle sowie empirische Studien finden nur begrenzte Hinweise auf signifikantes Carbon Leakage. Eine Übersichtsstudie zu Ex-ante-Abschätzungen allgemeiner Gleichgewichtsmodelle (Böhringer, Balistreri und Rutherford 2012) kommt zu Leakage-Raten von 5 bis 19 Prozent (Median: 12 Prozent). Das heißt: 100 t unilaterale CO_2-Emissionsreduktion würden zu einer Erhöhung der Emissionen im Rest der Welt von 5 bis 19 t führen. Global vermieden würden also noch 95 bis 81 t.

In Deutschland und der EU werden die durch das **EU-ETS** regulierten, im internationalen Wettbewerb stehenden, emissions- und energieintensiven Industrien durch die freie Zuteilung von Zertifikaten im EU-ETS geschützt. Zudem werden besonders stromintensiv produzierende Unternehmen durch die Kompensation von ETS-induzierten Anstiegen der Strompreise entschädigt (Strompreiskompensation). Martin u. a. (2014) zeigen, dass im EU-ETS ein Anteil von nur 13 Prozent freier Zuteilung der Gesamtmenge von Zertifikaten ausreichen würde, um das Carbon-Leakage-Risiko europäischer Unternehmen zu minimieren. Derzeit werden 34 Prozent frei zugeteilt. Für den US-Kontext zeigen Goulder, Hafstead und Dworsky (2010) modellbasiert, dass 15 Prozent freie Zuteilung ausreichen, um eine Verminderung der Unternehmensgewinne in den gefährdeten Industrien zu verhindern.

In den deutschen **Nicht-ETS-Sektoren** ist zunächst zu klären, inwieweit hier Sorgen eines Carbon Leakage berechtigt sind. Eine Belastung würde, analog zu den im EU-ETS regulierten Sektoren, grundsätzlich nur dann vorliegen, wenn ein Sektor sowohl (1) internationalem Wettbewerb aus Regionen ausgesetzt ist, in denen ein niedrigerer CO_2-Preis implementiert ist, als auch (2) die Produktion so CO_2-intensiv ist, dass eine CO_2-Bepreisung Einfluss auf die Produktpreise hat. Gilt nur eines der beiden Kriterien, kann von keinem Carbon-Leakage-Risiko ausgegangen werden. Da die Emissionen der Nicht-ETS-Sektoren europaweit von den Regelungen der Lastenteilungsverordnung erfasst sind, würde eine Verlagerung von Emissionen aus Deutschland in andere EU-Mitgliedstaaten zu keiner Erhöhung der gesamteuropäischen Emissionen führen – unter der Annahme, dass die Ziele der EU-Lastenteilungsverordnung eingehalten werden.

Falls für einen Sektor ein internationales Carbon-Leakage-Risiko glaubhaft festgestellt wird, sollte folgender **Grundsatz bei der Einführung von Maßnahmen** eingehalten werden: Es sollte zwar eine Kostenrückerstattung für den Erwerb von Zertifikaten erfolgen, gleichwohl gilt es, einen Anreiz zur Emis-

sionsverminderung zu erhalten. Das impliziert eine Abwägung: Werden als Grundlage für eine Rückerstattung von CO_2-Kosten bzw. freie Allokation von Zertifikaten etwa produktspezifische Benchmarks verwendet, also bezüglich der CO_2-Intensität von Produkten, dann setzt das zwar einen Anreiz zu weniger emissionsintensiver Produktion. Es wirkt aber gleichzeitig als Subvention der Herstellung dieses bestimmten Produkts. Generell sollten entsprechende Ausnahmen mit einem Ablaufdatum versehen werden und nur so lange gelten, wie es z.B. auf der G20-Ebene noch keinen angemessenen CO_2-Preis gibt.

Wenn die Politik eine **CO_2-Steuer** als Modifikation der Energiesteuer implementiert, wird das bestehende System der Rückerstattung von Energiesteuern automatisch übernommen. Steigende Energiesteuersätze führen jedoch nicht in jedem Fall zu proportional steigenden Rückerstattungen, insofern die Rückerstattungen als fixe Beträge festgelegt sind. Die Rückerstattungen müssten entsprechend angepasst werden. Wichtig ist, dass der Anreiz zur Emissionsminderung trotz Rückerstattung erhalten bleibt. Eine pragmatische Lösung könnte darin bestehen, die bestehenden Rückerstattungsregeln der Energiesteuer bis zu einem Stichtag weiterzuführen – und im Rahmen der EU-rechtlichen Möglichkeiten kurzfristig auf besonders gefährdete Sektoren auszuweiten. In der Zwischenzeit kann eine sektoral detaillierte Prüfung der Wettbewerbsaspekte abgeschlossen werden, und man kann ggf. differenziertere Regeln setzen. Entsprechende Möglichkeiten sollten in einem **Prüfauftrag** zeitnah analysiert werden.

Im Falle einer Einbeziehung in das DE-ETS könnten ebenfalls Ausnahmeregelungen vorgesehen werden, beispielsweise analog zu den bestehenden oder neuen Ausnahmeregelungen aus der Befreiung zur Energiesteuer: Den betroffenen Unternehmen werden bis zu einem festgelegten Stichtag nahezu alle Kosten für die Zahlung des CO_2-Preises rückerstattet. Nach diesem Stichtag wird dann ein anreizkompatibles System implementiert: Darin sollten nur Unternehmen, die in besonderem Maße im internationalen Wettbewerb stehen und erhöhte CO_2-Preise nicht über ihr Produktpreise abwälzen können, einen angemessenen Teil ihrer Kosten für die Zahlung des CO_2-Preis rückerstattet bekommen. Insbesondere sollte vor der Wahl eines DE-ETS geklärt werden, ob kurzfristige Übergangslösungen mit analoger Übernahme der Ausnahmeregelungen unter der Energiesteuer zu **beihilferechtlichen Problemen** führen könnten (Hermann u. a. 2014). Sollten entsprechende Probleme auftauchen, könnte das die Implementierung dieser Option deutlich verzögern oder erschweren. Im Zuge eines entsprechenden Prüfauftrags könnten auch geeignete Optionen zur Berücksichtigung von Wettbewerbsaspekten bei einer **Einbeziehung von Verkehr und Wärme in das EU-ETS** untersucht werden.

Neben der (schon bestehenden) Kompensation potentiell gefährdeter Industrien werden **Border Carbon Adjustments** (BCA) vorgeschlagen, um einer verminderten Wettbewerbsfähigkeit entgegenzuwirken. Dabei werden für aus der EU exportierte CO_2-intensive Güter die in der Produktion entstandenen CO_2-Kosten an der Grenze zurückerstattet. Umgekehrt werden auf in die EU importierte emissionsintensive Güter CO_2-Preise proportional zu ihren in der Produktion entstandenen CO_2-Emissionen („Embedded Emissions“) erhoben (Mehling u. a. 2018). Eine solche Regelung kann aufgrund der europäischen Zollunion nur auf EU-Ebene eingeführt werden. Regeln für die freie Allokation von Zertifikaten bzw. für die Rückerstattung von CO_2-Kosten müssten dann ebenfalls auf ihre Vereinbarkeit mit den Regeln der Welthandelsorganisation (WTO) geprüft und ggf. abgeschafft werden. Ein praktisches Problem ist die zuverlässige Bestimmung der Embedded Emissions in exportierten und importierten Gütern. Deshalb könnten BCA auf bestimmte emissionsintensive Güter wie Aluminium und Stahl begrenzt werden. Aufgrund von Anpassungen in Produktionsstrukturen anderer Länder könnten sie allerdings sogar zu erhöhten Emissionen führen: etwa wenn ein geringerer internationaler Handel zu vermehrter Produktion emissionsintensiver Güter für den heimischen Markt in diesen Ländern führt (Jakob, Steckel und Edenhofer 2014).

Politisch könnte die nicht abgestimmte Einführung von BCAs handelspolitische Vergeltungsmaßnahmen hervorrufen. Eine Gegenwehr der Handelspartner außerhalb Europas wäre die mögliche Folge. Einen entsprechenden Konflikt gab es bereits in der Vergangenheit, nämlich bei dem Versuch, den Luftverkehr in die EU hinein und aus der EU heraus in das EU-ETS einzubeziehen.

Inwieweit die BCA mit dem Gleichbehandlungsprinzip der WTO kompatibel sind, ist umstritten. Kein Nationalstaat hat sie bisher eingeführt, lediglich in Kalifornien gibt es einen regionalen BCA-Mechanismus für den Stromhandel. Anders zu bewerten wäre es, wenn das Instrument seitens der USA im Zuge einer CO_2-Preisreform eingeführt würde. Dann könnte ein **koordiniertes Vorgehen der USA, der EU und ggf. Chinas** neue Dynamik in die internationalen Klimaverhandlungen bringen. Es wäre zudem auch denkbar, dass in einem völkerrechtlich bindenden Abkommen Strafzölle beschlossen werden, die den Anreiz zum Trittbrettfahrerverhalten reduzieren und somit die Einführung von CO_2-Mindestpreisen international befördern. Vorstellbar sind etwa BCA, die dann ausgesetzt werden, wenn ein Handelspartner eine entsprechende CO_2-Preisreform beschließt. Dies kann jedoch nur erfolgreich sein, wenn eine entsprechend große Zahl an Ländern, insbesondere die EU, USA und China, koordiniert vorgehen.

10. Ausblick

Vierzehn Jahre nach Einführung des europäischen Emissionshandelssystems EU-ETS debattiert Deutschland über den nächsten großen Schritt: Wie lässt sich der Ausstoß von CO_2 auch in den nicht vom EU-ETS erfassten Sektoren, also vor allem Verkehr und Wärme, kosteneffizient reduzieren? Die zu diesem Zweck möglichen Handlungsoptionen wurden in dieser Expertise systematisch mit folgendem Ergebnis analysiert: **Es ist auch in den Nicht-ETS-Sektoren notwendig, den Paradigmenwechsel weg vom Ordnungsrecht hin zum marktwirtschaftlichen Ansatz einer CO_2-Bepreisung vorzunehmen.** Denn dieser Ansatz ist flexibler, innovationsfreundlicher und vor allem wesentlich kostengünstiger als andere Optionen – er kann also gesellschaftspolitisch auf größere Zustimmung hoffen. Alle politischen Parteien in Deutschland, soweit sie sich den Zielen des Weltklimaabkommens von Paris verpflichtet fühlen, haben die Vorteile einer CO_2-Bepreisung erkannt. Es geht weniger um das Ob als um das Wie.

Eine CO_2-Preisreform in Deutschland ist ein wichtiger Schritt hin zu einem **europäischen und sektorübergreifenden CO_2-Bepreisungssystem**. Denn ambitionierte Klimaschutzziele werden sich mittel- und langfristig nur mit einem abgestimmten europäischen Ordnungsrahmen erreichen lassen. **Ein EU-ETS mit einem Mindestpreis und der Einbeziehung aller Sektoren in allen Mitgliedstaaten sollte der Konvergenzpunkt für die Europäische Klimapolitik sein.** Damit wären auch die institutionellen Voraussetzungen für internationale Verhandlungen zur Koordination von CO_2-Preisen vorhanden. Eine europaweite Einbeziehung aller Sektoren in das EU-ETS bedarf jedoch politischer Koordinationsprozesse zur Ausgestaltung und Lastenteilung – und damit Zeit.

Um seine Klimaschutzziele nach der EU-Lastenteilungsverordnung zu erreichen, sollte **Deutschland zeitnah eine nationale CO_2-Preisreform für die Sektoren Verkehr und Wärme** durchführen. Einer deutschen CO_2-Preisreform stehen zwei Möglichkeiten offen: eine CO_2-Steuer (mit einer Möglichkeit der flexiblen Anpassung) oder ein Emissionshandelssystem (mit Preiskorridor). **Beide Instrumente sind bei geeigneter institutioneller Ausgestaltung grundsätzlich gleichwertig. Allerdings ist die Option CO_2-Steuer administrativ einfacher und rascher implementierbar,** da im Gegensatz zu einem DE-ETS finanzmarkt- oder beihilferechtliche Fragen im Rahmen des Energiesteuerrechts bereits geklärt sind. Eine CO_2-Steuer verhindert zudem das Auftreten eines Wasserbett-Effekts, volatile Zertifikatspreise oder Verzerrungen bei der Einführung von Höchstpreisen.

Es bedarf jetzt einer raschen **politischen Entscheidung zwischen den beiden Optionen.** Danach müssen wesentliche Eckpunkten ausgestaltet und rasch umgesetzt werden. Beide Optionen – eine CO_2-Steuer und ein deutsches Emissionshandelssystem – sind prinzipiell zielführend. Ein Glaubenskrieg wäre unnötig, zumal es beides nur Zwischenlösungen sind.

Die deutsche Politik hat jetzt die Chance, das Fundament für eine ambitionierte Klimaschutzpolitik in Deutschland und Europa zu legen. Dafür sollte das **geplante Klimaschutzgesetz** die Ziele der EU-Lastenteilungsverordnung in nationales Recht übersetzen, Treibhausgasneutralität bis 2050 verankern und den notwendigen Paradigmenwechsel der deutschen Klimapolitik zum Ausdruck bringen: **Der CO_2-Preis wird zum Leitinstrument der Klimapolitik, das gezielt um komplementäre Maßnahmen ergänzt werden kann.**

Damit die dafür notwendigen politischen Beschlüsse zeitnah in Kraft treten können, sollte schnellstmöglich ein Prozess für die Klärung der anstehenden spezifischen Gestaltungsfragen in die Wege geleitet werden. Nach der Grundsatzentscheidung über die Wahl einer CO_2-Steuer oder eines Emissionshandels müssen eine Reihe von Prüfaufträgen, wie sie im Anhang beschrieben sind, durch eine **geeignete interministeriellen Task Force gemeinsam mit Expertinnen und Experten sowie Stakeholdern**

abgearbeitet werden. In Anlehnung an den „Climate Scoping Plan“-Prozess in Kalifornien[40] wird eine zeitlich straffe Folge von öffentlichen Anhörungen und Workshops empfohlen. Das Klimaschutzgesetz sollte darüber hinaus die Institutionen und Beratungsgremien beschreiben, die für einen strukturierten Prozess zur Implementierung, Überwachung und Reform der deutschen Klimapolitik notwendig sind.

Um darüber hinaus breite gesellschaftliche Partizipation zu gewährleisten, kann die Politik die **Öffentlichkeit in diese Prozesse einbinden**: entweder durch direkte Teilnahme an den Veranstaltungen oder durch einen zusätzlichen Konsultationsprozess wie beispielsweise im Rahmen des Netzentwicklungsplans.[41] Insbesondere sollten alle verwendeten Expertisen und eingebrachten Beiträge und Kommentare im Internet öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein solcher sicherlich aufwendiger Prozess würde Transparenz gewährleisten, die fachliche Planung unterstützen sowie das öffentliche Verständnis und die gesellschaftliche Legitimität der Klimapolitik erhöhen.

Der CO_2-Preis ist ein Gradmesser für die Ernsthaftigkeit der Klimapolitik: Er drückt auf einfache und transparente Weise aus, was sich eine Gesellschaft den Klimaschutz kosten lässt. Der CO_2-Preis soll das Leitinstrument der Klimapolitik werden: Weil er die volkwirtschaftlichen Kosten senkt; weil er heute Anreize für Investitionen für schafft, die morgen zur Emissionsminderung führen; weil durch die Rückerstattung der Klimadividende die sozial Schwachen geschützt und so soziale Verwerfungen vermieden werden. Das sind unabdingbare Voraussetzungen für eine neue Phase in der Klimapolitik. Die Zeit ist reif für eine neue Klimapolitik.

[40] https://www.arb.ca.gov/cc/scopingplan/timeline.htm

[41] https://www.netzentwicklungsplan.de/de/beteiligung/infos-zur-konsultation

Anhang 1 – Prüfaufträge

Thema	Fragen
1) Wahl des **Regulierungspunktes**	• Was sind optimale Regulierungspunkte für die CO_2-Bepreisung in Deutschland? • Wie können Doppelzählungen und Nicht-Erfassung vermieden werden?
2) Ausgestaltung **CO_2-Steuer**	• Welcher Energie-/CO_2-Steuerpfad sollte anfangs gewählt werden, um die Ziele für 2021 bis 2030 Ziele nach Lastenteilungsverordnung zu erreichen? • Wir kann eine Institution zur Anpassung der Energie-/CO_2-Steuerpfade ausgestaltet werden? • Wie können Energie-/CO_2-Steuerpfade mit anderen Mitgliedstaaten im Zeitraum von 2021 bis 2030 koordiniert werden?
3) Ausgestaltung **DE-ETS**	• Wie können finanzmarkt- und beihilferechtliche Fragen adressiert werden? • Wie sollten Banking und Borrowing ausgestaltet werden? • Welcher Preiskorridor sollte anfangs gewählt werden, wie kann er institutionell implementiert und ggf. geändert werden? • Wie könnte ein DE-ETS ggf. mit anderen analogen ETS verknüpft werden?
4) **Konvergenzpunkte** für CO_2-Preisarchitektur in der EU	• Welche CO_2-Preisarchitektur sollte Europa ab spätestens 2030 implementieren? • Wie kann zeitnah ein unilateraler Mindestpreis für den EU-ETS in Deutschland ausgestaltet und implementiert werden?
5) **Optimaler Mix** komplementärer sektoraler und übersektoraler Instrumente und Maßnahmen	Was ist der optimale Mix komplementärer Instrumente neben einem CO_2-Preis in allen Sektoren in Deutschland und Europa? • Verkehr: Was ist der optimale Instrumentenmix für die Internalisierung aller Verkehrsexternalitäten und der Infrastrukturfinanzierung? • Energie: Was ist das optimale Paket an Strom- und Energiemarktreformen (z.B. Stromsteuersenkung, Netzentgelte, EEG-Reform)? • Gebäude: Welche Maßnahmen sind im Gebäudesektor nötig, um Anreizprobleme (Mieterverhältnis) und Informationsprobleme (Energiekosten) optimal zu adressieren? Wie lassen sich Probleme der lokalen Luftverschmutzung durch fossile Energieträger und Biomasse durch Preisinstrumente und Ordnungsrecht adressieren? • Industrie: Was ist der optimale Mix zu Technologieförderung in verschiedenen Industriesektoren? • Öffentliche Hand: Wie können Emissionen im öffentlichen Sektor (Gebäude, Fuhrpark, Infrastrukturinvestitionen) effizient vermieden werden? • Forschung und Entwicklung: Wie können Innovationen, Pilotprojekte und Marktreife von kohlenstoffarmen Technologien gefördert werden?
6) Sicherung der **Wettbewerbsfähigkeit** der deutschen Wirtschaft	• Sind bei einer CO_2-Steuer kurzfristige Anpassungen der Ausnahmeregelungn nötig und möglich? • Ist die Übernahme der bestehenden energiesteuerlichen Ausnahmeregelungen in einem DE-ETS beihilferechtlich möglich? • Auf Grundlage einer kriterienbasierten Prüfung (CO_2-Intensität und Handelsintensität): Was sind die wettbewerblichen Auswirkungen der CO_2-Bepreisung auf relevante wirtschaftliche Sektoren? • Wie können gezielte anreizkompatible Schutzmaßnahmen ausgestaltet werden? • Was sind die fiskalischen Implikationen dieser Optionen?
7) **Rückerstattung** an Haushalte und Härtefallregelungen	• Wie kann eine Pro-Kopf-Rückerstattung administrativ realisiert werden? • Wie können sozialpolitische Härtefälle durch möglichst einfache, anreizkompatible Maßnahmen ausgeschlossen werden?
8) CO_2-Bepreisung **Biomasse** und **Landwirtschaftssektor**	• Wie können indirekte Emissions- und andere Effekte (Land- und Nahrungsmittelmärkte) der Biomassenutzung in Strom, Verkehr, Wärme etc. in CO_2-Bepreisungssystemen (EU-ETS, CO_2-Steuer, DE-ETS) und anderen klimapolitischen Instrumenten (Erneuerbare-Energien-Richtlinie) angemessen berücksichtigt werden? • Welche CO_2-Bepreisungsoptionen können im deutschen Landwirtschaftssektor implementiert werden?

Anhang 2 – Abkürzungsverzeichnis

AEA	Annual Emission Allowance
BCA	Border Carbon Adjustments
BMU	Bundesumweltministerium
Cap	Obergrenze der Emissionen
CSR	Carbon Support Rate
DE-ETS	Deutsches ETS für Verkehr und Wärme
DEhst	Deutsche Emissionshandelsstelle
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
ETS	Emissions Trading System / Emissionshandelssystem
EU-ETS	European Union Emissions Trading System / Europäisches Emissionshandelssystem
EUA	European Emission Allowance
EuGH	Europäischer Gerichtshof
GCF	Green Climate Fund
GHDI	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie
ICAP	International Carbon Action Partnership
LRF	Linearer Reduktionsfaktor
MSR	Marktstabilitätsreserve
NECPs	National Energy and Climate Plans / Nationale Energie- und Klimapläne
RGGI	Regional Greenhouse Gas Initiative
RO	Rückerstattungsoption
SCC	Social Cost of Carbon
SKE	Steinkohleeinheit
THG	Treibhausgas
WTO	Welthandelsorganisation

Literatur

Adler, Matthew, David Anthoff, Valentina Bosetti, Greg Garner, Klaus Keller und Nicolas Treich. 2017. Priority for the worse-off and the social cost of carbon. *Nature Climate Change* 7: 443.

Agora Energiewende. 2018. Vom Wasserbett zur Badewanne. Bericht.

---. 2019. Die Gelbwesten-Proteste: Eine (Fehler-)Analyse der französischen CO_2-Preispolitik. Bericht.

Aldy, Joseph E., Marc Hafstead, Gilbert E. Metcalf, Brian C. Murray, William A. Pizer, Christina Reichert und Robert C. Williams III. 2017. Resolving the Inherent Uncertainty of Carbon Taxes - Introduction. *Harvard Environmental Law Review* 41.

Allcott, Hunt und Dmitry Taubinsky. 2015. Evaluating Behaviorally Motivated Policy: Experimental Evidence from the Lightbulb Market. *American Economic Review* 105, Nr. 8: 2501–2538.

Allcott, Hunt und Nathan Wozny. 2014. Gasoline Prices, Fuel Economy, and the Energy Paradox. *Review of Economics and Statistics* 96, Nr. 5: 779–795.

Anas, Alex und Robin Lindsey. 2011. Reducing Urban Road Transportation Externalities: Road Pricing in Theory and in Practice. *Review of Environmental Economics and Policy* 5: 66–88.

Anderson, Soren T. und James M. Sallee. 2016. Designing Policies to Make Cars Greener. *Annual Review of Resource Economics* 8, Nr. 1: 157–180.

Austin, David und Terry Dinan. 2005. Clearing the air: The costs and consequences of higher CAFE standards and increased gasoline taxes. *Journal of Environmental Economics and Management* 50, Nr. 3: 562–582.

B20, C20 and T20 Climate and Energy Working Groups. 2017. Statement for a sustainable energy transition. *G20 Insights*. 21. März. https://www.g20-insights.org/2017/03/21/b20-c20-t20-climate-energy-working-groups-statement-sustainable-energy-transition/ (zugegriffen: 15. Mai 2019).

Bach, Stefan, Michelle Harnisch und Niklas Isaak. 2018. Verteilungswirkungen der Energiepolitik –Personelle Einkommensverteilung.

Barberis, Nicholas, Andrei Shleifer und Robert Vishny. 1998. A model of investor sentiment. *Journal of Financial Economics* 49, Nr. 3: 307–343.

Barrett, Scott. 2005. *Environment and Statecraft: The Strategy of Environmental Treaty-Making*. Oxford University Press.

BDEW. 2019. BDEW-Strompreisanalyse Januar 2019 (Haushalte und Industrie). https://www.bdew.de/media/documents/190115_BDEW-Strompreisanalyse_Januar-2019.pdf (zugegriffen: 28. Juni 2019).

BDI. 2018. Klimapfade für Deutschland. Bericht. Bundesverband der Deutschen Industrie.

Beznoska, Martin. 2014. Estimating a consumer demand system of energy, mobility and leisure: A microdata approach for Germany. *DIW Discussion Papers 1374*.

Blasch, Julia, Massimo Filippini und Nilkanth Kumar. 2019. Boundedly rational consumers, energy and investment literacy, and the display of information on household appliances. *Resource and Energy Economics* 56: 39–58.

BMF. 2019. Steuereinnahmen Kalenderjahr 2018 (ohne reine Gemeindesteuern), Bundesgebiet insgesamt.

BMU. 2019. Warum eine Einbeziehung des Verkehrssektors in den Europäischen Emissionshandel nicht möglich ist - BMU-Meldung. https://www.bmu.de/ME8495 (zugegriffen: 26. Juni 2019).

Böhringer, Christoph, Edward J. Balistreri und Thomas F. Rutherford. 2012. The role of border carbon adjustment in unilateral climate policy: Overview of an Energy Modeling Forum study (EMF 29). *Energy Economics* 34: 97–110.

Borenstein, Severin, James Bushnell, Frank A. Wolak und Matthew Zaragoza-Watkins. 2018. Expecting the Unexpected: Emissions Uncertainty and Environmental Market Design. Haas Working Paper.

Bovenberg, A Lans und Ruud A De Mooij. 1994. Environmental levies and distortionary taxation. *The American Economic Review* 84, Nr. 4: 1085–1089.

Brons, Martijn, Peter Nijkamp, Eric Pels und Piet Rietveld. 2008. A meta-analysis of the price elasticity of gasoline demand. A SUR approach. *Energy Economics* 30, Nr. 5: 2105–2122.

Bruegge, Chris, Tatyana Deryugina und Erica Myers. 2019. The Distributional Effects of Building Energy Codes. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists* 6, Nr. S1: 95–127.

Brunner, Steffen, Christian Flachsland und Robert Marschinski. 2012. Credible commitment in carbon policy. *Climate Policy* 12, Nr. 2: 255–271.

Bundesregierung. 2016. Der Klimaschutzplan 2050 – Die deutsche Klimaschutzlangfriststrategie.

---. 2019. Projektionsbericht 2019 für Deutschland gemäß Verordnung (EU) Nr. 525/2013.

Burtraw, Dallas, Amelia Keyes und Lars Zetterberg. 2018. Companion Policies under Capped Systems and Implications for Efficiency—The North American Experience and Lessons in the EU Context. Working Paper.

Burtraw, Dallas, Karen Palmer und Danny Kahn. 2010. A symmetric safety valve. *Energy Policy* 38, Nr. 9. Special Section on Carbon Emissions and Carbon Management in Cities with Regular Papers: 4921–4932.

Burtraw, Dallas, Karen Palmer, Clayton Munnings, Paige Weber und Matthew Woerman. 2013. Linking by Degrees: Incremental Alignment of Cap-and-Trade Markets. Working Paper.

CARB. 2019a. Guidance on Treatment of Unsold Allowances Following an Undersubscribed Auction. https://www.arb.ca.gov/cc/capandtrade/guidance/guidance_unsold_allowances.pdf (zugegriffen: 26. Juni 2019).

---. 2019b. Quarterly Auction Information - Cap-and-Trade. https://www.arb.ca.gov/cc/capandtrade/auction/auction.htm (zugegriffen: 26. Juni 2019).

Carbon Pricing Leadership. 2017. Report of the High-Level Commission on Carbon Prices. https://www.carbonpricingleadership.org/report-of-the-highlevel-commission-on-carbon-prices (zugegriffen: 21. Juni 2019).

Chichilnisky, Graciela und Geoffrey Heal. 1994. Who should abate carbon emissions? An international viewpoint. *Economics Letters* 44, Nr. 4: 443–449.

Coady, David, Ian W. H. Parry und Baoping Shang. 2018. Energy price reform: lessons for policymakers. *Review of Environmental Economics and Policy* 12, Nr. 2: 197–219.

Coase, R. H. 1960. The problem of social cost. The Journal of Law and Economics, Vol. III, 1960, pp. 1-44. *Systems Research* 9, Nr. 1: 79–81.

Cramton, Peter, David J. C. MacKay, Axel Ockenfels und Steven Stoft. 2017. *Global Carbon Pricing: the Path to Climate Cooperation*. The MIT Press.

Cronshaw, Mark B. und Jamie Brown Kruse. 1996. Regulated firms in pollution permit markets with banking. *Journal of Regulatory Economics* 9, Nr. 2.

Dales, John H. 1968. Pollution, property & prices; an essay in policy-making and economics.

Davis, Lucas W. und Lutz Kilian. 2011. Estimating the effect of a gasoline tax on carbon emissions. *Journal of Applied Econometrics* 26, Nr. 7: 1187–1214.

Davis, Lucas W. und Christopher R. Knittel. 2019. Are Fuel Economy Standards Regressive? *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists* 6, Nr. S1: 37–63.

De Long, J. Bradford, Andrei Shleifer, Lawrence H. Summers und Robert J. Waldmann. 1990. Noise Trader Risk in Financial Markets. *Journal of Political Economy* 98, Nr. 4: 703–738.

van Dender, Kurt. 2019. Taxing vehicles, fuels, and road use: Opportunities for improving transport tax practice. OECD Taxation Working Papers.

Dorsch, Marcel J., Christian Flachsland und Ulrike Kornek. 2019. Enhancing climate policy ambition using strategic transfers: allowance allocation and revenue spending in the EU ETS. Working Paper.

Durrmeyer, Isis und Mario Samano. 2018. To Rebate or Not to Rebate: Fuel Economy Standards Versus Feebates. *The Economic Journal* 128, Nr. 616: 3076–3116.

Duwe, Matthias, Eike K. Velten, Nick Evans, Mona Freundt, Julien Pestiaux, Benoit Martin, Pascal Vermeulen und Pascal Vermeulen. 2019. Planning for net-zero: Assessing the Draft National Energy and Climate Plans. Berlin, Louvain-la-Neuve, Bruessels: Ecologic Institute und Climact.

Edenhofer, Ottmar und Christian Flachsland. 2012. Die Nutzung globaler Gemeinschaftsgüter: Politökonomische Herausforderungen an die Klimapolitik. *ifo Schnelldienst* 65, Nr. 12: 29–35.

---. 2018. Eckpunkte einer CO2-Reform für Deutschland. MCC Working Paper.

Edenhofer, Ottmar, Christian Flachsland und Ulrike Kornek. 2016. Der Grundriss für ein neues Klimaregime. *ifo Schnelldienste* 69, Nr. 03: 11–15.

Edenhofer, Ottmar, Christian Flachsland, Christoph Wolff, Lisa K. Schmid, Anna Leipprand, Nicolas Koch, Ulrike Kornek und Michael Pahle. 2017. Decarbonization and EU ETS Reform: Introducing a price floor to drive low-carbon investments. Bericht.

Edenhofer, Ottmar und Kai Hufendiek. 2019. Raus aus der Kohle - aber smart. *Süddeutsche Zeitung*, 3. Februar.

Edenhofer, Ottmar und Axel Ockenfels. 2017. Der Preis des Kohlenstoffs. *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 17. November.

Elsässer, Lea, Svenja Hense und Armin Schäfer. 2017. „Dem Deutschen Volke“? Die ungleiche Responsivität des Bundestags. *Zeitschrift für Politikwissenschaft* 27, Nr. 2 (1. August): 161–180.

Energiesteuergesetz. 2019. EnergieStG - nichtamtliches Inhaltsverzeichnis.

EU. 2018. VERORDNUNG (EU) 2018/842 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 30. Mai 2018 zur Festlegung verbindlicher nationaler Jahresziele für die Reduzierung der Treibhausgasemissionen im Zeitraum 2021 bis 2030 als Beitrag zu Klimaschutzmaßnahmen zwecks Erfüllung der Verpflichtungen aus dem Übereinkommen von Paris sowie zur Änderung der Verordnung (EU) Nr. 525/2013.

Europäische Kommission. 2018. In-Depth Analysis in Support of the Comission Communication (2018) 773 / A Clean Planet for all / A European long-term strategic vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy. https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/docs/pages/com_2018_733_analysis_in_support_en_0.pdf.

Europäischer Rat. 2014. Schlussfolgerungen zum Rahmen für die Klima- und Energiepolitik bis 2030 - Tagung des Europäischen Rates (23./24. Oktober 2014). 23. Oktober.

Fankhauser, Samuel, Cameron Hepburn und Jisung Park. 2010. Combining multiple climate policy instruments: how not to do it. *Climate Change Economics* 01, Nr. 03: 209–225.

Fargione, J., J. Hill, D Tillman, S Polasky und P Hawthorne. 2008. Land clearing and the biofuel carbon debt. *Science* 319: 1235–1238.

Fell, Harrison, Dallas Burtraw, Richard D. Morgenstern und Karen L. Palmer. 2012. Soft and hard price collars in a cap-and-trade system: A comparative analysis. *Journal of Environmental Economics and Management* 64, Nr. 2: 183–198.

Fischer, Carolyn und William A. Pizer. 2019. Horizontal equity effects in energy regulation. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists* 6, Nr. S1: 209–237.

Flachsland, Christian, Robert Marschinski und Ottmar Edenhofer. 2009a. To link or not to link: benefits and disadvantages of linking cap-and-trade systems. *Climate Policy* 9, Nr. 4: 358–372.

---. 2009b. Global trading versus linking: Architectures for international emissions trading. *Energy Policy* 37, Nr. 5: 1637–1647.

Flachsland, Christian, Michael Pahle, Dallas Burtraw, Ottmar Edenhofer, Milan Elkerbout, Fischer Carolyn, Tietjen Oliver und Lars Zetterberg. 2018. Five Myths About a European Union Emissions Trading System Carbon Price Floor. Working Paper. Resources for the Future.

Fowlie, Meredith und Jeffrey M. Perloff. 2013. Distributing Pollution Rights in Cap-and-Trade Programs: Are Outcomes Independent of Allocation? *The Review of Economics and Statistics* 95, Nr. 5: 1640–1652.

Friedrich, Marina, Eva-Maria Mauer, Oliver Tietjen und Michael Pahle. 2019. From fundamentals to financial assets: the evolution of understanding price formation in the EU ETS. Working Paper.

Friedrich, Marina und Michael Pahle. 2019. Allowance prices in the EU ETS - fundamental price drivers and the recent upward trend. Working Paper.

Frondel, Manuel und Stephan Sommer. 2014. Energiekostenbelastung privater Haushalte — Das EEG als sozialpolitische Zeitbombe? *List Forum für Wirtschafts- und Finanzpolitik* 40, Nr. 4 (Mai): 382–402.

Frondel, Manuel und Colin Vance. 2018. Drivers' response to fuel taxes and efficiency standards: evidence from Germany. *Transportation* 45, Nr. 3: 989–1001.

Froot, Kenneth A., David S. Scharfstein und Jeremy C. Stein. 1993. Risk Management: Coordinating Corporate Investment and Financing Policies. *The Journal of Finance* 48, Nr. 5: 1629–1658.

Fuss, Sabine, Christian Flachsland, Nicolas Koch, Ulrike Kornek, Brigitte Knopf und Ottmar Edenhofer. 2018. A Framework for Assessing the Performance of Cap-and-Trade Systems: Insights from the European Union Emissions Trading System. *Review of Environmental Economics and Policy* 12, Nr. 2: 220–241.

G20. 2017. Annex to G20 Leaders. Declaration G20 Hamburg Climate and Energy Action Plan for Growth.

Gibson, Matthew und Maria Carnovale. 2015. The effects of road pricing on driver behavior and air pollution. *Journal of Urban Economics* 89: 62–73.

Gillingham, Kenneth und Karen Palmer. 2014. Bridging the Energy Efficiency Gap: Policy Insights from Economic Theory and Empirical Evidence. *Review of Environmental Economics and Policy* 8, Nr. 1: 18–38.

Global Carbon Project. 2018. Global Carbon Budget. https://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/18/presentation.htm (zugegriffen: 21. Juni 2019).

Gores, Sabine, Lukas Emele und Jakob Graichen. 2019. Aktueller Stand der Emissionen – Mai 2019. Studie. Öko-Institut e.v. https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Stand-Emissionsentwicklung-Mai-2019.pdf.

Gores, Sabine, Jakob Graichen, Wolfram Jörß und Öko-Institut e.v. 2019. Compliance unter der EU-Klimaschutzverordnung. Study. Öko-Institut e.V.

Goulder, Lawrence. H. und Ian W. H. Parry. 2008. Instrument Choice in Environmental Policy. *Review of Environmental Economics and Policy* 2, Nr. 2: 152–174.

Goulder, Lawrence H. 1995. Environmental taxation and the double dividend: a reader's guide. *International tax and public finance* 2, Nr. 2: 157–183.

---. 2019. Addressing the Urgency of More Stringent Climate Change Policy. Working Paper. Resources for the Future.

Goulder, Lawrence H., Marc A. C. Hafstead und Michael Dworsky. 2010. Impacts of alternative emissions allowance allocation methods under a federal cap-and-trade program. *Journal of Environmental Economics and Management* 60, Nr. 3: 161–181.

Goulder, Lawrence H. und Robert N. Stavins. 2011. Challenges from State-Federal Interactions in US Climate Change Policy. *American Economic Review* 101, Nr. 3: 253–257.

Grainger, Corbett A. und Charles D. Kolstad. 2010. Who Pays a Price on Carbon? *Environmental and Resource Economics* 46, Nr. 3: 359–376.

Grosjean, Godefroy, Sabine Fuss, Nicolas Koch, Benjamin L. Bodirsky, Stéphane De Cara und William Acworth. 2018. Options to overcome the barriers to pricing European agricultural emissions. *Climate Policy* 18, Nr. 2: 151–169.

Hahn, Robert und Robert Stavins. 1999. What Has the Kyoto Protocol Wrought? The Real Architecture of International Tradeable Permit Markets. *The AEI Press*.

Harding, Michelle. 2014. The Diesel Differential. OECD Taxation Working Papers. Paris: OECD Publishing.

Harrington, Winston, Richard D. Morgenstern und Peter Nelson. 2000. On the accuracy of regulatory cost estimates. *Journal of Policy Analysis and Management* 19, Nr. 2: 297–322.

Hepburn, Cameron J. 2006. Regulation by Prices, Quantities, or Both: A Review of Instrument Choice. *Oxford Review of Economic Policy* 22, Nr. 2: 226–247.

Hermann, Hauke, Johanna Cludius, Hannah Förster, Felix C. Matthes, Katja Schumacher, Georg Buchholz, Markus Behnisch, Johann Berman, Vicki Duscha und Hans Marth. 2014. Ausweitung des Emissionshandels auf Kleinemittenten im Gebäude- und Verkehrssektor. UBA-Bericht.

Hintermann, Beat, Sonja Peterson und Wilfried Rickels. 2016. Price and Market Behavior in Phase II of the EU ETS: A Review of the Literature. *Review of Environmental Economics and Policy* 10, Nr. 1: 108–128.

Hirst, David und Matthew Keep. 2018. Carbon Price Floor (CPF) and the price support mechanism. Briefing Paper.

Hübler, Michael und Andreas Löschel. 2013. The EU Decarbonisation Roadmap 2050—What way to walk? *Energy Policy* 55: 190–207.

IEA. 2016. Energy, Climate Change and Environment 2016 Insights. *IEA Webstore*. https://webstore.iea.org/energy-climate-change-and-environment-2016-insights (zugegriffen: 30. Juni 2019).

IPCC. 2014. AR5 Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Assessment Report.

---. 2018. Global warming of 1.5°C. Special Report.

Jacobsen, Mark R. 2013. Evaluating US Fuel Economy Standards in a Model with Producer and Household Heterogeneity. *American Economic Journal: Economic Policy* 5, Nr. 2: 148–187.

Jacoby, Henry D. und A. Denny Ellerman. 2004. The safety valve and climate policy. *Energy Policy* 32, Nr. 4: 481–491.

Jaffe, Adam B., Richard G. Newell und Robert N. Stavins. 2005. A tale of two market failures: Technology and environmental policy. *Ecological Economics* 54, Nr. 2. Technological Change and the Environment: 164–174.

Jakob, Michael, Jan Christoph Steckel und Ottmar Edenhofer. 2014. Consumption- Versus Production-Based Emission Policies. *Annual Review of Resource Economics* 6, Nr. 1: 297–318.

Joas, Fabian und Christian Flachsland. 2016. The (ir)relevance of transaction costs in climate policy instrument choice: an analysis of the EU and the US. *Climate Policy* 16, Nr. 1: 26–49.

Kalkuhl, Matthias, Brigitte Knopf, Kurt van Dender, und Harro van Asselt. 2018. Bridging the gap: Fiscal reforms for the low-carbon transition. In: *Emissions Gap Report 2018*. Chapter 6. UNEP.

Kalkuhl, Matthias, Jan Christoph Steckel und Ottmar Edenhofer. 2019. All or nothing: Climate policy when assets can become stranded. *Journal of Environmental Economics and Management*: In press.

Klenert, David, Linus Mattauch, Emmanuel Combet, Ottmar Edenhofer, Cameron Hepburn, Ryan Rafaty und Nicholas Stern. 2018. Making carbon pricing work for citizens. *Nature Climate Change* 8, Nr. 8: 669–77.

Kling, Catherine und Jonathan Rubin. 1997. Bankable permits for the control of environmental pollution. *Journal of Public Economics* 64, Nr. 1: 101–115.

Koch, Nicolas und Houdou Basse-Mama. 2019. Does the EU Emissions Trading System induce investment leakage? Evidence from German multinational firms. *Energy Economics* 81: 479–492.

Koch, Nicolas, Godefroy Grosjean, Sabine Fuss und Ottmar Edenhofer. 2016. Politics matters: Regulatory events as catalysts for price formation under cap-and-trade. *Journal of Environmental Economics and Management* 78: 121–139.

Kornek, Ulrike und Ottmar Edenhofer. 2019. The strategic dimension of financing global public goods. Working Paper.

Kornek, Ulrike, David Klenert, Ottmar Edenhofer und Marc Fleurbaey. 2019. The Social Cost of Carbon and Inequality: When Local Redistribution Shapes Global Carbon Prices. SSRN Scholarly Paper. Rochester, NY: Social Science Research Network.

Lemoine, Derek und Christian Traeger. 2014. Watch your step: optimal policy in a tipping climate. *American Economic Journal: Economic Policy* 6, Nr. 1: 137–66.

Lessmann, Kai, Robert Marschinski und Ottmar Edenhofer. 2009. The effects of tariffs on coalition formation in a dynamic global warming game. *Economic Modelling* 26, Nr. 3: 641–649.

Levinson, Arik. 2019. Energy Efficiency Standards Are More Regressive Than Energy Taxes: Theory and Evidence. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists* 6, Nr. S1: 7–36.

Li, Shanjun, Joshua Linn und Erich Muehlegger. 2014. Gasoline Taxes and Consumer Behavior. *American Economic Journal: Economic Policy* 6, Nr. 4: 302–342.

Li, Shanjun, Lang Tong, Jianwei Xing und Yiyi Zhou. 2017. The Market for Electric Vehicles: Indirect Network Effects and Policy Design. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists* 4, Nr. 1 (24. Januar): 89–133.

Liu, J. (2018): Assessing the Distributional Impacts of Carbon Pricing in Germany and Australia. Master Thesis, Hertie School of Governance

Lotze-Campen, Hermann, Martin von Lampe, Page Kyle, Shinichiro Fujimori, Petr Havlik, Hans van Meijl, Tomoko Hasegawa, u. a. 2014. Impacts of increased bioenergy demand on global food markets: an AgMIP economic model intercomparison. *Agricultural Economics* 45, Nr. 1: 103–116.

Martin, Ralf, Mirabelle Muûls, Laure B. de Preux und Ulrich J. Wagner. 2014. Industry Compensation under Relocation Risk: A Firm-Level Analysis of the EU Emissions Trading Scheme. *American Economic Review* 104, Nr. 8: 2482–2508.

Matthes, Felix, Hauke Hermann, Charlotte Loreck und Roman Mendelevitch. 2019. Die deutsche Kohle-Verstromung bis 2030. Übers. von Vanessa Cook.

Mauer, Eva-Maria, Samuel Okullo und Michael Pahle. 2019. On the performance of the different components of the EU ETS MSR. Conference Paper. EAERE 2019, Manchester.

Maurer, Christoph, Christian Zimmer und Lion Hirth. 2018. Nodale und zonale Strompreissysteme im Vergleich (Kurzstudie) - Abschlussbericht für das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. Consentec GmbH, Neon Neue Energieökonomik GmbH.

MCC. 2019. Policy-Brief: Straßenverkehr. https://www.mcc-berlin.net/de/forschung/strassenverkehr.html (zugegriffen: 26. Juni 2019).

McKinsey. 2007. *Kosten und Potenziale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland*. Berlin.

---. 2009. *Kosten und Potenziale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland. Aktualisierte Energieszenarien und -sensitivitäten*. Berlin.

Mehling, Michael A., Harro van Asselt, Kasturi Das und Susanne Dröge. 2018. Beat protectionism and emissions at a stroke. *Nature* 559, Nr. 7714: 321.

Mehling, Michael A., Gilbert E. Metcalf und Robert N. Stavins. 2019. Linking Heterogeneous Climate Policies (Consistent with the Paris Agreement). *Environmental Law* 8, Nr. 4: 647–698.

Metcalf, Gilbert E. und David Weisbach. 2011. Linking Policies When Tastes Differ: Global Climate Policy in a Heterogeneous World. *Review of Environmental Economics and Policy* 6, Nr. 1: 110–129.

Murray, Brian C., Richard G. Newell und William A. Pizer. 2009. Balancing Cost and Emissions Certainty: An Allowance Reserve for Cap-and-Trade. *Review of Environmental Economics and Policy* 3, Nr. 1: 84–103.

Nahmmacher, Paul, Eva Schmid, Michael Pahle und Brigitte Knopf. 2016. Strategies against shocks in power systems – An analysis for the case of Europe. *Energy Economics* 59: 455–465.

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2017. *Valuing Climate Changes: Updating Estimation of the Social Cost of Carbon Dioxide*. Washington, D.C.: National Academies Press.

Newell, Richard G. und William A. Pizer. 2003. Regulating stock externalities under uncertainty. *Journal of Environmental Economics and Management* 45, Nr. 2: 416–432.

Nikodinoska, Dragana und Carsten Schröder. 2016. On the emissions–inequality and emissions–welfare tradeoffs in energy taxation: Evidence on the German car fuels tax. *Resource and Energy Economics* 44: 206–233.

Nordhaus, William. 1977. Economic growth and climate: the carbon dioxide problem. *The American Economic Review* 67, Nr. 1: 341–346.

---. 1991. To slow or not to slow: the economics of the greenhouse effect. *The economic journal* 101, Nr. 407: 920–937.

---. 1993. Rolling the 'DICE': an optimal transition path for controlling greenhouse gases. *Resource and Energy Economics* 15, Nr. 1: 27–50.

---. 2010. Economic aspects of global warming in a post-Copenhagen environment. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107, Nr. 26: 11721–11726.

---. 2011. Designing a friendly space for technological change to slow global warming. *Energy Economics* 33, Nr. 4: 665–673.

---. 2015. Climate clubs: Overcoming free-riding in international climate policy. *American Economic Review* 105, Nr. 4: 1339-70.

Oates, Wallace E. 1995. Green taxes: Can we protect the environment and improve the tax system at the same time? *Southern Economic Journal*: 915–922.

OECD. 2018. Effective Carbon Rates 2018 - Pricing Carbon Emissions Through Taxes and Emissions Trading. https://www.oecd.org/tax/effective-carbon-rates-2018-9789264305304-en.htm (zugegriffen: 26. Juni 2019).

Ohms. 2019. Rechtliche Optionen und Konflikte einer Einbeziehung des Straßenverkehrs in den Emissionshandel - Rechtliche Kurzstellungnahme im Auftrag der Mittelstands- und Wirtschaftsvereinigung der CDU/CSU. http://rdir.de/r.html?uid=D.B.CHOR.DDc.BlYGe.A.PHSb4X0nsDS8IUPKNnfDLBf-HOt6N5LR1N57etjKReoagYebeu8Blvql-sWxdnzezIMAZ0U3PzyVgi4XdB8m3ew (zugegriffen: 26. Juni 2019).

Osorio, Sebastian, Paul Nahmmacher, Eva Schmid und Brigitte Knopf. 2018. Documentation of LIMES-EU - A long-term electricity system model for Europe. *Potsdam Institute of Climate Impact Research (PIK)*.

Pahle, Michael, Dallas Burtraw, Christian Flachsland, Nina Kelsey, Eric Biber, Jonas Meckling, Ottmar Edenhofer und John Zysman. 2018. Sequencing to ratchet up climate policy stringency. *Nature Climate Change* 8, Nr. 10: 861–867.

Pahle, Michael, Dallas Burtraw, Oliver Tietjen, Christian Flachsland und Ottmar Edenhofer. 2019. Unilateral Action under an Emissions Cap. Paper presented at the 2019 AEA meeting in Atlanta.

Pahle, Michael, Ottmar Edenhofer, Robert Pietzcker, Oliver Tietjen, Sebastian Osorio und Christian Flachsland. 2019. Die unterschätzten Risiken des Kohleausstiegs. *Energiewirtschatliche Tagesfragen* 62, Nr. 6: 37–40.

Parry, Ian W. H. 1995. Pollution taxes and revenue recycling. *Journal of Environmental Economics and management* 29, Nr. 3: 64–77.

Perino, Grischa, Robert A. Ritz und Arthur van Benthem. 2019. Understanding Overlapping Policies: Internal Carbon Leakage and the Punctured Waterbed. Working Paper.

Pigou, Arthur. 1920. The economics of Welfare. *McMillan and Co*.

Pindyck, Robert S. 2019. The social cost of carbon revisited. *Journal of Environmental Economics and Management* 94: 140–160.

Pizer, William A. 2002. Combining price and quantity controls to mitigate global climate change. *Journal of Public Economics* 85, Nr. 3: 409–434.

Pothen, Frank und Michael Hübler. 2018. A Forward Calibration Method for New Quantitative Trade Models. Leibniz Universität Hannover, Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät.

Pothen, Frank und Miguel Angel Tovar Reaños. 2018. The Distribution of Material Footprints in Germany. *Ecological Economics* 153: 237–251.

Ranson, Matthew und Robert N. Stavins. 2015. Linkage of greenhouse gas emissions trading systems: learning from experience. *Climate Policy* 16, Nr. 3: 284–300.

Reynaert, Mathias. 2019. Abatement Strategies and the Cost of Environmental Regulation: Emission Standards on the European Car Market. CEPR Discussion Paper.

RGGI. 2019. Elements of the Regional Greenhouse Gas Initiative. https://www.rggi.org/program-overview-and-design/elements (zugegriffen: 26. Juni 2019).

Rivers, Nicholas und Brandon Schaufele. 2015. Salience of carbon taxes in the gasoline market. *Journal of Environmental Economics and Management* 74: 23–36.

Roberts, Marc J. und Michael Spence. 1976. Effluent charges and licenses under uncertainty. *Journal of Public Economics* 5, Nr. 3–4: 193–208.

Rogers, John M. und Maureen B. Gray. 1994. CE data: quintiles of income versus quintiles of outlays. *Monthly Lab. Rev.* 117: 32.

Roolfs, Christina, Beatriz Gaitan, Kai Lessmann und Ottmar Edenhofer. 2019. Who benefits from transfers? How differences in abatement technologies drive tax incidence of a federal carbon price. In: *PET2019 conference paper*.

Rosenow, Jan, Tina Fawcett, Nick Eyre und Vlasis Oikonomou. 2016. Energy efficiency and the policy mix. *Building Research & Information* 44, Nr. 5–6: 562–574.

Rubin, Jonathan D. 1996. A Model of Intertemporal Emission Trading, Banking, and Borrowing. *Journal of Environmental Economics and Management* 31, Nr. 3: 269–286.

Ruhnau, Oliver, Sergej Bannik, Sydney Otten, Aaron Praktiknjo und Martin Robinius. 2019. Direct or indirect electrification? A review of heat generation and road transport decarbonisation scenarios for Germany 2050. *Energy* 166: 989–999.

RWI und Stiftung Mercator. 2019. Weniger Staus, Staub und Gestank per sozial ausgewogener Städte-Maut. Positionspapier.

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

Sandbag. 2019. Carbon Price Viewer. https://sandbag.org.uk/carbon-price-viewer/ (zugegriffen: 2. Juli 2019).

Schäfers, Manfred, Werner Mussler, Werner Mussler und Brüssel. 2019. Plan der EU-Kommission: Irland und Niederlande gegen Änderung der Steuerpolitik. *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 15. Januar, Abschn. Wirtschaft.

Schwerhoff, Gregor. 2016. The economics of leadership in climate change mitigation. *Climate Policy* 16, Nr. 2: 196–214.

Schwerhoff, Gregor, Ulrike Kornek, Kai Lessmann und Michael Pahle. 2018. Leadership in Climate Change Mitigation: Consequences and Incentives. *Journal of Economic Surveys* 32, Nr. 2: 491–517.

Searchinger, Timothy D., Tim Beringer, Bjart Holtsmark, Daniel M. Kammen, Eric F. Lambin, Wolfgang Lucht, Peter Raven und Jean-Pascal van Ypersele. 2018. Europe's renewable energy directive poised to harm global forests. *Nature Communications* 9, Nr. 1: 3741.

Searchinger, Timothy D., Steven P. Hamburger, Jerry Melillo, William Chameides, Petr Havlik, Daniel M. Kammen, Gene E. Likens, u. a. 2009. Fixing a Critical Climate Accounting Error. *Science* 326: 527–528.

Sheppard, David. 2018. Hedge funds and Wall St banks cash in on carbon market's revival. *Financial Times*, 7. September, Abschn. EU energy.

Shiller, Robert J. 2014. Speculative Asset Prices. *The American Economic Review* 104, Nr. 6: 1486–1517.

Shobe, William und Dallas Burtraw. 2012. Rethinking Environmental Federalism in a Warming World. *SSRN Electronic Journal*.

Slesnick, Daniel T. 2001. *Consumption and social welfare: Living standards and their distribution in the United States*. Cambridge University Press.

Stern, Nicholas. 2006. *Stern Review: The Economics of Climate Change.* Oxford University Press

Stiglitz, Joseph E. 2019. Addressing Climate Change through Price and Non-Price Interventions. *European Economic Review*.

Tietjen, Oliver, Kai Lessmann und Michael Pahle. 2019. Hedging and the Temporal Permit Issuance in Cap-and-Trade Programs. Working Paper.

Türk, Andreas, Michael Mehling, Christian Flachsland und Wolfgang Sterk. 2009. Linking carbon markets: concepts, case studies and pathways. *Climate Policy* 9, Nr. 4: 341–357.

UBA. 2016. Emissionen aus Kleinfeuerungsanlagen in Wohngebieten. https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/umwelteinfluesse-auf-den-menschen/besondere-belastungssituationen/emissionen-aus-kleinfeuerungsanlagen-in (zugegriffen: 30. Juni 2019).

---. 2019. *Methodenkonvention 3.0 zur Ermittlung von Umweltkosten - Kostensätze*. Umweltbundesamt.

UBA und Sibylle Wilke. 2018. Umweltbezogene Steuern und Gebühren. https://www.umweltbundesamt.de/daten/umwelt-wirtschaft/umweltbezogene-steuern-gebuehren (zugegriffen: 26. Juni 2019).

Vickrey, William S. 1969. Congestion Theory and Transport Investment. *American Economic Review* 59: 251–260.

Vogt-Schilb, Adrien, Guy Meunier und Stéphane Hallegatte. 2018. When starting with the most expensive option makes sense: Optimal timing, cost and sectoral allocation of abatement investment. *Journal of Environmental Economics and Management* 88: 210–233.

WBAE und WBW. 2016. Klimaschutz in der Land- und Forstwirtschaft sowie den nachgelagerten Bereichen Ernährung und Holzverwendung. Gutachten des Wissenschaftlichen Beirats für Agrarpolitik, Ernährung und gesundheitlichen Verbraucherschutz und des Wissenschaftlichen Beirats für Waldpolitik beim Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Ministerium/Beiraete/Agrarpolitik/Klimaschutzgutachten_2016.html (zugegriffen: 1. Juli 2019).

WCI. 2019. Western Climate Initiative, Inc. http://www.wci-inc.org/index.php (zugegriffen: 26. Juni 2019).

Weitzman, Martin L. 1974. Prices vs. quantities. *The review of economic studies* 41, Nr. 4: 477–491.

West, Sarah E. und Roberton C. Williams III. 2007. Optimal taxation and cross-price effects on labor supply: estimates of the optimal gas tax. *Journal of Public Economics* 91, Nr. 3–4: 593–617.

Wood, Peter J. und Frank Jotzo. 2011. Price floors for emissions trading. *Energy Policy* 39, Nr. 3: 1746–1753.

World Bank Group. 2019. State and Trends of Carbon Pricing 2019. Report. Washington, D.C.: World Bank.

ZEW. 2019. Energiemarktbarometer Januar/Februar 2019. http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/zn/schwerpunkte/energiemarkt/Energiemarkt0219.pdf (zugegriffen: 28. Juni 2019).

Zimmer, Anne und Nicolas Koch. 2017. Fuel consumption dynamics in Europe: Tax reform implications for air pollution and carbon emissions. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 106: 22–50.

Danksagung

Wir danken unseren Kolleginnen und Kollegen am MCC und am PIK für fruchtbare Diskussionen, das Erstellen von Grafiken, wertvolle Literaturhinweise, Korrekturlesen des Textes und Datenrecherchen: Maximilian Amberg, Jacob Edenhofer, Lion Hirth, Nelly Homeyer, Michael Jakob, Ulrich von Lampe, Nicolas Koch, Robert Pietzcker, Susann Reinsch, Susanne Stundner und Oliver Tietjen.

Weiterhin möchten wir uns bei allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern aus verschiedenen Ministerien für den hilfreichen Austausch und die Beantwortung von Detailfragen herzlich bedanken.

Auch von den Rückmeldungen von vielen Personen aus Wissenschaft, Wirtschaft, NGOs und Verbänden haben wir sehr profitiert, wir bedanken uns ausdrücklich.

Die verbleibenden Fehler sind alle unsere.