

CLIMATE CHANGE

14/2025

Anhang zum Synthesebericht

Die Lenkungswirkung von Endenergiepreisen zur Erreichung der Klimaschutzziele

Vorabanalysen im Rahmen von AP 1 und AP 2,
Bearbeitungsstand Oktober 2022

von:

Katja Hünecke, Dr. Katja Schumacher, Dennis Appenfeller, Dr. Sibylle Braungardt, Malte Bei der Wieden, Dr. Johanna Cludius, Jakob Graichen, Verena Graichen, Hauke Hermann, Friedhelm Keimeyer, Konstantin Kreye, Dr. Roman Mendelevitch, Inia Steinbach
Öko-Institut e.V.

Florian Zerzawy, Simon Meemken, Isabel Schrems
Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft (FÖS)

Dr. Christian Lutz, Lisa Becker
Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung (GWS) mbH

Prof. Dr. Stefan Klinski
Professur an der Hochschule für Wirtschaft und Recht (HWR) Berlin (i.R)

Herausgeber:
Umweltbundesamt

CLIMATE CHANGE 14/2025

Ressortforschungsplan des Bundesministeriums für
Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und
Verbraucherschutz

Forschungskennzahl 3720 43 101 0
FB001714

Anhang zum Synthesebericht

Die Lenkungswirkung von Endenergiepreisen zur Erreichung der Klimaschutzziele

Vorabanalysen im Rahmen von AP 1 und AP 2,
Bearbeitungsstand Oktober 2022

von:

Katja Hünecke, Dr. Katja Schumacher, Dennis
Appenfelder, Dr. Sibylle Braungardt, Malte Bei der
Wieden, Dr. Johanna Cludius, Jakob Graichen, Verena
Graichen, Hauke Hermann, Friedhelm Keimeyer,
Konstantin Kreye, Dr. Roman Mendelevitch, Inia
Steinbach

Öko-Institut e.V.

Florian Zerzawy, Simon Meemken, Isabel Schrems
Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft (FÖS)

Dr. Christian Lutz, Lisa Becker

Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung (GWS)
mbH

Prof. Dr. Stefan Klinski

Professur an der Hochschule für Wirtschaft und Recht
(HWR) Berlin (i.R)

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber

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

Durchführung der Studie:

Öko Institut
Borkumstr. 2
13189 Berlin

Abschlussdatum:

Oktober 2022

Redaktion:

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

DOI:

<https://doi.org/10.60810/openumwelt-7698>

ISSN 1862-4359

Dessau-Roßlau, April 2025

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

Kurzbeschreibung: Die Lenkungswirkung von Endenergiepreisen zur Erreichung der Klimaschutzziele

In diesem Anhang zum Synthesebericht werden die Vorabanalysen für das Arbeitspaket 1 und 2 vorgestellt. Diese sind in den Synthesebericht sowie in die Einzelberichte des Projektes eingeflossen. Der Anhang enthält keine finalen Ergebnisse, sondern er ist als Arbeitsgrundlage für die weitergehenden Analysen zu verstehen.

Zunächst erfolgte eine Bestandsaufnahme zur Rolle staatlich bestimmter Energiepreisbestandteile im Instrumentenmix. Dazu werden relevante Literaturquellen und Datensätze gesichtet und aufbereitet. Die Bestandsaufnahme bezieht sich auf die Wirkweise und Lenkungswirkung relativer Preise in Bezug auf technische Anwendungen, die durch unterschiedliche Energieträger gekennzeichnet sind, inkl. indirekter Belastungswirkungen auf nachgelagerten Wertschöpfungsstufen, etwa bei der CO₂-Bepreisung.

Anschließend wird der Frage nachgegangen: „Wie ist die Wirkweise von Änderungen relativer Energieträgerpreise, insbesondere mit Blick auf die klimapolitische Lenkungswirkung von staatlich bestimmten Energie- und Strompreisbestandteilen?“ Das Arbeitsdokument schließt mit ersten Ansatzpunkten für Reformoptionen, die im weiteren Verlauf des Projektes weiterausgearbeitet wurden. Die Ergebnisse des Projektes sind im Synthesebericht und in einer Reihe von Einzelpapieren veröffentlicht.

Abstract: The contribution of economic instruments to achieving climate protection targets: the role of state-determined energy price components in the instrument mix

This appendix to the synthesis report presents the preliminary analyses for work packages 1 and 2. These have been incorporated into the synthesis report and the individual project reports. The appendix does not contain any final results, but should be seen as a working basis for further analyses.

First, an inventory was made of the role of state-determined energy price components in the instrument mix. To this end, relevant literature sources and data sets are reviewed and processed. The inventory relates to the mode of action and steering effect of relative prices in relation to technical applications characterized by different energy sources, including indirect burdening effects on downstream value-added stages, such as in the pricing of CO₂.

The question is then explored: “How do changes in relative energy source prices work, especially with regard to the climate policy steering effect of state-determined energy and electricity price components?” The working paper concludes with initial starting points for reform options, which were further elaborated in the course of the project. The results of the project are published in the synthesis report and in a series of individual papers.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	8
Tabellenverzeichnis.....	8
Abkürzungsverzeichnis.....	9
1 Einleitung.....	11
2 Bestandsaufnahme und Datenaufbereitung.....	14
2.1 Bestandsaufnahme	14
2.1.1 Definition „ökonomische Instrumente“.....	14
2.1.2 Überblick zu Schätzungen der Preiselastizitäten.....	16
2.1.2.1 Methodische Ansätze bei der Schätzung von Preiselastizitäten	17
2.1.2.2 Einflussfaktoren auf die Elastizität.....	18
2.1.2.3 Ergebnis der Literaturlauswertung: Betrachtete Sektoren, Energieträger und Spannbreiten der Elastizitäten	20
2.1.2.4 Fazit zur Eignung des Elastizitätsansatzes und Ableitung von Anwendungskriterien ..	26
3 Analyse der Lenkungswirkung relativer Preise und von staatlich bestimmten Energie- und Strompreisbestandteilen (quantitative Ex-ante Analyse).....	28
3.1 "Modellierungsbaustellen": Verbesserte Erfassung von Wirkungszusammenhängen	28
3.1.1 Bereich Industrie.....	28
3.1.2 Bereich Gebäude.....	29
3.1.3 Bereich Verkehr	30
3.2 Einordnung der Strom- und Energiepreisentwicklungen in ausgewählten Szenarien	30
4 Aufgaben und Umfang staatlich bestimmter Energiepreisbestandteile.....	36
5 Anreizsystematik und Quantifizierung monetärer Hemmnisse.....	39
5.1 Gebäude (Wärme).....	40
5.1.1 Status Quo: Energieverbrauch im Gebäudebestand	40
5.1.2 Staatlich bestimmte Preisbestandteile in der fossilen Wärmeerzeugung.....	42
5.1.3 Staatlich bestimmte Preisbestandteile in der erneuerbaren Wärmeerzeugung.....	43
5.1.4 Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit von Sektorkopplungstechnologien: Wärmepumpen.....	44
5.1.5 Handlungsbedarf.....	46
5.2 Haushaltsstrom	46
5.2.1 Status Quo: Stromverbrauch privater Haushalte	46
5.2.2 Staatlich bestimmte Preisbestandteile des Haushaltstroms	47
5.2.3 Auswirkungen von hohen Strompreisen im Haushalt und Handlungsoptionen	47

5.3	Verkehr.....	48
5.3.1	Status Quo: Energieverbrauch im Verkehr	48
5.3.2	Staatlich bestimmte Preisbestandteile fossiler Energieträger im Verkehr.....	50
5.3.3	Staatlich bestimmte Energiepreisbestandteile im Straßengüter-, Schienen- und Luftverkehr.....	50
5.3.4	Staatlich bestimmte Energiepreisbestandteile für die Elektromobilität	51
5.3.5	Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit von Sektorkopplungstechnologien: Elektromobilität (Pkw)	51
5.3.6	Handlungsbedarf.....	53
5.4	Industrie	54
5.4.1	Status Quo: Energieverbrauch in der Industrie	54
5.4.2	Ausnahmen bei den staatlich bestimmten Preisbestandteilen	55
5.4.3	Auswirkungen auf Energieeffizienz, Dekarbonisierung, Flexibilisierung der Energienachfrage und Handlungsoptionen	58
6	Nicht-monetäre Hemmnisse	60
6.1	Verhaltensökonomische Faktoren	60
6.1.1	Begrenzte Rationalität und Entscheidungsheuristiken.....	60
6.1.2	Status-Quo-Bias und Verlustaversion	60
6.1.3	Besitztumeffekt (Endowment Effekt)	61
6.1.4	Zeitinkonsistente Diskontierung	62
6.2	Nutzer/Investor-Problem.....	63
6.3	Infrastrukturelle Voraussetzungen	63
6.4	Zentrale Erkenntnisse und Politikimplikationen	64
7	Ansatzpunkte für Reformoptionen	66
8	Übersicht zu ausgewerteten Studien zu Elastizitäten.....	68
9	Quellenverzeichnis	89

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Einkommenselastizitäten bei Energieträgern nach Quintilen..	25
Abbildung 2:	Preiselastizitäten nach Einkommensklassen und Region (Kraftstoffe, Frankreich 2018)	25
Abbildung 3:	Wirkkette zur Umsetzung von gering-investiven Maßnahmen	30
Abbildung 4:	Endenergieverbrauch für Raumwärme und Warmwasser in PJ (2020).....	41
Abbildung 5:	Marktentwicklung Wärmeerzeuger 2012-2021	41
Abbildung 6:	Marktanteile von Wärmeerzeugern im Neubau	42
Abbildung 7:	Energiekosten Wärmepumpe im Vergleich zu Erdgas und Heizöl (ct/kWh Endenergie)	45
Abbildung 8:	Stromverbrauch privater Haushalte nach Anwendungen (in Prozent 2021)	47
Abbildung 9:	Endenergieverbrauch Verkehr (PJ, 2020).....	49
Abbildung 10:	Monatliche Gesamtkosten Mittelklasse.....	52
Abbildung 11:	Endenergieverbrauch Industrie (PJ, 2020)	54
Abbildung 12:	Entwicklung der Energieproduktivität der Industrie, 1991 bis 2019.....	55
Abbildung 13:	Potenzielle industrielle Anwendungen erneuerbarer Energien	59

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Bandbreiten der Preiselastizitäten bei Kraftstoffen.....	21
Tabelle 2:	Bandbreiten der Preiselastizitäten bei Heizstoffen.....	22
Tabelle 3:	Bandbreiten der Preiselastizitäten bei Strom	22
Tabelle 4:	Bandbreiten der Preiselastizitäten in der Industrie	23
Tabelle 5:	Kreuzpreiselastizitäten (Industrie, USA).....	24
Tabelle 6:	Zusammenfassender Überblick über Rahmendaten für die Modellierung: Strom- und Energiepreis(bestandteile) in ausgewählten Szenarien.....	34
Tabelle 7:	Umfang der staatlich bestimmten Energiepreisbestandteile (2022).....	38
Tabelle 8:	Energiesteuersätze auf Heizstoffe (Regelsätze)	44
Tabelle 9:	Energiesteuer und CO ₂ -Preis auf Kraftstoffe (Regelsätze)	50
Tabelle 10:	Energiekosten von Verbrennern gegenüber Elektroautos (2021)	52
Tabelle 11:	Endenergieverbrauch der Industrie nach Anwendungsbereichen (PJ, 2020)	54
Tabelle 12:	Sondernetzentgelte nach § 19 StromNEV	57
Tabelle 13:	Kompensationsgrade der BECV	57
Tabelle 14:	Ansatzpunkte für Reformoptionen.....	66

Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr
AblaV	Verordnung über Vereinbarungen zu abschaltbaren Lasten
BDEW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft
BECV	Carbon Leakage Verordnung
BEHG	Brennstoffemissionshandelsgesetz
BEG	Bundesförderung effiziente Gebäude
Bspw.	beispielsweise
CBAM	Carbon Border Adjustment Mechanism
CCS	Carbon Capture and Storage
CO₂	Kohlendioxid
ct	Cent
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
e-Mobilität	Elektromobilität
EnergieStG	Energiesteuergesetz
ENWG	Energiewirtschaftsgesetz
EU	Europäische Union
EU ETS	Europäisches Emissionshandelssystem / Emissions Trading System
EUR	Euro
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GJ	Gigajoule
Ho	oberer Heizwert
Hu	unterer Heizwert
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
JAZ	Jahresarbeitszahl
Kfz	Kraftfahrzeug
kWh	Kilowattstunde
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWKG	Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz
l	Liter
Lkw	Lastkraftwagen
Max	Maximum
MID	Mobilität in Deutschland
Min	Minimum
Mio.	Millionen
MIV	Motorisierter Individualverkehr
Mrd.	Milliarden

MWh	Megawattstunde
MWSt	Mehrwertsteuer
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
Pkw	Personenkraftwagen
StromNEV	Stromnetzentgeltverordnung
StromStG	Stromsteuergesetz
t	Tonnen
THG	Treibhausgasemissionen
TWh	Terrawattstunde
WTA	willingness to accept
WTP	willingness to pay

1 Einleitung

Text Box 1: Disclaimer

In diesem Anhang zum Synthesebericht werden die Vorabanalysen für das Arbeitspaket 1 und 2 vorgestellt. Diese sind in den Synthesebericht sowie in die Einzelberichte des Projektes eingeflossen. Der Anhang enthält keine finalen Ergebnisse, sondern er ist als Arbeitsgrundlage für die weitergehenden Analysen zu verstehen.

Zunächst erfolgte eine Bestandsaufnahme zur Rolle staatlich bestimmter Energiepreisbestandteile im Instrumentenmix. Dazu werden relevante Literaturquellen und Datensätze gesichtet und aufbereitet. Die Bestandsaufnahme bezieht sich auf die Wirkweise und Lenkungswirkung relativer Preise in Bezug auf technische Anwendungen, die durch unterschiedliche Energieträger gekennzeichnet sind, inkl. indirekter Belastungswirkungen auf nachgelagerten Wertschöpfungsstufen, etwa bei der CO₂-Bepreisung.

Anschließend wird der Frage nachgegangen: „Wie ist die Wirkweise von Änderungen relativer Energieträgerpreise, insbesondere mit Blick auf die klimapolitische Lenkungswirkung von staatlich bestimmten Energie- und Strompreisbestandteilen?“ Das Arbeitsdokument schließt mit ersten Ansatzpunkten für Reformoptionen, die im weiteren Verlauf des Projektes weiterausgearbeitet wurden. Die Ergebnisse des Projektes sind im Synthesebericht und in einer Reihe von Einzelpapieren veröffentlicht.

In der aktuellen politischen Debatte besteht ein weitgehender Konsens, dass sich die anspruchsvollen Klima- und Energiewendeziele Deutschlands nur mit einem Mix aus energie- und klimapolitischen Instrumenten erreichen lassen. Die Novelle des Klimaschutzgesetzes vom 12. Mai 2021 unterstreicht dies mit dem Ziel der Treibhausgasneutralität Deutschlands bis 2045. Das bedeutet: Die dafür notwendige Verringerung der Emissionen um 65 % bis 2030 erfordert eine Verdopplung des bisherigen Minderungstempos (Matthes u. a. 2021).

Daneben sind das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG), das Klimaschutzprogramm 2030 oder auch der European Green Deal Leitlinien, was Vorgaben, Politikmaßnahmen und Instrumente betrifft. Denn letztlich braucht es ein ganzes Bündel an Instrumenten, um die Transformation insgesamt zu beschleunigen.

Der Angriff Russlands auf die Ukraine und die im Gegenzug verhängten Sanktionen westlicher Staaten gegen Russland haben u. a. zu stark steigenden Energiepreisen geführt. Die Bundesregierung hat darauf bereits mit zwei Entlastungspaketen reagiert. Ende Februar wurde u. a. die Abschaffung der EEG-Umlage bereits zum 1. Juli 2022, eine Erhöhung der Pendlerpauschale und Heizkostenzuschüsse für niedrige Einkommen beschlossen. Ende März wurden in einem zweiten Paket steuerliche Zuschüsse, eine dreimonatige Absenkung der Energiesteuer auf Treibstoffe, günstige ÖPNV-Tickets in diesem Zeitraum sowie weitere Zuschüsse beschlossen. Neue Heizungen müssen bereits ab Anfang 2024 zu 65 % mit erneuerbaren Energien betrieben werden. Es ist von einer Zeitenwende die Rede, in der Prioritäten neu justiert und bisherige Ziele angepasst werden. Versorgungssicherheit spielt im Dreieck mit Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit aktuell die Hauptrolle. Sicher geglaubte Entwicklungen werden wieder in Frage gestellt. Jahrelang verzögerte Entscheidungen wie der Bau von LNG-Terminals werden fast über Nacht getroffen. Gesamtwirtschaftlich ist die hohe Inflation ein Problem, wie es seit den Energiepreiskrisen in den 70er- und 80er-Jahren nicht mehr der Fall war.

Anfang September 2022 wurde ein drittes Entlastungspaket beschlossen. Im Gegensatz zu den beiden ersten Paketen (zusammen insgesamt 35 Mrd. Euro) umfasst das dritte Entlastungspaket ein Volumen von 65 Mrd. Euro. Finanziert wird es etwa zur Hälfte über Abschöpfung von Zufallsgewinnen und zur anderen Hälfte aus dem Bundeshaushalt. Es enthält u. a. eine Entlastung bei den Strompreisen, eine Verschiebung der CO₂-Preis-Anhebung, ein zweiter Heizkostenzuschuss für Menschen, die Wohngeld empfangen, eine Umsatzsteuersenkung auf Gas bis Ende März 2024 von 19 % auf 7 %.

Deutlich wird: die Entlastungspakete verringern die Belastung durch die stark gestiegenen Energiepreise, allerdings nicht zielgerichtet auf besonders vulnerable Bevölkerungsgruppen, sondern nach dem „Gießkannenprinzip“. Nach Schumacher et al. (2022) würden eine zielgruppenspezifische Entlastung Mittel für effizientere Maßnahmen insbesondere auch zur Energieeffizienzverbesserung und -einsparung freisetzen. In Bezug auf die Klimawirkung sind als kurzfristige Entlastungsmaßnahmen einkommensstützende Maßnahmen preisdämpfenden Maßnahmen vorzuziehen (Schumacher et al. 2022).

In dieser schwierigen Gemengelage ist es mit Blick auf den Forschungsgegenstand entscheidend, die langfristigen Klimaschutzziele nicht aus den Augen zu verlieren und die zeitliche Dimension präzise in die Analyse einzubeziehen. Ökonomische Instrumente zur Erreichung der Klimaschutzziele müssen langfristig wirksam sein, ohne kurzfristig gesamtwirtschaftliche Stabilität zu gefährden und Leistungsfähigkeit einzelner Haushalte und Unternehmen zu überfordern. Die Krise kann dabei eine Chance für den Klimaschutz sein, weil die Abkehr von Kohle, Öl und Gas auch Frieden und Freiheit dient.

Die Reform der Steuern, Abgaben und Umlagen im Energiebereich im Zusammenhang mit einer breiteren und intensiveren CO₂-Bepreisung ist eines der politischen Projekte, dass die Umsetzung der Energiewende hin zur Klimaneutralität maßgeblich bestimmen wird. Bei der Ausrichtung des Maßnahmenmixes ist neben der Emissionsminderung auch zu diskutieren, wie mit dem Aufkommen aus verschiedenen ökonomischen Instrumenten sinnvoll umgegangen wird. Damit eng verbunden sind Fragen der verteilungsrelevanten Verwendung (Blanck und Kreye 2021, Jacob et al. 2016).

Märkte und Preise bilden eine zentrale Säule der Klimapolitik. Sie wirken insbesondere in Bereichen, in denen es um wirtschaftliche Optimierung geht, d. h. vor allem bei operativen Entscheidungen von Unternehmen. Preise wirken auch auf private Haushalte ein. Private Akteure verhalten sich jedoch nicht strikt rational (s. Kapitel 6). Ökonomische Ansätze ergänzen in diesem Bereich andere Säulen wie Standards und Ordnungsrecht.

Über staatlich regulierte Preisbestandteile greift der Staat beabsichtigt oder unbeabsichtigt ins Marktgeschehen ein und beeinflusst damit auch Klimaschutz- und Energiewende-Investitionen. Verschiedene Analysen (z. B. Zerzawy et al. 2019 FÖS, Matthes et al. 2021, Maurer et al. 2020) machen jedoch deutlich, dass die auf Energie erhobenen Abgaben, Entgelte und Umlagen keinem systematischen Konzept folgen und bisher nicht hinreichend auf die Herausforderungen des Klimaschutzes und der Energiewende ausgerichtet sind. Im Gegenteil werden häufig ausgerechnet klimaschädliche Energieträger bessergestellt. So wird beispielsweise der klima- und gesundheitsschädliche Diesel im Verkehrsbereich geringer besteuert als Benzin.

Anreize und Fehlanreize für Klimaschutz und Energiewende überlagern sich, keine einheitliche Systematik

Zwar gibt es punktuelle Anreize für Klimaschutz, Sektorenkopplung oder Energieeffizienz bei vielen staatlich regulierten Preisbestandteilen. Damit sie als Teil eines effektiven Instrumentenmixes stärker zum Erreichen der Klimaziele beitragen, bedarf es jedoch einer

geeigneten Finanzierungssystematik (Blanck et al. 2020). Diese Systematik muss verursachergerecht sein und notwendige Anreize für Effizienz, Dekarbonisierung und Sektorenkopplung setzen. Um diese Ziele auf effektive und effiziente Weise zu erreichen, muss das Finanzierungssystem in sich kohärent sein. Bisher gibt es diese Kohärenz nicht und es kommt zu gegenläufigen Bepreisungslogiken. Im Gebäudesektor beispielsweise werden fossile Brennstoffe nach ihrem CO₂-Gehalt im Rahmen des nationalen Brennstoffemissionshandelsgesetz bepreist. Zusätzlich anfallende Energiesteuern folgen dieser Logik nicht und bepreisen emissionsärmere Heizstoffe wie Biomethan und Erdgas mit den gleichen Steuersätzen pro MWh wie Heizöl (Biogas, Heizöl und Erdgas werden mit 6,10 Euro/MWh_{HU} belastet). Im Vergleich zu strombasierten Anwendungen ist die Energiesteuer auf Heizöl und Erdgas sogar deutlich niedriger, da die Stromsteuer 20,50 Euro/MWh beträgt und somit bezogen auf den Energiegehalt mehr als dreimal so hoch ist wie die Energiesteuer auf Erdgas und Heizöl. Strom wird zusätzlich noch mit diversen Abgaben und Umlagen belastet, welche auf fossile Energieträger nicht anfallen. Ausnahmen von der Energiebesteuerung zum Beispiel für das produzierende Gewerbe, die aus Gründen des Schutzes vor Schlechterstellung im internationalen Wettbewerb gewährt werden, führen zu ökologischen Fehlanreizen bzw. können die eigentlichen Ziele der Abgabensystematik unterminieren.

Sektorale unterschiedliche Belastungsniveaus hemmen Kopplung der Sektoren

Die im Vergleich deutlich niedrigeren Abgaben und Umlagen auf fossile Heizstoffe stellen strombasierte Heiz- und Kraftstoffe inhärent schlechter. Gleichzeitig wird das Koppeln der Sektoren durch Elektrifizierung der Verkehrs- und Gebäudesektoren als Pfad zur Dekarbonisierung angestrebt und durch Förderprogramme und Anreize explizit gefördert (z. B. Kaufprämie für E-Autos, Befreiungen von Abgaben- und Umlagen bei der Nutzung von erneuerbarem Eigenstrom).

Gegen falsche Preisstrukturen muss mit viel Aufwand „angefördert“ werden.

Die fehlende übergreifende Systematik, sowohl bei der Ausgestaltung der verschiedenen staatlich bestimmten Preisbestandteile als auch bei der Gewährung von Ausnahmen- und Anreizregelungen, führt zu Ineffizienzen und Fehlanreizen zulasten des Klimaschutzes.

Die vielen in den letzten Jahren erlassenen Regelungen und Initiativen, um erneuerbare Energien und effiziente Technologien zu fördern, müssen konstant gegen die Inkohärenz des Ursprungsystems „gegen anfordern“. Dies ist volkswirtschaftlich ineffizient und kann zu Inakzeptanz und Unverständnis führen. Eine grundsätzliche Neuausrichtung der Finanzierungssystematik ist dementsprechend notwendig und sinnvoll.

2 Bestandsaufnahme und Datenaufbereitung

2.1 Bestandsaufnahme

2.1.1 Definition „ökonomische Instrumente“

Ökonomische Instrumente sind, eingebettet in einen breiten Instrumentenmix, zentral zum Erreichen der Klima- und Energiewendeziele. Darüber besteht in der aktuellen politischen Debatte weitgehend Konsens. Ökonomische Instrumente sind von regulatorischen und freiwilligen Instrumenten zu unterscheiden:

- ▶ **Ökonomische Instrumente** nutzen Märkte, Preise und andere marktwirtschaftliche Mechanismen, um ökonomische Anreize zum Erreichen eines bestimmten Umweltziels zu schaffen. Sie zielen darauf ab, die Relation von Nutzen und Aufwand für einen Akteur zugunsten von umweltfreundlichem Verhalten zu beeinflussen, indem externe Kosten internalisiert werden und in die Kosten-Nutzen-Rechnung der Akteure einfließen. Umweltziele sollen damit gesamtwirtschaftlich effizient erreicht werden, Emissionen dort eingespart werden, wo es am kostengünstigsten möglich ist (Stehling 1999).
- ▶ **Regulatorische Instrumente** sind Bestimmungen und Vorschriften, die den Handlungsspielraum der Wirtschaftsakteure durch Formen der Rationierung, des Verbots oder der technischen Spezifikation einschränken. Die Effektivität der Maßnahmen ist hoch, denn sie beziehen sich zugleich häufig auf Details. Beispiele sind Effizienzstandards der EU für Neuwagen, die Ökodesignrichtlinie oder das Verkaufsverbot von traditionellen Glühlampen durch die EU.
- ▶ **Freiwillige Instrumente** werden nicht behördlich vorgeschrieben oder durchgesetzt. Sie bedürfen deshalb keiner regulatorischen Kontrolle oder wirtschaftlicher Anreize. Sie nutzen Lernprozesse und Verhaltensänderungen, um Verbrauchssenkungen zu bewirken.

Klassische ökonomische Instrumente lassen sich in verschiedene Arten von Umweltabgaben (Steuern, Gebühren, Beiträge etc.), Zertifikate, Umweltsubventionen und die Umwelthaftung unterscheiden (Beermann et al. 2021).

- ▶ **Umweltabgaben** werden erhoben, um über einen Preisvorteil das Verhalten der Akteure gezielt hin zu einer Reduktion des Umweltschadens zu lenken. Diese Lenkungsfunktion wird durch eine Finanzierungsfunktion begleitet, da das verbundene Abgabeaufkommen als Finanzierungsmittel an den Staat fließt. Für eine Beurteilung der Gesamtwirkung einer Steuer ist daher auch die Verwendung des Abgabeaufkommens ausschlaggebend.
- ▶ **Emissionszertifikate** regeln die verfügbare Menge an Emissionen je Akteur, wobei die Gesamtmenge beschränkt ist. Damit werden die Emissionen nicht über den Preis festgelegt. Die verfügbaren Mengenrechte werden zwischen den Akteuren innerhalb eines festgelegten Zeitraums gehandelt und durch die festgelegte Gesamtmenge beschränkt (Stehling 1999). Mengenbeschränkungen führen ebenfalls zu Preiseffekten (cap and trade), die bei Auktionierung vergleichbar mit Steuern wirken, dabei aufgrund der Mengenbeschränkung bzgl. des Emissionsziels jedoch innerhalb des Geltungsbereichs zielgenau sind. Allerdings kann es zu Verlagerungseffekten kommen (sog. Carbon leakage).
- ▶ **Umweltschutzinduzierte Subventionen** beinhalten Zuschüsse an Akteure für die Erbringung einer Umweltleistung, Darlehen, die es ermöglichen, Umweltmaßnahmen durchzuführen (häufig zu einem günstigen Zinssatz oder besonderen Rückzahlkonditionen),

sowie Steuervergünstigungen und versteckte Subventionen (Beermann et al. 2021). Fördermaßnahmen wie vergünstigte Kredite oder Zuschüsse spielen u. a. bei der Gebäudesanierung, dem Hochlauf der Elektromobilität sowie dem Ausbau einer Wasserstoffwirtschaft eine große Rolle. Auch für Energieeffizienzmaßnahmen und den Ausbau der erneuerbaren Energien in der Industrie gibt es umfassende Förderprogramme des Bundes. Schließlich ist das EEG als sehr erfolgreiche Fördermaßnahme für den Ausbau der erneuerbaren Energien zu sehen.

- ▶ Der **Abbau umweltschädlicher Subventionen** soll dazu beitragen, die Behinderung der sozial-ökologischen Transformation zu vermeiden. Umweltschädliche Subventionen „setzen u. a. wirtschaftliche Fehlanreize“ und „belasten die Gesellschaft gleich doppelt: sie zahlt erst die Subvention und trägt später auch die Folgekosten“ (Zerzawy et al. 2020). „Umweltschädliche Subventionen bieten finanzielle Vorteile für klimaschädliche Technologien, Produkte oder Strukturen. Dies kann als Anreiz für klimaschädliches Verhalten verstanden werden (Zerzawy et al. 2020).

Die Umwelthaftung zielt im Gegensatz zu Abgaben und Zertifikaten auf die Wirkung bzw. Schäden von Emissionen ab. Akteure, die durch ihr Verhalten Umweltschäden hervorrufen, sollen dafür haftbar gemacht werden und ihre Schäden kompensieren. Dadurch sollen Schadenvermeidungsmaßnahmen seitens des Verursachers initiiert werden (Stehling 1999). Ein Vorteil ökonomischer Instrumente ist die möglichst geringe Einschränkung der Entscheidungsfreiheit der betroffenen wirtschaftlichen Akteure. Die Entscheidungen der Akteure werden in umweltfreundlichere Investitionen gelenkt, ohne ein bestimmtes Verhalten direkt vorzuschreiben. Die marktwirtschaftliche Steuerung sichert dadurch kurzfristig Kosteneffizienz und schafft langfristig Anreize für Innovationen (Schrems et al. 2021). Die Entwicklung und Marktdurchdringung entsprechender neuer Technologien wird für Unternehmen dann profitabel. Wenn die Steuer höher ist als die Minderungskosten des Energieeinsatzes oder der Emissionen, lohnen sich Einsparmaßnahmen. Im Gegensatz zum Ordnungsrecht bleibt eine dynamische Anreizwirkung über die Zielerfüllung hinaus erhalten (Kohlhaas 1994). Ökonomische Anreize wirken zudem Rebound-Effekten entgegen, die beispielsweise bei einer Steigerung der Energieeffizienz durch Effizienzstandards auftreten können. In der Folge sinken die Energiekosten, was zu gesteigerter Produktion bzw. Konsum führen kann. Um dies zu vermeiden, muss der Mehrertrag oder die Kostensenkung zumindest teilweise abgeschöpft oder mit Blick auf den Energieeinsatz neutralisiert werden (Ahmann et al. 2020).

Ein Nachteil ökonomischer Instrumente mit Ausnahme von Cap-and-Trade-Systemen ist, dass die ökologische Treffsicherheit nicht sicher ex ante bestimmbar ist. Denn es wird gerade nicht festgelegt, in welchem Umfang z. B. die Effizienz eines Produktes gesteigert werden muss oder Emissionen reduziert werden müssen, wie dies z. B. bei mengenbasierten Instrumenten der Fall ist. Die Lenkungswirkung hängt also vom Kosten-Nutzen-Kalkül der betroffenen Akteure ab. Ein weiterer Nachteil ist, dass auch Unternehmen oder private Haushalte betroffen sein können, für die gewünschte Anpassungsmaßnahmen sehr teuer, nicht finanzierbar oder außerhalb ihres Wirkungsbereiches sind. Beispielhaft zu nennen sind Investitionen in Gebäudedämmung oder Heiztechnologien, auf die Mietende keinen Einfluss haben. Daraus können regressive Verteilungseffekte folgen, die höhere relative Belastungen für einkommensschwache im Vergleich zu einkommensstarken Haushalten oder eine geschwächte internationale Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen zur Folge haben (Ahmann et al. 2020). Negative Verteilungseffekte können durch politische Instrumente und Maßnahme adressiert werden. So hängt z. B. der Nettoeffekt der Verteilungswirkung einer CO₂-Bepreisung entscheidend von der Rückverteilung ab. Förderinstrumente wie Unterstützung von Energieeffizienzmaßnahmen oder

auch Subventionen, können entlastend wirken, sofern sie denn zielgruppenspezifisch (u. a. einkommensschwache Mietende) ausgerichtet sind (Noka et al. 2021).

Im Energiekontext gibt es neben staatlich bestimmten Preisbestandteilen, die zum Erreichen eines definierten Umweltziels beitragen sollen (bspw. die im Rahmen der ökologischen Steuerreform eingeführte Stromsteuer oder die EEG-Umlage als Refinanzierungsmechanismus des Ausbaus der erneuerbaren Energien) auch solche, die explizit keine oder eine lediglich partielle Umweltzielsetzung haben (vgl. auch (Maurer et al. 2020)). Beispiele sind die auf Strom und Erdgas erhobenen Netzentgelte zur Refinanzierung von energiewendeunabhängigen Netzkosten oder die Energiesteueranteile der früheren Mineralölsteuer, die der Finanzierung der Straßeninfrastruktur bzw. allgemein der Haushaltsfinanzierung dienen. Sie wirken über die Preisstruktur der Energieträger dennoch auf Umweltziele ein und werden daher hier ebenfalls als ökonomische Instrumente im weiteren Sinne betrachtet. Denn nicht zuletzt geht es auch darum, wie diese Preisbestandteile stringenter auf die Klima- und Energiewendeziele ausgerichtet werden können.

2.1.2 Überblick zu Schätzungen der Preiselastizitäten

Im Gegensatz zu ordnungsrechtlichen Maßnahmen oder dem Cap und Trade Systemen ist die Mengenreaktion bei Preisinstrumenten nicht ex ante bekannt bzw. determinierbar. Sie kann als Zielgröße vorher politisch festgelegt werden. Das Verhältnis von Preis- zu Mengenreaktion muss letztlich aber über Wirkungsanalysen geschätzt werden.

Ein großer Teil von Analysen zur Lenkungswirkung staatlich bestimmter Energie- und Strompreisbestandteile verwendet Preiselastizitäten zur Abschätzung von Auswirkungen auf den Energieverbrauch. Die Lenkungswirkung ist auch ein zentraler Aspekt bei der Bewertung geeigneter Instrumente zum Erreichen von Klimaschutzziele. Die Modellierung von Mengenreaktionen mittels Elastizitäten erlaubt zum Beispiel die Abschätzung von CO₂-Preisen in den Sektoren Wärme und Verkehr, um ein gegebenes Mengenziel zu erreichen bzw. die Nachfragerreaktion bei gegebenem CO₂-Preis (vgl. Bach et al. 2019a, Runkel und Stubbe 2019, Gechert et al. 2019, Edenhofer et al. 2019).

Die Preiselastizität gibt an, wie sensibel die Nachfrage nach einem bestimmten Gut auf Preisänderungen desselben Gutes reagiert. Gemessen wird dabei die prozentuale Änderung der Nachfrage relativ zur prozentualen Änderung des Preises. Die Nachfrage gilt als elastisch, wenn ein 1%iger Preisanstieg die Nachfrage um mehr als einen Prozentpunkt senkt. Beträgt der Nachfragerückgang weniger als ein Prozent, wird die Nachfrage als unelastisch angesehen.

Die Preiselastizität der Nachfrage für ein Gut basiert auf zwei Effekten:

- ▶ Der **Substitutionseffekt** beschreibt die Ausweichreaktion der Verbraucher*innen auf andere Güter als Reaktion auf eine Preiserhöhung. Eine langfristige Preiserhöhung von Benzin löst erwartungsgemäß ein Umsteigen auf alternative Kraftstoffe und Transportmittel aus (Substitution). Dadurch sinkt die Nachfrage für Benzin.
- ▶ Der **Einkommenseffekt** beschreibt die sinkende Nachfrage aufgrund der Veränderung des zur Verfügung stehenden Einkommens durch Preisänderungen. Durch steigende Preise verkleinert sich das reale Einkommen und somit die Kaufkraft der Konsumenten*innen. Es gilt: je größer der Anteil des Produkts, dessen Preis sich verändert, an den Gesamtausgaben, desto größer auch die Auswirkungen auf die nachgefragten Mengen.

Während kurzfristige Preiselastizitäten zu Verhaltensänderungen innerhalb von einem Jahr führen, verändert sich die Nachfrage bei langfristigen Preiselastizitäten in einem Zeitraum von fünf bis zehn oder sogar mehr als zehn Jahren (Bach et al. 2019a).

Im Unterschied zur Preiselastizität, welche die prozentuale Änderung der Nachfrage eines Gutes bei einer prozentualen Änderung seines Preises ausdrückt, wird mit der Kreuzpreiselastizität der Nachfrage die Reaktion der Nachfrage eines Gutes in Abhängigkeit von Preisänderungen eines anderen Gutes ausgedrückt (vgl. Simmons-Süer et al. 2011). Zum Beispiel führt eine Preissteigerung bei Kohle für die Stromerzeugung zu einer Nachfragesteigerung bei Erdgas. Gerade für die energieintensiven Bereiche der Industrie spielen Kreuzpreiselastizitäten für die Dekarbonisierung eine wichtige Rolle, die die Möglichkeiten zur Substitution zwischen Energieträgern messen (Stern 2012). Mit Blick auf die Ziele der deutschen Energiepolitik, die neben der Erhöhung der Energieeffizienz einen Wechsel auf CO₂-freie Energieträger anstrebt, ist die Unterscheidung in Eigenpreiselastizität (Energieeffizienz) und Kreuzpreiselastizität (Wechsel zu erneuerbaren Energien) insofern wichtig.

2.1.2.1 Methodische Ansätze bei der Schätzung von Preiselastizitäten

Preiselastizitäten werden in der Regel über ökonometrische Schätzungen bzw. Modellierungen ermittelt. In der ausgewerteten Literatur finden sich sowohl länderübergreifende Querschnittsanalysen, als auch Paneldatenanalysen, die Nachfrageveränderungen in bestimmten Zeiträumen untersuchen. In Metaanalysen werden Ergebnisse von vielen Studien ausgewertet, um verbesserte Einschätzungen der Elastizität zu generieren. Eine Reihe von Studien wertet darüber hinaus Umfragen zum Nachfrageverhalten aus. Eine weitere Gruppe von Studien erstellt auf Grundlage von berechneten Elastizitäten Simulationsmodelle und schätzt dadurch die Lenkungswirkung von Energiepreisen. Die Tabelle im Anhang **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** führt alle ausgewerteten Studien und deren methodischen Ansätze auf.

Das Ziel der Anwendung von statistischen Methoden zur Analyse von ökonomischen Daten ist vorwiegend die Schätzung und Prognose von wirtschaftlichen Parametern (ex ante) sowie die Überprüfung von kausalen Zusammenhängen zwischen sogenannten unabhängigen und abhängigen Variablen (ex post). Für eine Abschätzung der Nachfrageänderung fossiler Energieträger durch höhere Preise wird dazu häufig die Durchführung einer Regressionsanalyse als ein Instrument der statistischen Methodik verwendet. Aufgrund der Tatsache, dass für die Schätzung von Preiselastizitäten in der Regel nicht-experimentelle Daten analysiert werden, muss sichergestellt werden, dass eine Regressionsanalyse lediglich das Verhältnis zwischen einer oder mehrerer unabhängigen Variablen und der abhängigen Variablen in dem zugrundeliegende Datensatz analysiert. Um anhand einer Regressionsanalyse eine Prognose von Preiselastizitäten (ex ante) oder einen kausalen Zusammenhang zwischen der Nachfrage und des Preises von fossilen Energieträgern (ex post) herzuleiten, ist es notwendig, dass bei einer Abschätzung alle weiteren relevanten Faktoren, die einen Einfluss sowohl auf die Nachfrage als auch auf den Preis von fossilen Energieträgern haben, konstant gehalten werden (Ceteris-paribus-Annahme).

Inwieweit eine wissenschaftliche Studie diese Annahme erfüllt und die Ergebnisse somit valide und aussagekräftig sind, hängt von der sogenannten internen Validität ab, die sich darauf bezieht, ob die Veränderung der abhängigen Variable (Nachfrage) tatsächlich durch die Veränderung der relevanten unabhängigen Variable (Preis) verursacht wird (Meyer 1995). Ein Faktor, der die interne Validität einer Studie gefährdet und somit eine kausale Schlussfolgerung der Ergebnisse beeinträchtigt, sind Ereignisse oder unbeobachtete Parameter, die mit der abhängigen und/oder relevanten unabhängigen Variable in Zusammenhang stehen.

- ▶ Bei der Abschätzung der Preiselastizität von fossilen Energieträgern im Verkehrssektor muss beispielsweise kontrolliert werden, ob Veränderungen im individuellen

Nachsteuereinkommen oder Veränderungen am Anteil von Kleinwagen am Fahrzeugbestand einen Effekt auf die Nachfrage nach Kraftstoffen haben können.

- Eine Verletzung der Ceteris-paribus-Annahme würde in diesem Kontext bedeuten, dass diese Veränderungen fälscherweise einer Preisänderung von Kraftstoffen zugeschrieben wird und somit der Effekt einer Preisänderung auf die Nachfrage von Kraftstoffen überschätzt würde.

Die Übertragbarkeit der Ergebnisse einer wissenschaftlichen Studie und somit der Vorhersagewert der Ergebnisse in einem anderen geographischen und/oder zeitlichen Kontext erfolgt dagegen anhand der sogenannten externen Validität (Angrist und Pischke 2009). Die empirisch geschätzten Elastizitäten können sich aufgrund der untersuchten Daten, Länder, Zeiträume sowie der angewandten Schätzmethode erheblich unterscheiden und sind somit nicht einfach verallgemeinerbar. Eine Gefährdung der externen Validität erfolgt dabei unter anderem, wenn die demographische Zusammensetzung eines Landes sowie dessen geographische Lage und institutionelle Struktur nicht repräsentativ für andere Länder ist.

- Für die Übertragung einer Abschätzung der Preiselastizität fossiler Energieträger auf ein anderes Land ist im Wärmebereich somit beispielsweise zu berücksichtigen, ob es zwischen Ländern signifikante Unterschiede hinsichtlich der Effizienzstandards von Gebäuden gibt und ob energienachfragebedingte Unterstützungsleistungen für einkommensschwache Haushalte gezahlt werden.

Der ökonometrische Ansatz zur Schätzung von Preiselastizitäten hängt zusätzlich von der Art der untersuchten Daten ab. Querschnitts-, Zeitreihen- und Paneldaten sind hierbei die häufigsten Datentypen, die in der angewandten Ökonometrie verwendet werden. Die Verwendung ungeeigneter Schätzer kann dabei zu verzerrten und fehlerhaften Ergebnissen führen. Datensätze mit einer zeitlichen Dimension, wie Zeitreihen- und Paneldaten, erfordern aufgrund der zeitlichen Korrelation von vielen ökonomischen Zeitreihen zusätzliche ökonometrische Tests. Des Weiteren sind bei der Analyse von Zeitreihendaten weitere Aspekte zu beachten, wie Trends und Saisonalität, die bei Querschnittsdaten zu vernachlässigen sind.

2.1.2.2 Einflussfaktoren auf die Elastizität

Generell variiert die Elastizität der Energienachfrage anhand einer Reihe von Faktoren. In der Literatur werden folgende Einflussfaktoren hervorgehoben:

- **Betrachtungszeitraum: Kurzfristige Elastizitäten sind kleiner als langfristige Elastizitäten.** Der Grund dafür: Kurzfristige Elastizitäten zeigen lediglich sofort umsetzbare Nachfrageanpassungen an, zum Beispiel die Absenkung der Raumtemperatur bei einer Erhöhung der Heizstoffkosten. Langfristige Elastizitäten hingegen umfassen auch Nachfrageanpassungen, die sich aus neu entwickelten Erzeugungstechnologien, der Anschaffung energiesparender Verbrauchsgeräte oder durch langfristige Verhaltensänderungen ergeben. Ein Beispiel: Erhöht sich der Strompreis, können Akteure kurzfristig vor allem durch geringeren Verbrauch die Stromkosten etwas senken, indem beispielsweise das Licht seltener angelassen wird, elektronische Geräte anstelle von Stand-By ganz ausgeschaltet werden oder die Temperatur des Kühlschranks angepasst wird. Die Auswirkungen auf den Verbrauch sind hier allerdings gering. Langfristig wird sich der*die Verbraucher*in jedoch nach effizienteren Geräten und Produkten umsehen, die ihm/ihr bei gleichem Nutzen einen geringeren Verbrauch garantieren, zum Beispiel durch Anschaffung eines energieeffizienteren Kühlschranks oder Umstellung auf LED-Beleuchtung. Daraus ergibt sich langfristig ein größerer Nachfragerückgang beim Stromverbrauch, also ein

höherer Elastizitätswert. Übertragen auf den Bereich Kraftstoffe ist dieser Effekt zum Beispiel durch eine kurzfristig sparsamere Fahrweise und langfristig durch die Anschaffung eines sparsameren Fahrzeugs zu beobachten (Steiner und Cludius 2010; Bräuninger et al. 2007). Die Erkenntnis, dass Elastizitäten zeitlich variieren, ist wichtig für die Bewertung von Änderungen bei Energiepreisbestandteilen, da sich ihre volle Wirkung erst nach einer bestimmten Anpassungszeit entfaltet.

- ▶ **Regionale Unterschiede:** Verschiedene Studien kommen zu dem Ergebnis, dass Elastizitäten je nach Ort der Nachfrage variieren. So ergeben sich laut einer Studie von Houthakker et al. 1974 höhere Kraftstoffelastizitäten in der Stadt als auf dem Land (Houthakker et al. 1974). Die Autoren nennen als Grund vor allem unterschiedliche Substitutionsmöglichkeiten. So müssen Verbraucher in der Stadt meist kürzere Wege zurücklegen und können relativ leicht auf öffentliche Verkehrsmittel (ÖPNV) umsteigen. Auf dem Land hingegen sind die unbedingt notwendigen Wege oft weiter und die Anbindung an den ÖPNV oft schlechter.
- ▶ **Art der Preiserhöhung:** Reaktionen der Nachfrage auf Steuererhöhungen fallen stärker aus als Reaktionen auf reguläre Marktschwankungen, wie sie beispielsweise im Ölpreis begründet sind (Davis und Kilian 2011, Hautzinger et al. 2004, Li et al. 2014, Rivers und Schaufele 2015, Zimmer und Koch 2017). Die Autoren erklären das damit, dass Steuern persistente Preiserhöhungen sind und damit langfristige Planungssicherheit schaffen. Ein wichtiger Aspekt ist auch, dass sie vorher angekündigt werden und nicht plötzlich aufgrund von Marktvolatilitäten entstehen. Zudem ist die Sichtbarkeit und Wahrnehmung von steuerinduzierten Preisanstiegen stärker, sie regt daher zu einer stärkeren Anpassung des Verhaltens an (Edenhofer et al. 2019). Steuererhöhungen lenken demnach die Nachfrage wirksamer als marktbasierete Preisänderungen. Das macht Verhaltensänderungen planbarer und lässt Investitionen lohnender erscheinen. Ist sich der Marktakteur nicht sicher, ob die höheren Preise langfristig Bestand haben (volatile Marktschwankungen), schiebt er Investitionen in mehr Effizienz eventuell erst einmal auf, in der Hoffnung, dass die Preise bald wieder sinken. Weiß er hingegen, dass z. B. eine Steuer den Preis für die nächsten Jahre garantiert auf einem höheren Niveau halten wird, wird er eher Einsparmöglichkeiten realisieren.
- ▶ **Preisniveau und Höhe der Preisänderung:** Verschiedene Studien beobachten mit steigendem Preisniveau auch höhere Elastizitäten. Je höher also beispielsweise der Preis für Benzin, desto größer auch der Anreiz weniger zu fahren. Steuern, die ein besonders hohes Preisniveau bewirken, sind also besonders wirkungsvoll. Uneinigkeit besteht hingegen zur Frage, ob die Intensität der Preissteigerungen Einfluss auf die Nachfrageelastizität hat. Mit anderen Worten: Führt eine möglichst hohe Preisänderung, unabhängig von ihrer absoluten Höhe, zu stärkeren Nachfragereaktionen? Bohi und Zimmermann (1984) finden in ihrer Studie Belege dagegen, während Bräuninger et al. 2007 argumentieren, dass im Falle von Ökosteuern diese überhaupt nur dann wirksam werden könnten, wenn sie zu einer sehr großen relativen Preissteigerung führen. Sie begründen dies damit, dass „der Umfang der Lenkungswirkung weder plan- noch vorhersagbar“ ist. „Dazu tragen sowohl Marktentwicklungen (z. B. auf den Energie- und Rohstoffmärkten) und Unsicherheiten über Art und Ausmaß der Verhaltensanpassungen der Wirtschaftssubjekte“ bei. Sie bewerten anhand von Metaanalysen, dass nur ein dauerhafter und signifikanter Preisanstieg, eine Wirkung erzielt. Der Grund der Preisänderung spiele hingegen keine Rolle (Bräuninger et al. 2007).

- ▶ **Nutzungsmöglichkeiten eines Energieträgers:** Energieträger können je nach Verbrauchergruppe auch verschiedene Elastizitäten aufweisen. So lässt sich etwa Benzin leichter auf Freizeitfahrten als auf notwendigen Fahrten zur Arbeit (Berufspendelnde) einsparen. Berechnet man die Gesamtelastizität für Benzin, muss man also all diese verschiedenen Nachfragegruppen berücksichtigen (Litman 2019).
- ▶ **Privater oder gewerblicher Energieverbrauch:** Laut DIW reagieren Unternehmen durch ihre Gewinnorientierung preissensibler als private Verbraucher (Bach 2005). Hier spielt auch die in Unternehmen vorliegende Information zu einzelnen Verbräuchen eine Rolle. Unternehmen haben stets Kosten und Einnahmen im Blick und dadurch oft eine bessere Kenntnis der Energieverbräuche einzelner Prozesse und können Energiesparmaßnahmen dadurch schneller und effektiver umsetzen als Privathaushalte.
- ▶ **Einkommensklassen:** Es ist in jedem Fall davon auszugehen, dass Haushalte in unterschiedlichen Einkommensklassen unterschiedliche Reaktionsmuster aufzeigen. Ärmere Haushalte könnten eher zu Einsparungen gezwungen sein, da der Anteil von Energieausgaben am verfügbaren Einkommen deutlich größer ist. Andererseits bestehen in nur geringerem Maße Einsparmöglichkeiten durch Investitionen in Wohnraumisolierung etc., da die unteren Einkommensklassen in der Regel nicht Eigentümer des Wohnraums sind bzw. finanzielle Restriktionen die Investition in selbst genutzte Immobilien verhindern. Held (2017) leitet in seiner Studie zur Internalisierung externer Kosten über den Ökobonus einkommensspezifische Preiselastizitäten aus der Einkommens- und Verbrauchsstichprobe ab, allerdings ohne auf weitere Einflussfaktoren zu kontrollieren. Die Elastizitäten weisen große Spannbreiten auf. Aigeltinger et al. (2015) stellten für die Stromnachfrage fest, dass die Preiselastizität bei einkommensschwachen Haushalten deutlich unter dem Mittelwert liegt. Es erscheint insbesondere für die lange Frist - bei der der Ausstattungsbestand variabel ist - plausibel, dass die Energienachfrage mit zunehmenden Einkommen preiselastischer wird, da sich reichere Haushalte investive Maßnahmen zur Energieeinsparung – also zum Beispiel den Kauf energieeffizienterer Geräte, die energetische Sanierung der oder den Umzug in eine energieeffizientere Wohnung – eher leisten können als ärmere Haushalte (vgl. SRU 2016). Es zeigt sich also bei der Frage bislang kein klarer Befund.

2.1.2.3 Ergebnis der Literaturlauswertung: Betrachtete Sektoren, Energieträger und Spannbreiten der Elastizitäten

Im Rahmen einer Literaturlauswertung wurden insgesamt über 50 Studien, darunter sieben Metaanalysen ausgewertet (siehe Anhang **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). In nahezu allen Studien wird die Preiselastizität der Nachfrage nach Energie sowohl in der kurzen als auch in der langen Frist als unelastisch angesehen. Eine Preisänderung bei Energieträgern bewirkt eine unterproportionale Mengenänderung, die Elastizität ist somit < -1 .

Verkehr

In der ausgewerteten Literatur finden sich in den empirischen Analysen häufig nur Elastizitätsangaben für Kraftstoffe allgemein, eine Differenzierung nach Energieträgern (Benzin, Diesel) findet nur in wenigen Studien statt. Ein Grund dafür ist, dass viele Studien nur den motorisierten Individualverkehr (MIV) betrachten, und sich daher meist auf Benzin beziehen, da Diesel in vielen Ländern eine untergeordnete Rolle im MIV spielt (Bach et al. 2019a). Dies ist jedoch für Deutschland insofern von Nachteil, als Dieselmotorkraftstoff v.a. im gewerblichen Bereich von Bedeutung ist (sowohl für Firmenflotten als auch im Güterverkehr), während Benzin als Kraftstoff fast ausschließlich von privaten Haushalten genutzt wird. Die wenigen Studien, die

eine Differenzierung vornehmen (Bach et al. 2019a, Labandeira et al. 2017, Zimmer und Koch 2017), stellen für Diesel eine geringere Elastizität fest als für Benzin. Dies lässt sich darüber erklären, dass beim überwiegend privat genutzten Benzin größere Anpassungsmöglichkeiten (Ausweichen auf ÖV, Verzicht auf Freizeitfahrten) vorhanden sind, während im gewerblichen Güterverkehr geringere Substitutionsmöglichkeiten bestehen (Labandeira et al. 2017). Edenhofer et al. (2019) gehen in der langen Frist allerdings von höheren Elastizitäten des Diesels im Vergleich zu Benzin aus und sehen eine mögliche Erklärung darin, dass im gewerblichen Verkehr aufgrund des Wettbewerbs- und Kostendrucks Einspar- und Substitutionsmöglichkeiten langfristig stärker ausgenutzt werden als im Pendler- und Freizeitverkehr. In den Studien, in denen Kraftstoffe aggregiert betrachtet wurden, gehen die Spannen weit auseinander, wobei die niedrigen Minimalwerte sowohl in der kurzen als auch in der langen Frist einer Studie von Li et al. (2014) entnommen sind, die die Auswirkungen höherer Kraftstoffsteuern in den USA untersuchte.

Tabelle 1: Bandbreiten der Preiselastizitäten bei Kraftstoffen

Energieträger	Preiselastizität kurze Frist*	Preiselastizität lange Frist*
Benzin	-0,09 bis -0,76	-0,31 bis -1,16
Diesel	-0,13 bis -0,41	-0,43 bis -0,9
Kraftstoffe (allg.)	-0,09 bis -0,67	-0,17 bis -0,58

Quelle: Eigene Darstellung. Quellen siehe Anhang. *Berücksichtigt wurden nur Studien, die entweder Deutschland, andere Industrieländer oder international verglichen haben. Elastizitäten für z. B. Entwicklungsländer wurden aufgrund der fehlenden Übertragbarkeit nicht mit einbezogen.

Gebäude

Die Literaturanalyse zeigt, dass in der kurzen Frist die Elastizitäten – wie bei den Kraftstoffen – wiederum sehr niedrig, d. h. es sind kurzfristig nur geringe Mengenreaktionen feststellbar. Das trifft im Bereich der Gebäudewärme gleichermaßen auf private Haushalte als auch auf Unternehmen zu. Prognos (2013) unterscheidet zwischen Raumwärme und Warmwasser und stellt fest, dass die Energieträgernachfrage bei der Warmwasserbereitung in der kurzen Frist noch unelastischer ist als bei der Raumwärme. Dies kann dadurch erklärt werden, dass bei der Raumwärme kurzfristig Temperaturabsenkung möglich sind.

Für die Sektoren GHD/Industrie wurde die Heizstoffelastizität (für Raumwärmenutzung) nur selten untersucht. Seefeldt und Weinert (2013) geben hier auf Grundlage des zweiten Nationalen Energieeffizienz-Aktionsplans Werte von -0,2 in der kurzen Frist für Heizöl und Erdgas an. Für die lange Frist finden sich in den ausgewerteten Studien keine Werte. Die Bandbreite bei den langfristigen Elastizitäten im Bereich der privaten Haushalte ist sehr groß. Im Vergleich zu Kraftstoffen gehen viele Studien von einer langfristig elastischeren Nachfrage aus.

Tabelle 2: Bandbreiten der Preiselastizitäten bei Heizstoffen

Verbrauchergruppe	Energieträger	Preiselastizität kurze Frist*	Preiselastizität lange Frist*
Private Haushalte	Heizöl	-0,14	-0,7
	Erdgas	-0,03 bis -0,25	-0,1 bis -0,7
	Heizstoffe (allg.)	-0,03 bis -0,541	-0,14 bis -1,62
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, Industrie	Heizöl	-0,2**	-
	Erdgas	-0,2**	-
	Heizstoffe (allg.)	-0,2 bis -0,24	-

Quelle: Eigene Darstellung. Quellen siehe Anhang. *Berücksichtigt wurden nur Studien, die entweder Deutschland, andere Industrieländer oder international verglichen haben. Elastizitäten für z. B. Entwicklungsländer wurden aufgrund der fehlenden Übertragbarkeit nicht mit einbezogen. **Raumwärme

Bei Strom gehen viele Studien von einer im Vergleich zu Kraft- und Heizstoffen unelastischeren Nachfrage aus, da die Substitutionsmöglichkeiten geringer sind. Preisänderungen zeigen somit kurzfristig kaum Änderungen beim Verbrauch. In der langen Frist stellen einige Arbeiten jedoch durchaus eine fast elastische Nachfrage fest, d. h. eine tendenziell höhere Preiselastizität als bei Kraft- und Heizstoffen (vgl. Bach et al. 2019a). Held (2017) oder und Bach et al. (2019b) kommen jedoch zum Ergebnis, dass die Nachfrage nach fossilen Heizstoffen preiselastischer ist als jene nach Strom.

Wie bei den anderen Energieträgern zeigt sich in der ausgewerteten Literatur auch für Strom eine große Bandbreite (Tabelle 3).

Tabelle 3: Bandbreiten der Preiselastizitäten bei Strom

Verbrauchergruppe	Energieträger	Preiselastizität kurze Frist*	Preiselastizität lange Frist*
Private Haushalte	Strom	-0,04 bis -0,7	-0,32 bis -0,66
GHD, Industrie	Strom	-0,11 bis -0,44	-0,29 bis -1,19

Quelle: Eigene Darstellung. Quellen siehe Anhang. *Berücksichtigt wurden nur Studien, die entweder Deutschland, andere Industrieländer oder international verglichen haben. Elastizitäten für z. B. Entwicklungsländer wurden aufgrund der fehlenden Übertragbarkeit nicht mit einbezogen.

Industrie

Lutz et al. (2017) berechnen auf Basis der Basis der amtlichen Firmendaten Deutschland (AFiD) Eigenpreiselastizitäten für die Industriesektoren auf der 2-Stellerebene der Statistik zwischen -0,39 und -0,8. Im internationalen Vergleich fallen die kurzfristigen Elastizitäten nach Angaben der Autoren eher gering aus. In die Schätzung der „energy demand frontier“ fließen auch Arbeit, Kapital und Materialeinsatz als erklärende Variablen ein. Der Schätzansatz ist ein ganz anderer als z. B. bei der Panelschätzung in Gao et al. (2021), die Preiselastizitäten zwischen -0,1 und -0,3 ermitteln. sodass die Vergleichbarkeit begrenzt ist. Wissenschaftlerinnen der Uni Göttingen haben im Rahmen des ReCAP-Projekts¹ mit den AFiD-Daten kurzfristige Preiselastizitäten der sektoralen Energienachfrage geschätzt, die mit den Zahlen von Gao et al. vergleichbar sind. Sie

¹ Rebound effects and counteracting policies for German industry (ReCAP)

sind in (Lutz et al. 2021) dargestellt und liegen insgesamt nur leicht im negativen Bereich (für Kohleerzeugung sowie Mineralölverarbeitung und Kokereierzeugnisse sind sie sogar positiv, der größte absolute negative Wert liegt bei $-0,37$). Besser als in Deutschland ist die Datensituation für den Industriesektor in Schweden (Dahlqvist et al. 2021). Dort werden langfristige Preiselastizitäten für energieintensive Industrien für fossile Brennstoffe zwischen $-0,24$ (Papierindustrie) und $-0,8$ (Bergbau) ermittelt. Für Strom sind die Preiselastizitäten größer. Weitere Studien für die USA, China und europäische Länder weisen eine große Bandbreite für die langfristigen Elastizitäten zwischen 0 und -1 aus. Die langfristigen Preiselastizitäten sind größer als kurzfristige, für energieintensive Industriesektoren sind sie niedriger als für weniger energieintensive (Chang et al. 2019). Für Strom werden in diesen Studien eher höhere Elastizitäten als für fossile Energieträger ausgewiesen, was mit Blick auf politisch gewollte Senkungen der Strompreise auf hohe Nachfragesteigerungen in einem solchen Fall deuten könnte. Die folgende Tabelle konzentriert sich auf fossile Energieträger, soweit sie separat ausgewiesen sind. Es zeigt sich eine große Bandbreite der Ergebnisse. Die kurzfristigen Elastizitäten sind mit maximal $-0,37$ recht klein. Langfristig werden Preiselastizitäten bis zu $-0,8$ ermittelt.

Tabelle 4: Bandbreiten der Preiselastizitäten in der Industrie

Energieträger	Land	Preiselastizität kurze Frist*	Preiselastizität lange Frist*
Alle	Deutschland	0 bis $-0,37$	$-0,39$ bis $-0,80$
Fossile Energieträger	Schweden		$-0,24$ bis $-0,8$
Alle	China		$-0,12$ bis $-0,77$
Gas, Strom	USA	$-0,02$ bis $-0,13$	$-0,04$ bis $-0,214$
Heizstoffe	Österreich		$-0,2$ bis $-0,24$
Alle	Europäische Länder		$-0,77$

Quelle: Eigene Darstellung. Quellen siehe Anhang. *Berücksichtigt wurden nur Studien, die entweder Deutschland, andere Industrieländer oder international verglichen haben. Elastizitäten für z. B. Entwicklungsländer wurden aufgrund der fehlenden Übertragbarkeit nicht mit einbezogen.

Exkurs 1: Kreuzpreiselastizitäten

Für energiepolitische Entscheidungen sind besonders Interfuel-Substitutionselastizitäten von Bedeutung, d. h. der Substitutionselastizitäten zwischen verschiedenen Energieträgern wie Öl, Gas, Kohle oder Strom (Simmons-Süer et al. 2011). Die Kreuzpreiselastizität schätzt die Reaktion der Nachfrage eines Gutes in Abhängigkeit von Preisänderungen eines anderen Gutes, beispielsweise, in welchem Umfang eine Preissteigerung bei der Kohle zu einer erhöhten Nachfrage bei Erdgas führt (positive Kreuzpreiselastizität). Tabelle 5 zeigt die in einer Studie von (Stern 2012) ermittelten Kreuzpreiselastizitäten für die Industrie in den USA. Sie sind hoch und gerade mit Blick auf die aktuellen Verwerfungen bei den deutschen Energieträgerpreisen von Interesse. Wenn sich Strom relativ zu einem fossilen Energieträger verteuern sollte, könnten nach diesen Elastizitäten die Substitutionseffekte deutlich höher ausfallen.

Tabelle 5: Kreuzpreiselastizitäten (Industrie, USA)

Energieträger	Kreuzpreiselastizität
Kohle / Öl	2,504
Kohle / Gas	1,416
Kohle / Strom	0,918
Öl / Gas	2,069
Öl / Strom	1,383
Gas / Strom	1,348

Quelle: Eigene Darstellung nach Stern (2012)

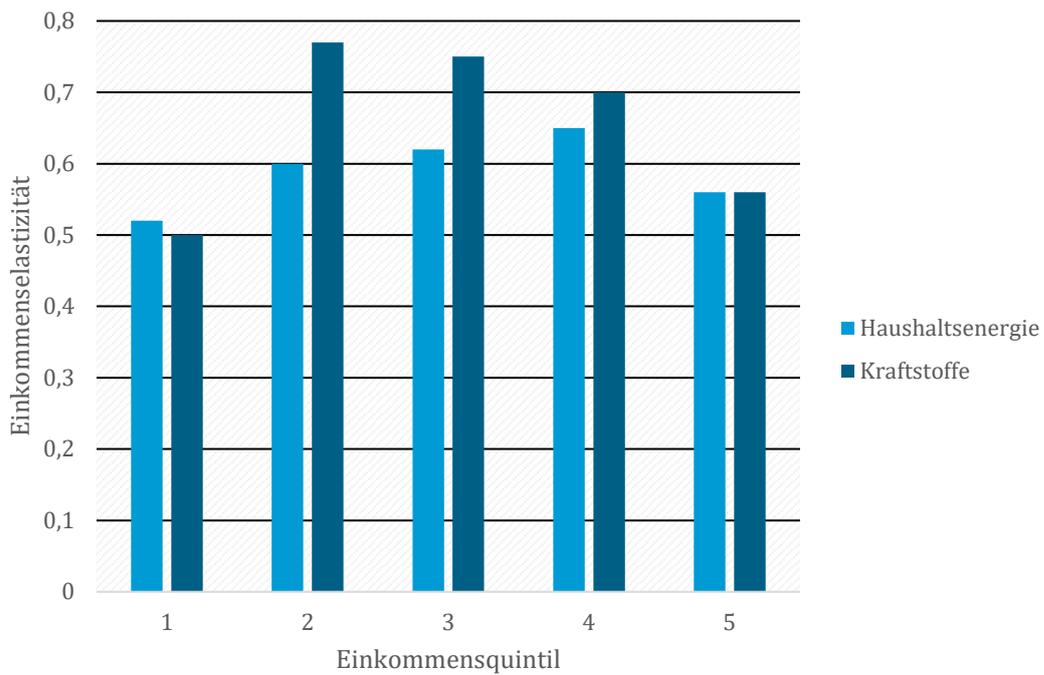
Exkurs 2: Einkommenselastizitäten der Energienachfrage und Preiselastizitäten nach Einkommensklassen

Der Zusammenhang zwischen Energieverbrauch und Einkommen ist gut belegt. Der Energieverbrauch steigt mit dem Einkommen, wobei der Verbrauch von Strom weniger stark vom Einkommen abhängt als der von Kraft- und Heizstoffen (Runkel und Stubbe 2019). In Deutschland nimmt der Stromverbrauch pro Person von den 10 % niedrigsten Einkommen zu den 10 % höchsten Einkommen um etwa 50 % zu, der Heizstoffverbrauch (Erdgas und Heizöl) um knapp 160 % und der Kraftstoffverbrauch (Benzin und Diesel) um 330 % (Held 2019).

Eine Arbeit von Büchs et al. (2021) über alle EU-27-Mitgliedstaaten gibt Aufschluss über Einkommenselastizitäten bei Energieträgern, d. h. darüber, wie die Nachfrage nach Energieträgern mit Einkommenszuwächsen steigt. In allen Einkommensklassen liegt die Elastizität unter 1, d. h. die Energienachfrage steigt unterproportional, was dazu führt, dass die relative Belastung durch Energieausgaben sinkt. Abbildung 1 zeigt, dass ein Anstieg des Einkommens um 1 % im untersten Quintil, d. h. bei den 20 % niedrigsten Einkommen, zu einer Nachfragesteigerung nach Kraftstoffen bzw. Strom und Wärme um ca. 0,5 % führt. In den mittleren Quintilen (Q2- Q4) liegt die Einkommenselastizität höher, insbesondere bei den Kraftstoffen. So führt eine 1 %-ige Steigerung des Einkommens z. B. im dritten Quintil zu einer Zunahme der Energienachfrage um 0,75 %. Im obersten Quintil, d. h. bei den höchsten 20 % Einkommen, nimmt die Einkommenselastizität wieder ab, liegt aber noch höher als im ersten Quintil.

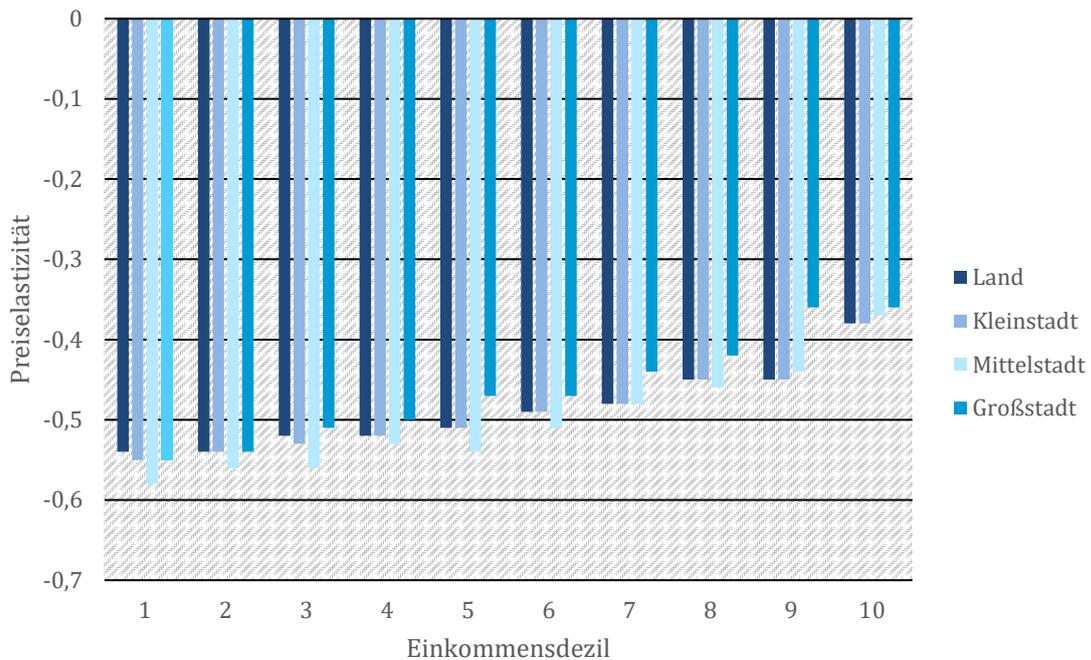
Doch welche Unterschiede gibt es bei den Anpassungsreaktionen auf Energiepreisänderungen? Douenne (2018) modellierte für Frankreich Preiselastizitäten nach Einkommensdezilen und Region (großstädtisch, mittelstädtisch, kleinstädtisch, ländlich) für Kraftstoffe und Gebäudeenergie. Abbildung 2 zeigt im Gegensatz zur These aus (SRU 2016), dass die Elastizitäten bei Kraftstoffen mit steigendem Einkommen abnehmen. Das bedeutet, dass niedrigere Einkommen stärker auf Energiepreisveränderungen reagieren. Diese Tendenz ist stabil über alle Regionen. Zwischen den Regionen gibt es in den Einkommensdezilen keine starken Unterschiede, wobei die Elastizitäten in den großstädtischen Regionen etwas niedriger liegen. Das gleiche Muster zeigt sich auch bei der Gebäudeenergie auf insgesamt geringerem Niveau, d. h. die Elastizitäten sind über alle Einkommen niedriger. Eine Erklärung für die stärkere Reaktion der niedrigen Einkommen ist, dass sie aufgrund der höheren Anteile von Energieausgaben am verfügbaren Einkommen aufgrund von Budgetrestriktionen zu stärkeren Anpassungen gezwungen sind.

Abbildung 1: Einkommenselastizitäten bei Energieträgern nach Quintilen



Quelle: Eigene Darstellung, Daten aus (Büchs et al. 2021)

Abbildung 2: Preiselastizitäten nach Einkommensklassen und Region (Kraftstoffe, Frankreich 2018)



Quelle: Eigene Darstellung, Daten aus Douenne (2018)

2.1.2.4 Fazit zur Eignung des Elastizitätsansatzes und Ableitung von Anwendungskriterien

Die Literaturanalyse zeigt, dass die Nachfrage nach Energie über alle Sektoren, Energieträger und Verbrauchergruppen hinweg im Allgemeinen in kurzfristiger Perspektive unelastisch ist. Auf lange Sicht und abhängig von der andauernden Preissteigerung, kann die Elastizität elastischer werden. Unelastisch bedeutet, dass eine Preisänderung eine unterproportionale Mengenänderung zur Folge hat. Allerdings lässt sich eine sehr große Bandbreite an Elastizitäten feststellen. Hinzu kommt, dass die Preiselastizitäten bei einem bestimmten Preisniveau gemessen werden. Ihre Übertragung bzw. lineare Fortschreibung impliziert, dass auch bei höheren Preisen dieselben Relationen gelten, was die technischen Gegebenheiten falsch widerspiegeln kann. So existieren beispielsweise Vermeidungskostenkurven oder Schwellen, ab denen Technologien sprunghaft wirtschaftlich werden und sich Investitionen lohnen (Runkel und Stubbe 2019). Ein weiteres grundsätzliches Problem ist, dass es sich bei den ökonometrischen Schätzungen in der Regel um Ex-post-Betrachtungen handelt, d. h. um beobachtete Energiepreisänderungen in der Vergangenheit. Daher ist es schwierig, allein auf Grundlage dieser Studien Aussagen über zukünftige Entwicklungen zu treffen, insbesondere da sie das zukünftige Substitutionspotential verschiedener Technologien nicht abbilden können (Bach et al. 2019a). Das wird deutlich, wenn man z. B. den Verkehrssektor betrachtet: Hier ist durch die einerseits sinkenden Kosten bei der Neuanschaffung (Neuzulassungen von E-Fahrzeugen steigen) und andererseits die steigenden Anteile an Elektrofahrzeugen (E-Fahrzeuge werden verstärkt genutzt) in Zukunft ein deutlich größeres Substitutionspotential für fossile Kraftstoffe zu erwarten, so dass die Preiselastizität der Nachfrage nach Benzin und Diesel bei Preiserhöhungen in Zukunft sehr viel stärker ausfallen kann. Alle aufgeworfenen Probleme ändern aber nichts daran, dass Elastizitäten eine zentrale Informationsquelle bei der Frage bleiben, wie sich Energieverbräuche bei Änderungen auch staatlich bestimmter Energiepreisbestandteile verändern. Sie sind aber mit Vorsicht zu interpretieren und entsprechend einzuordnen.

Eine Verwendung von Einzelwerten aus bestimmten Studien für die Abschätzung der Nachfrageanpassungen bei Energiepreisänderungen erscheint daher für die Modellierung künftiger Energiepreisänderungen eher ungeeignet. Plausibler wäre es, anhand von Bandbreiten mögliche Spannen von Verbrauchsänderungen abzuschätzen (Min/Max-Szenarien).

Bei der Auswahl der Elastizitäten, die Eingang in eine Ex-ante-Abschätzung finden sollten, sind folgende Anwendungskriterien zu beachten:

- ▶ **Beobachtungszeitraum:** Die Ex-post-Betrachtung sollte sich auf einen möglichst aktuellen Zeitraum beziehen. Studien mit Zeitreihen, deren Ende mehr als 20 Jahre zurückliegt, sollten nicht in die Auswahl einbezogen werden, weil sich Verhalten und technische Möglichkeiten nach so langer Zeit deutlich geändert haben können. In Deutschland sind mit Einführung des EEG Anfang der 2000er Jahre und der Energiewende völlig andere Rahmenbedingungen entstanden. Vor diesem Hintergrund erscheint ein Heranziehen älterer Studien nicht zielführend.
- ▶ **Region:** Wenn möglich, sollte sich die Auswahl auf Studien aus dem deutschsprachigen Raum beschränken. Internationale Studien sollten lediglich zur Plausibilisierung herangezogen werden. Aufgrund der fehlenden Vergleichbarkeit sollten Schätzungen zu Elastizitäten in Entwicklungs- und Schwellenländern nicht miteinbezogen werden.
- ▶ **Disaggregationsniveau:** Die Schätzungen sollten auf möglichst disaggregierter Ebene erfolgt sein. Das bedeutet, dass Schätzungen, die nach Sektoren, Energieträgern, ggf. Verbrauchergruppen bzw. Anwendungsfällen und weiteren Kriterien (bspw. Stadt/Land,

Einkommensklassen bei privaten Haushalten) differenzieren, allgemeinen Schätzungen auf hoher Aggregationsebene vorzuziehen sind.

- ▶ **Staatlich induzierte Preisänderung:** Idealerweise sollte sich die Auswahl der Studien auf jene konzentrieren, die Auswirkungen von z. B. Steuererhöhungen auf die Energienachfrage untersucht haben und nicht allgemeine Preisschwankungen, da verschiedene Studien gezeigt haben, dass die Nachfrage bei planbaren, staatlich veranlassten Preisänderungen elastischer reagiert (Edenhofer et al. 2019). Allerdings wird nicht auf Untersuchungen verzichtet werden können, die Änderungen der Marktpreise für Energieträger berücksichtigen, weil sie viel häufiger und stärker schwanken als staatliche Energiepreisbestandteile. So haben sich in Deutschland viele Energiesteuersätze seit dem Jahr 2003, dem Ende der Ökologischen Steuerreform, nicht mehr verändert.

Elastizitäten sind jedoch nicht nur für die Modellierung bedeutsam. Sie sollten bereits in der Konzeption von (ökonomischen) Politikinstrumenten berücksichtigt werden. Denn mit der Kenntnis darüber, wie einzelne Verbrauchergruppen auf Preisänderungen wahrscheinlich reagieren werden, lässt sich die Eignung von Politikinstrumenten für die gewünschte Zielsetzung einschätzen. Elastizitäten sollten daher bei der Entwicklung von Reformvorschlägen berücksichtigt werden.

3 Analyse der Lenkungswirkung relativer Preise und von staatlich bestimmten Energie- und Strompreisbestandteilen (quantitative Ex-ante Analyse)

3.1 "Modellierungsbaustellen": Verbesserte Erfassung von Wirkungszusammenhängen

Die Analyse der Lenkungswirkung relativer Preise und von staatlich bestimmten Energie- und Strompreisbestandteilen erfolgt detailliert in den Sektorpapieren. Um die Verlässlichkeit von Wirkungsabschätzungen in der Modellierung zu verbessern, werden eigene Schwerpunkte in Bezug auf die ausgewählten Wirkungsketten gelegt. Dies soll zu einer Verbesserung der Darstellung der Lenkungswirkung führen. Die Bewertung erfolgt dann pro Modellansatz, d. h. die Ergebnisse werden soweit möglich quantitativ vorliegenden Analysen gegenübergestellt und ggf. auch qualitativ verglichen.

3.1.1 Bereich Industrie

In Zerzawy et al (im Erscheinen) wurde im Hinblick auf Modellierung die Verbesserung der differenzierten Abbildung der Industrieprozesse u. a. in Bezug auf Elektrifizierung analysiert. Aus den im Juni 2022 zur Verfügung gestellten Übersichtsfolien der Auftragnehmer*innen des Parallelvorhabens sowie der Dokumentation der Modellierung im Industriemodul im Rahmen der Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland², das ebenfalls von Fraunhofer ISI (Winkler et al. 2020) mit geleitet wurde, lassen sich folgende Modellierungszusammenhänge darstellen: Die Energieträgerpreise und die CO₂-Preise gehen als zwei von vielen Komponenten in die Bestimmung der Wärmegestehungskosten in die techno-ökonomische Analyse auf der Ebene von 35 Anwendungen in zehn Sektoren ein. Steigende Energie- und CO₂-Preise erhöhen die Attraktivität CO₂-neutraler Anlagen im Bestand, weil ihre Wärmegestehungskosten im Vergleich zu bisherigen Technologien günstiger werden. Dabei gelangen die neuen Anlagen über ein Zusammenspiel von Attraktivität und Anlagenersatz in den Bestand. Staatliche bestimmte Energiepreisbestandteile werden vermutlich nicht anders behandelt als sonstige Energiepreisbestandteile. Trotz der Detailtiefe der Industriemodellierung wird im Foliensatz vom Sommer darauf verwiesen, dass die Modellierung eine Vereinfachung der sehr komplexen Realität darstellt. Letztlich gelten für jede Industrieanlage individuelle Zusammenhänge. Sobald der Abschlussbericht zum Parallelvorhaben vorliegt, werden diese Zusammenhänge noch einmal überprüft und insbesondere geschaut, inwieweit Strom- und Energiepreisbestandteile separat betrachtet werden.

Ein Problem der detaillierten bottom-up Industriemodelle ist, dass die Mengenentwicklung, d. h. die konkrete Produktionsmenge der untersuchten Prozesse in den 35 Anwendungen, exogen vorgegeben wird. Tatsächlich ist eher davon auszugehen, dass höhere Energiepreise die Produktion sowohl gegenüber alternativen Produkten im Inland (z. B. Ersatz von Zement durch Holz im Bau) als auch gegenüber Importen, wenn Ausgleichsmechanismen wie ein CBAM nicht zu 100 % wirken, teurer und damit unattraktiver machen. Die Energiepreiselastizität der Nachfrage nach dem Produkt wird somit mit Null angenommen und de facto vernachlässigt.

Vorteil einer höher aggregierten makroökonomischen top-down Modellierung ist wiederum, dass die Mengen- und Preiseffekte auf vergleichsweise hoch aggregiertem Sektorniveau erfasst werden. Auch kurz- und längerfristige Verschiebungen zwischen unterschiedlichen Prozessen

² https://www.langfristszenarien.de/enertile-explorerer-wAssets/docs/Modul_TN_Hauptszenarien_Industrie.pdf

wie der Stahlerzeugung über die Hochofenroute oder dem Elektrostahlverfahren lassen sich eher in einem makroökonomischen Modell über den Elastizitätenansatz abbilden, wenn die Kapazitätsgrenzen angemessen berücksichtigt sind.

Verbesserungspotenzial für die Modellierung liegt vor diesem Hintergrund in der Verknüpfung oder komplementären Nutzung eines detaillierten Industriemodells (wie z. B. FORECAST von Fraunhofer ISI) und einem gesamtwirtschaftlichen Modell wie PANTA RHEI, bei dem zentrale Parameter ausgetauscht werden. Das Industriemodell könnte vor allem von Informationen zur Veränderung der einzelnen Produktionsprozesse bei Energiepreisänderungen profitieren. Das Makromodell könnte durch Annahmen zu relevanten Investitionen und Substitutionsprozessen im Fall von Energiepreisänderungen verbessert werden, wobei die Ergebnisse der Industriemodells stark vereinfacht werden müssten.

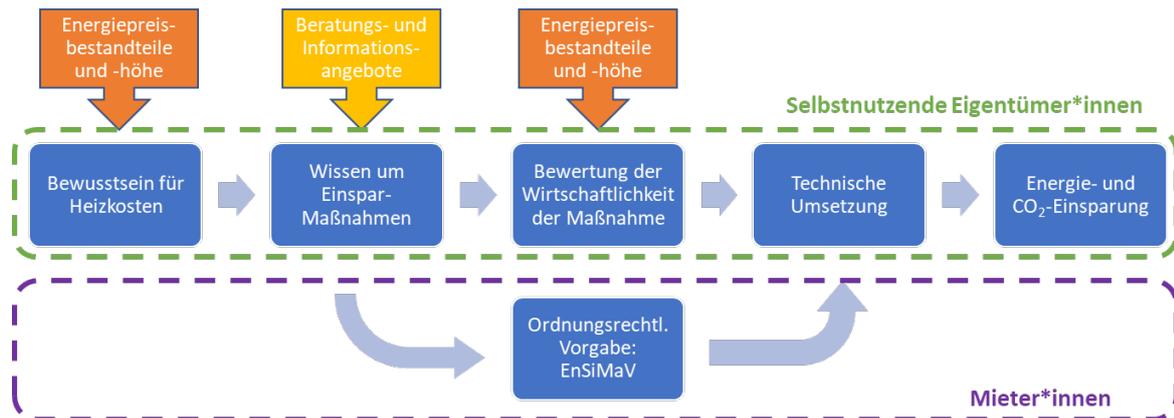
Weiteres Verbesserungspotenzial zur Abbildung und Analyse der Lenkungswirkung wird beim Umstieg auf Wasserstoff oder bei der Differenzierung für unterschiedliche Energieträger und Anwendungen gesehen.

3.1.2 Bereich Gebäude

Im Bereich Gebäude fokussiert die Modellierung von Minderungswirkungen von Politikmaßnahmen häufig auf der Abbildung von Investitionsentscheidungen. Hingegen wird die Modellierung von gering-intensiven Maßnahmen zur Heizungsoptimierung und Energieeffizienz oder nicht-investiven Maßnahmen, die eine Verbrauchsanpassung intendieren in bestehenden Szenarien bis dato wenig beachtet. Aber: Vor dem Hintergrund der stark angestiegenen Energiepreise und einem erhöhten Interesse an Energieeinsparungen aus Gründen der Versorgungssicherheit kommt den gering- und nichtinvestiven Maßnahmen aber eine zunehmende Bedeutung zu. Denn: Energiepreise und Energiepreisbestandteile wirken direkt auf das Bewusstsein für Wärmeenergieausgaben und können so zur Energie- und Treibhausgaseinsparung führen. Dies ist ein Aspekt, der derzeit in der Modellierung fehlt bzw. ungenügend abgebildet wird. Ein weiterer Verbesserungsaspekt, ist der Einbezug von kurzfristigen Preiselastizitäten, um die gewünschten Verhaltensanpassungen besser abzubilden. Hierzu sollten Spannbreiten aus der Literatur genutzt werden.

Denn: Die Wirkmechanismen und Wirkketten unterscheiden sich für verschiedene Akteursgruppen wie in Abbildung 3 gezeigt wird:

- ▶ **Selbstnutzende Eigentümerinnen und Eigentümer:** Sind Bewusstsein für gestiegene Heizkosten und das Wissen um mögliche Einsparmaßnahmen vorhanden, erfolgt eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung aus Investitionskosten und Einsparungen. Die Energiepreise wirken so direkt auf die Entscheidung zur technischen Umsetzung.
- ▶ **Mietende:** Da die Vermietenden die Investitionsentscheidung über mögliche Einsparungen auf Mietendenseite treffen, besteht ein nicht-ökonomisches Hemmnis, das durch die ordnungsrechtlichen Vorgaben zur Durchführung von gering-investiven Einsparmaßnahmen in der EnSiMaV adressiert wird.
- ▶ **Vermietende:** Da die Heizkosten (und nach derzeitiger Rechtslage auch die CO₂-Kosten) vollständig durch Mietende getragen werden, besteht auf Seiten der Vermietenden nur ein indirektes Interesse an der Durchführung von niedriginvestiven Maßnahmen (z. B. befürchtete Mindereinnahmen durch Zahlungsausfälle oder Zufriedenheit der Mietenden).

Abbildung 3: Wirkkette zur Umsetzung von gering-investiven Maßnahmen

Quelle: eigene Darstellung

Zur Modellierung und Quantifizierung der Einsparpotenziale von gering-investiven Maßnahmen und Verhaltensänderungen (Steigerung Suffizienz) im Kontext der aktuellen Energiekrise kann z. B. auf UBA (2022) zurückgegriffen werden.

3.1.3 Bereich Verkehr

Energiepreisbestandteile wirken auch auf die Antriebswahl. Beispielsweise lohnen sich Diesel-Pkw (im Vergleich zu Benzinern) aufgrund höherer Anschaffungspreise und niedrigerer Kilometerkosten vor allem für Haushalte mit hohen Jahresfahrleistungen. Zur Wirkung von Energiepreisbestandteilen auf die Wahl von elektrischen Fahrzeugen ist jedoch die (empirische) Datenlage für Deutschland noch begrenzt. Hinzu kommt, dass sich gerade bei privaten Pkw die Anschaffungsentscheidung nicht allein durch eine „rationale“ Kalkulation der Nutzungskosten erklären lässt, sondern weitere Faktoren eine entscheidende Rolle spielen – beispielsweise bei E-Pkw die Ladeinfrastruktur und Reichweite. Ein Update der Elastizitäten oder auch die automatische Erhöhung der Infrastruktursätze der konventionellen Fahrzeuge bei einer Mautermäßigung für Nullemissionsfahrzeuge (Spreizung) zur Deckung der Wegekosten wird als Verbesserungsoption im Rahmen der Modellierung gesehen. Grundsätzlich liegen die notwendigen Daten vor, z. B. kann die neue Welle des Mobilitätspanels zu Pkw-Neuzulassungen 2020 ausgewertet werden. In 2020 gab es einen deutlichen Anstieg der neu zugelassenen E-Pkw, so dass sich eine erste empirische Grundlage für relevante Einflussgrößen auf die Nachfrage nach dieser Antriebstechnologie in Deutschland ableiten lassen könnte. Im Falle der Modellierung der LKW-Maut bedarf es einer zusätzlichen Prognose von Wegekosten.

3.2 Einordnung der Strom- und Energiepreisentwicklungen in ausgewählten Szenarien

Die Modellierung der zukünftigen Entwicklungen bei Strom- und Energiepreisbestandteilen ist eine der grundlegenden Annahmen bei der Erstellung von Szenarien. Im Folgenden sind für einige aktuellere Studien dargestellt, wie die Strom- und Energiepreisentwicklung in den Szenarien eingeordnet werden und welchen Annahmen dahinter liegen. Es zeigt sich: Die marktlichen Preisbestandteile variieren. Die staatliche bestimmten Energiepreisbestandteile werden in älteren Szenarien konstant gehalten, abgesehen vom CO₂-Preis. Neure Studien variieren die gesetzlichen Energiepreisbestandteile, u. a. durch Indexierung, d. h. Anpassung an die Inflation oder Steuersenkungen.

Die folgende Auswahl der Szenarien ist in zeitlicher Reihenfolge ihrer Erscheinung dargestellt.

Repenning et al. (2019): Im Rahmen der Folgenabschätzung der Sektorziele des Klimaschutzplans 2030 wurden bezüglich der Strom- und Energiepreisentwicklungen folgenden Annahmen getroffen. In Erwartung, dass die Vorgaben der EU-Kommission Rahmendaten mit zu hohen Preisprojektionen vorgeben, die wiederum die Modellierung verfälschen würden, wurde der Preispfad des Annual Energy Outlook 2017 (EIA 2017) angelegt. Zusätzlich wurde ein Hochpreisszenario erarbeitet, das die Vergleichbarkeit zum Projektionsbericht 2017 herstellt. Auch die Preise für CO₂-Emissionsberechtigungen basieren auf dem Projektionsbericht 2017. Für die Szenarien wird weiterhin angenommen, dass Energie- und CO₂-Preise gemeinsam hoch oder niedrig liegen können. Dies widerspricht zwar dem wirtschaftlich-theoretischen Hintergrund, liegt jedoch daran, dass zu diesem Zeitpunkt die Frage ausschlaggebend war, wie sich der Abbau der Überschüsse im ETS auf den Zertifikatpreis auswirkt.

Die Energiepreise enthalten alle Steuern und Umlagen. Diese werden konstant gehalten.

Prognos et al. (2020): Die Energiepreissteigerungen für Rohöl, Erdgas und Steinkohle basieren auf dem Szenario Sustainable Development des World Energy Outlooks 2019 (IEA 2019). Sie wurden für die nächsten drei Folgejahre mit den aktuellen Terminmarktpreisen fortgeschrieben. Der CO₂-Preis orientiert sich langfristig am EU Reference Szenario 2016. Weitere Annahmen zum Umgang mit staatlich bestimmten Energiepreisbestandteilen, konnten der Dokumentation nicht entnommen werden. Stattdessen fordern sie jedoch eine „umfassende Reform der Steuern, Abgaben und Umlagen auf Energie, da die aktuellen Preisstrukturen die Weiternutzung von Erdöl und Erdgas eher fördern und der Nutzung von erneuerbarem Strom in Wärme, Verkehr und Industrie eher im Weg stehen“.

Kemmler et al. (2021): Die Entwicklung der Energiepreise basiert im ex-post-Zeitraum auf den effektiv beobachteten Preisen. Bei der Fortschreibung orientieren sich die Preise an Öko-Institut et al. (2017, enthalten in Öko-Institut 2019, Anhang A). Der verwendete CO₂-Preis für den ETS-Sektor basiert auf Annahmen des EU-Reference-Szenarios 2016³. In den Zielszenarien werden neben vielfältigen sektorspezifischen Maßnahmen als sektorübergreifende Maßnahmen CO₂-Preise eingeführt und teilweise die Strompreise mit einem Teil der erzielten Einnahmen gesenkt. Die CO₂-Preise steigen bis 2030 in eine Größenordnung von 140 bis 220 Euro₂₀₁₆/tCO₂ und liegen im Jahr 2050 in einer Größenordnung von 220 bis 250 Euro₂₀₁₆/tCO₂.

Der Strompreis wird beeinflusst durch den Ausbau erneuerbarer Energien, der Stromnachfrage und sowie den Grenzkosten fossiler Erzeugung. Sonstige Energiepreisbestandteile (Stromsteuer, Konzessionsabgabe, KWK-Umlage, Mehrwertsteuer, sonstige Umlagen) sind ebenfalls enthalten. Sie werden variiert. Die Stromsteuer wird im Zielszenario 2 abgesenkt. Im Szenario mit Klimaschutzprogramm erfolgt ab 2021 eine Reduzierung der EEG-Umlage. Die Netzkosten steigen an. Die Mineralölsteuer für Kraftstoffe wird nominal konstant auf dem aktuellen Niveau belassen. Die Endverbraucherpreise der übrigen Energieträger hängen von der Entwicklung der Weltmarktenergiepreise, den Verarbeitungs- und Transportkosten, der Vertriebsmarge und von den auferlegten Steuern und Abgaben ab. Bisherige Steuersätze werden konstant gehalten.

Dena (2021): Die Studie beschäftigt sich mit sektorspezifischen Treibhausgasminderungszielen für das Jahr 2030 sowie sektorenübergreifenden Minderungsziele in den Folgejahren. Dabei werden die Energieverbräuche modelliert. Preisentwicklungen sind nicht enthalten.

³ <https://op.europa.eu/de/publication-detail/-/publication/aed45f8e-63e3-47fb-9440-a0a14370f243>

UBA Politikszenerarien X (Repenning et al. 2021): Grundlage der Basisannahmen für die Preisentwicklungen (Strom-, Kraft- und Brennstoffpreise) im KIS/MMS-Szenario ist der Vorschlag der Europäischen Kommission zur Restrukturierung der Energiesteuer-Richtlinie⁴.

1. Eine Reduktion der Kraft- und Heizstoffsteuern im Gegenzug zur Einführung der expliziten CO₂-Bepreisung erfolgt nicht.
2. Es wird von einem Weiterbestand des BEHG im materiellen Sinne ausgegangen, d. h. andere Ausprägungen des EU ETS-2 würden über eine veränderte Energiebesteuerung so ausglich, dass sich effektiv die unterstellten CO₂-Preisniveaus des BEHG einstellen.
3. Bezüglich der Mindeststeuersätze im Bereich der Energiebesteuerung wird zunächst auf die 2021 geltenden Sätze abgestellt (u. a. Absenkung der Stromsteuer).
4. Wichtige Architekturelemente des Kommissionsvorschlages (Umstellung auf einheitliche Energiegehalte, Inflationsbereinigung, Reformzeitpunkte etc.) werden aufgenommen.
5. Die im Kommissionsvorschlag enthaltenen neuen Besteuerungsregelungen (mit Blick auf Wasserstoff und andere neuartige Energieträger etc.) werden noch nicht mitberücksichtigt.

In den verwendeten Modellen können detaillierte Preisstrukturen, d. h. Differenzierungen zwischen fixen und variablen Preisbestandteilen ganz überwiegend nicht abgebildet werden. Daher wird eine entsprechende Ausdifferenzierung der in die Modelle eingespeisten Preispfade nicht vorgenommen.

Für die Preise für Endenergieerträger werden folgende Annahmen abgeleitet:

Strompreise:

1. Die Stromsteuer (zunächst in nominalen Preisen) wird im Zeitraum 2026 bis 2030 von derzeit 2,05 ct/kWh abgesenkt.
2. Die Netznutzungsentgelte werden auf Basis aktueller Modellierungsanalysen in Ansatz gebracht.
3. Die verbleibenden Stromkostenbestandteile werden in der Summe konstant gehalten.

Kraftstoffpreise:

1. Alle derzeit gültigen Kraftstoffsteuern, d. h. für Diesel, Erdgas, Flüssiggas werden, bezogen auf den Energiegehalt, im Zeitraum 2023-2027 in gleichmäßigen Schritten auf das derzeitige Niveau von Ottokraftstoff unverbleit angehoben.
2. Die Kraftstoffsteuern werden gemäß Kommissionsvorschlag inflationsbereinigt, ab 2024.
3. Die Verteilkosten und Margen werden konstant gehalten.

Heizstoffpreise:

1. Alle 2021 gültigen Heizstoffsteuern werden, bezogen auf den Energiegehalt, im Zeitraum 2023-2027 in gleichmäßigen Schritten auf das derzeitige Niveau von Erdgas angehoben.
2. Die Heizstoffsteuern werden gemäß Kommissionsvorschlag inflationsbereinigt ab 2024.
3. Die Verteilkosten und Margen werden konstant gehalten.

Für die Modellierungen wird die Preisprojektion für Erdgas und Steinkohle des World Energy Outlook 2020 (IEA 2020) zugrunde gelegt. Ebenso betrachtet wurden die Projektionen des Annual Energy Outlook (AEO) 2020 der Energy Information Administration (EIA) der US-Regierung (EIA 2020). Sie lagen für 2020 auf relativ gleichem Niveau, auch wenn der WEO auf Storylines wie Erreichung der Klimaziele basiert und der AEO einen eher konservativen Ansatz enthält (z. B. Variationen mit höheren oder niedrigeren Gaspreisen). Ein weiterer Aspekt der

⁴ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:52021PC0563&from=de>

gegen den AEO spricht: der AEO „enthält keine Preisprojektionen, die für Nordwesteuropa verwendbar sein können“ (Repenning et al. 2021).

Die CO₂-Preise für Verkehr und Wärme sowie für die nicht vom EU ETS erfassten Emissionen der Industrie betragen 25 Euro/t (nominal) in 2025 und 125 Euro/t in 2030.

Die Entwicklung der Endverbraucherpreise für Strom beruht auf statistischen Werten für 2020 und enthalten Annahmen zur Entwicklung von Großhandelspreisen sowie die oben genannten Steuern und Umlagen.

EWI (2022): Die Endenergiepreise werden in Bezug auf die Ergebnisse der Großhandelspreise in den Szenariorechnungen für Gas, Heizöl und Strom variiert. Dabei wird für Strom ein nationaler Preis und Erdgas ein europäischer Preis berechnet. Entsprechend beziehen sich die Annahmen zur Nachfrage auch entweder auf die nationale oder die europäische Ebene. „Es wird bewusst eine geringe Elastizität der Nachfrage unterstellt. Der Ansatz einer weitgehend unelastischen Nachfrage soll die Preisniveaus kennzeichnen, die sich ergeben würden, wenn es nicht zu einer zusätzlichen Reduzierung der Nachfrage käme“. Vereinfachend wird von einem szenarioübergreifenden Preispfad für CO₂-Zertifikate ausgegangen. Die Annahme zur Entwicklung von CO₂-Preisen basiert auf Modellierungen der EWI. Aktuelle Preisentwicklungen werden integriert. Der CO₂-Zertifikatspreis liegt bei 54 Euro/tCO₂ in 2021 und steigt auf 118 Euro/tCO₂ in 2030. Die staatlich bestimmten Energiepreisbestandteile, wie z. B. Netzentgelte für Gas und Strom oder Energiesteuern werden konstant gehalten.

Politikszenerarien XI (für Projektionsbericht 2023, Stand Oktober 2022): Aufgrund der unübersichtlichen Situation an den Brennstoffmärkten gibt es derzeit viele Diskussionen und Analysen. Im Rahmen des Projektionsberichtes wird weiterhin die Orientierung an den Preisdynamiken der „großen Mainstream-Projektionen“ (u. a. IEA 2021) als sinnvoll erachtet. Für die Ableitung von Endverbraucherpreisen müssen Annahmen zu Netznutzungsentgelten, Steuern, Abgaben und Umlagen in einem ebenfalls durch vielfältige Unsicherheiten geprägten regulativen Umfeld getroffen werden. Es daher angenommen, dass für die Auswahl der Preisprojektionen eine gute Anschlussfähigkeit an aktuell im Markt beobachtete Preistrends, die Konsistenz zwischen den Projektionen einzelner Preistrends sowie die Plausibilität der Projektionen im Kontext der aktuellen Entwicklungen auf globalen Energieträgermärkten und globalen klimapolitischen Ambitionsniveaus, gewährleistet sein muss. Für die Energiepreisprojektionen werden mittelfristige Preis-Prognosen auf Basis bestehender und gehandelter Futures verwendet. Die real gehandelten Futures enthalten auch Annahmen zur allgemeinen Entwicklung der Inflation. Für längerfristige Projektionen wird auf IEA (2021) zurückgegriffen. Dies bezieht sich nicht auf reale Werte, sondern auf den Trend. In Bezug auf staatlich bestimmte Energiepreisbestandteile sind folgende Rahmendaten zugrunde gelegt:

- ▶ Derzeit keine Umlage zur Senkung der Endverbraucherpreise bei Strom, da die Ausgestaltung derzeit unklar ist. Die Gas-Umlage für 2023 wird nicht berücksichtigt.
- ▶ Andere Umlagen bleiben. Gas-Umlage bleibt 2023 unberücksichtigt. Keine Absenkung der Stromsteuer auf EU-Mindestniveau. Vorschläge der Energy Taxation Directive werden nicht berücksichtigt.
 - Netznutzungsentgelte und Infrastrukturkosten: Strom: steigt mit der Inflationsrate, Projektion: abgeleitet von Langfristszenarien des BMWK (LFZ): 2030 +19 % (ggü. 2018), 2040 +27 %, 2050 +33 %; Erdgas und Wasserstoff, andere (Mineralölprodukte, Brennstoffe für Verstromung etc.) strukturell konstant (d. h. steigt mit der Inflationsrate)

- Sonderfaktoren (LKW-Maut, Wärmepumpentarife, etwaige Steuer-Indexierung und Angleichung) werden (ggf.) in Sektormodellierungen berücksichtigt.
- Indexierung von Abgaben und Steuern erfolgt innerhalb eines integrierten Betrachtungsraums, so dass die ggf. real konstant bleiben.

BMWK Langfristszenarien (in Bearbeitung⁵): Hier werden Szenarien für die zukünftige Entwicklung des Energiesystems modelliert. In den bisherigen Berichten sind Annahmen und Vorgehen im Hinblick auf Strom -und Energiepreise nicht dokumentiert. Auch auf Nachfrage, gab es keine Auskunft zu Rahmendaten.

Im Vorgängerprojekt aus dem Jahr 2017⁶ wird bei den Rahmendaten⁷ für das Referenz- und Basisszenario wie folgt vorgegangen: Die Großhandelspreise fossiler Energieträger beruhen auf dem „EU-Reference Scenario 2013⁸“. Die Annahmen zu Endkundenpreisen variieren je nach eingesetztem Modell. Es werden einerseits Steuern, Netzentgelte inkludiert, andererseits werden im Optimierungsmodell keine Steuern angesetzt, da „eine volkswirtschaftliche Kostenminimierung durchgeführt wird“. In der Studie wird davon ausgegangen, dass in den Zielszenarien die Rolle des CO₂-Preises relevanter als die Energiepreise sind. „In den Modellen sind die gesamten Brennstoffkosten relevant, die bei einem Brennstoffeinsatz entstehen. Welcher Anteil davon auf Brennstoffmarktpreise, CO₂-Bepreisung, Steuern oder Transportkosten zurückgeht, ist für den unmittelbaren Einsatz nicht von Bedeutung“. (Bernath et al. 2017).

Der CO₂-Preis liegt zwischen 10 Euro₂₀₁₀/t (in 2010) und 30 Euro₂₀₁₀/t (in 2050).

Es ist jedoch davon auszugehen, dass es für die aktuellen Langfristszenarien eine Anpassung der Vorgehensweise gegeben hat.

Tabelle 6: Zusammenfassender Überblick über Rahmendaten für die Modellierung: Strom- und Energiepreis(bestandteile) in ausgewählten Szenarien

Quelle	Marktliche Energiepreisprojektionen	Gesetzliche Energiepreisbestandteile / Projektionen
Repenning et al. (2019)	Preisfad des (EIA 2017) + Hochpreisfad angelehnt an Projektionsbericht 2017 (BMU 2017)	Steuern und Umlagen werden konstant gehalten
Prognos et al. (2020)	IEA (20196) Szenario Sustainable Development, Folgejahre richten sich nach Terminmarktpreisen	k.A.
Kemmler et al. (2021)	Energiepreise s. Repenning et al. (2019) Endverbraucherpreise hängen von Weltmarktenergiepreisen ab	Variierung in den Szenarien, z. B. Senkung Stromsteuer, Reduktion EEG-Umlage, Anstieg

⁵ <https://www.langfristszenarien.de/enertile-explorer-de/>

⁶ https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/B/berichtsmodul-3-referenzszenario-und-basisszenario.pdf?__blob=publicationFile&v=4

⁷ https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/B/berichtsmodul-1-hintergrund-szenarioarchitektur-und-uebergeordnete-rahmenparameter.pdf?__blob=publicationFile&v=4

⁸ <https://op.europa.eu/de/publication-detail/-/publication/ed961fc9-ade8-4f00-9a5f-76e91ba56bfd>

Quelle	Marktliche Energiepreisprojektionen	Gesetzliche Energiepreisbestandteile / Projektionen
		Netzkosten, Mineralölsteuer bleibt konstant
UBA Politikszenerarien X (2021)	Vorschlag der Energiesteuer-Richtlinie (Preisentwicklung für Strom, Kraft- und Brennstoffpreise) Erdgas und Steinkohle basiert auf IEA (2020) Endverbraucherpreise auf Basis statistischen Werten 2020	Keine Reduktion Kraft- und Heizstoffsteuern, EEG-Umlage bis 2025 auf Null, Senkung Stromsteuer, inflationsbereinigte Kraftstoff- und Heizstoffsteuern
EWI (2022)	Endenergiepreise auf Basis eigener Berechnung der Großhandelspreise für Gas, Heizöl, Strom	Steuern und Umlagen werden konstant gehalten
Politikszenerarien XI (laufend) sowie BMU Klimaschutzszenerarien 2050 ⁹	IEA (2021) Endverbraucherpreise werden auf Basis aktueller Markttrends, u. a. gehandelte Futures (für mittelfristige Prognose)	andere Umlagen bleiben und werden indiziert
BMW I Langfristszenerarien 2017 (Bernath et al. 2017)	Fossile Energieträger basieren auf EU Reference Scenario 2013; Endkundenpreise variieren je Modell	Steuern und Umlagen enthalten, außer im Optimierungsmodell

Quelle: Eigene Zusammenfassung

⁹ Zum Zeitpunkt der Berichtserstellung laufendes Projekt „Klimaszenerario 2050“, FKZ BE2012-180

4 Aufgaben und Umfang staatlich bestimmter Energiepreisbestandteile

Über staatlich regulierte Energiepreisbestandteile beeinflusst der Staat Endverbraucherpreise. Diese wirken sich direkt auf die Attraktivität von Klimaschutz- und Energiewende-Investitionen aus. Im Stromsektor werden die Erzeugungs-, Infrastruktur- und Energiewendekosten weitgehend auf den Strompreis umgelegt. Im Sektor Wärme dagegen werden Energiewendeinvestitionen in gewissem Umfang aus dem Bundeshaushalt über Förderprogramme anteilig bezuschusst. Im Verkehrsbereich finanziert die Energiesteuer auf Kraftstoffe unter anderem die Investitionskosten für Infrastruktur, sie ist aber nicht konsistent ausgestaltet. Ausnahmen mindern die Effizienzreize durch die Preisimpulse und führen zu problematischen Verteilungswirkungen. Im Ergebnis zeigen sich große Unterschiede bei den staatlich regulierten Preisbestandteilen zwischen Sektoren, Energieträgern und Anwendungsfällen:

- ▶ **Strom:** Auf den Strompreis werden nachfrageseitig KWKG-Umlage, Netzentgelte, § 19 Strom-NEV-Umlage, Umlage für abschaltbare Lasten (AblaV-Umlage), Offshore-Netzumlage, Konzessionsabgabe sowie die Stromsteuer erhoben. Einfluss auf den Preis der Stromerzeugung hat darüber hinaus der CO₂-Preis im europäischen Emissionshandel (EU-ETS). Bis zum letzten Jahr hatte die EEG-Umlage einen relativ hohen Einfluss auf den Strompreis, 2020 lag sie bei 67,50 Euro/MWh (Statista 2022). Zum 01.07.2022 ist die EEG-Umlage vollständig abgeschafft worden (Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz 2022a). Netzentgelte und Konzessionsabgaben variieren je nach Gebiet. Im Durchschnitt lagen die Netzentgelte für Strom in 2021 bei 75,20 Euro/MWh für Privatkunden. Für Gewerbekunde lag der durchschnittliche Preis 2021 bei 66 Euro/MWh und für Industriekunden lag der Preis bei 26,70 Euro/MWh (Bundesnetzagentur 2022). Die Netzentgelte Strom stiegen in den letzten Jahren stetig an, 2015 lagen die Netzentgelte für Privatkunden bei 65,90 Euro/MWh und für Gewerbe und Industrie bei jeweils 57,70 und 21,20 Euro/MWh. Die Konzessionsabgabe für Strom blieb über die letzten Jahre konstant zwischen 16,20 – 16,50 Euro/MWh im Durchschnitt. Die Stromsteuer beträgt seit 2004 20,50 Euro/MWh. Bei Einführung der Stromsteuer im Jahr 2000 lag der Regelsteuersatz bei 10,23 Euro/MWh und stieg über die nächsten drei Jahre schrittweise bis auf 20,50 Euro/MWh an (DIW 2019).
- ▶ **Heizstoffe:** Bei Heizstoffen fällt die Energiesteuer an sowie Netzentgelte und Konzessionsabgabe, soweit es sich um leitungsgebundene Energieträger wie Erdgas und Fernwärme handelt. Seit 2021 wird zusätzlich der CO₂-Preis über das Brennstoffemissionshandelsgesetz (BEHG) erhoben. Bestimmte Wärmeerzeuger (z. B. Fernwärme) waren bereits zuvor in den europäischen Emissionshandel (EU-ETS) eingebunden. Der Energiesteuersatz ist nicht einheitlich geregelt, sondern hängt vom Energieträger und Anwendungsfall ab. Erdgas zum Verheizen wird mit 5,50 Euro/MWh besteuert. Heizöl wird mit 61,35/1.000 Liter besteuert. Die Energiesteuer für Flüssiggas zum Verheizen beträgt 60,60 Euro/1.000 kg. Netzentgelte für Gas lagen für Privatkunden bei durchschnittlich 15,90 Euro/MWh, für Gewerbekunden bei 12,80 Euro/MWh und für Industriekunden bei 3,20 Euro/MWh (Bundesnetzagentur 2022). Der Anstieg der Netzentgelte für Gas war über die letzten Jahre sehr gering für Haushaltskunden und Gewerbekunden. Haushaltskunden bezahlten im Jahr 2014 14 Euro/MWh und Gewerbekunden 12,20 Euro/MWh. Für Industriekunden sanken die Netzentgelte geringfügig, im Jahr 2016 betragen sie 3,30 Euro/MWh. Bei Gas lag die Konzessionsabgabe über die letzten Jahre im Durchschnitt bei 0,30 Euro/MWh (Bundesministerium für

Wirtschaft und Klimaschutz 2022b). Der CO₂-Preis im BEHG bis 2026 festgelegt und steigt von 25 Euro/t im Jahr 2021 um 5 bzw. 10 Euro/t/Jahr auf einen Preiskorridor von 55 – 65 Euro/t. Für das Jahr 2023 ist der Anstieg allerdings ausgesetzt worden.

- ▶ **Kraftstoffe:** Auf Kraftstoffe wird die Energiesteuer erhoben. Seit 2021 wird zusätzlich der CO₂-Preis über das Brennstoffemissionshandelsgesetz (BEHG) erhoben. Wie bei den Heizstoffen gibt es bei der Energiesteuer unterschiedliche Steuertarife abhängig vom Energieträger und Anwendungsfall. Benzin wird mit 654,50 Euro/1.000 Liter besteuert und Diesel mit 470,40 Euro/1.000 Liter. Diese Steuerraten gelten seit 2003. Bei der Einführung des Energiesteuergesetzes in 1951 lagen die Sätze bei 70,40 Euro/1.000 Liter für Benzin und 46,90 Euro/1.000 Liter für Diesel. In den Jahren 2000 und 2003 stiegen die Beträge jährlich um 30,70 Euro/1.000 Liter an. In der EU gelten Mindeststeuersätze von 42,10 Euro/1.000 Liter für Benzin und 33 Euro/1.000 Liter für Diesel, die von Juni bis August 2022 in Deutschland im Rahmen des Tankrabatts angewendet wurden.

Auch wenn der Staat mit manchen Preisbestandteilen Energiewende- und Klimaschutzinvestitionen anreizen will, ist die Lenkungswirkung nicht immer ein primäres Motiv der verschiedenen Abgaben, Umlagen und Entgelte. Oft dienen sie im Hauptzweck der Refinanzierung von Infrastruktur oder Fördersystemen oder als Einnahmequelle für den Haushalt.

- ▶ **Haushaltsfinanzierung:** Zu der Haushaltsfinanzierung tragen primär die Energie- und Stromsteuereinnahmen bei. Das Stromsteueraufkommen liegt 2021 bei 6,67 Mrd. Euro, die Energiesteuereinnahmen bei 37,05 Mrd. Euro (Bär et al. 2022).
- ▶ **Infrastrukturfinanzierung:** Neben dem primären Ziel der Haushaltsfinanzierung werden die Einnahmen der Energiesteuer auf Kraftstoffe auch zur Finanzierung von Infrastrukturausgaben genutzt. Weitere Preisbestandteile, die zur Refinanzierung von Infrastruktur dienen, finden sich sowohl im Strom- als auch im Wärmesektor. Es handelt sich dabei um die Konzessionsabgaben und Netzentgelte für Gas und Strom sowie Netznebenentgelte, wie §19 StromNEV-Umlage, AblV-Umlage und die Offshore-Netzumlage. Die sog. Nebennetzentgelte wurden zur Refinanzierung spezifischer Kosten im Stromnetzbetrieb geschaffen.
- ▶ **Refinanzierung von Fördersystemen / Energiewendekosten:** Die Offshore-Netzumlage und die KWKG-Umlage dienen primär der Refinanzierung von Fördersystemen.
- ▶ **Internalisierung von Umweltkosten:** Der CO₂-Preis im Rahmen des europäischen (EU-ETS) und des nationalen Emissionshandels (BEHG) dient primär der Internalisierung von Umweltkosten und der ökologischen Lenkung. Auch die im Rahmen der ökologischen Steuerreform 1999 bis 2003 neu eingeführte Stromsteuer bzw. die seinerzeit erfolgte Erhöhung der Energiesteuersätze dienen der Internalisierung von Umweltkosten.

Sowohl die Finanzierung von Energiewendeausgaben als auch die Finanzierung der notwendigen Infrastruktur in den Sektoren erfolgen somit über verschiedene Instrumente und haben damit unterschiedlich starke Auswirkungen auf die Energiepreise. Bei einer Reform der staatlich bestimmten Preisbestandteile, um sie stärker auf die Klimaschutzziele auszurichten, müssen die eigentlichen Haupt- und Nebenzwecke auch weiterhin erfüllt werden. Dabei geht es um beachtliche Größenordnungen. Insgesamt hat der Staat Einfluss auf energiebezogene Zahlungen in Höhe von ca. 100 Mrd. Euro/a (Tabelle 7).

Tabelle 7: Umfang der staatlich bestimmten Energiepreisbestandteile (2022)

Sektor	Preisbestandteil	Volumen (Mrd. Euro)	ct/kWh*
Strom	KWKG-Umlage	1,34	0,38
	Netzentgelte	21,40**	7,52**~
	Netznebenentgelte	2,80	0,86
	- Offshore Netzumlage		
	- §19 StromNEV - AblAV-Umlage		
	Konzessionsabgabe	3,50****	1,65
	Stromsteuer	6,67	2,05
Wärme	Energiesteuer	5,52*****	0,61 (Erdgas/Heizöl***)
	Netzentgelte	k.A.	1,59
	Konzessionsabgabe	s.o.	0,03
Verkehr	Energiesteuer	31,53*****	7,31 (Benzin) 4,73 (Diesel)
	Übergreifend	CO ₂ -Preis (EU-ETS)	6,89*****
	CO ₂ -Preis (nEHS)	8,67*****	0,61 (Erdgas) 0,80 (Heizöl) 0,70 (Benzin) 0,80 (Heizöl)
Ergebnis		101,28	

Quelle: siehe Fließtext, netztransparenz.de, (BMF 2022) (Destatis 2021) (Zerzawy et al. 2018). *jeweils Regelsatz, Strom: kWh Endenergie, Wärme/Verkehr: kWh Primärenergie **Schätzung für 2015 **~Durchschnitt 2021***bezogen auf den unteren Heizwert ****Schätzung für 2011 inkl. Konzessionsabgabe für Gas*****gemäß Kabinetttvorlage zum zweiten Regierungsentwurf Haushalt 2022 (BMF 2022) *****angenommene Verteilung wie gem. Steuersoll 2019 (Destatis 2021)

5 Anreizsystematik und Quantifizierung monetärer Hemmnisse

Bei den meisten Energiepreisbestandteilen stehen punktuellen Anreizen für Energieeffizienz, Sektorkopplung und Dekarbonisierung systematische Fehlanreize gegenüber. Unterschiedliche Entlastungsregelungen begünstigen bestimmte Verbrauchergruppen und Energieträger, beeinflussen die Lenkungswirkung der Energiepreisbestandteile und führen zu Fehlanreizen zulasten des Klimaschutzes.

Energieeffizienz

Hohe Strom- und Energiepreise setzen Anreize, in Effizienzmaßnahmen und -technologien zu investieren, da dadurch Kosteneinsparungen realisiert werden können, sofern die Effizienzmaßnahmen über die Nutzungsdauer einen positiven Kapitalwert aufweisen. Preisimpulse werden daher als effektivste Maßnahme angesehen, um Energieeinsparungen zu erzielen (vgl. BMWi 2017). Die Stromsteuer sowie die anteilige Erhöhung der Energiesteuersätze im Rahmen der Ökologischen Steuerreform haben die Erhöhung der Energieeffizienz zur Zielsetzung. Aufgrund von Ausnahmeregelungen bei verschiedenen Preisbestandteilen (z. B. bisher bei der Besonderen Ausgleichsregelung des EEG, Spitzenausgleich, allgemeine Entlastung und Befreiung für bestimmte energieintensive Prozesse und Verfahren bei Energie- und Stromsteuer, Sondervertragskunden bei der Konzessionsabgabe) sind die Strom- und Energiepreise für bestimmte Verbrauchergruppen jedoch niedriger und mindern somit Anreize zur Senkung des Verbrauchs. Zudem fehlt im Falle der Energie- und Stromsteuern die Inflationsanpassung. Als Mengensteuern ausgestaltet verringert sich der reale Steuersatz aufgrund der Inflation (Bär et al. 2022). Die Lenkungswirkung schwächt sich dadurch im Zeitverlauf ab.

Sektorkopplung und Flexibilisierung der Nachfrage

Für die Sektorkopplung hinderlich ist das im Vergleich zu fossilen Heiz- oder Kraftstoffen hohe Strompreisniveau aufgrund von Netzentgelten, Stromsteuer und verschiedenen Umlagen, wobei es je nach Bestandteil, Anwendungsfall und damit verbundenen Ausnahmen deutliche Unterschiede gibt. In vielen Fällen ergeben sich daraus Preisstrukturen, die den Einsatz strombasierter Technologien im Wärme- und Verkehrsbereich hemmen, trotz gewisser bereits geltender Privilegierungen (Zerzawy et al. 2018). Während Steuern (Energie- bzw. Stromsteuer), weitere Abgaben (Konzessionsabgabe) und Entgelte (Netze) auch in den anderen Sektoren erhoben werden, wenn auch in unterschiedlicher Höhe, fallen insbesondere die energiewendebezogenen Umlagen (bis Juli 2022 anteilige EEG-Umlage, zus. Offshore-Netzzumlage, KWKG, abschaltbare Lasten) nur auf Strom an. Die Höhe der staatlich regulierten Preisbestandteile im Wärmesektor ist dagegen wesentlich niedriger. Die Preisverzerrungen an den Sektorengrenzen vergrößern sich dadurch weiter. Mit Einführung des BEHG erfolgte zwar eine Preiskorrektur, die jedoch in der derzeitigen Höhe noch keine ausreichenden Impulse setzt.

Die steigenden Anteile erneuerbarer Energien im Strommarkt können durch die flexible Reaktion von Erzeugern und Verbrauchern auf die Situation am Strommarkt und/oder im Netz integriert werden. Die staatlich bestimmten Preisbestandteile sind bisher jedoch weitgehend unabhängig von der kurzfristigen Markt- bzw. Netzsituation und spiegeln damit nicht das kurzfristige Verhältnis von Angebot und Nachfrage wider. Die relativen Strompreisschwankungen, die beim Kunden ankommen, sind somit gedämpft. Die Folgen davon betreffen sowohl die Stromlieferanten, die ihre Stromproduktion nur bedingt der Nachfrage anpassen, als auch die Verbraucher, die den Zeitpunkt ihrer Nachfrage nicht dem Angebot anpassen, da finanzielle Anreize fehlen.

Treibhausgaseinsparung

Der Umstand, dass Strompreisbestandteile bisher unabhängig von Angebot und Nachfrage nach Strom erhoben werden, führt auch zu einer Erhöhung der Treibhausgasemissionen, denn dadurch wird das Preissignal des Strommarkts überlagert. Die kurzfristig niedrigen Preise an der Strombörse in Zeiten hoher erneuerbare Energien (EE) Erzeugung führen dann nicht zu einer Steigerung der Nachfrage, da die relative Preisdifferenz aufgrund der fixen Preisbestandteile gering bleibt. Umgekehrt sinkt die Nachfrage auch nicht, wenn hohe Börsenstrompreise aufgrund einer geringen EE-Erzeugung dies erwarten ließen. Im Ergebnis wird mehr fossiler Strom erzeugt als für einen volkswirtschaftlich optimalen Ausgleich zwischen Angebot und Nachfrage eigentlich nötig wäre.

Die Herkunft des Stroms spielt bei den erhobenen Umlagen – mit Ausnahme der KWK – keine Rolle, so dass keine Differenzierung anhand der Emissionsintensität des aktuellen Strommixes erfolgt. Die Stromerzeugung ist von der Energiesteuer befreit, fossile Energieträger werden bei der Stromerzeugung also nicht steuerlich belastet. Die Stromsteuer wird auf den Stromverbrauch erhoben, unabhängig davon, ob der Strom mit erneuerbaren Energien erzeugt wird oder aus fossilen Quellen stammt. Im Wärmebereich begünstigt die Energiesteuer – bezogen auf den CO₂-Gehalt – klimaschädlichere Energieträger wie Heizöl gegenüber emissionsärmeren wie Erdgas. Das CO₂-Preissignal aus dem BEHG wird dadurch verzerrt.

Ausnahmen für die energieintensive Industrie bei u. a. Energiesteuer, Stromsteuer, EEG-Umlage und Netzentgelten (Sondernetzentgelte) können zu höheren Treibhausgasemissionen führen, denn sie senken die Energiekosten und mindern dadurch Anreize zum Einsparen von Energie.

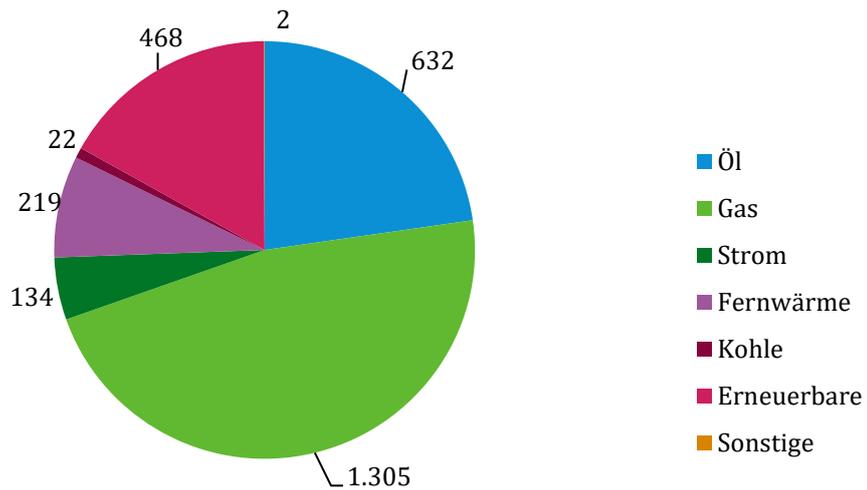
5.1 Gebäude (Wärme)

5.1.1 Status Quo: Energieverbrauch im Gebäudebestand

Die Endenergieintensität (gemessen am Endenergieverbrauch für Raumwärme pro Quadratmeter) sank von 2008 bis 2018 bei den privaten Haushalten witterungsbereinigt um 10,4 % auf durchschnittlich 131 kWh/m², hat sich in den letzten Jahren jedoch kaum verändert bzw. stieg zuletzt sogar wieder an. Zum Rückgang trugen bessere energetische Standards bei Neubauten und die Sanierung der Altbauten wesentlich bei. Allerdings nahm auch die Wohnfläche zu. Dadurch ging der Endenergieverbrauch absolut im betrachteten Zeitraum nur um 4,7 % zurück.

Im Gebäudesektor werden nach wie vor überwiegend fossile Energieträger für die Raumwärme und die Warmwassererzeugung genutzt. Gas ist dabei mit einem Anteil von 47 % am Endenergieverbrauch der dominierende Energieträger, gefolgt von (Heiz-)öl mit 23 % und erneuerbaren Energien mit 17 % (ohne Fernwärme). Kohleheizungen sind aus der Wärmeerzeugung mittlerweile weitgehend verdrängt, der Anteil der Kohle am Endenergieverbrauch liegt bei weniger als ein Prozent. In der Fernwärme beträgt der Brennstoffeinsatz aus erneuerbaren Energien etwa 22 % (BMW 2022).

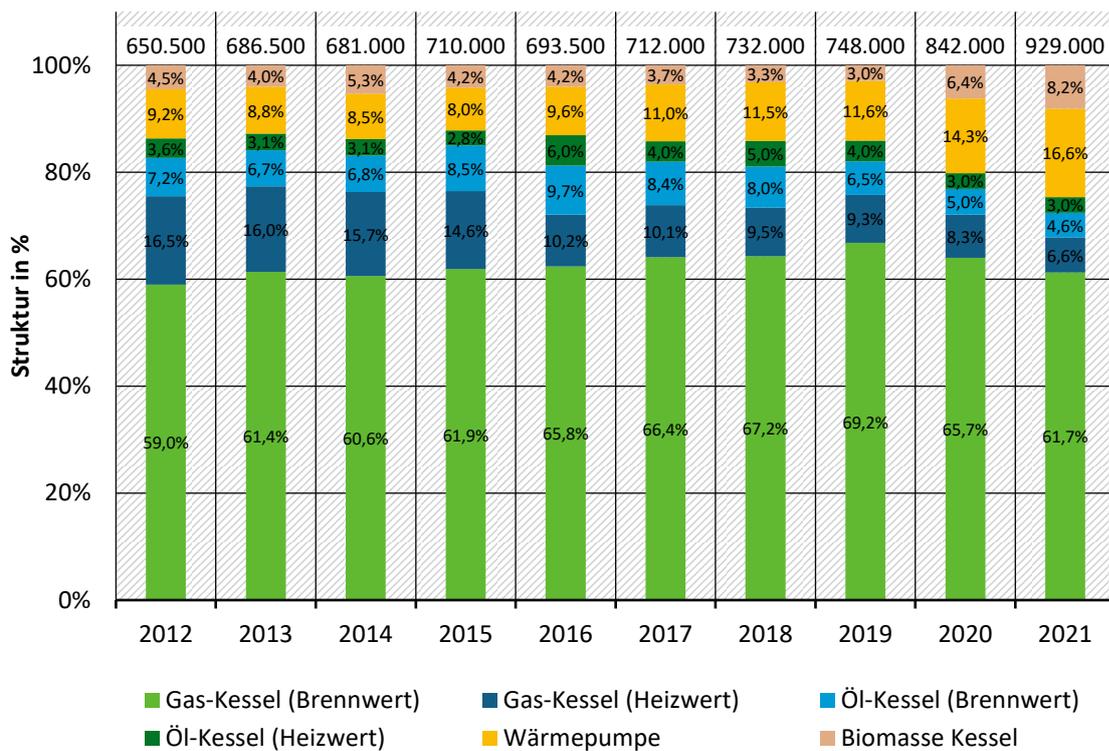
Abbildung 4: Endenergieverbrauch für Raumwärme und Warmwasser in PJ (2020)



Quelle: Eigene Darstellung nach (BMW i 2022)

Bei den installierten Wärmeerzeugern steigen zwar die Marktanteile von Wärmepumpen und Biomasseheizungen an und 2021 ist jeder vierte eingebaute Wärmeerzeuger eine Wärmepumpe oder ein Biomassekessel (Abbildung 5). Im Neubau sind es bereits über 50 %.

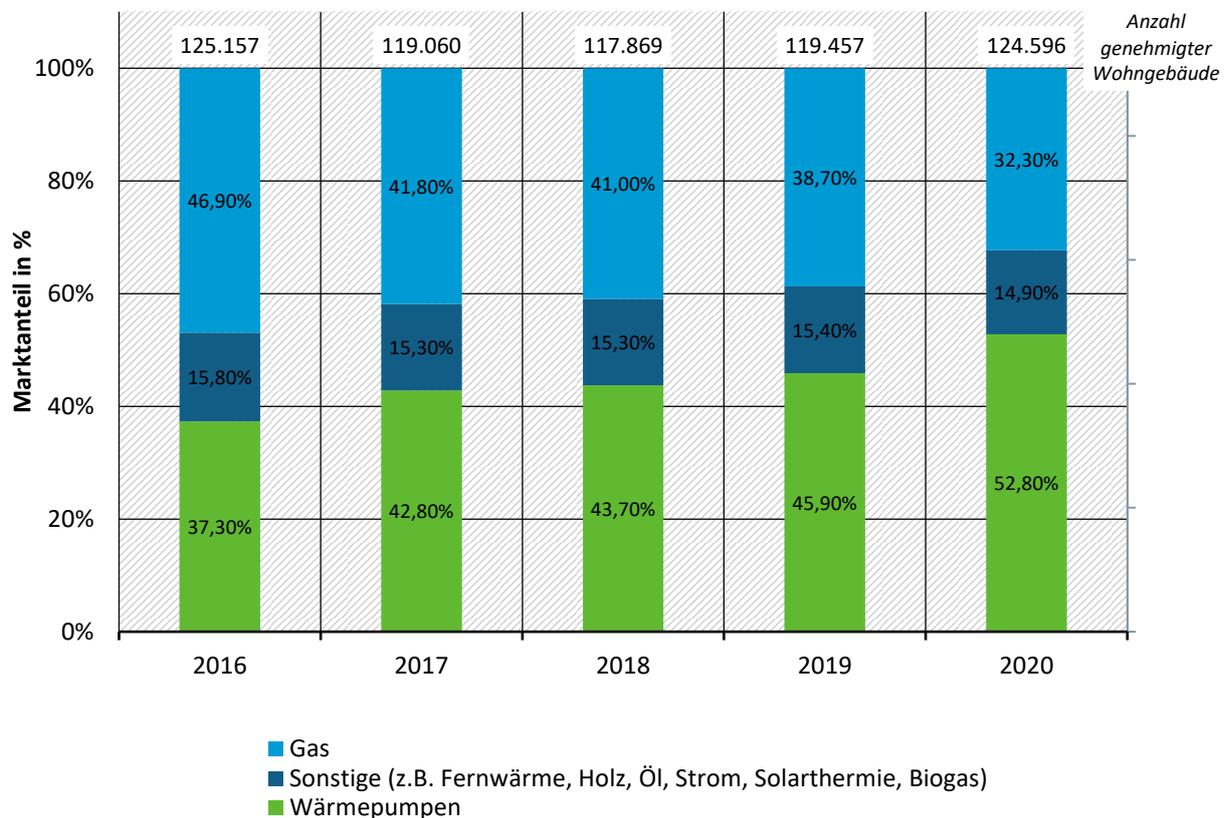
Abbildung 5: Marktentwicklung Wärmeerzeuger 2012-2021



Quelle: Eigene Darstellung nach (BDH 2022)

Im Vergleich zum Gebäudebestand spielt der Neubau mit zuletzt 125.000 genehmigten Wohngebäuden (2021) jedoch nur eine geringe Rolle. Dennoch ist selbst im Neubau noch jeder dritte neue Wärmeerzeuger eine Gasheizung. Angesichts langer Nutzungsdauern ist das besonders problematisch.

Abbildung 6: Marktanteile von Wärmeerzeugern im Neubau



Quelle: Eigene Darstellung nach (BWP 2022). Marktanteile bezogen auf Baugenehmigungen neuer Wohngebäude 2016-2020

Im Ergebnis sinken die THG-Emissionen im Gebäudesektor nur langsam und lagen 2021 über den im Klimaschutzgesetz festgelegten Jahresemissionsmengen des Gebäudesektors (UBA und BMWK 2022). Während im Neubau die im Gebäudeenergiegesetz festgelegten Effizienzvorgaben und die Verpflichtung zur Nutzung erneuerbarer Energien sowie das Einbauverbot für Ölheizungen ab 2026 bereits heute dazu führen, dass stetig weniger fossile Wärmeerzeuger eingebaut werden und die Wärmepumpe dominiert, ist das Problem v. a. der Gebäudebestand. Neben dem Heizungstausch ist v. a. die energetische Sanierung der Gebäudehülle entscheidend, die Sanierungsrate liegt jedoch weiterhin auf zu niedrigem Niveau. Hier können Energiepreise ein wichtiges Signal sein, Wärmeerzeuger früher als geplant gegen Wärmepumpen oder erneuerbaren Energien auszutauschen und die Energieeffizienz der Gebäudehülle zu verbessern. Ordnungsrechtliche Ansätze sind hier aufgrund von Bestandsschutzregeln ggf. deutlich schwieriger durchzusetzen.

5.1.2 Staatlich bestimmte Preisbestandteile in der fossilen Wärmeerzeugung

Alle fossilen Energieträger werden mit der Energiesteuer besteuert (Tabelle 8). Für Erdgas zum Verheizen gilt laut Gesetz als Regelsatz ein Steuertarif von 5,50 Euro/MWh (bezogen auf den oberen Heizwert). Die Energiesteuer für Heizöl beträgt 61,35 Euro/ 1.000 Liter. Für Erdgas und

Heizöl beträgt der energetische Regelsatz (Regelsatz umgerechnet auf den Energiegehalt) somit gleichermaßen 6,10 Euro/MWh, bezogen auf den unteren Heizwert. Für Flüssiggas zum Verheizen beträgt der gesetzliche Regelsatz der Energiesteuer 60,60 Euro/1.000 kg. Umgerechnet auf den Energiegehalt beträgt der Regelsatz somit 4,70 Euro/MWh. Braun- und Steinkohle werden mit 0,33 Euro/GJ gesetzlichem Regelsatz besteuert. Der energetische Regelsatz beträgt somit 1,20 Euro/MWh (Agora Energiewende 2017).

Zusätzlich zur Energiesteuer wird im Wärmesektor der CO₂-Preis gemäß des Brennstoffemissionshandlungsgesetzes erhoben. Der für das Jahr 2022 festgelegte nationale CO₂-Preis liegt bei 30 Euro/tCO₂. Für Erdgas bedeutet dies eine zusätzliche Belastung von 6,50 Euro/MWh und für Heizöl 10,40 Euro/MWh (BDEW 2022).

Wer Erdgas bezieht, muss sich über die Netzentgelte an der Finanzierung der Netze beteiligen. Hierfür werden dem Endverbraucher Netzentgelte pro bezogener MWh in Rechnung gestellt. Die Höhe der Netzentgelte variiert regional. Im Durchschnitt lagen die Netzentgelte für Erdgas für Haushaltskunden in Einfamilienhäusern im Jahr 2021 bei 16,4 Euro/MWh. Bei Mehrfamilienhäusern lagen die durchschnittlichen Netzentgelte für Gas im Jahr bei 13,3 Euro/MWh. Zusätzlich fällt noch die Konzessionsabgabe an. Diese variiert ebenfalls regional. Im Durchschnitt lag sie bei 0,3 Euro/MWh (BDEW 2022). Bei Kohle, Flüssiggas und Heizöl fallen keine weiteren staatlich bestimmten Energiepreisbestandteile an.

5.1.3 Staatlich bestimmte Preisbestandteile in der erneuerbaren Wärmeerzeugung

Während im Bestand die Wärmeerbringung zu einem Großteil auf fossilen Heizstoffen beruht, kommen seit einigen Jahren auch immer häufiger erneuerbare Energieträger zum Einsatz (siehe Erläuterungen oben). Zur erneuerbaren Wärmeerzeugung werden gasförmige Bioheizstoffe oder Biomasse, wie z. B. Holzpellets, genutzt. Außerdem kann Wärmeerzeugung durch eine solarthermische Anlage oder die Nutzung von Strom stattfinden.

Biogas, welches zum Verheizen zu Biomethan aufbereitet und eingespeist wird, wird wie Erdgas behandelt und mit einem Energiesteuersatz von 5,50 Euro/MWh (bezogen auf den oberen Heizwert) belastet. In KWK-Anlagen oder Thermen eingesetztes Biogas wird nach § 28 EnergieStG von der Energiesteuer befreit. Biomasse, beispielsweise in Form von Holzpellets, wird ebenfalls nicht mit der Energiesteuer belastet.

Bei der strombasierten Wärmeerzeugung fallen in der Regel alle Abgaben und Umlagen an, die beim Bezug von Haushaltsstrom anfallen (siehe Kapitel 5.2). Es besteht jedoch die Möglichkeit, ein verringertes Netzentgelt in Anspruch zu nehmen, solange die Wärmepumpe über einen separaten Zählerpunkt abgerechnet wird (siehe Exkurs: Verordnungsermächtigung nach §14a EnWG – Reduzierte Netzentgelte für steuerbare Verbrauchseinrichtungen in Kapitel 5.2). Tabelle 8 zeigt zusammenfassend die Regelsteuersätze von Energie- und Stromsteuer für im Wärmebereich eingesetzte Energieträger sowie die Steuersätze, umgerechnet auf den Energiegehalt.

Tabelle 8: Energiesteuersätze auf Heizstoffe (Regelsätze)

Energieträger	Steuersatz (Regelsatz)	Steuersatz (ct./kWh)
Erdgas	5,50 Euro/MWh	0,61
Heizöl	61,35 Euro/1.000 l	0,61
Flüssiggas	60,60 Euro/1.000 kg	0,47
Kohle	0,33 Euro/GJ	0,12
Biomethan	5,50 Euro/MWh	0,61
Biomasse	-	0,00
Strom (StromSt)	20,50 Euro/MWh	2,05

Quelle: Eigene Darstellung

5.1.4 Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit von Sektorkopplungstechnologien: Wärmepumpen

Ob sich Wärmepumpen finanziell rechnen, hängt zum einen vom Wärmestandard des Gebäudes, zum anderen von den Investitions- und Betriebskosten ab (Schrems et al. 2021). Stromanwendungen waren beim niedrigen Energiepreisniveau¹⁰ der vergangenen Jahre für Öl und Gas häufig nicht konkurrenzfähig. Dies gilt insbesondere für Bestandsgebäude. Unter Berücksichtigung der Jahresarbeitszahl liegen die Energiekosten für Wärmepumpen zwar in den meisten Fällen niedriger als bei Gas- oder Ölheizungen. Aufgrund der höheren Investitionskosten sind die Wärmegestehungskosten (Vollkosten) jedoch insgesamt meist höher (vgl. Pehnt et al. 2017).

Die Differenz bei den Investitionskosten liegt einer Untersuchung von Winkler et al. (2020) zufolge bei knapp 500 Euro/kW_{th}. Je nach Referenztechnologie, mit der verglichen wird, und verwendeter Wärmepumpe liegen die Mehrkosten bei den Wärmegestehungskosten bei 1 ct/kWh (Ölheizung) bis knapp 4 ct/kWh (Gasheizung mit Brennwerttechnik) (Zerzawy et al. 2022). Winkler et al. (2020) kommen zum Ergebnis, dass die Kostendifferenz im Vergleich zur Brennwerttechnik sogar bei 5,3 ct/kWh liegt. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Vollkosten für eine Wärmepumpe auf Basis des Preisniveaus von 2020 – 2021 weiterhin meist über jenen einer Gasheizung liegen, selbst unter Berücksichtigung von Förderprogrammen und CO₂-Bepreisung über das BEHG.

Die Wirtschaftlichkeit von Wärmepumpen im Vergleich zu fossilen Heizungen verbessert sich, indem entweder

- ▶ die Investitionskosten für Wärmepumpen sinken bzw. gesenkt werden (wie z. B. durch die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)) oder
- ▶ sich das Verhältnis von Stromkosten zu eingesparten Energiekosten der fossilen Referenztechnologie verändert. Dies kann entweder dadurch erfolgen, dass die fossilen Energieträgerpreise stärker steigen (z. B. indem sie stärker mit Abgaben und Umlagen wie der CO₂-Bepreisung belastet werden) oder der Strompreis allgemein oder spezifisch für

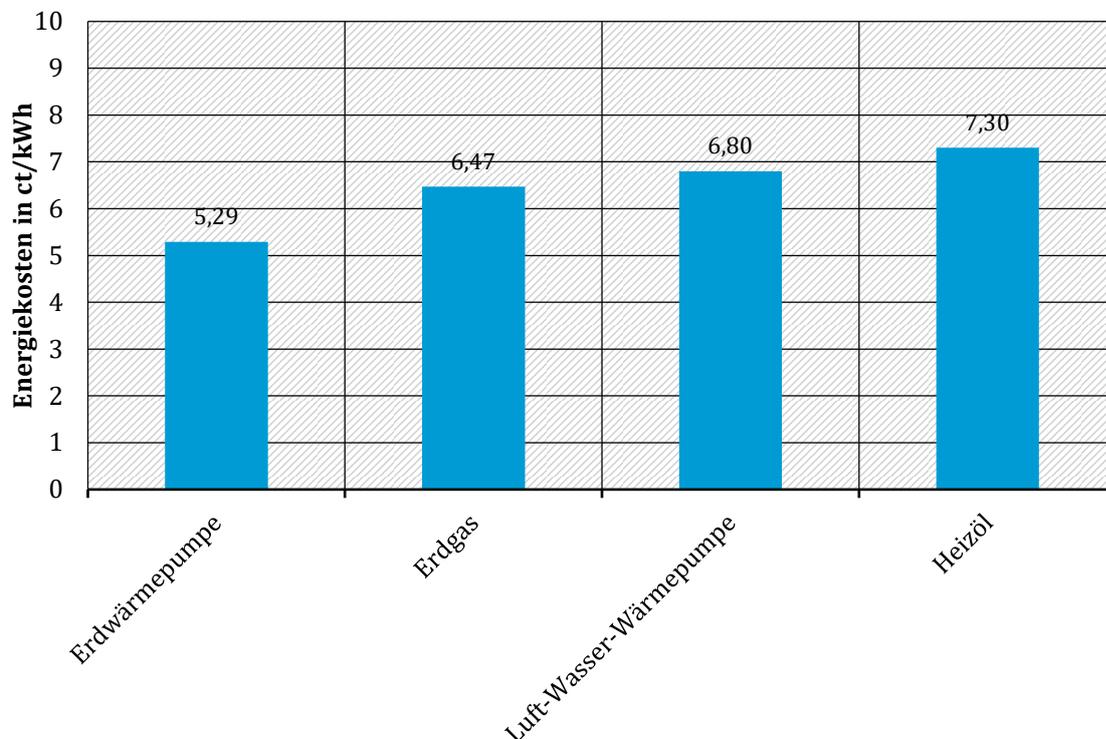
¹⁰ Die Entwicklung der Energiepreise seit Sommer 2021 verändert die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung deutlich. Allerdings ist noch nicht abzusehen, wie anhaltend die hohen Energiepreise sind und in welchem Umfang die Politik preisdämpfend bei Strom, Gas- und Ölpreisen interveniert.

Wärmepumpenstrom sinkt. Auch eine Kombination von beidem ist möglich. Mit intelligenten Zählern würden auch dynamische Umlagen helfen.

Aktuell ist die Belastung durch Steuern, Abgaben und Umlagen beim Strom wesentlich größer als bei Heizöl und Erdgas. Bezogen auf den Endpreis betrug die Belastung im Jahr 2020 bei Heizöl 25 %, bei Erdgas 26 % und beim Strom für Wärmepumpen 62 % (PwC 2020). Auch absolut weichen die Belastungsniveaus stark voneinander ab, entsprechend hohe Differenzen bestehen zwischen den verschiedenen Energieträgern. Seit 2021 reduziert sich der Unterschied schrittweise durch den CO₂-Preis aufgrund des BEHG und durch die Absenkung bzw. vollständige Abschaffung der EEG-Umlage. Allerdings kann mit einer kWh Strom deutlich mehr Wärme erzeugt werden als mit einer Kilowattstunde Erdgas oder Heizöl. Verglichen mit Haushaltsstrom sind die Preistarife für Wärmepumpen durch Vergünstigungen u. a. bei Netzentgelten bereits um etwa ein Drittel niedriger (vgl. Finanztip 2021, PwC 2020).

Berücksichtigt man die Effizienz der Wärmepumpen, liegen die effektiven Energiekosten von Wärmepumpen bereits auf oder unter dem Niveau von Erdgas und Heizöl. Ein Vergleich der Energiekosten zeigt, dass diese bei einer Luft-Wasser-Pumpe (mit durchschnittlicher Jahresarbeitszahl von 3,5) vergleichbar mit Erdgas¹¹ (niedrigeres Preisniveau 2021) und bei einer Erdwärme-Pumpe (mit durchschnittlicher Jahresarbeitszahl von 4,5) bereits niedriger sind als die von Öl- und Gasheizungen (Abbildung 7).

Abbildung 7: Energiekosten Wärmepumpe im Vergleich zu Erdgas und Heizöl (ct/kWh Endenergie)



Quelle: Eigene Darstellung nach (Finanztip 2021), (BMW i 2022). Tarife für Erdgas beziehen sich auf das 1. HJ 2021. Jahresarbeitszahl Luft-Wasser-Wärmepumpe: 3,5; Erdwärmepumpe: 4,5

¹¹ Erdgastarife aus dem 1. Halbjahr 2021. Zur aktuellen Preissituation siehe Anmerkungen in vorhergehender Fußnote.

Effekte einer Änderung von Energiepreisbestandteilen

In der fachlichen und politischen Diskussion der letzten Jahre steht zumeist eine Absenkung von Strompreisbestandteilen zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit von Sektorkopplungstechnologien wie der Wärmepumpe im Fokus und detaillierte Abschätzungen von Reformoptionen wurden erstellt (vgl. Maurer et al. 2020, Winkler et al. 2020).

- ▶ Winkler et al. (2020) kommen in ihrer Abschätzung zu dem Ergebnis, dass eine Absenkung der EEG-Differenzkosten um 4,40 Mrd. Euro (entspricht in 2020 annähernd dem Volumen der Besonderen Ausgleichsregelung bzw. einer Senkung der EEG-Umlage um ca. 1,5 ct/kWh) die Kostendifferenz bei den Wärmegestehungskosten (Vollkosten) auf 4,5 ct/kWh reduziert. Für die Wirtschaftlichkeit wäre eine vollständige Abschaffung der EEG-Umlage und der Stromsteuer auf Wärmepumpenstrom nötig (Winkler et al. 2020).

Eine Absenkung von Strompreisbestandteilen hätte jedoch auch Auswirkungen auf die Effizienz: Niedrigere Energiekosten setzen tendenziell Anreize, weniger effiziente Technologien einzusetzen oder weitere Effizienzmaßnahmen (z. B. Dämmung) zu unterlassen. Die im Vergleich zu Erdwärmepumpen (Jahresarbeitszahl (JAZ) von durchschnittlich 4,5) deutlich ineffizienteren Luft-Wasser-Systeme (JAZ durchschnittlich 3,5) haben bei den Wärmepumpen weiterhin den höchsten Marktanteil und auch die höchste Wachstumsrate (BWP 2021).

5.1.5 Handlungsbedarf

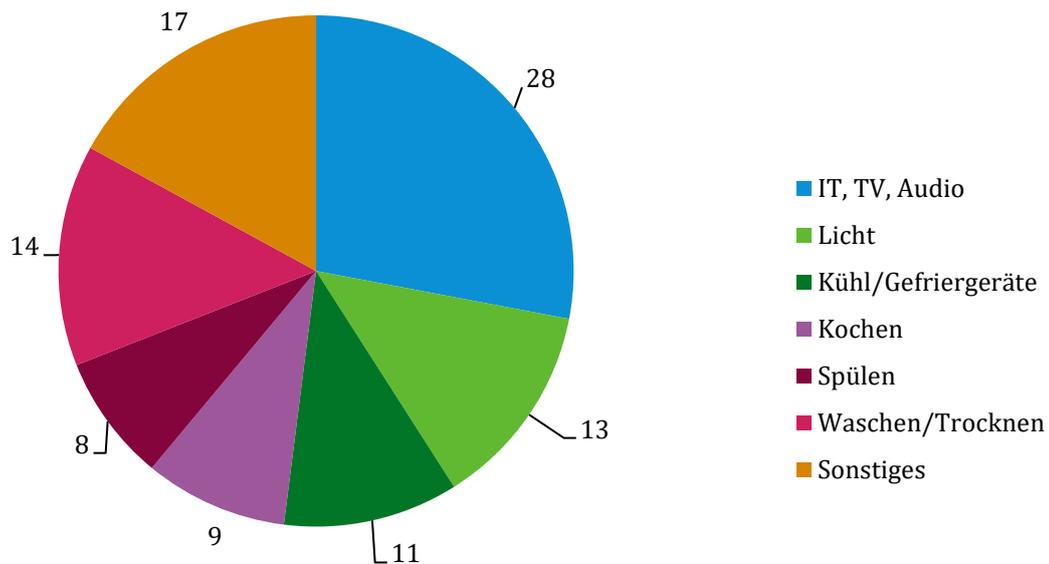
Aus der Analyse der Anreizsystematik staatlich bestimmter Energiepreisbestandteile im Gebäudesektor lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen und Handlungsbedarf ableiten:

- ▶ § 14 EnWG ermöglicht bereits die Absenkung der Netzentgelte für steuerbaren Wärmepumpenstrom. Davon machen zahlreiche Versorger bereits Gebrauch, indem sie einen günstigeren Wärmestromtarif anbieten. Der systemdienliche Einsatz von Wärmepumpen könnte über eine höhere Netzentgeltreduzierung weiter gestärkt werden.
- ▶ Das Bundeskabinett hat die Abschaffung der EEG-Umlage zum 1. Juli 2022 beschlossen. In welchem Umfang die Preisabsenkung an die Verbraucher*innen beim Wärmestromtarif weitergegeben wird, ist noch unklar. Grundsätzlich sollen die Versorger jedoch zur Weitergabe verpflichtet werden (BMWK 2022).
- ▶ Denkbar ist auch die gezielte Absenkung weiterer Strompreisbestandteile wie die energiewendebezogenen Umlagen (s.o.) oder die Absenkung der Stromsteuer auf Wärmepumpenstrom.
- ▶ Auch die Anhebung staatlich bestimmter Preisbestandteile auf Erdgas und Heizöl wie Energiesteuer und CO₂-Preis (über das BEHG) würde sich positiv auf die Wirtschaftlichkeit von Wärmepumpen auswirken.

5.2 Haushaltsstrom

5.2.1 Status Quo: Stromverbrauch privater Haushalte

Der Stromverbrauch privater Haushalte ist in den letzten Jahren gesunken. 2019 entfielen knapp 127 TWh und damit etwa ein Viertel des gesamten Stromverbrauchs auf die privaten Haushalte. Der Pro-Kopf-Verbrauch liegt bei etwa 1.300 kWh pro Jahr (CO₂-Online 2021).

Abbildung 8: Stromverbrauch privater Haushalte nach Anwendungen (in Prozent 2021)

Quelle: Eigene Darstellung nach (CO₂ online 2021)

Der größte Anteil des Stromverbrauchs ist dabei auf die Nutzung von großen Haushaltsgeräten und Unterhaltungselektronik zurückzuführen (Abbildung 8).

5.2.2 Staatlich bestimmte Preisbestandteile des Haushaltstroms

Strom, der an einem Haushaltsanschluss aus dem Netz der allgemeinen Versorgung entnommen wird, wird mit einer Reihe von Abgaben und Umlagen belastet. Die staatlich bestimmten Preisbestandteile machen beim Strom gut zwei Drittel des Endpreises aus und sind damit höher als bei anderen Energieträgern.

Den größten Anteil der Abgaben und Umlagen machen dabei die Netzentgelte aus. Diese variieren leicht zwischen den verschiedenen Verteilnetzbetreibern, im Durchschnitt lagen sie für Haushalte im Jahr 2021 bei 75,20 Euro/MWh (Bundesnetzagentur 2022). Der aktuell noch zweitgrößte Kostenblock ist die EEG-Umlage mit 37,23 Euro/MWh (Netztransparenz 2021a). Um Verbraucher zu entlasten, soll die EEG-Umlage bis zur Mitte des Jahres 2022 abgeschafft werden (BMWK 2022a). Die Stromsteuer beträgt 20,50 Euro/MWh und die Konzessionsabgabe im Durchschnitt 16,70 Euro/MWh. Zusätzlich fallen noch die sogenannten Netznebenentgelte an, welche die KWKG-Umlage mit 3,78 Euro/MWh (Netztransparenz 2021b), die Offshore-Netz-Umlage mit 4,20 Euro/MWh (Netztransparenz.de 2021c), die § 19 Abs. 2 StromNEV -Umlage mit 4,37 Euro/MWh (Netztransparenz 2021d) und die § 18 AblV-Umlage mit 0,03 Euro/MWh umfassen (Netztransparenz 2021e). Insgesamt belaufen sich die staatlich bestimmten Preisbestandteile für Strom auf 163 Euro/MWh.

5.2.3 Auswirkungen von hohen Strompreisen im Haushalt und Handlungsoptionen

Hohe Preise auf Haushaltsstrom regen den effizienteren Stromverbrauch im Haushalt an und wirken daher unterstützend auf Effizienzstandards z. B. bei Beleuchtung, Haushaltsgeräten (weiße Ware wie Waschmaschinen, Kühlschränke, Trockner) sowie Unterhaltungselektronik.

Anreize, um den Haushaltsverbrauch auf die Verfügbarkeit von erneuerbarem Strom oder Netzkapazität auszurichten, um systemdienlich zu agieren, gibt es bisher in Deutschland jedoch nicht. Eine Gesetzgrundlage, um einen Flexibilitätsmechanismus auszugestalten, besteht mit § 14a EnWG bereits seit mehreren Jahren.

Exkurs: Verordnungsermächtigung nach § 14a EnWG – Reduzierte Netzentgelte für steuerbare Verbrauchseinrichtungen

Bisher gibt es noch keine Anreize für eine flexible Anpassung des Stromverbrauchs z. B. an Produktionsspitzen von erneuerbaren Energien oder Netzkapazitäten. § 14a EnWG schafft aber bereits eine rechtliche Grundlage für reduzierte Tarife für steuerbare Verbraucher.

§ 14a EnWG sieht vor, dass Verteilnetzbetreiber dann ein reduziertes Netzentgelt zu gewähren haben, wenn im Gegenzug eine netzdienliche Steuerung der steuerbaren Verbrauchseinrichtung vereinbart wird. Die steuerbare Verbrauchseinrichtung muss dabei über einen separaten Zählerpunkt verfügen. Der Begriff steuerbare Verbrauchseinrichtung ist nicht weiter definiert, als dass Elektromobile auch als solche gelten können. Darüber hinaus wird nicht weiter definiert, in welchem Umfang die Reduktion der Netzentgelte stattzufinden hat und welche Voraussetzungen für eine „netzdienliche Steuerung“ erfüllt werden müssen. Diese Konkretisierungen sollen laut Satz 3 durch eine Verordnung vorgenommen werden.

Im Jahr 2019 unternahm das Bundeswirtschaftsministerium einen Versuch, eine entsprechende Konkretisierung auf den Weg zu bringen. Das Vorhaben kam jedoch nicht zum Abschluss, so dass bislang nur der Gesetzestext gilt (pv magazine 2021).

Durch den Mangel an Konkretisierung kommt es so zu unterschiedlicher Auslegung der Netzbetreiber. Grundsätzlich bieten die meisten Verteilnetzbetreiber § 14a EnWG Tarife an. Die Details der Tarife variieren, sie setzen aber in der Regel voraus, dass sich die Ladeleistung der steuerbaren Verbrauchseinrichtung zu bestimmten Zeiten durch den Netzbetreiber herunterregeln lässt (SW Lindau Netz 2022). Im Gegenzug gewährten die Netzbetreiber im Jahr 2021 im Durchschnitt knapp 3 ct/kWh Reduktion. Dazu kommt eine weitere Reduktion von durchschnittlich 2 ct bei der Konzessionsabgabe. So kommt es zu einer Nettoersparnis von 5 ct, zusammen mit der sich daraus ergebenden Verringerung der Mehrwertsteuer kommt man auf ein Bruttoersparnis von rund 6 ct/kWh (Wärmepumpentarif von 23,8 ct/kWh bei einem durchschnittlichen Strompreis von 30,44 ct/kWh) (Finanztip 2021).

Die Ersparnisse müssen allerdings ins Verhältnis mit den zusätzlich anfallenden Kosten für die Messtechnik gesetzt werden. Aktuell setzen Netzbetreiber in der Regel die Installation eines Rundsteuerempfängers voraus, mit welchem sie die Verbrauchseinrichtungen fernsteuern können (Bayernwerk 2022). Zusätzlich braucht es einen separaten Zählerpunkt und ein intelligentes Messsystem (+Zählerschrank). Auf zehn Jahre gerechnet können hierdurch Kosten von 1.300 Euro entstehen (bei einem Kostenvorteil von 2.796 Euro) (Ladefragen 2020).

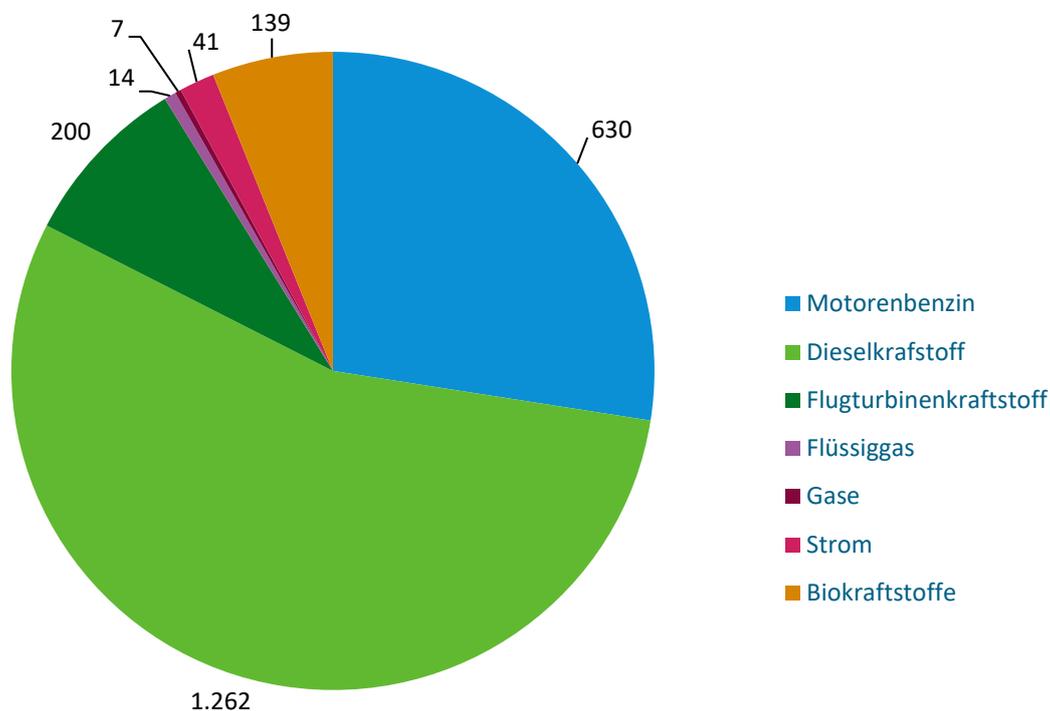
5.3 Verkehr

5.3.1 Status Quo: Energieverbrauch im Verkehr

Fossile Kraftstoffe dominieren weiterhin den Energieverbrauch im Verkehr. Abbildung 9 zeigt die Anteile der Energieträger am Endenergieverbrauch im Jahr 2020. Der Diesel- und Benzinverbrauch sinken nur langsam. Im Jahr 2019 lagen sie in Summe etwa auf dem Niveau

von 1990. Zwischen den beiden Kraftstoffen hat dabei eine Verschiebung zugunsten des Diesels stattgefunden (Bär et al. 2022). Aufgrund des über Jahre gestiegenen Anteils an Diesel-Pkw (u. a. aufgrund der geringeren Besteuerung) ist der Dieselsabsatz gestiegen und der des Benzins in ähnlichem Umfang gesunken. Gleichzeitig sind Transportleistung und Dieserverbrauch im Lkw-Bereich gestiegen. Während Dieselmotoren etwa zur Hälfte im gewerblichen Güterverkehr eingesetzt wird, wird Benzin zu rund 99 % im Pkw-Bereich genutzt (Reuster et al. 2017).

Abbildung 9: Endenergieverbrauch Verkehr (PJ, 2020)



Quelle: Eigene Darstellung nach (BMW 2022). Hinweis: Der Energieverbrauch im Verkehr ist im Jahr 2020 pandemiebedingt um ca. 10 % gegenüber 2019 gesunken.

Die Neuzulassungen von Elektrofahrzeugen sind in den letzten Jahren deutlich gestiegen. Allein 2021 wurden über 350.000 batteriebetriebene elektrische Fahrzeuge zugelassen, nach 194.000 in 2020¹². Der Anteil an Elektroautos an der Gesamtzahl aller in Deutschland zugelassenen Pkw ist jedoch noch immer sehr gering. Nach Zahlen des Kraftfahrt-Bundesamts lag er zum 1. Januar 2022 bei etwa 1,3 % (KBA 2022). Die Elektrifizierung der Pkw trägt daher bislang noch nicht spürbar zur Reduktion von Diesel- und Benzinverbrauch bei.

Im Ergebnis sinken die THG-Emissionen des Verkehrs seit Jahren kaum (abgesehen von pandemiebedingten Sondereffekten). Wie der Gebäudesektor hat auch der Verkehr die im Klimaschutzgesetz festgelegten Jahresemissionsmengen im Jahr 2021 überschritten (UBA und BMWK 2022). Bis 2030 müssen die Emissionen gegenüber heute in etwa halbiert werden, der Sektor droht das Ziel zu verfehlen.

¹² Alle Angaben jeweils ohne Plug-In-Hybride.

5.3.2 Staatlich bestimmte Preisbestandteile fossiler Energieträger im Verkehr

Fossile Kraftstoffe im Verkehrssektor sind energiesteuerpflichtig und im Rahmen des BEHG wird ein CO₂-Preis erhoben. Die Energiesteuer für Benzin (Ottokraftstoff) beträgt 645,50 Euro/1.000 Liter. Dies entspricht 73,10 Euro/ MWh. Die Energiesteuer für Diesellokraftstoff beträgt 470,40 Euro/1.000 Liter, was einem energetischen Steuersatz von 47,30 Euro/MWh entspricht. Erdgas im Verkehr wird mit einem Regelsatz von 13,90 Euro/MWh (bezogen auf den oberen Heizwert) besteuert, was einem energetischem Regelsatz (bezogen auf den unteren Heizwert) von 15,40 Euro/MWh entspricht (Agora Energiewende 2017).

Der CO₂-Preis nach dem BEHG liegt im Jahr 2022 bei 30 Euro/tCO₂. Für Benzin ergibt sich dadurch ein Aufschlag von 70 Euro/1.000 Liter (0,78 ct/kWh). Für Diesel kommt es zu einem Aufschlag von knapp 80 Euro/1.000 Liter (0,80 ct/kWh). Erdgas wird durch den CO₂-Preis mit 5,50 Euro/MWh (0,55 ct/kWh) belastet (ISPEX 2020). In Summe werden Benzin und Diesel also mit 715,50 Euro/1.000 Liter und 550 Euro/1.000 Liter belastet.

Tabelle 9: Energiesteuer und CO₂-Preis auf Kraftstoffe (Regelsätze)

Energieträger	Steuersatz (Regelsatz)	Steuersatz (ct/kWh)	CO ₂ -Preis (BEHG) (Euro/t)	CO ₂ -Preis (BEHG) (ct/kWh)
Benzin	654,50 Euro/1.000 l	7,31	30	0,78
Diesel	470,40 Euro/1.000 l	4,73	30	0,8
Strom (StromSt)	20,50 Euro/MWh	2,05	-	-

Quelle: Eigene Darstellung

5.3.3 Staatlich bestimmte Energiepreisbestandteile im Straßengüter-, Schienen- und Luftverkehr

Diesellokraftstoff ist der im Straßengüterverkehr meistgenutzte Energieträger. Die Energiesteuersätze unterscheiden nicht zwischen gewerblich und nicht-gewerblich verwendeten Kraftstoffen im Straßenverkehr. Der Steuervorteil des Diesellokraftstoffs stellt eine Subvention dar und sollte einst zwar den Güterverkehr auf der Straße unterstützen, wurde aber pauschal für jeden Einsatz begünstigt. Zusätzlich fällt auch im gewerblichen Straßenverkehr der CO₂-Preis von 30 Euro/tCO₂ bzw. umgerechnet etwa 80 Euro/1.000 Liter auf Diesellokraftstoff an. Neben energiebezogenen Bestandteilen fallen auch Nutzungsgebühren an: Auf Autobahnen und Bundesstraßen müssen Lkw ab 7,5 t zulässigem Gesamtgewicht Lkw-Maut zahlen.

Flugbenzin bzw. Flugturbinenkraftstoff ist gemäß § 27 EnergieStG von der Energiesteuer befreit, sobald der Treibstoff für den kommerziellen Flugverkehr, sowohl inländisch als auch international, eingesetzt wird. Der Flugverkehr ist in den europäischen Emissionshandel einbezogen. Die gesonderten Zertifikate (EUAA) werden größtenteils kostenlos zugeteilt (Siemons et al. 2021).

Strom ist der Hauptenergieträger für den deutschen Schienenverkehr. Die Stromsteuer für den Schienenverkehr wird von 20,50 Euro/MWh auf 11,42 Euro/MWh reduziert. Die EEG-Umlage wird auf 20 % begrenzt. Anfang 2022 führte dies zu einer Belastung von 7,44 Euro/MWh. Mit der Abschaffung der EEG-Umlage entfällt diese auch für den Schienenverkehr vollständig. Strom für Schienenverkehr wird außerdem noch mit Netzentgelte in Höhe von 63,60 Euro/MWh belastet. Sonstige Abgaben und Umlagen, wie der verminderte Satz der KWK-G Umlage und die Netznebenentgelte summieren sich auf weitere 0,90 Euro/MWh (Allianz pro Schiene 2022).

5.3.4 Staatlich bestimmte Energiepreisbestandteile für die Elektromobilität

Strom als Kraftstoff für Elektroautos wird mit den gleichen Abgaben und Umlagen belegt wie Haushaltsstrom. Im Vergleich zur Energiesteuer auf Benzin bzw. Diesel (7,31 und 4,73 ct/kWh) ist die Stromsteuer mit 2,05 ct/kWh deutlich niedriger. Hinzu kommen jedoch die in Kapitel (5.2) genannten weiteren Strompreisbestandteile. In Summe liegt die Belastung mit Abgaben und Umlagen mit 16,77 ct/kWh über der von Benzin oder Diesel. Aufgrund der deutlich höheren Energieeffizienz von Elektromotoren ist die Belastung pro zurückgelegtem Kilometer niedriger (siehe 5.3.5).

Bei der Nutzung privater Ladesäulen können die Stromtarife die gleichen sein wie die für den Haushaltsgebrauch. Bei der Abrechnung über einen separaten Zählerpunkt ist jedoch ein vergünstigtes Netzentgelt durch die Anwendung des § 14a EnWG möglich. Bei öffentlichen Ladesäulen bemessen sich die Netzentgelte aus Arbeitspreis und jährlichem Leistungspreis, wobei der Leistungspreis eine größere Rolle spielt. Die Höhe der Leistungspreise variiert dabei signifikant. Eine Auswertung von Agora Energiewende (Agora Energiewende et al. 2021) ergab Schwankungen von über 1.200 % je nach Netzgebiet. Durch Leistungspreise entstehen unter Umständen hohe Fixkosten für Betreiber, welche an die Kunden weitergegeben werden müssen. Insbesondere im ländlichen Raum, wo die Arbeitspreise hoch sind und die zu erwartende Auslastung der öffentlichen Ladesäulen gering ist, können die Netzentgelte einen hohen Einfluss auf die Ladetarife haben (Tagesspiegel Background 2020). Die Auswertung von Agora Energiewende ergab Ladetarife zwischen 30-50 ct/kWh im städtischen Raum und Tarife von bis zu 80 ct/kWh im ländlichen Raum (Agora Energiewende et al. 2021).

5.3.5 Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit von Sektorkopplungstechnologien: Elektromobilität (Pkw)

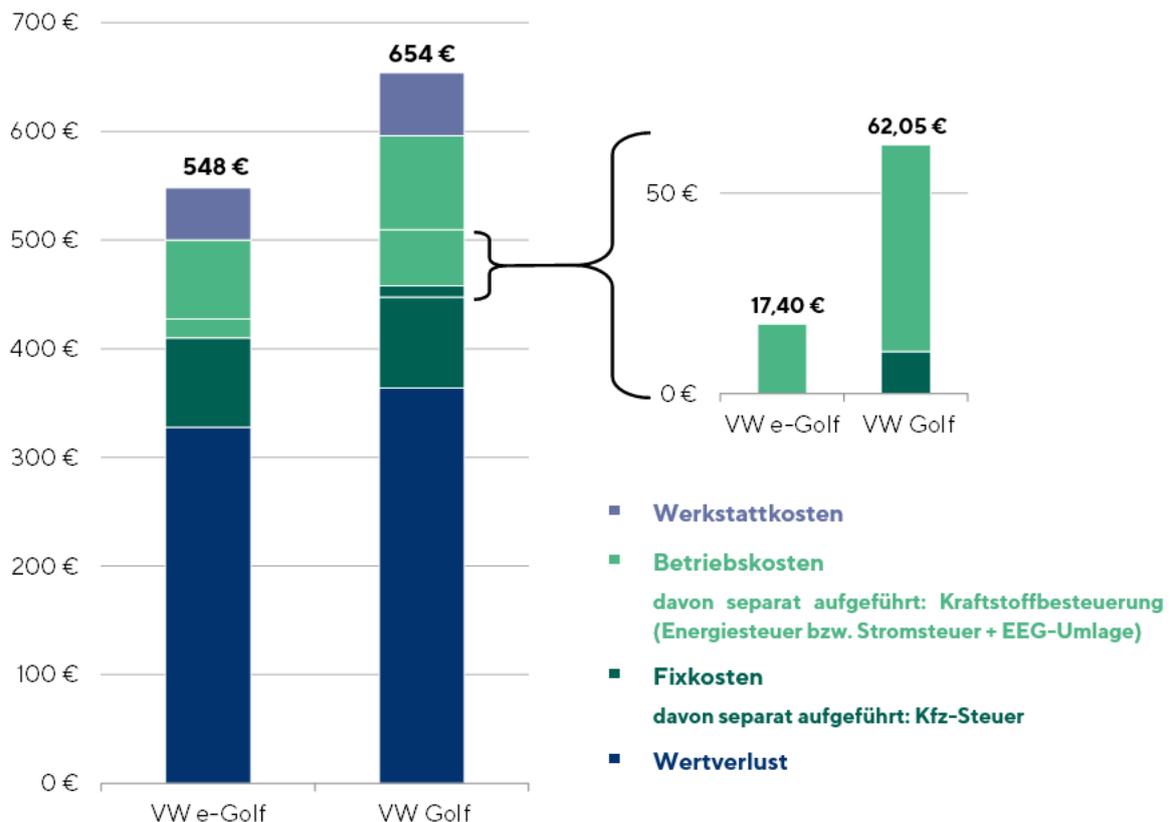
Elektroautos erzielen bei den Betriebskosten bereits deutliche Kostenvorteile gegenüber Verbrennern, zumindest dann, wenn überwiegend zuhause geladen wird (Blanck et al. 2021). Zwar sind die Stromkosten pro Kilowattstunde fast doppelt so hoch wie die Benzinkosten, die Effizienz von Elektromotoren ist aber etwa dreimal so hoch wie die eines Verbrennungsmotors. Im Ergebnis liegen die Energiekosten pro gefahrenen Kilometer bei Benzinern etwa 60 % über denen von Elektroautos (Tabelle 10). Auch gegenüber Dieselfahrzeugen haben vergleichbare Elektroautos deutlich geringere Energiekosten.

Tabelle 10: Energiekosten von Verbrennern gegenüber Elektroautos (2021)

Energieträger	Elektroauto	Verbrenner (Benzin)
Kraftstoffkosten (ct/kWh)	31,93	17,69
Verbrauch (kWh/100 km)	15,00	43,75
Energiekosten (Euro/100 km)	4,79	7,74

Quelle: Eigene Darstellung nach (BMWi 2022). Die Werte beziehen sich auf durchschnittliche Preise 2021 (Elektrizität: 1. HJ 2021, Jahresverbrauch 3.500 kWh). Angenommen wird ein Aufladen mit Haushaltsstrom.

Auch im Gesamtkostenvergleich können Elektroautos in allen Fahrzeugklassen preislich mit vergleichbaren Verbrennern mithalten. Runkel und Stubbe (2019) zeigen, dass die Gesamtkosten auch schon vor den Konjunkturprogrammen der Corona-Pandemie oft niedriger waren, wenn Anschaffung, Betrieb und Unterhalt berücksichtigt werden. Abbildung 10 zeigt das Beispiel eines Mittelklassewagens. Trotz weiterhin noch teilweise höheren Anschaffungskosten erzielen Elektroautos Kostenvorteile durch geringere Betriebs-, Werkstatt- und/oder Fixkosten sowie den Umweltbonus (dieser spiegelt sich in Abbildung 10 als verringerter Wertverlust wider). Aufgrund der deutlich aufgestockten Förderung durch das Corona-Maßnahmenpaket (Innovationsprämie) ist der Kostenvorteil von E-Autos im Vergleich mittlerweile noch größer geworden (Bundesverband eMobilität e.V. 2021, Agora Verkehrswende 2021).

Abbildung 10: Monatliche Gesamtkosten Mittelklasse

Quelle: Runkel und Stubbe 2019

Effekte einer Änderung von Energiepreisbestandteilen

Durch die Absenkung von Strompreisbestandteilen, wie die Abschaffung der EEG-Umlage, verbessert sich die Wirtschaftlichkeit von Elektrofahrzeugen weiter, da sich die Differenz zu den

Kraftstoffkosten bei Verbrennern weiter vergrößert (vgl. auch Blanck et al. 2021). Ebenso wirken sich Erhöhungen der Preisbestandteile bei Benzin und Diesel vorteilhaft aus und sind sogar der größere Hebel: aufgrund der Unterschiede in der Effizienz ist im Verhältnis eine Erhöhung der fossilen Kraftstoffkosten um 1 ct/kWh grob vergleichbar mit einer Absenkung der Stromkosten um 3 ct/kWh. Auch trifft die Energiesteuer derzeit noch deutlich mehr Fahrzeughalter*innen als die Stromsteuer.

Abbildung 10 zeigt jedoch, dass die Betriebskosten nur einen kleinen Anteil an den gesamten Fahrzeugkosten ausmachen (auch wenn dies von den Nutzenden oft anders wahrgenommen wird). Die absolute Steuerbelastung von E-Pkw ist bereits sehr gering, der Spielraum für weitere Reduktionen dadurch begrenzt und der Kostenvorteil wurde bereits durch andere Maßnahmen hergestellt (Kaufprämien). Auch sind die Preise für Ladestrom an unterschiedlichen Ladepunkten für Kunden*innen noch schwer nachvollziehbar und planbar. Der Effekt einer Änderung der Energiepreisbestandteile kann bei einer Kaufentscheidung für oder gegen einen E-Pkw nur schwer berücksichtigt werden. Abgesehen von den Kosten bestehen zudem zahlreiche nicht-monetäre Hemmnisse (Kapitel 6), so dass die Anreize, auf Elektromobilität umzustellen, allein durch das Verhältnis der Energiepreise zueinander begrenzt sein könnte. Dies gilt insbesondere für die private Nutzung. Im gewerblichen Bereich (sowohl Pkw-Fahrzeugflotten als auch Lkw) wirken sich die Betriebskosten (und damit die Energiepreise) aufgrund der höheren Fahrleistungen deutlich stärker aus.

5.3.6 Handlungsbedarf

Aus der Analyse der Anreizsystematik staatlich bestimmter Energiepreisbestandteile im Verkehr lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen und Handlungsbedarf ableiten:

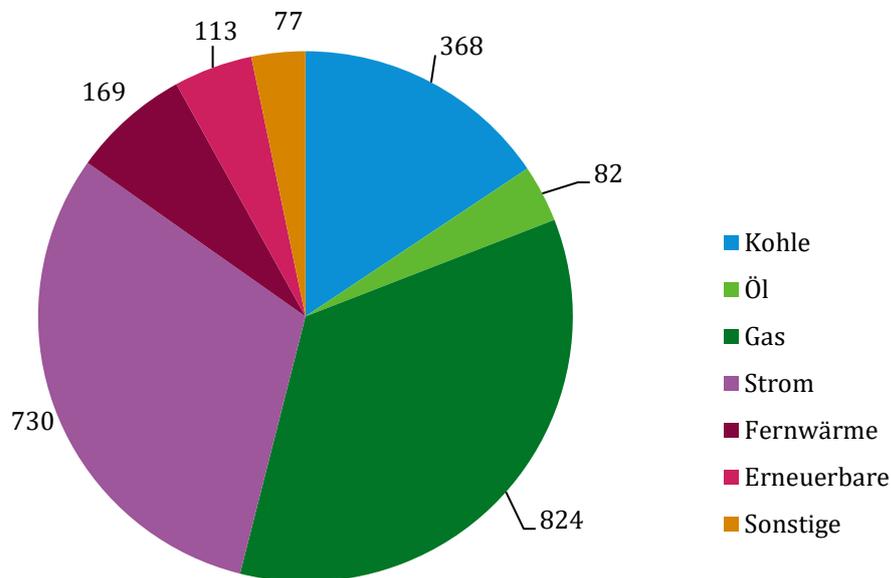
- ▶ Die staatlich bestimmten Preisbestandteile für Fahrstrom sind zwar höher als für Benzin und Diesel. Aufgrund der schlechteren Energieeffizienz von Verbrennern ist die absolute Belastung pro gefahrenem Kilometer durch Energiesteuer sowie seit 2021 zusätzlich durch den (ansteigenden) CO₂-Preis jedoch höher. Das Dieselprivileg führt zu einer Verzerrung zugunsten des klimaschädlicheren Diesels gegenüber Benzin und verringert auch den Abstand zur Elektromobilität. Der Steuervorteil sollte durch eine energieäquivalente Besteuerung schrittweise abgebaut werden (vgl. Beermann et al. 2021).
- ▶ Im Pkw-Bereich erzielen Elektrofahrzeuge vor allem aufgrund der Kaufprämien in der Gesamtkostenbetrachtung bereits heute Kostenvorteile. Sofern Ladesäulen steuerbar sind, besteht grundsätzlich die Möglichkeit reduzierter Netzentgelte. Allerdings gibt es noch immer keine konkretisierende Rechtsverordnung (siehe Textbox in Kapitel 5.2). Zudem werden bei Ladesäulen häufig sehr hohe Stromtarife fällig, die u. a. auf den hohen Leistungspreisanteil bei den Netzentgelten zurückzuführen ist.
- ▶ Der Schienenverkehr ist bei einigen Strompreisbestandteilen bereits privilegiert. Hier könnten Begünstigungen gezielt weiterentwickelt werden, um Anreize für den schienengebundenen Personen- und Güterverkehr zu geben.
- ▶ Gegenüber dem Güterverkehr auf der Straße ist der Transport auf der Schiene jedoch vielfältig benachteiligt. Vor allem der Steuervorteil für Dieselkraftstoff verzerrt den Kostenwettbewerb zugunsten der Straße. Welche Auswirkungen Änderungen bei den staatlich bestimmten Preisbestandteilen auf Verlagerungspotenziale hätten, wäre noch genauer zu untersuchen.

5.4 Industrie

5.4.1 Status Quo: Energieverbrauch in der Industrie

Ca: 28 % des Endenergieverbrauchs sind der Industrie zuzurechnen. Die bedeutendsten Energieträger in der Industrie sind Strom und Gas mit 31 % bzw. 35 % des Endenergieverbrauchs. Des Weiteren ist auch die Kohle mit einem Anteil von 16 % weiterhin ein wichtiger Energieträger.

Abbildung 11: Endenergieverbrauch Industrie (PJ, 2020)



Quelle: Eigene Darstellung nach (BMWi 2022). Kohle: Stein- und Braunkohle. Öle: Heizöl leicht und schwer, sonstige Mineralöle. Hinweis: Der Energieverbrauch in der Industrie ist im Jahr 2020 v. a. pandemiebedingt um ca. 6 % gegenüber 2019 gesunken.

Differenziert nach Anwendungen zeigt sich, dass v.a. die Prozesswärme (für Produktionsprozesse wie Gießen, Spritzgießen, Glühen, Härten, Sintern und Brennen oder für Trocknungsprozesse) sowie mechanische Energie (v.a. der Betrieb von Maschinen und Motoren) für den Energieverbrauch verantwortlich sind. Auf Prozesswärme entfällt ca. zwei Drittel des industriellen Endenergieverbrauchs, auf die weitgehend strombasierte mechanische Energie weitere 22 %. Bei der Prozesswärme ist Erdgas der mit Abstand wichtigste Energieträger, gefolgt von der Kohle.

Tabelle 11: Endenergieverbrauch der Industrie nach Anwendungsbereichen (PJ, 2020)

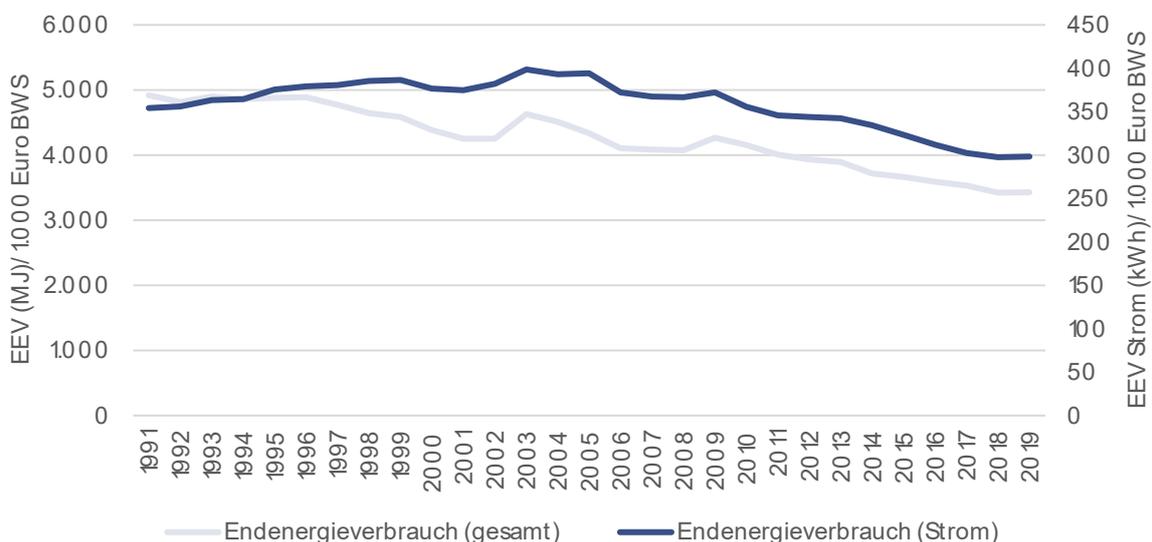
Energieträger	Raumwärme + Warmwasser	Prozesswärme	Klimakälte	Sonst. Prozesskälte	Mechanische Energie	IKT, Beleuchtung
Öl	12,6	68,3	-	-	1,4	-
Gas	89,1	713,1	-	-	22,1	-

Energieträger	Raumwärme + Warmwasser	Prozesswärme	Klimakälte	Sonst. Prozesskälte	Mechanische Energie	IKT, Beleuchtung
Strom	3,8	123,8	17,3	36,3	487,6	61,6
Fernwärme	18,2	150,7	-	-	-	-
Kohle	9,1	359,4	-	-	-	-
Erneuerbare	20,5	92,2	-	-	-	-
Sonstige	1,7	75,2	-	-	-	-
Summe	155,0	1.582,7	17,3	36,3	511,1	61,6

Quelle: Eigene Darstellung nach (BMWi 2022).

Mit der der guten wirtschaftlichen Entwicklung bis 2019 hat sich die Energieproduktivität (Verhältnis des Endenergieverbrauchs zur Bruttowertschöpfung) seit 2010 zwar verbessert (Abbildung 12). Der absolute Endenergieverbrauch veränderte sich in den letzten Jahren in der Industrie jedoch kaum (BMWi 2021). Das heißt, dass Effizienzsteigerungen von Produktionszuwächsen neutralisiert wurden.

Abbildung 12: Entwicklung der Energieproduktivität der Industrie, 1991 bis 2019



Quelle: Eigene Darstellung nach (BMWi 2021).

Im Ergebnis sind die THG-Emissionen der Industrie daher nur geringfügig zurückgegangen (Agora Energiewende und Wuppertal Institut 2019) und lagen 2021 bei reduzierter Produktion während der Pandemie nur geringfügig unter der zulässigen Jahresemissionsmenge von 182 Mio. t CO₂-Äquivalenten (UBA und BMWK 2022).

5.4.2 Ausnahmen bei den staatlich bestimmten Preisbestandteilen

Sowohl für den Stromverbrauch als auch bei direkt eingesetzten fossilen Energieträgern gibt es für die Industrie Ausnahme- bzw. Sonderregelungen bei den meisten Preisbestandteilen. In der Regel besteht das Ziel der Begünstigung darin, die Industrie vor übermäßigen

Kostenbelastungen und damit vor internationalen Wettbewerbsnachteilen zu schützen. Damit soll auch die Abwanderung von Unternehmen oder Standorten in Länder mit geringeren Klima- und Umweltstandards vermieden werden bzw. die Substitution von in Deutschland produzierten Gütern mit Produkten aus solchen Ländern. Die Kriterien, welche Branchen wettbewerbs- bzw. carbon leakage - gefährdet sind, sind jedoch in hohem Maße uneinheitlich (Reuster et al. 2019).

Bei den staatlich bestimmten **Energie- und Strompreisbestandteilen** gibt es zahlreiche Entlastungen für die Industrie. Sie zahlt dadurch im Vergleich zu privaten Verbraucherinnen und Verbrauchern deutlich geringere Energie- und Strompreise. Wichtige Begünstigungen sind:

- ▶ **Besondere Ausgleichsregelung** des EEG nach § 63ff. Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG): Besonders stromintensive Unternehmen zahlen eine reduzierte EEG-Umlage, deren Höhe nach Stromintensität und Strombezug gestuft ist. Aufgrund der geplanten Abschaffung der EEG-Umlage zum 1. Juli 2022 wird auch die BesAR abgeschafft. Gleiches gilt auch für das **Eigenstromprivileg** nach § 61 EEG.
- ▶ **Entlastungen bei der Energie- und Stromsteuer**, insb. nach § 9b StromStG/§ 54 EnergieStG („allgemeine Entlastung“), § 10 StromStG/§ 55 EnergieStG („Spitzenausgleich“) und § 9a StromStG/§ 51 EnergieStG („Prozesse und Verfahren“) für Unternehmen des produzierenden Gewerbes: Unternehmen werden für die in bestimmten Prozessen (u. a. Elektrolyse, chemische Reduktionsverfahren, Glas, Keramik, Baustoffherstellung, verschiedene Verfahren der Metallerzeugung) eingesetzten Strom- bzw. Energiemengen vollständig von der Steuer entlastet. Für alle anderen betrieblich eingesetzten Strom- bzw. Energiemengen greift eine pauschale Entlastung von 25 % ab einer jährlichen Stromsteuerbelastung von 1.000 Euro (Sockelbetrag) bzw. 250 Euro Entlastungsbetrag (Energiesteuer), d. h. der Steuersatz beträgt bei der Stromsteuer effektiv lediglich 15,37 Euro/MWh (statt 20,5 Euro/MWh), bei der Energiesteuer im Fall von Erdgas 4,12 Euro/MWh. Zusätzlich können die verbleibenden Strommengen mit bis zu 90 % entlastet werden, wenn die steuerliche Belastung als Summe der Stromsteuer im Kalenderjahr höher ist als der gesunkene Arbeitgeberanteil an den Beiträgen zur Rentenversicherung. Wie bei der Stromsteuer bezieht sich der Entlastungsbetrag auch bei der Energiesteuer nur auf die Anteile der ökologischen Steuerreform und ist daher im Fall von Erdgas auf (bis zu 90 % von) 2,28 Euro/MWh begrenzt. Der Spitzenausgleich ist an die Einführung von Umwelt- bzw. Energiemanagementsystemen geknüpft, um Vorgaben des EU-Beihilferechts zu erfüllen. Die Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen ist dabei aber nicht vorgesehen.
- ▶ **Sondernetztentgelte für Gas und Strom** für industrielle Großkunden, insbesondere nach Regelungen des § 19 Abs. 2 StromNEV (Tabelle 12). Gemäß Satz 1 wird im Falle von atypischer Netznutzung ein um bis zu 80 % reduziertes Netzentgelt erhoben. Vom jeweiligen Netzbetreiber werden starre Hochlastzeitfenster vorgegeben, in denen atypische Verbraucher nur wenig Leistung beziehen dürfen. Satz 2 sieht Netzentgeltreduktionen für stromintensive Netznutzer vor. Anders als bei der atypischen Netznutzung soll hier ein dauerhaft gleichmäßiger Leistungsbezug angereizt werden, indem er mit Abschlägen auf die Netznutzungsentgelte von bis 90 % belohnt wird. Die Sondernetztentgelte sollen eine gleichmäßigere Netznutzung anreizen und zur Netzstabilität beitragen. Sie setzen jedoch Fehlanreize zu weniger netzdienlichem Verhalten (z. B. gleichmäßiges Durchlaufen, wenn eigentlich Leistungsreduzierung netzdienlich wäre), sind nicht auf flexibles Lastverhalten ausgelegt und generieren teilweise Mitnahmeeffekte, die dem Grundsatz verursachungs- und verteilungsgerechter Netzentgelte entgegenstehen (FÖS und IZES 2017). Durch die u. a.

aufgrund der Sondernetzentgelte vorteilhaften Tarifoptionen zahlen Industriekunden im Durchschnitt deutlich geringere Abgaben. Der durchschnittliche Haushaltskunde zahlte im Jahr 2021 75,20 Euro/MWh an Strom-Netzentgelten. Für Gewerbekunden lag der durchschnittliche Preis 2021 bei 66 Euro/MWh und für Industriekunden lag der Preis bei 26,70 Euro/MWh. Netzentgelte für Gas lagen 2021 für Privatkunden bei durchschnittlich 15,90 Euro/MWh, für Gewerbekunden bei 12,80 Euro/MWh und für Industriekunden bei 3,20 Euro/MWh (Bundesnetzagentur 2022).

Tabelle 12: Sondernetzentgelte nach § 19 StromNEV

Norm	Zweck der Regelung	Anmerkung
§ 19 Abs. 1 StromNEV	Verursachergerechte Kostenzuordnung	Monats- statt Jahresleistungspreis bei zeitlich begrenzter starker Leistungsanspruchnahme
§ 19 Abs. 2 Satz 1 Strom-NEV	Netzentlastung durch Reduzierung der kumulierten Höchstlast	atypische Netznutzung: Abweichung von allgemeiner Jahreshöchstlast: individuelles Netzentgelt, bis zu 80 % Reduktion
§ 19 Abs. 2 Satz 2 Strom-NEV	Beitrag zur Systemstabilität durch gleichförmigere Verbrauchsstruktur	stromintensive Netznutzer: über 7.000 Benutzungsstunden und mehr als 10 GWh/a: individuelles Netzentgelt, bis zu 80 - 90 % Reduktion
§ 19 Abs. 3 StromNEV	Verursachergerechte Kostenzuordnung	ausschließliche Netznutzung: individuelles Netzentgelt für singulär genutzte Betriebsmittel

Quelle: Eigene Darstellung nach Zerzawy et al. 2018

- **Kompensation von Kostenbelastungen durch den nationalen Emissionshandel** (Carbon-Leakage-Verordnung BECV): Um Carbon Leakage in Folge zusätzlicher Kosten durch den Brennstoffemissionshandel zu vermeiden, können Unternehmen eine Kompensation beantragen, sofern sie einem der 48 beihilfeberechtigten Sektor oder dreizehn Teilsektoren zuzuordnen sind (BMU 2021, Bundestag 2021), Bundestag 2021). Je nach Sektorzugehörigkeit beträgt der Kompensationsgrad zwischen 65 und 95 % (Tabelle 13).

Tabelle 13: Kompensationsgrade der BECV

Wirtschaftszweig/Prozess	Kompensationsgrad
Herstellung von Zement, Kalk, Gips; Kokerei, Mineralölverarbeitung, Düngemittel, Roheisen, Flachglas, Zucker, Eisenerzbergbau, Ziegeln Baukeramik, Wand- und Bodenfliesen, Hohlglas, Gewinnung von Steinen und Erden, Herstellung von Stärke	95 %
Herstellung von sonstigen organischen Grundstoffen und Chemikalien, Herstellung von Industriegasen, anorganischen Grundstoffen; Erzeugung von Aluminium, Papier, Karton, Pappe	90 %
Erzeugung und erste Bearbeitung von Blei, Zink und Zinn	85 %
Herstellung von Holz und Zellstoff	80 %
Herstellung von Glasfasern, keramische Werkstoffe, Farbstoffen und Pigmenten	75 %

Wirtschaftszweig/Prozess	Kompensationsgrad
Herstellung von Ölen und Fetten; Gewinnung von Salz, Herstellung von Malz, synthetischem Kautschuk, Erzeugung und erste Bearbeitung von Kupfer, Eisengießerei; Herstellung von nicht-metallischen Mineralien; Furnier, Sperrholz, Holzfasern; Gewinnung von Erdöl, Herstellung von Blankstahl	70 %
Herstellung von Chemiefasern, Aufbereitung von Kernbrennstoffen, Glas, Sanitärkeramik. Stahlrohre, Kunststoffe in Primärform, Düngemittelmineralien, keramischer Haushaltskeramik, Veredlung von Textilien, Herstellung von Vliesstoff, pharmazeutische Grundstoffe, NE-Metallen, Spinnstoffaufbereitung, Steinkohlebergbau	65 %
Beihilfe für Teilssektoren: Verarbeitung von Kartoffeln (teilweise), Mehl Grieß, Magermilchpulver, Vollmilchpulver, Casein, Lactose, Molke, Tomatenmark. Backhefe, Schmelzglasur. Flüssige Glanzmittel, eisenhaltige Freiformschmiedestücke, Kaolin	65 %

Quelle: Eigene Darstellung

- ▶ **Kostenlose Zuteilung von Emissionsberechtigungen** im europäischen Emissionshandel (EU-ETS). Für die Industrie- und Wärmeerzeugung wird zum Schutz vor Carbon Leakage eine jährlich absinkende kostenlose Zuteilung auf Basis EU-einheitlicher Benchmarks erteilt. Die kostenlose Zuteilung verändert zwar nicht die Höhe des Caps, allerdings besteht das Risiko, dass der Anreiz für die Industrie, ihre Emissionen zu reduzieren, geringer wird. Es könnten zudem weiterhin Investitionen in emissionsintensive Verfahren und Technologien getätigt werden (sogenannte Lock in-Effekte) bzw. Investitionen in emissionsarme Verfahren und Technologien ausbleiben. Die kostenlose Zuteilung erfolgt nach EU-weit einheitlichen Regelungen (Burger und Brettschneider 2021). Für bestimmte stromintensive Prozesse können die indirekten Mehrkosten durch den Emissionshandel beim Strombezug zudem über die **Strompreiskompensation** ausgeglichen werden.
- ▶ Vergünstigungen bei der **Konzessionsabgabe** und bei der **KWK-Umlage** Eine ausführliche Darstellung findet sich in (Zerzawy et al. 2020).

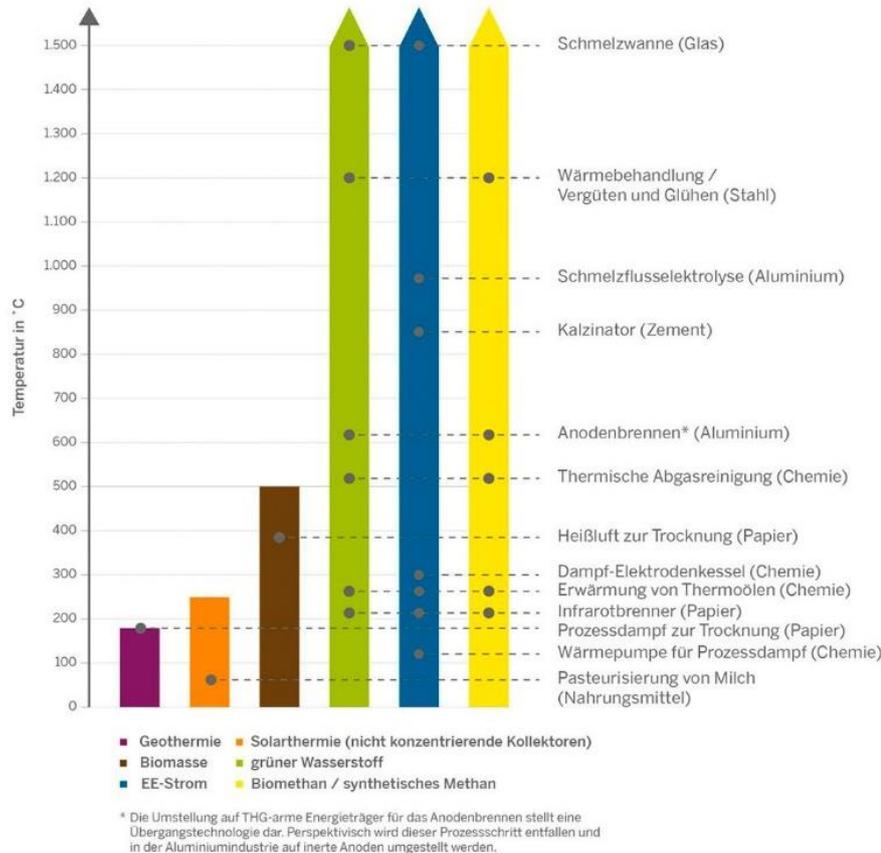
5.4.3 Auswirkungen auf Energieeffizienz, Dekarbonisierung, Flexibilisierung der Energienachfrage und Handlungsoptionen

Die Ausnahmen bei den staatlich bestimmten Preisbestandteilen auf Energie führen im Industriesektor zu wesentlichen Fehlanreizen:

- ▶ Niedrigere Strom- und Energiepreise mindern Effizienzanreize. Niedrige Strompreise führen zu einem höheren Verbrauch und begünstigen damit indirekt die fossile Stromerzeugung, da der Ausbau der erneuerbaren Energien durch feste Ausschreibungsmengen begrenzt ist. Auch bei einer künftig vollständig auf erneuerbaren Energien basierenden Stromerzeugung ist vor dem Hintergrund von Flächenrestriktionen und den volkswirtschaftlichen Kosten der Energiewende der energiepolitische Grundsatz „Efficiency first“ von zentraler Bedeutung.
- ▶ Gleichzeitig hemmen die Unterschiede im Preisniveau zwischen fossilen Energieträgern (v. a. Erdgas, Kohle) und Strom die Dekarbonisierung. Fossile Energieträger sind durch Begünstigungen bei der Energiesteuer zusätzlich privilegiert. Die Umstellung auf erneuerbare Energien und strombasierte Anwendungen insbesondere im Bereich der Prozesswärme wird dadurch erschwert. Abbildung 13 zeigt die Potenziale erneuerbarer Energien für industrielle Anwendungen abhängig vom Temperaturbereich. Während Geothermie und Solarthermie bei niedrigen Temperatur-Niveaus fossile Brennstoffe ersetzen können, Biomasse im mittleren Temperaturbereich zum Einsatz kommt, ist EE-

Strom und grüner Wasserstoff v.a. für die Hochtemperatur-Niveaus (über 500°C) notwendig. Die Direktelektrifizierung ist gegenüber dem Einsatz von Wasserstoff dabei in aller Regel kostengünstiger, jedoch nicht immer zu realisieren (z. B. in der Stahlindustrie (vgl. Agora Energiewende und Wuppertal Institut 2019) Neben Reformen bei Energiepreisbestandteilen, insbesondere mit Blick auf Industriausnahmen bei der Energiesteuer sind v. a. Differenzverträge (Carbon Contracts for Difference) als Mittel zur Transformation der Industrieprozesse in der Diskussion (Agora Industry 2022) und werden in Pilotprojekten erprobt.

Abbildung 13: Potenzielle industrielle Anwendungen erneuerbarer Energien



Quelle: N4climate.NRW 2021

- ▶ Starre Regelungen bei den (reduzierten) Netzentgelten sowie bei weiteren Strompreisbestandteilen hemmen die Flexibilisierung der Stromnachfrage. Durch eine Dynamisierung (d. h. stärker zeitvariable Ausgestaltung) der Netzentgelte könnten Tarifstrukturen zur Anreizung flexiblen Lastverhaltens geschaffen werden.

6 Nicht-monetäre Hemmnisse

Die u. a. durch die Fehlanreize bei Abgaben, Entgelten und Umlagen im Energiebereich verzerrten Marktpreise führen in vielen Entscheidungssituationen dazu, dass emissionsärmere Alternativen auch unter der Prämisse vollständiger Information und fehlender Transaktionskosten ökonomisch nachteilig sind (vgl. Kapitel 5) (Schrems et al. 2021). Häufig erschweren jedoch zudem nicht-monetäre Faktoren die Umgestaltung des Energiesystems hin zu einem System im Einklang mit den deutschen Klimaschutzzielen. Die Akteure im Energiesystem verhalten sich nicht strikt rational, wie der idealtypische „Homo oeconomicus“. Dies ist insbesondere bei privaten Nutzerinnen und Nutzer zu beobachten, die sich in vielen Fällen nicht nutzen- oder gewinnmaximierend verhalten (Maurer et al. 2020). Aber auch bei Unternehmen sind begrenzte Rationalität (Satisfizierer) und Entscheidungsheuristiken („Bauchgefühl“) verbreitet. Die Verhaltensökonomik beschreibt einer Reihe psychologischer Effekte, die dazu führen, dass Entscheidungen nicht getroffen werden, obwohl sie ökonomisch vorteilhaft sind.

Weitere Hemmnisse für die Wirksamkeit ökonomischer Instrumente entstehen durch Prinzipal-Agenten-Probleme (Auseinanderfallen von Besitzern und den Nutzern von Technologien, z. B. Mieter-Vermieter-Dilemma) oder auch infrastrukturellen Voraussetzungen, die die wahrgenommene oder reale Vergleichbarkeit zwischen Alternativen beeinflussen (z. B. Ladeinfrastruktur). Sie mindern die Lenkungswirkung und können auch verteilungspolitische Implikationen mit sich bringen, etwa wenn Anpassungsreaktionen vorwiegend in einkommensstärkeren Gruppen erfolgen und sich dadurch die Belastung durch eine Änderung von Energie-/Strompreisbestandteilen verschiebt. Bei den nicht-monetären Hemmnissen ist daher zu überlegen, mit welchen flankierenden Maßnahmen diese adressiert werden.

6.1 Verhaltensökonomische Faktoren

6.1.1 Begrenzte Rationalität und Entscheidungsheuristiken

Die Art und Weise, wie Informationen in verschiedenen Entscheidungskontexten strukturiert sind, beeinflussen die Entscheidungen. Mit anderen Worten: Die Präferenzen werden durch den kognitiven Aufwand der Informationsbeschaffung und -verarbeitung beeinflusst. Die Rationalität des Einzelnen wird durch diese psychologischen und umweltbedingten Zwänge eingeschränkt. Anstatt immer eine Maximierung des Nutzens anzustreben, verwenden Entscheidungsträger eine breite Palette von Regeln oder Heuristiken, um die kognitiven oder rechnerischen Anforderungen zu reduzieren (Wilson und Dowlatabadi 2007). Für private Akteure steht häufig nicht die Nutzenmaximierung im Vordergrund, sondern das Erreichen eines bestimmten Anspruchsniveaus. Entscheidungsheuristiken sind vereinfachte kognitive Strategien zur Lösung von Entscheidungsproblemen. Ein Beispiel sind die sog. „Daumenregeln“.

6.1.2 Status-Quo-Bias und Verlustaversion

Der Status-Quo-Bias besagt, dass Menschen eine Präferenz für die Beibehaltung des aktuellen Zustands besitzen, auch wenn dieser gegenüber einer Veränderung bei einer einzelwirtschaftlichen Betrachtung nachteilig ist. Ein rational handelnder Akteur (Homo oeconomicus) müsste sich in diesen Fällen eigentlich gegen den Status quo entscheiden, weil die Beibehaltung teurer ist (Maurer et al. 2020). In Zusammenhang damit steht die Verlustaversion, d. h. die Tendenz, mögliche Verluste höher zu gewichten als mögliche Gewinne (Kahneman et al. 1991). Das kann dazu führen, dass offensichtliche Vorteile nicht genutzt werden, um die unwahrscheinlichere Chance eines Verlusts zu vermeiden. Nach Kahnemann et al. (1991) kann

die Status-quo-Verzerrung aus der Asymmetrie der Verlustaversion abgeleitet werden: Die Nachteile einer Veränderung erscheinen größer als ihre Vorteile.

Status-Quo-Bias und Verlustaversion sind in vielen verhaltensökonomischen Studien nachgewiesen und auch für den Energiebereich gut dokumentiert:

- ▶ Die Tendenz der Märkte, scheinbar kosteneffiziente Energieeffizienzoptionen zu vernachlässigen, wird als „Effizienzlücke“ („efficiency gap“) oder als „Energieparadoxon“ („energy paradox“) bezeichnet. Ein Beispiel: Automobilhersteller sind der Überzeugung, dass die Verbraucher nicht bereit sind, den vollen erwarteten Wert für künftige Kraftstoffeinsparungen einzupreisen; hervorgerufen wird dies durch die erhebliche Unsicherheit über den Wert der künftigen Energieeinsparungen; der Tatsache, dass der Nettowert die Differenz zwischen unsicheren Einsparungen und den anfänglichen Kosten ist sowie der Verlustaversion des typischen Konsumenten. Greene (2011) zeigt, dass eine Erhöhung des Benzinpreises weniger als halb so viel Einfluss auf den Kraftstoffverbrauch von Neuwagen hätte wie eine Neuwagensteuer oder ein zum Kraftstoffverbrauch proportionaler Rabatt.
- ▶ Blasch und Daminato (2018) erfassen empirisch den Zusammenhang zwischen dem Status-quo-Bias und dem Alter des Gerätebestands sowie dem (Über-)Verbrauch von Energiedienstleistungen, basierend auf einer Haushaltsbefragung in der Schweiz, den Niederlanden und Italien. Ergebnis: Bei Personen mit einem Status-quo-Bias ist die Wahrscheinlichkeit, mindestens ein Gerät im Haushalt zu haben, das älter als zehn Jahre ist, erhöht und die Mehrheit der Haushalte scheinen ihre Geräte nur dann zu ersetzen, wenn sie defekt sind. Außerdem ist der Gesamtstromverbrauch der Haushalte höher als bei Nicht-Status-quo-Bias-Haushalten.
- ▶ Nach Ahrens et al. (2017) werden Preisänderungen relativ zu einem endogenen Referenzpreis bewertet, der von den rationalen Preiserwartungen der Verbraucher aus der jüngsten Vergangenheit abhängt. Aufgrund der Verlustaversion reagiert die Nachfrage auf Preiserhöhungen elastischer als auf Preissenkungen, so dass die Unternehmen mit einer nach unten abfallenden Nachfragekurve konfrontiert sind, die beim Referenzpreis der Verbraucher geknickt ist.
- ▶ Knobloch et al. (2019) zeigen in ihrer Vergleichsstudie, in der sie die Verlustaversion in ein globales Energiemodell mit hoher räumlicher Auflösung einbeziehen, dass deren Nichtberücksichtigung die Marktakzeptanz erneuerbarer Energien überschätzt, sowohl in einzelnen Ländern als auch auf globaler Ebene. Infolgedessen führt die Verlustaversion zu höheren prognostizierten CO₂-Emissionen der Haushalte und zu der Notwendigkeit wesentlich stärkerer politischer Instrumente zur Erreichung der Dekarbonisierungsziele, beispielsweise eine doppelt so hohe CO₂-Steuer im Vergleich zu einer Situation ohne Verlustaversion.

6.1.3 Besitztumeffekt (Endowment Effekt)

Der Besitztumeffekt besagt, dass Menschen Gütern (im weiteren Sinne z. B. auch Privilegien) einen besonders hohen Wert zumessen, nur weil sie diese besitzen. Er hängt mit der Verlustangst zusammen. Infolgedessen trennen sich Menschen nur ungern von Gütern, selbst wenn ein Austausch ökonomisch vorteilhaft wäre. Thaler (1980) zeigte bereits 1980, dass die Menschen oft viel mehr für die Aufgabe eines Objekts verlangen, als sie bereit wären zu zahlen, um es zu erwerben („losses loom larger than gains“). In der Ökonomie wird dieses Phänomen als „WTA-WTP gap“ (WTA – willingness to accept; WTP – willingness to pay) bezeichnet. Der

Besitztumeffekt hat Auswirkungen auf den Handel von Gütern. Engelmann und Hollard (2010) vermuten, dass ein wichtiger Treiber des Endowment-Effekts die "Unsicherheit bezüglich des Handelsverfahrens selbst" ist, die sich zum Beispiel aus den wahrgenommenen Transaktionskosten ergibt. Untersuchungen zum Einfluss des Endowment-Effekts auf die Handelsaktivitäten im EU-ETS kommen zu folgenden Ergebnissen:

- ▶ Zaklan (2016) untersucht das Vorhandensein eines Endowment-Effekts bei den im EU-ETS regulierten Anlagen des europäischen Elektrizitätssektors. Er findet zwar keine Hinweise auf einen allgemeinen Endowment-Effekt. Es gibt jedoch Belege für einen Endowment-Effekt bei einer Teilstichprobe von Kleinemittenten.
- ▶ In einer Studie von Wang et al. (2020) auf Grundlage der vollständigen Transaktionsdaten von 2008 bis 2012 wird eine empirische Analyse zum Vorhandensein des Endowment-Effekts im EU ETS durchgeführt und es wird untersucht, ob der Endowment-Effekt durch die Erfahrungen mit Handel beeinflusst wird. Die Autoren stellen fest, dass Unternehmen den Kohlenstoffpreis höher bewerten, sobald sie Kohlenstoffzertifikate kaufen. Im Gegensatz dazu bewerten Unternehmen, die Emissionszertifikate verkaufen, den Kohlenstoffpreis niedriger. Bei Unternehmen mit größerer Handelserfahrung wird der Endowment-Effekt geschwächt. Wenn Händler eine Verkaufstransaktion im Anschluss an eine Kauftransaktion durchführen, ist die WTA des Verkaufs in der Regel größer als die WTP des Kaufs. Wenn Händler eine Kauftransaktion im Anschluss an eine Verkaufstransaktion durchführen, ist die WTP des Kaufs häufig niedriger als die WTA des Verkaufs. Der Besitztumeffekt hat Auswirkungen auf die Marktliquidität: Aufgrund des Endowment-Effekts kommen Transaktionen schwerer zustande, was vor allem auf die mangelnde Bereitschaft der Verkäufer zurückzuführen ist, zu verkaufen.

In Zusammenhang mit Verlustaversion und Besitztumeffekt steht auch der **sunk-cost-fallacy-Effekt**: Menschen und Unternehmen neigen dazu, an einmal getätigten Investitionen festzuhalten, selbst wenn sie sich als unwirtschaftlich herausstellen. Die irreversiblen Kosten (z. B. Anschaffungskosten eines Pkw) werden oft zum Anlass genommen, unrentable Aktivitäten weiter fortzusetzen (z. B. die Fahrt mit dem Pkw, obwohl es eine kostengünstigere Alternative gibt), weil bereits viel investiert wurde. Aus rationaler Sicht sind jedoch lediglich die zukünftigen Kosten und Erträge maßgeblich.

6.1.4 Zeitinkonsistente Diskontierung

In der Neoklassik wird im Allgemeinen davon ausgegangen, dass gegenwärtiger Nutzen höher bewertet wird, als zukünftiger (positive Zeitpräferenz), und daher der zukünftige Nutzen diskontiert werden muss. Dies erfolgt in der Regel anhand einer konstanten Diskontrate. Umfassende empirische und experimentelle Untersuchungen zeigen jedoch, dass Individuen keine zeitkonsistenten Entscheidungen mit einer konstanten Diskontrate treffen. Zeitinkonsistenz bedeutet, dass Menschen eine Entscheidung oder ein Ereignis in Abhängigkeit davon bewerten, wann sie diese Entscheidung treffen bzw. wann das Ereignis eintritt. Dies gilt, obwohl sich die sonstigen Rahmenbedingungen nicht verändert haben, also z. B. keine neuen Informationen verfügbar sind. Experimente zeigen, dass Präferenzen häufig einer hyperbolischen anstatt der zeitkonsistenten exponentiellen Kurve folgen („hyperbolic discounting“). Ein Beispiel: Wenn Menschen vor die Wahl gestellt werden, sofort 50 Euro zu erhalten oder in einem Jahr 100 Euro zu bekommen, entscheiden sich die meisten für die 50 Euro. Die Diskontierung ist hier also sehr hoch. Bei der Entscheidung für entweder 50 Euro in fünf Jahren oder 100 Euro in sechs Jahren würden beinahe alle die späteren 100 Euro wählen, obwohl es sich dabei um dieselbe Wahl in fünf Jahren handelt. Die Diskontierung ist hier viel

niedriger. Die Präferenzen zum jetzigen Zeitpunkt sind also nicht dieselben wie die Präferenzen zu einem späteren Zeitpunkt, auch wenn sich außer der Zeit nichts geändert hat. Dieser „Unmittelbarkeitseffekt“ führt zu hohen kurzfristigen Diskontierungsraten, wenn der ansonsten sofortige Konsum aufgeschoben wird. Dies geht jedoch mit einem Rückgang der Diskontierungsraten auf längere Sicht einher. Wenn alle Kosten und Vorteile in der Zukunft liegen, sind die Menschen in ihrer Vorausplanung durchaus weitsichtig. Wenn einige Kosten oder Vorteile unmittelbar anfallen, sind die Entscheidungen eher kurzfristig.

6.2 Nutzer/Investor-Problem

Ein bekanntes Problem im Gebäudesektor ist das Nutzer-Investor-Dilemma bzw. der geteilten Anreize bei Mietwohnungen. Gerade der deutsche Wohnungsmarkt ist durch eine geringe Eigentumsquote gekennzeichnet. 56 % aller Haushalte (ca. 23,1 Mio.) leben in Mietwohnungen (Statistisches Bundesamt 2019). Der Vermietende hat keinen Anreiz, in die Energieeffizienz eines Gebäudes zu investieren, wenn er als Investor nicht in der Lage ist, die Vorteile aus den daraus resultierenden Energiekosteneinsparungen zu nutzen (Schleich 2009). Ebenso führt eine Energiepreiserhöhung wie z. B. durch die CO₂-Bepreisung über das Brennstoffemissionshandelsgesetz nicht zu Investitionsanreizen, wenn die Kosten an die Mietenden durchgereicht werden können, denn sie haben keinen direkten Einfluss auf die Investitionsentscheidungen der Vermietenden. In Deutschland wurde das erste Problem über eine höhere Modernisierungsumlage adressiert, während die Beteiligung der Vermietenden an den CO₂-Kosten noch nicht geregelt ist. Bislang können die CO₂-Kosten über die Betriebskostenabrechnung vollständig an die Mietende abgewälzt werden. Eine Neuregelung anhand von Effizienzklassen ist geplant (vgl. auch Zerzawy und Fischle 2021).

Während die geteilten Anreize bereits früher als Hindernis für die Energieeffizienz im privaten Wohnungssektor identifiziert wurden (z. B. Scott (1997)), deuten Ergebnisse von Schleich (2009) darauf hin, dass dies auch für den Gewerbe- und Dienstleistungssektor in Deutschland gilt.

6.3 Infrastrukturelle Voraussetzungen

Insbesondere im Verkehrsbereich bestehen infrastrukturelle Pfadabhängigkeiten, die den motorisierten Individualverkehr mittels Verbrennermotor bevorzugen. Unter dem Begriff „car dependency“ wird die strukturelle Abhängigkeit vom eigenen Pkw verstanden. Selbst wenn man kein Auto haben will oder es sich eigentlich nicht leisten kann, sind viele Menschen auf das Auto angewiesen, etwa weil Infrastruktur so gebaut ist, keine ÖPNV/Radinfrastruktur vorhanden ist oder die Berufstätigkeit mobile Arbeitnehmer voraussetzt.

In Bezug auf die Elektromobilität wird v.a. die noch nicht ausreichend ausgebaute Ladeinfrastruktur als entscheidendes nicht-monetäres Hemmnis angesehen (Schrems et al. 2021). Laut einer repräsentativen Umfrage aus dem Jahr 2019 (Bitkom 2019) konnte sich weniger als die Hälfte der Deutschen vorstellen, ein Elektroauto zu kaufen. Etwa zwei Drittel der Deutschen sehen geringe Reichweite und ungenügende Ladeinfrastruktur als Nachteil der Elektromobilität.

Infrastrukturelle Pfadabhängigkeiten gibt es jedoch auch im Wärmebereich, z. B. fossil betriebene Fernwärmenetze mit Anschluss- und Benutzungszwang. Hierbei verbleibt dem Einzelnen keine Entscheidungsfreiheit über ggf. emissionsärmere oder ökonomischere Alternativen. Andererseits können dekarbonisierte Fernwärmenetze zukünftig auch eine bedeutende Rolle bei der Umstellung der Wärmeversorgung beitragen. Nur knapp 9 % der

Wohngebäude ließen sich jedoch mit überschaubarem Aufwand an eine Fernwärmeleitung anschließen (BDEW 2019).

Im Wohnungsbestand bestehen zahlreiche infrastrukturelle Hemmnisse für die Umstellung von Heizungstechnologien auf erneuerbare Energien (BDEW 2019). Ölheizungen lassen sich einfach auf biomassebefeuerte Heizungen umstellen. Dagegen ist die Umstellung auf Wärmepumpen und Solarthermie insbesondere im städtischen Mehrfamilienhausbereich aufgrund der technischen Voraussetzungen (u. a. Flächenanforderungen) gehemmt.

6.4 Zentrale Erkenntnisse und Politikimplikationen

Nicht-monetäre Hemmnisse führen dazu, dass bei Entscheidungskalkülen oft nicht die ökonomisch vorteilhafteste Option ausgewählt wird. Selbst im Falle „perfekter“ Preissignale und vollständig internalisierter Klimakosten würden die Entscheidungen von Akteuren aufgrund bestehender nicht-monetärer Hemmnisse also nicht automatisch zu einem kosteneffizienten und klimapolitisch optimalen Energiesystem führen.

- ▶ Private Haushalte, aber auch Unternehmen handeln oft nicht ökonomisch rational. Entscheidungen werden mitunter aufgrund von Daumenregeln oder Bauchgefühl getroffen. Vollkostenbetrachtungen werden insbesondere bei privaten Akteuren häufig nicht in die Entscheidungsfindung einbezogen. Besitz wird höher bewertet als Neuerwerb (oder Miete), der Status Quo gegenüber mit Unsicherheit behafteten Veränderungen bevorzugt, auch wenn er ökonomisch nachteilig ist. Mögliche Verluste werden stärker gewichtet als mögliche Gewinne und in Wirtschaftlichkeitserwägungen wird zeitlich inkonsistent diskontiert. Anschaffungskosten erhalten dadurch eine größere Aufmerksamkeit als laufende Kosten. Dazu kommen geteilte Anreize v.a. im Gebäudebereich aufgrund des Mieter-/Vermieter-Dilemmas und infrastrukturell bedingte Hemmnisse wie z. B. fehlende Ladesäulen.
- ▶ Die Verhaltensökonomie bietet demnach eine Erklärung, warum Endverbraucher*innen wenig Wechselbereitschaft bei Strom- und Gasverträgen zeigen, obwohl die finanziellen Einsparungen beträchtlich sein könnten; warum Elektrogeräte nicht ausgetauscht werden, obwohl sich Neugeräte bereits nach kurzer Zeit amortisiert hätten; warum Sektorkopplungstechnologien wie Wärmepumpen nicht installiert werden, obwohl sie unter heutigen Energiepreisen bereits wirtschaftlich vorteilhafter gegenüber Referenztechnologien sind; warum Verbrenner beim Neukauf weiterhin gegenüber Elektroautos bevorzugt werden.
- ▶ Die Abneigung gegen Verluste bedeutet, dass die Wettbewerbsfähigkeit bei den Gesamtkosten nicht immer ausreicht, um neue Technologien in der notwendigen Breite zu etablieren, da wahrgenommene Verluste einen starken Einfluss auf die Entscheidungen haben können. Dies bedeutet, dass es sich als wirksamer erweisen kann, wenn die Politik darauf abzielt, relative Nachteile (Verluste, z. B. höhere Vorlaufkosten durch die Zahlung von Subventionen) zu verringern, anstatt auf relative Vorteile (Gewinne, wie z. B. niedrigere Energiekosten) abzielen (Knobloch et al. 2019). Eine Reduzierung (bzw. Erhöhung) der Anschaffungskosten kann somit oft der wirksamere Hebel sein als die Senkung (oder Erhöhung) der laufenden Kosten (vgl. Adamou et al. 2014, Brand et al. 2013, D’Haultfoeuille et al. 2014, Gerlagh et al. 2015, Kok 2015). Abgaben und Umlagen, die direkt bei der Anschaffung erhoben (oder reduziert) werden, erzielen dann größere Lenkungseffekte als staatlich bestimmte Energiepreisbestandteile, die beim Verbrauch anfallen. Beim Autokauf wäre z. B. eine Zulassungssteuer wirksamer als die Kfz-Steuer oder der CO₂-Preis, weil Menschen zukünftige Kosten gegenüber den heutigen unterschätzen/geringer bewerten (Runkel und Mahler 2018).

- ▶ Änderungen von Energiepreisbestandteilen, durch die zwar der Break-Even-Point von Technologien zeitlich nach vorne verschoben wird (in die normale Lebensdauer der Nutzung eines Gutes), werden somit für sich allein nicht ausreichen, um Kaufentscheidungen in der Breite zu beeinflussen. Das zeigt auch die Umfrage von Bitkom (2019) zur Elektromobilität: Fast zwei Drittel der Befragten finden Elektroautos zu teuer. Nur jede*r Vierte sieht geringere Betriebskosten, jede*r Fünfte langfristig geringere Wartungskosten als Vorteil der Elektrofahrzeuge. Die Wahrnehmung der Gesamtkosten von Elektrofahrzeugen wird also durch die höheren Anschaffungskosten verzerrt, die Vorteile bei laufenden Kosten werden nur ungenügend wahrgenommen. Zudem bestehen durch den Status-Quo-Bias weitere Vorbehalte. In der Konsequenz muss das Elektrofahrzeug einen übermäßig hohen Kostenvorteil gegenüber Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor aufweisen, damit Nutzer bereit sind, die Kaufentscheidung zu treffen.
- ▶ Aufgrund der verhaltensökonomischen Faktoren und der weiteren Hemmnisse ist somit davon auszugehen, dass neben Änderungen bei den staatlich bestimmten Energiepreisbestandteilen zusätzliche flankierende Anreize nötig sind, die idealerweise bei den Anschaffungskosten ansetzen. Auch wenn es bereits entsprechende Förderungen sowohl im Verkehr als auch im Gebäudebereich gibt (z. B. Kaufprämien für Elektroautos, Zuschüsse für den Heizungstausch), könnte eine weitere Verbesserung der Förderkonditionen (z. B. finanziert aus der CO₂-Bepreisung) und ggf. gleichzeitige Verteuerung der Anschaffung fossiler Technologien (wie bspw. bei einer Zulassungssteuer) wirksam sein, die letztlich zu einer Parität bei den Investitionskosten führt. Im Bereich Haushaltsgeräte zeigen zum Beispiel auch Abwrackprämien, d. h. Geldprämien für den Ersatz und Recycling eines alten Geräts, gute Wirksamkeit (Blasch und Daminato 2018).
- ▶ Weitere flankierende Instrumente insbesondere aus dem Bereich des Nudging können helfen, die Akzeptanz neuer Technologien und die Veränderungsbereitschaft von Endverbraucher*innen zu erhöhen. Dadurch kann dem Status-Quo-Bias entgegengewirkt werden. Informationskampagnen könnten so gestaltet werden, dass die Nichtinvestition in erneuerbare Technologien als Verlust empfunden wird (Knobloch et al. 2019). Informationskampagnen können des Weiteren dazu beitragen, Kosten für Informationsbeschaffung und durchzuführende Berechnungen (Transaktionskosten) zu senken. Diese werden, obwohl sie in eine Kostenberechnung eigentlich einzubeziehen wären, in ökonomischen Analysen häufig vernachlässigt (Maurer et al. 2020).

7 Ansatzpunkte für Reformoptionen

In Kapitel 5 wurden von staatlich bestimmten Energiepreisbestandteilen ausgehende Fehlanreize in den Sektoren Gebäude, Haushaltsstrom, Verkehr und Industrie identifiziert und daraus Handlungsbedarfe abgeleitet. In Kapitel 6 wurden nicht-monetäre Hemmnisse identifiziert und Politikimplikationen abgeleitet. Die analysierten Elastizitäten (s. Kapitel 2.1.2) spiegeln den starken Einfluss verhaltensökonomischer und anderer Hemmnisse auf die Energienachfrage wider: denn die Nachfrage nach Energieträgern wird im Allgemeinen – zumindest in der kurzen Frist – als unelastisch angesehen, d. h. die Anpassungsreaktionen erfolgen nicht proportional zur Energiepreisänderung. Tabelle 14 zeigt Ansatzpunkte für Instrumentenbündel, bestehend aus Reformansätzen bei den Energiepreisbestandteilen und flankierenden Instrumenten, die die nicht-monetären Hemmnisse adressieren.

Tabelle 14: Ansatzpunkte für Reformoptionen

Sektor	Maßnahme	Instrumente zur Steigerung der Lenkungswirkung von Energiepreisbestandteilen	Flankierende Instrumente
Gebäude	Energetische Sanierung attraktiver machen	<ul style="list-style-type: none"> - Anpassung Preispfad BEHG (stärkerer Anstieg) - Angleichung Energiesteuersätze (Energiegehalt) und/oder Indexierung (Inflationsanpassung) von Erdgas, Heizöl und Strom 	<ul style="list-style-type: none"> - Reform der Modernisierungsumlage - Einführung Teilwarmmiete - Verschärfung der Effizienzstufen bei der KfW-Förderung für Sanierungen im Bestand (Effizienzhaus 55 oder 70)
	Insbesondere: Förderung des Heizungstauschs im Bestand	<ul style="list-style-type: none"> - Einheitliche Netzentgeltreduzierung für steuerbare Wärmepumpen (Rechtsverordnung zur Ausgestaltung § 14a EnWG) - Absenkung weiterer Strompreisbestandteile (KWK-Umlage, Netznebenentgelte, Stromsteuer) für Wärmepumpenstrom 	<ul style="list-style-type: none"> - Einführung Austauschprämie Gasheizung - Erhöhung Austauschprämie Ölheizung - Erhöhung Fördersätze für Wärmepumpen (ggf. differenziert nach Effizienz)
Haushaltsstrom	Flexibilisierung der Stromnachfrage	<ul style="list-style-type: none"> - u. a. dynamische (zeitvariable) Netzentgelte 	
Verkehr	Verlagerung MIV	<ul style="list-style-type: none"> - Anpassung Preispfad BEHG (stärkerer Anstieg, Verlängerung Festpreisphase) - Stufenweiser Abbau Dieselprivileg, Angleichung Energiesteuersätze, Indexierung (Inflationsanpassung) Benzin/Diesel (Energiegehalt) 	<ul style="list-style-type: none"> - Reform Kfz-Steuer/Zulassungssteuer - Ökologische Umgestaltung Entfernungspauschale - Angebotsausbau und vergünstigte Preise im öffentlichen Personennahverkehr - City-Maut
	Elektromobilität ausbauen und Sektorkopplung fördern	<ul style="list-style-type: none"> - Verringerung Netzentgelte für Ladesäulenstrom (Leistungspreise) 	<ul style="list-style-type: none"> - Ausweitung Förderung Elektromobilität in Verbindung mit

Sektor	Maßnahme	Instrumente zur Steigerung der Lenkungswirkung von Energiepreisbestandteilen	Flankierende Instrumente
		<ul style="list-style-type: none"> - Dynamische (zeitvariable) Netzentgelte 	<ul style="list-style-type: none"> - Zulassungsteuer (Bonus-Malus-Regelung) - Reform Dienstwagenbesteuerung - Bereitstellung Infrastruktur für klimafreundliche Mobilität
Industrie	Prozesswärme dekarbonisieren	<ul style="list-style-type: none"> - Reform Energiesteuerausnahmen 	<ul style="list-style-type: none"> - Einführung Carbon Contracts for Difference - Investitionsprämien für klimafreundliche Techniken - "Superabschreibung"
	Effizienzpotentiale heben	<ul style="list-style-type: none"> - Reform Strom- und Energiesteuerausnahmen 	<ul style="list-style-type: none"> - Ausbau der Förderung von Energie- und Umweltmanagementsystemen - Erweiterung Energieauditpflicht
	Flexibilisierung der Stromnachfrage	<ul style="list-style-type: none"> - Weiterentwicklung § 19 Abs. 2 Strom NEV - Dynamische (zeitvariable) Netzentgelte 	

Quelle: eigene Darstellung

In der Status-Quo/Hemmnis-Analyse sind Verteilungsaspekte bzw. soziale Fragestellungen bisher nicht berücksichtigt, es wurden lediglich Fehlanreize mit Blick auf Klimaschutz und Energiewende erörtert. Dementsprechend enthält die Übersicht in Tabelle 14 auch noch keine flankierenden Instrumente für den sozialen Ausgleich und die Abfederung von sozialen Härten. Einzelne Vorschläge dürften in der konkreten Ausgestaltung komplex sein (wie z. B. eine stärkere zeitliche Variabilität der Strompreisbestandteile) und könnten auch andere Nachteile (z. B. bzgl. der Stabilität der Einnahmen) aufweisen, die sorgfältig abzuwägen sind.

8 Übersicht zu ausgewerteten Studien zu Elastizitäten

Nr.	Sektor	Quelle	Instrument	Energieträger	Zeitraum	Elastizität kurze Frist	Elastizität lange Frist
1	Gesamtwirtschaft	Gao et al. (2021)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Energie insgesamt	1960-2016	-0,10	-0,30
2	Gebäude	Frondel et. al. (2019)	Steuer	Strom	2006-2014	-0,44	-0,66
3	Industrie	Schäfer (2019)	Zertifikate	Strom	2002-2016	-	-
4	Gebäude	Xiang and Lawley (2019)	Steuer	Heizstoffe	1990-2004	-0,03	
5	Industrie	Chang et al. (2019)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Kohle, Öl, Erdgas, Strom	1978-2013	-0,01 bis -0,15	-0,05 bis -0,23
6a	Verkehr	Pothen und Tovar Reanos (2018)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Kraftstoffe	1993-2013		-0,582 bis -0,344
6b	Gebäude	Pothen und Tovar Reanos (2018)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Strom & Heizstoffe	1993-2014		-0,476 bis -0,673
7	Verkehr	Frondel and Vance (2018)	Steuer	Kraftstoffe	1997-2015	-	-0,39
8a	Gebäude	Held (2017)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Strom	2008-2013	-	-0,32
8b	Verkehr	Held (2017)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Kraftstoffe	2008-2014	-	-0,30
8c	Gebäude	Held (2017)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Kraftstoffe	2008-2015	-	-0,32
9a	Gebäude	Schulte und Heindl (2017)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Strom	1993-2008	-0,43	-
9b	Verkehr	Schulte und Heindl (2017)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Kraftstoffe (zum Heizen)	1993-2009	-0,50	-
10a	Verkehr	Zimmer und Koch (2017)	Steuer	Diesel	1990-2012	-0,17 bis -0,21	-0,44 bis -0,55

Nr.	Sektor	Quelle	Instrument	Energieträger	Zeitraum	Elastizität kurze Frist	Elastizität lange Frist
10b	Verkehr	Zimmer und Koch (2017)	Steuer	Benzin	1990-2012	-0,24 bis -0,28	-
11a	Gebäude	Nikodinoska and Schröder (2016)	Steuer	Strom	1993-2008	-	0,822 bis 0,523
11b	Verkehr	Nikodinoska and Schröder (2016)	Steuer	Kraftstoffe	1993-2009	-	0,064 bis -0,404
11c	Gebäude	Nikodinoska and Schröder (2016)	Steuer	Heizstoffe	1993-2010	-	0,659 bis -0,621
12a	Industrie	Köppl und Sommer (2016)	Stromsteuer	Strom	1995-2015	-0,17	-0,20
12b	Industrie	Köppl und Sommer (2016)	Erdgassteuer	Erdgas	1995-2015	-0,20	-0,24
12c	Industrie	Köppl und Sommer (2016)	Mineralölsteuer	Heizöl	1995-2015	-0,04	-0,05
12d	Industrie	Köppl und Sommer (2016)	LKW-Maut	Benzin/Diesel	1995-2015	-0,02	
12e	Verkehr	Köppl und Sommer (2016)	Stromsteuer	Strom	1995-2015	-0,02	-0,03
12f	Verkehr	Köppl und Sommer (2016)	Erdgassteuer	Erdgas	1995-2015	-0,01	-0,02
12g	Verkehr	Köppl und Sommer (2016)	Mineralölsteuer	Heizöl	1995-2015	-0,02	-0,19
12h	Verkehr	Köppl und Sommer (2016)	LKW-Maut	Benzin/Diesel	1995-2015	-0,01	
12i	GHD	Köppl und Sommer (2016)	Stromsteuer	Strom	1995-2015	-0,23	-0,24
12j	GHD	Köppl und Sommer (2016)	Erdgassteuer	Erdgas	1995-2015	-0,11	-0,12
12k	GHD	Köppl und Sommer (2016)	Mineralölsteuer	Heizöl	1995-2015	-0,01	-0,01

Nr.	Sektor	Quelle	Instrument	Energieträger	Zeitraum	Elastizität kurze Frist	Elastizität lange Frist
12l	GHD	Köppl und Sommer (2016)	LKW-Maut	Benzin/Diesel	1995-2015	0,01	
12m	Haushalte (inkl. Verkehr)	Köppl und Sommer (2016)	Stromsteuer	Strom	1995-2015	-0,06	-0,06
12n	Haushalte (inkl. Verkehr)	Köppl und Sommer (2016)	Erdgassteuer	Erdgas	1995-2015	-0,01	-0,03
12o	Haushalte (inkl. Verkehr)	Köppl und Sommer (2016)	Mineralölsteuer	Heizöl	1995-2015	-0,15	-0,15
12p	Haushalte (inkl. Verkehr)	Köppl und Sommer (2016)	LKW-Maut	Benzin/Diesel	1995-2015	-0,06	
13a	Verkehr	Rivers und Schaufele (2015)	Steuer	Kraftstoffe	2000-2008	-	-
13b	Verkehr	Rivers und Schaufele (2015)	Steuer	Kraftstoffe	2000-2008	-	-
14	allgemein	Li et al. (2012)	Steuer	Kraftstoffe	1966-2008	-0,09	-0,17
15	allgemein	Davis und Kilian (2011)	Steuer	Kraftstoffe	1989-2008	-0,10	-
16a	Gebäude	Bissiri et al. (2019)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Heizstoffe	1991-2015	-0,14	-
16b	Gebäude	Bissiri et al. (2019)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Heizstoffe	1991-2015	-0,25	-
17a	Gebäude	Bernstein und Madlener (2011)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Heizstoffe	1980-2008	-0,23	-0,51
17b	Gebäude	Bernstein und Madlener (2011)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Heizstoffe	1980-2009	0,52	-0,36
17c	Gebäude	Bernstein und Madlener (2011)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Heizstoffe	1980-2010	-0,15	-0,27
17d	Gebäude	Bernstein und Madlener (2011)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Heizstoffe	1980-2012	-0,15	-0,23

Nr.	Sektor	Quelle	Instrument	Energieträger	Zeitraum	Elastizität kurze Frist	Elastizität lange Frist
17e	Gebäude	Bernstein und Madlener (2011)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Heizstoffe	1980-2013	-0,54	-1,62
17f	Gebäude	Bernstein und Madlener (2011)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Heizstoffe	1980-2014	-0,20	-0,35
17g	Gebäude	Bernstein und Madlener (2011)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Heizstoffe	1980-2015	-0,05	0,18
17h	Gebäude	Bernstein und Madlener (2011)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Heizstoffe	1980-2016	0,12	-0,14
17i	Gebäude	Bernstein und Madlener (2011)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Heizstoffe	1980-2017	-0,52	-0,80
17j	Gebäude	Bernstein und Madlener (2011)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Heizstoffe	1980-2018	-0,11	-0,35
17k	Gebäude	Bernstein und Madlener (2011)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Heizstoffe	1980-2019	-0,04	-0,16
18	Gebäude	Asche et al. (2008)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Erdgas	1978-2002	-0,03	-0,10
19a	Verkehr	Hautzinger et al. (2004)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Kraftstoffe	1995-2002	-	-0,45
19b	Verkehr	Hautzinger et al. (2004)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Kraftstoffe	1995-2002	-	-0,45
19c	Verkehr	Hautzinger et al. (2004)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Kraftstoffe	1995-2002	-	-0,30
20	Verkehr	Steiner und Cludius (2010)	Steuer	Kraftstoffe	1998, 2003	-0,18	-
21	Verkehr	Frondel et al. (2007)	Höhere Effizienz (=relative Preisänderung)	Kraftstoffe	1997-2005	-0,57 bis -0,67	-
22	Verkehr	Reaños und Sommerfeld (2018)	Steuer	Kraftstoffe	2002-2014	-0,23 bis -0,37	-
23	Verkehr	Nikodinoska und Schröder (2016)	Steuer	Kraftstoffe	1993-2008	-0,04	-0,43

Nr.	Sektor	Quelle	Instrument	Energieträger	Zeitraum	Elastizität kurze Frist	Elastizität lange Frist
24	Verkehr	Frondel und Vance (2018)	Steuer	Kraftstoffe	1997-2015	-0,39	-
25	Industrie	Lutz et al. (2017)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Energie insgesamt	2001-2014		-0,39 bis -0,8'
26	Industrie	Lutz et al. (2021)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Energie insgesamt	1995-2017	0 bis -0,37	-
27	Gesamtwirtschaft	Gao et al. (2021)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Zusammen: Schweröl, Heizöl, Kohle, Gas, Strom	1997-2005	-0,1	-0,30
28	Verkehr	Lawley und Thivierge (2018)	Steuer	Kraftstoffe	2000-2012	-0,02	-
29a	Industrie	Dahlquist et al. (2021)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Strom	2001-2012	-	-1,19
29b	Industrie	Dahlquist et al. (2021)	Keines (Preisänderungen allgemein)	fossiler Brennstoff	2001-2012	-	-0,24
29c	Industrie	Dahlquist et al. (2021)	Keines (Preisänderungen allgemein)	nicht-fossile Brennstoffe	2001-2012	-	-0,27
29d	Industrie	Dahlquist et al. (2021)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Strom & fossiler Brennstoff	2001-2012	-	-0,64
29e	Industrie	Dahlquist et al. (2021)	Keines (Preisänderungen allgemein)	fossile Brennstoffe	2001-2012	-	-0,45
29f	Industrie	Dahlquist et al. (2021)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Strom & fossiler Brennstoff	2001-2012	-	-1,79
29g	Industrie	Dahlquist et al. (2021)	Keines (Preisänderungen allgemein)	fossile Brennstoffe	2001-2012	-	-0,59
29h	Industrie	Dahlquist et al. (2021)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Strom & fossiler Brennstoff	2001-2012	-	-1,35
29i	Industrie	Dahlquist et al. (2021)	Keines (Preisänderungen allgemein)	fossile Brennstoffe	2001-2012	-	-0,80
30	Industrie	Cialani und Mortazavi (2018)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Strom	1995-2015	-	-0,20

Nr.	Sektor	Quelle	Instrument	Energieträger	Zeitraum	Elastizität kurze Frist	Elastizität lange Frist
31	Industrie	Sharimakin et al. (2018)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Energie insgesamt	1995-2009	-	-0,77
32	Industrie	Csereklyei (2020)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Strom	1996-2016	-	-0,75 / -1,01
33	Industrie	Du et al. (2021)	Steuer	Energie insgesamt	1985-2017	-	-0,1569
34	Industrie	Li et al. (2022)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Erdgas	2001-2019	-0,029 bis -0,125	-0,060 bis -0,179
35	Industrie	Xu et al. (2021)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Energie insgesamt	2000-2016	-	-0,12
36	Industrie	Zarnikau et al. (2021)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Strom	2001-2019	-0,021 bis -0,133	-0,043 bis -0,214
37a	Industrie	Wang et al. (2021)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Energie insgesamt	1999-2015	-	-0,78
37b	Industrie	Wang et al. (2021)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Energie insgesamt	1999-2015	-	-0,61
37c	Industrie	Wang et al. (2021)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Energie insgesamt	1999-2015	-	-0,34
37d	Industrie	Wang et al. (2021)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Energie insgesamt	1999-2015	-	-0,56
37e	Industrie	Wang et al. (2021)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Energie insgesamt	1999-2015	-	-0,58
38a	Gebäude	Büchs et al. (2021)	Steuer	Home energy	2010/2015	0,52	
38b	Gebäude	Büchs et al. (2021)	Steuer	Home energy	2010/2015	0,60	
38c	Gebäude	Büchs et al. (2021)	Steuer	Home energy	2010/2015	0,62	
38d	Gebäude	Büchs et al. (2021)	Steuer	Home energy	2010/2015	0,65	

Nr.	Sektor	Quelle	Instrument	Energieträger	Zeitraum	Elastizität kurze Frist	Elastizität lange Frist
38e	Gebäude	Büchs et al. (2021)	Steuer	Home energy	2010/2015	0,56	
38f	Verkehr	Büchs et al. (2021)	Steuer	Kraftstoffe	2010/2015	0,50	
38g	Verkehr	Büchs et al. (2021)	Steuer	Kraftstoffe	2010/2015	0,77	
38h	Verkehr	Büchs et al. (2021)	Steuer	Kraftstoffe	2010/2015	0,75	
38i	Verkehr	Büchs et al. (2021)	Steuer	Kraftstoffe	2010/2015	0,70	
38j	Verkehr	Büchs et al. (2021)	Steuer	Kraftstoffe	2010/2015	0,56	
39a	Verkehr	Douenne (2018)	Steuer	Kraftstoffe	2.018,00	-0,44	-0,49
39b	Verkehr	Douenne (2018)	Steuer	Kraftstoffe	2.018,00	0,46	0,54
39c	Gebäude	Douenne (2018)	Steuer	Gebäudeenergie	2.018,00	-0,14	-0,21
39d	Gebäude	Douenne (2018)	Steuer	Gebäudeenergie	2.018,00	0,47	0,58
39e	Verkehr	Douenne (2018)	Steuer	Kraftstoffe	2.018,00	-0,54	
39f	Verkehr	Douenne (2018)	Steuer	Kraftstoffe	2.018,00	-0,54	
39g	Verkehr	Douenne (2018)	Steuer	Kraftstoffe	2.018,00	-0,52	
39h	Verkehr	Douenne (2018)	Steuer	Kraftstoffe	2.018,00	-0,52	
39i	Verkehr	Douenne (2018)	Steuer	Kraftstoffe	2.018,00	-0,51	

Nr.	Sektor	Quelle	Instrument	Energieträger	Zeitraum	Elastizität kurze Frist	Elastizität lange Frist
39j	Verkehr	Douenne (2018)	Steuer	Kraftstoffe	2.018,00	-0,49	
39k	Verkehr	Douenne (2018)	Steuer	Kraftstoffe	2.018,00	-0,48	
39l	Verkehr	Douenne (2018)	Steuer	Kraftstoffe	2.018,00	-0,45	
39m	Verkehr	Douenne (2018)	Steuer	Kraftstoffe	2.018,00	-0,45	
39n	Verkehr	Douenne (2018)	Steuer	Kraftstoffe	2.018,00	-0,38	
39o	Verkehr	Douenne (2018)	Steuer	Kraftstoffe	2.018,00	-0,55	
39p	Verkehr	Douenne (2018)	Steuer	Kraftstoffe	2.018,00	-0,54	
39q	Verkehr	Douenne (2018)	Steuer	Kraftstoffe	2.018,00	-0,53	
39r	Verkehr	Douenne (2018)	Steuer	Kraftstoffe	2.018,00	-0,52	
39s	Verkehr	Douenne (2018)	Steuer	Kraftstoffe	2.018,00	-0,51	
39t	Verkehr	Douenne (2018)	Steuer	Kraftstoffe	2.018,00	-0,49	
39u	Verkehr	Douenne (2018)	Steuer	Kraftstoffe	2.018,00	-0,48	
39v	Verkehr	Douenne (2018)	Steuer	Kraftstoffe	2.018,00	-0,45	
39w	Verkehr	Douenne (2018)	Steuer	Kraftstoffe	2.018,00	-0,45	
39x	Verkehr	Douenne (2018)	Steuer	Kraftstoffe	2.018,00	-0,38	

Nr.	Sektor	Quelle	Instrument	Energieträger	Zeitraum	Elastizität kurze Frist	Elastizität lange Frist
39y	Verkehr	Douenne (2018)	Steuer	Kraftstoffe	2.018,00	-0,58	
39z	Verkehr	Douenne (2018)	Steuer	Kraftstoffe	2.018,00	-0,56	
39g	Verkehr	Douenne (2018)	Steuer	Kraftstoffe	2.018,00	-0,56	
39aa	Verkehr	Douenne (2018)	Steuer	Kraftstoffe	2.018,00	-0,53	
39ab	Verkehr	Douenne (2018)	Steuer	Kraftstoffe	2.018,00	-0,54	
39ac	Verkehr	Douenne (2018)	Steuer	Kraftstoffe	2.018,00	-0,51	
39ad	Verkehr	Douenne (2018)	Steuer	Kraftstoffe	2.018,00	-0,48	
39ae	Verkehr	Douenne (2018)	Steuer	Kraftstoffe	2.018,00	-0,46	
39af	Verkehr	Douenne (2018)	Steuer	Kraftstoffe	2.018,00	-0,44	
39ag	Verkehr	Douenne (2018)	Steuer	Kraftstoffe	2.018,00	-0,37	
39ah	Verkehr	Douenne (2018)	Steuer	Kraftstoffe	2.018,00	-0,55	
39ai	Verkehr	Douenne (2018)	Steuer	Kraftstoffe	2.018,00	-0,54	
39aj	Verkehr	Douenne (2018)	Steuer	Kraftstoffe	2.018,00	-0,51	
39ak	Verkehr	Douenne (2018)	Steuer	Kraftstoffe	2.018,00	-0,50	
39al	Verkehr	Douenne (2018)	Steuer	Kraftstoffe	2.018,00	-0,47	

Nr.	Sektor	Quelle	Instrument	Energieträger	Zeitraum	Elastizität kurze Frist	Elastizität lange Frist
39am	Verkehr	Douenne (2018)	Steuer	Kraftstoffe	2.018,00	-0,47	
39an	Verkehr	Douenne (2018)	Steuer	Kraftstoffe	2.018,00	-0,44	
39ao	Verkehr	Douenne (2018)	Steuer	Kraftstoffe	2.018,00	-0,42	
39ap	Verkehr	Douenne (2018)	Steuer	Kraftstoffe	2.018,00	-0,36	
39aq	Gebäude	Douenne (2018)	Steuer	Gebäudeenergie	2.018,00	-0,43	
39ar	Gebäude	Douenne (2018)	Steuer	Gebäudeenergie	2.018,00	-0,43	
39as	Gebäude	Douenne (2018)	Steuer	Gebäudeenergie	2.018,00	-0,39	
39at	Gebäude	Douenne (2018)	Steuer	Gebäudeenergie	2.018,00	-0,37	
39au	Gebäude	Douenne (2018)	Steuer	Gebäudeenergie	2.018,00	-0,35	
39av	Gebäude	Douenne (2018)	Steuer	Gebäudeenergie	2.018,00	-0,32	
39aw	Gebäude	Douenne (2018)	Steuer	Gebäudeenergie	2.018,00	-0,29	
39ax	Gebäude	Douenne (2018)	Steuer	Gebäudeenergie	2.018,00	-0,27	
39ay	Gebäude	Douenne (2018)	Steuer	Gebäudeenergie	2.018,00	-0,26	
39az	Gebäude	Douenne (2018)	Steuer	Gebäudeenergie	2.018,00	-0,28	
39ba	Gebäude	Douenne (2018)	Steuer	Gebäudeenergie	2.018,00	-0,39	

Nr.	Sektor	Quelle	Instrument	Energieträger	Zeitraum	Elastizität kurze Frist	Elastizität lange Frist
39bb	Gebäude	Douenne (2018)	Steuer	Gebäudeenergie	2.018,00	-0,37	
39bc	Gebäude	Douenne (2018)	Steuer	Gebäudeenergie	2.018,00	-0,35	
39bd	Gebäude	Douenne (2018)	Steuer	Gebäudeenergie	2.018,00	-0,34	
39be	Gebäude	Douenne (2018)	Steuer	Gebäudeenergie	2.018,00	-0,33	
39bf	Gebäude	Douenne (2018)	Steuer	Gebäudeenergie	2.018,00	-0,29	
39bg	Gebäude	Douenne (2018)	Steuer	Gebäudeenergie	2.018,00	-0,25	
39bh	Gebäude	Douenne (2018)	Steuer	Gebäudeenergie	2.018,00	-0,22	
39bi	Gebäude	Douenne (2018)	Steuer	Gebäudeenergie	2.018,00	-0,20	
39bj	Gebäude	Douenne (2018)	Steuer	Gebäudeenergie	2.018,00	-0,20	
39bk	Gebäude	Douenne (2018)	Steuer	Gebäudeenergie	2.018,00	-0,37	
39bl	Gebäude	Douenne (2018)	Steuer	Gebäudeenergie	2.018,00	-0,34	
39bm	Gebäude	Douenne (2018)	Steuer	Gebäudeenergie	2.018,00	-0,32	
39bn	Gebäude	Douenne (2018)	Steuer	Gebäudeenergie	2.018,00	-0,29	
39bo	Gebäude	Douenne (2018)	Steuer	Gebäudeenergie	2.018,00	-0,28	
39bp	Gebäude	Douenne (2018)	Steuer	Gebäudeenergie	2.018,00	-0,26	

Nr.	Sektor	Quelle	Instrument	Energieträger	Zeitraum	Elastizität kurze Frist	Elastizität lange Frist
39bq	Gebäude	Douenne (2018)	Steuer	Gebäudeenergie	2.018,00	-0,23	
39br	Gebäude	Douenne (2018)	Steuer	Gebäudeenergie	2.018,00	-0,23	
39bs	Gebäude	Douenne (2018)	Steuer	Gebäudeenergie	2.018,00	-0,19	
39bt	Gebäude	Douenne (2018)	Steuer	Gebäudeenergie	2.018,00	-0,19	
39bu	Gebäude	Douenne (2018)	Steuer	Gebäudeenergie	2.018,00	-0,21	
39bv	Gebäude	Douenne (2018)	Steuer	Gebäudeenergie	2.018,00	-0,21	
39bw	Gebäude	Douenne (2018)	Steuer	Gebäudeenergie	2.018,00	-0,16	
39bx	Gebäude	Douenne (2018)	Steuer	Gebäudeenergie	2.018,00	-0,13	
39by	Gebäude	Douenne (2018)	Steuer	Gebäudeenergie	2.018,00	-0,10	
39bz	Gebäude	Douenne (2018)	Steuer	Gebäudeenergie	2.018,00	-0,08	
39ca	Gebäude	Douenne (2018)	Steuer	Gebäudeenergie	2.018,00	-0,04	
39cb	Gebäude	Douenne (2018)	Steuer	Gebäudeenergie	2.018,00	-0,02	
39cc	Gebäude	Douenne (2018)	Steuer	Gebäudeenergie	2.018,00	0,05	
39cd	Gebäude	Douenne (2018)	Steuer	Gebäudeenergie	2.018,00	0,08	
40a	Gebäude	SRU (2019)	CO2-Preis	Strom und Heizkosten	2.018,00	-0,50	

Nr.	Sektor	Quelle	Instrument	Energieträger	Zeitraum	Elastizität kurze Frist	Elastizität lange Frist
40b	Gebäude	SRU (2019)	CO2-Preis	Strom und Heizkosten	2.018,00	-0,50	
40c	Gebäude	SRU (2019)	CO2-Preis	Strom und Heizkosten	2.018,00	-0,60	
40d	Gebäude	SRU (2019)	CO2-Preis	Strom und Heizkosten	2.018,00	-0,70	
40e	Gebäude	SRU (2019)	CO2-Preis	KfZ und Instandhaltung	2.018,00	-0,60	
40f	Gebäude	SRU (2019)	CO2-Preis	KfZ und Instandhaltung	2.018,00	-0,50	
40g	Gebäude	SRU (2019)	CO2-Preis	KfZ und Instandhaltung	2.018,00	-0,40	
40h	Gebäude	SRU (2019)	CO2-Preis	KfZ und Instandhaltung	2.018,00	-0,30	
41a	Verkehr	Köppl und Schratzenstaller (2021)	Steuer	Benzin	2004-2015	-0,13	-0,33
41b	Verkehr	Köppl und Schratzenstaller (2021)	Steuer	Diesel	2004-2015	-0,13	-0,38
41c	Verkehr	Köppl und Schratzenstaller (2021)	Steuer	Benzin	2004-2015	-0,31	
41d	Verkehr	Köppl und Schratzenstaller (2021)	Steuer	Diesel	2004-2015	-0,16	
41e	Verkehr	Köppl und Schratzenstaller (2021)	Steuer	Benzin	k.A.	-0,09 bis -0,76	-0,31 bis -1,16
41f	Verkehr	Köppl und Schratzenstaller (2021)	Steuer	Diesel	k.A.	-0,20	-0,60
41g	Verkehr	Köppl und Schratzenstaller (2021)	Steuer	Kraftstoffe	k.A.	-0,1 bis -0,25	0,70
41h	Industrie	Köppl und Schratzenstaller (2021)	CO2-Preis	fossile Energieträger	1991-2001	-0,44	

Nr.	Sektor	Quelle	Instrument	Energieträger	Zeitraum	Elastizität kurze Frist	Elastizität lange Frist
41i	Industrie	Köppl und Schratzenstaller (2021)	CO2-Preis	fossile Energieträger	1991-2001	-0,38	
41j	Industrie	Köppl und Schratzenstaller (2021)	CO2-Preis	fossile Energieträger	k.A.	-0,22	-0,65
42a	allgemein	Rafaty et al. (2021)	Steuer u./o. ETS	Energie insgesamt	1990-2016	-	-0,03
42b	Gebäude	Rafaty et al. (2021)	Steuer u./o. ETS	fossile Brennstoffe	1990-2016	-	-0,19
43a	Gesamtwirtschaft	Oswald et al. (2020)	Keines (Einkommenselastizität)	Strom, Heizstoffe	2.011,00	<1	-
43b	Gesamtwirtschaft	Oswald et al. (2020)	Keines (Einkommenselastizität)	Kraftstoffe	2.011,00	>1	-
44a	Gebäude	Seefeldt und Weinert (2013)	Steuer	Erdgas, Raumwärme	k.A.	-0,20	
44b	Gebäude	Seefeldt und Weinert (2013)	Steuer	Erdgas, Warmwasser	k.A.	-0,05	
44c	Gebäude	Seefeldt und Weinert (2013)	Steuer	Heizöl, Raumwärme	k.A.	-0,20	
44d	Gebäude	Seefeldt und Weinert (2013)	Steuer	Heizöl, Warmwasser	k.A.	-0,05	
44e	Gebäude	Seefeldt und Weinert (2013)	Steuer	Strom, Raumwärme	k.A.	-0,20	
44f	Gebäude	Seefeldt und Weinert (2013)	Steuer	Strom, Warmwasser	k.A.	-0,05	
44g	Gebäude	Seefeldt und Weinert (2013)	Steuer	Strom, Elektrogeräte	k.A.	-0,03	
45h	Gebäude	Seefeldt und Weinert (2013)	Steuer	Erdgas, Raumwärme	k.A.	-0,20	
44i	Gebäude	Seefeldt und Weinert (2013)	Steuer	Erdgas, Prozesswärme	k.A.	-0,03	

Nr.	Sektor	Quelle	Instrument	Energieträger	Zeitraum	Elastizität kurze Frist	Elastizität lange Frist
44j	Gebäude	Seefeldt und Weinert (2013)	Steuer	Heizöl, Raumwärme	k.A.	-0,20	
46k	Gebäude	Seefeldt und Weinert (2013)	Steuer	Heizöl, Prozesswärme	k.A.	-0,03	
44l	Gebäude	Seefeldt und Weinert (2013)	Steuer	Strom, Raumwärme	k.A.	-0,20	
44m	Gebäude	Seefeldt und Weinert (2013)	Steuer	Strom, Prozesswärme	k.A.	-0,03	
44n	Industrie	Seefeldt und Weinert (2013)	Steuer	Erdgas	k.A.	-0,10	
44o	Industrie	Seefeldt und Weinert (2013)	Steuer	Heizöl	k.A.	-0,10	
44p	Industrie	Seefeldt und Weinert (2013)	Steuer	Strom	k.A.	-0,03	
44q	Verkehr	Seefeldt und Weinert (2013)	Steuer	Benzin	k.A.	-0,25	
44r	Verkehr	Seefeldt und Weinert (2013)	Steuer	Diesel	k.A.	-0,05	
45a	Gebäude	Bach et al. (2019)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Erdgas	2000-2018	-0,25	-0,56
45b	Gebäude	Bach et al. (2019)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Heizöl	2000-2018	-0,14	-0,70
45c	Gebäude	Bach et al. (2019)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Strom	2000-2018	-0,20	-0,40
45d	Gebäude	Bach et al. (2019)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Strom	2000-2018	-0,21	-0,97
45e	Gebäude	Bach et al. (2019)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Strom	2000-2018	-0,11	-0,29
45f	Verkehr	Bach et al. (2019)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Benzin	2000-2018	-0,19	-0,47

Nr.	Sektor	Quelle	Instrument	Energieträger	Zeitraum	Elastizität kurze Frist	Elastizität lange Frist
45g	Verkehr	Bach et al. (2019)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Diesel	2000-2018	-0,13	-0,43
46a	allgemein	Labandeira et. al. (2017)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Energie insgesamt	1945-2016	-0,22	-0,58
46b	allgemein	Labandeira et. al. (2017)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Strom	1945-2016	-0,13	-0,37
46c	allgemein	Labandeira et. al. (2017)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Gas	1945-2016	-0,18	-0,65
46d	allgemein	Labandeira et. al. (2017)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Benzin	1945-2016	-0,29	-0,77
46e	allgemein	Labandeira et. al. (2017)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Diesel	1945-2016	-0,15	-0,44
46f	allgemein	Labandeira et. al. (2017)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Heizöl	1945-2016	-0,02	-0,19
47a	allgemein	Huntington et al. (2019)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Rohöl	1984-2016	-0,07	-0,15
47b	allgemein	Huntington et al. (2019)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Diesel	1984-2016	-0,41	-0,50
47	allgemein	Huntington et al. (2019)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Gas	1984-2016	-0,23	-1,36
47c	allgemein	Huntington et al. (2019)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Strom	1984-2016	-0,44	-0,46
47d	allgemein	Huntington et al. (2019)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Strom	1984-2016	-0,32	-0,49
47e	Verkehr	Huntington et al. (2019)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Rohöl	1984-2016	0,05	0,07
47f	Verkehr	Huntington et al. (2019)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Benzin	1984-2016	-0,48	-1,03
47g	Verkehr	Huntington et al. (2019)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Benzin	1984-2016	-0,37	-0,91

Nr.	Sektor	Quelle	Instrument	Energieträger	Zeitraum	Elastizität kurze Frist	Elastizität lange Frist
47h	Verkehr	Huntington et al. (2019)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Benzin	1984-2016	-0,20	-0,40
47i	Verkehr	Huntington et al. (2019)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Benzin	1984-2016	-0,10	-0,73
47j	Verkehr	Huntington et al. (2019)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Benzin	1984-2016	-0,22	-0,46
47k	Verkehr	Huntington et al. (2019)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Benzin	1984-2016	-	-0,06
47l	Verkehr	Huntington et al. (2019)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Benzin	1984-2016	-0,08	-0,20
47m	Verkehr	Huntington et al. (2019)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Benzin	1984-2016	-	-0,47
47n	Verkehr	Huntington et al. (2019)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Benzin	1984-2016	-0,05	-0,26
47o	Verkehr	Huntington et al. (2019)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Benzin	1984-2016	-0,77	-
47p	Verkehr	Huntington et al. (2019)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Diesel	1984-2016	-	0,10
47q	Verkehr	Huntington et al. (2019)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Diesel	1984-2016	-0,41	-
47r	Gebäude	Huntington et al. (2019)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Gas	1984-2016	-0,02	-1,03
47s	Gebäude	Huntington et al. (2019)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Gas	1984-2016	-0,33	-1,88
47t	Gebäude	Huntington et al. (2019)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Strom	1984-2016	-0,45	-0,41
47u	Gebäude	Huntington et al. (2019)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Strom	1984-2016	-0,35	-0,81
47v	Gebäude	Huntington et al. (2019)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Strom	1984-2016	-0,42	-0,32

Nr.	Sektor	Quelle	Instrument	Energieträger	Zeitraum	Elastizität kurze Frist	Elastizität lange Frist
47w	Gebäude	Huntington et al. (2019)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Strom	1984-2016	-0,65	-0,41
47x	Gebäude	Huntington et al. (2019)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Strom	1984-2016	-	-0,08
47a	allgemein	Stern (2010)	Kreuzpreiselastizität	Kohle/Öl	-	-	-
48b	allgemein	Stern (2010)	Kreuzpreiselastizität	Kohle/Gas	-	-	-
48c	allgemein	Stern (2010)	Kreuzpreiselastizität	Kohle/ Strom	-	-	-
48d	allgemein	Stern (2010)	Kreuzpreiselastizität	Öl/Gas	-	-	-
48e	allgemein	Stern (2010)	Kreuzpreiselastizität	Öl/Strom	-	-	-
48f	allgemein	Stern (2010)	Kreuzpreiselastizität	Gas/Strom	-	-	-
49a	Verkehr	Edenhofer et al. (2019)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Diesel	-	-	-0,90
49b	Verkehr	Edenhofer et al. (2019)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Benzin	-	-	-0,70
49c	Gebäude	Edenhofer et al. (2019)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Gas	-	-	-0,70
49d	Gebäude	Edenhofer et al. (2019)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Heizöl	-	-	-0,70
49e	Gebäude	Edenhofer et al. (2019)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Heizöl/ Gas	-	-	-0,70
50a	Gebäude	Simmons-Süer et al. (2011)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Strom	-	-0,20	-0,60
50b	Gebäude	Simmons-Süer et al. (2011)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Strom	-	-0,20	-0,6 bis -1

Nr.	Sektor	Quelle	Instrument	Energieträger	Zeitraum	Elastizität kurze Frist	Elastizität lange Frist
51	Verkehr	de Yong et al. (2010)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Kraftstoffe		-0,1 bis -1	-1,00
52	Gebäude	Trotta et al. (2022)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Heizöl/Gas	2015-2019	-0,53	-0,64
53a	Gebäude	Ewald et al.(2021)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Energie gesamt	1990-2018		-0,2 bis -0,7
53b	Gebäude	Ewald et al. (2021)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Wärme	1990-2018		-0,3 bis -0,8
53c	Gebäude	Ewald et al. (2021)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Energie gesamt	1990-2018	-0,10	-0,50
53d	Gebäude	Ewald et al. (2021)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Energie gesamt	1990-2018		0,2 bis 0,9
53e	Gebäude	Ewald et al. (2021)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Wärme	1990-2018		0,3 bis 0,9
54a	Gebäude	Salari und Javid (2016)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Gas	2005-2013	-0,56	-1,90
54b	Gebäude	Salari und Javid (2016)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Strom	2005-2013	-0,07	-0,31
55	Gebäude	O'Broin et al. (2015)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Wärme	1970-2005		-0,25
56	Gebäude	Schmitz und Madlener (2016)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Wärme	1996-2014	0,50	0,70
57a	Gebäude	Erias und Iglesias (2022)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Gas	1.996,00	-0,02	
57b	Gebäude	Erias und Iglesias (2022)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Gas	1978-2002	-0,24 bis 0,02	-1,84 bis -1,15
57c	Gebäude	Erias und Iglesias (2022)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Gas	1978-2002	0,03 bis 0,33	2,09 bis 2,25
57d	Gebäude	Erias und Iglesias (2022)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Gas	1960-2007	-0,50	-0,14

Nr.	Sektor	Quelle	Instrument	Energieträger	Zeitraum	Elastizität kurze Frist	Elastizität lange Frist
57e	Gebäude	Erias und Iglesias (2022)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Gas	1978-2003	-0,15 bis -0,06	-0,84 bis -0,16
57f	Gebäude	Erias und Iglesias (2022)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Gas	1980–2006	-0,73 bis -0,32	-0,65 bis 2,17
57g	Gebäude	Erias und Iglesias (2022)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Gas	1999-2007	-0,56	-0,69
57h	Gebäude	Erias und Iglesias (2022)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Gas	1990-2007	-0,20	-0,28
57i	Gebäude	Erias und Iglesias (2022)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Gas	1979–2006	0,90 bis 3,76	
57j	Gebäude	Erias und Iglesias (2022)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Gas	1978–2011	-0,16	
57k	Gebäude	Erias und Iglesias (2022)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Gas	1978–2011	1,19	
57l	Gebäude	Erias und Iglesias (2022)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Gas	1978–2011	-0,68 bis -0,5	
57m	Gebäude	Erias und Iglesias (2022)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Gas	1978–2011	0,7 bis 1,13	
57n	Gebäude	Erias und Iglesias (2022)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Gas	2010-2014	-0,73	
57o	Gebäude	Erias und Iglesias (2022)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Gas	1980-2016	0,00	0,00
57p	Gebäude	Erias und Iglesias (2022)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Gas	1970-2016	-0,19	
57q	Gebäude	Erias und Iglesias (2022)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Gas	1970-2016	-0,49	
57r	Gebäude	Erias und Iglesias (2022)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Gas	2005-2020	-0,70	-0,20
58a	Gebäude/Verkehr	Lutz und Becker (2023)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Strom	2000 bis heute	-0,13	

Nr.	Sektor	Quelle	Instrument	Energieträger	Zeitraum	Elastizität kurze Frist	Elastizität lange Frist
58b	Gebäude/Verkehr	Lutz und Becker (2023)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Wärme	2000 bis heute	-0,12	
58c	Gebäude/Verkehr	Lutz und Becker (2023)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Benzin/Diesel	2000 bis heute	-0,07	
58d	Gebäude/Verkehr	Lutz und Becker (2023)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Strom	2000 bis heute	0,52	
58e	Gebäude/Verkehr	Lutz und Becker (2023)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Wärme	2000 bis heute	0,12	
58f	Gebäude/Verkehr	Lutz und Becker (2023)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Benzin/Diesel	2000 bis heute	0,92	
59a	Haushalte und Industrie	Ruhnau et al. (2022)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Gas	2019-2021	-0,30	
59b	Haushalte und Industrie	Ruhnau et al. (2022)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Gas	2019-2021	-0,04	
60	Industrie	Hirth et al. (2022)	Keines (Preisänderungen allgemein)	Strom	2019-2021	-0,05	

Quelle: eigene Darstellung

9 Quellenverzeichnis

- Adamou, A., Clerides, S., Zachariadis, T. (2014): Welfare Implications of Car Feebates: A Simulation Analysis. In: The Economic Journal. Jg. 124, Nr. 578. S. F420–F443.
- Agora Energiewende (2017): Neue Preismodelle für Energie. Grundlagen einer Reform der Entgelte, Steuern, Abgaben und Umlagen auf Strom und fossile Energieträger. Abrufbar unter: https://www.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2017/Abgaben_Umlagen/Agora_Abgaben_Umlagen_WEB.pdf. (25.06.2024)
- Agora Energiewende, Wuppertal Institut (2019): Klimaneutrale Industrie: Schlüsseltechnologien und Politikoptionen für Stahl, Chemie und Zement. Abrufbar unter: https://www.agora-energiewende.de/fileadmin2/Projekte/2018/Dekarbonisierung_Industrie/164_A-EW_Klimaneutrale-Industrie_Studie_WEB.pdf. (25.06.2024)
- Agora Energiewende, Agora Verkehrswende, RAP (2021): Ladeblockade Netzentgelte. Abrufbar unter: https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2021/2021_03_LIPE/A-EW_A-VW_RAP_LIPE_WEB.pdf. (25.06.2024)
- Agora Industry (2022): Klimaschutzverträge für die Industrietransformation: Kurzfristige Schritte auf dem Pfad zur Klimaneutralität der deutschen Grundstoffindustrie. <https://www.agora-industrie.de/publikationen/klimaschutzvertraege-fuer-die-industrietransformation-gesamtstudie>(25.06.2024)
- Agora Verkehrswende (2021): E-Auto-Kostencheck. Gesamtkosten und Preise von Elektro- und Verbrennerfahrzeugen im Vergleich. Abrufbar unter: https://www.agora-verkehrswende.de/fileadmin/Projekte/2021/E-Auto-Kostencheck/Agora-Verkehrswende_E-Auto-Kostencheck.pdf. (25.06.2024)
- Ahmann, L., Christian, L., Florian, K., Lange, S., Peuckert, J. (2020): Policy Maßnahmensets zur Eindämmung makroökonomischer Rebound Effekte. ReCap Policy Brief 1. Berlin Abrufbar unter: https://s4d498c463f6bfa2.jimcontent.com/download/version/1613640977/module/8295280063/name/ReCap_Policy%20Brief%201_Ma%C3%9Fnahmensets.pdf (25.06.2024)
- Ahrens, S., Pirschel, I., Snower, D. J. (2017): A theory of price adjustment under loss aversion. In: Journal of Economic Behavior & Organization. Jg. 134, S. 78–95. <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2016.12.008> (25.06.2024)
- Aigeltinger, G., Römer, D., Heindl, P., Liessem, V., Schwengers, C., Vogt, C. (2015): Zum Stromkonsum von Haushalten in Grundsicherung: Eine empirische Analyse für Deutschland. Abrufbar unter: <https://ftp.zew.de/pub/zew-docs/dp/dp15075.pdf> (25.06.2024)
- Allianz pro Schiene (2022): Energiesteuern, -umlagen und -entgelte im Güterverkehr. Abrufbar unter: https://www.allianz-pro-schiene.de/wp-content/uploads/2022/01/220131_Steuern-und-Abgaben-Bahnstrom.png. (25.06.2024)
- Angrist, J. D., Pischke, J.-S. (2009): Mostly Harmless Econometrics. Princeton
- Asche, F.; Nilsen, O.; Tveteras, R. (2008): Natural Gas Demand in the European Household Sector. In: The Energy Journal 29(3):27-46. DOI:10.2307/41323168 (25.06.2024)
- Bach, S. (2005): Be- und Entlastungswirkungen der Ökologischen Steuerreform nach Produktionsbereichen - Band I des Endberichts für das Projekt: „Quantifizierung der Effekte der Ökologischen Steuerreform auf Umwelt, Beschäftigung und Innovation“. Abrufbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/2960.pdf> (25.06.2024)
- Bach, S.; Isaak, N.; Kemfert, C.; Kunert, U.; Schill, W.; Wäger, N.; Zaklan, A. (2019a): CO₂-Bepreisung im Wärme- und Verkehrssektor: Diskussion von Wirkungen und alternativen Entlastungsoptionen. Abrufbar unter: https://www.diw.de/de/diw_01.c.676036.de/publikationen/politikberatung_kompakt/2019_0140/co2-

bepreisung_im_waerme-
und_verkehrssektor_diskussion_von_riums_fuer_umwelt_naturschutz_und_nukleare_sicherheit_bmu.
html. (25.06.2024)

Bach, S.; Isaak, N.; Kemfert, C.; Wagner, N. (2019b): Lenkung, Aufkommen, Verteilung: Wirkungen von CO₂-Bepreisung und Rückvergütung des Klimapakets. Abrufbar unter: https://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.683685.de/diw_aktuell_24.pdf (25.06.2024)

Bach, S.; Buslei, H.; Harnisch, M.; Isaak, N. (2019c): okosteuer-Einnahmen sorgen noch heute für niedrigere Rentenbeiträge und höhere Renten. DIW Wochenbericht 13 / 2019, S. 223-231. Berlin. https://www.diw.de/de/diw_01.c.617687.de/publikationen/wochenberichte/2019_13_2/oekosteuer-einnahmen_sorgen_noch_heute_fuer_niedrigere_rentenbeitraege_und_hoehere_renten.html (25.06.2024)

Bär, H.; Runkel, M.; Schlichter, L. (2020): Reformvorschlag Kfz-Steuer: Wie eine Zulassungssteuer Klimaschutz im Verkehr voranbringen kann. Abrufbar unter: (FÖS 2020): https://foes.de/publikationen/2020/2020-03_FOES_Reform-Kfz-Steuer.pdf. (25.06.2024)

Bär, H.; Leisinger, C.; Runkel, M. (2022): Finanzpolitik für die ökologisch-Soziale Marktwirtschaft. Warum Umweltsteuern sinken und wie wir sie auf Klimaschutz programmieren. Abrufbar unter: https://foes.de/publikationen/2022/2022-03_FOES_Steuerstruktur_2021.pdf (25.06.2024)

Bayernwerk (2022): bayernwerk - Messkonzept 14a. Abrufbar unter: <https://www.bayernwerk-netz.de/content/dam/revu-global/bayernwerk-netz/files/energieservice/messstellenbetrieb/wp-messkonzepte.pdf> (25.06.2024)

BDEW (2019): Wie heizt Deutschland 2019? BDEW-Studie zum Heizungsmarkt. Abrufbar unter: https://www.bdew.de/media/documents/Pub_20191031_Wie-heizt-Deutschland-2019.pdf (25.06.2024)

BDEW (2022): Gaspreis und CO₂-Preis. Abrufbar unter: <https://www.bdew.de/presse/pressemappen/gaspreis-und-co-2-preis/#:~:text=Da%20die%20Energietr%C3%A4ger%20nach%20dem,etwa%2010%20Prozent%20des%20Endpreises.> (25.06.2024)

BDH (2022): Marktentwicklung Wärmeerzeuger Deutschland 2012-2021. Abrufbar unter: https://www.bdh-industrie.de/fileadmin/user_upload/Pressemeldungen/Pressegrafik_Marktentwicklung_Waermeerzeuger_Deutschland_2012-2021.pdf. (25.06.2024)

Beermann, A.; Fiedler, S.; Runkel, M.; Schrems, I.; Zerkawy, F. (2021): Zehn klimaschädliche Subventionen sozial gerecht abbauen – ein Zeitplan. Forum ökologisch-Soziale Marktwirtschaft. Im Auftrag von Greenpeace. https://foes.de/publikationen/2021/2021-02_FOES_Klimaschaedliche_Subventionen_sozial_gerecht_abbauen.pdf (25.06.2024)

Bernath, C.; Bossmann, T.; Deac, G.; Elmland, R.; Fleiter, T.; Kühn, A.; Pfluger, B.; Ragwitz, M.; Rehfeldt, M.; Sensfu, F.; Steinbach, J.; Cronenberg, A.; Ladermann, A.; Linke, C.; Maurer, C.; Tersteegen, B.; Willemsen, S.; Franke, B.; Kauertz, B.; Pehnt, M.; Rettenmaier, N.; Hartner, M.; Krankl, L.; Schade, W.; Catenazzi, G.; Jakob, M.; Reiter, U. (2017a): Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland Modul 3: Referenzszenario und Basisszenario Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Abrufbar unter: https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/B/berichtsmodul-3-referenzszenario-und-basisszenario.pdf?__blob=publicationFile&v=4 (25.06.2024)

Bernstein, M.; Griffin (2006): Regional Differences in the Price-Elasticity of Demand for Energy. Abrufbar unter: <http://www.nrel.gov/docs/fy06osti/39512.pdf>. (25.06.2024)

Bernstein, R.; Madlener, R. (2011): Residential Natural Gas Demand Elasticities in OECD Countries: An ARDL Bounds Testing Approach. FCN Working Paper No. 15/2011. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2078036> (25.06.2024)

Bissiri, M.; Reis, I.; Figueiredo, N.; Pereira da Silva, P. (2019): Econometric analysis of the drivers for residential heating consumption in the UK and Germany. In: *Journal of Cleaner Production*, Volume 228, 10 August 2019, Pages 557-569. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.178> (25.06.2024)

Bitkom (2019): Vernetzte Mobilität. Abrufbar unter: https://www.bitkom.org/sites/default/files/2019-09/bitkom-charts-vernetzte-mobilitat-05-09-2019_final.pdf (25.06.2024)

Blanck, R.; Zimmer, W.; Runkel, M.; Kresin, J.; Klinski, S. (2020): Klimaschutz im Verkehr: Reformbedarf der fiskalpolitischen Rahmenbedingungen und internationale Beispiele Teilbericht zum Forschungsvorhaben „Fiskalische Rahmenbedingungen für eine postfossile Mobilität: Konzeptionelle und konkrete Vorschläge zur Weiterentwicklung des Systems von Steuern, Abgaben, Umlagen, Entgelten und Subventionen. Im Auftrag des Umweltbundesamtes (Hrsg.). Texte 165/2020. https://foes.de/publikationen/2020/2020-09_FOES_Klimaschutz-Verkehr-Reformbedarf-fiskalpolitischer-Rahmenbedingungen.pdf (25.06.2024)

Blanck, R., Kreye, K. (2021): Verteilungswirkungen ausgewählter klimapolitischer Maßnahmen im Bereich Mobilität. https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Verteilungswirkungen-ausgewaehlter-klimapolitischer-Massnahmen-im-Bereich-Mobilitaet_Oeko-Institut.pdf (25.06.2024)

Blanck, R.; Zimmer, W.; Mottschall, M.; Göckeler, K.; Keimeyer, F.; Runkel, M.; Kresin, J.; Klinski, S. (2021b): Mobilität in die Zukunft steuern: Gerecht, individuell und nachhaltig. Abschlussbericht zum UBA-Vorhaben „Fiskalische Rahmenbedingungen für eine postfossile Mobilität“. Im Auftrag des Umweltbundesamtes. Texte 85/2021. https://foes.de/publikationen/2021/2021-11_FOES_Mobilitaet_in_die_Zukunft_steuern.pdf (25.06.2024)

Blasch, J., Daminato, C. (2018): Behavioral Anomalies and Energy-Related Individual Choices: The Role of Status-Quo Bias. *The Energy Journal* 41, no. 6 (2020): 181–214. <https://www.jstor.org/stable/27035299>. (25.06.2024)

Brand, C., Anable, J., Tran, M. (2013): Accelerating the transformation to a low carbon passenger transport system: The role of car purchase taxes, feebates, road taxes and scrappage incentives in the UK. In: *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. Jg. Volume 49, S. 132–148. (25.06.2024)

Braungardt, S.; Keimeyer, F.; Klinski, S. (2021): Teilwarmmietenmodelle im Wohnungsmietrecht als geeignetes Anreizinstrument zum Klimaschutz? Kurzstudie zur rechtlichen und praktischen Machbarkeit. Abrufbar unter: <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/SozUP-Teilwarmmieten.pdf>. (25.06.2024)

Bräuninger, M.; Schulze, S.; Straubhaar, T. (2007): Ökologische Steuerreform in der Schweiz. HWWI Policy Papier No 1-5. Hamburgisches WeltWirtschaftsinstitut (HWWI), Hamburg. Abrufbar unter: <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/47662/1/663179580.pdf> (25.06.2024)

Bohi, D. R., Zimmerman, M. B. (1984): An Update on Econometric Studies of Energy Demand Behavior. In: *Annual Review of Energy*. Jg. Volume 9, S. 105–154. <https://doi.org/10.1146/annurev.eg.09.110184.000541> (25.06.2024)

Büchs, M., Ivanova, D., Schnepf, S. V. (2021): Fairness, effectiveness, and needs satisfaction: new options for designing climate policies. In: *Environmental Research Letters*. Jg. 16, Nr. 124026. Abrufbar unter: DOI 10.1088/1748-9326/ac2cb1 (25.06.2024)

Bundesministerium für Finanzen (BMF) (2022): Zusätzliche Informationen zum Regierungsentwurf 2022. Abrufbar unter: https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Downloads/Oeffentliche-Finanzen/Bundeshaushalt/kabinetttvorlage-zweiter-regierungsentwurf-2022.pdf?__blob=publicationFile&v=7 (25.06.2024)

Bundesministerium für Umwelt und Reaktorsicherheit (BMU) (2017): Projektionsbericht 2017 für Deutschland gemäß Verordnung (EU) Nr. 525/2013. Abrufbar unter:

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/372/dokumente/projektionsbericht_2017_uba_website.pdf (25.06.2024)

Bundesministerium für Umwelt und Reaktorsicherheit (BMU) (2021): Entwurf einer Verordnung über Maßnahmen zur Vermeidung von Carbon- Leakage durch den nationalen Brennstoffemissionshandel (BEHG-Carbon- Leakage-Verordnung – BECV). Abrufbar unter:

https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Glaeserne_Gesetze/19_Lp/bevcv/Entwurf/bevcv_refe_bf.pdf (25.06.2024)

Bundesministerium für Wirtschaft (BMWi) (2017): Nationaler Energieeffizienz-Aktionsplan (NEEAP) 2017 der Bundesrepublik Deutschland. Abrufbar unter:

<http://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/nationaler-aktionsplan-energieeffizienz-neeap.html>. (25.06.2024)

Bundesministerium für Wirtschaft (BMWi) (2021): Gesamtausgabe der Energiedaten – Datensammlung des BMWi. Abrufbar unter: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/energiedaten-gesamtausgabe.html>. (25.06.2024)

Bundesministerium für Wirtschaft (BMWi) (2022): Energiedaten. Gesamtausgabe. Abrufbar unter:

<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/energiedaten-gesamtausgabe.html>. (25.06.2024)

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) (2022): Kabinett bringt Abschaffung der EEG-Umlage auf den Weg. Pressemitteilung vom 09.03.2022. Abrufbar unter:

<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2022/03/20220309-kabinett-bringt-abschaffung-der-eeg-umlage-auf-den-weg.html>. (25.06.2024)

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) (2020): Altmaier: „Die EEG-Umlage 2021 sinkt – Entlastung aus dem Konjunkturpaket wird umgesetzt“. Abrufbar unter:

<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2020/10/20201015-altmaier-die-eeg-umlage-2021-sinkt-entlastung-aus-dem-konjunkturpaket-wird-umgesetzt.html>. (25.06.2024)

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) (2022a): Kabinett bringt Abschaffung der EEG-Umlage auf den Weg. Abrufbar unter:

<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2022/03/20220309-kabinett-bringt-abschaffung-der-eeg-umlage-auf-den-weg.html>. (25.06.2024)

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) (2022b): Staatlich veranlasste Bestandteile des Strompreises. Abrufbar unter: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/strompreise-bestandteile-staatlich.html>. (25.06.2024)

Bundesnetzagentur (2022): Monitoringbericht 2021. Abrufbar unter:

https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Mediathek/Monitoringberichte/Monitoringbericht_Energie2021.pdf?__blob=publicationFile&v=3 (25.06.2024)

Deutscher Bundestag (2021): Beschlussempfehlung und Bericht des Ausschusses für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (16. Ausschuss) zu der Verordnung über Maßnahmen zur Vermeidung von Carbon-Leakage durch den nationalen Brennstoffemissionshandel (BEHG-Carbon-Leakage-Verordnung – BECV. Abrufbar unter: <https://dserver.bundestag.de/btd/19/309/1930955.pdf>. (25.06.2024)

Bundesverband eMobilität e.V. (2021): eAuto-Kauf: Kosten deutlich unter Verbrenner-Pkw-Niveau. Abrufbar unter: <https://www.presseportal.de/pm/79936/4818679>. (25.06.2024)

Burger, A.; Brettschneider, W. (2021): Umweltschädliche Subventionen in Deutschland. Aktualisierte Ausgabe 2021. Umweltbundesamt (Hrsg.) Texte 143/2021.

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte_143-2021_umweltschaedliche_subventionen.pdf (25.06.2024)

- Bundesverband Wärmepumpe e.V. (BWP) (2021): Branchenstudie 2021: Marktanalyse -Szenarien - Handlungsempfehlungen. Abrufbar unter: https://www.waermepumpe.de/uploads/tx_bcpagflip/BWP_Branchenstudie2021_Update.pdf. (25.06.2024)
- Bundesverband Wärmepumpe e.V. (BWP) (2022): Wärmepumpen-Marktanteile in Deutschland. Abrufbar unter: <https://www.waermepumpe.de/presse/zahlen-daten/>. (25.06.2024)
- Chang, B., Kang, S. J., Jung, T. Y. (2019): Price and Output Elasticities of Energy Demand for Industrial Sectors in OECD Countries. In: Sustainability 2019, 11(6), 1786; <https://doi.org/10.3390/su11061786> (25.06.2024)
- Cialani, C.; Mortazavi, R. (2018): Household and industrial electricity demand in Europe. In: Energy Policy Volume 122, pp. 592–600. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.07.060> (25.06.2024)
- CO2 online (2021): Stromverbrauch im Haushalt. Abrufbar unter: <https://www.co2online.de/energie-sparen/strom-sparen/strom-sparen-stromspartipps/stromverbrauch-im-haushalt/>. (25.06.2024)
- Csereklyei, Z. (2020): Price and income elasticities of residential and industrial electricity demand in the European Union. In: Energy Policy, 2020, vol. 137, issue C. DOI: 10.1016/j.enpol.2019.111079 (25.06.2024)
- Dahlqvist, A., Lundgren, T., Marklund, P.-O. (2021): The Rebound Effect in Energy-Intensive Industries: A Factor Demand Model with Asymmetric Price Response. In: The Energy Journal. Jg. 42, Nr. 3. S. 185–211. DOI: 10.5547/01956574.42.3.adah (25.06.2024)
- Davis, L., Kilian, L. (2011): Estimating the effect of a gasoline tax on carbon emissions. In: Journal of Applied Econometrics. Jg. 26, Nr. 7. S. 1187–1214. <https://doi.org/10.1002/jae.1156> (25.06.2024)
- Destatis (2021): Energiesteuerstatistik - Fachserie 14 Reihe 9.3 - 2020. Abrufbar unter: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Staat/Steuern/Verbrauchssteuern/Publikationen/Downloads-Verbrauchssteuern/energiesteuer-2140930207004.html>. (25.06.2024)
- D’Haultfœuille, X., Givord, P., Boutin, X. (2014): The Environmental Effect of Green Taxation: The Case of the French Bonus/Malus. In: The Economic Journal. Jg. 124, Nr. 578. S. F444–F480. <https://doi.org/10.1111/econj.12089> (25.06.2024)
- Deutsche Energie-Agentur GmbH (Hrsg.) (dena, 2021). „dena-Leitstudie Aufbruch Klimaneutralität. Abrufbar unter: https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2021/Abschlussbericht_dena-Leitstudie_Aufbruch_Klimaneutralitaet.pdf (25.06.2024)
- de Yong, G.; Schrotten, A.; van Essen, H.; Otten, M.; Bucci, P. (2010): Price sensitivity of European road freight transport – towards a better understanding of existing results. A report for Transport & Environment. https://cedelft.eu/wp-content/uploads/sites/2/2021/04/4053_defreportASc_1297950058.pdf (25.06.2024)
- Douenne, T. (2018): The vertical and horizontal distributive effects of energy taxes: A case study of a French policy. Abrufbar unter: <https://www.parisschoolofeconomics.eu/docs/douenne-thomas/douenne--the-vertical-and-horizontal-distributive-effects-of-energy-taxes.pdf> (25.06.2024)
- Du, Z.; Lin, B.; Li, M. (2021): Is factor substitution an effective way to save energy and reduce emissions? Evidence from China’s metallurgical industry. In: Journal of Cleaner Production 287, S. 125531. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.125531. (25.06.2024)
- Edenhofer, O.; Flachsland, C.; Kalkuhl, M.; Knopf, B.; Pahle, M. (2019): Optionen für eine CO2-Preisreform: MCC-PIK-Expertise für den Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung. Abrufbar unter: https://www.mcc-berlin.net/fileadmin/data/B2.3_Publications/Working%20Paper/2019_MCC_Optionen_f%C3%BCr_eine_CO2-Preisreform_final.pdf. (25.06.2024)

- EIA - Energy Information Administration (2020). Annual Energy Outlook 2020, with projections to 2050. Energy Information Administration. Washington, DC, 29.01.2020. Online verfügbar unter <https://www.eia.gov/outlooks/aeo/pdf/AEO2020%20Full%20Report.pdf> (25.06.2024)
- Engelmann, D., Hollard, G. (2010): Reconsidering the Effect of Market Experience on the “Endowment Effect “. In: *Econometrica*. Jg. 78, Nr. 6. S. 2005–2019. <https://doi.org/10.3982/ECTA8424> (25.06.2024)
- Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln (EWI) (2022). Szenarien für die Preisentwicklung von Energieträgern. Abrufbar unter: https://www.ewi.uni-koeln.de/cms/wp-content/uploads/2022/07/EWI-Studie_Preisentwicklung-von-Energietraegern_220714.pdf (25.06.2024)
- Erias, A.; Iglesias, M. (2022): Price and income elasticity of natural gas demand in Europe and the effects of lockdowns due to Covid-19, *Energy Strategy Reviews*, Volume 44, 2022, <https://doi.org/10.1016/j.esr.2022.100945>. (25.06.2024)
- Europäische Kommission, Generaldirektion Klimapolitik, Generaldirektion Energie, Generaldirektion Mobilität und Verkehr, De Vita, A., Capros, P., Paroussos, L., et al., EU reference scenario 2020 : energy, transport and GHG emissions : trends to 2050, Publications Office, 2021, <https://data.europa.eu/doi/10.2833/35750> (25.06.2024)
- Ewald, J., Sterner, T., Ó Broin, E., Mata, E. (2021): Saving energy in residential buildings: the role of energy pricing. In: *Climatic Change* Volume 167, No. 18. <https://doi.org/10.1007/s10584-021-03164-3> (25.06.2024)
- Fee, E.; Wehinger, F.; Schuberth, J.; Hendzlik, M.; Hölting, P. (2022): Aus der Energiekrise durch Effizienz und Suffizienz und UBA (2018): Mit Suffizienz mehr Klimaschutz modellieren. UBA Texte 74/2022. Abrufbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/2022-06-30_texte_74-2022_aus-energiekrise-durch-effizienz-suffizienz.pdf (25.06.2024)
- Finanztip (2021): Günstiger Strom für Wärmepumpen – unter zwei Bedingungen. Abrufbar unter: <https://www.finanztip.de/stromvergleich/waermepumpe/>. (25.06.2024)
- FÖS, IZES (2017): Netzentgelte als Steuerungsinstrumente der Energiewende. Unveröffentlichte Kurzanalyse im Rahmen des Projektes „Weiterentwicklung der Energiewendeziele in Hinblick auf die Klimaschutzziele 2050“. (25.06.2024)
- Frondel, M.; Peters, J.; Vance, C. (2007): Identifying the Rebound - Evidence from a German Household Panel. *Ruhr Economic Paper* No. 32. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1088074> (25.06.2024)
- Frondel, M.; Vance, C. (2018): Drivers’ response to fuel taxes and efficiency standards: evidence from Germany. In: *Transportation*, 2018, vol. 45, issue 3, No 13, 989-1001. DOI: 10.1007/s11116-017-9759-1 (25.06.2024)
- Frondel, M.; Kussel, G.; Sommer, S. (2019): Heterogeneity in the price response of residential electricity demand: A dynamic approach for Germany. In: *Resource and Energy Economics*, Vol. 59, p. 119-143. <https://doi.org/10.1016/j.reseneeco.2019.03.001> (25.06.2024)
- Gao, J., Peng, B., Smyth, R. (2021): On income and price elasticities for energy demand: A panel data study. In: *Energy Economics*. Jg. 96, Abrufbar unter: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105168>. (25.06.2024)
- Gechert, S.; Rietzler, K.; Schreiber, S.; Stein, U. (2019): Wirtschaftliche Instrumente für eine klima- und sozialverträgliche CO₂-Bepreisung. Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit. Abrufbar unter: https://www.boeckler.de/pdf/p_imk_study_65_2019.pdf (25.06.2024)
- Gerlagh, R., Bijgaart, I. van den, Nijland, H., Michielsen, T. (2015): Fiscal policy and CO₂ emissions of new passenger cars in the EU. Abrufbar unter: <http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/PBL-2015-Fiscal-policy-and-CO2-emissions-of-new-passenger-cars-in-the-EU-1644.pdf>. (25.06.2024)

- Greene, D. L. (2011): Uncertainty, loss aversion, and markets for energy efficiency. In: *Energy Economics*. Jg. 33, Nr. 4. S. 608–616. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2010.08.009> (25.06.2024)
- Grubb, M., Hourcade, J. C., Neuhoff, K. (2014): Planetary economics: energy, climate change and the three domains of sustainable development. *Economics of Energy & Environmental Policy* Vol. 4, No. 1 (March 2015), pp. 167-170. <https://www.jstor.org/stable/26189480>. (25.06.2024)
- Hautzinger, H.; Mayer, K.; Helms, M.; Kern, C.; Wiesenhütter, M.; Haag, G.; Binder, J. (2004): Analyse von Änderungen des Mobilitätsverhaltens – insbesondere der Pkw-Fahrleistung – als Reaktion auf geänderte Kraftstoffpreise. Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen. Schlussbericht zum Forschungsprojekt Nr. 96.0756/2002. http://www.ivt-research.de/pdf/Kraftstoffpreise_und_Mobilitaet.pdf (25.06.2024)
- Held, B. (2017): Auswirkungen der Internalisierung externer Kosten des Konsums. Eine empirische Analyse der sozialen Verteilungswirkungen. Abrufbar unter: <https://archiv.ub.uniheidelberg.de/volltextserver/25200/>. (25.06.2024)
- Held, B. (2019): Einkommensspezifische Energieverbräuche privater Haushalte. Eine Berechnung auf Basis der Einkommens- und Verbrauchstichprobe. In: WISTA Wirtschaft und Statistik 02/2019. Abrufbar unter: <https://www.destatis.de/DE/Methoden/WISTA-Wirtschaft-und-Statistik/2019/02/einkommensspezifische-energieverbraeuche-022019.pdf>. (25.06.2024)
- Henger, R.; Braungardt, S.; Köhler, B.; Meyer, R. (2022): Wer zahlt für den Klimaschutz im Gebäudesektor? Reformoptionen der Modernisierungsumlage. Abrufbar unter: https://ariadneprojekt.de/media/2021/07/Ariadne-Analyse_Modernisierungsumlage_August2021.pdf. (25.06.2024)
- Hirth, L.; Khanna, T.; Ruhnau, O. (2022): The (very) short-term price elasticity of German electricity demand, ZBW - Leibniz Information Centre for Economics, Kiel, Hamburg. <https://www.econstor.eu/handle/10419/249570> (25.06.2024)
- Houthakker, H. S., Verleger, P. K., Sheehan, D. P. (1974): Dynamic Demand Analyses for Gasoline and Residential Electricity. *American Journal of Agricultural Economics* Vol. 56, No. 2 (May, 1974), pp. 412-418. <https://doi.org/10.2307/1238776> (25.06.2024)
- Huntington, H.; Barrios, J.; Arora, V. (2019): Review of key international demand elasticities for major industrializing economies. In: *Energy Policy*, Vol. 133. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.110878> (25.06.2024)
- IEA - International Energy Agency (2019). *World Energy Outlook 2019*. International Energy Agency. Paris, 2019
- IEA - International Energy Agency (2020). *World Energy Outlook 2020*. International Energy Agency. Paris, 2020
- IEA - International Energy Agency (2021). *World Energy Outlook 2020*. International Energy Agency. Paris, 2021
- IN4climate.NRW (Hrsg.) 2021: *Industriewärme klimaneutral: Strategien und Voraussetzungen für die Transformation*. Ein Diskussionspapier der Arbeitsgruppe Wärme, Gelsenkirchen. https://www.energy4climate.nrw/fileadmin/Service/Publikationen/Ergebnisse_IN4climate.NRW/2021/diskussionspapier-klimaneutrale-waerme-industrie-cr-in4climatenrw.pdf (25.06.2024)
- ISPEX (2020): Wie hoch ist die CO₂-Abgabe 2021?. Abrufbar unter: <https://www.ispex.de/wie-hoch-ist-die-co2-abgabe-2021/>. (25.06.2024)
- Jacob, K., Range, C., Guske, A. L., Weiland, S., Pestel, N., Sommer, E. (2016): Verteilungswirkungen umweltpolitischer Maßnahmen und Instrumente. In: UBA Texte 73/2016. Abrufbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2018-01-11_texte_73-2016_abschlussbericht Verteilungswirkungen final.pdf. (25.06.2024)

- Kahneman, D., Knetsch, J. L., Thaler, R. H. (1991): Anomalies: The Endowment Effect, Loss Aversion, and Status Quo Bias. In: *Journal of Economic Perspectives*. Jg. 5, Nr. 1. S. 193–206. DOI: 10.1257/jep.5.1.193 (25.06.2024)
- Das Kraftfahrt-Bundesamt (KBA) (2022): Der Fahrzeugbestand am 1. Januar 2022. Abrufbar unter: https://www.kba.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/Fahrzeugbestand/2022/pm10_fz_bestand_pm_komplett.html. (25.06.2024)
- Kemmler, A.; Kirchner, A.; Auf der Maur, A.; Ess, F.; Kreidelmeyer, S.; Piégsa, A.; Spillmann, T.; Straßburg, S.; Wünsch, M.; Ziegenhagen, I.; Schломann, B.; Plötz, P.; Lutz, C.; Becker, L.; Fritsche, U. (2021): Energiewirtschaftliche Projektionen und Folgeabschätzungen 2030/2050. Im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Im Internet: <https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/ccx/2021/energiewirtschaftliche-projektionen-und-folgeabschaetzungen-2030-2050.pdf> (25.06.2024)
- Knobloch, F., Huijbregts, M. A. J., Mercure, J.-F. (2019): Modelling the effectiveness of climate policies: How important is loss aversion by consumers?. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Jg. 116, S. 109419. DOI: 10.1016/j.rser.2019.109419 (25.06.2024)
- Kohlhaas, M. (1994): Ökonomische Instrumente der Umweltpolitik. Abrufbar unter: https://www.econstor.eu/bitstream/10419/141071/1/vjh_v63_i04_pp354-375.pdf. (25.06.2024)
- Kok, R. (2015): Six years of CO₂-based tax incentives for new passenger cars in The Netherlands: Impacts on purchasing behavior trends and CO₂ effectiveness. In: *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. Jg. 77, S. 137–153. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2015.04.009> (25.06.2024)
- Köppl, A.; Sommer, M. (2016): Lenkungswirkung von Energiesteuern. Kurzfristige Elastizitäten für die Abschätzung der Anrechenbarkeit strategischer Maßnahmen im Energieeffizienzgesetz. Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung. Im Auftrag der Österreichischen Energieagentur. https://www.wifo.ac.at/wp-content/uploads/upload-4109/s_2016_energiesteuern_58882.pdf (25.06.2024)
- Köppl, A.; Schratzenstaller, M. (2021): Effects of Environmental and Carbon Taxation A Literature Review. In: WIFO Working Papers 619/2021. <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/231459/1/1750203480.pdf>
- Ladefragen.de (2020): Wie kann ich verbilligten Wärmepumpenstrom nach § 14a EnWG laden?. Abrufbar unter: <https://ladefragen.de/36/>. (25.06.2024)
- Labandeira, X., Lambeaga, J.M., Xiral, L.O. (2017): A meta-analysis on the price elasticity of energy demand. In: *Energy Policy*. Nr. 102. S. 549–568. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.01.002> (25.06.2024)
- Lawley, C.; Thivierge, V. (2018): Refining the evidence: British Columbia’s carbon tax and household gasoline consumption. In: *The Energy Journal*, Vol. 39, No. <https://doi.org/10.5547/01956574.39.2.claw>
- Li, S., Linn, J., Muehlegger, E. (2014): Gasoline Taxes and Consumer Behavior. In: *American Economic Journal: Economic Policy*. Jg. 6, Nr. 4. S. 02–342. <http://www.nber.org/papers/w17891> (25.06.2024)
- Li, R.; Woo, C.K.; Tishler, A.; Zarnikau, J. (2022): How price responsive is industrial demand for natural gas in the United States? In: *Utilities Policy* 74, S. 101318. DOI: 10.1016/j.jup.2021.101318 (25.06.2024)
- Litmann, T. (2019): Transportation Elasticities. How Prices and Other Factors Affect Travel Behavior. https://www.researchgate.net/publication/292770171_Transportation_elasticities_how_prices_and_others_factors_affect_travel_behavior (25.06.2024)
- Lutz, B.; Massier, P., Sommerfeld, K., Löschel, A. (2017): Drivers of Energy Efficiency in German Manufacturing: A Firm-Level Stochastic Frontier Analysis. In: *Centre for European Economic Research Discussion Paper*. Jg. 17–68, Abrufbar unter: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3091570. (25.06.2024)

- Lutz, C., Banning, M., Ahmann, L. & Flaute, M. (2021): Energy Efficiency and Rebound Effects in German Industry – Evidence from Macroeconometric Modeling. *Economic Systems Research* 34(3), pp. 253–272. DOI: [10.1080/09535314.2021.1937953](https://doi.org/10.1080/09535314.2021.1937953) (25.06.2024)
- Lutz, C., Becker, L. (2023). Effects of Energy Price Shocks on Germany's Economy and Private Households. In: Bardazzi, R., Paziienza, M.G. (eds) *Vulnerable Households in the Energy Transition. Studies in Energy, Resource and Environmental Economics*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-35684-1_2 (25.06.2024)
- Maurer, C.; Tersteegen, B.; Bekk, A.; Held, A.; Klobasa, M.; Greinacher, D.; Günther, R. (2020): Effiziente Ausgestaltung der Integration erneuerbarer Energien durch Sektorkopplung. Im Auftrag des Umweltbundesamtes. Texte 25/2020. Im Internet: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/effiziente-ausgestaltung-der-integration> (25.06.2024)
- Matthes, Dr. F. C., Schumacher, Dr. K., Blanck, R., Cludius, Dr. J., Hermann, H., Kreye, K., Loreck, C., Cook, V. (2021): CO₂-Bepreisung und die Reform der Steuern und Umlagen auf Strom: Die Umfinanzierung der Umlage des Erneuerbare-Energien-Gesetzes. Abrufbar unter: <https://www.stiftung-klima.de/app/uploads/2021/06/2021-06-03-Oeko-Institut-CO2-Bepreisung-und-die-Reform-der-Steuern.pdf>. (25.06.2024)
- Meyer, B. D. (1995): Natural and Quasi-Experiments in Economics. In: *Journal of Business & Economic Statistics*. Jg. 13, Nr. 2. S. 151–161. <https://doi.org/10.2307/1392369> (25.06.2024)
- Netztransparenz.de (2021a): EEG-Umlage 2022. Abrufbar unter: <https://www.netztransparenz.de/de-de/Erneuerbare-Energien-und-Umlagen/EEG/EEG-Finanzierung/EEG-Umlagen/EEG-Umlage-2022> (25.06.2024)
- Netztransparenz.de (2021b): Umlage nach §§ 26 und 26a KWKG 2020 ab 1. Januar 2022 (KWKG-Umlage 2022). Abrufbar unter: <https://www.netztransparenz.de/KWKG/KWKG-Umlagen-Uebersicht/KWKG-Umlage-2022>. (25.06.2024)
- Netztransparenz.de (2021c): Umlage nach § 17f Absatz 7 EnWG für 2022 (Offshore-Netzumlage 2022). Abrufbar unter: <https://www.netztransparenz.de/EnWG/Offshore-Netzumlage/Offshore-Netzumlagen-Uebersicht/Offshore-Netzumlage-2022#:~:text=In%20Zusammenfassung%20der%20o.g.%20Daten,entnehmen%20Sie%20dem%20beigef%C3%BCgten%20Foliensatz.> (25.06.2024)
- Netztransparenz.de (2021d): Umlage nach § 19 Abs. 2 StromNEV für 2022 (§ 19 StromNEV-Umlage). Abrufbar unter: <https://www.netztransparenz.de/EnWG/-19-StromNEV-Umlage/-19-StromNEV-Umlagen-Uebersicht/-19-StromNEV-Umlage-2022>. (25.06.2024)
- Netztransparenz.de (2021e): Umlage nach § 18 AbLaV für das Jahr 2022 (AbLaV-Umlage 2022). Abrufbar unter: <https://www.netztransparenz.de/EnWG/Abschaltbare-Lasten-Umlage/Abschaltbare-Lasten-Umlagen-Uebersicht/AblaV-Umlage-2022>. (25.06.2024)
- Nidodinoska, D.; Schröder, C. (2016): On the emissions–inequality and emissions–welfare trade-offs in energy taxation: Evidence on the German car fuels tax. In: *Resource and Energy Economics*, Vol. 44, p. 206–233. <https://doi.org/10.1016/j.reseneeco.2016.03.001> (25.06.2024)
- Noka, V.; Hünecke, K.; Schumacher, K. (2021): Literaturstudie über die Verteilungswirkung klimapolitischer Instrumente. Im Auftrag der Wissenschaftsplattform Klimaschutz mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz und des Bundesministeriums für Bildung und Forschung. Abrufbar unter: https://www.wissenschaftsplattform-klimaschutz.de/files/Oeko-Institut_WPKS_Literaturrecherche_Verteilungswirkungen.pdf (25.06.2024)
- Ó Broin, E.; Nässén, J.; Johnsson; F. (2015): The influence of price and non-price effects on demand for heating in the EU residential sector. In: *Energy* Volume 81, page 146–158. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.12.003> (25.06.2024)

- Oswald, Y.; Owen, A.; Steinberger, J.K. (2020): Large inequality in the international and intranational energy footprints between income groups and across consumption categories. In: *Nature Energy*, 5, S. 231-239. <https://doi.org/10.1038/s41560-020-0579-8> (25.06.2024)
- Pehnt, M., von Oehsen, A.; Blömer, S.; Mellwig, P.; Fiedler, S.; Freericks, C.; Zerkawy, F. (2017): Weiterentwicklung der Energiewende im Hinblick auf die Klimaschutzziele 2050. Umsetzungskonzept für den Wärmesektor. Bericht an das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) im Rahmen des Projektes „Weiterentwicklung der Energiewende im Hinblick.“ <https://foes.de/publikationen/2017/2017-07-FOES-Klimaschutz-und-Energiewende-Umsetzungskonzept-fuer-den-Waermesektor.pdf> (25.06.2024)
- Pothen, F.; Reanos, T. (2018): The Distribution of Material Footprints in Germany. In: *Ecological Economics*, Vol. 153, p. 237-251. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.06.001> (25.06.2024)
- Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (2020): Klimaneutrales Deutschland. Studie im Auftrag von Agora Energiewende, Agora Verkehrswende und Stiftung Klimaneutralität. Online verfügbar unter https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2020/2020_10_KNDE/A-EW_195_KNDE_WEB.pdf (25.06.2024)
- PwC (2020): Chancen und Risiken für die deutsche Heizungsindustrie im globalen Wettbewerb. Abrufbar unter: <https://www.pwc.de/de/energiewirtschaft/chancen-und-risiken-fur-die-deutsche-heizungsindustrie-im-globalen-wettbewerb.pdf>. (25.06.2024)
- Rafaty, R.; Dolphin, G.; Pretis, F. (2021): Carbon Pricing and the Elasticity of CO₂ Emissions. Institute for New Economic Thinking Working Paper Series No. 140. <https://doi.org/10.36687/inetwp140> (25.06.2024)
- Repenning, J.; Schumacher, K.; Bergmann, T.; Blanck, R.; Böttcher, H.; Bürger, V.; Cludius, J.; Emele, L.; Fleitner, T.; Jörß, W.; Hartwig, J.; Hennenberg, K.; Hermann, H.; Lösch, O.; Loreck, C.; Ludig, S.; Matthes, F.; Nissen, C.; Pfaff, M.; Rau, D.; Scheffler, M.; Sievers, L.; Thamling, N.; Welter, S.; Wiegmann, K.; Wirz, A.; Zell-Ziegler, C. (2019): Folgenabschätzung zu den ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Folgewirkungen der Sektorziele für 2030 des Klimaschutzplans 2050 der Bundesregierung. Im Internet: <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Folgenabschaetzung-Klimaschutzplan-2050-Endbericht.pdf> (25.06.2024)
- Repenning, J.; Harthan, R.; Blanck, R.; Böttcher, H.; Braungardt, S.; Bürger, V.; Emele, L.; Görz, W.; Hennenberg, K.; Jörß, W.; Ludig, S.; Matthes, F.; Mendelevitch, R.; Moosmann, L.; Nissen, C.; Rausch, L.; Scheffler, M.; Schumacher, K.; Wiegmann, K.; Wissner, N.; Zerrahn, A.; Brugger, H.; Fleiter, T.; Rehfeldt, M.; Rohde, C.; Schlomann, B.; Yu, S.; Steinbach, J.; Deurer, J.; Osterburg, B.; Rösemann, C.; Gensior, A.; Rock, J.; Stümer, W.; Rüter, S.; Fuß, R.; Tiemeyer, B.; Laggner, A.; Adaet S. al. (2021): Projektionsbericht 2021 für Deutschland. Gemäß Artikel 18 der Verordnung (EU) 2018/1999 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2018 über das Governance-System für die Energieunion und für den Klimaschutz, zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 663/2009 und (EG) Nr. 715/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates sowie §10 (2) des Bundes-Klimaschutzgesetzes. Hg. v. Bundesregierung. Öko-Institut; Fraunhofer ISI; IREES; Thünen-Institut. Berlin. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/372/dokumente/projektionsbericht_2021_uba_website.pdf (25.06.2024)
- Reuster, L.; Runkel, M.; Zerkawy, F.; Fiedler, S.; Mahler, A. (2017): Energiesteuerreform für Klimaschutz und Energiewende: Konzept für eine sozial- und wettbewerbsverträgliche Reform der Energiesteuern und ein flächendeckendes Preissignal. Abrufbar unter: <https://foes.de/publikationen/2017/2017-11-FOES-Energiesteuerreform.pdf> (25.06.2024)
- Reuster, L.; Fiedler, S.; Graichen, V.; Emele, L.; Keimeyer, F.; Schumacher, K.; Großmann, A.; Lutz, C. (2019): Reform und Harmonisierung der unternehmensbezogenen Ausnahmeregelungen im Energiebereich. Im Auftrag des Umweltbundesamtes. Texte 23/2019.

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-03-13_texte_23-2019_reform-oeffentliche-finanzen.pdf (25.06.2024)

Rivers, N., Schaufele, B. (2015): Saliency of carbon taxes in the gasoline market. In: Journal of Environmental Economics and Management. Jg. 74, S. 23–26. DOI: 10.1016/j.jeem.2015.07.002 (25.06.2024)

Ruhnau, O.; Stiewe, C.; Muessel, J.; Hirth, L. (2022): Gas demand in times of crisis: energy savings by consumer group in Germany, ZBW – Leibniz Information Centre for Economics, Kiel, Hamburg.
<https://www.econstor.eu/handle/10419/265522> (25.06.2024)

Runkel, M.; Mahler, A. (2018): Loss of revenues in passenger car taxation due to incorrect CO2 values in 11 EU states. Abrufbar unter: http://www.foes.de/pdf/2018-03-10_FOES_Taxation_loss_due_incorrect_CO2_values.pdf. (25.06.2024)

Runkel, M.; Stubbe, R. (2019): Elektroautos und Verbrenner im Gesamtkostenvergleich. Policy Brief 12/2019. Im Internet: https://foes.de/pdf/2019-12_FOES_Autovergleich.pdf (25.06.2024)

Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) (2016): Umweltgutachten 2016. Impulse für eine integrative Umweltpolitik. Abrufbar unter:
http://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/01_Umweltgutachten/2016_Umweltgutachten_HD.pdf?__blob=publicationFile. (25.06.2024)

Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) (2019): Aufbruch zu einer neuen Klimapolitik. Sondergutachten 2019. <https://www.sachverstaendigenrat-wirtschaft.de/sondergutachten-2019.html> (25.06.2024)

Salari, M.; Javid, R. (2016): Residential energy demand in the United States: analysis using static and dynamic approaches. In: Energy Policy Volume 98, page 637–649. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.09.041> (25.06.2024)

Schäfer, S. (2019): Decoupling the EU ETS from subsidized renewables and other demand side effects: lessons from the impact of the EU ETS on CO2 emissions in the German electricity sector. In: Energy Policy, Vol.133. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.06.066> (25.06.2024)

Schleich, J. (2009): Barriers to energy efficiency: A comparison across the German commercial and services sector. In: Ecological Economics. Jg. 68, Nr. 7. S. 2150–2159. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.02.008> (25.06.2024)

Schmitz, H., Madlener, R. (2016): Heterogeneity in price responsiveness for residential space heating in Germany. SOEP Papers 877.
https://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.548300.de/diw_sp0877.pdf (25.06.2024)

Schrems, I.; Zerkawy, F.; Schenuit, C.; Fiedler, S. (2021): Soziale und ökologische Auswirkungen einer Senkung der EEG-Umlage. Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft (FÖS). Im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit sowie der Nationalen Klimaschutzinitiative.
https://foes.de/publikationen/2021/2021-06_FOES_EEG_Umlagesenkung.pdf (25.06.2024)

Schulte, I.; Heindl, P. (2017): Price and income elasticities of residential energy demand in Germany. In: Energy Policy, Vol. 102, issue C, 512-528. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.12.055>(25.06.2024)

Schumacher, K.; Cludius, J.; Unger, N.; Zerkawy, F.; Grimm, F. (2022): Energiepreiskrise: Wie sozial und nachhaltig sind die Entlastungspakete der Bundesregierung? Ad-hoc-Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes und des Bundesumweltministeriums im Rahmen des Forschungsvorhabens „Soziale Aspekte von Umweltpolitik“ FKZ 3719 16 106 0. <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Energiepreiskrise-Wie-sozial-und-nachhaltig-sind-die-Entlastungspakete-der-Bundesregierung.pdf> (25.06.2024)

- Scott, S. (1997): Household energy efficiency in Ireland: A replication study of ownership of energy saving items. In: Energy Economics. Jg. 19, Nr. 2. S. 187–208. [https://doi.org/10.1016/S0140-9883\(96\)01000-6](https://doi.org/10.1016/S0140-9883(96)01000-6) (25.06.2024)
- Seefeld, F.; Weinert, K. (2013): Endbericht: Endenergieeinsparziel gem. Art. 7 EED und Abschätzung der durch politische Maßnahmen erreichbaren Energieeinsparungen. Im Auftrag der BfEE. Endbericht. https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/endenergieeinsparziel-abschaetzung-der-durch-politische-massnahmen-erreichbaren-energieeinsparungen.pdf?__blob=publicationFile&v=5 (25.06.2024)
- Sharimakin, A., Glass, A.J., Saal, D.S., Glass, K. (2018): Dynamic multilevel modelling of industrial energy demand in Europe. In: Energy Economics Volume 74, August 2018, Pages 120-130. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.06.001> (25.06.2024)
- Siemons, A.; Schneider, L.; Wissner, N.; Keimeyer, F.; Gores, S.; Graichen, J. (2021): Möglichkeiten zur Regulierung der Klimawirkungen des Luftverkehrs. Abrufbar unter: <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Moeglichkeiten-zur-Regulierung-der-Klimawirkungen-des-Luftverkehrs.pdf>. (25.06.2024)
- Simmons-Süer, B., Atukeren, E., Busch, C. (2011): Elastizitäten und Substitutionsmöglichkeiten der Elektrizitätsnachfrage: Literaturübersicht mit besonderem Fokus auf den Schweizer Strommarkt. Abrufbar unter: <http://www.econstor.eu/bitstream/10419/54689/1/668936649.pdf>. (25.06.2024)
- Steyrer, Theresa; Docke, Joris; Ulmer, Alina; Rietmann, Helena (2020): Klimamanagement in Unternehmen – Entwicklung eines Bausteins auf Grundlage des Umweltmanagementsystems EMAS. UBA-Texte 172/2020. https://www.ihk-muenchen.de/ihk/Klimapolitik/Klimamanagement-auf-Grundlage-des-Umweltmanagementsystems-EMAS_UBA.pdf (25.06.2024)
- Stehling, F. (1999): Ökonomische Instrumente der Umweltpolitik zur Reduzierung stofflicher Emissionen. Abrufbar unter: <http://elib.uni-stuttgart.de/opus/volltexte/2004/1816/pdf/oekonomischeinstrumente.pdf>. (25.06.2024)
- Steiner, V.; Cludius, J. (2010): Ökosteuer hat zu geringerer Umweltbelastung des Verkehrs beigetragen. Wochenbericht des DIW Nr. 13-14/2010. Abrufbar unter: http://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.354609.de/10-13-1.pdf. (25.06.2024)
- Stern, D. I. (2012): Inter-fuel substitution A meta-analysis. In: Journal of Economic Surveys. Jg. Volume 26, Nr. No. 2. S. 307–331. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6419.2010.00646.x> (25.06.2024)
- Statista (2022): Höhe der EEG-Umlage für Haushaltsstromkunden bis 2022. Abrufbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/152973/umfrage/eeg-umlage-entwicklung-der-strompreise-in-deutschland-seit-2000/>. (25.06.2024)
- Statistisches Bundesamt (2019): Haushalte im selbst genutzten Eigentum und Mietwohnungen nach Haushaltstyp in Deutschland 2014. Abrufbar unter: <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/EinkommenKonsumLebensbedingungen/Wohnen/Tabellen/TabellenHaushaltsstruktur.html>. (25.06.2024)
- SW Lindau Netz (2022): REDUZIERTES STROM-NETZENTGELT ENTSPRECHEND ENWG § 14A. Abrufbar unter: <https://www.sw-lindau-netz.de/netznutzung/abrechnung-strom/reduziertes-strom-netzentgelt-entsprechend-enwg-14a>. (25.06.2024)
- Tagesspiegel Background (2020): E-Mobilität braucht Reform der Netzentgelte. Abrufbar unter: <https://background.tagesspiegel.de/energie-klima/e-mobilitaet-braucht-reform-der-netzentgelte>. (25.06.2024)
- Thaler, R. (1980): Toward a positive theory of consumer choice. In: Journal of Economic Behavior & Organization. Jg. 1, Nr. 1. S. 39–60. <http://bear.warrington.ufl.edu/brenner/mar7588/Papers/thaler-jebo1980.pdf> (25.06.2024)

- Tovar Reanos, M.; Sommerfeld, K. (2018): Fuel for inequality: Distributional effects of environmental reforms on private transport. In: *Resource and Energy Economics*, 2018, vol. 51, issue C, 28-43.
<https://doi.org/10.1016/j.reseneeco.2017.10.007> (25.06.2024)
- Trotta, G.; Hansen, A.; Sommer, S. (2022): The price elasticity of residential district heating demand: New evidence from a dynamic panel approach. In: *Energy Economics Volume 112*, August 2022, 106163.
<https://doi.org/10.1016/j.eneco.2022.106163> (25.06.2024)
- UBA, BMWK (2022): Treibhausgasemissionen stiegen 2021 um 4,5 Prozent. Gemeinsame Pressemitteilung von Umweltbundesamt und Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. Abrufbar unter:
<https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/treibhausgasemissionen-stiegen-2021-um-45-prozent>. (25.06.2024)
- Wang, J., Gu, F., Liu, Y., Fan, Y., Guo, J. (2020): An Endowment Effect Study in the European Union Emission Trading Market based on Trading Price and Price Fluctuation. In: *International Journal of Environmental Research and Public Health*. Jg. 17, Nr. 9. S. 3343. DOI: 10.3390/ijerph17093343 (25.06.2024) (25.06.2024)
- Wang, B.; Wei, J.; Tan, X.; Su, B. (2021): The sectorally heterogeneous and time-varying price elasticities of energy demand in China. In: *Energy Economics* 102, S. 105486. DOI: 10.1016/j.eneco.2021.105486 (25.06.2024)
- Wilson, C., Dowlatabadi, H. (2007): Models of Decision Making and Residential Energy Use. In: *Annual Review of Environment and Resources*. Jg. 32. DOI: 10.1146/annurev.energy.32.053006.141137 (25.06.2024)
- Winkler, J.; George, J.; Held, A.; Bekk, A.; Ragwitz, M. Maurer, C.; Tersteegen, B.; Bangert, L.; Kahl, H.; Kahles, M. (2020): Auswirkungen klima- und energiepolitischer Instrumente mit Fokus auf EEG-Umlage, Stromsteuer und CO₂-Preis. Abrufbar unter:
https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/finanzierungsmechanismus-fuer-erneuerbare-energien-einnahmen-und-refinanzierungsseite.pdf?__blob=publicationFile&v=8. (25.06.2024)
- Xiang, D.; Lawley, C. (2019): The impact of British Columbia's carbon tax on residential natural gas consumption. In: *Energy Economics*, Volume 80, May 2019, Pages 206-218.
<https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.12.004>(25.06.2024)
- Xu, M.; Lin, B; Wang, S. (2021): Towards energy conservation by improving energy efficiency? Evidence from China's metallurgical industry. In: *Energy* 216, S. 119255. DOI: 10.1016/j.energy.2020.119255 (25.06.2024)
- Zaklan, A. (2016): Free Allocation and the Endowment Effect in Cap-and-Trade Systems: Evidence from the European Electricity Sector. Abrufbar unter: <https://www.econstor.eu/handle/10419/145682>. (25.06.2024)
- Zarnikau, J.; Li, R.; Woo, C.K.; Tishler, A. (2021): How Price Responsive is Industrial Electricity Demand in the US? In: *SSRN Journal*. DOI: 10.2139/ssrn.3912716 (25.06.2024)
- Zerzawy, F.; Beermann, A.; Reuster, L.; Huneke, F.; Niggemeier, M.; Göß, S. (2018): Reformbedarf der Energiewendefinanzierung. Im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) https://foes.de/publikationen/2022/2022-03_FOES_fkz_um1743_31_60_reformbedarf_energiewendefinanzierung_bf.pdf (25.06.2024)
- Zerzawy, F.; Herbst, H.; Liss, F.; Stubbe, R. (2020): Umlenken! Subventionen abbauen, Strukturwandel gestalten, Klima schützen. In: *WISO Diskurs* 10/20. S. 1–24. Im Auftrag der Friedrich Ebert Stiftung.
https://foes.de/publikationen/2020/2020-07_FOES_Umlenken_FES.pdf(25.06.2024)
- Zerzawy, F.; Fischle, C. (2021): CO₂-Preis bei Vermietung: Kosten und Handlungsanreize sinnvoll aufteilen. Policy Brief 09/2021 https://foes.de/publikationen/2021/2021-09_FOES_Policy_Brief_CO2-Preis_Mietwohnungen.pdf (25.06.2024)

Zerzawy, F.; Fiedler, S.; Runkel, M. (2022): Zukunft der Energiesteuern auf Diesel, Erdgas, Strom & Co. Was bedeutet der Kommissionsvorschlag zur Energiesteuerrichtlinie für Deutschland?. Abrufbar unter: https://foes.de/publikationen/2022/2022_03_FOES_Umsetzung_Energiesteuer_RL.pdf. (25.06.2024)

Zerzawy, F.; Meemken, S.; Becker, L.; Lutz, C.; Klinski, S.; Keimeyer, F.; Graichen, V. (im Erscheinen): Dekarbonisierung der Prozesswärme in der Industrie: Reformvorschlag der prozessbezogenen Entlastungsregelungen bei Energie- und Stromsteuer. Im Auftrag des Umweltbundesamtes (Hrsg.)

Zimmer, A., Koch, N. (2017): Fuel consumption dynamics in Europe: Tax reform implications for air pollution and carbon emissions. In: Transportation Research Part A: Policy and Practice. Jg. 106, S. 22–50. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2017.08.006> (25.06.2024)