

Frondel, Manuel; Kaestner, Kathrin; Sommer, Stephan; Vance, Colin

Research Report

Verbundvorhaben ARIADNE: Evidenzbasiertes Assessment für die Gestaltung der deutschen Energiewende - Teilvorhaben C0. Teil II: Eingehende Darstellung

RWI Projektberichte

Provided in Cooperation with:

RWI – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung, Essen

Suggested Citation: Frondel, Manuel; Kaestner, Kathrin; Sommer, Stephan; Vance, Colin (2023) : Verbundvorhaben ARIADNE: Evidenzbasiertes Assessment für die Gestaltung der deutschen Energiewende - Teilvorhaben C0. Teil II: Eingehende Darstellung, RWI Projektberichte, RWI - Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung, Essen

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/321345>

Standard-Nutzungsbedingungen:

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

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

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

Terms of use:

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

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

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

Verbundvorhaben ARIADNE: Evidenzbasiertes Assessment für die Gestaltung der deutschen Energiewende – Teilvorhaben C0



Teil II: Eingehende Darstellung

RWI – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung

Förderkennzeichen: 03SFK5C0
Förderer: Bundesministerium für Bildung und Forschung
Laufzeit des Vorhabens: 01.06.2020 bis 31.08.2023

Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 03SFK5C0 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren der berichtenden Institutionen.

Zuwendungsempfänger

RWI – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung e.V.



Inhalt

Aufgabenstellung	1
Ziele	1
Ablauf des Vorhabens	1
Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde	2
II.1 Verwendung der Zuwendungen und erzielte Ergebnisse	2
II.2 Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises	13
II.3 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit.....	15
II.4 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse	15
II.5 Während der Durchführung des Vorhabens bekannt gewordene Fortschritte auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen	17
II.6 Erfolgte und geplante Veröffentlichungen der Ergebnisse.....	17

Aufgabenstellung

Ziel des „Verbundvorhabens Ariadne: Evidenzbasiertes Assessment für die Gestaltung der deutschen Energiewende“ (kurz: Ariadne) war es, durch ein evidenzbasiertes Assessment Entscheidungsträger/innen eine verbesserte wissenschaftliche Grundlage zur Gestaltung der deutschen Energiewende zu verschaffen. Im Zentrum des Projekts stand dabei ein zielgerichteter Lernprozess zwischen Forschung, Politik und Gesellschaft, bei dem Optionen für die Umsetzung der deutschen Energiewende erarbeitet und anschließend bewertet und ausgestaltet werden sollten. Hierzu sollte unter anderem ein Haushaltspanel etabliert werden, um unter Anwendung ökonometrischer und experimenteller Methoden eine Grundlage für eine evidenzbasierte Evaluierung von klimapolitischen Instrumenten im Gebäude-/Wärmesektor zu schaffen. Neben der Analyse und Entwicklung von Maßnahmen und Politikpfaden sollten im Projekt zusätzlich die Systemperspektive mit sektoralem Detailwissen integriert sowie Maßnahmen, langfristige Technologie- und Politikoptionen und Governance gemeinsam betrachtet werden.

Ziele

Die Energiewende ist derzeit in einem Labyrinth gefangen: Die Auswege, die versucht wurden, endeten oft in Sackgassen. Es fehlt eine übergreifende Perspektive, welche der Politik einen Weg aus diesem Labyrinth aufzeigt, so wie in der griechischen Mythologie Ariadne den Weg für Theseus weist.

Ariadne will durch ein evidenzbasiertes Assessment Entscheidungsträger/innen eine verbesserte wissenschaftliche Grundlage zur Gestaltung der deutschen Energiewende verschaffen.

Aus diesem übergeordneten Ziel ergaben sich folgende spezifische Projektziele:

- Lernprozesse von Politik und Wissenschaft anstoßen und die Rolle des BMBF als Stimme der Wissenschaft im politischen Prozess stärken
- Umfassende Analyse und Entwicklung von Maßnahmen und Politikpfaden, u.a. mithilfe des Aufbaus eines Datensatzes zur empirischen Evaluierung von Politikinstrumenten
- Systemperspektive mit sektoralem Detailwissen integrieren
- Integrierte Betrachtungsweise von Maßnahmen, langfristigen Technologie- und Politikoptionen und Governance

Ablauf des Vorhabens

Das RWI übernahm die Co-Leitung in AP 3 (Instrumente) und AP 8 (Sektorale Fokusanalyse Wärmewende) und war darüber hinaus in AP 2 (Systemische Wirkungen) tätig. Darüber hinaus brachte sich das RWI im Rahmen der Co-Leitung des Forschungsclusters Instrumente in die weiteren Arbeitspakete ein. Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die Hauptaufgaben des RWI in den unterschiedlichen Arbeitspaketen.

Arbeitspaket	Beschreibung
AP 2	- Task 2.9: Wirkungsanalyse Verteilung
AP 3	- Task 3.2: Wohlfahrtstheoretischer Rahmen für Politikmaßnahmen - Task 3.3: Aufbau des Haushaltspanels
AP 8	- Task 8.6: Identifizierung von Instrumenten zur Zielerreichung im Gebäude/Wärmesektor - Task 8.7: Bewertung von Instrumenten hinsichtlich Akzeptanz und sozialer Implikationen

Das RWI arbeitete in allen Arbeitspaketen eng mit dem PIK, und in AP3 und AP8 auch mit der Hertie School, dem Fraunhofer ISE und dem IW sowie in AP2 mit dem IER zusammen. Durch diese Kooperationen konnte die notwendige und unterschiedliche Expertise zur Bearbeitung der jeweiligen Arbeiten effektiv gebündelt werden. Zur Datenerhebung des Wärme- und Wohnen-Panels wurde mit der forsa Gesellschaft für Sozialforschung und statistische Analysen zusammengearbeitet.

Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Mit dem Klimaschutzprogramm 2030 setzt die Bundesregierung über den Stromsektor hinaus in anderen Sektoren wie Wärme und Verkehr stärker auf CO₂-Preise. Der CO₂-Preis als Leitinstrument soll außerdem durch einen Mix aus weiteren Politikinstrumenten ergänzt werden. Allerdings besteht kein klares und breit geteiltes Verständnis von der genauen Rolle der jeweiligen Instrumente in übergreifender und sektoraler Perspektive. Damit bleibt die Frage unbeantwortet, was ein sinnvoll abgestimmter Instrumentenmix für eine effektive, effiziente und sozial ausgewogene Klimapolitik sein kann. Ariadne greift die Forschung zu Politikmischen auf.

Darüber hinaus hat eine Reihe von Studien bereits die Effektivität und Verteilungswirkung einer CO₂-Bepreisung in den Sektoren Wärme und Verkehr abgeschätzt. Für die Lenkungswirkung sollten die Studien jedoch nur als grobe Abschätzungen verstanden werden, da sie auf einfachen Annahmen zu Preiselastizitäten beruhen. Ebenso sind die vertikalen Verteilungseffekte (arm-reich) und die horizontalen Verteilungseffekte (z.B. Stadt-Land) Verteilungswirkungen bisher nicht ausreichend verstanden, weil soziale Gruppen unterschiedlich auf höhere Preise reagieren. Es besteht ein Bedarf an Forschung, um die Wirkung von CO₂-Preisen besser abschätzen zu können – mit Blick auf die Erreichung der deutschen und europäischen Emissionsziele für 2030 und 2050. Die Verteilungswirkungen können in einem Energiesystemmodell allerdings nur beschränkt betrachtet werden oder wurden bis jetzt separat betrachtet. Die Erkenntnisse aus Energiesystemmodellierungen können insbesondere für Zukunftspfade mit Mikrodaten und Mikrosimulationsmodellen kombiniert werden und so detailliertere Aussagen zu den Verteilungswirkungen einer CO₂-Bepreisung zulassen.

Schlussendlich gestaltet sich die Analyse der Klima- und Verteilungswirkungen vorhandener und zukünftiger Klimaschutzinstrumente für den Gebäudesektor auf Grundlage bestehender Datensätze als äußerst schwierig gestaltet. Existierende Mehrfachbefragungen enthalten häufig entweder Gebäudedaten oder sozio-ökonomische Angaben, aber nicht beides gleichzeitig oder in zu geringem Umfang (z.B. das SOEP). Andere Datensätze, wie die Einkommens- und Verbrauchsstichprobe werden nur alle fünf Jahre erhoben und befragen nicht dieselben Haushalte, stellen also keinen echten Paneldatensatz dar. Um langfristige Einstellungs- und Verhaltensänderungen untersuchen zu können sowie Hemmnisse und Barrieren der Haushalte bei energetischen Modernisierungen zu identifizieren, welche die avisierte Wirkungsweise der Instrumente abschwächen, ist die Etablierung eines Haushaltspanels unabdingbar.

II.1 Verwendung der Zuwendungen und erzielte Ergebnisse

Wesentliche Befunde und Ergebnisse des Gesamtvorhabens

Das Projekt Ariadne hat durch die Arbeiten des RWIs u.a. folgende wesentliche Ergebnisse hervorgebracht:

- AP 2: Analyse der Verteilungswirkungen einer CO₂-Bepreisung in den Sektoren Gebäudewärme und Verkehr in Deutschland in der kurzen und der langen Frist sowie für verschiedene Preispfade und Rückverteilungsvarianten
- AP 3: Entwicklung eines wohlfahrtstheoretischen Rahmens für verschiedenen Maßnahmen für einen optimalen Politikmix unter Berücksichtigung von Governance-Aspekten sowie Aufbau des Haushaltspanels in drei Wellen für die Jahre 2021, 2022 und 2023

- AP 8: Identifizierung und Bewertung verschiedener Politikinstrumente, insbesondere in Hinblick auf Akzeptanz-, Umwelt-, und Verteilungswirkungen

AP 2: Wirkungsanalyse Verteilung (Task 2.9)

Ziel von AP 2 war es, (1) die Wirksamkeit bereits implementierter Klimaschutzmaßnahmen in Bezug auf die langfristigen Klimaziele zu untersuchen, (2) zur Erreichung der Langfristziele verschiedene Energiewendestrategien auszubuchstabieren und (3) diese verschiedenen Strategien einer detaillierten Folgenanalyse zu unterziehen, etwa mit Blick auf Umweltwirkungen, Verteilung oder Wettbewerbsfähigkeit.

Das RWI trug hier zu Teil (3) bei. So untersuchte das RWI in AP 2 mithilfe von Mikrodaten der Einkommens- und Verbrauchsstichprobe für die aus den Sektorstudien entstandenen Szenarienpfade die Verteilungswirkungen einer CO₂-Bepreisung für Deutschland in der kurzen (Kaestner und Sommer 2021) sowie in der langen Frist (Kaestner et al. 2023). Dies geschah unter Verwendung eines Mikrosimulationsmodells sowie der engen Zusammenarbeit mit den im Projekt durchgeführten Energiesystemmodellierungen und unter Anwendung von Machine Learning-Methoden.

Verteilungswirkungen in der kurzen Frist

In der aktuellen Diskussion um die Klimapolitik spielen Gerechtigkeitsaspekte und Verteilungseffekte eine herausragende Rolle. Zum einen wurde dies durch das zum Zeitpunkt der hier vorgestellten Analyse des RWI (Kaestner und Sommer 2021) jüngst getroffene Urteil des Bundesverfassungsgerichtes deutlich, welches die Bundesregierung dazu auffordert, im Sinne der intergenerationalen Gerechtigkeit die Klimaziele und -instrumente für die Zeit nach 2030 zu konkretisieren und zu verschärfen. Zum anderen spiegelt sich dies auch im damaligen Bundestagswahlkampf wider, in dem die Höhe des Benzinpreises eine prominente Rolle eingenommen hat.

Daher wurden für verschiedene sich aus den Szenarienanalysen ergebene CO₂-Preise die Verteilungswirkungen durch das RWI analysiert. Aufgrund der herausragenden Bedeutung der CO₂-Bepreisung im Klimaschutzprogramm der Bundesregierung konzentrierte sich diese Analyse auf die CO₂-Bepreisung und die Quantifizierung der Verteilungswirkungen unterschiedlicher Formen der Rückverteilung. Da der im Jahr 2021 eingeführte CO₂-Preis für die Bereiche Wärme und Verkehr gilt, also für Sektoren, die noch nicht durch das EU-Emissionshandelssystem (EU-ETS) abgedeckt sind, wurde die Analyse ausdrücklich für einen CO₂-Preis, der in diesen Sektoren wirkt, durchgeführt. Die Verteilungseffekte weiterer Klimaschutzinstrumente wurden abschließend in qualitativer Form beschrieben. Um die Verteilungswirkungen für eine CO₂-Bepreisung zu untersuchen, wurde zunächst die CO₂-Intensität des Konsums verschiedener Gütergruppen berechnet. Anschließend wurde mithilfe der Konsumausgaben privater Haushalte aus der aktuellen Welle der Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (EVS) (FDZ der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder 2020) näherungsweise die Kostenbelastung einer CO₂-Bepreisung für verschiedene Einkommensgruppen ermittelt. Basierend auf den Szenarien der anderen an der Studie Beteiligten Institute (PIK, FhG-ISE, IER, MCC, DLR, PSI) wurde für unterschiedliche Preishöhen in diesem Rahmen die Steuerbelastung der Haushalte berechnet. Der Fokus lag dabei auf drei unterschiedlichen Preisen: 55 Euro, 130 Euro und 197 Euro pro Tonne CO₂. Diese Preise stecken die Bandbreite an berechneten zukünftigen Preisen der verschiedenen Modelle und Szenarien ab. Der Preis von 55 Euro/tCO₂ wurde durch das TIMES-Modell berechnet und stellte die untere Preisgrenze der Modelle dar. Auch wenn dieser Preis für die avisierten Ziele niedrig ist, ist er für die Analyse der Verteilungswirkungen interessant, da er dem für 2025 vorgesehenen Preis für Deutschland entspricht. Die obere Grenze von 197 Euro/tCO₂ wurde durch das REMIND-Modell in dem Szenario Elektrifizierung (inländisch) berechnet, während der Preis von 130 Euro basierend auf den Erkenntnissen der Sektoranalysen im Mittelpunkt dieser Analyse stand.

Die Analyse zeigt, dass eine CO₂-Bepreisung ohne Rückverteilung grundsätzlich regressiv wirkt, sodass einkommensschwächere Haushalte relativ stärker belastet werden als wohlhabendere Haushalte. Neben diesen vertikalen entstehen auch horizontale Verteilungseffekte, da auch Haushalte innerhalb gleicher

Einkommensgruppen unterschiedlich stark belastet werden. Diese Verteilungseffekte können jedoch durch ein entsprechendes Rückverteilungsdesign der Einnahmen aus der CO₂-Bepreisung abgeschwächt oder sogar umgekehrt werden.

Eine pauschale Pro-Kopf-Rückverteilung der Einnahmen aus der CO₂-Bepreisung zeigt sich als besonders geeignet zur Umkehrung der regressiven Effekte und führt sogar zu einer Umverteilung, bei der einkommensschwächere Haushalte netto entlastet und einkommensstärkere Haushalte netto belastet werden. Bei einer Senkung des Strompreises über die Reduktion der EEG-Umlage und der Stromsteuer fällt dieser Effekt schwächer aus, insbesondere bei höheren CO₂-Preisen, und kann die Regressivität nicht vollständig umkehren, da einkommensstarke Haushalte durch höhere Stromverbräuche auch stärker von einer Strompreissenkung begünstigt werden. Eine zusätzliche Senkung der Mehrwertsteuer kann dabei helfen, einkommensschwache Haushalte stärker zu entlasten, hat aber weiterhin eine weniger starke progressive Wirkung als eine Pro-Kopf-Pauschale.

Verteilungswirkungen in der langen Frist

Zum Zeitpunkt der zweiten Studie im Jahr 2023 stand der Gebäudesektor seit einigen Monaten im Zentrum der politischen und öffentlichen Diskussion rund um die Transformation der Energieversorgung in Deutschland. Dabei spielte insbesondere die Gegenüberstellung von ordnungsrechtlichen (zum Beispiel das sogenannte Öl- und Gasheizungsverbot) und marktlichen Instrumenten (CO₂-Bepreisung) für die Erreichung der Klimaziele eine große Rolle. Zusätzlich wurde aufgrund regressiver Verteilungseffekte das Thema der sozialen Verteilungsgerechtigkeit oft ins Feld geführt, sowohl bei Befürwortenden als auch bei Kritikübenden des Kurses der aktuellen Bundesregierung. Parallel dazu soll auf europäischer Ebene ab 2027 mit dem sogenannten EU-ETS 2 ein Emissionshandelssystem für die Sektoren Verkehr und Wärme eingeführt werden, äquivalent zum bisherigen EU-ETS für Industrie und Energieerzeugung. Damit wird die Sozialverträglichkeit von CO₂-Preisen auch in Deutschland von enormer Relevanz bleiben, unabhängig davon, wie die Bundesregierung ihre Klimaziele erreichen möchte.

In diesem vorgestellten Artikel (Kaestner et al. 2023) untersuchte das RWI gemeinsam mit dem IER erstmalig die zukünftige direkte Kostenbelastung, die Haushalten durch unterschiedlich ansteigende CO₂-Preise auf CO₂-Emissionen in den Bereichen Wärme und Verkehr bis zum Jahr 2050 in Deutschland entstehen könnte.

Dazu wird ein methodischer Ansatz vorgestellt, in dem ein Energiesystemmodell mit Haushaltsdaten verknüpft und mögliche Technologieanpassungen wie ein Heizungswechsel oder Umstieg auf ein Elektroauto der Haushalte unter Verwendung von *Machine Learning*-Methoden berücksichtigt werden. Um die Verbreitung verschiedener Heizenergieträger und Kraftstofftypen für Fahrzeuge sowie entsprechende Technologiewechsel der Haushalte für die Zukunft vorhersagen zu können, werden einige vereinfachende Annahmen, wie uneingeschränkte Kapitalverfügbarkeit und perfekte Voraussicht der CO₂-Preisentwicklung der Haushalte, getroffen.

Unter diesen Annahmen zeigen die Analysen des RWI und IER, dass sowohl niedrige als auch hohe CO₂-Preispfade zunächst größtenteils regressiv wirken, also einkommensschwache Haushalte anteilig an ihrem Einkommen bemessen stärker belasten als einkommensstarke Haushalte. Durch die Vorhersagen ist jedoch eine schnelle Technologieanpassung in den einkommensschwächsten Haushalten zu beobachten, sodass die regressiv Wirkung im Zeitverlauf abnimmt.

Während bei hohen CO₂-Preisen im Jahr 2050 Haushalte im Mittel kaum noch CO₂ emittieren, gibt es unter einem niedrigen CO₂-Preispfad im Jahr 2050 noch einige, insbesondere einkommensstarke, Haushalte, die noch nicht emissionsfrei heizen und/oder Auto fahren. Die vollständige Rückverteilung der Einnahmen aus dem CO₂-Preis in Form einer Pro-Kopf-Pauschale kann sowohl unter dem niedrigen als auch unter dem hohen Preispfad bereits kurzfristig die regressiv Verteilungswirkung in eine progressive Verteilungswirkung umkehren.

Die Ergebnisse zeichnen gerade für einkommensschwache Haushalte ein recht optimistisches Bild, was zum Teil durch die einschränkenden Modellannahmen erklärt werden kann. Durch diese Annahmen wird insgesamt

deutlich, dass eine klare Kommunikation der Politik über die zukünftige CO₂-Preis-Entwicklung notwendig ist, um Haushalten Sicherheiten für effiziente Investitionsentscheidungen zu bieten. Darüber hinaus dürften stärkere, gezielte Unterstützungen für einkommensschwache Haushalte zur Überwindung von Liquiditätsbeschränkungen notwendig werden, um eine Transformation hin zu emissionsarmen Technologien sozial gerecht zu ermöglichen.

AP 3: Entwicklung eines wohlfahrtstheoretischen Rahmens und Aufbau des Haushaltspanels

In AP 3 standen die konkreten politischen Maßnahmen zur Umsetzung der Energiewende im deutschen und europäischen Kontext im Mittelpunkt, bezogen einerseits auf die nationalen Klimaziele 2030 und andererseits auf den Anspruch der Europäischen Union, bis zum Jahr 2050 der erste klimaneutrale Kontinent zu sein. Hierbei sollten die bestehenden Instrumente im Hinblick auf ihre Wirkungen (Emissionsreduktion, Kosten, Verteilungswirkungen) analysiert und in ihrem Zusammenspiel bewertet werden. Darauf aufbauend sollten konkrete Vorschläge für die Weiterentwicklung der Instrumentierung erarbeitet werden. Dabei sollten auch die Anforderungen an Änderungen des institutionellen Rahmens und entsprechende Vorschläge in enger Abstimmung mit der Säule „Governance“ erarbeitet werden. Zur Beurteilung der Instrumente hinsichtlich ihrer Wirkung und Akzeptanz sollte in AP 3 außerdem ein Haushaltspanel aufgebaut werden, um für die privaten Haushalte systematisch relevante Daten zum Gebäudebestand, der Heiztechnologie, sozio-ökonomischen Charakteristika sowie der Akzeptanz bereits bestehender und diskutierter Politikmaßnahmen im Gebäudebereich zu erfassen. Das Haushaltspanel ist elementar für das Forschungsvorhaben, da damit langfristige Einstellungs- und Verhaltensänderungen untersucht werden sowie Hemmnisse und Barrieren identifiziert werden können, die deren avisierte Wirkungsweise abschwächen.

Das RWI übernahm in AP 3 insbesondere die Leitung der Entwicklung eines wohlfahrtstheoretischen Rahmens für Politikmaßnahmen (Task 3.2), dem optimalen Politikmix sowie die Co-Leitung beim Aufbau und der Auswertung des Haushaltspanels (Task 3.3).

Task 3.2: Wohlfahrtstheoretischer Rahmen für Politikmaßnahmen

Im Folgenden werden die wichtigsten Erkenntnisse aus Task 3.2 zusammengefasst.

Reformoptionen für ein nachhaltiges Steuer- und Abgabensystem. Wie Lenkungssteuern effektiv und gerecht für den Klima- und Umweltschutz ausgestaltet werden können

Ein Ariadne-Kurzdossier (Kalkuhl et al. 2021), dessen Erkenntnisse auch in der Zeitschrift *Perspektiven der Wirtschaftspolitik* (Amberg et al. 2022) veröffentlicht wurde, unter Mitwirkung des RWI gibt Einblick in das Potenzial von Steuern und Abgaben für den Umwelt- und Klimaschutz und zeigt insbesondere auf, wie Lenkungssteuern den wirtschaftlichen Wohlstand erhöhen und gleichzeitig soziale Ungleichheit verringern können. Eine Kernbotschaft aus der dort durchgeführten Analyse ist, dass Steuern und Abgaben auf Produkte oder Verbräuche mit gesellschaftlichen Folgekosten (externe Kosten) – sogenannte Pigou- oder Lenkungssteuern – ein politisches Win-Win-Instrument sind. Sie verbessern die Wohlfahrt und schützen gleichzeitig die Umwelt und das Klima. Dies wird erreicht, indem umweltschädigende Aktivitäten einen Preis bekommen, der möglichst exakt der Höhe ihres Schadens entspricht. Umweltsteuern entfalten aber nur ihr wohlfahrtsförderndes Potenzial in der Praxis, wenn sie: (1) zielgenau auf umweltschädliches Verhalten – also auf die Verursachung externer Kosten – ausgerichtet sind; (2) möglichst alle Verschmutzungsaktivitäten umfassen und nach einem einheitlichen Prinzip konsequent bepreisen; (3) die Höhe sollte regelmäßig angepasst werden; (4) ein Teil der Steuereinnahmen sollte zur Entlastung von Haushalten verwendet werden.

Wie die Governance der deutschen Klimapolitik gestärkt werden kann

In einem unter Mitwirkung des RWI erstellten Ariadne-Kurzdossier (Flachsland et al. 2021) untersuchten die Autoren zentrale Probleme der staatlichen Governance der deutschen Klimapolitik, insbesondere auf Bundesebene und mit Blick auf sektorübergreifende Koordination. Anschließend werden lösungsorientiert

Optionen diskutiert, um (a) die Zuordnung von Kompetenzen und Koordinationsaufgaben in der Regierungsarbeit zu verbessern, und um (b) zentrale Abläufe im klimapolitischen Prozess und die Einbindung von wissenschaftlicher Expertise zu stärken.

Für eine Reform der Regierungsarbeit wurden im Wesentlichen zwei Optionen verglichen: Erstens eine stärkere Koordination der Fachressorts durch das Bundeskanzleramt (BKAm) und zweitens den Ausbau des Bundesumweltministeriums (BMU) oder des Bundeswirtschaftsministeriums (zum Zeitpunkt der Studie noch BMWi) zu einem starken Klimaschutzministerium mit deutlichem Zuwachs an Kompetenzen. Eine inkrementelle Stärkung des BMU als dritte denkbare Alternative würde dagegen Kernprobleme der deutschen Klimagovernance kaum lösen können.

Darüber hinaus identifizieren die Autoren Reformoptionen zur Stärkung ausgewählter Abläufe im Klimapolitik-Prozess. So können in der Planung und Formulierung von Maßnahmen verpflichtende Folgenabschätzungen, sowie Grünbuch- und Roadmap-Prozesse die Wahrscheinlichkeit erhöhen, dass die beschlossenen Maßnahmen die THG-Minderungsziele erfüllen. Dabei ist es wichtig, dass die Analysen in diesen Planungsschritten sektoral integriert und langfristig angelegt und verschiedene Optionen für Maßnahmenmixe öffentlich diskutiert werden. In der Implementierungsphase könnten eine verbesserte Koordination der Bundesministerien sowie eine Neuordnung der nachgeordneten Behörden die Umsetzung der beschlossenen Maßnahmen erleichtern. Für das Monitoring der umgesetzten Maßnahmen empfehlen wir, Leitindikatoren der Energiewende zu bestimmen, mit denen frühzeitig abgeschätzt werden kann, ob die Maßnahmen tatsächlich zur notwendigen Emissionsminderung führen. Deutet die Entwicklung der Leitindikatoren darauf hin, dass die umgesetzten Maßnahmen perspektivisch nicht für die Erreichung der THG-Minderungsziele ausreichen, müssen die Maßnahmen frühzeitiger als heute nachgesteuert werden. In der Nachsteuerung erscheint ein gesamtwirtschaftlich integrierter Ansatz sinnvoller als die derzeit im Klimaschutzgesetz vorgesehenen sektoral fokussierten Sofortprogramme. Hinsichtlich der zahlreichen klimapolitisch relevanten Expertenräte in Deutschland wäre eine gemeinsame Klärung der unterschiedlichen Rollen der Räte im Klimapolitik-Prozess zwischen den wissenschaftlichen Räten und Kommissionen und der Bundesregierung wünschenswert. Neue Impulse in der klimapolitischen Debatte könnten zudem spezifische Berichte von Experten setzen, die bei Bedarf auch von der Bundesregierung mandatiert werden und idealerweise Vertretern aus – in der öffentlichen Wahrnehmung – unterschiedlichen „Lagern“ des klimapolitischen Diskurses umfassen.

Bewertung klimapolitischer Instrumentenmix-Pfade – Eine Anwendung auf leichte Nutzfahrzeuge in Deutschland

In einem weiteren Ariadne-Hintergrundpapier (Edmondson et al. 2022) stellen die Autoren unter Mitarbeit des RWI einen neuen Design- und Bewertungsrahmen für klimapolitische Politikmixpfade vor. Die Autoren testen diesen Rahmen, indem sie ihn auf den deutschen Automobilsektor anwenden. Die wichtigste Innovation des Ansatzes liegt in einem starken Fokus auf der zeitlichen Entwicklung des Politikmixes. Dieser Fokus ist mit Blick auf die verschiedenen Phasen im sektoralen Wandel zu Netto-Null-Emissionen wichtig. Unterschiedliche Phasen sind mit verschiedenen Herausforderungen verbunden, die mit jeweils spezifischen Kombinationen von Politikinstrumenten adressiert werden müssen. Der Schwerpunkt liegt auf Instrumenten, die nicht nur die Verbreitung neuer (potenziell) emissionsfreier Technologien unterstützen, sondern auch den Ausstieg aus emissionsintensiven Technologiebeständen vorantreiben. Um die Bewertung analytisch handhabbar zu gestalten, konzentrieren die Autoren sich auf den Übergang von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren (*internal combustion engine* - ICE) hin zu batteriebetriebenen Elektrofahrzeugen (*battery electric vehicles* - BEV) („Antriebswende“). Die Bedeutung eines umfassenderen Mobilitätswandels, der zum Beispiel eine modale Wende einschließt, bleibt davon unbenommen.

Der von den Autoren gewählte Ansatz ist dynamisch, wobei die zeitliche Ausgestaltung des Politikmixpfads im Mittelpunkt steht. Das erste zeitliche Gestaltungselement spiegelt wider, dass die Sektorenwende verschiedene Phasen durchläuft und deshalb unterschiedliche Arten politischer Interventionen erforderlich sind. Wenn die Entwicklung sektoraler Technologien von der Entstehungs- in die Diffusionsphase übergeht

(derzeit im deutschen Automobilsektor der Fall), muss die politische Unterstützung von der Förderung der Entwicklung neuer Technologien auf die Verbreitung dieser Technologien umgestellt werden. Dazu gehört eine ambitioniertere Klimapolitik (z.B. Höhe und Steigerungsrate der CO₂-Preise), die mit den Emissionsreduktions- und anderen Klimazielen übereinstimmt, sowie relevante externe Effekte in dieser Phase berücksichtigt (z.B. den Ausbau der öffentlichen Ladeinfrastruktur). Politikmixpfade zur Erreichung ambitionierter Klimaziele müssen Instrumente beinhalten, die früher oder später aktiv Druck auf die emissionsintensiven Technologien ausüben, um die Umstellung des Fahrzeugbestands zu beschleunigen. Dies kann durch eine stringente Preisgestaltung, Regulierungen oder durch eine Kombination beider Instrumente erreicht werden.

In einem zweiten Schritt werden die wichtigsten intertemporalen Herausforderungen der Antriebswende, die beim Design alternativer Politikmixpfade berücksichtigt werden müssen, identifiziert. Insgesamt werden sechs zentrale Herausforderungen beschrieben, die es zu adressieren gilt, um den Wandel zum elektrifizierten Individualverkehr erfolgreich zu gestalten: Klimawirksamkeit, Kosteneffektivität, fiskalische Belastung, Verteilungseffekte, politische Machbarkeit und Governance-Anforderungen.

Die vorhandene Literatur und die qualitative Bewertung deuten darauf hin, dass der Status-Quo-Politikmixpfad in Deutschland höchstwahrscheinlich nicht ausreichend ist, um die THG- und BEV-Bestandsziele für den Verkehrssektor bis 2030 zu erreichen. Es werden drei alternative Politikmixpfade vorgeschlagen und qualitativ bewertet, die das Erreichen der THG- und BEV-Bestandsziele für 2030 ermöglichen sollen. Die untersuchten Pfade zielen darauf ab, die verschiedenen Bewertungskriterien (z.B. Kostenwirksamkeit, politische Umsetzbarkeit) vor dem Hintergrund der verfügbaren verkehrspolitischen und ökonomischen Literatur möglichst gut zu erfüllen. Die Politikmixpfade unterscheiden sich hinsichtlich ihres Schwerpunkts und des Zeitpunktes des Einsatzes von Preisinstrumenten für THG in Kraftstoffen oder THG-Intensitäten neuer und bestehender Fahrzeugtechnologien. Ihnen ist gemein, dass sie primär Preisinstrumente und nicht direkte Regulierungsmaßnahmen als Kerninstrument einsetzen. Preise haben den Vorteil, dass sie direkte wirtschaftliche Anreize für Verhaltensänderungen bei Abwrack-, Kauf- und Nutzungsentscheidungen setzen und gleichzeitig Flexibilität bei der Politikgestaltung (z.B. Differenzierung der Malus-Zahlungen nach THG-Intensität) und den Entscheidungen von Herstellenden und Verbrauchenden von Fahrzeugen bieten. Außerdem führen sie zu Mehreinnahmen, so dass jeder alternative Politikmixpfad eine deutlich geringere fiskalische Belastung impliziert als der Status-Quo-Politikmix, in welchem die Hauptkosten mit der Bereitstellung der Infrastruktur verbunden sind.

Die Bewertung deutet darauf hin, dass die Kombination von einem kraftstofforientierten CO₂-Preis mit ergänzenden Instrumenten zur Überwindung von vorübergehenden Marktversagen die dynamische Kostenwirksamkeit verbessert und wahrscheinlich auch die politische Umsetzbarkeit erhöht. Die Untersuchung kommt zu dem Ergebnis, dass diese Kombination, die auf das Ausmaß und den Zeitpunkt von Marktversagen abgestimmt ist, wahrscheinlich die Wirksamkeit gegenüber einem alleinigen hohen CO₂-Preis erhöht, abhängig von dem (unbekannten) Ausmaß des Marktversagens. Schlussendlich wird argumentiert, dass neben dem Marktversagen auch die politische Umsetzbarkeit eine wichtige Rolle bei der Ausgestaltung der Politikmixpfade spielt.

Dazu passend werden in einem aktuellen Diskussionspapier des RWI (aus dem Moore et al. 2022) die Auswirkungen einer CO₂-Bepreisung auf die Innovation bei sauberen Technologien im Verkehrssektor untersucht. Rasche Fortschritte bei sauberen Technologien sind entscheidend, um die ehrgeizigen Klimaziele des Sektors zu erreichen. Die Autoren schätzen mithilfe einer synthetischen Kontrollmethode, die lokalen Auswirkungen der schwedischen Steuerreform von 1990/91 die eine CO₂-Bepreisung einführte und die Mehrwertsteuer auf den Verkauf von Kraftstoffen ausweitete, auf saubere Innovationen. Über verschiedene Spezifikationen und mehrere Robustheitsüberprüfungen hinweg finden die Autoren durchweg positive und wirtschaftlich signifikante Auswirkungen der Steuerreform auf die Erfindung sauberer Verkehrstechnologien zwischen 1990 und 1999. Durch die Entflechtung der beiden Komponenten des Steuerreformpakets liefert die Untersuchung Anhaltspunkte dafür, dass die Bedeutung des CO₂-Preises für die Innovationswirkung größer ist als die des reinen Kraftstoffpreises, und die Autoren stellen somit fest, dass die CO₂-Bepreisung den größten

Teil des Gesamteffekts verursacht hat. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass ein auffälliger CO₂-Preis ein wirksames Instrument zur Förderung des Übergangs zu einem dekarbonisierten Verkehrssektor sein kann, indem er saubere Innovationen anregt. Insbesondere könnte eine CO₂-Bepreisung in Bezug auf ihre Innovationseffekte effektiver sein, als frühere Schätzungen unter Verwendung von Kraftstoffpreiselastizitäten vermuten ließen.

Photovoltaik und der Solar Rebound: Beweise aus Deutschland

Jüngste in der international anerkannten Fachzeitschrift *Land Economics* veröffentlichte Forschungsergebnisse des RWI (Frondel et al. 2023) deuten darauf hin, dass Haushalte ihren Stromverbrauch nach der Installation von Photovoltaikanlagen (PV) erhöhen, eine Verhaltensänderung, die gemeinhin als Solar-Rebound-Effekt bezeichnet wird. Anhand von Paneldaten aus der deutschen Energieverbrauchserhebung für Privathaushalte untersuchen die Autoren, ob es einen Solar-Rebound-Effekt gibt. Die empirischen Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Einführung von PV-Panels die Menge an Strom, die Haushalte aus dem Netz beziehen, nicht verändert. Wie theoretisch abgeleitet wird, impliziert dies einen solaren Rebound-Effekt, der nach oben hin durch etwa 50 % begrenzt ist, während Back-of-the-Envelope-Berechnungen eine untere Grenze von 12 % und einen durchschnittlichen solaren Rebound-Effekt von 35 % ergeben. Das Verständnis der Verhaltensreaktionen auf die Einführung von Solaranlagen, wie z. B. des Solar-Rebounds, ist für politische Entscheidungsträger von großer Bedeutung, da ein signifikanter Rebound-Effekt, der mit der Nutzung von Solarenergie auf Dächern zusammenhängt, die gesamte Stromnachfrage beeinflussen und zu Komplikationen bei der Planung der Stromerzeugung sowie beim Netzmanagement und der Zuverlässigkeit führen würde. Die Verhaltensreaktion des Stromverbrauchs der Haushalte, nicht zuletzt der Solar-Rebound-Effekt, muss besser verstanden werden, um beurteilen zu können, ob die dezentrale Solarenergie wie erwartet zur Verdrängung der konventionellen Stromerzeugung und zur Reduzierung der Kohlenstoffemissionen beiträgt. Die Nichtberücksichtigung von solaren Rebound-Effekten kann letztlich dazu führen, dass der Nutzen für die Umwelt überschätzt wird, wie etwa die Reduzierung von Treibhausgasen und lokalen Umweltschadstoffen.

Task 3.3: Aufbau des Haushaltspanels

Zum Aufbau des Haushaltspanels wurden im jährlichen Rhythmus seit 2021 Panelerhebungen unter ca. 15.000 Haushalten durchgeführt. Mit der im Sommer 2021 durchgeführten Befragung wurde der Grundstein für diesen Paneldatensatz, genannt „Ariadne Wärme- und Wohnen-Panel“, gelegt. Die Erhebungen stellen eine aktualisierte Datengrundlage im Vergleich zu bereits verfügbaren Datenquellen zur energetischen Qualität des Wohngebäudebestands (z.B. Zusatzprogramm des Mikrozensus 2018 (Destatis 2019), Datenerhebung Wohngebäudebestand 2016 des Instituts Wohnen und Umwelt (IWU 2018), DIW Wärmemonitor 2019 (Stede et al. 2020)) dar. Neben einer detaillierten Abfrage der Gebäudecharakteristika und Heiztechnik, auf Grundlage derer der Energiebedarf der Haushalte berechnet werden kann, lag der Schwerpunkt der ersten Erhebungswelle auf vergangenen und zukünftigen energetischen Modernisierungstätigkeiten der Haushalte sowie auf der Bewertung und Akzeptanz von bestehenden und zukünftigen Klimaschutzinstrumenten im Gebäudesektor. Des Weiteren wurden die Akzeptanz einer CO₂-Bepreisung allgemein sowie die Akzeptanz verschiedener Aufteilungsvarianten der Kostenbelastung einer CO₂-Abgabe auf Mietende und Vermietende untersucht.

Neben der deskriptiven Bestandsaufnahme, die jeweils in Form eines Werkstattberichts (Frondel et al. 2022, 2023, 2024 (forthcoming)) veröffentlicht wurde, ermöglicht der Längsschnittcharakter der Daten die Identifikation allgemeiner Dynamiken, wie beispielsweise langfristige Veränderungen in der Heizinfrastruktur sowie in der Modernisierungstätigkeit und im Verbrauchsverhalten privater Haushalte infolge von Energiepreisänderungen. Der erste Werkstattbericht wurde darüber hinaus als Zeitschriftenartikel in der *Zeitschrift für Energiewirtschaft* (Frondel et al. 2022) veröffentlicht.

Um die genannten Forschungsfragen zu untersuchen, wurde für jede Erhebung in Kooperation mit dem Arbeitspaket „Wärmewende“ des Ariadne-Projektes ein Fragebogen erstellt. Die Federführung übernahm das RWI, in enger Zusammenarbeit mit dem PIK und teilweise dem IW und Fraunhofer ISE. Die Konzipierung des Fragebogens fand darüber hinaus jeweils in enger Absprache mit dem Meinungsforschungsinstitut forsa statt. Der Fragebogen wurde insbesondere im Hinblick auf die logische Konsistenz, die Reihenfolge und sprachliche Verständlichkeit der Fragen sowie die Vermeidung suggestiver Formulierungen und sozial erwünschten Antwortverhaltens überprüft. Befragt wurden die Mitglieder des forsa.omninet-Panels, ein Panel mit ca. 100.000 Teilnehmenden. Die Rekrutierung der Teilnehmenden erfolgt im Rahmen von forsa.omniTel, einer telefonischen Mehrthemenumfrage von forsa, bei der täglich 500 Personen befragt und so ausgewählt werden, dass das forsa.omninet Panel repräsentativ für die deutschsprachige Online-Bevölkerung ab 14 Jahren ist. Alle zufällig ausgewählten Befragungsteilnehmenden werden durch eine kurze E-Mail zur Befragung eingeladen.

Die grundlegende Stichprobe für die erste Erhebung wurde aus zwei Teilstichproben zusammengestellt: Eine Teilstichprobe bestand aus Befragten, die zuvor an der vom RWI – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung durchgeführten Studie zum „Energieverbrauch privater Haushalte“ ([German Residential Energy Consumption Survey - GRECS](#)) teilgenommen haben, sodass sich die Daten des Wärme- & Wohnen-Panels zum Teil mit den bestehenden Daten des GRECS verknüpfen lassen. Der andere Teil der Stichprobe wurde aus dem allgemeinem forsa-Sample „Privathaushalte in der Bundesrepublik Deutschland“ gezogen. Für die Folgebefragungen im Jahr 2022 und 2023 wurden möglichst dieselben Haushalte, die bereits an den vorherigen Erhebungen teilgenommen haben, kontaktiert und durch forsa zum wiederholten Mitmachen an der Befragung motiviert, um einen wahren Panelcharakter des Datensatzes zu erhalten und dieselben Haushalte über die Zeit beobachten zu können.

Die Panelerhebungen beinhalten zum einen Fragen, die sich regelmäßig wiederholen, und zum anderen nichtwiederkehrende Module mit bestimmten Schwerpunkten, beispielsweise ein Experiment zur Modernisierungsumlage. Neben der erneuten Abfrage der energetischen Modernisierungstätigkeiten der Haushalte sowie der Bewertung und Akzeptanz von bestehenden und zukünftigen Klimaschutzinstrumenten im Gebäudesektor lag ein besonderer Schwerpunkt der zweiten Erhebung auf den Implikationen der durch den Angriff Russlands auf die Ukraine verstärkten Energiekrise für private Haushalte. Des Weiteren wurden Eigentümerinnen und Eigentümer zu den Hauptgründen befragt, die sie an der Durchführung energetischer Gebäudesanierungen hindern. Die Befragung der dritten Welle baute auf den Schwerpunkt der zweiten Befragungswelle auf: Während die Teilnehmenden in der zweiten Welle zu ihrem beabsichtigten Einsparverhalten von Heizenergie aufgrund der Energiekrise gefragt wurden, wurden sie in der dritten Welle zu ihrem tatsächlich umgesetzten Einsparverhalten befragt. Darüber hinaus wurden in der dritten Welle weitere aktuelle politische Entwicklungen aufgenommen. So wurden Haushalte beispielsweise zu ihrer Akzeptanz eines Einbauverbots neuer Heiz- und Ölheizungen ab dem Jahr 2024 befragt.

Wesentliche auf dem Wärme- und Wohnen-Panel basierende Ergebnisse umfassen die geringe Informiertheit der Befragten über die CO₂-Bepreisung, deren Effektivität von der Bürgeraufklärung abhängt. Eine Aufteilung der Kostenbelastung des CO₂-Preises zwischen Mietenden und Vermietenden gemäß Bausubstanz erhält die höchste Zustimmung. Ein Diskussionspapier zur experimentellen Untersuchung zur CO₂-Preishöhe und Rückverteilung zeigt keinen signifikanten Einfluss dieser Faktoren auf die präferierte Kostenaufteilung. Die Erhebung im Jahr 2022 zeigt, dass in der Energiekrise nur 28 % der Teilnehmenden eine starke Reduzierung des Heizenergieverbrauchs im Winter 2022/2023 planten. Ein bald als Diskussionspapier erscheinendes Experiment zu Energiesparprämien deutet an, dass hohe Prämien nicht die Masse motivieren und stattdessen bereits zum Energiesparen Motivierte durch die Teilnahme an einem Programm mit Einsparzielen allein zur Zielerreichung motiviert werden können. Die Ergebnisse aus der letzten Erhebung im Jahr 2023 zur GEG-Debatte zeigen eine Ablehnung eines Einbauverbots neuer Öl- und Gasheizungen ab 2024 und 2025 von über 50 % der Teilnehmenden. Schlussendlich zeigt die Befragung, dass Eigentümer steigende Baupreise als größtes Hindernis für energetische Modernisierungen sehen.

Der Datensatz der ersten Welle des Wärme- und Wohnen-Panels aus dem Jahr 2020 wurde daher auch über das Forschungsdatenzentrum (FDZ) Ruhr am RWI als Scientific Use File auch anderen Wissenschaftlern zur Verfügung gestellt (www.rwi-essen.de/waerme-und-wohnen-panel). Die erhobenen Daten der folgenden Jahre werden ebenfalls nach und nach über das FDZ Ruhr anderen interessierten Forschenden zur Verfügung gestellt. Die Daten des Panels wurden außerdem während der Projektlaufzeit in den anderen Arbeitspaketen genutzt, um tiefe Einblicke in Modernisierungsbedarfe, Modernisierungshürden und allgemein in das Verhalten der Haushalte zu gewinnen und klimapolitische Maßnahmen für den Gebäudesektor zu identifizieren und zu evaluieren (AP 2 und 8). Aktuelle Erkenntnisse aus dem Wärme- und Wohnen-Panel wurden auch in den Medien, wie beispielsweise der Zeit und dem Spiegel, aufgegriffen.

AP 8: Sektorale Fokusanalyse Wärmewende

Mit den Herausforderungen und Hemmnissen der Wärmewende im Bereich Wohn- und Nichtwohngebäude setzte sich das AP 8 auseinander. In diesem Arbeitspaket sollte mit Fokus auf die Wärmewende u.a. erarbeitet werden, welche Maßnahmen ergriffen werden müssen, damit die Emissionen im Sektor Wärme/Gebäude in den Zielkorridor kommen, welche ökonomischen und sozialen Auswirkungen mögliche Instrumente zur Zielerreichung haben, wie die Instrumente auf die Chancen und Herausforderungen neuer Technologien abgestimmt werden müssen und welche systemischen Effekte für das Energiesystem sich durch die Maßnahmen ergeben.

Das RWI trug hier wesentlich zur Identifizierung von Instrumenten zur Zielerreichung im Gebäude-/Wärmesektor (Task 8.6) sowie der Bewertung hinsichtlich Akzeptanz und sozialer Implikationen (Task 8.7) bei. Dazu nutzte das RWI insbesondere die Daten des im Zuge von AP 3 aufgebauten Haushaltspanel.

Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse des RWI in AP 8 zusammengefasst.

Task 8.6: Identifizierung von Instrumenten zur Zielerreichung im Gebäude-/Wärmesektor

In zwei unter Mitarbeit des RWI verfassten Ariadne-Hintergrundpapiere wurden zunächst die Herausforderungen der Wärmewende diskutiert und entsprechende perspektivische Instrumente für eine sozialverträgliche Defossilisierung des Gebäudesektors identifiziert und im Rahmen von Steckbriefen zusammengefasst.

Ziel des ersten Hintergrundpapiers (Berneiser et al. 2021) war es, Optionen für politische Instrumente des Gebäudesektors aufzuzeigen, hinsichtlich ihrer Wirkung multikriteriell zu bewerten und auf Basis dessen zentrale Instrumente für den Klimaschutz sowie wesentliche flankierende Instrumente zur Abfederung sozialer Härten zu identifizieren. Neben der Wirksamkeit von Instrumenten war auch das Zusammenspiel verschiedener Instrumente sowie ihre Wirkung auf unterschiedliche Akteure von Bedeutung. Deshalb wurden in diesem Hintergrundpapier zwei Instrumentenwelten dargestellt, die einmal durch einen „starken“ CO₂-Preis und einmal durch einen „schwachen“ CO₂-Preis geprägt sind.

Es wurden aktuelle und perspektivische Instrumente aus der Literatur und einem ersten Dialogforum gesammelt und projektintern nach Klimaschutzwirkung, Verteilungswirkung, ökonomischer Effizienz sowie realpolitischer Umsetzbarkeit bewertet. Auf dieser Basis erfolgte eine Auswahl an perspektivisch zentralen Instrumenten für den Klimaschutz und flankierenden Instrumenten zur Abfederung sozialer Härten.

Exemplarisch werden zwei Instrumentenwelten im Rahmen von Wirknetzen dargestellt, in denen der CO₂-Preis als Leitinstrument dient und jeweils entweder „stark“ oder „schwach“ ausgeprägt ist. Beide Welten stellen unterschiedliche Anforderungen an die komplementäre Instrumentenlandschaft, wobei einige Elemente in beiden Welten – wenn auch in unterschiedlicher Ausprägung – relevant sind. In der Welt mit einem starken CO₂-Preis ist die zugrundeliegende Annahme, dass ein hoher CO₂-Preis eine ausreichend starke Lenkungs- und Anreizwirkung entfaltet, um eine zielkompatible Wärmewende sicherzustellen. In dieser Welt erscheint insbesondere die adäquate Gestaltung der Rückverteilungsmechanismen bedeutsam. Unter

Betrachtung der wissenschaftlichen Literatur sowie den Stimmen aus der Praxis scheint ein ausgewogener Mix an Politikinstrumenten geboten, der einen CO₂-Preis, aber auch finanzielle Förderung, informatorische Maßnahmen sowie ordnungsrechtliche Vorgaben umfasst. Zudem ist es für eine erfolgreiche Umsetzung des Klimaschutzes im Gebäudesektor sinnvoll, einen verbindlichen Fahrplan zu etablieren, der Investoren und Eigentümer langfristige Planungssicherheit garantiert. Gleichwohl ist ein ambitionierter CO₂-Preis notwendig, um, durch Internalisierung der gesellschaftlichen Folgekosten, die wahren Kosten von Brennstoffen widerzuspiegeln und zielkompatible Wärmeversorgungssysteme wirtschaftlich attraktiver zu gestalten. Darüber hinaus ist eine adäquate Ausgestaltung von Instrumenten zur Abfederung sozialer Härten (unabhängig von der Höhe des CO₂-Preises) essenziell. Eine zentrale Erkenntnis dieses Hintergrundpapiers ist es, dass konsistente Instrumentensets implementiert werden können, die eine ambitionierte, zielkompatible Wärmewende sozialverträglich ermöglichen. Gleichzeitig wurde ein Bedarf an valider Quantifizierung der Netto-Wirkung sowie der aus Interaktionseffekten resultierenden gemeinsamen Wirkung von Instrumenten identifiziert. Weitere Forschung ist dementsprechend für die Gestaltung konsistenter und wirksamer Instrumentensets unerlässlich.

Task 8.7: Bewertung von Instrumenten hinsichtlich Akzeptanz und sozialer Implikationen

Im zweiten unter Mitarbeit vom RWI erstellten Ariadne-Hintergrundpapier (Meyer et al. 2021) wurden jeweils der Hintergrund, die aktuelle Ausgestaltung und mögliche Weiterentwicklung des Instruments, adressierte Akteure, den Wirkmechanismus bzgl. der genannten Handlungsfelder (Sanierungsrate, -tiefe, Energieträgerwechsel bei dezentralen Systemen sowie Ausbau und Defossilisierung der Wärmenetze, Abfederung sozialer Härten), die abgeschätzte Klimaschutz und Verteilungswirkung sowie mögliche Wechselwirkungen mit weiteren Instrumenten dargestellt.

Wesentliche deskriptive auf dem Wärme- und Wohnen-Panel basierende Ergebnisse zur Akzeptanz und sozialen Implikationen umfassen die geringe Informiertheit der Befragten über die CO₂-Bepreisung, deren Effektivität von der Bürgeraufklärung abhängt (Frondel et al. 2022). Eine Aufteilung der Kostenbelastung des CO₂-Preises zwischen Mietenden und Vermietenden gemäß Bausubstanz erhält die höchste Zustimmung. Die Ergebnisse aus der letzten Erhebung im Jahr 2023 zur GEG-Debatte zeigen eine Ablehnung eines Einbauverbots neuer Öl- und Gasheizungen ab 2024 und 2025 von über 50 % der Teilnehmenden. Schlussendlich zeigt die Befragung, dass Eigentümer steigende Baupreise als größtes Hindernis für energetische Modernisierungen sehen.

Mehr als guter Glaube: Warum eine evidenzbasierte Politik notwendig ist, um Gebäude in Deutschland kosteneffizient zu dekarbonisieren

Eine in der international anerkannten energieökonomischen Fachzeitschrift *Energy Policy* veröffentlichte Untersuchung der Energieeffizienzmaßnahmen im deutschen Gebäudebestand zeigt, dass bisherige Maßnahmen in ihrer Gesamtwirksamkeit und Kosteneffizienz Mängel aufweisen (Singhal et al. 2022). Marktversagen und verhaltensbedingte Faktoren könnten Gründe für geringe Energieeinsparungen und mangelnde Akzeptanz energieeffizienter Technologien sein. Die ehrgeizigen Klimaziele, die sich die Industriestaaten weltweit gesetzt haben, können ohne eine Dekarbonisierung des Gebäudebestands nicht erreicht werden. Anhand des Fallbeispiels Deutschland wird in diesem Papier eine Bestandsaufnahme der bereits bestehenden umfangreichen Energieeffizienzmaßnahmen vorgenommen und verdeutlicht, dass diese zwar "in gutem Glauben" entwickelt wurden, aber sowohl in Bezug auf die Gesamtwirksamkeit als auch auf die Kosteneffizienz bei der Erreichung der Klimaziele Mängel aufweisen. Die Autoren zeigen auf, dass Marktversagen und verhaltensbedingte Erwägungen mögliche Gründe dafür sind, warum die realisierten Energieeinsparungen hinter den Erwartungen zurückbleiben und warum die Akzeptanz energieeffizienter und kohlenstoffarmer Technologien in den Haushalten gering geblieben ist. Die Autoren betonen den dringenden Bedarf an Daten und moderner empirischer Forschung, um gezielte und kosteneffiziente politische Maßnahmen zur Korrektur dieser Marktmängel zu entwickeln. Zu diesem Zweck stellen wir einige wichtige Forschungsfragen und zeigen Datenlücken auf, die für eine evidenzbasierte Politik erforderlich sind.

CO2-Bepreisung im deutschen Straßenverkehrs- und Wohnungssektor: Optionen für die Rückerstattung von CO2-Preis-Einnahmen

In einem weiteren in der Fachzeitschrift *Energy Policy* veröffentlichten Artikel untersuchen Frondel und Schubert (2021) Optionen zur Rückverteilung der Einnahmen des im Jahr 2021 in Deutschland eingeführten nationalen Emissionshandelssystem (ETS) für den Straßenverkehr und den Wohnungsbau, das die Kostenbelastung der Verbraucher von fossilen Brennstoffen, der Hauptquelle von Kohlendioxidemissionen (CO₂), erhöht. Ein vielversprechender Ansatz, um die öffentliche Akzeptanz für eine solche CO₂-Bepreisung zu sichern, wäre die vollständige Umverteilung der daraus resultierenden "Kohlenstoff"-Einnahmen an die Verbraucher. In diesem Artikel werden drei Alternativen erörtert, die vor der Einführung der nationalen CO₂-Bepreisung in der politischen Arena diskutiert wurden: a) eine Pro-Kopf-Umverteilung auf die privaten Haushalte, b) die Senkung der Strompreise, z.B. durch eine Senkung der Stromsteuer, sowie c) gezielte finanzielle Hilfen für sozial schwache Verbraucher, wie z.B. die Erhöhung des Wohngeldes. Um sowohl die Einnahmen aus der Bepreisung von Kohlenstoff als auch die daraus resultierenden Emissionseinsparungen zu schätzen, verwenden wir einen partiellen Gleichgewichtsansatz, der auf Schätzungen der Preiselastizität des individuellen Verbrauchs fossiler Brennstoffe aus der empirischen Literatur beruht. Am wirksamsten für die Entlastung armer Haushalte wäre eine Erhöhung des Wohngeldes. Während diese Maßnahme keine großen finanziellen Mittel erfordern würde, argumentieren wir, dass die verbleibenden Einnahmen vorzugsweise zur Senkung der deutschen Stromsteuer verwendet werden sollten, die angesichts der stetig steigenden Stromerzeugung durch erneuerbare Energietechnologien immer obsolet wird.

Unterstützung von CO2-Steuern: Die Rolle der Fairness

Dazu passend untersuchen Sommer et al. (2022) in einer in der Zeitschrift *Ecological Economics* veröffentlichten Untersuchung die Akzeptanz dieser CO₂-Bepreisung im Zusammenhang mit verschiedenen Optionen der Einnahmenverwendung. Während die wirtschaftlichen Argumente für eine CO₂-Bepreisung überzeugend sind, bleibt die öffentliche Unterstützung dafür gering. Mithilfe eines stated-choice-Experiments mit einer Stichprobe von 6000 deutschen Haushaltsvorständen untersuchen die Autoren, wie ihre Fairness-Präferenzen die Unterstützung für CO₂-Preise bei unterschiedlichen Verwendungszwecken der Einnahmen beeinflussen. Die Autoren finden heraus, dass Befragte, die klimafreundliche Investitionen bevorzugen, eher eine CO₂-Bepreisung unterstützen, aber die Unterstützung nimmt bei höheren Steuersätzen erheblich ab - im Gegensatz zu Befragten, die soziale Abfederung unterstützen. Wenn man sich auf die Optionen für eine direkte Umverteilung der Einnahmen beschränkt, bevorzugen die Deutschen pauschale Zahlungen gegenüber direkten Zahlungen an die Ärmsten oder die am stärksten Betroffenen. Die Präferenzen für diese Optionen hängen sowohl von wirklich unterschiedlichen Vorstellungen von Fairness als auch von den wirtschaftlichen Gegebenheiten ab. Die Ergebnisse haben Auswirkungen auf die Förderung der CO₂-Bepreisung, da ihre Unterstützung erheblich gesteigert werden kann, wenn sie entsprechend den Fairnesspräferenzen der Bürger gestaltet wird.

Kostenaufteilungsmechanismen für CO2-Preise: Was treibt die Unterstützung im Wohnungssektor an?

In einem aktuellen Diskussionspapier werten die Autoren ein in der ersten Erhebung des Wärme- und Wohnen-Panels durchgeführtes Experiment zur präferierten Aufteilung der CO₂-Preis-Mehrkosten zwischen Mietenden und Vermietenden aus (Kaestner et al. 2023). Der Gebäudesektor bietet einen wichtigen Hebel zur Verringerung der Kohlendioxidemissionen, und die Bepreisung von CO₂-Emissionen wird als ein wesentliches politisches Instrument zur Freisetzung dieses Potenzials angesehen. CO₂-Preise in Wohngebäuden stehen jedoch vor Herausforderungen, insbesondere in Mietwohnungen, da die finanzielle Belastung und damit die Anreize zur Reduzierung der Kohlenstoffemissionen zwischen Vermietern und Mietern unterschiedlich verteilt sein können. Darüber hinaus können die Präferenzen für die Kostenbeteiligung je nach der Wahrnehmung des CO₂-Preises durch die Haushalte stark divergieren. Die Autoren analysieren die Unterstützung für verschiedene Konzepte der Kostenverteilung anhand eines Umfrageexperiments unter 12.000 deutschen Haushalten, das im Jahr 2021 durchgeführt wurde. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass das Preisniveau und

die Verwendung der Einnahmen die Unterstützung kaum beeinflussen, während sich die Mieterschaft - und damit das Eigeninteresse - sowie die wahrgenommene Fairness des Verteilungskonzepts als wichtige Determinanten erweisen. Insgesamt ist ein Umlagemechanismus, der sich an der Energieeffizienz des Gebäudes orientiert, die von den Teilnehmern am meisten bevorzugte Kostenverteilung.

Prämienprogramme und Energiesparabsichten

In einem noch nicht veröffentlichten Diskussionspapier basierend auf einem Experiment, welches in der zweiten Erhebung des Wärme- und Wohnen-Panels im Jahr 2022 und somit während der Energiekrise durchgeführt wurde, untersuchen die Autoren die Anreizeffekte eines Energieeinsparprämienprogramms (Gerster et al., mimeo). Vor dem Hintergrund einer möglichen Gasmangellage im Winter 2022/2023 wurden von Politik und Ökonomen vielfach Prämien für das Energiesparen vorgeschlagen und von einigen Energieversorgern tatsächlich auch ausgelobt. Die Wirkung einer solchen Prämie, die bei Erreichen eines Einsparziels ausgezahlt wird, wurde in Form eines anreizkompatiblen Experiments im Rahmen des Ariadne Wärme- und Wohnen-Panels untersucht. Das Ergebnis: Private Haushalte reagieren offenbar deutlich weniger auf Einsparprämien als häufig angenommen.

Selbst bei einer sehr hohen Prämienhöhe von 1.500 EUR (umgerechnet bis zu 2 Euro pro eingesparter Kilowattstunde) entscheiden sich rund 42 % der am Experiment Teilnehmenden gegen eine Einsparprämie und stattdessen für eine sichere Zahlung von 100 Euro, die unabhängig vom Erreichen eines Einsparziels ausgezahlt wird („Uninteressierte“). Nur bei 11 % der Teilnehmenden ist die Höhe einer Einsparprämie ausschlaggebend für ihre Entscheidung („finanziell Motivierbare“). Mit 47 % wählt jedoch auch knapp die Hälfte aller befragten Haushalte die Einsparprämie – selbst dann, wenn dies gegenüber einer sicheren Zahlung keine finanziellen Vorteile bringen würde („Motivierte“).

Die Ergebnisse legen nahe, dass Prämienprogramme zum Energieeinsparen darauf ausgerichtet sein sollten, bereits „Motivierte“ bei der Erreichung ihrer Ziele zu bestärken. Das kann bereits durch verhältnismäßig geringe Prämien erfolgen sowie durch die Möglichkeit, den Fortschritt selbstgesteckter Ziele durch Verbrauchsinformationen besser nachvollziehen zu können. Dagegen sind hohe Prämien nicht empfehlenswert: lediglich 11 % aller Teilnehmenden lassen sich so zu verstärktem Energiesparen bewegen und wollen mit durchschnittlich 0,92 ct pro kWh zusätzlicher Einsparung auch noch teuer bezahlt werden.

Weitere Erkenntnisse aus der Energiekrise

Schlussendlich wurde zum Zeitpunkt der Energiekrise auch basierend auf dem Wärme- und Wohnen-Panel die Zielgenauigkeit von Entlastungsmaßnahmen, wie der Gas-Soforthilfe, untersucht (Kaestner et al. 2023). Im Rahmen der beschlossenen Gas-Soforthilfe wurde allen Haushalten, die Gas oder Fernwärme nutzen, die Abschlagszahlung im Dezember erlassen. Soziale Ausgewogenheit war bei der Ausgestaltung zwar ein wesentlicher Aspekt, konnte jedoch aus administrativen Gründen und wegen fehlender Daten nur sehr eingeschränkt umgesetzt werden. Vor diesem Hintergrund stellte sich deshalb die Frage, wie zielführend die Gas-Soforthilfe wirklich ist – also welcher Anteil am Gesamtfinanzvolumen letztendlich an Haushalte geht, die tatsächlich darauf angewiesen sind. Auf Basis des Ariadne Wärme- und Wohnen-Panels nahmen die Autoren von RWI, PIK und IW eine erste empirische Abschätzung vor. Die Analyse zeigt, dass der Anteil zielgerichteter Soforthilfe im Fall einer am Einkommen orientierten Bemessung lediglich bei 34 % liegt, also rund einem Drittel. Diese Größenordnung unterstreicht den großen politischen Handlungsbedarf bei der Verbesserung zielgenauer Kompensation und den Wert regelmäßiger empirischer Erhebungen, wie durch das Ariadne-Panel.

II.2 Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Durch seine Arbeiten in AP 2, AP 3 (in Co-Leitung) und AP 8 (in Co-Leitung) leistete das RWI einen beträchtlichen Beitrag zu den Gesamterkenntnissen des Projekts. Durch die Teilnahme an Konsortialtreffen wurde auch der AP-übergreifende Austausch gefördert. Darüber hinaus haben die im Zuge von AP 8

stattfindenden Dialogforen maßgeblich zur Fokussierung der Forschungsfragen und der Erstellung praxisrelevanter Fragen im Wärme- und Wohnen-Panel beigetragen.

Im Projektzeitraum wurden die im Projektplan vorgesehenen Ziele erreicht. Im Einzelnen handelt es sich dabei um die Fertigstellung der Ergebnisse aus AP 2, 3 und AP 8. Insbesondere sind die drei Erhebungen im Rahmen von AP 3 erfolgreich durchgeführt worden und der neu entstandene Datensatz des Wärme- und Wohnen-Panels schließt eine große Datenlücke zur Untersuchung von Hindernissen der energetischen Gebäudesanierung und zur Wirksamkeit, Effizienz und Sozialgerechtigkeit möglicher Klimaschutzpolitiken im Gebäudesektor. Der Datensatz der ersten Welle des Wärme- und Wohnen-Panels aus dem Jahr 2020 wurde über das Forschungsdatenzentrum (FDZ) Ruhr am RWI als Scientific Use File auch anderen Wissenschaftlern zur Verfügung gestellt (www.rwi-essen.de/waerme-und-wohnen-panel). Die erhobenen Daten der folgenden Jahre werden ebenfalls nach und nach über das FDZ Ruhr anderen interessierten Forschenden zur Verfügung gestellt. Die Daten wurden außerdem während der Projektlaufzeit in den anderen Arbeitspaketen genutzt, um tiefe Einblicke in das Verhalten der Haushalte zu gewinnen und umwelt- und klimapolitische Maßnahmen zu evaluieren und auch hinsichtlich ihrer Akzeptanz zu verstehen (AP 8). Insgesamt entstanden in diesem Projekt rund 16 Publikationen in referierten Zeitschriften, die zumindest teilweise im Rahmen des Projekts gefördert worden sind. Die Ergebnisse wurden zunächst in verschiedenen Ariadne-Produkten (Kurzbericht, Hintergrund, Report, Analyse) veröffentlicht. Über politische Empfehlungen hinaus wurden viele der Ergebnisse aus den Arbeiten des RWI außerdem bereits als Diskussionspapiere veröffentlicht und auf Konferenzen mit weiteren Wissenschaftlern diskutiert, wodurch die Ergebnisse weitere Aufmerksamkeit erfuhren und von einem wissenschaftlichen Publikum diskutiert und wahrgenommen wurden. Weitere Publikationen, insbesondere der existierenden Diskussionspapiere in referierten Journalen, bspw. rund um die Akzeptanz der CO₂-Preis-Aufteilungsmechanismen zwischen Mietenden und Vermietenden und der Effizienz der Energieeinsparprämie, sind zu erwarten. Darüber hinaus wurden einige der Ergebnisse von den Medien, wie der Zeit, Süddeutsche Zeitung, Frankfurter Allgemeine Zeitung, aufgegriffen.

Aufgrund der Covid-19-Pandemie und der Energiekrise haben sich einige Arbeiten im Projekt verzögert, von Seiten des RWI aus insbesondere die Erhebung des Wärme- und Wohnen-Panels. Für die Erhebung war es für die Wissenschaftler wichtig, aktuelle Besonderheiten mit in die Befragung aufnehmen zu können, um aus der aktuellen Situation, wie während der Energiekrise, für die zukünftige Politik lernen zu können. Bereits bei der Antragstellung von Ariadne im Jahr 2020 war klar, dass die Auswertung der 3. Erhebung zeitlich nicht mehr bis zum geplanten Projektende von Ariadne Ende Mai 2023 stattfinden kann. Vielmehr musste schon damals darauf vertraut werden, dass die Auswertung der 3. Erhebung im Rahmen eines potenziellen Folgeprojektes von Ariadne erfolgen könnte. Diese Hoffnung hat sich mit der Fortsetzung von Ariadne ab September 2023 im Prinzip zwar erfüllt; mit der Auswertung der 3. Erhebung hätte dann allerdings bis zum September gewartet werden müssen. Dadurch wären wertvolle drei Monate verloren gehen. Damit jedoch die auf der 3. Erhebung basierenden Erkenntnisse möglichst zeitnah an die wissenschaftlichen Partner, die Öffentlichkeit und die Politik kommuniziert werden konnten, wurde ein Aufstockungsantrag gestellt, um in den drei Monaten zwischen der ursprünglichen ersten und zweiten Förderphase die unmittelbare Auswertung der Daten der dritten Erhebung durchführen zu können. Insbesondere konnten die Daten im Juni aufbereitet und mit den bereits vorhandenen Daten aus den ersten beiden Erhebungen verknüpft werden, um so das bestehende Panel zu erweitern. Durch diese Aufstockung des RWI und Verlängerung des Projektzeitraums für das gesamte Projektteam betrug die Laufzeit des Projektes insgesamt 39 Monate.

Am Beispiel des zahlenmäßigen Nachweises der Projektkosten des RWI, der in der folgenden Tabelle dargestellt ist, kann festgestellt werden, dass die tatsächlich verausgabten Personalkosten für Wissenschaftler leicht über den budgetierten Personalkosten lagen. Stattdessen wurden die angesetzten Personalkosten für Hilfskräfte unterschritten. Auch die Kosten für die Unteraufträge zur Durchführung der Erhebungen, die beim RWI budgetiert wurden, haben die im Antrag angesetzten Kosten deutlich unterschritten. Dahingegen haben die tatsächlich verausgabten Sachkosten die im Antrag budgetierten Sachkosten leicht überschritten und auch bei den Reisekosten sind aufgrund des häufiger als geplanten Besuchs von internationalen Konferenzen

höhere Kosten angefallen. Dennoch haben die tatsächlichen Gesamtkosten des RWI die budgetierten Kosten mit einer Abweichung von weniger als 1 Prozent nur unwesentlich überschritten.

Kostenposition		Budgetansatz	Tatsächl. Kosten
0812	Personalkosten Wissenschaftler	1.244.716,35 €	1.256.433,83 €
0822	Personalkosten Hilfskräfte	68.204,21 €	66.101,01 €
0835	Unteraufträge	453.427,65 €	447.076,60 €
0843	Sachkosten	131.292,10 €	132.253,49 €
0846	Reisekosten	11.168,00 €	11.862,98 €
		1.908.808,31 €	1.913.727,91 €

II.3 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Bereits existierende Studien haben die Effektivität und Verteilungswirkung einer CO₂-Bepreisung in den Sektoren Wärme und Verkehr abgeschätzt. Die vertikalen Verteilungseffekte (arm-reich) und die horizontalen Verteilungseffekte (z.B. Stadt-Land) Verteilungswirkungen sind allerdings bisher nicht ausreichend verstanden, weil soziale Gruppen unterschiedlich auf höhere Preise reagieren. Es bestand vor Projektbeginn ein Bedarf an Forschung, um die Wirkung von CO₂-Preisen besser abschätzen zu können – mit Blick auf die Erreichung der deutschen und europäischen Emissionsziele für 2030 und 2050. Die Arbeiten des RWI zu den Verteilungswirkungen bieten einerseits wichtige Erkenntnisse zu den kurzfristigen Verteilungswirkungen. Außerdem bietet der neuartige methodische Ansatz zur Verknüpfung eines Energiesystemmodells mit *MachineLearning*-Methoden und Mikrodaten zur Vorhersage langfristiger Verteilungswirkungen ein wichtiges Grundgerüst für weitere Arbeiten in diesem Bereich.

Darüber hinaus wurde erstmalig ein klarer wohlfahrtstheoretischer Rahmen zur Analyse von Klimaschutzinstrumenten geschaffen und Politikmixe untersucht.

Die Analyse der Klima- und Verteilungswirkungen vorhandener und zukünftiger Klimaschutzinstrumente für den Gebäudesektor auf Grundlage bestehender Datensätze hat sich zuvor als äußerst schwierig gestaltet. Die Arbeiten des RWI im Projekt Ariadne trugen zum Aufbau einer dringend benötigten Panel-Datenbasis bei und ermöglichten die Evaluation einzelner Politikmaßnahmen, insbesondere im Gebäudesektor, auch in den anderen Arbeitspaketen. Die Analysen, die im Rahmen des Projektes vorgenommen wurden, haben so direkte Implikationen für die wirtschaftspolitische Beratung. Die aus den Erhebungen gewonnenen Paneldaten des Wärme- und Wohnen-Panels werden der Wissenschaft durch das am RWI beheimatete FDZ Ruhr zur Verfügung gestellt. Die Daten der ersten Welle sind bereits verfügbar — siehe www.rwi-essen.de/waerme-und-wohnen-panel.

II.4 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse

- (i) Wirtschaftliche Erfolgsaussichten nach Projektende (mit Zeithorizont) - z.B. auch funktionale / wirtschaftliche Vorteile gegenüber Konkurrenzlösungen, Nutzen für verschiedene Anwendergruppen/-industrien am Standort Deutschland, Umsetzungs- und Transferstrategien (Angaben, soweit die Art des Vorhabens dies zulässt).

Das Projekt stiftet großen Nutzen für verschiedene (Stakeholder-)Gruppen. So werden die in diesem Projekt erhobenen Paneldaten des Wärme- und Wohnen-Panels für andere Wissenschaftler und Praktiker zur Verfügung gestellt, die damit eigene Fragestellungen beantworten können, welche vom Projektteam (noch) nicht bearbeitet wurden. Die Veröffentlichung der Daten der 1. Welle aus dem Jahr 2021 ist bereits Ende 2023 erfolgt, die weiteren Wellen werden jeweils mit einem Abstand von max. zwei Jahren zur Datenerhebung veröffentlicht. Geplant ist, ergänzend dazu im Jahr 2024 ein Tool zur Berechnung von Endenergiebedarfen anhand der Gebäudecharakteristika über die Website des RWI zu veröffentlichen und so ein Monitoring des energetischen Gebäudebestands in Deutschland über die Zeit für verschiedene Interessengruppen zu

ermöglichen. Besonders relevant für die Politik, Medienvertreter, Wohnungsgesellschaften und die Öffentlichkeit im Allgemeinen dürften die Erkenntnisse zur Akzeptanz verschiedener klimapolitischer Instrumente im Gebäudesektor über die Zeit sowie die Entwicklung des energetischen Modernisierungsverhaltens verschiedener Haushaltsgruppen sein. Erkenntnisse dieser Art aus dem Wärme- und Wohnen-Panel wurden zum Teil bereits beispielsweise durch Artikel in den von Ministeriumsmitarbeitern viel gelesenen Energiewirtschaftlichen Tagesfragen und der Zeitschrift für Energiewirtschaft transportiert und weitere Veröffentlichungen in diesen Zeitschriften folgen im Sommer 2024. Für die Politik ebenso relevant sind die Ariadne-Übersichtspapiere zur Identifizierung und Bewertung verschiedener Instrumente sowie dazu, wie sich die Kostenbelastung einer CO₂-Bepreisung und verschiedenen Rückverteilungen insbesondere in der langen Frist zwischen verschiedenen sozioökonomischen Gruppen unterscheidet, etwa zwischen wohlhabenden und einkommensschwachen Haushalten oder Haushalten mit unterschiedlicher Haushaltsgröße.

Wissenschaftliche und/oder technische Erfolgsaussichten nach Projektende (mit Zeithorizont) - u. a. wie die geplanten Ergebnisse in anderer Weise (z.B. für öffentliche Aufgaben, Datenbanken, Netzwerke, Transferstellen etc.) genutzt werden können. Dabei ist auch eine etwaige Zusammenarbeit mit anderen Einrichtungen, Firmen, Netzwerken, Forschungsstellen u. a. einzubeziehen.

Es ist zu erwarten, dass zahlreiche weitere Publikationen in namhaften internationalen, aber auch nationalen Zeitschriften neben den bereits aufgelisteten entstehen werden. So wurden in jeder Welle des Wärme- und Wohnen-Panels auch Experimente integriert, um verhaltensökonomische Fragen kausal zu untersuchen. Basierend auf einem in der ersten Welle durchgeführten Experiment zur Aufteilung der Mehrbelastung der CO₂-Bepreisung zwischen Mietenden und Vermietenden ist bereits ein Diskussionspapier entstanden (Kaestner et al. 2023), welches derzeit im Review-Prozess in einer international anerkannten energieökonomischen Fachzeitschrift ist. Auch in der 2. und 3. Welle wurden jeweils Experimente integriert, u.a. zu Fragestellungen in Bezug auf die Energiekrise, wie bspw. zur Anreizwirkung einer Einsparprämie, zu denen derzeit Papiere in Arbeit sind, die im Verlauf des Jahres 2024 als Diskussionspapiere erscheinen werden. Darüber hinaus sollen die im Zuge von AP2 durchgeführten Analysen zu den langfristigen Verteilungswirkungen ebenfalls über das Ariadne-Produkt hinaus in einer internationalen Fachzeitschrift veröffentlicht werden. Die Arbeit daran wurde im Februar 2024 begonnen und ein englischsprachiges Diskussionspapier dazu soll im Laufe des Jahres 2024 veröffentlicht werden.

Bemerkenswert ist zudem, dass die aus den Erhebungen gewonnenen Paneldaten des Wärme- und Wohnen-Panels der Wissenschaft vom am RWI beheimateten FDZ Ruhr mit einem Abstand von max. zwei Jahren zur Datenerhebung zur Verfügung gestellt werden. Die Daten der ersten Welle aus dem Jahr 2021 wurden im Herbst 2023 bereits veröffentlicht – siehe www.rwi-essen.de/waerme-und-wohnen-panel.

Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit für eine mögliche notwendige nächste Phase bzw. die nächsten innovatorischen Schritte zur erfolgreichen Umsetzung der FE-Ergebnisse.

Eine weitere Phase ist für die Fortführung des Wärme- und Wohnen-Panels notwendig. Durch die Ergänzung des Paneldatensatzes des Wärme- und Wohnen-Panels um mindestens drei weitere Erhebungen kann ein noch umfangreicherer Datensatz gebildet werden, der für die Forschung und Politik zahlreiche Vorteile hat. Nur indem der Datensatz über einen langen Zeitraum, wie bspw. mindestens 6 Jahre, Informationen derselben Haushalte erhebt, kann ein aussagekräftiges Bild zur Modernisierungstätigkeit von Haushalten, ihren Hindernissen und ihre Reaktion auf politische Maßnahmen gezeichnet werden. Viele der Tätigkeiten im Gebäudesektor finden nur selten und häufig mit Verzögerung statt, sodass eine langzeitige Betrachtung der Haushalte unabdingbar ist (siehe Frondel et al. 2021. Das Wärme- & Wohnen-Panel zur Analyse des Wärmesektors. Ariadne-Hintergrund). Durch eine Fortführung des Wärme- und Wohnen-Panels können aktuelle Forschungsfragen, bspw. zu Politikinstrumenten im Gebäudesektor, auf die bestehende Datengrundlage aufbauen und durch neue Fragen und Experimenten unter Berücksichtigung aktueller und relevanter Ereignisse ergänzt werden. Auch kann das Monitoring des Sanierungszustands und energetischen Gebäudebestands allgemein durch die Berechnung der Endenergiebedarfe weiter fortgeführt werden und so ein besseres Verständnis zulassen. Auch im Hinblick auf die direkte Kostenbelastung durch eine CO₂-

Bepreisung kann für eine nächste Phase sowie für die Umsetzung der Ergebnisse durch die Politik an die bereits durchgeführten Analysen direkt angeschlossen werden, indem die vorhandenen Daten und Berechnungen auf aktuelle CO₂-Preise und Rückverteilungsvarianten übertragen werden und insbesondere der methodische Ansatz zur Analyse der langfristigen Verteilungswirkungen weiterentwickelt wird.

II.5 Während der Durchführung des Vorhabens bekannt gewordene Fortschritte auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen

Von dritter Seite liegen keine FE-Ergebnisse vor, die für den Verlauf und die Zielsetzung des Verbundvorhabens relevant wären.

II.6 Erfolgte und geplante Veröffentlichungen der Ergebnisse

Publikationen in referierten Fachzeitschriften

- Frondel, M. (2020): CO₂-Bepreisung in den Sektoren Verkehr und Wärme: Optionen für eine sozial ausgewogene Ausgestaltung. *Zeitschrift für Energiewirtschaft* 44(1): 1-14.
- Frondel, M. & Thomas, T. (2020): Dekarbonisierung bis zum Jahr 2050? Klimapolitische Maßnahmen und Energieprognosen für Deutschland, Österreich und die Schweiz. *Zeitschrift für Energiewirtschaft* 44(3): 195-221.
- Frondel, M., Marggraf, C., Sommer, S. & Vance, C. (2021): Reducing vehicle cold start emissions through carbon pricing: evidence from Germany. *Environmental Research Letters* 16 (3).
- Andor, M. A., Frondel, M. & Horvath, M. (2021): Consequentiality, Elicitation Formats, and the Willingness-To-Pay for Green Electricity: Evidence from Germany. *Land Economics* 97 (3): 626–640. DOI: 10.3368/wple.97.3.092618-0130R1
- Frondel, M., Sommer, S. & Tomberg, L. (2021): WTA-WTP Disparity: The Role of Perceived Realism of the Valuation Setting. *Land Economics* 97 (1): 196-206. DOI: 10.3368/wple.97.1.030419-0033R1
- Frondel, M. & Schubert, S. (2021): Carbon Pricing in Germany's Road Transport and Housing Sector: Options for Reimbursing Carbon Revenues. *Energy Policy* 157: 112471. DOI: 10.1016/j.enpol.2021.112471
- Amberg, M., aus dem Moore, N., Bekk, A., Bergmann, T., Edenhofer, O., Flachsland, C., George, J., Haywood, L., Heinemann, M., Held, A., Kalkuhl, M., Kellner, M., Koch, N., Luderer, G., Meyer, H., Nikodinoska, D., Pahle, M., Roelfs, C. & Schill, W.-P. (2022): Reformoptionen für ein nachhaltiges Steuer- und Abgabensystem: Wie Lenkungssteuern effektiv und gerecht für den Klima- und Umweltschutz ausgestaltet werden können. *Perspektiven der Wirtschaftspolitik*, 23, 3, 165-199. <https://doi.org/10.1515/wpp-2021-0051>
- Andor, M. A., Lange, A. & Sommer, S. (2022): Fairness and the support of redistributive environmental policies. *Journal of Environmental Economics and Management*, 114, 102682.
- Flintz, J., Frondel, M. & Horvath, M. (2022): Emissionswirkungen der 2021 reformierten Kfz-Steuer: Eine empirische Analyse: Emissions effects of the German vehicle tax: an empirical analysis. *ASTA Wirtschafts- und Sozialstatistisches Archiv*, 16, 3-4, 255-276. DOI: 10.1007/s11943-022-00310-w
- Frondel, M., Kaeding, M. & Sommer, S. (2022): Market Premia for Renewables in Germany. The Effect on Electricity Prices. *Energy Economics*. DOI: 10.1016/j.eneco.2022.105874
- Frondel, M., Gerster, A., Kaestner, K., Pahle, M., Schwarz, A., Singhal, P. & Sommer, S. (2022): Das Wärme- und Wohnen-Panel zur Analyse des Wärmesektors: Ergebnisse der ersten Erhebung aus dem Jahr 2021: The German Heating and Housing Panel (GHHP) for the Analysis of the Heating Sector: Results of the First Survey from the Year 2021. *Zeitschrift für Energiewirtschaft*, 46(3), 175-193. <https://doi.org/10.1007/s12398-022-00328-1>

- Frondel, M., Helmers, V., Mattauch, L., Pahle, M., Sommer, S., Schmidt, C. M. & Edenhofer, O. (2022): Akzeptanz der CO₂-Bepreisung in Deutschland. Die hohe Bedeutung der Rückverteilung der Einnahmen. *Perspektiven der Wirtschaftspolitik*. DOI: 10.1515/pwp-2021-0050
- Singhal, P., Pahle, M., Kalkuhl, M., Levesque, A., Sommer, S. & Berneiser, J. (2022): Beyond good faith: Why evidence-based policy is necessary to decarbonize buildings cost-effectively in Germany, *Energy Policy*, Volume 169, 113191, ISSN 0301-4215. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.113191>
- Sommer, S., Mattauch, L. & Pahle, M. (2022): Supporting Carbon Taxes. The Role of Fairness. *Ecological Economics*. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2022.107359
- Eßer, J., M. Frondel, S. Sommer (2023), Soziale Normen und der Emissionsausgleich bei Flügen: Evidenz für deutsche Haushalte. *ASTA Wirtschafts- und Sozialstatistisches Archiv*, 17, 1, 71-99.
- Eßer, J., M. Frondel und S. Sommer (2023), Alternative Finanzierung der erneuerbaren Energien: Experimentelle Evidenz für Deutschland: Alternative financing of renewable energies: experimental evidence for Germany. *List Forum für Wirtschafts- und Finanzpolitik*, 48, 1, 77-99
- Frondel, M., Kaestner, K., Sommer, S. & Vance, C. (2023): Photovoltaics and the Solar Rebound: Evidence from Germany. *Land Economics*, 99(2), 265-282.
- Knollenborg, L. & Sommer, S. (2023): Diverging Beliefs on Climate Change and Climate Policy: The Role of Political Orientation. *Environmental and Resource Economics*, 84(4), 1031-1049.
- Levi, S., I. Wolf, S. Sommer und P. Howe (2023), Local Support of Climate Change Policies in Germany over Time. *Environmental Research Letters*, 18, 064046. DOI: 10.1088/1748-9326/acd406

Working Papers (noch nicht als Artikel in einer referierten Fachzeitschrift veröffentlicht)

- aus dem Moore, N., Brehm, J. & Gruhl, H. (2021): Driving Innovation? Carbon Tax Effects in the Swedish Transport Sector. USAEE Working Paper No. 21-538. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3995632>
- Flintz, J., Frondel, M., Horvath, M. & Vance, C. (2022): Emission effects of Germany's vehicle taxation: Recent empirical evidence. *Ruhr Economic Papers* No. 978.
- Frondel, M., Gerster, A., Kaestner, K., Pahle, M., Schwarz, A., Singhal, P. & Sommer, S. (2022): Das Wärme- und Wohnen-Panel zur Analyse des Wärmesektors: Ergebnisse der ersten Erhebung aus dem Jahr 2021. RWI-Materialien.
- Kaestner, K., Sommer, S., Berneiser, J., Henger, R. & Oberst, C. (2023): Cost sharing mechanisms for carbon pricing: What drives support in the housing sector? USAEE Working Paper No. 23-596.
- Singhal, P., Sommer, S., Kaestner, K. & Pahle, M. (2023): Split-incentives in energy efficiency investments? Evidence from rental housing. *Ruhr Economic Papers* No. 992.
- Gerster, A., Kaestner, K., Frondel, M., Pahle, M. & Singhal, P. (2024): Premium programs and energy-saving intentions. Mimeo.

Ariadne-Projektpublikationen

- Knodt, M., Pahle, M., Edenhofer, O., aus dem Moore, N., Fahl, U., Görlach, B., Kosch, M., Pause, F., Perino, G., Schlacke, S. et al. (2020): Wegmarken für das EU-Klimaziel 2030: Versteckte Risiken und Chancen der Szenarien der EU-Kommission für den Pfad zur Klimaneutralität. Ariadne-Kurzdossier.
- Berneiser, J., Burkhardt, A., Henger, R., Köhler, B., Meyer, R., Sommer, S., Yilmaz, Y., Kost, C. & Herkel, S. (2021): Maßnahmen und Instrumente für eine ambitionierte, klimafreundliche und sozialverträgliche Wärmewende im Gebäudesektor – Teil 1: Analyse der Herausforderungen und Instrumente im Gebäudesektor. Ariadne-Hintergrund.
- Fahl, U., Hufendiek, K., Kittel, L., Siegle, J., Pahle, M., aus dem Moore, N., Gruhl, H., Nysten, J., Kahl, H., Görlach, B., Sach, T., Schimmel, M. & Kühner, A.-K. (2021): Industriewende: Wettbewerbseffekte und Carbon Leakage. Neue Politikmaßnahmen im Zuge des Europäischen Green Deal. Ariadne-Kurzdossier.

- Flachsland, C., aus dem Moore, N., Müller, T., Kemmerzell, J., Edmondson, D., Görlach, B., Kalkuhl, M., Knodt, M., Knopf, B., Levi, S., Luderer, G. & Pahle, M. (2021): Wie die Governance der deutschen Klimapolitik gestärkt werden kann. Ariadne-Kurzdossier.
- Frondel, M., Kaestner, K., Pahle, M., Schwarz, A., Singhal, P. & Sommer, S. (2021): Das Wärme- & Wohnen-Panel zur Analyse des Wärmesektors. Ariadne-Hintergrund.
- Haywood, L., Heinemann, M., Bekk, A., Flachsland, C., George, J., Held, A., aus dem Moore, N., Luderer, G., Koch, N., Nikodinoska, D., Pahle, M., Schill, W.-P., Amberg, M., Bergmann, T. & Meyer, H. (2021): Reformoptionen für ein nachhaltiges Steuer- und Abgabensystem. Wie Lenkungssteuern effektiv und gerecht für den Klima- und Umweltschutz ausgestaltet werden können. Ariadne-Kurzdossier.
- Kaestner, K. & Sommer, S. (2021): Kapitel 10 "Verteilungswirkung" in Luderer, G., Kost, C. & Sörgel, D. (Hrsg.), Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045: Szenarien und Pfade im Modellvergleich. Ariadne-Report. Potsdam: Kopernikus-Projekt Ariadne, S. 279-300.
- Meyer, R., Berneiser, J., Burkhardt, A., Doderer, H., Eickelmann, E., Henger, R., Köhler, B., Sommer, S., Yilmaz, Y., Blesl, M., Bürger, V., Braungardt, S. & Herkel, S. (2021): Maßnahmen und Instrumente für eine ambitionierte, klimafreundliche und sozialverträgliche Wärmewende im Gebäudesektor – Teil 2: Instrumentensteckbriefe für den Gebäudesektor. Ariadne-Hintergrund.
- Edmondson, D., Flachsland, C., aus dem Moore, N., Koch, N., Koller, F., Gruhl, H., Brehm, J. & Levi, S. (2022): Bewertung der klimapolitischen Instrumentenmix-Pfade: Eine Anwendung auf den deutschen Sektor für leichte Nutzfahrzeuge. Ariadne-Hintergrund.
- Frondel, M., Gerster, A., Kaestner, K., Pahle, M., Schwarz, A., Singhal, P. & Sommer, S. (2022): So wird geheizt – Ergebnisse des Wärme- und Wohnen-Panels 2021. Ariadne-Report.
- Görlach, B., Jakob, M., Umpfenbach, K., Kosch, M., Pahle, M., Konc, T., aus dem Moore, N., Brehm, J., Feindt, S., Pause, F., Nysten, J. & Abrell, J. (2022): Ein fairer und solidarischer EU-Emissionshandel für Gebäude und Straßenverkehr. Ariadne-Report.
- Kalkuhl, M., Roolfs, C., Edenhofer, O., Haywood, L., Heinemann, M., Bekk, A., Flachsland, C., George, J., Held, A., aus dem Moore, N., Luderer, G., Kellner, M., Koch, N., Nikodinoska, D., Pahle, M., Schill, W.-P., Amberg, M., Bergmann, T. & Meyer, H. (2022): Reformoptionen für ein nachhaltiges Steuer- und Abgabensystem. Wie Lenkungssteuern effektiv und gerecht für den Klima- und Umweltschutz ausgestaltet werden können. Ariadne-Kurzdossier.
- Frondel, M., Gerster, A., Hiemann, P., Kaestner, K., Pahle, M., Schwarz, A., Singhal, P. & Sommer, S. (2023): So ging Deutschland in den Energiekrise-Winter 2022: Ergebnisse des Wärme- & Wohnen-Panels. Ariadne-Report.
- Kaestner, K., Burkhardt, A., Püttbach, K., Sommer, S. & Blesl, M. (2023): Langfristige Verteilungswirkungen einer CO₂-Bepreisung – ein neuartiger modelltechnischer Ansatz. Ariadne-Analyse.
- Kaestner, K., Frondel, M., Gerster, A., Henger, R., Oberst, C., Pahle, M., Schwarz, A. & Singhal, P. (2023): Erkenntnisse zur Energiekrise aus dem Ariadne Wärme- & Wohnen-Panel. Ariadne-Analyse.

Publikationen in nichtreferierten Fachzeitschriften

- Pahle, M., Sommer, S. & Mattauch, L. (2021): Wie Fairness die öffentliche Zustimmung zur CO₂-Bepreisung beeinflusst. *Ifo Schnelldienst*, 74(6), 18-22.
- Frondel, M., Henger, R., Kaestner, K., Oberst, C. & Sommer, S. (2022): Das Stufenmodell zur Aufteilung der CO₂-Kosten: Richtige Logik, fragwürdige Art der Einstufung der Energieeffizienz von Gebäuden. *Energiewirtschaftliche Tagesfragen*, 9, 30-33.
- Frondel, M., Gerster, A., Kaestner, K., Pahle, M., Schwarz, A., Singhal, P. & Sommer, S. (2023): Das Wärme- und Wohnen-Panel zur Analyse des Wärmesektors: Ausgewählte Ergebnisse der ersten Erhebung aus dem Jahr 2021. *Energiewirtschaftliche Tagesfragen*, 1-2, 14-18.

- Frondel, M., Kaestner, K., Henger, R., Oberst, C., Pahle, M., Schwarz, A. & Singhal, P. (2023): Die Kosten des Heizens mit Erdgas in Deutschland: Einsichten aus dem Ariadne Wärme- und Wohnen-Panel. *Energiewirtschaftliche Tagesfragen*, 73, 4, 43-46.
- Frondel, M., Gerster, A., Kaestner, K., Krieg, M., Pahle, M., Schwarz, A., Singhal, P. & Sommer, S. (2023): FDZ Data description: The German Heating and Housing Panel (GHHP) – Wave 1 September 2023.

Die Ergebnisse wurden auf folgenden Konferenzen präsentiert:

- Kaestner, K., Photovoltaics and the Solar Rebound: Evidence for Germany. 5th AIEE Energy Symposium on Energy Security, December 2020, online.
- Kaestner, K., Photovoltaics and the Solar Rebound: Evidence for Germany. SEEDS Annual Workshop, December 2020, online.
- Sommer, S., Supporting Carbon Taxes: The Role of Fairness. The Economics of Inequality and the Environment, September 2020, Leipzig.
- Sommer, S., Supporting Carbon Taxes: The Role of Fairness. 26th Annual Conference of the European Association of Environmental and Resource Economists (EAERE), Juni 2021, Online.
- Kaestner, K., Photovoltaics and the Solar Rebound: Evidence for Germany. 9th Mannheim Conference on Energy and the Environment, Mai 2021, Online.
- Kaestner, K., Photovoltaics and the Solar Rebound: Evidence for Germany. 29. Workshop des Student Chapters der GEE, Juni 2021, Online.
- Sommer, S., Market Premia for Renewables in Germany: The Effect on Electricity Prices. International Conference on Time Series and Forecasting, Juli 2021, Online.
- Kaestner, K., Photovoltaics and the Solar Rebound: Evidence for Germany. Jahrestagung des Vereins für Socialpolitik (VfS), September 2021, Online.
- Kaestner, K., Photovoltaics and the Solar Rebound: Evidence for Germany. Gemeinsame Tagung der ASI und DGS: Paneldaten: Methodische Qualitätsansprüche, praktische Datenanforderungen und politische Informationsbedarfe, November 2021, Online.
- Eßer, J., "27th Annual Conference of the European Association of Environmental and Resource Economists (EAERE)". Juni, 2022, Rimini, Italien.
- Flörchinger, D., "27th Annual Conference of the European Association of Environmental and Resource Economists (EAERE)". Juni, 2022, Rimini, Italien.
- Helmers, V., "30th Gesellschaft für Energiewissenschaft und Energiepolitik (GEE) Student chapter", Essen, Germany
- Helmers, V., "27th Annual Conference of the European Association of Environmental and Resource Economists (EAERE)". Juni, 2022, Rimini, Italien.
- Helmers, V., "Verein für Socialpolitik (VfS)". Universität Basel. September 2022.
- Kaestner, K., "10th Mannheim Conference on Energy and the Environment". ZEW – Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung. Mai 2022.
- Kaestner, K., "27th Annual Conference of the European Association of Environmental and Resource Economists (EAERE)". Juni, 2022, Rimini, Italien.
- Kaestner, K., "European Economic Association/Econometric Society (EEA/ESEM) ". SDA Bocconi School of Management. August 2022.
- Kaestner, K., "Verein für Socialpolitik (VfS)". Universität Basel. September 2022.
- Sommer, S., "27th Annual Conference of the European Association of Environmental and Resource Economists (EAERE)". Juni, 2022, Rimini, Italien.

Die Ergebnisse wurden in den folgenden Zeitungsartikeln aufgegriffen (Auswahl):

- <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/klima-nachhaltigkeit/warum-deutschland-ein-klima-kanzleramt-braucht-17580409.html>

- <https://www.spiegel.de/wirtschaft/dezember-gashilfe-fliesst-vor-allem-an-nichtbeduerftige-a-43c07f33-a0d0-4584-8eeb-1bb70eec9c57#ref=rss>
- <https://www.tagesschau.de/inland/gas-soforthilfe-101.html>
- <https://www.zeit.de/news/2022-12/02/studie-grossteil-der-gas-soforthilfen-nicht-an-beduerftige>
- <https://www.zeit.de/wirtschaft/2023-07/geg-heizungsgesetz-mieter-sanierung-waermepumpe>
- <https://www.euractiv.com/section/emissions-trading-scheme/opinion/how-to-make-ets2-work-for-climate-and-people/>