

Reduzieren! Aber wie? – Eine politikwissenschaftliche Betrachtung von Anreizsystemen zur Reduktion von Treibhausgasen

Kumulative Dissertation

Zur Erlangung des Doktorgrades der Sozial- und Wirtschaftswissenschaften

(Dr. rer. pol.)

in dem Fachbereich Politikwissenschaft
der Otto-Friedrichs-Universität Bamberg

vorgelegt von

Fabio Bothner (M.A.)

wohnhaft in 69115 Heidelberg

Da-Vinci-Str. 17

Bamberg, den 22. Oktober 2021

Mitglieder der Promotionskommission

Erstgutachter:

Prof. Dr. Thomas Rixen

Freie Universität Berlin

Otto-Suhr-Institut für Politikwissenschaft

Zweitgutachter:

Prof. Dr. Lasse Gerrits

Erasmus University Rotterdam

Institute for Housing and Urban Development Studies

Drittgutachter:

Prof. Dr. Felix Hörisch

Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes

Professur für Sozialwissenschaft, Sozial- und Bildungspolitik

Datum der Disputation: 06. April 2022

Dieses Werk ist als freie Onlineversion über das Forschungsinformationssystem (FIS; <https://fis.uni-bamberg.de>) der Universität Bamberg erreichbar. Das Werk steht unter der CC-Lizenz CC-BY.



Lizenzvertrag: Creative Commons Namensnennung 4.0
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>.

URN: urn:nbn:de:bvb:473-irb-537405

DOI: <https://doi.org/10.20378/irb-53740>

Inhaltsverzeichnis

Formale Kriterien

Rahmenpapier: Reduzieren! Aber wie? – Eine politikwissenschaftliche Betrachtung von Anreizsystemen zur Reduktion von Treibhausgasen.

Aufsatz 1: Explaining climate policies' popularity – An empirical study in four European countries. *Environmental Science and Policy* 92, 34-45.

Aufsatz 2: How can households be encouraged to reduce greenhouse gas emissions? – An explorative study on the interplay of household characteristics and mitigation action attributes? *Environmental Science and Policy*. Eingereicht.

Aufsatz 3: Personal Carbon Trading – Lost in the policy primeval soup? *Sustainability* 13 (8), 4592.

Aufsatz 4: Personal Carbon Trading als eine Alternative zu CO₂-Steuer und ETS? Eine Analyse der Verteilungseffekte von Personal Carbon Allowances am Beispiel der Bundesrepublik Deutschland. *Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht* 43 (2), 105-122.

Aufsatz 5: Never Let a Serious Crisis Go to Waste: The Introduction of Supplemental Carbon Taxes in Europe. *Journal of Public Policy*. Zur Veröffentlichung angenommen.

Erklärung nach § 8 (2) der Promotionsordnung

Versicherung nach § 8 (3) der Promotionsordnung

Erklärung nach § 8 (4) der Promotionsordnung

Hinweis auf eine kumulative Dissertation

Formale Kriterien

Die formalen Kriterien, die an diese kumulative Dissertation gestellt werden, ergeben sich aus den folgenden Regelwerken der Fakultät für Sozial- und Wirtschaftswissenschaften und des Instituts für Politikwissenschaft:

1. Promotionsordnung der Fakultät Sozial- und Wirtschaftswissenschaften der Otto-Friedrich-Universität Bamberg vom 31. März 2008.
2. Leitlinien für kumulative Dissertationen des Promotionsausschusses der Fakultät Sozial und- und Wirtschaftswissenschaften, Stand Februar 2013.
3. Handreichung der Fachgruppe Politikwissenschaft zur Anwendung der Promotionsordnung bezüglich kumulativer Promotionen im Fach Politikwissenschaft in der Fassung vom Mai 2019.

In Bezug auf die Kriterien für eine kumulative bzw. publikationsbasierte Dissertation formuliert die Handreichung der Fachgruppe Politikwissenschaft die strengsten Kriterien, daher wird diese als Referenz herangezogen.

Nach der Handreichung müssen insgesamt drei Schriften vorgelegt werden, die in ihrer Gesamtheit den Anforderungen einer Promotion entsprechen. Die Schriften sollen dabei hinreichend unabhängig voneinander sein und ein schlüssiges Forschungsprogramm erkennen lassen. Des Weiteren müssen zwei der eingereichten Schriften, zur Publikation in einem Fachjournal, das im SSCI geführt oder von den Gutachtern als gleichwertig eingeschätzt wird, publiziert oder zur Veröffentlichung angenommen sein. Mindestens einer dieser Artikel muss in Alleinautorenschaft verfasst sein. Die dritte Schrift soll zumindest zur Begutachtung in einem Journal akzeptiert oder in einem Sammelband veröffentlicht sein. Zudem darf höchstens bei einer Publikation ein Gutachter des Promotionsverfahrens beteiligt sein. Sollte dies der Fall sein, muss ein weiterer Gutachter, der nicht an einer Publikation beteiligt ist, in das Promotionsverfahren einbezogen werden.

Die vorgelegte Dissertation besteht aus fünf Schriften (siehe Tabelle 1). Drei von diesen Schriften durchliefen ein Begutachtungsverfahren (peer-reviewed) und wurden in Fachzeitschriften veröffentlicht. Zwei der veröffentlichten Artikel wurden in Alleinautorenschaft verfasst. Eine weitere Schrift wurde begutachtet und zur Veröffentlichung angenommen und befindet sich im

Veröffentlichungsprozess. Bei keinem Artikel war ein Gutachter des Promotionsverfahrens als Autor beteiligt.

Von den für die Dissertation eingereichten Aufsätze wurden der erste, zweite und fünfte in CO-Autorenschaft verfasst. Am ersten Aufsatz war neben Florian Dorner, Alina Herrmann und Helen Fischer auch Rainer Sauerborn beteiligt. Die Beiträge der Autoren des ersten Aufsatzes gestalten sich wie folgt. Die grundsätzliche Idee des Aufsatzes, ein Großteil der theoretischen Überlegungen, die Auswertung des Datensatzes mithilfe von QCA sowie die Darstellung der Ergebnisse stammen vom Verfasser dieser Dissertation. Florian Dorner verfasste die Einleitung, weite Teile der Diskussion und das Fazit, zudem war er für die sprachliche Überarbeitung des Aufsatzes zuständig. Alina Herrmann beschrieb die verwendeten Daten und lieferte den Input für die Diskussion. Helen Fischer beteiligte sich an den theoretischen Überlegungen der Arbeit. Sie war zudem an der Datenerhebung beteiligt und überarbeitete in Zusammenarbeit mit Rainer Sauerborn das Manuskript für die endgültige Fassung. Rainer Sauerborn stellte die Daten zur Verfügung und lieferte Anstöße zur generellen Gestaltung des Manuskripts. Zusammen mit Helen Fischer überarbeitet er das Manuskript für die endgültige Fassung.

Am zweiten Aufsatz waren Alina Herrmann, Carlo Aall, Valerie Louis, Rainer Sauerborn und Aditi Bunker beteiligt. Die grundsätzliche Idee des Aufsatzes stammt vom Verfasser dieser Dissertation ebenso die Beschreibung der Methode, die Auswertung und Darstellung der Ergebnisse (deskriptiv sowie analytisch) sowie große Teile der Diskussion. Alina Herrmann war für die Beschreibung des Datensatzes zuständig. Carlo Aall, Valerie Louis sowie Rainer Sauerborn lieferten Input bezüglich der Diskussion der Ergebnisse sowie für den generellen Aufbau des Aufsatzes und waren für die abschließende kritische Begutachtung und Überarbeitung des Manuskripts zuständig. Carlo All und Rainer Sauerborn stellten zudem den Datensatz zur Verfügung. Aditi Bunker lieferte die Einleitung sowie das Fazit des Aufsatzes und beteiligte sich am Kapitel bzgl. der Diskussion der Ergebnisse.

Beim fünften Aufsatz war neben Svenja Schrader und Nicole Holzhauser auch Frank Bandau beteiligt. Wiederum stammt die Idee des Aufsatzes vom Verfasser dieser Dissertation, der auch für die Datenerhebung und die Auswertung mittels QCA verantwortlich war und daher die Kapitel zur QCA, zur Operationalisierung und zu den notwendigen und hinreichenden Bedingungen verfasste. Zudem schrieb er das Kapitel bzgl. der Entwicklung der CO_{2e}-Steuer in Europa sowie Teile des Kapitels zum Forschungsdesign und des Fazits. Svenja Schrader war für die Fallstudie zu Irland verantwortlich und außerdem an der Datenerhebung beteiligt. Nicole Holz-

hauser verfasste die Fallstudie zu Portugal. Frank Bandau übernahm die Beschreibung des theoretischen Unterbaus der Arbeit (dem Multiple Streams Ansatzes) und schrieb die Einleitung sowie das Kapitel zu den deskriptiven Ergebnissen. Er steuerte zudem einen Großteil des Textes zum Fazit bei und war für die endgültige Überarbeitung des Manuskripts zuständig.

Nr.	Bibliographische Angaben	Journal	5-Jahres-Impact-Factor (Stand 2019)	Eigener Anteil am Artikel
1	Bothner, Fabio; Dorner, Florian; Herrmann, Alina; Fischer, Helen; Sauerborn, Rainer (2019): Explaining climate policies' popularity – An empirical study in four European countries. <i>Environmental Science and Policy</i> 92, 34-45.	<i>Environmental Science and Policy</i>	5,335	>60%
2	Bothner, Fabio; Herrmann, Alina; Aall, Carlo; Louis, Valerie, Sauerborn, Rainer; Bunker, Aditi (Unveröffentlicht): How can households be encouraged to reduce greenhouse gas emissions? – An explorative study on the interplay of household characteristics and mitigation action attributes? <i>Environmental Science and Policy</i> . Eingereicht.	<i>Environmental Science and Policy</i>	5,335	>70%
3	Bothner, Fabio (2021): Personal Carbon Trading – Lost in the policy primeval soup? <i>Sustainability</i> 13 (8), 4592.	<i>Sustainability</i>	2,798	100%
4	Bothner, Fabio (2020): Personal Carbon Trading als eine Alternative zu CO2-Steuer und ETS? Eine Analyse der Verteilungseffekte von Personal Carbon Allowances am Beispiel der Bundesrepublik Deutschland. <i>Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht</i> 43 (2), 105-122	<i>Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht</i>	-	100%
5	Bothner, Fabio; Schrader, Svenja; Holzhauser, Nicole; Bandau, Frank (2021): Never Let a Serious Crisis Go to Waste: The Introduction of Supplemental Carbon Taxes in Europe. <i>Journal of Public Policy</i> . Zur Veröffentlichung angenommen.	<i>Journal of Public Policy</i>	2,011	~50%

Tabelle 1: Vorgelegte Schriften

Die drei veröffentlichten Artikel wurden in den Fachzeitschriften *Environmental Science and Policy*, *Sustainability* und der *Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht* veröffentlicht. *Environmental Science and Policy* und *Sustainability* werden im Science Citation Index Expanded (SCIE) des ISI Web of Knowledge geführt und besitzen somit einen Impact-Faktor. *Sustainability* ist zudem im Social Sciences Citation Index (SSCI) gelistet. Wie dargelegt, verlangt die Handreichung der Fachgruppe Politikwissenschaft, dass zwei Schriften in Zeitschriften veröffentlicht sind, die im SSCI geführt oder von den Gutachtern als gleichwertig eingeschätzt werden. Auch wenn *Environmental Science and Policy* nicht im SSCI vertreten ist, kann das Journal aus mehreren Gründen mit Zeitschriften des SSCI gleichgesetzt werden. Zum einen wird *Environmental Science and Policy* nicht im SSCI gelistet, da es sich beim SSCI um einen Index handelt, der sich auf sozialwissenschaftliche Fachzeitschriften konzentriert. *Environmental Science and Policy* ist jedoch ein multidisziplinäres Journal, das sowohl naturwissenschaftliche sowie sozialwissenschaftliche Beiträge publiziert. Die Nichtberücksichtigung im SSCI steht daher nicht mit der wissenschaftlichen Qualität, sondern mit der breiten thematischen Aufstellung des Journals in Verbindung. Zum anderen zählt *Environmental Science and Policy* in der Kategorie „Environmental Science“ zu den Q1-Journals¹ des SCIE. Es handelt sich somit um eine der renommiertesten Zeitschriften in diesem Bereich. Auch die lange Historie des Journals (Gründung 2005), der in Relation übermäßig wachsende Impact-Faktor sowie die Herausgabe durch einen bekannten und vertrauenswürdigen Verlag (Elsevier Ltd.) unterstreichen die Qualität des Journals. Zudem sei noch darauf hingewiesen, dass der veröffentlichte Artikel einen klaren sozial- und politikwissenschaftlichen Bezug herstellt und somit dem sozialwissenschaftlichen Bereich des Journals zugeordnet ist. Noch anzuführen ist, dass der fünfte vorgelegte Aufsatz sich beim *Journal of Public Policy* im Veröffentlichungsprozess befindet und bereits zur Veröffentlichung angenommen wurde. Das *Journal of Public Policy* ist ebenfalls im SSCI gelistet. Aufgrund der dargelegten Umstände bin ich daher überzeugt, dass die vorliegenden Schriften die geforderten Vorgaben erfüllen.

Die Handreichung verlangt zudem, dass die Unabhängigkeit der eingereichten Schriften und das Forschungsprogramm durch eine vorangestellte inhaltliche Einordnung demonstriert wird. Diese Anforderung wird mit dem folgenden Rahmenpapier erfüllt.

¹ Q1-Journals sind Zeitschriften deren Impact-Faktor das 80%-Perzentil überschreitet. Sprich, mindestens 80% der Zeitschriften der gleichen Kategorie haben einen Impact-Faktor der geringer ist.

Rahmenpapier zur kumulativen Dissertation:

Reduzieren! Aber wie? – Eine politikwissenschaftliche Betrachtung von Anreizsystemen zur Reduktion von Treibhausgasen

1. Einleitung

Die kommende Dekade ist entscheidend im Kampf gegen die weltweite Erderwärmung. Folgt man der Einschätzung des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), so muss die Spitze der jährlichen Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) in der Periode zwischen 2020-2030 erreicht werden, damit die Staatengemeinschaft eine reelle Chance hat das 1,5°C-Ziel einzuhalten (Intergovernmental Panel on Climate Change 2014, 2018). Obwohl mit der Implementierung des Kyoto-Protokolls und der Ratifizierung des Pariser Übereinkommens erste Anstrengungen zur THG-Reduktion unternommen wurden, bleiben die bisherigen Erfolge ernüchternd. Im Zeitraum von 2000-2010 erhöhte sich der jährliche globale THG-Ausstoß durchschnittlich um 2,5 Prozent pro Jahr (Intergovernmental Panel on Climate Change 2014: 46). Auch wenn für die darauffolgenden Jahre im Mittel eine geringere Wachstumsrate von 1,3 Prozent zu verzeichnen war, so scheint die Spitze des jährlichen THG-Ausstoßes noch nicht erreicht. Für das Jahr 2018 wurde ein erneuter Anstieg der Wachstumsrate auf 2,0 Prozent registriert (Olivier und Peters 2020: 14). Die internationale Gemeinschaft muss daher in den kommenden Jahren den globalen THG-Ausstoß drastisch reduzieren, um das 1,5°C-Ziel nicht zu verfehlen (Höhne et al. 2020).

Während weitgehend Einigkeit darüber herrscht, dass eine Reduktion erfolgen muss, debattieren Politiker sowie Forscher darüber, wie der globale THG-Ausstoß reduziert werden soll. Neben dem Regulieren bzw. Verbot von klimaschädlichem Verhalten oder dem Subventionieren von grünen Technologien, bieten sogenannte Anreizsysteme eine weitere Möglichkeit der THG-Reduktion (Metcalf 2019). Ziel solcher Systeme ist die Induktion einer THG-Reduktion durch monetäre Anreize. Die CO_{2e}-Steuer² und Emissionshandelssysteme (EHS) sind dabei die bisher gängigsten Vertreter dieser Kategorie und erfreuen sich zunehmend an Beliebtheit. Gemäß dem Stand vom November 2020, sind weltweit 59 Anreizsysteme implementiert, die zusammen 16 Prozent der globalen THG-Emissionen abdecken (World Bank 2020). Damit hat sich die Zahl der Anreizsysteme seit dem Jahr 2000 mehr als verachtfacht. Im Schatten der

² Die Bezeichnung CO_{2e} umfasst nicht nur das Treibhausgas CO₂, sondern auch andere Treibhausgase die als CO₂-Äquivalente gemessen werden.

bekanntesten Anreizsysteme hat sich in den letzten Jahren jedoch eine Vielzahl an experimentellen Anreizsystemen entwickelt, die unter dem Label „Personal Carbon Trading“ (PCT) subsumiert werden können. Im Gegensatz zu den populären Anreizsystemen, die auf der Ebene von Unternehmen (Makroebene) agieren, adressiert PCT direkt den THG-Fußabdruck von Haushalten bzw. Privatpersonen und damit die Mikroebene. Vor dem Hintergrund, dass Haushalte mit ihrem Konsumverhalten für etwa 72% der globalen THG-Emissionen verantwortlich sind (Hertwich und Peters 2009)³, scheinen diese mikroorientierten Systeme eine überlegenswerte Alternative zu den gängigen Anreizsystemen zu sein. Den Nationalstaaten stehen somit eine Vielzahl an Optionen zur THG-Reduktion zur Verfügung. Welches der genannten Anreizsysteme allerdings etabliert werden kann bzw. etabliert werden sollte, hängt neben der Effektivität zur THG-Reduktion auch von politischen Faktoren ab. Dazu zählt neben den politischen Rahmenbedingungen des jeweiligen Staates auch die politische Umsetzbarkeit der einzelnen Anreizsysteme. Während die Effektivität im naturwissenschaftlichen Kontext diskutiert wird, nimmt die vorliegende Dissertation eine dezidiert politikwissenschaftliche Sichtweise ein. Im Mittelpunkt der Arbeit steht daher die Frage nach der Umsetzbarkeit von Anreizsystemen, dabei wird der Fokus auf PCT gelegt. Darüber hinaus wird ergründet, unter welchen Bedingungen Staaten bereit sind Anreizsysteme zu etablieren.

Um den oben genannten Fragen nachzugehen, verfährt diese Dissertation wie folgt. Nach einer kurzen Einführung zum gegenwärtigen Stand der Literatur, folgt die Beschreibung des in der Dissertation verwendeten Analyserasters sowie der angewendeten Methoden. Anschließend widmet sich das Rahmenpapier dem ersten thematischen Teilbereich. Im Fokus steht die Frage, welche Designelemente die Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen durch private Haushalte begünstigen. Basierend auf den Ergebnissen des ersten Teilbereichs wird im zweiten Dissertationsteil diskutiert, ob PCT neben dem augenscheinlichen Effektivitätsvorteil (aufgrund einer mehrdimensionalen Anreizstruktur) auch in Bezug auf die politische Umsetzbarkeit eine alternative zu CO_{2e}-Steuer und Emissionshandel sein kann. Abschließend befasst sich der dritte Teilbereich, exemplarisch am Beispiel der Einführung von CO_{2e}-Steuern in europäischen Staaten, mit der Frage, unter welchen Umständen Staaten dazu bereit sind Anreizsysteme einzuführen. Im Fazit werden die Hauptergebnisse nochmals zusammengefasst sowie ein Ausblick auf mögliche zukünftige Forschungsfragen gegeben.

³ Hertwich und Peters (2009) untersuchen in ihrer Studie die mit dem Endverbrauch von Gütern und Dienstleistungen verbundenen THG-Emissionen für 73 Staaten. Dabei betrachten Sie nicht nur direkte, sondern auch indirekte Emissionen der Sektoren Bau, Wohnen, Kleidungs-, Güter- und Nahrungsmittelproduktion sowie Dienstleistung und Handel. Im Mittel führen sie 72% der globalen THGs auf das Konsumverhalten privater Haushalte und 10% auf Staatsaufwendungen sowie 18% auf Investitionen zurück.

2. Bisheriger Forschungsstand und theoretische Verortung der Dissertation

Die vorgestellten drei Teilbereiche dieser Dissertation adressieren unterschiedliche Ressorts der Politikwissenschaft. Der erste Teilbereich dieser Dissertation ist in einem Forschungsfeld angesiedelt, das von den Disziplinen der Umweltsoziologie sowie -psychologie geprägt ist (siehe Tanner 1999; Whitmarsh 2009; Whitmarsh und O'Neill 2010; Tobler et al. 2012). Nichtsdestotrotz gibt es auch immer wieder politikwissenschaftliche Beiträge, die sich mit der Einstellung der Bevölkerung gegenüber dem Klimawandel und Klimaschutz beschäftigen und damit dem Ressort der politischen Soziologie zugeordnet werden können (siehe Hammar und Jagers 2006; Fielding et al. 2012; Haring et al. 2019). Im Gegensatz zu bestehenden Forschungsarbeiten, die sich darauf konzentrieren wie individuelle Eigenschaften privater Haushalte bzw. Individuen die Einstellung gegenüber Klimaschutzmaßnahmen beeinflussen (Tobler et al. 2012; Bichard und Kazmierczak 2012; Schwirplies 2018; Thaller et al. 2020), werden in den ersten beiden Artikeln dieser Dissertation auch die Eigenschaften und die Ausgestaltung von Klimaschutzmaßnahmen berücksichtigt. Dieser Perspektivenwechsel erlaubt es zu ergründen, welche spezifischen Eigenschaften von Klimaschutzmaßnahmen zu einer höheren oder niedrigeren Implementierungsbereitschaft und somit Akzeptanz innerhalb der Bevölkerung führen. Bisher finden sich zu diesem Bereich nur wenige Studien, die jedoch häufig in Verbindung mit sogenannten „Co-benefits“ stehen. Diese Studien adressieren meist die sozialen und gesellschaftlichen Vorteile von Klimaschutzmaßnahmen („Co-benefits“) aber weniger die Frage, wie sich diese „Co-benefits“ auf die Implementierungsbereitschaft von Haushalten auswirken (Schwirplies 2020: 126ff.). Da die Gestaltung und das Adressieren von Klimaschutzmaßnahmen jedoch nicht nur für die Politikwissenschaft von theoretischer, sondern darüber hinaus für politische Entscheidungsträger/innen auch von praktischer Relevanz ist, ist eine tiefergehende Auseinandersetzung mit diesem Forschungsbereich notwendig.

Der zweite Teilbereich beschäftigt sich mit Anreizsystemen und deren Evaluation⁴. Somit ist dieser in einem Forschungsfeld angesiedelt, welches stark von der wirtschaftswissenschaftlichen Forschung dominiert wird. Häufig wird versucht die Effektivität oder die wirtschaftliche Effizienz von Anreizsystemen anhand ausgewählter Beispiele zu belegen bzw. zu widerlegen. Es besteht eine weitreichende Debatte darüber, welches Anreizsystem sich besser eignet um

⁴ In diesem Kontext ist Evaluation nicht im Sinne des Policy-Cycle zu verstehen. Bei diesem wird (unterteilt in inner-administrative, politische und wissenschaftliche Evaluation) im Grunde eine Ergebnisevaluation vorgenommen (Blum und Schubert 2017: 195 ff.; Gollwitzer und Jäger 2014: 29f.). Für den hier vorliegenden Fall handelt es sich um eine prospektive Evaluation, die vor der eigentlichen Implementierung der Politik stattfindet (Gollwitzer und Jäger 2014: 29f.).

das Problem des übermäßigen THG-Ausstoßes zu adressieren (Avi-Yonah und Uhlmann 2009; Haites 2018; Hovi und Holtmark 2006; Goulder und Schein 2013; Frondel 2019). An diese Debatte knüpft die Forschung des zweiten Dissertationsteils an. Im Gegensatz zu der bestehenden Literatur werden jedoch zwei Neuerungen vorgenommen. Zum einen wird ein starker Fokus auf das Instrument des PCT gelegt, welches im breiten wissenschaftlichen Diskurs bisher noch nicht angekommen ist. Zum anderen nimmt die Dissertation eine dezidiert politikwissenschaftliche Sichtweise ein, indem sie sich auf Kriterien für die politische Umsetzung und deren Evaluation konzentriert. Hierfür werden Aspekte des Multiple-Streams-Ansatzes (MSA) herangezogen. Die Forschung schließt damit an die bestehende Literatur bzgl. der Umsetzbarkeit von PCT an (siehe Fawcett 2010, 2012; Parag und Fawcett 2014; Duscha 2014). Anders als bei bisherigen Studien, wird jedoch erstmals ein systematischer Literaturüberblick zur politischen Umsetzbarkeit von PCT durchgeführt. Der zweite Dissertationsteil steht somit in Verbindung zu dem wachsenden politikwissenschaftlichen Forschungszweig, der sich mit der Implementierung von Klimapolitiken bzw. Anreizsystemen befasst.

Diesem Forschungszweig, der dem Ressort der vergleichenden Politikfeldanalyse angehört, lässt sich auch der dritte Teil dieser Dissertation zuordnen. Im Allgemeinen schließt dieser an die bisherigen Arbeiten von Forschern/innen wie Fleig et al. (2017), Benson und Lorenzoni (2014) oder Fankhauser et al. (2015) an, die sich mit der Einführung von Klimaschutzpolitiken auf nationalstaatlicher bzw. europäischer Ebene beschäftigen. In den letzten Jahren hat sich zudem ein kleiner, aber wachsender Literaturstamm gebildet, der sich spezifisch mit der Einführung von Anreizsystemen aus einer vergleichenden Perspektive beschäftigt (Andersen 2019; Harrison 2010; Skovgaard et al. 2019; Criqui et al. 2019; Steinebach et al. 2021). Diesem Literaturstamm lässt sich der fünfte Dissertationsartikel zuordnen, welcher mit Hilfe des MSA und einer Qualitative Comparative Analysis (QCA) zu ergründen versucht, unter welchen Bedingungen europäische Staaten bereit sind nationale CO_{2e}-Steuern einzuführen. Dabei liegt das Erkenntnisinteresse auf der sogenannten „second wave“, das heißt, nicht die nordischen Vorreiterstaaten (Schweden, Finnland, Dänemark), welche bereits ausgiebig in verschiedenen Studien behandelt wurden (siehe Andersen 2019; Speck 2013), stehen im Fokus, sondern Staaten, die eine Steuer eingeführt haben nachdem das europäische Emissionshandelssystem (EU EHS) implementiert wurde. Somit handelt es sich um eine der ersten Studien, welche die Einführung der CO_{2e}-Steuer in europäischen Staaten, die unter dem EU EHS agieren, untersucht. Wie Engler und Herweg (2019) zeigen, gibt es nur sehr wenige Studien, die den MSA auf eine größere Fallzahl anwenden. Auch auf diesem Gebiet leistet der Artikel daher Pionierarbeit indem

versucht wird, die verschiedenen Elemente des MSA via eines Mixed-Method-Ansatzes aus QCA und Fallstudien zu erfassen.

3. Analyseraster der Dissertation

Das Problem des Klimawandels stellt aufgrund der komplexen Verursacherstruktur ein Mehrebenenproblem dar (Kemmerzell 2017: 245). Eine zielgerichtete Klimaschutzpolitik kann daher nicht bei einem Staat, einer Region oder einem Industriezweig ansetzen, sondern braucht eine ebenenübergreifende Strategie. Diesem Gedanken folgend, gliedert sich das Analyseraster der Dissertation, wie angesprochen, in fünf Artikel die entlang der Mikro-, Meso- und Makroebene in drei Teilbereiche angeordnet werden (siehe Tabelle 1 und Abbildung 1).

Nr.	Teilbereich	Artikel
I	THG-Reduktionspräferenzen privater Haushalte	1. Explaining climate policies' popularity – An empirical study in four European countries. 2. How can households be encouraged to reduce greenhouse gas emissions? – An explorative study on the interplay of household characteristics and mitigation action attributes.
II	Personal Carbon Trading – Ein geeignetes Modell, um private Haushalte zu adressieren?	3. Personal Carbon Trading – Lost in the Policy Primeval Soup? 4. Personal Carbon Trading als eine Alternative zu CO ₂ -Steuer und ETS? Eine Analyse der Verteilungseffekte von Personal Carbon Allowances am Beispiel der Bundesrepublik Deutschland.
III	Implementierung von Anreizsystemen	5. Never Let a Serious Crisis Go to Waste: The Introduction of Supplemental Carbon Taxes in Europe. Environmental Politics.

Tabelle 2: Teilbereiche und Artikel

Die Mikroebene beschreibt die Ebene der privaten Haushalte, während die Unternehmen einer Volkswirtschaft die Mesoebene bilden. Meso- und Mikroebene stehen in direkter Beziehung zueinander, da das Konsumverhalten der privaten Haushalte eine Auswirkung auf die Produktion von Gütern und damit den THG-Ausstoß von Unternehmen hat. Die Nationalstaaten bilden die Makroebene, auf der die nationalen THG-Reduktionsziele und die Instrumente bzw. Politiken zur Erreichung dieser Ziele festgelegt werden. Die Makroebene steht somit in Wechselwirkung zu der Meso- und Mikroebene. Mikro- und Mesoebene bilden den aggregierten THG-Ausstoß der Makroebene. Darüber hinaus besteht aber auch ein Einfluss der beiden Ebenen im

Hinblick auf politische Entscheidungsprozesse; das betrifft sowohl die Wahl der Instrumente zur THG-Reduktion als auch die generelle Zielsetzung der Klimaschutzpolitik.

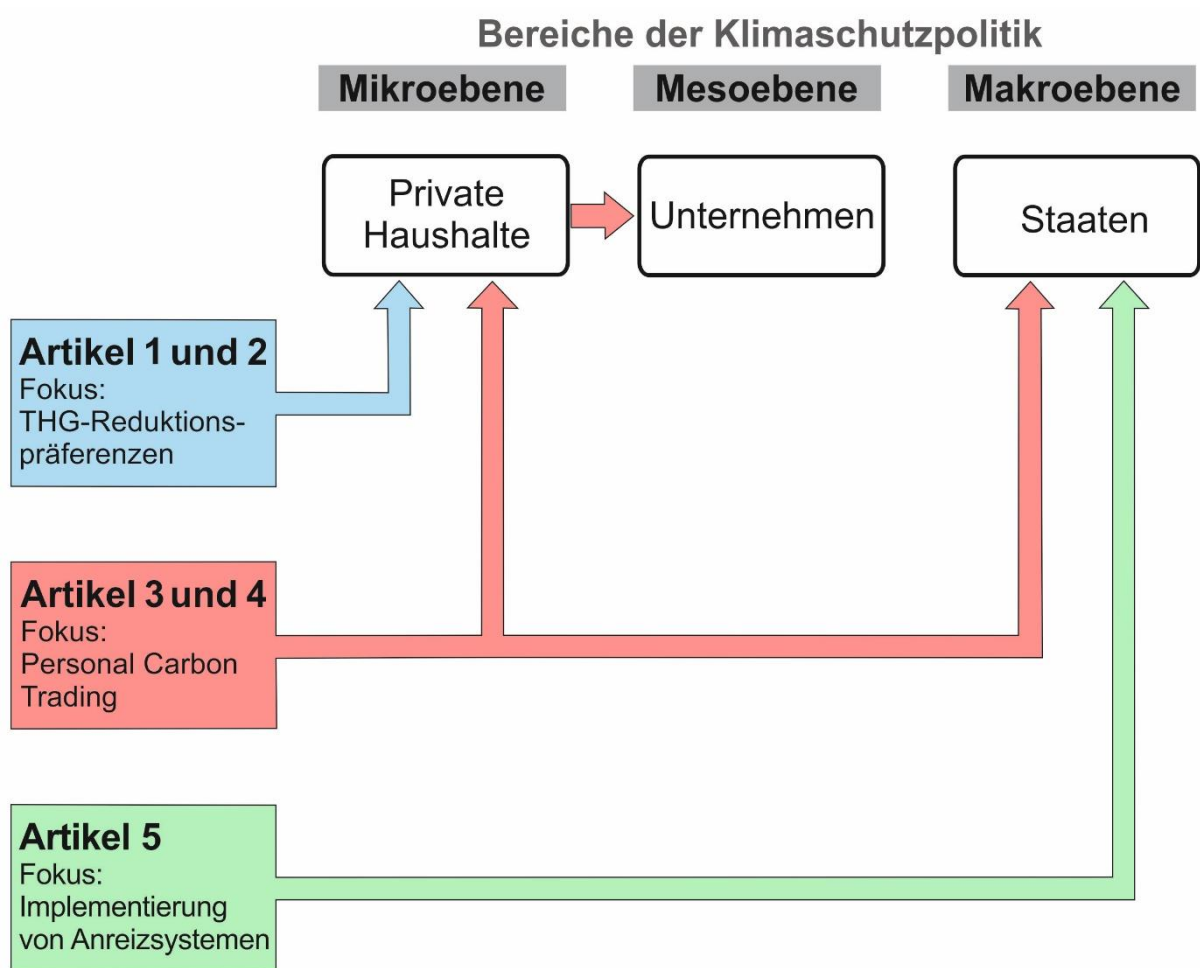


Abbildung 1: Struktur der Dissertation

Wie erläutert, steht die politische Umsetzbarkeit von Anreizsystemen im Fokus der Dissertation. Für die Umsetzbarkeit von klimapolitischen Maßnahmen spielt die Akzeptanz innerhalb der Bevölkerung eine entscheidende Rolle. Vor diesem Hintergrund ist es wichtig in einem ersten Schritt zu ergründen, welche THG-Reduktionspräferenzen auf der Mikroebene, also der Ebene der privaten Haushalte, vorherrschen. Artikel 1 und 2 bilden daher den ersten Teil der Dissertation und befassen sich intensiv mit den THG-Reduktionspräferenzen von privaten Haushalten. Ziel ist es, aus den gewonnenen Erkenntnissen, Implikationen für die Gestaltung von Klimaschutzpolitiken abzuleiten. Diese Erkenntnisse spielen im zweiten Teil der Dissertation eine Rolle, der sich auf das Zusammenspiel von Mikro- und Mesoebene konzentriert. Auf Grundlage der Ergebnisse des ersten Teils werden verschiedene Anreizsysteme und deren

Wirkmechanismen diskutiert. Hierbei wird kritisch hinterfragt, ob monetäre Anreize (auf welchen der Wirkmechanismus von klassischen Anreizsystemen hauptsächlich beruht) tatsächlich ein geeignetes Mittel sind, um die Umsetzungsbereitschaft von privaten Haushalten und damit die Bereitschaft zur THG-Reduktion zu gewährleisten. Der besondere Fokus des zweiten Dissertationsteils liegt auf PCT, welches eine neuerliche Entwicklung im Bereich der Anreizsysteme darstellt. Artikel 3 befassen sich daher auf Basis des MSA intensiv mit der politischen Umsetzbarkeit von PCT. Der dritte Dissertationsteil rückt die Makroebene und die dort stattfindenden politischen Entscheidungsprozesse in den Fokus. Genauer gesagt, es wird untersucht unter welchen Rahmenbedingungen Staaten bereit sind nationale Anreizsysteme einzuführen. Mithilfe einer QCA untersucht der fünfte Dissertationsartikel die Einführung der CO_{2e}-Steuer in europäischen Ländern. Basierend auf ergänzenden Fallstudien, zeichnet der Artikel die Entscheidungsprozesse auf der Makroebene nach und versucht den Einfluss der Meso- und Mikroebene deutlich zu machen.

4. Methodisches Vorgehen

Aufgrund der Tatsache, dass sich die Datengrundlage für die einzelnen Untersuchungsebenen unterscheiden, kommen innerhalb der Dissertation unterschiedliche sozialwissenschaftliche Methoden zum Einsatz.

Sowohl der erste als auch der fünfte Artikel dieser Dissertation bringen eine QCA zur Anwendung. Dabei unterscheiden sich die Artikel jedoch deutlich in der Ausgestaltung und Anwendung der Methode, was auch daran liegt, dass die QCA innerhalb der Sozialwissenschaft eine relative junge Methode ist. Die zahlreichen methodischen Debatten rund um die QCA (siehe Lucas und Szatrowski 2014; Ragin 2014; Thiem und Baumgartner 2016; Schneider 2018; Thiem 2019, Gerrits und Pagliarin 2020) zeigen, dass sich innerhalb der Forschungsgemeinschaft noch kein einheitliches Vorgehen herauskristallisiert hat; diesem Umstand trägt auch diese Dissertation Rechnung. Ergänzend hierzu muss festgehalten werden, dass es nicht „die“ eine QCA gibt, sondern dass der Begriff verschiedene Analysetechniken umfasst (Schneider und Wagemann 2007: 20). Die zwei prominentesten Ausprägungen sind die Crisp-Set-QCA (csQCA) und die Fuzzy-Set-QCA (fsQCA) (Roig-Tierno et al. 2017). Darüber hinaus wurden aber noch weitere Verfahren wie die Multi-Value-QCA (mvQCA), die Temporal-QCA (tQCA) oder die Time-Series-QCA (tsQCA) entwickelt (Cronqvist 2003; Caren und Panofsky 2005; Hino 2009). Unabhängig von den verschiedenen Ausprägungen, ist das Ziel von QCA notwendige und/oder hinreichende Bedingungen für das Auftreten eines Outcomes zu identifizieren

(Schneider und Wagemann 2007: 79ff.). Bei QCA handelt es sich um eine mengentheoretische Methode, welche soziale Phänomene in Teilmengen untergliedert. Während die ursprüngliche csQCA lediglich mengentheoretisch binär zwischen einer vollständigen Zugehörigkeit zu einer Teilmenge (1) und einer Nichtzugehörigkeit zu einer Teilmenge (0) unterscheidet, lässt die fsQCA eine zusätzliche Differenzierung der Teilmengenzugehörigkeit zu (Vergabe von Werten zwischen 0 und 1 mit Ausnahme von 0,5) (Schneider und Wagemann 2007: 85). Sowohl bei der csQCA als auch bei der fsQCA ist eine Kalibrierung der Rohdaten notwendig. Das heißt, es muss ein Kodierschema entwickelt werden, welches die Vergabe der Teilmengenzugehörigkeitswerte definiert (Schneider und Wagemann 2007: 180).

Als große Stärken der QCA gelten die conjunctural causality (kombinatorische Betrachtung kausaler Bedingungen) und die Äquifinalitätsannahme (Gerrits und Verweij 2018: 29). Anders als bei herkömmlichen Methoden der Inferenzstatistik, wird bei einer QCA der Effekt einzelner Variablen nicht isoliert und unter Kontrolle von Drittvariablen betrachtet, sondern das Auftreten eines Phänomens (Outcomes) kann das Ergebnis eines Zusammenspiels von mehreren Ereignissen (Bedingungen) sein (Schneider und Wagemann 2009: 388). Hinzu kommt, dass verschiedene Kombinationen von Bedingungen zu ein und demselben Ergebnis führen können und es daher für das Auftreten eines Outcomes verschiedene Kombinationen von Bedingungen geben kann (Schneider und Wagemann 2009: 388ff.).

Für das Erkenntnisinteresse der Artikel 1 und 5 stellen die kombinatorische Betrachtung kausaler Bedingungen und die Äquifinalitätsannahme einen Vorteil der QCA gegenüber anderen Methoden dar. So steht im Fokus des ersten Dissertationsartikels die Frage, welche Eigenschaften von Klimaschutzmaßnahmen die Umsetzungsbereitschaft durch private Haushalte begünstigen. Dabei ist davon auszugehen, dass die Eigenschaften der Maßnahmen nicht unabhängig voneinander auf die Haushalte wirken, sondern eine Maßnahme immer als Ganzes wahrgenommen wird, also als eine Kombination verschiedener Eigenschaften. Darüber hinaus können unterschiedliche Eigenschaftskombinationen die Umsetzungsbereitschaft begünstigen. So ist es denkbar, dass Haushalte einen finanziellen Nachteil einer Klimaschutzmaßnahme in Kauf nehmen, wenn diese dafür eine geringe Verhaltensänderung notwendig macht. Andersherum können Haushalte dazu bereit sein eine einschneidende Verhaltensänderung zu akzeptieren, wenn dafür ein großer finanzieller Vorteil mit der Maßnahme einhergeht. Um diesen Umstand zu adressieren, spielt die Äquifinalitätsannahme daher eine entscheidende Rolle. In Bezug auf Artikel 5 eignet sich QCA (trotz seiner deterministisch geprägten Sichtweise), aufgrund der kombinatorischen Betrachtung kausaler Bedingungen, gut für eine Verknüpfung mit dem MSA

(Engler und Herweg 2019: 919). Der MSA geht explizit von einer Kombination verschiedener politischer Faktoren aus. So müssen die in der Theorie beschriebenen Ströme „reif“ sein und ein Policy-Unternehmer muss ein sich öffnendes Policy-Fensters nutzen damit eine Politik eine erhöhte Chance hat auf die politische Agenda zu kommen (Herweg 2015: 332ff.). Der MSA geht somit explizit von einer Kombination verschiedener Faktoren aus, die sich abseits der QCA nur schwer mit quantitativen Methoden erfassen lässt.

Da im Fall von Artikel 1 und 5 ein Großteil der Rohdaten im metrischen Datenformat vorliegen, verwenden beide Artikel eine fsQCA, da bei dieser im Vergleich zu einer csQCA die Kalibrierung mit einer geringeren Reduktion von Komplexität und damit einem geringeren Datenverlust einhergeht. Wie bereits erwähnt, unterscheiden sich die Artikel deutlich in der Anwendung; so kann Artikel 1 nach Greckhamer et al. (2013: 54) eindeutig als eine large-N-QCA klassifiziert werden. Auch wenn QCA anfangs besonders auf kleinere Fallzahlen angewendet wurde, haben neuere Studien gezeigt, dass auch die Anwendung auf eine größere Anzahl von Beobachtungen gewinnbringend sein kann (Greckhamer et al. 2013: 50). Nichtsdestotrotz unterscheidet sich das Erkenntnisinteresse zwischen large- und small-N-Anwendungen deutlich. Während bei large-N-Applikationen das explorative Identifizieren eines generellen Musters im Vordergrund steht, ohne dabei intensiv auf einzelne Fälle einzugehen (so auch bei Artikel 1 der Fall), liegt der Fokus bei einer small-N-QCA eher auf einem verstehenden und erklärenden Erkenntnisinteresse (Greckhamer et al. 2013: 54ff.). Daher findet bei einer small-N-QCA eine stärkere Rückbindung an die einzelnen Fälle statt. Bei Artikel 5 handelt es sich um eine solche small-N-Anwendung. Um eine Rückbindung an die einzelnen Fälle zu gewährleisten, kommen daher neben der QCA auch Einzelfallstudien zum Einsatz.

In Artikel 2 und 4 werden regressionsbasierte Verfahren verwendet. Diese sind besonders für große Datensätze ($N > 100$), die auf einer Zufallsstichprobe beruhen, geeignet (Wenzelburger et al. 2014: 8). Ziel solcher Verfahren ist die Identifikation von statistisch signifikanten Korrelationen zwischen zwei Variablen. Artikel 4 bedient sich einer multivariaten linearen OLS-Regression. Voraussetzung für die Anwendung einer OLS-Regression sind die sogenannten BLUE-Kriterien (Wenzelburger et al. 2014: 27; Urban und Mayerl 2018: 121), die im Folgenden aufgelistet sind:

1. Die Residuen sind um den Wert 0 normalverteilt.
2. Die Datenstruktur weist keine Heteroskedastizität auf.
3. Die Beobachtungen sind nicht miteinander korreliert (keine Autokorrelation).
4. Die Residuen sind nicht mit dem Prädiktor korreliert.

Hinzu kommt, dass ein linearer Zusammenhang zwischen der abhängigen Variable (AV) und den unabhängigen Variable (UV) vorliegen muss. Sollten die BLUE-Kriterien verletzt sein, muss das methodische Vorgehen angepasst werden. Daher kommen bspw. im vierten Dissertationsartikel robuste Standardfehler zum Einsatz, um das Problem der Heteroskedastizität abzumildern. Basierend auf der Kleinst-Quadrat-Schätzmethode (auch Ordinary Least Squares, kurz OLS genannt), wird bei einem multivariaten linearen OLS-Modell eine Regressionsgleichung bestimmt. Diese Gleichung enthält für jede UV einen Regressionskoeffizienten (Wenzelburger et al. 2014: 13), der den Einfluss der UV auf die AV, unter Kontrolle aller im Modell aufgenommenen Drittvariablen, quantifiziert (Urban und Mayerl 2018: 75). Um die Regressionsgleichung zu bestimmen, wird eine Regressionsfläche (Hyperfläche) durch einen N-Dimensionalen-Raum gelegt. Die Regressionsfläche spiegelt die durch die Regressionsgleichung geschätzten Werte der AV wider. Diese Fläche wird so berechnet, dass die quadrierte Differenz der empirischen Werte zu den geschätzten Werten der AV möglichst gering ist (Urban und Mayerl 2018: 77ff.).

Da im zweiten Dissertationsartikel eine binäre Ausprägung der AV (Wahl einer Klimaschutzmaßnahme) vorliegt, kann keine lineare OLS-Regression angewendet werden, was daran liegt, dass bei einer binären AV weder ein linearer Zusammenhang vorliegt, noch die Residuen normalverteilt sind und zudem Heteroskedastizität auftritt. Hinzu kommt, dass eine sinnvolle Interpretation der Ergebnisse nicht möglich ist. Das liegt daran, dass in einer OLS-Regression negative Schätzwerte möglich sind, obwohl die AV aufgrund der binären Ausprägung lediglich einen Wertebereich von 0-1 aufweist (Wenzelburger et al. 2014: 55ff.). Aus diesen Gründen wird für Artikel 2 ein logistisches Modell berechnet, welches die Logit-Funktion verwendet. Einfach gesagt, es werden dadurch nicht mehr die Werte der AV vorhergesagt sondern die Wahrscheinlichkeit, dass ein Ereignis eintritt (Wenzelburger et al. 2014: 59ff.). Für den zweiten Artikel ergibt sich aufgrund der komplexen Datenlage ein weiteres Problem. So sind die einzelnen Beobachtungen miteinander korreliert (Autokorrelation), was im schlimmsten Fall zu einem fehlerhaften Schätzverfahren und zu einer Überschätzung der Signifikanz der Effekte führt. In der Literatur gibt es verschiedene Möglichkeiten mit Autokorrelation umzugehen (Wenzelburger et al. 2014: 94). Eine der populärsten Möglichkeit besteht in der Berechnung eines Mehrebenenmodells. Bei diesem Modell wird die Ebene, über die die einzelnen Beobachtungen korreliert sind, in die Regressionsgleichung inkludiert. Ein solches Vorgehen erlaubt es den Effekt der übergeordneten Ebene zu quantifizieren (Hox et al. 2010; Sommet und Morselli 2017; Wenzelburger et al. 2014: 91). Daher wird im zweiten Artikel ein logistisches Mehrebenenmodell berechnet.

Im dritten Dissertationsartikel wird ein systematischer Literatur-Review entlang der „Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyse“ (PRISMA) Guidelines durchgeführt (Moher et al. 2009). Ursprünglich aus der medizinischen Forschung stammend, stellen die PRISMA Guidelines eine Weiterentwicklung des „Quality of Reporting of Meta-analyses“ (Quorum) Statements dar (Moher et al. 1999). Ziel des PRISMA-Ansatzes ist es, das Vorgehen bei der Durchführung eines Literaturüberblicks bzw. einer Meta-Studie zu vereinheitlichen und zu systematisieren. Dadurch soll nicht nur die Durchführbarkeit, sondern auch die Qualität solcher Studien verbessert werden. Auch wenn die PRISMA Guidelines ursprünglich für systematische Meta-Studien im medizinischen Bereich und damit vor allem für den Vergleich von randomisierten und Interventionsstudien entwickelt wurden, eignet sich der Ansatz auch für den naturwissenschaftlichen und sozialwissenschaftlichen Bereich und findet dort zunehmend Anwendung (Moher et al. 2009; Kundu et al. 2020). Der PRISMA-Ansatz stellt dabei verschiedene Werkzeuge zur Gliederung des Forschungsprozesses zur Verfügung. Im Zentrum steht eine Checkliste mit 27 Punkten. Je nach Forschungsinteresse muss die Checkliste jedoch leicht modifiziert werden. Daher wurden verschiedene Erweiterungen der PRISMA Guidelines entwickelt (siehe PRISMA Group 2021). Unabhängig von den jeweiligen Anpassungen sollte ein besonderes Augenmerk auf den Punkten 5-18 liegen, da diese sich explizit der Methodik widmen (Liberati et al. 2009). In diesen Punkten wird unter anderem festgelegt, dass ein Review-Protokoll zu erstellen ist, welches öffentlich zugänglich sein sollte (Punkt 5) (Liberati et al. 2009). Im Protokoll findet sich auch die Begründung für die Auswahl der Datenquellen (Punkt 7) und die Beschreibung der Suchstrategie (Punkt 8) (Liberati et al. 2009), des Weiteren eine Erläuterung über die Auswahlkriterien und deren Anwendung (Punkt 6 und 9) (Liberati et al. 2009). Der Prozess der Datenerfassung sowie die Auswahl der zu untersuchenden Studien kann in einem sogenannten Flow-Diagramm dargestellt werden (Punkt 10 und 17) (Liberati et al. 2009). Für Artikel 4 wurde die Checkliste entsprechend des sozialwissenschaftlichen Charakters der Fragestellung angepasst, die Punkte 5-18 wurden jedoch beachtet, sodass die Nachvollziehbarkeit des Forschungsprozesses gegeben ist.

Nach der theoretischen Verortung, der Beschreibung des Analyserasters und der kurzen Darstellung der verwendeten Methoden, werden die Teilbereiche in den folgenden Kapiteln näher erläutert. Die einzelnen Teilbereiche gliedern sich jeweils nach dem folgenden Schema: Einleitung, Diskussion der Ergebnisse, abschließende Zusammenfassung und Beitrag zur aktuellen Forschung. Wo es erforderlich ist, wird dieses Schema noch durch eine kurze theoretische Einführung ergänzt.

5. Teil I: THG-Reduktionspräferenzen privater Haushalte

Um politisch durchsetzbare Instrumente zur Reduktion von THGs zu gestalten, ist es notwendig zu ergründen, unter welchen Umständen private Haushalte dazu bereit sind ihren THG-Fußabdruck zu reduzieren. Hierzu verwenden die ersten beiden Artikel dieser Dissertation die Daten des europäischen Forschungsprojekts “Household Preferences for Reducing GHG Emissions in four European high-income countries” (HOPE). Die folgenden drei Forschungsfragen stehen dabei im Vordergrund:

1. Welche Eigenschaften von Klimaschutzmaßnahmen führen dazu, dass diese von privaten Haushalten präferiert werden?
2. Welche Haushaltseigenschaften begünstigen die Bereitschaft Klimaschutzmaßnahmen zu implementieren?
3. Bevorzugen Haushalte mit spezifischen Eigenschaften bestimmte Klimaschutzmaßnahmen?

Der Artikel „Explaining climate policies’ popularity - An empirical study in four European countries“ fokussiert sich dabei auf die erste Fragestellung und bringt eine Qualitative Comparative Analysis (QCA) zu Anwendung. Der Artikel hat einen explorativen Charakter; die Anwendung der QCA dient daher vornehmlich der Ordnung der einzelnen Fälle und der Identifizierung eines generellen Musters. Basierend auf den daraus resultierenden Erkenntnissen, erweitert der zweite Dissertationsartikel den Untersuchungsrahmen um die zweite und dritte der oben genannten Fragestellungen.

5.1. Diskussion der Ergebnisse

In Bezug auf die erste Fragestellung (Welche Eigenschaften von Klimaschutzmaßnahmen führen dazu, dass diese von privaten Haushalten präferiert werden?) zeigen die Ergebnisse der beiden Studien, dass finanzielle Anreize nicht zwangsläufig dazu führen, dass Maßnahmen von Haushalten präferiert werden. Ob eine Maßnahme einen positiven finanziellen Anreiz bietet, scheint nicht der entscheidende Faktor dafür zu sein, dass eine Klimaschutzmaßnahme präferiert wird. Stattdessen zeigen beide Artikel sehr deutlich, dass die Verhaltensänderung, die für die Implementierung einer Maßnahme nötig ist, einen Einfluss auf die Bereitschaft hat eine solche Maßnahme umzusetzen. Klimaschutzmaßnahmen, die eine große Veränderung des persönlichen Lebensstils erfordern, werden von den privaten Haushalten deutlich weniger häufig für die Implementierung in Betracht gezogen als Maßnahmen, die keine oder nur eine geringe Verhaltensänderung erfordern. Auch der Sektor, in dem eine Maßnahme angesiedelt ist, scheint

einen Einfluss auf die Implementierungsbereitschaft zu haben. Sowohl im Rahmen der QCA als auch mithilfe der Regressionsmodelle wird gezeigt, dass Klimaschutzmaßnahmen im Bereich Essen und Recycling für die Umsetzung präferiert werden, wohingegen Maßnahmen aus dem Mobilitätsbereich eher vermieden werden. Auch der gesundheitliche Nebeneffekt ist für die Präferenzen von privaten Haushalten in Bezug auf Klimaschutzmaßnahmen von Bedeutung. Die Ergebnisse der Regressionsanalyse zeigen, dass Haushalte, die Informationen bzgl. des gesundheitlichen Nebeneffekts von Maßnahmen erhalten, eine signifikant höhere Implementierungsbereitschaft besitzen.

Die Ergebnisse der beiden Artikel knüpfen somit an eine Reihe von Studien an, welche eine ausschließlich monetäre Strategie zur Reduktion von THGs kritisch sehen und stattdessen eine Kombination von verschiedenen Anreizmechanismen als notwendig erachten (Thaller et al. 2020; Bolderdijk et al. 2013; Gsottbauer und van den Bergh 2011; Baranzini et al. 2017). So untersuchen beispielsweise Thaller et al. (2020) mithilfe eines Online-Fragebogens welche Faktoren klimafreundliches Verhalten begünstigen, dabei kommen sie zu dem Schluss:

„In a domain such as climate-friendliness, extrinsic rewards, such as monetary incentives, may not suffice (Bothner et al., 2019) and may under certain circumstances turn out to be problematic in that they crowd out the essential, intrinsic or reputational, background values (Bénabou and Tirole, 2003, 2006; Gneezy and Rustichini, 2000; Promberger and Marteau, 2013). [...] An elaborated mix of regulations, incentives and activation of intrinsic values might turn out to be the most promising [...]” (Thaller et al. 2020: 12)

In eine ähnliche Richtung deuten die Ergebnisse von Bolderdijk et al. (2013), die in ihrer Studie zeigen, dass im Bereich der Umweltpolitik nicht der Appell an die wirtschaftlichen Eigeninteressen eines Individuums (betonen von monetären Einsparungen) zu einem umweltfreundlichen Verhalten führt, sondern die Betonung des positiven umweltspezifischen Aspekts einer Maßnahme. Dahingegen versuchen Gsottbauer und van den Bergh (2011) mit ihrer Arbeit eine grundsätzliche Diskussion zu initiieren. Gsottbauer und van den Bergh plädieren für eine Abkehr vom theoretischen Konzept des homo economicus und fordern eine realistischere Sichtweise auf das individuelle Umweltverhalten. Dabei betonen sie, dass nicht nur finanzielle Anreize, sondern auch psychologische Faktoren wie soziale Interaktion, Verlustangst und Glück das individuelle Umweltverhalten beeinflussen.

Nichtsdestotrotz kann nicht gänzlich ausgeschlossen werden, dass monetäre Effekte einen Einfluss auf die Implementierungsbereitschaft privater Haushalte haben. Hierfür gibt es zwei Gründe: Erstens, die HOPE-Daten basieren nicht auf einer Zufallsstichprobe. Zwar entsprechen

wesentliche Merkmale wie Alter und Geschlecht der Befragten der Verteilung in der Grundgesamtheit, trotzdem sollte dieser Umstand bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden. Zweitens, zeigen Herrmann et al. (2020), welche eine qualitative Nachbefragung ausgewählter Studienteilnehmer des HOPE-Projektes durchführen, dass die Befragten die Kosten von Klimaschutzmaßnahmen als hinderlich für deren Umsetzung ansehen. Das deutet darauf hin, dass die Befragten sich nicht im gleichen Maße auf die finanziellen Kosten und den finanziellen Nutzen von Klimaschutzmaßnahmen konzentrieren, vielmehr scheint der Kostenfaktor für die Umsetzungsbereitschaft eine größere Rolle zu spielen. Somit würde ein nicht-linearer Effekt bestehen, was gegen die Annahmen der berechneten Regressionsmodelle sprechen würde.

Für die zweite Fragestellung (Welche Haushaltseigenschaften begünstigen die Bereitschaft Klimaschutzmaßnahmen zu implementieren?) kann auf Grundlage der Ergebnisse davon ausgegangen werden, dass das Alter, das Geschlecht und der Lebensstil einen Einfluss auf die Implementierungsbereitschaft haben. Die Regressionsmodelle zeigen, dass die Bereitschaft zur Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen mit zunehmendem Alter sinkt. Dieser Befund steht damit im Widerspruch zu den Ergebnissen von Thaller et al. (2020) und Tobler et al. (2012), bestätigt aber die Ergebnisse von Alvi et al. (2020) sowie Semenza et al. (2008). Im Zuge der Beantwortung der dritten Fragestellung wird gezeigt, dass dieser vermeintliche Widerspruch teilweise dadurch aufgelöst werden kann, dass Interaktionsterme berechnet werden. In Bezug auf das Geschlecht kann gesagt werden, dass Frauen eine höhere Implementierungsbereitschaft besitzen als Männer. Die Arbeiten von Korkala et al. (2014), Semenza et al. (2011) und Agho et al. (2010) deuten darauf hin, dass dieses Ergebnis darauf zurückzuführen ist, dass Frauen im Vergleich zu Männern ein höheres Umweltbewusstsein besitzen. Wie bereits von Whitmarsh und O'Neill (2010) gezeigt, scheint sich das Umweltbewusstsein auch in den Essgewohnheiten widerzuspiegeln. Vegetarier besitzen im Mittel eine deutlich höhere Bereitschaft Klimaschutzmaßnahmen zu implementieren als Nicht-Vegetarier. Für die Variablen Einkommen und Bildung können keine signifikanten Effekte gefunden werden.

Die Forschungsfrage, ob Haushalte mit spezifischen Eigenschaften bestimmte Klimaschutzmaßnahmen bevorzugen, wird im zweiten Artikel dieser Dissertation erörtert. Hierfür werden Interaktionsterme in die Regressionsmodelle eingeführt. Zwei signifikante Interaktionsterme sind hierbei von besonderem Interesse. Zum einen deutet eine signifikante Interaktion zwischen den Variablen „Alter der Haushalte“ und „Grad der Verhaltensänderung“ darauf hin, dass Klimaschutzmaßnahmen, die eine starke Verhaltensänderung notwendig machen, eher von älteren

Haushalten präferiert werden. Zum anderen zeigt die Interaktion zwischen dem Geschlecht und der Maßnahmenkategorie, dass Frauen Klimaschutzmaßnahmen des Konsumbereichs bevorzugen. Diese Befunde relativieren die Ergebnisse, die im Rahmen der zweiten Forschungsfrage diskutiert werden. So kommen beispielsweise auch Tobler et al. (2012) zu dem Ergebnis:

„The willingness to avoid cars and planes was further influenced by the respondents’ age and education. Participants of a higher age were more willing to avoid cars and planes, probably because elderly people are less mobile” (Tobler et al. 2012: 205).

Da der Komplettverzicht beziehungsweise das starke Reduzieren des Straßen- und Flugverkehrs beides Maßnahmen sind, die eine starke Verhaltensänderung notwendig machen, widersprechen die Ergebnisse von Tobler et al. (2012) somit nicht gänzlich den Befunden der hier berechneten Regressionsmodelle. Auch in Bezug auf die Implementierungsbereitschaft von Frauen revidieren die Ergebnisse der Interaktionsterme die ursprüngliche Einschätzung. So haben Frauen im Vergleich zu Männern nicht generell eine höhere Implementierungsbereitschaft, sondern lediglich in Bezug auf Klimaschutzmaßnahmen des Konsumsektors.

5.2. Zusammenfassung & Beitrag zur Forschung

Der erste Teil dieser Dissertation und die darin enthaltenen zwei Artikel befassen sich mit der Mikroebene und der übergeordneten Frage, unter welchen Umständen private Haushalte dazu bereit sind ihren THG-Fußabdruck zu reduzieren. Wie gezeigt werden konnte, spielen dabei sowohl die Eigenschaften von Klimaschutzmaßnahmen als auch die Haushaltseigenschaften eine wichtige Rolle. Die beiden ersten Dissertationsartikel leisten insbesondere durch zwei Neuerungen einen Beitrag zur wissenschaftlichen Debatte. Zum einen konnte aufgrund der vorliegenden Datenstruktur der Fokus auf Klimaschutzmaßnahmen und deren Eigenschaften gelegt werden. Wie beschrieben konzentrieren sich bisherige Studien darauf wie individuelle Eigenschaften privater Haushalte deren Einstellung gegenüber Klimaschutzmaßnahmen beeinflussen (Tobler et al. 2012; Bichard und Kazmierczak 2012; Schwirplies 2018; Thaller et al. 2020). Durch den Perspektivwechsel wird es möglich nicht nur den Einfluss der Eigenschaften von Klimaschutzmaßnahmen auf die Implementierungsbereitschaft systematisch zu untersuchen, sondern darüber hinaus die Wechselbeziehungen, die zwischen der Ebene der Haushalte und der Ebene der Klimaschutzmaßnahmen bestehen, aufzuzeigen. Zum anderen handelt es bei dieser Dissertation um eine der wenigen politikwissenschaftlichen Arbeiten, die sich mit der Mikroebene beschäftigen. Da private Haushalte für die Ausgestaltung von Klimaschutzmaßnahmen

und einer übergreifenden Klimaschutzpolitik von zentraler Bedeutung sind, sollte die Mikroebene von der Politikwissenschaft nicht systematisch vernachlässigt werden. Daher versucht diese Dissertation hier einen Beitrag zu leisten und dieses Forschungsfeld für die Politikwissenschaft zu öffnen.

Neben der forschungstheoretischen ist der erste Teilbereich der Dissertation auch von praktischer Relevanz; so lassen sich aus den dargelegten Befunden Implikationen für die Gestaltung von Klimaschutzmaßnahmen bzw. -politiken ableiten. Da positive finanzielle Anreize nicht zwangsläufig eine hohe Implementierungsbereitschaft innerhalb der Bevölkerung gewährleisten, erscheint es sinnvoll verschiedene Anreizmechanismen zu kombinieren. Besonders für den Mobilitätssektor scheint dies ein notwendiger Schritt zu sein, da private Haushalte generell eine geringe Bereitschaft besitzen in diesem Sektor Klimaschutzmaßnahmen zu implementieren. Wie gezeigt, könnte das Hervorheben der gesundheitlichen Vorteile von Klimaschutzmaßnahmen dazu führen, dass diese eher umgesetzt werden. Im Mobilitätsbereich betrifft das Maßnahmen, die darauf abzielen, dass Haushalte motorisierte Fortbewegungsmittel durch andere Fortbewegungsarten wie Fahrradfahren oder Laufen ersetzen. Es würde sich daher anbieten, diese Fortbewegungsarten weiter zu fördern. Gerade im urbanen Raum könnte das durch den Ausbau des Fuß- und Radwegenetzes erreicht werden.

Ein großes Potential besteht im Bereich Essen und Recycling, da Haushalte in diesem Bereich generell eher bereit sind Klimaschutzmaßnahmen umzusetzen. Viele dieser Maßnahmen besitzen zudem einen positiven gesundheitlichen Nebeneffekt, was sich zusätzlich günstig auf die Implementierungsbereitschaft auswirkt. Gerade im Essensbereich können Synergieeffekte zwischen dem Klima- und Gesundheitsbereich genutzt werden. So könnte ein verpflichtendes Produktlabel, eine Art Nutri-Score+, welches Konsumenten über die gesundheitlichen sowie klimaspezifischen Folgen eines Produkts informiert, bereits eine THG-Reduktion hervorrufen.

Die Ergebnisse der beiden Artikel deuten aber auch darauf hin, dass der Grad der Verhaltensänderung, die eine Maßnahme bedingt, ein großer Faktor für die Implementierungsbereitschaft darstellt. Daher sollten Maßnahmen möglichst einfach in das Alltagsleben integriert werden können, um eine hohe Umsetzungsbereitschaft zu gewährleisten. Hier kann es unter Umständen zu Zielkonflikten kommen, die sich nur schwer auflösen lassen. Maßnahmen könnten eventuell gezielt für spezielle gesellschaftliche Gruppen konzipiert werden, um diesen Konflikt zu entschärfen. Hierzu besteht jedoch weiterer Forschungsbedarf. Generell kann festgehalten werden, dass eine einseitige Anreizstruktur und das Fokussieren auf einzelne Sektoren die Implementierungsbereitschaft privater Haushalte nicht begünstigt.

6. Teil II: Personal Carbon Trading – Ein geeignetes Modell, um private Haushalte zu adressieren?

Nachdem im ersten Teil der Dissertation die Reduktionspräferenzen privater Haushalte untersucht wurden, nimmt der zweite Teil das Zusammenspiel von Mikro- und Mesoebene stärker in den Fokus. Dabei werden auf Grundlage der Ergebnisse des ersten Teils verschiedene Anreizsysteme und deren Wirkmechanismen diskutiert. Ein besonderes Augenmerk liegt dabei auf PCT, welches aufgrund seiner mehrdimensionalen Anreizstruktur von einigen Forschenden als eine Alternative zu gängigen Anreizsystemen gesehen wird (Woerdman und Bolderdijk 2017; Parag und Strickland 2009; Lewis und Capstick 2008; Capstick und Lewis 2010). Um zu ergründen ob PCT tatsächlich eine Alternative zu CO_{2e}-Steuer und Emissionshandel sein kann, wird in Artikel 3 ein systematischer Literaturüberblick vorgenommen. Ziel des Artikels ist es zu untersuchen, ob PCT die im MSA definierten „Überlebenskriterien“ erfüllt und somit eine Chance hat auf die politische Agenda zu gelangen. Während in Artikel 3 die politische Umsetzbarkeit von PCT im Fokus steht, konzentriert sich der vierte Artikel speziell auf den verteilungsspezifischen Effekt der mit der Implementierung eines Personal Carbon Trading Systems (PCTS) einhergehen würde. Auch hier steht die Frage im Zentrum, ob PCT aufgrund seines progressiven Charakters eine Alternative zu gängigen Anreizsystemen darstellt.

Bevor sich das Rahmenpapier im Folgenden der Diskussion der Artikelsergebnisse widmet, werden vorab die bisher gängigsten Anreizsysteme sowie PCT näher erläutert.

6.1. Anreizsysteme und ihre Wirkmechanismen

Betrachtet man den derzeitigen wissenschaftlichen Diskurs bzgl. Anreizsystemen, so ist dieser besonders stark von der Idee geprägt, dass eine kosteneffektive THG-Reduktion erreicht werden kann indem für den Ausstoß von THGs ein Preis festgesetzt wird (Haites 2018; High-Level Commission on Carbon Prices 2017; Metcalf 2019). Zwei Anreizsysteme stehen dabei im besonderen Fokus der wissenschaftlichen Debatte. Zum einen die CO_{2e}-Steuer und zum anderen der Emissionshandel (Haites 2018). Mit der Implementierung der ersten CO_{2e}-Steuern in den 1990er Jahren und des ersten überregionalen EHS 2005 (Skovgaard et al. 2019; Ellerman und Buchner 2007) ist eine intensive Debatte über die Wirksamkeit dieser Instrumente entstanden, die bis heute anhält (Hovi und Holtsmark 2006; Avi-Yonah und Uhlmann 2009; Andrew et al. 2010; Baranzini et al. 2017; Tvinnereim und Mehling 2018).

Im Schatten dieser großen Debatte haben sich eine Vielzahl an experimentellen Anreizsystemen entwickelt, die unter dem Label PCT zusammengefasst werden können (Fawcett 2010). Im

breiten wissenschaftlichen und öffentlichen Diskurs spielen diese bisher jedoch noch keine Rolle. Das liegt unter anderem daran, dass viele der Systeme sich noch in der Ideenphase befinden und noch nicht weiter ausgearbeitet wurden. Ausnahmen bilden die Systeme der Personal Carbon Allowances (PCA) und der Tradable energy quotas (TEQs), beide sind in Großbritannien von radikalen Ideen zu ernstzunehmenden Politikvorschlägen gereift (Fawcett 2010: 6868).

Im Folgenden werden die gängigen Anreizsysteme (CO_{2e}-Steuer und Emissionshandel) sowie die zwei Varianten von PCT (PCA und TEQs) näher beschrieben.

6.1.1. CO_{2e}-Steuer

Die Grundidee einer CO_{2e}-Steuer besteht darin, negative Externalitäten, die durch klimaschädliches Verhalten entstehen, zu internalisieren. Negative Externalitäten entstehen dann, wenn soziale Kosten (Gesamtkosten einer Handlung) und private Kosten (Kosten, die ein Akteur für seine Handlung trägt) auseinanderfallen. Das heißt, der Verursacher trägt nicht die vollen Kosten seiner Handlung, sondern ein Teil der Kosten wird von anderen nicht beteiligten Akteuren getragen (Metcalf 2019: 36). So führt beispielsweise die Nutzung von fossilen Brennstoffen zu einem erhöhten THG-Ausstoß, was wiederum den weltweiten Klimawandel vorantreibt. Die Kosten des Klimawandels werden jedoch nicht nur vom Verursacher getragen, sondern von der Gesellschaft im Allgemeinen und treten zudem zeitlich verzögert auf. Anders ausgedrückt, die derzeitigen Kosten für die Nutzung von fossilen Brennstoffen spiegeln nicht die Gesamtkosten der Handlung wider. An diesem Punkt setzt die Idee der CO_{2e}-Steuer an. Um die negativen Externalitäten eines erhöhten THG-Ausstoßes zu internalisieren, wird eine Steuer auf den Ausstoß von THGs erhoben. Ziel ist es, das Ungleichgewicht zwischen sozialen und privaten Kosten zu verringern bzw. aufzulösen. Um bei unserem Beispiel zu bleiben, durch die Besteuerung von THGs wird die Nutzung von fossilen Brennstoffen teurer, was nach der klassischen Theorie von Angebot und Nachfrage zu einem Nachfragerückgang und somit zu einem verringerten THG-Ausstoß führen sollte (Metcalf 2019: 45; International Bank for Reconstruction and Development 2017: 36).

Aus theoretischer Sicht wäre es möglich jegliche Art des THG-Ausstoßes zu besteuern, aber aus administrativen Gründen werden in der Regel fossile Energieträger in Abhängigkeit vom jeweiligen THG-Gehalt besteuert. Dabei wird der Steuersatz meistens pro Tonne CO_{2e} erhoben (Flues und van Dender 2020: 44). Auch in Bezug auf den Preis weicht die Realität vom theoretischen Ideal ab. Diesem Ideal folgend, sollte die Höhe des Steuersatzes so gewählt werden,

dass dieser sämtliche negative Externalitäten einpreist. Da die Kosten des Klimawandels jedoch nur sehr schwer zu beziffern sind, gestaltet sich die Festsetzung der Steuerhöhe als schwierig (International Bank for Reconstruction and Development 2017: 89). Eine Option besteht darin, die Steuerhöhe an ein bestimmtes Reduktionsziel zu koppeln; mithilfe statistischer Modelle wird dann die Steuerhöhe ermittelt. Weitere Möglichkeiten bestehen darin, die Höhe der Steuer anhand von gewünschten Staatseinnahmen zu bestimmen oder sich an Staaten zu orientieren, die bereits eine Steuer eingeführt haben (Hautes 2018: 956).

6.1.2. Emissionshandelssysteme (EHS)

Obwohl beide Instrumente einen Preis auf den Ausstoß von THGs erheben, unterscheidet sich der Emissionshandel bereits im Grundgedanken von der CO_{2e}-Steuer. Während bei der Besteuerung von THGs ein Preis festgesetzt wird, der zur Internalisierung von Externalitäten führt, werden beim Emissionshandel handelbare THG-Zertifikate eingeführt. Diese Zertifikate berechtigen Unternehmen eine gewisse Menge an THGs auszustoßen (International Bank for Reconstruction and Development 2016: 3). Somit ändert sich der Charakter des THG-Ausstoßes von einem Allmendegut zu einem privaten Gut⁵. Zwar besteht weiterhin eine Rivalität um den Ausstoß von THGs, jedoch können nun Akteure von der Nutzung ausgeschlossen werden; genauer gesagt, die Unternehmen, die keine oder nicht genügend Zertifikate besitzen und somit nicht zum Ausstoß berechtigt sind (Rinderle 2013: 14ff.). Da die Zertifikate frei handelbar sind, entwickelt sich ein Preis für den Ausstoß von THGs. Unternehmen, die mehr THGs emittieren als sie Zertifikate halten, müssen Zertifikate von Unternehmen kaufen, die infolge eines niedrigen THG-Ausstoßes einen Überschuss an Zertifikaten besitzen (International Bank for Reconstruction and Development 2016: 4ff.).

Auch wenn sich die jeweiligen EHS bei ihrer Ausgestaltung im Detail unterscheiden, so besitzen diese in der Regel folgende Eigenschaften:

1. Es wird eine Obergrenze an Emissionen etabliert. Diese Festlegung kann entweder auf der Ebene der Unternehmen, für einzelne wirtschaftliche Sektoren oder auf der gesamtwirtschaftlichen Ebene erfolgen (International Bank for Reconstruction and Development 2016: 3ff.). Bei einem Baseline-Credit-System erfolgt die Festsetzung dieser Obergrenze meist anhand einer unternehmensspezifischen Baseline für den Ausstoß von THGs. Unternehmen, die die Baseline unterschreiten, erhalten Credits und

⁵ Allmendegüter zeichnen sich durch eine Rivalität im Konsum und der Nicht-Ausschließbarkeit von Akteuren aus, was häufig zu einer Übernutzung des Gutes führt. Bei privaten Gütern gibt es zwar ebenfalls Rivalität um den Konsum, jedoch ist es sehr einfach Akteure von der Nutzung des Gutes auszuschließen (Rinderle 2013: 4ff.).

können diese an Unternehmen verkaufen, die ihre Baseline überschreiten (Haïtes 2018: 957). Bei einem Cap-and-Trade-System wird dagegen eine Gesamtmenge an Zertifikaten festgelegt (der sogenannte Cap). Die Zertifikate werden dann an die einzelnen Unternehmen verteilt, die als Gegenwert zu ihren ausgestoßenen THGs, Zertifikate halten müssen (International Bank for Reconstruction and Development 2016: 3)⁶.

2. Es gibt ein Verfahren, das die Zuteilung der Zertifikate/Credits regelt. Dieses ist vor allem für Cap-and-Trade-Systeme von großer Bedeutung. Im Grunde gibt es zwei Möglichkeiten: entweder eine kostenlose Zuteilung (free allocation) oder eine Versteigerung der Zertifikate (International Bank for Reconstruction and Development 2016: 67ff.).
3. Es besteht ein Plan über die Reduktion der Gesamtemissionen und somit über die Verringerung der Zertifikate/Credits. Um eine Anreizwirkung zu erzielen, muss die Obergrenze der Emissionen über die Zeit kontinuierlich reduziert werden (Haïtes 2018: 957). Im Fall von Cap-and-Trade wird der Cap reduziert, während bei einem Baseline-Credit-System die jeweilige Baseline der Unternehmen angepasst wird.
4. Es gibt eine Plattform über die die Zertifikate/Credits gehandelt werden können.
5. Es ist ein System zur Überprüfung der Compliance implementiert.

6.1.3. Personal Carbon Trading (PCT)

Wie bereits erläutert, werden unter dem Begriff des Personal Carbon Tradings (PCT) verschiedene experimentelle Systeme zusammengefasst. Die Gemeinsamkeit dieser Systeme besteht darin, die Idee des Emissionshandels auf die Ebene der Haushalte zu übertragen. Das heißt, allen Individuen werden handelbare Emissions-Zertifikate zugeteilt. Eine Person muss dann prinzipiell für jede Tätigkeit die THGs ausstößt, einen Teil der Zertifikate aufwenden (Fawcett 2010: 6868; Fawcett und Parag 2010: 329). Somit findet, wie beim Emissionshandel, eine Umwandlung von einem Allmendegut zu einem privaten Gut statt. Personal Carbon Allowances (PCA) und Tradable energy quotas (TEQs) sind die bekanntesten und ausgereiftesten Systeme im Bereich von PCT (Duscha 2014: 12; Fawcett 2010: 6869; Lockwood 2010: 448), daher wird auf diese im Detail eingegangen.

6.1.3.1. Personal Carbon Allowances

Das Konzept von PCA wurde 1998 von Mayer Hillman entwickelt. In seinem Artikel „Carbon budget watchers“ stellt er die Idee eines individuellen CO_{2e}-Budgets auf der

⁶ Sowohl Credits als auch Zertifikate spiegeln zumeist den Gegenwert von einer Tonne THGs wieder (International Bank for Reconstruction and Development 2016: 3).

Ebene von Privatpersonen vor (Hillman 1998). Hillmans Idee wurde im Laufe der Jahre von verschiedenen Forschenden weiterentwickelt (Hillman und Fawcett 2004; Raux und Marlot 2005; Niemeier et al. 2008). Die derzeitige Konzeption von PCA sieht vor, dass jede Person unabhängig von ihren persönlichen Eigenschaften (z.B. Alter, Geschlecht, Bildung usw.) eine identische Anzahl an handelbaren CO_{2e}-Zertifikaten zugeteilt bekommt, dabei bildet die Gesamtzahl an Zertifikaten einer Person ihr CO_{2e}-Budget. Das CO_{2e}-Budget, das jeder Person zusteht, wird zumeist über den mittleren THG-Ausstoß aller Bürger/innen bestimmt und über die Zeit reduziert. Die Reduktion richtet sich an den nationalen Klimaschutzziele des jeweiligen Staates aus (Fawcett 2010: 6869). Wie bereits erläutert, muss eine Person für jede Tätigkeit die THGs ausstößt einen Teil ihrer Zertifikate aufwenden⁷. Wird das persönliche CO_{2e}-Budget überschritten, müssen CO_{2e}-Zertifikate nachgekauft werden. Emittiert eine Person mehr THGs als sie Zertifikate besitzt, muss sie Zertifikate von einer Person nachkaufen, die ihr Budget unterschreitet (Fawcett 2010: 6868ff.). Auf diese Weise bildet sich über den Markt ein Preis für den Ausstoß von THGs.

6.1.3.2. *Tradable energy quotas*

Die Idee von TEQs teilt viele zentrale Eigenschaften mit PCA, geht aber in ihrer Konzeption über die Einbeziehung von privaten Haushalten hinaus. Es sollen nicht nur Privatpersonen durch das System erfasst werden, sondern auch andere Organisationen wie Unternehmen und Behörden (Duscha 2014: 13). Die jährliche Gesamtmenge an Zertifikaten wird dabei vom Staat festgesetzt. Während Individuen 40 Prozent dieser Zertifikate kostenlos zugeteilt bekommen, müssen Organisationen ihre Zertifikate in nationalen Auktionen ersteigern (Fawcett und Parag 2010: 330). Ziel ist es, einen ganzheitlichen THG-Markt zu schaffen. Das bedeutet, sowohl Organisationen wie auch Privatpersonen können ihre Zertifikate auf ein und demselben Markt untereinander handeln. Das Konzept von TEQs konzentriert sich in seiner ursprünglichen Form vor allem auf Energieträger, so wird für alle Brennstoffe eine Treibhausgasbewertung erstellt⁸. Käufer dieser Brennstoffe müssen Zertifikate im Gegenwert des THG-Ausstoßes abgeben (Fawcett 2010: 6869). Eine Erweiterung von TEQs auf THGs, die aus anderen Quellen

⁷ Da in der empirischen Realität aus administrativen Gründen nicht alle Emissionen einer Privatperson erfasst werden können, konzentrieren sich die meisten konkreten Ausarbeitungen von PCA auf einzelne Teilbereiche wie z.B. Strom- und Warmwassererzeugung oder Personenverkehr (Duscha 2014: 18; Fawcett 2010: 6868).

⁸ Eine solche Treibhausgasbewertung geht über den eigentlichen THG-Gehalt eines Brennstoffes hinaus, vielmehr werden auch die Emissionen miteinbezogen, die durch die Gewinnung, Verarbeitung und den Transport des Brennstoffes anfallen (Duscha 2014: 13).

stammen, ist aber durchaus möglich (Duscha 2014: 13). Auch wenn es bei der detaillierten Ausgestaltung wiederum Unterschiede gibt, stellt ein System der TEQs im Grunde eine Symbiose aus EHS und PCA dar.

6.2. Diskussion der Ergebnisse

Wie erläutert, soll im zweiten Teil dieser Dissertation die Frage diskutiert werden, ob PCT im Vergleich zu CO_{2e}-Steuer und EHS eine Alternative sein kann. Die Diskussion gliedert sich dabei in drei Abschnitte. Erstens, der Diskussion des Wirkmechanismus von CO_{2e}-Steuer, EHS und PCT. Zweitens, einer Erörterung bzgl. der Umsetzbarkeit von PCT und drittens, dem Aufzeigen von Vorteilen und Nachteilen die mit einem PCTS verbunden sind.

Wirkmechanismus

In Hinblick auf die Wirkmechanismen der einzelnen Systeme, zeigen die Ergebnisse aus dem ersten Dissertationsteil, dass monetäre Anreize die Umsetzungs- und Implementierungsbereitschaft von privaten Haushalten nur bedingt beeinflussen. Sowohl die CO_{2e}-Steuer als auch ein EHS setzen auf der Ebene der Unternehmen und damit auf der Mesoebene an und beeinflussen private Haushalte nur indirekt über monetäre Anreize. Sowohl bei einer CO_{2e}-Steuer als auch bei einem EHS wird die Produktion von THG-intensiven Produkten teurer. Diese Mehrkosten werden an die privaten Haushalte in Form von Preissteigerungen weitergegeben (Frondel 2019: 152; Ramseur und Parker 2010: 1; Mathur und Morris 2014). Es gibt drei Szenarien wie auf diese Preissteigerung reagiert wird:

1. Die Unternehmen versuchen den THG-Ausstoß ihrer Produkte zu senken, bspw. durch innovative THG-ärmere Produktionsprozesse. Ein solches Vorgehen ist aber nur denkbar, wenn die Innovationskosten, die für eine THG-ärmere Produktion anfallen, geringer sind als die Gewinneinbußen, die zu erwarten sind, wenn die Unternehmen keine Maßnahmen zur THG-Reduktion realisieren und in Folge dessen die Nachfrage aufgrund des gestiegenen Produktpreises sinkt.
2. Die privaten Haushalte nehmen Substitutionshandlungen vor, das heißt, die Haushalte ersetzen THG-intensive durch günstigere THG-arme Produkte. Das ist jedoch nur möglich, wenn entsprechende Ersatzprodukte zur Verfügung stehen.
3. Die privaten Haushalte reduzieren in Reaktion auf den gestiegenen Preis ihre Nachfrage ohne Substitutionshandlungen vorzunehmen. Dies ist jedoch vor allem im Bereich der Luxusgüter zu erwarten.

Die Wirkmechanismen von CO_{2e}-Steuer und EHS beruhen somit in Bezug auf private Haushalte lediglich auf monetären Anreizen. Wie bereits angesprochen ist es jedoch fraglich, ob ein solcher Anreiz für sich allein dazu führt, dass private Haushalte Klimaschutzmaßnahmen umsetzen. Auch ist nicht klar, ob sich bei notwendigen Gütern eine Reduktion der Nachfrage einstellt oder ob private Haushalte die Mehrkosten, die durch eine CO_{2e}-Steuer entstehen, in Kauf nehmen.

Im Gegensatz zu CO_{2e}-Steuer und EHS, setzt PCT (sowohl PCA als TEQs) mit seinem Wirkmechanismus direkt auf der Ebene der Haushalte, also der Mikroebene, an. Während CO_{2e}-Steuer und EHS die Nachfrage nach THG-intensiven Produkten, wie dargestellt, durch eine Preiserhöhung verringern, wird bei PCT der Nachfragerückgang durch das Setzen einer Obergrenze für den THG-Ausstoß erreicht. Da jedem Bürger nur ein bestimmtes Budget zur Verfügung steht, sinkt die Nachfrage nach THG-intensiven Produkten. Auf den ersten Blick erscheint es so, dass es sich bei der Einführung eines CO_{2e}-Budgets auch um eine „versteckte“ Preiserhöhung handelt. Haushalte können weiterhin THG-intensive Produkte konsumieren solange sie ihr Budget durch den Zukauf von Zertifikaten ausgleichen. Die verursachten Mehrkosten durch den Kauf von Zertifikaten stellen dann die Preiserhöhung dar, die automatisch von den Haushalten antizipiert wird. Dieses Argument ist in Bezug auf einzelne Haushalte valide. Insgesamt betrachtet gilt dies aber nicht, da gesamtgesellschaftlich nur eine bestimmte Menge an Zertifikaten zur Verfügung steht (Woerdman und Bolderdijk 2017: 567). Da dem System im Laufe der Zeit Zertifikate entzogen werden, muss die gesamtgesellschaftliche Nachfrage nach THG-intensiven Produkten über die Zeit sinken. Das hat zur Folge, dass der Preis für THG-intensive Produkte sinkt, wodurch deren Produktion unrentabel wird. Da die Nachfrage unweigerlich zurückgeht, haben Unternehmen im Grunde nur zwei Möglichkeiten: Ersten, sie gestalten die Produktion THG-effizienter oder zweitens, sie müssen die Produktion auf THG-arme Substitutionsprodukte umstellen (Woerdman und Bolderdijk 2017: 568f.; Parag und Strickland 2010). In Bezug auf private Haushalte arbeitet PCT somit nicht nur mit finanziellen Anreizen (was nicht bedeutet, dass diese gar keine Rolle spielen), sondern setzt klare Grenzen in Bezug auf den Ausstoß von THGs. Neben einem monetären Anreiz und dem regulativen Ansatz über die Setzung einer Obergrenze, spielen bei PCT aber auch psychologische Faktoren eine entscheidende Rolle. Aus der Literatur lassen sich drei Faktoren ableiten, die für die THG-Reduktion von besonderer Bedeutung sind (Parag und Strickland 2009, 2010; Woerdman und Bolderdijk 2017):

1. Sichtbarkeit von klimaschädlichem Handeln

Durch die Zuteilung eines persönlichen CO_{2e}-Budgets und das Aufwenden von Zertifikaten, werden die Auswirkungen klimaschädlichen Handelns für die privaten Haushalte sichtbar (Parag und Strickland 2009: 11). Anders als bei einer CO_{2e}-Steuer oder bei einem EHS, welche die Auswirkungen individuellen Handelns lediglich über den Preis kommunizieren, können private Haushalte bei PCT genau nachvollziehen wie viel THGs sie ausstoßen und welche Handlungen besonders THG-intensiv sind. Somit entsteht eine persönliche Betroffenheit, welche eine Verhaltensänderung unterstützt und zur THG-Reduktion beitragen kann (Woerdman und Bolderdijk 2017: 568; Parag und Strickland 2009: 11).

2. Feedback

Ein weiterer Faktor, der im Zusammenhang mit der Sichtbarkeit steht, ist der Feedbackmechanismus (Lewis und Capstick 2008: 6ff.). Wird das CO_{2e}-Budget anhand des mittleren THG-Ausstoßes der Bevölkerung bestimmt, findet eine automatische Einordnung des individuellen THG-Ausstoßes statt. Private Haushalte die weniger Zertifikate verbrauchen als ihnen zur Verfügung stehen, liegen unter dem Durchschnitt und erhalten positives Feedback in Form von Zertifikatserlösen. Private Haushalte, die über dem Durchschnitt liegen, erhalten ein negatives Feedback in Form von zusätzlichen Kosten. Der Feedbackmechanismus besteht bei PCT somit aus zwei Komponenten. Zum einen, der generellen Einordnung im Vergleich zum Mittelwert und zum anderen einer ökonomischen Komponente, die sparsame Haushalte belohnt und verschwenderische Haushalte bestraft (Woerdman und Bolderdijk 2017: 568). Bisherige Studien im Bereich des Energieverbrauchs haben gezeigt, dass Feedbackmechanismen zu Einsparungen führen können (siehe van Houwelingen und van Raaij 1989; McClelland und Cook 1979)

3. Budgetierung

Im Zusammenhang mit PCT tritt ein sogenannter Budgetierungseffekt auf (Lewis und Capstick 2008: 15). Das bedeutet, durch die Zuweisung eines CO_{2e}-Budgets wird den privaten Haushalten bewusst, dass die Emissions-Ressourcen endlich sind und daher Budgetierungsentscheidungen getroffen werden müssen (Lewis und Capstick 2008: 15ff.). Einfach formuliert, müssen private Haushalte ihr CO_{2e}-Budget im Auge behalten und Entscheidungen die Zertifikate verbrauchen, gegeneinander abwägen (Lewis und Capstick 2008: 15). Dies führt zu einem besseren Bewusstsein gegenüber klimaschädlichem Verhalten und trägt zur Einsparung von THGs bei. So konnten beispielsweise Capstick und Lewis (2010)

in einer experimentellen Studie zeigen, dass innerhalb eines Systems der PCA eine restriktivere Zuteilung von Zertifikaten zu größeren THG Einsparungen führt und somit ein Budgetierungseffekt auftritt. Zudem betonen Capstick und Lewis (2010: 381):

„The implication of these findings is that PCT as a policy may promote advantageous shifts in individual decision-making over and above those expected from price signals alone.”

Zusammenfassend kann in Bezug auf den Wirkmechanismus gesagt werden, dass sowohl bei der CO_{2e}-Steuer als auch beim einem EHS, die privaten Haushalte über eine eindimensionale Anreizstruktur (monetäre Anreize) adressiert werden. PCT hingegen fungiert über eine mehrdimensionale Struktur, welche monetäre, regulative sowie psychologische Faktoren verbindet. Somit scheint PCT im Vergleich zu den gängigen Anreizsystemen, bezogen auf den Wirkmechanismus, einige Vorteile zu haben. Dem gegenüber stehen jedoch auch einige grundsätzliche Probleme in Bezug auf die Umsetzbarkeit, wie der dritte Dissertationsartikel zeigt.

Umsetzbarkeit

Um die Umsetzbarkeit von PCT näher zu untersuchen, werden in Artikel 3 die „Überlebenskriterien“ des MSA für einen systematischen Literatur-Review herangezogen. Die folgenden sechs „Überlebenskriterien“ beleuchtet der Artikel näher:

1. Technische Machbarkeit
2. Finanzierbarkeit
3. Öffentliche Zustimmung
4. Normative Akzeptanz
5. Empfänglichkeit von politischen Entscheidungsträgern/innen

Wie die Ergebnisse zeigen, gelten technische Aspekte nicht grundsätzlich als Hindernis für die Umsetzung eines PCTS. Die Finanzierbarkeit eines PCTS wird von Forschenden dagegen häufig als Problem benannt. So äußern sich 79% der untersuchten Studien positiv im Hinblick auf die technische Umsetzbarkeit von PCT, während 71% die Finanzierbarkeit eines PCTS als Hindernis für dessen Implementierung sehen. In Bezug auf die öffentliche Zustimmung zu PCT zeigt sich die Forschungsgemeinschaft gespalten. Zwar widmen sich diesem Kriterium zahlenmäßig die meisten Studien, trotzdem ergibt sich kein eindeutiges Bild. Während 42% der Studien die öffentliche Zustimmung nicht als Problem oder sogar als Vorteil für die Einführung eines PCTS sehen, äußern sich 33% eher negativ und 21% der Studien können keine abschließende Bewertung abgeben. Dabei scheint die Bewertung der öffentlichen Zustimmung sehr

stark vom Forschungsdesign und dem Untersuchungsland abzuhängen. Mit Ausnahme von Parag und Eyre (2010), werden alle Studien, die eine negative Einschätzung in puncto öffentliche Zustimmung abgeben, außerhalb von Großbritannien durchgeführt, während viele Studien, die das Kriterium der öffentlichen Zustimmung positiv sehen, hingegen im Kontext von Großbritannien erstellt werden. In Bezug auf die Kriterien der normativen Akzeptanz (d.h. der Akzeptanz innerhalb der Policy-Community) und der Empfänglichkeit von politischen Entscheidungsträgern/innen gibt es nur wenig Forschung. Eine Ausnahme bildet wiederum die Studie von Parag und Eyre (2010), welche für Großbritannien sogenannte advocacy coalitions (ein Konzept, welches mit dem der Policy-Communities stark verwandt ist) betrachtet. Parag und Eyre (2010) kommen dabei zu dem Schluss, dass die Unterstützung für PCT in der dominierenden advocacy coalition und damit in der Policy Community nicht sehr groß ist (Parag und Eyre 2010: 354). Jedoch lässt sich das Ergebnis der Studie nicht generalisieren. Um das Kriterium der normativen Akzeptanz trotzdem approximativ zu erfassen, wird die Einstellung der verwendeten Artikel zu PCT untersucht. Es zeigt sich, dass die Forschungsgemeinschaft ein uneinheitliches Bild gegenüber der Idee des PCT hat. Lediglich drei Studien befassen sich mit dem Kriterium der Empfänglichkeit von politischen Entscheidungsträgern/innen. So zeichnen Fawcett und Parag (2010: 334) in Bezug auf das Kriterium generell ein negatives Bild, auch Parag und Eyre (2010: 358) kommen zu einem ähnlichen Resultat. Lediglich Niemeier et al. (2008: 3446), welche ihre Studie in Kalifornien durchführen, sehen PCT als politisch durchsetzbar an.

Bezüglich der Überlebenskriterien kann somit zusammenfassend festgestellt werden, dass die technische Umsetzbarkeit von PCT im Allgemeinen nicht als größeres Problem angesehen wird. Für die öffentliche Zustimmung ergibt sich dagegen kein eindeutiges Bild, diese scheint von den jeweiligen nationalen Umständen abhängig zu sein. Selbiges gilt für das Kriterium der normativen Akzeptanz. Für das Kriterium inwieweit politische Entscheidungsträger/innen für die Idee des PCT empfänglich sind, kann kein abschließendes Fazit gezogen werden. Somit ist die Finanzierbarkeit das eindeutigste und größte Hindernis für die Umsetzung von PCT.

Nichtsdestotrotz sollte beachtet werden, dass der dritte Dissertationsartikel nur einen groben Eindruck bzgl. der Bewertung der Überlebenskriterien geben kann. Das liegt vornehmlich an zwei Gründen. Zum einen wurden im Rahmen der vorgenommenen Meta-Studie keine länderspezifischen Rahmenbedingungen beachtet. Wie angesprochen, spielen diese jedoch speziell für die Überlebenskriterien der öffentlichen Zustimmung, der normativen Akzeptanz sowie der Empfänglichkeit politischer Entscheidungsträger/innen eine wichtige Rolle. So können diese

Kriterien von unterschiedlichen nationalen Umständen, wie z.B. dem politischen System, der Parteienzusammensetzung der Regierung, den bisher eingeführten Klimaschutzmaßnahmen sowie den Partizipationsmöglichkeiten der öffentlichen Gesellschaft, beeinflusst werden. Zum anderen muss der zeitliche Kontext der untersuchten Forschungsartikel beachtet werden. So wurden viele Artikel als Reaktion auf die politischen Diskussionen um PCT in Großbritannien (siehe Fawcett 2010), im Zeitraum von 2006-2010 verfasst. Somit sind viele der Artikel aus heutiger Sicht bereits mehr als 10 Jahren alt, was eine nicht zu unterschätzende Auswirkung auf die Bewertung der einzelnen Überlebenskriterien hat. In der vergangenen Dekade hat sich nicht nur eine zunehmende Digitalisierung ereignet, die sich unter Umständen positiv auf die Kosten eines PCTS auswirken könnte, sondern auch die generelle Auffassung gegenüber dem Klimawandel sowie die politische Landschaft hat sich in vielen Staaten verändert. Diese zeitliche Ambivalenz der einzelnen Kriterien spricht dafür, dass spezifische Einzelfallstudien durchgeführt werden sollten um die politische Durchsetzbarkeit eines PCTS weiter zu ergründen.

Weitere Vorteile und Nachteile von PCT

Wie im vierten Dissertationsartikel gezeigt, besteht ein großer Vorteil von PCT darin, dass es sich um ein progressives Anreizsystem handelt. Wie bereits dargestellt, wird bei der CO₂-Steuer und einem EHS die Nachfrage nach THG-intensiven Produkten durch eine Preiserhöhung gesenkt. Prozentual gesehen verteilt sich die Preiserhöhung jedoch nicht auf alle privaten Haushalte gleich, sondern niedrige bis mittlere Einkommen werden stärker belastet (Congressional Budget Office 2000; Wier et al. 2005; Grainger und Kolstad 2010). Bei einem PCTS hingegen tritt dieses Problem nicht auf, da jeder Privatperson die gleiche Anzahl an handelbaren Zertifikaten zur Verfügung steht. Darüber hinaus entwickelt ein PCTS sogar eine progressive Verteilungswirkung, wenn ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem THG-Ausstoß von Haushalten und deren Einkommen besteht. Wird das jährlich THG-Budget über den mittleren THG-Ausstoß aller Bürger/innen berechnet, dann gibt es sowohl Personen mit einem THG-Fußabdruck über dem Mittelwert als auch Personen mit einem THG-Fußabdruck unter dem Mittelwert. Besteht eine positive Korrelation zwischen dem Einkommen und dem THG-Fußabdruck, überschreiten Haushalte statistisch gesehen ab einem gewissen Einkommen ihr jährliches THG-Budget. Diese Haushalte haben dann entweder die Wahl ihren THG-Fußabdruck zu reduzieren oder Zertifikate bei Haushalten nachzukaufen, die ihr Budget nicht aufbrauchen. Kommt es zu einem Kauf von Zertifikaten, findet automatisch eine Umverteilung

von einer höheren zu einer niedrigeren Einkommensschicht statt. Sköld et al. (2018) haben gezeigt, dass ein solcher Zusammenhang zwischen den Einkommen und dem THG-Fußabdruck in mehreren europäischen Ländern besteht. Nochmals spezifischer untersucht wird der Zusammenhang im Rahmen des vierten Dissertationsartikels für die Bundesrepublik Deutschland. So zeigt sich ein Zusammenhang zwischen Einkommen und THG-Fußabdruck nicht nur generell, sondern auch für die Bereiche, die klassischerweise durch ein PCTS abgedeckt werden, wie Stromverbrauch, Warmwassererzeugung und Mobilität (Duscha 2014: 18). In Bezug auf die Bundesrepublik Deutschland kann somit gesagt werden, dass PCT aus verteilungspolitischer Sicht eine Alternative zu gängigen Anreizsystemen darstellt.

Neben dem progressiven Charakter von PCT besteht ein weiterer Vorteil darin, dass das Problem des Carbon Leakage (also der Verlagerung von Produktionsstätten in Staaten mit geringen Klimaschutzauflagen) reduziert wird. Wie beschrieben, setzen CO_{2e}-Steuer und EHS bei Unternehmen an; je höher der Preis auf THGs desto reizvoller ist es für Unternehmen die Produktionsstätten in Staaten zu verlagern die keinen Preis auf THGs erheben. Für PCT ist diese Gefahr deutlich reduziert, da das System nicht bei den Produzenten, sondern direkt bei den Konsumenten ansetzt. Unternehmen sind somit nur indirekt betroffen, was dazu führt, dass das System nicht durch eine Verlagerung der Produktion umgangen werden kann. Ein PCTS, das alle Personen umfasst, die ihren Hauptwohnsitz im jeweiligen Land haben, kann nur umgangen werden, wenn eine Person ihren Hauptwohnsitz ins Ausland verlegt (mit der Konsequenz, dass der tatsächliche Lebensmittelpunkt dann im Ausland liegen muss, ist das nicht der Fall, zieht das rechtliche Konsequenzen nach sich). Es ist daher eher unwahrscheinlich, dass eine große Anzahl von Personen ihren Hauptwohnsitz aufgrund eines PCTS ins Ausland verlegt.

Neben den bereits im Zuge der Umsetzbarkeit angesprochenen Problemen von PCT, gibt es noch einige weitere spezifische Nachteile, die mit Emissionshandel im Allgemeinen in Verbindung stehen und somit PCT und EHS in ähnlicher Weise betreffen. So kommen der Bestimmung und Zuteilung der Zertifikate eine besondere Rolle zu. Wie das Beispiel des europäischen Emissionshandelssystems (EU EHS) zeigt, führt eine Überallokation, also das Ausgeben von zu vielen CO_{2e}-Zertifikaten, zu einem Überangebot, was sich in einem niedrigen Preis niederschlägt (De Perthuis und Trotignon 2014). Ein niedriger THG-Preis hat wiederum zur Folge, dass es kaum Anreize zur Emissionsreduktion gibt. Mehr noch, bei einem PCTS wird somit der Umverteilungsmechanismus außer Kraft gesetzt, da ein Nachkaufen von Zertifikaten für die meisten Personen nicht mehr nötig ist. Wird die Gesamtanzahl der Zertifikate falsch bestimmt,

kann das drastische Auswirkungen auf die Effektivität des Systems haben (De Perthuis und Trotignon 2014).

Ein weiterer Punkt betrifft die Erhebung von personenspezifischen Daten. Je nach Ausgestaltung eines PCTS müssen eine Vielzahl an persönlichen Daten erhoben und ausgewertet werden. Speziell im Kontext der Bundesrepublik Deutschland könnte dies zu datenschutzrechtlichen Problemen führen.

6.3. Zusammenfassung & Beitrag zur Forschung

Der zweite Teilbereich dieser Dissertation befasst sich mit den verschiedenen Anreizsystemen und deren Wirkmechanismen. Ein besonderes Augenmerk liegt dabei auf dem neuen Instrument des PCT und ob dieses eine Alternative zu CO_{2e}-Steuer und EHS sein kann. Hierfür werden der Wirkmechanismus, die Umsetzbarkeit sowie weitere Vor- und Nachteile von PCT diskutiert. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass PCT in Bezug auf den Wirkmechanismus eine Alternative zu gängigen Anreizsystemen sein kann, darüber hinaus zeigt PCT Stärken in Bezug auf die Belastung von niedrigen und mittleren Einkommen. Auch das Problem des Carbon Leakage wird verringert. Nachteile entstehen besonders aus der Komplexität eines PCTS. Unbestritten stellt ein PCTS im Vergleich zu einem EHS und speziell zu einer CO_{2e}-Steuer das aufwändigere und damit teurere System dar. Zudem besteht innerhalb der Forschungsgemeinschaft keine Einigkeit bzgl. der normativen Akzeptanz sowie der öffentlichen Zustimmung gegenüber PCT. Hinzu kommen Fragen in Bezug auf den Datenschutz sowie Probleme, die im Allgemeinen mit Emissionshandel in Verbindung stehen. All dies macht die schnelle Einführung eines PCTS schwierig. Vor dem Hintergrund, dass in diesem Jahrzehnt gehandelt werden muss, ist es daher fraglich, ob die vermeintlich höhere Effektivität (in Bezug auf private Haushalte) und der Umverteilungseffekt eines PCTS die Mehrkosten sowie eine Verzögerung durch den zeitlichen Aufwand rechtfertigen.

Durch die systematische Evaluation des relativ neuen Instruments des PCT, leistet dieser Teilbereich einen wichtigen Beitrag zur bisherigen Forschungsliteratur. Zwar wird PCT in der Forschungsgemeinschaft inzwischen häufiger diskutiert (siehe Fawcett 2010, 2012; Parag und Fawcett 2014), jedoch konzentrieren sich die Forschungsartikel entweder auf einzelne Teilaspekte von PCT oder es wird keine systematische Evaluation vorgenommen. Eine Verknüpfung mit den Elementen des MSA, insbesondere den Überlebenskriterien des Policy-Stroms, ist in der bisherigen Literatur noch nicht bekannt, hier betritt diese Dissertation Neuland. Wie ge-

zeigt, eignen sich die Überlebenskriterien sehr gut für die Bewertung der Umsetzungswahrscheinlichkeit von Politiken, da diese in einem größeren theoretischen Rahmen eingebettet sind. Bisher wird der Policy-Strom und die darin enthaltenen Elemente in der MSA-Literatur besonders vor dem Hintergrund der Operationalisierung diskutiert. Nicht selten wird der Policy-Strom dabei als Problem, speziell für Studien mit einer größeren Fallzahl, angesehen (Engler und Herweg 2019: 913). Dies mag durchaus begründet sein, wie diese Dissertation jedoch zeigt, bietet sich der Policy-Strom als exzellenter theoretischer Ausgangspunkt für übergreifende Literatur- und Meta-Studien an.

7. Teil III: Implementierung von Anreizsystemen

Nachdem in den ersten beiden vorangegangenen Teilbereichen dieser Dissertation die Mikro- und Mesoebene behandelt werden, wird im dritten Teilbereich auf die Makroebene eingegangen. Im Fokus steht die Frage, unter welchen Umständen Staaten dazu bereit sind Anreizsysteme einzuführen. Zunächst wird hierzu eine Übersicht über die Etablierung von Anreizsystemen im Zeitverlauf gegeben. Es folgt der fünfte Dissertationsartikel, dessen Ergebnisse im Licht der bisherigen Literatur diskutiert werden.

7.1. Übersicht Implementierung von Anreizsystemen im Zeitverlauf

Seit der Einführung der ersten CO_{2e}-Steuer in Finnland 1990, haben Anreizsysteme zunehmend an Popularität gewonnen (siehe Abbildung 2), so sind im November 2020 weltweit 59 regionale, nationale und supranationale System implementiert. Von diesen 59 Systemen können 32 als CO_{2e}-Steuer und 27 als EHS klassifiziert werden (World Bank 2020).

Der Argumentation von Thisted und Thisted (2020) folgend, lässt sich die Implementierung von Anreizsystemen in drei historische Phasen gliedern. Die erste Phase, die sogenannte „first wave“ beschreibt die Periode von 1990-2000, die stark von den nordeuropäischen Staaten (Finnland, Norwegen, Schweden, Dänemark) geprägt ist, die vorwiegend nationale CO_{2e}-Steuern einführen (Thisted und Thisted 2020: 814; Andersen 2019). Die nordeuropäischen Staaten gelten im Allgemeinen als Vorreiterstaaten, da sich das internationale Bewusstsein für Klimaschutz zu diesem Zeitpunkt erst allmählich entwickelt und die THG-Bepreisung zu dieser Zeit eher als ein Policy-Vorschlag und nicht als eine tatsächliche Politik gilt (Thisted und Thisted 2020; Skovgaard et al. 2019: 1179; Harrison 2010: 515ff.; Mol 2012). Die zweite Phase, die „intermission“ oder „transition phase“ (2000-2008) kennzeichnet sich dadurch aus, dass nur sehr wenige nationale Anreizsysteme implementiert werden (Thisted und Thisted 2020;

Skovgaard et al. 2019). Hierfür gibt es verschiedene Gründe. Zum einen wird auf europäischer Ebene über die Einführung eines supranationalen Systems verhandelt, was dazu führt, dass sich Staaten mit der Implementierung von nationalen Systemen zurückhalten (Thisted und Thisted 2020: 818ff.). Zum anderen benötigt es eine gewisse Zeit bis sich die Idee der THG-Bepreisung auch auf der internationalen Ebene durchsetzt, sodass neben den europäischen Vorreiterstaaten auch andere Staaten bereit sind Anreizsysteme zu implementieren (Thisted und Thisted 2020: 819; Skovgaard et al. 2019). Ab 2008 wird im Allgemeinen von der „second wave“ gesprochen. Wie in Abbildung 2 zu sehen ist, zeichnet sich diese durch eine sprunghafte nahezu exponentielle Zunahme an implementierten Anreizsystemen aus.

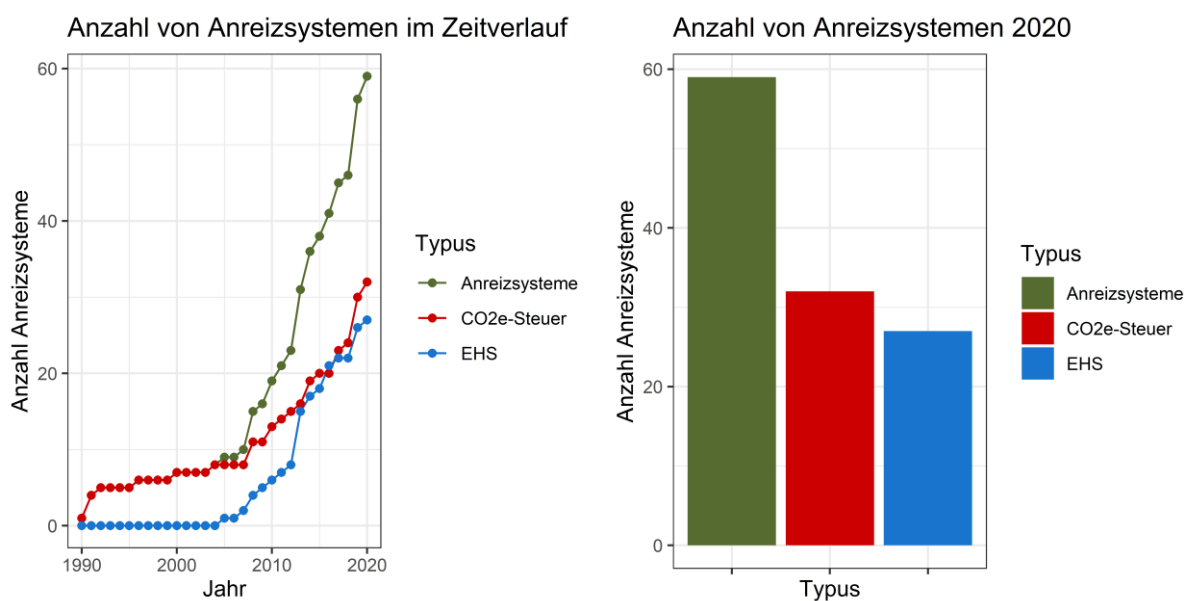


Abbildung 2: Implementierung von Anreizsystemen im Zeitverlauf

Der fünfte Dissertationsartikel befasst sich mit der zweiten Implementierungswelle (second-wave) und nimmt dabei europäische Staaten, die ein Anreizsystem (ausschließlich CO₂e-Steuern) eingeführt haben, in den Fokus. Ziel ist es zu ergründen, welche Elemente des MSA bei der Einführung kopplungsbereit sind. Für die Fokussierung auf europäische Staaten der second-wave gibt es mehrere Gründe: Einerseits werden die Vorreiterstaaten bereits ausgiebig in der Literatur diskutiert (siehe Kasa 2000; Sterner 1994; Sairinen 2003), sodass eine erneute Untersuchung dieser Staaten keinen relevanten Beitrag zur Forschungsliteratur leisten würde, andererseits, zeigen Skovgaard et al. (2019), dass sich die Rahmenbedingungen, unter denen Staaten Anreizsysteme etablieren, im Zeitverlauf verändern. Wie bereits beschrieben, wandelt sich die internationale Auffassung bzgl. THG-Bepreisung in der Zeit zwischen der ersten und der zweiten Implementierungswelle. Hinzu kommt, dass mit dem Kyoto-Protokoll und dem

Pariser Übereinkommen verbindliche internationale Abkommen geschaffen werden, die eine Reduktion des THG-Ausstoßes vorsehen. Die Nationalstaaten unterliegen somit einem internationalen Druck, der die Einführung von Anreizsystemen begünstigt. Zudem sind in einigen Staaten supranationale Systeme eingeführt (siehe Europa und Nordamerika), welche bei der Implementierung von zusätzlichen nationalstaatlichen Anreizsystemen berücksichtigt werden müssen. Um intervenierende Faktoren möglichst konstant zu halten, bietet es sich daher an die zwei Wellen getrennt voneinander zu analysieren. Der Fokus liegt auf europäischen Staaten, da diese unter dem bereits eingeführten EU-Emissionshandelssystem (EU-EHS) agieren, was aus theoretischer Sicht die Einführung zusätzlicher Anreizsysteme behindert. Im Gegensatz zu anderen Regionen der Welt haben europäische Staaten auf nationaler Ebene ausschließlich CO_{2e}-Steuern eingeführt. Eine Ausnahme bildet die Bundesrepublik Deutschland (BRD), die 2021 ergänzend zum EU EHS ein nationales EHS einführt. Da dieses jedoch zum Zeitpunkt der Untersuchung noch nicht vollständig etabliert ist, wird die BRD im Weiteren nicht als Fall berücksichtigt.

7.2. Diskussion der Ergebnisse

Die Ergebnisse des fünften Dissertationsartikels zeigen, dass insbesondere die Staaten Island, Irland, Großbritannien und Frankreich im Einklang mit den theoretischen Erwartungen des MSA stehen und somit die Wichtigkeit der Kombination von verschiedenen Faktoren für die Einführung der CO_{2e}-Steuer unterstreichen. Wie die QCA in Verbindung mit den Einzelfallstudien zeigt, kommt dabei dem Problem-Strom in Form von hoher Staatsverschuldung eine besondere Rolle zu. So scheitert diese Kondition nur sehr knapp an den Kriterien einer notwendigen Bedingung. Der deskriptive Teil sowie die Fallstudien zeigen aber, dass kein Fall vorliegt, in dem eine Steuer implementiert wird, ohne dass eine hohe Staatsverschuldung und somit finanzieller Druck vorliegt. Betont werden muss auch, dass die Kondition aufgrund ihrer schiefen Verteilung, unter Umständen als trivial notwendig klassifiziert werden kann. Eine trivial notwendige Bedingung liegt dann vor, wenn es nur wenige Fälle gibt in denen die Kondition nicht auftritt (Schneider und Wagemann 2007: 98). Jedoch belegen weitere Studien die Wichtigkeit des Faktors Staatsverschuldung. Steinebach et al. (2021) zeigen in einer umfangreichen Studie von über 200 Staaten, dass Finanzkrisen und die damit zusammenhängende Staatsverschuldung eine Verabschiedung von Anreizsystemen begünstigt. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommen Skovgaard et al. (2019), die ebenfalls eine größer angelegte Studie mittels Cluster-Analyse durchführen. Skovgaard und Kollegen unterscheiden zwischen der ersten und der zweiten

Welle und sehen die Relevanz von Finanzkrisen vor allem für die erste Welle als gegeben an. Nichtsdestotrotz betonen sie aber auch:

„In this case, cluster analysis allows us to identify different sets of variables that correlate with clusters of cases. Hence, it does not assume that the same variables correlate equally with all cases, but facilitates future studies of different constellations of variables (or causal pathways) to the adoption of carbon pricing policies” (Skovgaard et al. 2019: 1175 f.).

Diesem Aufruf folgend, zeigt der fünfte Dissertationsartikel, dass die Einschätzung von Skovgaard et al. (2019) im Mittel zwar richtig sein kann, speziell aber für die europäischen Staaten der second-wave, spielt finanzieller Druck, ausgelöst durch die Finanzkrise 2008/2009, eine große Rolle für die Einführung der CO_{2e}-Steuer. Darüber hinaus betonen auch Harrison (2010) sowie Speck (2013) in ihren vergleichenden Fallstudien die Wichtigkeit von finanziellen Überlegungen in Bezug auf die CO_{2e}-Steuer. Daher kann finanzieller Druck, für die im Dissertationsartikel untersuchten Staaten, durchaus als eine quasi-notwendige Bedingung angesehen werden.

Das Auftreten von finanziellem Druck führt jedoch für sich allein noch nicht zur Einführung einer CO_{2e}-Steuer. Erst die Kombination mit anderen Faktoren, meist in Form eines Policy-Windows oder der Regierungsbeteiligung einer grünen Partei, ermöglichen es eine CO_{2e}-Steuer zu implementieren. Wie dargestellt, entsprechen viele der untersuchten Fälle den theoretischen Erwartungen, das heißt die Anzahl der Elemente die zum Koppeln bereit sind nimmt über die Zeit zu, in Folge dessen kommt es zu einer Implementierung einer CO_{2e}-Steuer. Portugal und Spanien widersprechen jedoch den Erwartungen. Bei beiden kommt es im Zeitverlauf zu einer Abnahme der koppelbaren Elemente. Eine Untersuchung des portugiesischen Falls zeigt, dass dort die Einführung auf einen äußerst starken Policy-Unternehmer zurückzuführen ist. Der Aspekt des Policy-Unternehmers kann im Rahmen der QCA nicht berücksichtigt werden, da eine Erfassung aller Fälle für den gesamten Zeitraum aufgrund von zeitlichen und sprachlichen Restriktionen nicht möglich ist. Dies ist eine Limitierung des Artikels, stellt aber in der allgemeinen Forschungsliteratur keine Ausnahme dar (siehe Engler und Herweg 2019: 915). Spanien bleibt der einzige Fall, der nicht abschließend geklärt werden kann und daher eine tiefere Einzelstudie rechtfertigen würde. Grundlegend muss zudem festgehalten werden, dass die Ergebnisse des Artikels sich nur auf die untersuchten europäischen Staaten beziehen, die eine CO_{2e}-Steuer eingeführt haben und daher nur eine begrenzte Generalisierbarkeit gegeben ist. Nichtsdestotrotz weisen neuerliche Einzelfallstudien wie die von Ryan und Micozzi (2021),

welche im Rahmen von Argentinien durchgeführt wurden, darauf hin, dass finanzielle Überlegungen auch außerhalb Europas eine wichtige Rolle für die Einführung von Anreizsystemen spielen.

7.3. Zusammenfassung & Beitrag zur Forschung

Wie dargelegt, befasst sich der fünfte Dissertationsteil mit der Implementierung von Anreizsystemen. Dabei legt dieser einen besonderen Fokus auf die sogenannte „second-wave“, welche durch einen sprunghaften Anstieg von Anreizsystemen ab 2008 geprägt ist. Im Rahmen dessen werden europäische Staaten untersucht, die eine CO_{2e}-Steuer einführen. Ziel ist es, zu ergründen welche Elemente des MSA bei der Einführung kopplungsbereit sind. Die Ergebnisse zeigen, dass die Implementierung der CO_{2e}-Steuer weitgehend den grundlegenden Erwartungen des MSA entspricht (Zunahme der kopplungsbereiten Elemente). Darüber hinaus scheint dem Problem-Strom in Form von hoher Staatsverschuldung eine wichtige Rolle zuzukommen, da das Auftreten von hoher Staatsverschuldung eine quasi-notwendige Bedingung darstellt.

Der dritte Teilbereich leistet somit zwei essenzielle Beiträge zur bisherigen Forschungsliteratur. Zunächst wird die bisher noch wenig thematisierte zweite Implementierungswelle mit Hilfe eines klaren theoretischen Rahmens untersucht. Bisherige vergleichende Studien verwenden uneinheitliche Erklärungsfaktoren für die Einführung von Anreizsystemen. Während beispielsweise Thisted und Thisted (2020) besonders Diffusionsmechanismen hervorheben, führen Steinebach et al. (2021) die Implementierung maßgeblich auf Handelsbeziehungen zurück; Levi et al. (2020) wiederum betonen die öffentliche Einstellung als wichtigen Erklärungsfaktor. Besonders im Kontext von large-N-Studien, die auf statistischen Methoden beruhen, fehlt häufig ein übergreifender theoretischer Rahmen der glaubhaft darlegt, welche Faktoren für die Einführung von Anreizsystemen essenziell sind. Insbesondere für statistische Verfahren ist ein solcher theoretischer Rahmen unabdingbar, da eine Korrelation noch nicht bedeutet, dass ein kausaler Zusammenhang besteht. Wie gezeigt, bietet die Verwendung des MSA eine Möglichkeit der Harmonisierung. Durch die Gliederung des politischen Prozesses in verschiedene Ströme, stellt der MSA einen übergreifenden Rahmen zur Verfügung, um die Einführung von Politiken zu erklären. In Einklang mit Engler und Herweg (2019) sind hierfür jedoch einige Zugeständnisse nötig. So gibt es einige Elemente des MSA die in einer large-N-Studie nur schwer operationalisierbar sind. Wie im fünften Dissertationsartikel beschrieben, betrifft das vor allem den Policy-Unternehmer, der im Grunde nur über eine Einzelfallstudie operationalisiert werden kann (Engler und Herweg 2019: 915). Allerdings hat sich aber auch gezeigt, dass die anderen Elemente insbesondere der Problem- und Politics-Strom sowie das Policy-Window sehr wohl

operationalisiert werden können. Somit bietet sich der MSA auch für zukünftige Studien im Bereich von Anreizsystemen und darüber hinaus an.

Des Weiteren, handelt es sich bei dem fünften Dissertationsartikel um eine der wenigen Forschungsarbeiten die QCA und MSA verbinden. Bisher gibt es nur sehr wenige Studien, die eine Kombination dieser beiden Ansätze versuchen (siehe Sager und Rielle 2013; Sager und Thomann 2017). Einerseits liegt das daran, dass sich die grundlegenden Kausalitätsbegriffe unterscheiden. Während der MSA eine probabilistische Logik vertritt, handelt es sich bei QCA um einen deterministisch geprägten Ansatz. Andererseits, wird der MSA wie beschrieben, bisher häufig nur in Einzelfallstudien zur Anwendung gebracht (Engler und Herweg 2019). Auch wenn diese Umstände die Verwendung des MSA innerhalb einer QCA schwierig machen, gibt es zwei Argumente die für eine Kombination sprechen. So teilen MSA und QCA die Vorstellung, dass nicht nur ein Faktor für sich allein ein Phänomen bedingt, sondern, dass das gemeinsame Auftreten von Faktoren dazu führt, dass ein Phänomen beobachtet werden kann (Engler und Herweg 2019: 919). Hinzu kommt, dass QCA im Gegensatz zu regressionsbasierten Verfahren sowohl für small-N-Anwendungen als auch für large-N-Anwendungen geeignet ist. Somit kann wie gezeigt, bei Bedarf eine qualitative Rückkopplung an die Fälle via Einzelfallstudien vorgenommen werden. Auch wird mit Einführung der fsQCA das streng deterministische Weltbild der ursprünglichen csQCA aufgegeben, was den Kritikpunkt des unterschiedlichen kausalen Verständnisses zwischen QCA und MSA teilweise entkräftet (Engler und Herweg 2019: 919).

Abschließend muss festgehalten werden, dass es sich bei der Implementierungsforschung zu Anreizsystemen um ein junges Forschungsfeld handelt, welches zunehmendes Interesse erfährt. In diesem Kontext wurde jedoch bisher kaum die Einführung subnationaler Systeme behandelt. Hierfür bietet das im fünften Dissertationsartikel vorgestellte Forschungsdesign Anknüpfungspunkte, speziell wenn eine mittlere Fallzahl analysiert werden soll.

8. Fazit und Ausblick für weitere Forschung

Die vorliegende Dissertation befasst sich mit der politischen Umsetzbarkeit von Anreizsystemen und legt dabei den Fokus auf das Instrument des PCT. Darüber hinaus wird der Frage nachgegangen, unter welchen Rahmenbedingungen Staaten bereit sind Anreizsysteme einzuführen. Hierfür gliedert sich die Arbeit in drei thematische Teilbereiche. Der erste Teilbereich

befasst sich mit der Mikroebene und der Frage welche Designelemente von Klimaschutzmaßnahmen deren Umsetzung durch private Haushalte begünstigen. So wird gezeigt, dass finanzielle Anreize nicht zwangsläufig eine hohe Implementierungsbereitschaft nach sich ziehen. Von entscheidender Bedeutung sind hingegen der Grad der Verhaltensänderung, der durch eine Maßnahme bedingt wird, sowie der Bereich, in dem eine Maßnahme umgesetzt werden soll. Des Weiteren scheinen auch positive gesundheitliche Nebeneffekte von Klimaschutzmaßnahmen eine höhere Umsetzungsbereitschaft hervorzurufen. Die Arbeit liefert zudem Hinweise darauf, dass Haushalte mit spezifischen Eigenschaften spezifische Maßnahmen präferieren. Das deutet darauf hin, dass die Akzeptanz von Klimaschutzmaßnahmen durch die Fixierung auf spezifische Bevölkerungsgruppen erhöht werden kann. Generell kann aber festgehalten werden, dass eine einseitige Anreizstruktur und das Fokussieren auf einzelne Sektoren die Implementierungsbereitschaft privater Haushalte nicht begünstigt.

Basierend auf diesen Ergebnissen werden im zweiten Dissertationsteil die einzelnen Anreizsysteme kritisch diskutiert. Es zeigt sich, dass PCT in Bezug auf den Wirkmechanismus und die verteilungsspezifischen Auswirkungen sowohl einer CO_{2e}-Steuer als auch einem EHS überlegen ist, jedoch einige grundlegende Probleme im Hinblick auf die (politische) Umsetzbarkeit aufweist. Während ein Großteil der Forschenden zwar generell keine Probleme hinsichtlich der technischen Machbarkeit sieht, werden häufig die großen finanziellen Kosten eines PCTS, insbesondere im Vergleich zu gängigen Anreizsystemen, bemängelt. Hinzu kommt, dass Unsicherheit bezgl. der datenschutzrechtlichen Bestimmungen bestehen. Darüber hinaus stellt PCT, wie bereits angesprochen, ein Sammelsurium von möglichen Ausgestaltungsoptionen dar, was dazu führt, dass es innerhalb der Forschungsgemeinschaft kein einheitliches Bild von PCT gibt. Dies schlägt sich unter anderem in der normativen Akzeptanz der Policy-Community nieder, die ein geteiltes Bild in Bezug auf PCT zeigt. Ebenso kann die Forschung für das Kriterium der öffentlichen Akzeptanz derzeit keine klare Antwort geben. Auch wenn es bisher wenig Forschung bzgl. der Empfänglichkeit von politischen Entscheidungsträgern/innen gibt, stehen die vorherigen Kriterien in direkter Beziehung zur Empfänglichkeit. Vor dem Hintergrund, dass Entscheidungsträger/innen häufig als vote-seeker agieren, ist fraglich, ob diese trotz der großen finanziellen Kosten und der Unsicherheiten von PCT bereit sind, das Risiko einer Einführung einzugehen. Daher muss festgehalten werden, dass PCT vom heutigen Standpunkt aus, trotz seiner mehrdimensionalen Anreizstruktur, aufgrund der fehlenden politischen Umsetzbarkeit derzeit keine Alternative zu gängigen Anreizsystemen darstellt. Aufgrund der aufgeführten Vorteile sollte die Idee des PCT jedoch nicht gänzlich verworfen werden. Für Nichtregierungs-

organisationen (NROs), Umweltschützer und Politiker, welche die Idee von PCT weiterentwickeln möchten, ergeben sich aus den Ergebnissen der Dissertation folgende Empfehlungen. Zunächst ist weitere Grundlagenforschung zur Umsetzbarkeit von PCT erforderlich. Dies könnte durch ein in Zusammenarbeit mit Expert/innen erstelltes Konzept, welches im Rahmen eines Pilot-Projekts umgesetzt wird, ermöglicht werden (ähnlich wie bei den Pilot-EHSs in China). Im Zuge des Projekts können wichtige Daten bzgl. der öffentlichen Akzeptanz, Effektivität, technischen Machbarkeit sowie Finanzierung erhoben werden. Die Ergebnisse eines solchen Pilot-Projekts könnten zeigen ob die dargelegten Hindernisse auch unter den Vorzeichen der zunehmenden Digitalisierung weiter bestehen oder ob PCT in Zukunft eine Option im Kampf gegen die globale Klimaerwärmung sein kann.

Der dritte Teilbereich der Dissertation befasst sich abschließend mit der Frage, unter welchen Umständen Staaten bereit sind Anreizsysteme zu etablieren. Weltweit wurden bisher 59 Anreizsysteme eingeführt, die in drei historische Implementierungsphasen („first wave“, „transition phase“ und „second wave“) gegliedert werden können. In dieser Dissertation wird sich auf die „second wave“ in Europa konzentriert. Die Ergebnisse des fünften Dissertationsartikels zeigen, dass finanzieller Druck in Form von Staatsverschuldung politischen Akteuren die Möglichkeit gibt eine CO_{2e}-Steuer einzuführen. Häufig wird eine solche Steuer dann als Konsolidierungsinstrument eingesetzt. Zudem hat sich gezeigt, dass eine Einführung wahrscheinlicher wird, wenn push- und pull-Faktoren zusammenkommen, sprich wenn ein hoher Problemdruck auf eine umweltaffine Regierung trifft.

Während somit wichtige Forschungsfragen in Bezug auf Anreizsysteme beantwortet werden, besteht in einigen Bereichen weiterer Forschungsbedarf. Das betrifft die Mikroebene der Haushalte und deren Klimaschutzpräferenzen, die im Rahmen der Politikwissenschaft bisher nur wenig Beachtung findet, die aber für die Gestaltung von Klimaschutzmaßnahmen wichtig ist. So befasst sich die politikwissenschaftliche Forschung zwar häufig mit der übergeordneten Frage welche individuellen Eigenschaften und politischen Vorstellungen im Allgemeinen zu einer Ablehnung oder Zustimmung zum Klimaschutz führen, Grundlagenforschung in Bezug auf die tatsächliche Ausgestaltung von Klimaschutzmaßnahmen findet aber kaum statt. Besonders wenn es um die politische Umsetzbarkeit von Klimaschutzmaßnahmen geht, sind jedoch die Präferenzen der privaten Haushalte von entscheidender Bedeutung, um Akzeptanz gegenüber Klimaschutzmaßnahmen zu erreichen. Neben der generellen Frage wie Maßnahmen gestaltet sein sollten, um eine hohe Umsetzungsbereitschaft bzw. Akzeptanz innerhalb der Bevölkerung zu erzielen, eröffnet die Frage, ob Haushalte mit spezifischen Eigenschaften bestimmte

Klimaschutzmaßnahmen bevorzugen, ein breites Forschungsfeld. So könnte die politische Umsetzbarkeit von Klimaschutzmaßnahmen unter Umständen durch das gezielte Ansprechen spezifischer Bevölkerungsgruppen erhöht werden.

Darüber hinaus zeigen sich erhebliche Forschungslücken im Kontext von PCT und dessen Umsetzung. So stammt ein Großteil der bisherigen Forschung, die sich mit den technischen und administrativen Kosten von PCT befasst, aus der Pre-Smartphone-Ära und kann damit als veraltet gelten. Nicht zuletzt die Corona-Pandemie hat gezeigt, dass Staaten immer häufiger dazu bereit sind digitale Lösungen einzusetzen um Krisen zu begegnen. Unter diesen neuerlichen Vorzeichen bedarf es weiterer Forschung inwieweit technische Lösungen die Kosten von PCT senken können und somit die Umsetzbarkeit steigern. In diesem Zusammenhang ist auch von Interesse, ob eine Teilanwendung von PCT z.B. auf den Luftverkehr, die Wahrscheinlichkeit einer Implementierung erhöht. Wie bereits erwähnt, gibt es zudem wenig Forschung in Bezug auf die normative Akzeptanz sowie die Empfänglichkeit von politischen Entscheidungsträgern/innen. Beide Kriterien sind jedoch von großer Relevanz für die politische Umsetzbarkeit von PCT und bedürfen daher einer detaillierten Untersuchung. Da sich die Rahmenbedingungen sowie Policy-Communities von Staat zu Staat unterscheiden können, bietet es sich an solche Untersuchungen länderspezifisch vorzunehmen, ähnliche wie es Parag und Eyre (2010) exemplarisch für Großbritannien tun. In Verbindung damit steht der Umstand, dass ein Großteil der Forschung zu PCT im Kontext von Großbritannien vorgenommen wurde. Übergeordnete Studien, im Style von Thisted, und Thisted (2020), die untersuchen inwieweit die Idee des PCT außerhalb Großbritanniens verbreitet ist und wie diese in unterschiedlichen Staaten aufgenommen wird, fehlen bislang.

Abgesehen von PCT eröffnet die sich global beschleunigende Einführung von Anreizsystemen ein weiteres Forschungsfeld. Während die „first wave“ bereits ausgiebig untersucht ist, bestehen noch erhebliche Forschungslücken in Bezug auf die Implementierung von Anreizsystemen im Rahmen der „second wave“. Das betrifft in großem Maße subnationale Systeme, die in vergleichenden Studien bisher nicht adressiert werden. Speziell die Einführung von subnationalen EHS, wie sie in den USA und Kanada aber auch in China und Japan zu finden sind, wurde bisher kaum erforscht. Gerade diese sind jedoch interessante Untersuchungsobjekte, da subnationale Regionen häufig als Vorreiter agieren (speziell im amerikanischen Raum) und somit einen Diffusionsprozess anstoßen können. Umso spannender ist daher die Frage unter welchen politischen Rahmenbedingungen solche Regionen ein EHS etablieren und wann Diffusion stattfindet.

Auch wenn diese Dissertation einige Fragen in Bezug auf die politische Umsetzbarkeit von PCT beantwortet und darauf eingeht welche politischen Rahmenbedingungen eine Implementierung von Anreizsystemen begünstigen, gibt es noch viele unbeantwortete Forschungsfragen. Das betrifft alle drei Teilbereiche der Dissertation. Somit beantwortet die Dissertation nicht nur wichtige Forschungsfragen, sondern versucht aufzuzeigen, in welche Richtung sich die politikwissenschaftliche Forschung in Bezug auf Anreizsysteme in den nächsten Jahren entwickeln könnte.

Literaturverzeichnis

- Agho, Kingsley; Stevens, Garry; Taylor, Mel; Barr, Margo; Raphael, Beverley (2010): Population risk perceptions of global warming in Australia. *Environmental research* 110 (8), 756–763.
- Alvi, Shahzad; Naeem Nawaz, Shahzada M.; Khayyam, Umer (2020): How does one motivate climate mitigation? Examining energy conservation, climate change, and personal perceptions in Bangladesh and Pakistan. *Energy Research & Social Science* 70, 101645.
- Andersen, Mikael S. (2019): The politics of carbon taxation: how varieties of policy style matter. *Environmental Politics* 28 (6), 1084–1104.
- Andrew, Jane; Kaidonis, Mary A.; Andrew, Brian (2010): Carbon tax: Challenging neoliberal solutions to climate change. *Critical Perspectives on Accounting* 21 (7), 611–618.
- Avi-Yonah, Reuven S.; Uhlmann, David M. (2009): Combating Global Climate Change: Why a Carbon Tax is a Better Response to Global Warming than Cap and Trade. *Stanford Environmental Law Journal* 28 (3), 4–49.
- Baranzini, Andrea; van den Bergh, Jeroen C. J. M.; Carattini, Stefano; Howarth, Richard B.; Padilla, Emilio; Roca, Jordi (2017): Carbon pricing in climate policy: seven reasons, complementary instruments, and political economy considerations. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change* 8 (4), e462.
- Benson, David; Lorenzoni, Irene (2014): Examining the Scope for National Lesson-drawing on Climate Governance. *The Political Quarterly* 85 (2), 202–211.
- Bichard, Erik; Kazmierczak, Aleksandra (2012): Are homeowners willing to adapt to and mitigate the effects of climate change? *Climatic Change* 112, 633–654.
- Blum, Sonja; Schubert, Klaus (2017): *Politikfeldanalyse: Eine Einführung*. Wiesbaden: Springer VS.
- Bolderdijk, Jan W.; Steg, Linda; Geller, Scott E.; Lehman, Philip K.; Postmes, Tom (2013): Comparing the effectiveness of monetary versus moral motives in environmental campaigning. *Nature Climate Change* 3 (4), 413–416.
- Capstick, Stuart; Lewis, Alan (2010): Effects of personal carbon allowances on decision-making: evidence from an experimental simulation. *Climate Policy* 10 (4), 369–384.
- Caren, Neal; Panofsky, Aaron (2005): TQCA: A Technique for Adding Temporality to Qualitative Comparative Analysis. *Sociological Methods & Research* 34 (2), 147–172.

- Congressional Budget Office (2000): Who gains and who pays under carbon-allowance-trading? The distributional effects of alternative policy designs. <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA379006.pdf>. Zugegriffen: 11. September 2021.
- Criqui, Patrick; Jaccard, Mark; Sterner, Thomas (2019): Carbon Taxation: A Tale of Three Countries. *Sustainability* 11 (22), 6280.
- Cronqvist, Lasse (2003): Presentation of TOSMANA. Adding Multi-Value Variables and Visual Aids to QCA. <http://www.compass.org/wpseries/Cronqvist2004.pdf>. Zugegriffen: 03. November 2020.
- De Perthuis, Christian; Trotignon, Raphael (2014): Governance of CO₂ markets: Lessons from the EU ETS. *Energy Policy* 75, 100–106.
- Duscha, Vicki (2014): Personal Carbon Trading Systeme: Konzepte und Schlussfolgerungen für Deutschland. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/climate_change_04_2014_komplett_21.5.2014.pdf. Zugegriffen: 11. September 2021.
- Ellerman, Denny A.; Buchner, Barbara K. (2007): The European Union Emissions Trading Scheme: Origins, Allocation, and Early Results. *Review of Environmental Economics and Policy* 1 (1), 66–87.
- Engler, Fabian; Herweg, Nicole (2019): Of Barriers to Entry for Medium and Large n Multiple Streams Applications: Methodological and Conceptual Considerations. *Policy Studies Journal* 47 (4), 905–926.
- Fankhauser, Sam; Gennaioli, Caterina; Collins, Murray (2015): The political economy of passing climate change legislation: Evidence from a survey. *Global Environmental Change* 35, 52–61.
- Fawcett, Tina (2010): Personal carbon trading: A policy ahead of its time? *Energy Policy* 38 (11), 6868–6876.
- Fawcett, Tina (2012): Personal carbon trading: is now the right time? *Carbon Management* 3 (3), 283–291.
- Fawcett, Tina; Parag, Yael (2010): An introduction to personal carbon trading. *Climate Policy* 10 (4), 329–338.
- Fielding, Kelly S.; Head, Brian W.; Laffan, Warren; Western, Mark; Hoegh-Guldberg, Ove (2012): Australian politicians' beliefs about climate change: political partisanship and political ideology. *Environmental Politics* 21 (5), 712–733.
- Fleig, Andreas; Schmidt, Nicole M.; Tosun, Jale (2017): Legislative Dynamics of Mitigation and Adaptation Framework Policies in the EU. *European Policy Analysis* 3 (1), 101–124.

- Flues, Florens; van Dender, Kurt (2020): Carbon Pricing Design: Effectiveness, efficiency and feasibility. An investment perspective. *OECD Taxation Working Papers* 58, 1-56.
- Frondel, Manuel (2019): Steuer versus Emissionshandel: Optionen für die Ausgestaltung einer CO₂-Bepreisung in den nicht in den Emissionshandel integrierten Sektoren. *Zeitschrift für Energiewirtschaft* 43 (3), 151–157.
- Gerrits, Lasse; Verweij, Stefan (2018): *The evaluation of complex infrastructure projects: A guide to qualitative comparative analysis*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing.
- Gerrits, Lasse; Pagliarin, Sofia (2020): Social and causal complexity in Qualitative Comparative Analysis (QCA): strategies to account for emergence. *International Journal of Social Research Methodology* 24 (4), 501-514.
- Gollwitzer, Mario; Jäger, Reinhold S. (2014): *Evaluation kompakt: Mit Arbeitsmaterial zum Download*. Weinheim/Basel: Beltz.
- Goulder, Lawrence H.; Schein, Andrew R. (2013): Carbon Taxes versus Cap and Trade: A Critical Review. *Climate Change Economics* 4 (3), 1-28.
- Grainger, Corbett A.; Kolstad, Charles D. (2010): Who Pays a Price on Carbon? *Environmental and Resource Economics* 46 (3), 359–376.
- Greckhamer, Thomas; Misangyi, Vilmos F.; Fiss, Peer C. (2013): Chapter 3 The Two QCAs: From a Small-N to a Large-N Set Theoretic Approach. In: Fiss, Peer C.; Cambré, Bart; Marx, Alex [Hrsg.]: *Configurational Theory and Methods in Organizational Research*. Bingley: Emerald Group Publishing Limited, 49–75.
- Gsottbauer, Elisabeth; van den Bergh, Jeroen C. J. M. (2011): Environmental Policy Theory Given Bounded Rationality and Other-regarding Preferences. *Environmental and Resource Economics* 49 (2), 263–304.
- Haites, Erik (2018): Carbon taxes and greenhouse gas emissions trading systems: what have we learned? *Climate Policy* 18 (8), 955–966.
- Hammar, Henrik; Jagers, Sverker C. (2006): Can trust in politicians explain individuals' support for climate policy? The case of CO₂ tax. *Climate Policy* 5 (6), 613–625.
- Harring, Niklas; Jagers, Sverker C.; Matti, Simon (2019): The significance of political culture, economic context and instrument type for climate policy support: a cross-national study. *Climate Policy* 19 (5), 636–650.
- Harrison, Kathryn (2010): The Comparative Politics of Carbon Taxation. *Annual Review of Law and Social Science* 6 (1), 507–529.

- Herrmann, Alina; Sauerborn, Rainer; Nilsson, Maria (2020): The Role of Health in Households' Balancing Act for Lifestyles Compatible with the Paris Agreement-Qualitative Results from Mannheim, Germany. *International journal of environmental research and public health* 17 (4), 1297.
- Hertwich, Edgar G.; Peters, Glen P. (2009): Carbon footprint of nations: a global, trade-linked analysis. *Environmental science & technology* 43 (16), 6414–6420.
- Herweg, Nicole (2015): Multiple Streams Ansatz. In: Wenzelburger, Georg; Zohlh fer, Reimut [Hrsg.]: *Handbuch Policy-Forschung*. Wiesbaden: Springer VS, 325–353.
- High-Level Commission on Carbon Prices (2017): Report of the high-level commission on carbon prices. https://static1.squarespace.com/static/54ff9c5ce4b0a53deccfb4c-t/59b7f2409f8dce5316811916/1505227332748/CarbonPricing_FullReport.pdf. Zugegriffen: 11. September 2021.
- Hillman, Mayer (1998): Carbon Budget Watchers. *Town and Country Planning* 67 (9), 305.
- Hillman, Mayer; Fawcett, Tina (2004): *How we can save the planet*. London: Penguin Books.
- Hino, Airo (2009): Time-Series QCA: Studying Temporal Change through Boolean Analysis. *Sociological Theory and Methods* 24 (2), 247–265.
- Höhne, Niklas; den Elzen, Michel; Rogelj, Joeri; Metz, Bert; Fransen, Taryn; Kuramochi, Takeshi; Olhoff, Anne; Alcamo, Joseph; Winkler, Harald; Fu, Sha; Schaeffer, Michiel; Schaeffer, Roberto; Peters, Glen P.; Maxwell, Simon; Dubash, Navroz K. (2020): Emissions: world has four times the work or one-third of the time. *Nature* 579 (7797), 25–28.
- Hovi, Jon; Holtmark, Bjart (2006): Cap-and-trade or carbon taxes? The feasibility of enforcement and the effects of non-compliance. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics* 6 (2), 137–155.
- Hox, Joop J.; Moerbeek, Miriam; van de Schoot, Rens (2010): *Multilevel analysis: Techniques and applications*. New York: Routledge.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2014): Climate change 2014. Synthesis report. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full.pdf. Zugegriffen: 11. September 2021.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2018): Global Warming of 1.5°C. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15_Full_Report_High_Res.pdf. Zugegriffen: 11. September 2021.

- International Bank for Reconstruction and Development (2016): Emission Trading in Practice. A Handbook on Design and Implementation. <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/23874/ETP.pdf?sequence=11&isAllowed=y>. Zugegriffen: 11. September 2021.
- International Bank for Reconstruction and Development (2017): Carbon Tax Guide: A Handbook for Policy Makers. <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/26300/Carbon%20Tax%20Guide%20-%20Main%20Report%20web%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Zugegriffen: 12. September 2021.
- Kasa, Sjur (2000): Policy networks as barriers to green tax reform: The case of CO₂-taxes in Norway. *Environmental Politics* 9 (4), 104–122.
- Kemmerzell, Jörg (2017): Überlokales Handeln in der lokalen Klimapolitik. Eine Brücke zwischen globalem Anspruch und lokaler Implementation. In: Barbehön, Marlon; Münch, Sybille [Hrsg.]: *Variationen des Städtischen – Variationen lokaler Politik*. Wiesbaden: Springer VS, 245–271.
- Korkala, Essi A. E.; Hugg, Timo T.; Jaakkola, Jouni J. K. (2014): Awareness of climate change and the dietary choices of young adults in Finland: a population-based cross-sectional study. *PloS one* 9 (5), e97480.
- Kundu, Shilpi; Kabir, Mohammad E.; Morgan, Edward A.; Davey, Peter; Hossain, Moazzem (2020): Building Coastal Agricultural Resilience in Bangladesh: A Systematic Review of Progress, Gaps and Implications. *Climate* 8 (9), 98.
- Levi, Sebastian; Flachsland, Christian; Jakob, Michael (2020): Political Economy Determinants of Carbon Pricing. *Global Environmental Politics* 20 (2), 128–156.
- Lewis, Alan; Capstick, Stuart (2008): Personal carbon trading: a view from psychology and behavioural economics. https://researchportal.bath.ac.uk/files/152314646/Capstick_and_Lewis_IPPR_PCT_review_final.doc. Zugegriffen: 11. September 2021.
- Liberati, Alessandro; Altman, Douglas G.; Tetzlaff, Jennifer; Mulrow, Cynthia; Gøtzsche, Peter C.; Ioannidis, John P. A.; Clarke, Mike; Devereaux, Philip J.; Kleijnen, Jos; Moher, David (2009): The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate healthcare interventions: explanation and elaboration. *British Medical Journal* 339, b2700.
- Lockwood, Matthew (2010): The economics of personal carbon trading. *Climate Policy* 10 (4), 447–461.
- Lucas, Samuel R.; Szatrowski, Alisa (2014): Qualitative Comparative Analysis in Critical Perspective. *Sociological Methodology* 44 (1), 1–79.

- Mathur, Aparna; Morris, Adele C. (2014): Distributional effects of a carbon tax in broader U.S. fiscal reform. *Energy Policy* 66, 326–334.
- McClelland, Lou; Cook, Stuart W. (1979): Energy Conservation Effects of Continuous In-Home Feedback in All-Electric Homes. *Journal of Environmental Systems* 9 (2), 169–173.
- Metcalf, Gilbert E. (2019): *Paying for pollution: Why America needs a carbon tax*. New York: Oxford University Press.
- Moher, David; Cook, Deborah J.; Eastwood, Susan; Olkin, Ingram; Rennie, Drummond; Stroup, Donna F. (1999): Improving the quality of reports of meta-analyses of randomised controlled trials: the QUOROM statement. Quality of Reporting of Meta-analyses. *The Lancet* 354 (9193), 1896–1900.
- Moher, David; Liberati, Alessandro; Tetzlaff, Jennifer; Altman, Douglas G; PRISMA Group (2009): Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS medicine* 6 (7), e1000097.
- Mol, Arthur P.J. (2012): Carbon flows, financial markets and climate change mitigation. *Environmental Development* 1 (1), 10–24.
- Niemeier, Deb; Gould, Gregory; Karner, Alex; Hixson, Mark; Bachmann, Brooke; Okma, Carrie; Lang, Ziv; Heres-Del-Valle, David (2008): Rethinking downstream regulation: California’s opportunity to engage households in reducing greenhouse gases. *Energy Policy* 36 (9), 3436–3447.
- Olivier, Jos G. J.; Peters, Jeroen A.H.W. (2020): Trends in global CO₂ and Total Greenhouse Gas Emissions: 2019 Report. https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2020-trends-in-global-co2-and-total-greenhouse-gas-emissions-2019-report_4068.pdf. Zugegriffen: 12. September 2021.
- Parag, Yael; Eyre, Nick (2010): Barriers to personal carbon trading in the policy arena. *Climate Policy* 10 (4), 353–368.
- Parag, Yael; Fawcett, Tina (2014): Personal carbon trading: a review of research evidence and real-world experience of a radical idea. *Energy and Emission Control Technologies* 2, 23–32.
- Parag, Yael; Strickland, Deborah (2009): Personal Carbon Budgeting: What people need to know, learn and have in order to manage and live within a carbon budget, and the policies that could support them. <https://www.eci.ox.ac.uk/research/energy/downloads/paragstrickland09pcbudget.pdf>. Zugegriffen: 12. September 2021.

- Parag, Yael; Strickland, Deborah (2010): Personal Carbon Trading: A Radical Policy Option for Reducing Emissions from the Domestic Sector. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development* 53 (1), 29–37.
- PRISMA Group (2021): PRISMA Extensions. <http://www.prisma-statement.org/Extensions/>. Zugegriffen: 12. September 2021.
- Ragin, Charles C. (2014): Comment: Lucas and Szatrowski in Critical Perspective. *Sociological Methodology* 44 (1), 80–94.
- Ramseur, Jonathan L.; Parker, Larry (2010): Carbon Tax and Greenhouse Gas Control: Options and Considerations for Congress. In: Burney, Nelson E. [Hrsg.]: *Carbon Tax and Cap-And-Trade Tools. Market-Based Approaches for Controlling Greenhouse Gases*. New York: Nova Science Publishers, 1-62.
- Raux, Charles; Marlot, Grégoire (2005): A system of tradable CO₂ permits applied to fuel consumption by motorists. *Transport Policy* 12 (3), 255–265.
- Rinderle, Peter (2013): Die Dramen der Allmende: Ein Plädoyer für eine polyzentrische Organisation der Bereitstellung, Verteilung und Schonung von konsumrivalisierenden Gemeingütern. *Zeitschrift für Politik* 60 (1), 4–31.
- Roig-Tierno, Norat; Gonzalez-Cruz, Tomas F.; Llopis-Martinez, Jordi (2017): An overview of qualitative comparative analysis: A bibliometric analysis. *Journal of Innovation & Knowledge* 2 (1), 15–23.
- Sager, Fritz; Rielle, Yvan (2013): Sorting through the garbage can: under what conditions do governments adopt policy programs? *Policy Sciences* 46 (1), 1–21.
- Sager, Fritz; Thomann, Eva (2017): Multiple streams in member state implementation: politics, problem construction and policy paths in Swiss asylum policy. *Journal of Public Policy* 37 (3), 287–314.
- Sairinen, Rauno (2003): The Politics of Regulatory Reform: ‘New’ Environmental Policy Instruments in Finland. *Environmental Politics* 12 (1), 73–92.
- Schneider, Carsten Q. (2018): Realists and Idealists in QCA. *Political Analysis* 26 (2), 246–254.
- Schneider, Carsten Q.; Wagemann, Claudius (2007): *Qualitative Comparative Analysis (QCA) und Fuzzy Sets: Ein Lehrbuch für Anwender und jene, die es werden wollen*. Opladen/Farmington Hills: Verlag Barbara Budrich.

- Schneider, Carsten Q.; Wagemann, Claudius (2009): Standards guter Praxis in Qualitative Comparative Analysis (QCA) und Fuzzy-Sets. In: Pickel, Susanne; Pickel, Gert; Lauth, Hans-Joachim; Jahn, Detlef [Hrsg.]: *Methoden der vergleichenden Politik- und Sozialwissenschaft*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 387–412.
- Schwirplies, Claudia (2018): Citizens' Acceptance of Climate Change Adaptation and Mitigation: A Survey in China, Germany, and the U.S. *Ecological Economics* 145, 308–322.
- Schwirplies, Claudia (2020): Private Ancillary Benefits in a Joint Production Framework. In: Buchholz, Wolfgang; Markandya, Anil; Rübhelke, Dirk; Vögele, Stefan [Hrsg.]: *Ancillary Benefits of Climate Policy*. Cham: Springer International Publishing, 125–139.
- Semenza, Jan C.; Hall, David E.; Wilson, Daniel J.; Bontempo, Brian D.; Sailor, David J.; George, Linda A. (2008): Public perception of climate change voluntary mitigation and barriers to behavior change. *American journal of preventive medicine* 35 (5), 479–487.
- Semenza, Jan C.; Ploubidis, George B.; George, Linda A. (2011): Climate change and climate variability: personal motivation for adaptation and mitigation. *Environmental health* 10, 46.
- Sköld, Bore; Baltruszewicz, Marta; Aall, Carlo; Andersson, Camilla; Herrmann, Alina; Amelung, Dorothee; Barbier, Carine; Nilsson, Maria; Bruyère, Sébastien; Sauerborn, Rainer (2018): Household Preferences to Reduce Their Greenhouse Gas Footprint: A Comparative Study from Four European Cities. *Sustainability* 10 (11), 4044.
- Skovgaard, Jakob; Sacks Ferrari, Sofia; Knaggård, Åsa (2019): Mapping and clustering the adoption of carbon pricing policies: what polities price carbon and why? *Climate Policy* 19 (9), 1173–1185.
- Sommet, Nicolas; Morselli, Davide (2017): Keep Calm and Learn Multilevel Logistic Modeling: A Simplified Three-Step Procedure Using Stata, R, Mplus, and SPSS. *International Review of Social Psychology* 30 (1), 203–218.
- Speck, Stefan (2013): Carbon taxation: two decades of experience and future prospects. *Carbon Management* 4 (2), 171–183.
- Steinebach, Yves; Fernández-i-Marín, Xavier; Aschenbrenner, Christian (2021): Who puts a price on carbon, why and how? A global empirical analysis of carbon pricing policies. *Climate Policy* 21 (3), 277–289.
- Sterner, Thomas (1994): Environmental tax reform: The Swedish experience. *European Environment* 4 (6), 20–25.
- Tanner, Carmen (1999): Constraints on Environmental Behaviour. *Journal of Environmental Psychology* 19 (2), 145–157.

- Thaller, Annina; Fleiß, Eva; Brudermann, Thomas (2020): No glory without sacrifice — drivers of climate (in)action in the general population. *Environmental Science & Policy* 114, 7–13.
- Thiem, Alrik (2019): Beyond the Facts: Limited Empirical Diversity and Causal Inference in Qualitative Comparative Analysis. *Sociological Methods & Research*, DOI: [10.1177/0049124119882463](https://doi.org/10.1177/0049124119882463), 1-14.
- Thiem, Alrik; Baumgartner, Michael (2016): Back to Square One: A Reply to Munck, Paine, and Schneider. *Comparative Political Studies* 49 (6), 801–806.
- Thisted, Ebbe V.; Thisted, Rune V. (2020): The diffusion of carbon taxes and emission trading schemes: the emerging norm of carbon pricing. *Environmental Politics* 29 (5), 804–824.
- Tobler, Christina; Visschers, Vivianne H.M.; Siegrist, Michael (2012): Addressing climate change: Determinants of consumers' willingness to act and to support policy measures. *Journal of Environmental Psychology* 32 (3), 197–207.
- Tvinnereim, Endre; Mehling, Michael (2018): Carbon pricing and deep decarbonisation. *Energy Policy* 121, 185–189.
- Urban, Dieter; Mayerl, Jochen (2018): *Angewandte Regressionsanalyse: Theorie, Technik und Praxis*. Wiesbaden: Springer VS.
- van Houwelingen, Jeannet H.; van Raaij, Fred W. (1989): The Effect of Goal-Setting and Daily Electronic Feedback on In-Home Energy Use. *Journal of Consumer Research* 16 (1), 98-105.
- Wenzelburger, Georg; Jäckle, Sebastian; König, Pascal (2014): *Weiterführende statistische Methoden für Politikwissenschaftler*. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.
- Whitmarsh, Lorraine (2009): Behavioural responses to climate change: Asymmetry of intentions and impacts. *Journal of Environmental Psychology* 29 (1), 13–23.
- Whitmarsh, Lorraine; O'Neill, Saffron (2010): Green identity, green living? The role of pro-environmental self-identity in determining consistency across diverse pro-environmental behaviours. *Journal of Environmental Psychology* 30 (3), 305–314.
- Wier, Mette; Birr-Pedersen, Katja; Klinge Jacobsen, Henrik; Klok, Jacob (2005): Are CO₂ taxes regressive? Evidence from the Danish experience. *Ecological Economics* 52 (2), 239–251.
- Woerdman, Edwin; Bolderdijk, Jan W. (2017): Emissions trading for households? A behavioural law and economics perspective. *European Journal of Law and Economics* 44 (3), 553–578.

World Bank (2020): Carbon Pricing Dashboard. https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/map_data. Zugegriffen: 07. Juni 2020.

Aufsatz 1: Explaining climate policies' popularity - An empirical study in four European countries. *Environmental Science and Policy* 92, 34-45.

Originalpublikation abrufbar unter: Bothner, Fabio; Dorner, Florian; Herrmann, Alina; Fischer, Helen; Sauerborn, Rainer (2019): Explaining climate policies' popularity – An empirical study in four European countries. *Environmental Science and Policy* 92, 34-45. DOI: 10.1016/j.envsci.2018.10.009.

Acknowledgements

The HOPE project is supported by the following national funding bodies under the umbrella of the Joint Program Initiative (JPI) Climate, a pan-European intergovernmental research platform: the French National Research Agency (ANR-14-JCLI-0001-03), the German Federal Ministry of Education and Research (01UV1414A), the Research Council of Norway (244,905/E10) and the Swedish Research Council for Environment, Agricultural Sciences and Spatial Planning (214–2014-1717). Thanks to the people that contributed: household respondents, local, regional and national policy-makers, and to the HOPE research team.

Compliance with Ethical Standards

Funding

The HOPE project is supported by the following national funding bodies under the umbrella of the Joint Program Initiative (JPI) Climate, a pan-European intergovernmental research platform: the French National Research Agency (ANR-14-JCLI-0001-03), the German Federal Ministry of Education and Research (01UV1414A), the Research Council of Norway (244,905/E10) and the Swedish Research Council for Environment, Agricultural Sciences and Spatial Planning (214–2014-1717).

Conflict of Interest:

The authors declare that they have no conflict of interest.

Ethical approval and consent to participate

All participants were given written information about the study objectives and modalities (points of assessment, length of questionnaires), data preparation and pseudonymized data storage, the expected amount of commitment, the voluntary nature of participation, and their right to withdraw at any time. Furthermore, participants were informed verbally about the study purpose and procedures and were given the chance to ask questions. All participants provided written informed consent. All countries assure that data processing and storage is done in line with European and national data protection rules. Where necessary the study procedures were approved by an ethical committee. In Norway the Norwegian Center for Research Data approved of the study (44003). In Germany the Institutional Review Board of the Medical Faculty by the University of Heidelberg approved of the study (S-611/2015). In Sweden the study was approved by the Regional Ethical Review Board in Umeå (2015/357-31Ö). In France the project needed to fulfil the obligations of the CNIL (Commission nationale informatique et libertés), no specific ethical approval was necessary.

Data Availability

The dataset and R-code used are available in full as electronic supplementary material to this publication.

Explaining climate policies' popularity – An empirical study in four European countries

The contribution of household consumption to national CO₂e-emissions

At the 21st Conference of Parties to the United Nations Framework Convention on Climate Change, member states agreed to the goal of limiting global warming to 2.0°C of pre-industrial levels and to strive for 1.5°C. To reach this goal, every sector of society has to reduce its greenhouse gas (GHG) emissions. Increasingly attention is devoted to the fact that households are directly or indirectly responsible for a large portion of high-income countries' GHG-emissions (Dietz, Gardner, Gilligan, Stern, & Vandenberg 2009; IPCC 2014). They play a key role if rich countries want to reach their nationally determined contributions (NDC) (e.g. Millar et al. 2017; IPCC 2014: 66; Rogelj et al. 2015). The industry's mitigation potential has been discussed very frequently, but private citizens and households have received less systematic attention. At the same time, poverty alleviation leads to higher GHG-emissions for households from low- and middle-income economies (Rosa & Dietz 2012; Sadorsky 2014; Tilman & Clark 2014). This paper focuses on climate change mitigation actions that are available to households to reduce their CO₂-equivalents (CO₂e) footprint.

The analysis addresses the question: What attributes of mitigation actions lead households to select them? Qualitative Comparative Analysis (QCA) was used, specifically fuzzy-set QCA (fsQCA). It has been suggested that “[e]nvironmentally significant behavior depends on a broad range of causal factors, both general and behavior-specific. A general theory of environmentalism may therefore not be very useful for changing specific behaviors” (Stern 2000: 421; Whitmarsh 2009: 22). QCA can make a valuable contribution to solving this puzzle because it structures and analyses problems differently than traditional research approaches. Charles Ragin argued that, “[w]hen an outcome results from several different combinations of conditions; it is not easy to identify the decisive causal combinations across a range of cases, especially when the patterns are confounded” (1987: 20). QCA works under the assumption of equifinality, allowing researchers to test for conjectural causation when comparing cases. Different combinations of conditions can result in the same outcome. This perspective helps understand empirical observations that are difficult to explain with more established methods while retaining the ability to compare a large number of cases in a more concise fashion than individual case studies. In addition, the majority of studies investigated the socio-economic or psychological characteristics of individuals (e.g. Tanner 1999; Lorenzoni et al. 2007; Bichard & Kazmierczak 2012; Drews & van den Bergh 2015). The present study analyses specific climate mitigation actions and their attributes, approaching the issue of policies' popularity from a new perspective.

The paper is based on data gathered for an interdisciplinary investigation into *HOusehold Preferences for reducing greenhouse gas emissions in four European high-income countries* (HOPE) (Herrmann et al., 2017). 309 households were interviewed between June and November 2016 in one city per country (Communauté de Pays d'Aix, France; Mannheim, Germany; Bergen, Norway; Umeå Sweden). The participating households were presented with

up to 65 action-cards that included information on the reduction of CO₂e-emissions in kilogram per year and costs or savings of actions. Lastly, half the participants received information on the health effects of specific actions. Per household, one member rated these climate-change-mitigation actions on a five-item Likert scale in the consumption sectors *Food & Recycling*, *Housing*, *Other Consumption*, and *Mobility*.

The paper is divided into five sections. We first present a summary of the theoretical literature on the determinants of mitigation behavior. Then, we describe QCA as a method. This is followed by description of the data collection and the data used. Afterwards, the calibration process will be outlined. The next two parts present the results of the fuzzy-set-QCA and discuss the findings followed by the conclusion.

Theoretical Background

Many disciplines have contributed to our understanding of how individuals perceive climate change and act, or do not act, to mitigate it. In a large overview of the literature on public policy and climate change, three concepts emerged that are relevant when studying climate policy: 1) Socio-political factors and perceptions of climate change; 2) perceptions of climate policies; and 3) contextual factors (Drews & van den Bergh 2015).

Psychological studies have demonstrated that household's willingness to reduce emissions may depend on several factors: cutting emissions, costs or savings, health benefits, or feasibility. A study on car use by Swiss consumers showed that perceived barriers significantly reduced the willingness to engage in mitigation behavior (Tanner 1999 153). Others found that respondents were most willing to accept low-cost climate-friendly behaviors, but that the perceived climate-friendliness of the low-cost behavior is most important for predicting respondents' willingness (Toberl, Visschers, & Siegrist 2012). In a Basque sample, respondents were on average willing to pay 132 Euros to support energy efficient measures at home (Longo, Hoyos & Markandya, 2012). But in a sample of homeowners in England and Wales, over a third were not willing to pay anything for energy-saving measures in their home. However, over ten percent were willing to pay over 1,000 pounds to render their houses more energy-efficient (Bichard & Kazmierczak 2012). Simply focusing on economic arguments seems too simple of an answer (Gowdy 2008). Among members of the UK public, a significant barrier to taking action on climate change was meaningful changes to behavior (Lorenzoni Nicholson-Cole & Whitmarsh 2007). Residents of Hampshire reduced energy consumption at home or during travels mostly for non-environmental reasons, such as saving money or fostering health (Whitmarsh 2009). The HOPE-project itself contributes the perspective that health may be a factor in encouraging more climate-friendly behavior. By using the actions and not the households as units of analysis, we can contribute to the debate on what factors make policies feasible in the eyes of the public.

How the conditions influence the household's willingness to adopt a climate mitigation action

As described in the introduction, different factors influence people's willingness to adopt climate mitigation actions. This analysis focused on four of these conditions.

The first factor, the *Economic Benefit* of an action, referred to whether or not households saved money with the mitigation actions they selected. From an economics perspective, people should have rationally maximized their advantages when selecting actions (e.g. Buchanan & Tullock 1962; Kirchgässner 2014). Given specific constraints, they should try to optimise utility. They are also cognisant of their intentions. Thus, they should choose actions that come closest to their intentions given specific constraints (Kirchgässner, 2013). In the HOPE-study, households had to choose climate mitigation actions to halve their current CO₂e-emissions by 2030. If people's intentions were determined by economic factors, households should have chosen actions that maximized savings. In this case, the benefits of an action would be described by the formula:

$$E_i \Rightarrow B_i$$

B_i stood for a person's whole benefit and E_i for the cost savings of an action. Studies have shown that people's intentions are not only driven by economic factors (e.g. Tanner 1999; Toberl, Visschers & Siegrist 2012).

Proceeding beyond classical economic arguments, other motivations appear to co-determine people's intentions (Gowdy, 2008; Homans 1961). Thus, values like climate protection or biodiversity could have driven choices. In this case, the *CO₂e-Reduction* (CO_i) potential would be important for the willingness to choose a mitigation action. A combination of factors can drive intentions.

$$E_i \vee CO_i \Rightarrow B_i$$

The third factor covers the necessity and the strength of a *Behavioral Change* when carrying out an action. For example, switching from a conventional car to an electric car requires limited behavioral change by still providing the means to travel longer distances quickly. But giving up your car completely will require more adjustments on a larger scale. It may involve more planning for trips and more dependence on services provided by others. Thus, behavioral change could be a factor in determining people's intentions to act climate friendly (e.g. Toberl, Visschers & Siegrist 2012). We include it as BC_i in the formula:

$$E_i \vee CO_i \vee \neg BC_i \Rightarrow B_i$$

Previous research demonstrated that health could be an important argument for mitigation. Some mitigation actions have a positive impact on people's health. If they implemented them, they could potentially increase their life expectancy and quality. There are differences in the strength of health effects of actions, just like there are differences in the savings, behavioral change required, or CO₂e-reductions achieved. An increased life expectancy could also influence intentions (Whitmarsh, 2009). The *Health Effect* is included as HB_i:

$$E_i \vee CO_i \vee \neg BC_i \vee HB_i \Rightarrow B_i$$

The formula above assumed that everyone reacts equally to every attribute of climate mitigation actions. However, it is reasonable to expect that the importance of a specific condition could differ from person to person. Thus, the condition I_j, is included. It would cover importance each household could put on any of the conditions presented above.

$$I_{1j} * E_i \vee I_{2j} * CO_i \vee I_{4j} * HB_i \wedge I_{3j} * BC_i \Rightarrow B_i$$

Individual characteristics like socioeconomic status or socialisation would determine I_j. How important these individual characteristics of households are is not the question at hand here. This paper is an exploratory analysis of the question: *What attributes of mitigation actions lead*

households to select them? If the QCA-results presented researchers with one or more sufficient solution paths for the occurrence of a *High Willingness to Implement an Action*, then policy-makers would have to consider this solution path when designing of mitigation policies for households.

Based on existing research, households should select mitigation actions that accrue high *Economic Benefits*, a high *CO₂e-Reduction* and *Health Benefits* but do not require strong *Behavioral Change*. However, this combination of attributes is very rare in current mitigation actions available to households. Thus, people should prefer one or two factors or a combination of the factors. The question was: Which of the actions' attributes did our households favour?

In addition to the attributes listed in the formula, we included four dummy conditions that cover the each actions consumption sectors as conditions. We do not have theoretical assumptions about these conditions. Nevertheless, it is possible that people are more willing to adopt actions that belong to *Mobility* instead of *Food & Recycling* or *Other Consumption* and it is possible that people preferred different conditions within a single consumption sector.

Qualitative Comparative Analysis

QCA helps its users understand social phenomena in ways that differ substantially from traditional quantitative or qualitative approaches (e.g. Ragin 1987: 2f; Schneider & Makszin 2014: 449). Instead of focusing on the influence of one variable or an in-depth study of a single case, QCA treats cases as combinations of attributes (Fiss 2011: 401). For example, modernization theory predicts that high-income countries democratize while low-income countries do not. However, there are low-income countries that democratized (e.g. Burundi, Mali, or Zambia). The set-relational perspective suggests that a condition's effect on the outcome may differ depending on the combination of conditions of a specific case. The perspective is deterministic, not probabilistic. The idea of complex outcomes is fundamental to QCA. Different causal conjectures can lead to the same result – equifinality (Marx, Rihoux, & Ragin 2014: 120). It also implies that absent conditions or combinations do not necessarily lead to the absence of an outcome – asymmetry (Fiss 2011: 394).

The most popular versions are crisp- and fuzzy-set QCA (csQCA / fsQCA).¹ Both deal with subset relations to identify necessary and sufficient condition for the occurrence of an outcome (Schneider & Wagemann 2012: 13; Marx, Rihoux, & Ragin 2014: 124).² Set-membership scores between 0 (non-membership) and 1 (full-membership) are used to describe if cases present attributes and a result. Assigning membership scores allows researchers to use truth tables to display information and compare cases concisely. Solution terms present researchers with a good overview over different combinations of conditions (Schneider & Wagemann 2010: 404).

Data Description

This paper analyzes data from HOPE. The full study protocol of the HOPE research project is described by Herrmann et al. (2017). From June to November 2016, the HOPE-Team

¹ Marx, Rihoux, & Ragin 2014 offer a good short introduction to the method. For detailed explanations of QCA see Ragin 1987 or Schneider & Wagemann 2012.

² The outcome is comparable to the dependent variable and the conditions are the independent variables.

interviewed 309 households in four cities: Communauté-de-Pays-d’Aix (France), Mannheim (Germany), Bergen (Norway), and Umeå (Sweden). The households rated individual climate change mitigation actions in four sectors of CO₂e-emissions: *Food & Recycling*, *Housing*, *Mobility* and *Other Consumption*. The climate change mitigation actions were presented on action cards. These action cards described the mitigation action and contained three additional information boxes. First, they informed the households how much CO₂ equivalents in kilogram per year the household could save if they implemented the action. Second, they informed the household about monthly savings/expenses in Euro (or Norwegian/Swedish Kronor). Third, half of the households received information on what effect the mitigation measure would have on the households’ health. While this did not mean that the households without the *Health Information* could not have known about these effects, the idea was that pointing out the health impacts could influence their rating of actions.

The CO₂e-savings and each households’ financial costs/savings were calculated individually. The HOPE-team gathered the base data through a detailed questionnaire about their consumption habits, income and expenditure before interviewers visited them. The information on the cards was individualized based on the online questionnaire before the interview. Interviewers presented households with their initial carbon footprint and the action cards (Herrmann et al. 2017: 5).

The *Health Information* was not individualized. 11 out of 65 actions had an immediate positive health effect, ranging from moderate to high, one action had a negative health effect and 53 actions did not have a proven immediate health effect. ‘Immediate’ refers to health effects that people would experience personally and directly even if other people chose not to mitigate.

Before households received the action cards, interviewers instructed them to, “Imagine you would be required to reduce your carbon footprint by 50% by 2030. To reach this goal, how willing are you to implement the following actions.” Then, households rated the action-cards on a five-item Likert scale from 1 = very willing to 5 = not willing. Up to 65 action cards were available. Depending on the household, some actions were not applicable and coded as such. For instance, a vegetarian household did not have the option to reduce meat consumption.

Calibration of Conditions and Outcome

The calibration process is one of the most important parts of any QCA. During the data calibration, it was important to remain transparent about how variables were transformed into membership scores between 0 and 1.

“In order to be analytically fruitful, calibration requires the following: (a) a careful definition of the relevant population of cases; (b) a precise definition of the meaning of all concepts (both the conditions and the outcome) used in the analysis; (c) a decision on where the point of maximum indifference about membership versus non-membership is located [...]” (Schneider & Wagemann 2012: 32).

The willingness of participants to adopt a climate mitigation action was the outcome based on the Likert scale presented during the interview. Eight conditions were used for the analysis. 1) the *Economic Benefit/cost* of a climate mitigation action; 2) the *CO₂e-Reduction* of an action; 3) the degree of *Behavioral Change* that it required; 4) and if households received *Health Information*. Conditions 5-8 were dummies for the consumption sectors *Food & Recycling*, *Housing*, *Mobility*, and *Other Consumption*. Table 1 summarizes the calibration.

Table 1: Calibration of outcome and conditions

Outcome & Conditions	Method of calibration	Fuzzy-Set-Values
Outcome: <i>Willingness to Implement an Action</i>	Indirect	0 = 5 not willing 0.25 = 4 0.5 = 3 (coded as missing) 0.75 = 2 1 = 1 very willing
Condition 1: <i>Economic Benefit</i>	Direct	Threshold 0 = 0 0.5 = -0.05 1 = -1.6
Condition 2: <i>CO₂e-Reduction</i>	Direct	Threshold 0 = 0 0.5 = -1.34 1 = -5.46
Condition 3: <i>Behavioral Change</i>	Indirect	0.1 = action replaces 0.6 = action reduces 1 = action renounces
Condition 4: <i>Health Information</i>	Indirect	0 = households did not get <i>Health Information</i> 1 = households received <i>Health Information</i>
Condition 5: <i>Household</i>	Indirect	0 = action of another category 1 = action of the category <i>Household</i>
Condition 6: <i>Food & Recycling</i>	Indirect	0 = action of another category 1 = action of the category <i>Food & Recycling</i>
Condition 7: <i>Mobility</i>	Indirect	0 = action of another category 1 = action of the category <i>Mobility</i>
Condition 8: <i>Other Consumption</i>	Indirect	0 = action of another category 1 = action of the category <i>Other Consumption</i>

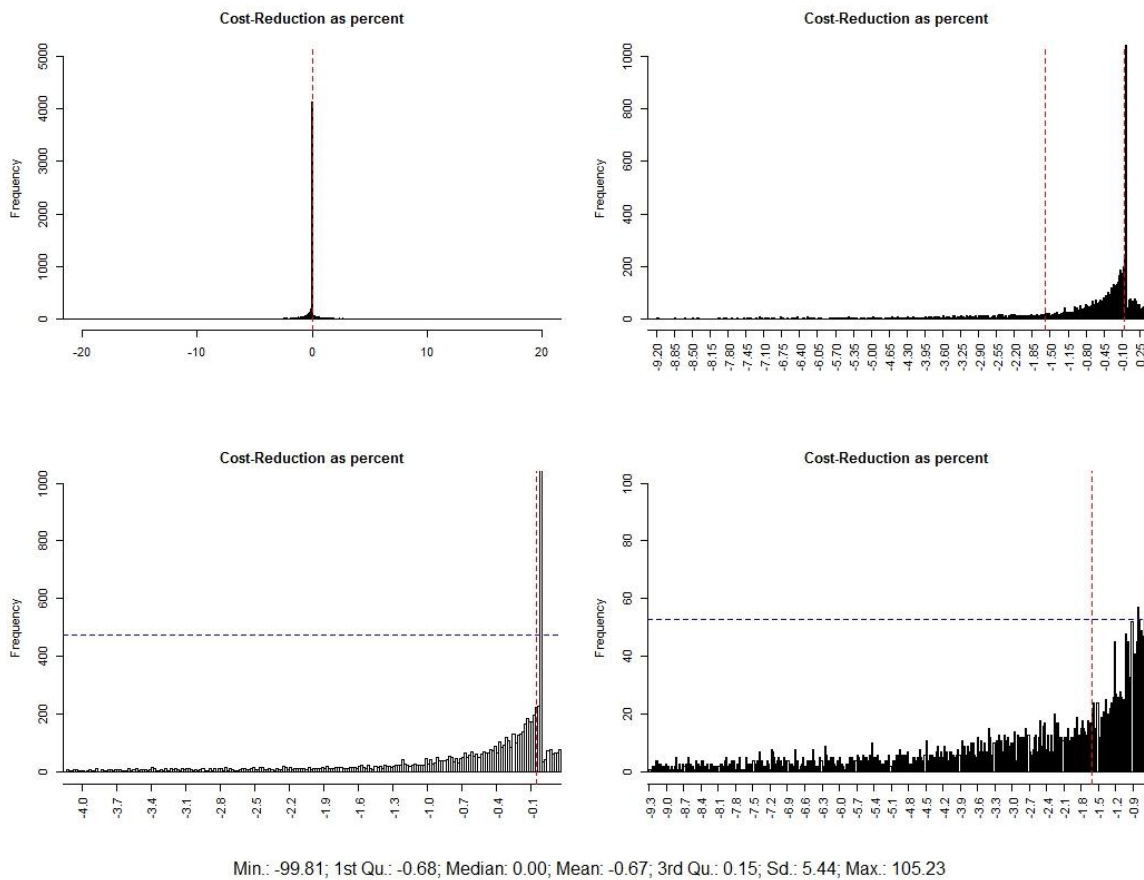
Outcome: Rating Mitigation Actions

The action cards' five-item Likert scale ratings were used to calculate the outcome as can be seen in *Table 1*. The Likert score 5 became the set-membership score 0, the Likert score 4 turned into 0.25 and so on. Thus, all participants who rated an action with a Likert score of 1 were full members of the subset 'willing to implement the action'. In the Models reported here, the Likert scores of 3 were coded as missing because there was no way of knowing if a person was part of the subset 'willing to implement the action' or not based on the data available. To make sure that other options were considered, robustness tests were conducted with Likert scores of 3 coded as 0.4 or 0.6. Results did not change substantially.

Condition 1: Economic Benefit of an Action

The monthly costs or savings for every mitigation action were calculated based on the responses from the initial survey. The absolute cost reduction per month might not be very meaningful when comparing households because of variations in income. Therefore, the analysis included a condition that showed the cost reduction of an action as percent of a household's monthly income.

Figure 1: Distribution of actions' cost reduction



Note: *Figure 1* shows the cost-reduction of the actions as percent of the household's monthly income. The four diagrams visualize the same distribution but at different scaling.

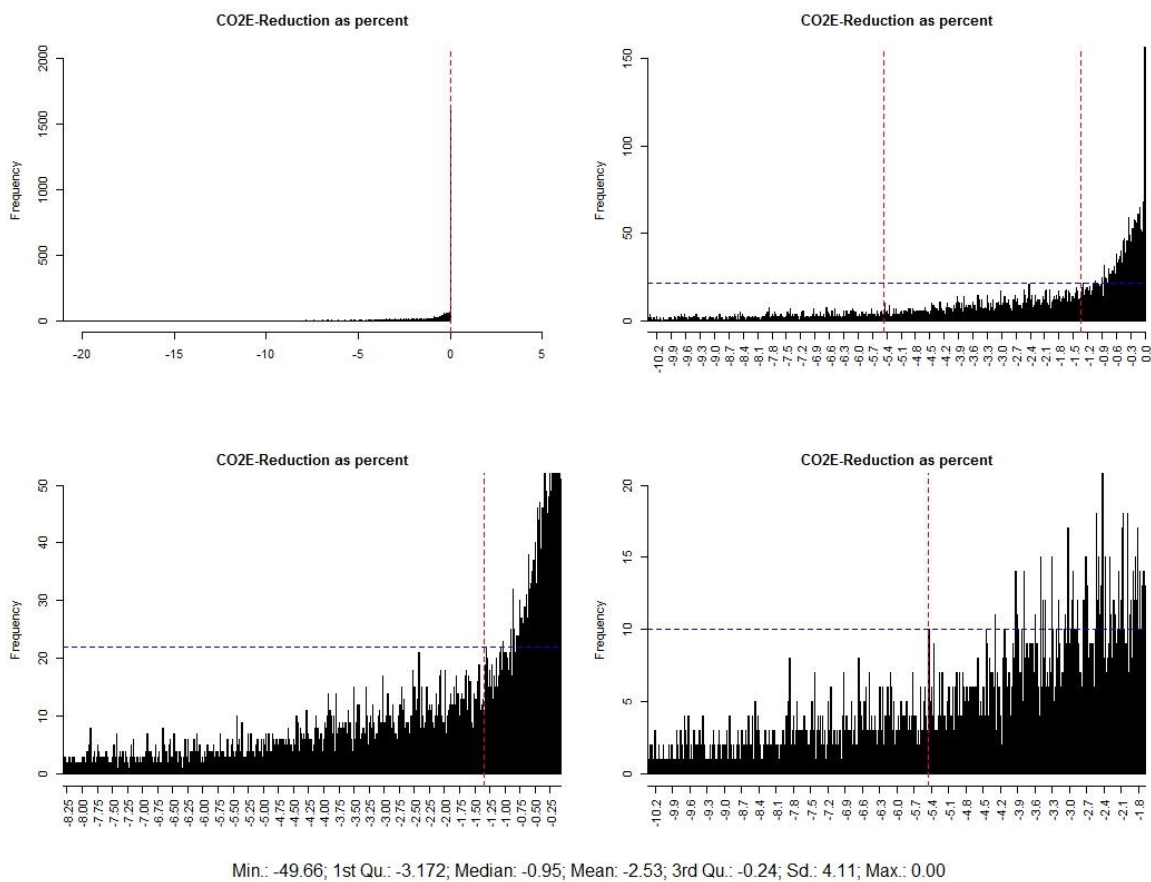
Source: Own calculation based on HOPE data

Because of the high number of cases, it was impossible to have detailed information about all of them and there is no straightforward theoretical argument for calibration. Therefore, the condition was calibrated directly (Schneider & Wagemann 2012: 35ff.). This means that cut-off points mirrored large drops observed in the distribution of the relative costs/savings (*Figure 1*).

Condition 2: CO₂e-Reduction

The condition *CO₂e-Reduction* was calibrated directly as well. A variable was calculated that included the reduction of all actions as percent of the initial CO₂e-footprint of each household. Again, drops in the distribution served as the basis for cut-offs for the set-membership scores (*Figure 2*).

Figure 2: Distribution of actions' CO2e-Reduction



Note: Figure 2 shows the CO2e-Reductions of the actions as percent of the household's initial footprint. The four diagrams visualize the same distribution but at different scaling.

Source: Own calculation based on HOPE data

Condition 3: Behavioral Change

Behavioral Change generally described the degree to which households would have to change their current consumption behavior. It was divided into three categories that indicated how meaningful behavioral hurdles for the realization of an action were. The first category only required households to 'replace' a household item with something that offered equal services with lower GHG-emissions, e.g. buy a more energy efficient TV. These actions should have been the most popular because it was not necessary to change consumption behavior. There are of course differences in degree (i.e. more expensive replacements like buying an electric car). These actions had a fuzzy-set score of 0.1.

The second category of actions required households to reduce an activity. It included actions that lead to a reduction of climate-unfriendly behavior like flying or using a car. All actions in this category were set at the value 0.6, because participants needed to change their current behavior to some degree. Intercontinental vacations might have to be cut or planned differently if a household reduced flights. However, they did not need to renounce these things completely.

The third category included actions that made households 'renounce' a specific behavior completely, e.g. stop using a personal car (car sharing was still possible). These actions required

substantial adaptation in everyday behavior from households to find new routines. Thus, these actions got the membership score of 1.

Condition 4: Health Information

The HOPE-team

“estimated the individual health impact of each mitigation measure in terms of quality adjusted life years (QALYs). QALYs are computed by examining the effect on age-specific mortality from the change in exposures or health-related behaviors associated with an estimate of the decrease in the quality of life for the additional years lived with a disease or disability” (Herrmann et al. 2017: 8).

The estimation of the health co-benefits was based on published results for the United Kingdom. They classified the impact on life expectancy using five categories: “[no effect]; –1 month, < +1 month (small effect); +1–3 months (moderate effect); and > +3 months (substantial effect); [as well as > + 0 months (negative effect)]” (Herrmann et. al. 2017: 8-9).

The *Health Information* described above was transformed into a dummy-condition. If a household received *Health Information*, their membership score was set to 1. Households that did not receive *Health Information* had a membership score of 0.

Conditions 5-8: Dummy-Conditions for Consumption Sectors

The last four conditions were dummy-conditions for the consumption sectors *Food & Recycling*, *Housing*, *Mobility*, and *Other Consumption*. Whenever an action has a value of 1 for one action it automatically has a value of 0 for the other three sectors. In other words, an action could only be part of one dummy-condition. For example if an action had a value of 1 for the dummy-condition *Household*, the action is uniquely and exclusively part of the category *Household*. *Table 1* offers a summary for the calibrations of all conditions and the outcome.

QCA and Results

R and the R-package “QCA” were used to run the analysis (Dusa 2017). As was highlighted in the methods section, a QCA requires consistency values for sufficient and necessary conditions. The consistency levels of 0.75 for sufficient conditions and the consistency value of 0.9 for necessary conditions are commonly used (Schneider & Wagemann 2010: 406). After consulting, the truth table (Appendix; *Table 5*) it was decided to use the consistency value 0.74 for sufficient conditions and a consistency value of 0.9 for necessary conditions. Using 0.74 instead of the usual 0.75 as threshold for sufficiency was based on three arguments. First, in a large-N-design consistency values of the analysis tend to be lower (Greckhamer *et al.*, 2013, pp. 61–65). Second, the truth table contains a solution path that has a consistency close to 0.75 (0.747) that includes 1324 observations. Third, the PRI-value of 0.682 was quite high. The solution path was included in the minimization process based on best practices for QCA. To avoid that one household alone could lead to a solution path, the frequency threshold was set to 66 actions. This decision was based on the fact that each household could rate up to 65 action cards.

The analysis was split in two sections. First, the whole sample of actions was analyzed for all participants (Model 1). Not all households received information about the health effect of the

actions. Thus, the health effect condition was excluded from this model. As a complement, Model 2 only included actions that had a health effect, thus including the condition *Health Information*. The intention behind Model 2 was to answer the question if *Health Information* determined households' *Willingness to Implement an Action*.

For the entire sample, no single condition was necessary for the occurrence of the outcome. *Table 2* shows the sufficient solution path for the whole sample (11841 observations). The complex, parsimonious, and intermediate solution paths were identical for sufficient conditions.

Table 2: Model 1 – solution path for the whole sample (N=11841)

	Solution
	P1
Attributes of actions	
Economic Benefit	⊕
CO2e-Reduction	
Behavioral Change	⊕
Control Variables	
Household	⊕
Food & Recycling	●
Mobility	⊕
Consumption	⊕
Covered Observations	1872
Consistent Cases	75.48%
Consistency	0.75
PRI-Value	0.70
Raw Coverage	0.24
Overall Solution Consistency	0.75
Overall PRI-Value	0.67
Overall Solution Coverage	0.24

Note: Black dots indicate the absence of a condition and circles with an “⊕” indicate its presence (e.g. Fiss 2010)

The solution path (P1) shows that households were very willing to implement an action if it did not offer *Economic Benefits*, did not necessitate strong *Behavioral Change*, and was part of the category *Food & Recycling*. The path has a raw coverage of 0.244, it applies to 1872 observations. 75.5 percent of these observations are consistent which means that this solution path explains 75.5 percent of the observations.³

The condition Food & Recycling was exclusive. The solution term refers only to actions in the consumption category *Food & Recycling*. The same is true for the other dummy conditions (*Household, Mobility and Other Consumption*). As will be shown below, including these mutually exclusive conditions in Model 1 of the QCA led to the same results as if a subsample

³ The consistency is not a percentage value. To calculate the percentage of cases explained by a solution path the explained observations must be shared by all observations the solution path includes.

analysis for each of the four consumption categories was run (*Food & Recycling, Household, Mobility and Other Consumption*).

However, the model shows that the other categories did not display general patterns (*Household, Mobility and Other Consumption*). In accordance with Meuer et al. 2015, a one-sample-t-test was run to further analyse if people were more willing to adopt actions of the *Food & Recycling* category.

The results of the t-test are displayed in *Table 3*. When the analysis was limited to actions from the *Food & Recycling* category, participants on average demonstrated a significantly higher willingness for implementation (64.1 percent) in comparison to the analysis that included all actions (50.4 percent). A logistic regression model supports this finding (Appendix; *Table 6*). Additionally the t-test shows that there were significant differences between the *Food & Recycling* actions and the other conditions. For example, only 33.3 percent of the Food actions made behavioral change necessary versus 45.3 percent for the entire sample. The authors also compared the means of the *Food & Recycling* subsample with the subsample of P1 from *Table 2*. The observations included in P1 had a higher *Willingness to Implement an Action* (75.5 percent), which is 11.4 percentage points more than for the *Food & Recycling* subsample and 24.8 percentage points higher than for the entire sample. It follows that *Food & Recycling* had an effect on the willingness but not all of the variance could be attributed to this single condition. It was the combination of conditions in the solution path that lead to higher willingness for mitigation. No action in P1 provided economic benefits. Moreover, there was no condition that required extreme behavioral change. For the entire sample, 50.7 percent of actions led to economic benefits and for the Food & Recycling subsample 38.6 percent accrued savings. The same is true for behavioral change. In the full sample 45.3 percent of actions necessitated Behavioral Change. Only 33.33 percent of actions in the subsample Food & Recycling required Behavioral Change.

Because the dummy-conditions were mutually exclusive a separate QCA was run for every consumption category. The QCA for the *Food & Recycling* actions lead to the same solution path as in Model 1 (Appendix; *Table 7*). At the same time, the coverage of the solution paths is higher because there are fewer observations. It is clear that the solution paths could only cover actions that are part of the Food & Recycling category. Thus, Model 1 underestimated the coverage of the solution paths. For the sample of *Food & Recycling* actions, the solution path (FP1) has a raw coverage of 0.753. It applies to 1872 observations and explains 75.5 percent. For the other categories (Household, Mobility and Other Consumption), the analysis did not yield sufficient solution paths with a consistency above the threshold of 0.74.

Table 3: T-test for independent samples, unequal variance

	Entire sample	Household		Food & Recycling		Mobility		Other Consumption		Solution Path	
Conditions	Mean	Mean	Diff.	Mean	Diff.	Mean	Diff.	Mean	Diff.	Mean	Diff.
Willingness	0.507	0.460	-0.048***	0.641	0.134***	0.427	-0.080***	0.482	-0.025***	0.755	0.248*** 0.114***
Economic Benefit	0.507	0.419	-0.088***	0.386	-0.121***	0.706	0.199***	0.568	0.061***	0.000	0.507 0.307
CO2e-Reduction	0.472	0.437	-0.035***	0.699	0.226***	0.743	0.271***	0.105	-0.367***	0.707	0.235*** -0.008
Behavioral Change	0.453	0.488	0.035***	0.333	-0.120***	0.452	0.001	0.533	0.080***	0.000	0.453 0.333

* $p < 0.1$; ** $p < 0.05$; *** $p < 0.01$

Note: Table 3 shows the difference in means between the entire sample and the groups of actions that belong to the four consumption categories. It also includes the actions that belong to a solution path. The mean is based on the observations with a fuzzy-set value above 0.5.

The second part of the analysis focused on the question if the Health Information had an impact on a households' willingness to rate an action higher. Therefore, the analysis only included actions with a health effect. A new dummy-condition was introduced to indicate whether households received information about the health co-benefits of an action (1) or not (0). 1,935 observations were left. While some participants might have been aware of health co-benefits of specific actions prior to the simulation (e.g. cycling or walking instead of using the car or bus as healthy alternatives), the HOPE-team expected that visually emphasizing the health impact would change the participants' ratings of those actions. Due to the smaller sample, the authors set the consistency value to 0.75 for sufficient conditions and to 0.9 for necessary conditions. The frequency cut off was set to 11, because each household had to rate up to 11 actions that potentially had a positive impact on health. One condition with a negative impact on health was excluded from the analysis.

Table 4: Model 2 – solution paths for the subsample only includes actions with health indicator (N=1935)

	Solution	
	HP1	HP2
Attributes of actions		
Economic Benefit	⊕	●
CO2e-Reduction	⊕	⊕
Behavioral Change	⊕	⊕
Health Information	⊕	●
Control Variables		
Household	⊕	⊕
Food & Recycling	⊕	⊕
Mobility	●	●
Consumption	⊕	⊕
Covered Observations	18	65
Consistent Cases	78.70%	76.47%
Consistency	0.76	0.76
PRI-Value	0.67	0.66
Raw Coverage	0.04	0.08
Unique Coverage	0.04	0.08
Overall Solution Consistency		0.76
Overall PRI-Value		0.67
Overall Solution Coverage		0.11

Note: Black dots indicate the presence of a condition and circles with “+” indicate its absence (e.g. Fiss 2010).

For this subsample the non-occurrence of the condition *Other Consumption* was necessary for a high willingness in the Likert-rating. This was a foregone conclusion because were no actions with a health effect in the category *Other Consumption*. Overall, two sufficient solution paths were found (Table 4).

The first solution path in this model (HP1) indicates that participants chose actions if they offered no *Economic Benefits*, no *CO2e-Reduction*, no *Health Information*, required no *Behavioral Change*, and were related to *Mobility*. HP1 has a consistency value of 0.760. The

raw and unique coverages are 0.035 each. It applies to 18 observations and explains 78.7 percent of them.

The second solution path (HP2) applies to 68 observations. It has a raw coverage of 0.077. With a consistency, value of 0.762 it explains 76 percent of the observations it covers (52 of 68 observations). For HP2, households were very willing to implement an action with health co-benefits if they received *Health Information* and the action had a positive economic impact, did not necessitate strong *Behavioral Change*, and was part of the *Mobility* category. A substantial decrease in a household's CO₂e-footprint was not required.

The whole solution term has a consistency of 0.767 and a coverage of 0.181. It applies to 98 observations and explains 74 of the 98 observations (75.5 percent).

The authors ran separate QCA analyses for the different consumption categories to compare them to Model 2 (*Food & Recycling, Household, Mobility and Other Consumption*). Only the category *Mobility* included sufficient solution paths. As before, the coverage increased slightly for the solution paths of the separate models. Thus, results were not reported separately but are displayed in the appendix (*Table 8*). For the solution path (HP1) the coverage increased from 0.035 to 0.084. Additionally, for HP2 the coverage increased from 0.077 to 0.187.

Discussion

The discussion will first focus on methodological contributions and limitations and then move to highlight the importance of the results. Given the low coverage of all solution terms, there have to be unobserved conditions that explain the households' Likert ratings. The analyses excluded conditions like socioeconomic characteristics, which may have influenced households' ratings. This is due to the different perspective of this paper. Instead of using households as the unit of analysis, it focused on the individual actions. Moreover, there are methodological reasons for the low coverage. The formula for the coverage of sufficient conditions is the same formula as for the calculation of the consistency for a necessary condition. This means a condition with a high consistency and coverage value for sufficiency tends to be a sufficient and necessary condition. In addition to that, the dummy-conditions for the consumption categories (*Food & Recycling, Household, Mobility and Other Consumption*) lead to an underestimation of the coverage, because the solution paths can only cover actions that are exclusively part of one of these categories. For example, a solution path that contains the dummy-condition *Household* only covers *Household* actions. *Food & Recycling, Mobility, and Other Consumption* actions cannot be part of the same solution path. Therefore, the coverage declines when these conditions are included. The fact that the separate QCAs for each consumption category led to identical solution paths compared to the whole sample shows that mutually exclusive conditions can be used to integrate a subsample analysis in a single QCA-model. This makes it quite similar to a multi-value QCA.

The results from the QCA, the t-test (*Table 3*), and the logistic regression (Appendix; *Table 6*) suggest that the consumption category influenced the willingness to implement an action in this sample. The majority of households (290) are very willing to implement an action if it does not lead to *Economic Benefits*, does not necessitate strong *Behavioral Change*, and is part of the

category *Food & Recycling*. The willingness to realise dietary changes and recycle more can be attributed to the fact that drastic behavioural change is not necessary. Alternatives to meat are often readily available and many European cities use different recycling systems. Additionally, marketing towards locally produced and organic food have spread throughout the food industry over the past few years.

The fact that the negation of *Behavioral Change* is part of P1 is in line with observations from qualitative studies. They suggest that *Behavioral Change* is met with scepticism (Fischer et al. 2011: 1028; Shwom & Lorenzen 2012: 386). In combination with existing research on the influence of information about negative environmental impacts (Graham & Abrahamse 2017) or threats to others (Hunter & Rööös, 2016) it emphasizes the need for more policies in the areas of food and waste management targeting households.

According to different studies, actions incurring high economic costs are generally associated with lower acceptance by participants (e.g. von Borgstede, Andersson & Johnsson, 2013: 190-91; Drews & van den Bergh, 2016: 13; de Groot & Schuitema, 2012: 105-06; Fischer et al., 2011: 1029; Tobler et al., 2012: 203-04). The design used in this paper was built around financial savings. But the fact that *Economic Benefits* were not determining households' choices does show that financial incentives should not be seen as the most important element of mitigation policies.

The analysis of the health information demonstrates that it can cause households to display a high willingness to implement climate mitigation policies if financial incentives exist. Changing behaviour or large CO₂e-reductions are included as negated conditions. Highlighting the health co-benefits of behaviour must be considered in future policies. There are marketing strategy that already do this. A campaign on non-motorised mobility in Mannheim used positive imaging about health benefits to encourage people to give up their cars. Contrasting this with the usual strategy of deterring unhealthy behaviour opens up new avenues of addressing households as consumers. Combined with results from a Basque sample on ancillary benefits of mitigation (Londo, Hoyos, & Markandya 2012: 134-35), health co-benefits deserve a closer look in future research and policy designs.

Several conclusions can be drawn: First, Households can potentially realize dietary changes rather quickly and thus contribute to the urgently needed (Bryngelsson, Wirsenius, Hedenus, & Sonesson 2016; Schleussner et al. 2016) reductions in GHG-emissions to meet NDCs. Second, current structures of consumption and living in developed countries do not make changes in consumption behavior attractive. Third, initiatives that make it possible for households to limit the extent of behavioral change like car, scooter, or bike sharing, an improved public-transport systems, or affordable low-energy housing alternatives can contribute to limit the extent of required behavioral change. Ultimately, policies cannot be limited to financial incentives because it is not the core condition for a willingness to mitigate.

Conclusion

This paper investigated necessary and sufficient conditions for European households to adopt climate change mitigation actions and successfully used a mixed-methods design to highlight the strengths and weaknesses of QCA.

It demonstrates how QCA can be used to run a subsample analysis within a single model. Beyond that, it shows that it is reasonable to use different methods as robustness tests instead of only relying on robustness tests within one method. This makes it easier to interpret the results of the QCA. Therefore, future studies are needed to develop a better understanding of best-practices to combine QCA with other methods.

Some solution paths are sufficient for the presence of the outcome *Willingness to Implement an Action*. It is unsurprising that the coverage of the solution paths is low. The authors deliberately did not include most socioeconomic characteristics of people in this study to reduce complexity.

Food & Recycling leads to a higher willingness to mitigate in this sample from four countries. The general pattern that was found shows that people prefer actions that are easy to implement even though they often do not reduce the CO₂e-Footprint by much. Therefore, the condition *Behavioral Change* is the most important lever in improving households' willingness to act on climate change.

Moreover, the analysis of *Health Information* suggests that there is an urgent need to go beyond financial arguments in future research. For example, different ways of visually presenting health co-benefits may result in changing willingness to adopt mitigation actions by households. Because HOPE was the first study to display this information alongside economic impacts and *CO₂e-Reductions*, other studies will hopefully, incorporate this approach to help develop new mitigation policies.

References

- Barnes Truelove, H. & Parks, C. (2012). Perceptions of behaviors that cause and mitigate global warming and intentions to perform these behaviors. *Journal of Environmental Psychology*, 32(3), 246–259. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2012.04.002>
- Barr, S., Gilg, A. & Shaw, G. (2011). Citizens, consumers and sustainability: (Re)Framing environmental practice in an age of climate change. *Global Environmental Change*, 21(4), 1224–1233. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.07.009>
- Bichard, E., & Kazmierczak, A. (2012). Are homeowners willing to adapt to and mitigate the effects of climate change?. *Climatic Change*, 112(3-4), 633-654.
- Bryngelsson, D., Wirsenius, S., Hedenus, F., & Sonesson, U. (2016). How can the EU climate targets be met? A combined analysis of technological and demand-side changes in food and agriculture. *Food Policy*, 59, 152–164.
<http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2015.12.012>
- Buchanan, J. M., & Tullock, G. (1962). *The calculus of consent: Logical foundations of constitutional democracy*. Ann Arbor. University of Michigan Press.
- de Groot, J. I. M., & Schuitema, G. (2012). How to make the unpopular popular? Policy characteristics, social norms and the acceptability of environmental policies. *Environmental Science & Policy*, 19–20(Supplement C), 100–107.
<http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envsci.2012.03.004>
- Dietz, T., Gardner, G. T., Gilligan, J., Stern, P. C., & Vandenbergh, M. P. (2009). Household actions can provide a behavioral wedge to rapidly reduce US carbon emissions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(44), 18452-18456.
- Drews, S., & van den Bergh, J. C. J. M. (2016). What explains public support for climate policies? A review of empirical and experimental studies. *Climate Policy*, 16(7), 855–876. <http://doi.org/10.1080/14693062.2015.1058240>
- Dusa, A. (2018). *QCA with R. A Comprehensive Resource*. New York: Springer
- Ferguson, M. A. & Branscombe, N. R. (2010). Collective guilt mediates the effect of beliefs about global warming on willingness to engage in mitigation behavior. *Journal of Environmental Psychology*, 30(2), 135–142.
<http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2009.11.010>
- Fischer, A., Peters, V., Vávra, J., Neebe, M., & Megyesi, B. (2011). Energy use, climate change and folk psychology: Does sustainability have a chance? Results from a qualitative study in five European countries. *Global Environmental Change*, 21(3), 1025–1034. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.04.008>

- Fiss, P. (2011): Building better causal Theories: A Fuzzy Set approach to typologies in organization research. *Academy of Management Journal*, 54(2). 393–420.
- Graham, T., & Abrahamse, W. (2017). Communicating the climate impacts of meat consumption: The effect of values and message framing. *Global Environmental Change*, 44, 98–108. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.03.004>
- Gowdy, John M. (2008). Behavioral economics and climate change policy. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 68(4). 632-644. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jebo.2008.06.011>
- de Groot, J. I. M., & Schuitema, G. (2012). How to make the unpopular popular? Policy characteristics, social norms and the acceptability of environmental policies. *Environmental Science & Policy*, 19–20(Supplement C), 100–107. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envsci.2012.03.004>
- Greckhamer, T., Fiss, P. C., & Misangyi, V. F. (2013). Chapter 3 The Two QCAs: From a Small-N to a Large-N Set Theoretic Approach. In P. C. Fiss, B. Cambré & A. Marx (Eds), *Configurational theory and methods in organizational research*: 49–75. Bingley, United Kingdom: Emerald.
- Herrmann, A., Fischer, H., Amelung, D., Litvine, D., Aall, C., Andersson, C., ... Sauerborn, R. (2017). Household preferences for reducing greenhouse gas emissions in four European high-income countries: Does health information matter? A mixed-methods study protocol. *BMC Public Health*, 18(1), 71. <http://doi.org/10.1186/s12889-017-4604-1>
- Homans, G. C. (1961). *Social behavior: Its elementary forms*. New York: Harcourt, Brace and World.
- IPCC (2014). *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schl mer, C. von Stechow, T. Zwickel, & J. C. Minx (eds.)]. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kirchgässner, G. (2013). The weak rationality principle in economics. *Swiss Journal of Economics and Statistics*, 149(1), 1–26.
- Kirchgässner, G. (2014): The role of homo oeconomicus in the political economy of James Buchanan. *Constitutional Political Economy*, 25(1), 2-17.
- Longo, A., Hoyos, D., & Markandya, A. (2012). Willingness to pay for ancillary benefits of climate change mitigation. *Environmental and Resource Economics*, 51(1), 119-140.

- Lorenzoni, I., Nicholson-Cole, S., & Whitmarsh, L. (2007). Barriers perceived to engaging with climate change among the UK public and their policy implications. *Global environmental change*, 17(3), 445-459.
- Millar, R., Fuglestedt, J., Friedlingstein, P., Rogelj, J., Grubb, M., Matthews, H. D., Skeie, R. B., Forster, P. M., Frame, D. J., & Allen, M. R. (2017). Emission budgets and pathways consistent with limiting warming to 1.5°C. *Nature Geoscience*, doi:10.1038/ngeo3031
- Marx, A., Rihoux, B., & Ragin, C. (2014). The origins, development, and application of Qualitative Comparative Analysis: the first 25 years. *European Political Science Review*, 6(1), 115–142. <http://doi.org/DOI: 10.1017/S1755773912000318>
- Meuer, J., Rupiotta, C., & Backes-Gellner, U. (2015). Layers of co-existing innovation systems. *Research Policy*, 44(4), 888-910.
- Ragin, C. (1987). *The comparative method. Moving beyond qualitative and quantitative strategies*. Berkley, Los Angeles, London. University of California Press.
- Ragin, C. (2000). *Fuzzy-Set Social Science*. Chicago. University of Chicago Press.
- Reid, L., Hunter, C., & Sutton, P. W. (2011). Rising to the challenge of environmental behavior change: Developing a reflexive diary approach. *Geoforum*, 42(6), 720–730. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2011.04.011>
- Rogelj, J., Luderer, G., Pietzcker, R. C., Kriegler, E., Schaeffer, M., Krey, V., Riahi, K. (2015). Energy System Transformations for Limiting End-of-Century Warming to below 1.5 °C. *Nature Climate Change*, 5(6), 519-27.
- Rosa, E. A., & Dietz, T. (2012). Human drivers of national greenhouse-gas emissions. *Nature Climate Change*, 2, 581. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1038/nclimate1506>
- Sadorsky, P. (2014). The effect of urbanization on CO2 emissions in emerging economies. *Energy Economics*, 41, 147–153. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eneco.2013.11.007>
- Schleussner, C. F., Rogelj, J., Schaeffer, M., Lissner, T., Licker, R., Fischer, E. M., Knutti, R., Levermann, A., Frieler, K., & Hare, W. (2016). Science and policy characteristics of the Paris agreement temperature goal. *Nature Climate Change*, 6(9), 827– 835.
- Schneider, C. Q., & Makszin, K. (2014). Forms of welfare capitalism and education-based participatory inequality. *Socio-Economic Review*, 12(2), 437–462.
- Schneider, C. Q. & Wagemann, C. (2010). Standards of Good Practice in Qualitative Comparative Analysis (QCA) and Fuzzy-Sets. *Comparative Sociology* 9(3), 397–418.
- Schneider, C. Q. & Wagemann, C. (2012). *Set-Theoretic Methods for the Social Sciences. A Guide to Qualitative Comparative Analysis*. Cambridge. Cambridge University Press.

- Shwom, R. & Lorenzen, J. A. (2012). Changing household consumption to address climate change: social scientific insights and challenges. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 3(5), 379–395. <http://doi.org/10.1002/wcc.182>
- Stern, P. C., Dietz, T., & Kalof, L. (1993). Value Orientations, Gender, and Environmental Concern. *Environment and Behavior*, 25(5), 322–348. <http://doi.org/10.1177/0013916593255002>
- Tanner, C. (1999). Constraints on Environmental Behavior. *Journal of Environmental Psychology*, 19(2), 145–157. <http://doi.org/https://doi.org/10.1006/jevp.1999.0121>
- Tilman, D., & Clark, M. (2014). Global diets link environmental sustainability and human health. *Nature*, 515(7528), 518. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1038/nature13959>
- Tobler, C., Visschers, V. H., & Siegrist, M. (2012). Addressing climate change: Determinants of consumers' willingness to act and to support policy measures. *Journal of Environmental Psychology*, 32(3), 197-207.
- van Kasteren, Y. (2014). How are householders talking about climate change adaptation? *Journal of Environmental Psychology*, 40(Supplement C), 339–350. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2014.09.001>
- von Borgstede, C., Andersson, M., & Johnsson, F. (2013). Public attitudes to climate change and carbon mitigation—Implications for energy-associated behaviours. *Energy Policy*, 57, 182–193. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.01.051>
- Whitmarsh, L. (2009). Behavioral responses to climate change: Asymmetry of intentions and impacts. *Journal of environmental psychology*, 29(1), 13-23.

Appendix

Table 5: Truth table

No.	Cost-reduction	CO2e-Reduction	Behavioral Change	Housing	Food & Recycling	Mobility	Other Consumption	Consistency	PRI-Value	n
1	0	0	0	0	1	0	0	0.844	0.793	548
2	0	0	1	0	1	0	0	0.829	0.719	34
3	0	1	1	0	1	0	0	0.818	0.675	1
4	1	0	0	0	1	0	0	0.781	0.673	31
5	0	1	0	0	1	0	0	0.747	0.682	1324
6	0	1	0	0	0	0	1	0.726	0.563	114
7	1	1	0	0	1	0	0	0.72	0.605	170
8	1	0	1	0	1	0	0	0.718	0.612	324
9	1	0	0	0	0	1	0	0.682	0.564	234
10	0	1	0	0	0	1	0	0.669	0.541	85
11	0	1	1	0	0	0	1	0.668	0.424	15
12	0	0	0	0	0	1	0	0.66	0.567	177
13	0	0	0	0	0	0	1	0.633	0.54	1036
14	0	1	1	1	0	0	0	0.629	0.446	5
15	0	0	1	1	0	0	0	0.628	0.521	396
16	1	1	0	0	0	0	1	0.616	0.378	6
17	0	0	0	1	0	0	0	0.609	0.519	629
18	1	0	1	0	0	1	0	0.609	0.389	50
19	1	1	0	0	0	1	0	0.588	0.496	751
20	0	0	1	0	0	1	0	0.578	0.431	125
21	0	0	1	0	0	0	1	0.574	0.378	251
22	1	1	1	0	0	0	1	0.568	0.355	210
23	0	1	0	1	0	0	0	0.543	0.445	809
24	1	0	0	0	0	0	1	0.534	0.384	378

25	1	0	1	0	0	0	1	0.509	0.381	1276
26	1	0	0	1	0	0	0	0.507	0.369	23
27	1	0	1	1	0	0	0	0.492	0.38	736
28	1	1	1	0	1	0	0	0.442	0.316	676
29	0	1	1	0	0	1	0	0.428	0.281	283
30	1	1	1	1	0	0	0	0.424	0.285	407
31	1	1	0	1	0	0	0	0.414	0.279	161
32	1	1	1	0	0	1	0	0.361	0.219	572

Table 6: Logistic Regression Model

N	11841			
LR Chi² (309)	3261.76			
Prob > Chi²	0.000			
Pseudo R²	0.1987			
Log likelihood	-6575.382			
Modell Specification	Fixed Effects			
Variable	Odds Ratio	Standard errors	z	P> z
Economic Benefit	1.009*	0.005	1.87	0.061
CO ₂ e-Reduction	1.089***	0.008	11.53	0.000
Behavioral Change 2	0.392***	0.019	-19.27	0.000
Behavioral Change 3	0.125***	0.012	-21.12	0.000
Household	0.974	0.057	-0.44	0.658
Food & Recycling	2.334***	0.145	13.67	0.000
Mobility	1.18**	0.083	2.31	0.021
Constant	2.981***	1.056	3.08	0.002

* $p < 0.1$; ** $p < 0.05$; *** $p < 0.01$

Note: Table 6 shows a binary logistic regression model. The willingness to adopt an action was transformed into a binary variable. The variables for *Economic Benefit* and *CO₂e-Reduction* remained uncalibrated. For the variable *Behavioral Change* was included as a categorical variable.

Table 7: Solution path for the subsample Food

	Solution FP1
Attributes of actions	
Economic Benefit	⊕
CO2e-Reduction	
Behavioral Change	⊕
Control Variables	
Household	⊕
Food & Recycling	●
Mobility	⊕
Consumption	⊕
Covered Observations	1872
Consistent Cases	75.48%
Consistency	0.75
PRI-Value	0.70
Raw Coverage	0.75
Overall Solution Consistency	0.75
Overall PRI-Value	0.67
Overall Solution Coverage	0.75

Note: Black dots indicate the presence of a condition and circles with “⊕” indicate its absence.

Table 8: Solution paths Health Information subsample for the category Mobility

	Solution	
	HP1	HP2
Attributes of actions		
Economic Benefit	⊕	●
CO2e-Reduction	⊕	⊕
Behavioral Change	⊕	⊕
Health Information	⊕	●
Control Variables		
Household	⊕	⊕
Food & Recycling	⊕	⊕
Mobility	●	●
Consumption	⊕	⊕
Covered Observations	18	65
Consistent Cases	78.70%	76.47%
Consistency	0.76	0.76
PRI-Value	0.67	0.66
Raw Coverage	0.08	0.19
Unique Coverage	0.08	0.19
Overall Solution Consistency		0.76
Overall PRI-Value		0.67
Overall Solution Coverage		0.27

Note: Black dots indicate the presence of a condition and circles with “⊕” indicate its absence.

Table 9: Whole sample (Table 2, Model 1) calibration willingness 3 = 0.4

	Solution		
	1	2	3
Attributes of actions			
Economic Benefit	⊕	●	⊕
CO2e-Reduction	⊕	●	●
Behavioral Change	⊕	⊕	⊕
Control Variables			
Household	⊕	⊕	⊕
Food & Recycling	●	●	⊕
Mobility	⊕	⊕	⊕
Consumption	⊕	⊕	●
Consistency	0.85	0.75	0.77
PRI-Value	0.75	0.58	0.56
Raw Coverage	0.14	0.06	0.06
Unique Coverage	0.10	0.02	0.06
Overall Solution Consistency			0.79
Overall PRI-Value			0.67

Note: Black dots indicate the presence of a condition and circles with “⊕” indicate its absence.

Table 10: Whole sample (Table 2, Model 1) calibration willingness 3 = 0.6

	Solution			
	1	2	3	4
Attributes of actions				
Economic Benefit	⊕		●	⊕
CO2e-Reduction		●	⊕	●
Behavioral Change	⊕	⊕	●	●
Control Variables				
Household	⊕	⊕	⊕	⊕
Food & Recycling	●	●	●	⊕
Mobility	⊕	⊕	⊕	⊕
Consumption	⊕	⊕	⊕	●
Consistency	0.74	0.74	0.77	0.78
PRI-Value	0.67	0.65	0.63	0.57
Raw Coverage	0.24	0.19	0.05	0.05
Unique Coverage	0.06	0.02	0.01	0.05
Overall Solution Consistency				0.83
Overall PRI-Value				0.64
Overall Solution Coverage				0.32

Note: Black dots indicate the presence of a condition and circles with “⊕” indicate its absence.

Aufsatz 2: How can households be encouraged to reduce greenhouse gas emissions? – An explorative study on the interplay of household characteristics and mitigation action attributes. *Unveröffentlicht.*

How can households be encouraged to reduce greenhouse gas emissions? – An explorative study on the interplay of household characteristics and mitigation action attributes

Authors

Fabio Bothner^{1,2}, Alina Herrmann⁴, Carlo Aall³, Valérie R. Louis⁴, Rainer Sauerborn⁴, Aditi Bunker⁴

Keywords

Climate change; Mitigation; Household; Behaviour; Health; Mobility

Abstract

Although households contribute to 72% of global greenhouse gas (GHG) emissions, when assigning to categories of consumption, effective policy interventions to reduce households' GHG emissions that meet mitigation targets of the Paris Agreement are lacking. Research has investigated socioeconomic patterns of carbon footprints, household preferences for mitigation actions and framing effects of mitigation actions, (e.g. information provision on health co-benefits), separately. So far, studies of the interplay between these factors remain largely absent. We conducted an innovative serious gaming simulation with 309 households in France, Germany, Norway and Sweden. We asked participants to choose concrete actions to mitigate climate change and provided information on the net costs, the GHG savings and the consumption sector of each action. In addition, half of the households received information about health co-benefits and half of them did not. We used multi-level regression models to investigate preferences for mitigation actions and how they are influenced by the characteristics of mitigation action as well as by the socioeconomic characteristics of the households. We found that regardless of the socioeconomic status, participants preferred actions of the food and recycling sector and actions requiring low to medium behaviour change. The probability that actions were chosen increased when participants were informed about health co-benefits. Furthermore, we found some significant interactions: Older participants were more likely to select mitigation actions requiring strong behaviour change and women were more likely to choose actions in the other consumption sector (e.g. buy 30% less cosmetics or buy 30% more second-hand clothes).

¹ *Institute for Political Science, University of Bamberg*

² *Institute of Political Science, Department of Political Science III: Policy Analysis and Environmental Policy, FernUniversität in Hagen*

³ *Western Norway Research Institute*

⁴ *Heidelberg Institute of Global Health (HIGH), Heidelberg University Hospital*

1 Introduction

When assigning GHG emissions to consumption, households control up to 72% of GHG emissions globally (the remaining share is allocated to public consumption) (Hertwich and Peters, 2009). However, policy interventions, which are effective enough to mitigate households' GHG emissions to meet the Paris agreement are lacking. Implementing effective mitigation policies requires knowledge of the best incentives for promoting change at the household level, i.e. through monetary savings, appealing to people's desire to be green/reduce GHG emissions, or to lessen the required degree of behaviour change to facilitate mitigation. Although there is no clear empirical evidence that monetary savings are drivers of households mitigation choices (Bothner et al., 2019; Gowdy, 2008; Sköld et al., 2018), they are often used as a persuasive tool for the uptake of climate mitigation measures (Borgstede et al., 2013; Drews and van den Bergh, 2016; Lange et al., 2017; Schwirplies and Ziegler, 2016). However, it seems that other factors like offering information on health co-benefits associated with actions and lessening the required level of behavioural change of households could also play important role in promoting mitigation (Schwirplies, 2020; Tobler et al., 2012). In addition to incentives, there is controversial evidence in the literature linking socioeconomic characteristics (income, age, gender, environmental behaviour and education) to the uptake of mitigation actions. Akter and Bennett (Akter and Bennett, 2011) found that the higher the income, the greater the household's willingness to reduce their carbon footprint. In the same study, female respondents were more likely to reduce their footprints than men, however, higher education attainment was found to be negatively correlated with the willingness to reduce carbon footprints. In contrast, O'Connor et al. (2002) found no significant effect of income or gender, but that being more educated led to greater support for mitigation actions, while Whitmarsh and O'Neill (2010) could not find significant correlations for income nor for gender or age but for the environmental behaviour of their participants.

Current literature either highlights, which incentives households prefer for mitigating their GHG emissions or examines, which socioeconomic groups should be most effectively targeted to reduce GHG emissions. However, little evidence exists on understanding the combined influence (i.e. the interactions) of these two factors. By considering interactions, for example, we can quantify whether monetary savings arising from an action is more relevant for low-income households than for high-income households. Such evidence can assist policy makers in designing mitigation policies targeted at relevant groups, rather than applying a blanket approach across populations.

The aim of our study is to investigate whether socioeconomic household characteristics, country of residence or information provision about health-co benefits of mitigation actions influence the type of mitigation actions households choose. The choice of mitigation actions was obtained in a serious gaming study. More specifically, our study addresses the following research questions (with a special focus on question number 3):

1. Which characteristics of *mitigation actions* impact households' stated mitigation choices? (including; *i*) the choice of consumption sector: in particular food and recycling, housing, mobility or other consumption, *ii*) level of required behaviour change: low to high, *iii*) the size of GHG emissions reduction, and *iv*) net monetary effects).
2. Which *households' characteristics* influence households' stated mitigation choices? (including; *i*) age, *ii*) income, *iii*) gender, *iv*) education, *v*) vegetarian vs. non-vegetarian, *vi*) country-location, *vii*) receiving information on health co-benefits)
3. What are the *interaction effects* of 1) and 2), i.e. characteristics of mitigation actions and characteristics of households'?

The study proceeds as follows: In the next section, we describe the used dataset as well as the method in detail. This is followed by a description and interpretation of the calculated models. Afterwards we discuss our findings in the light of the current literature. The conclusion summarizes our results.

2 Methods

We applied multilevel logistic modelling to data gathered from the study on “Household Preferences for Reducing GHG Emissions in four European high-income countries” (HOPE).

2.1 Data collection

We used data from the HOPE project collected through on-site simulation of 309 urban households in Communauté-de-Pays-d'Aix (France), Mannheim (Germany), Bergen (Norway), and Umeå (Sweden) between June 2016 and June 2017. We describe below only the procedures, which are important for this analysis. The detailed study protocol was published elsewhere (Herrmann et al., 2017).

Following a baseline carbon footprint analysis of each household, we asked participants to review up to 65 mitigation options in the four consumption sectors: food and recycling, housing, mobility, and other consumption. We then asked participants to reduce their carbon footprint by 50% by 2030, an estimation of what would be necessary at least to reach the 1,5° goal of the

Paris Agreement. We then requested study participants to choose mitigation actions, which they would actually like to implement in their daily lives, even if they would not reach 50% yet. This “voluntary reduction” data was used for the analysis presented here, as it reflects households actual preferences. In another round of simulation, we asked participants to choose more actions until they reached a 50% reduction. This data is analysed elsewhere (Sköld et al.,2018), as it reflects “forced reduction”, which is not suitable for the analysis in the context of this paper. We used a footprint calculation and simulation (FCS) tool ¹ to quantify the resulting carbon footprint reduction and the net costs. Eleven of the 65 actions generated health co-benefits, which we communicated to half of randomly chosen households and withheld this health information from the remaining half².

In addition to the simulation exercises, we collected comprehensive data on household characteristics such as age, education and socioeconomic status. These level-2-predictors were normed in such a way that they presented a single-person-household. We applied the “modified scale” approach of the OECD, in which consumption units (CUs) are used to norm the level-2-predictors. The CUs were calculated as follows: The first adult of a household was counted with a 1, for each following adult a value of 0.5 was added (OECD, 2013). Children were counted with a value of 0.3. For example, a three-person-household consisting of two adults and one child gets a CU-value of 1.8 (1 + 0.5 + 0.3). For some of the level-2-predictors (e.g. gender, education) the modified scale approach was not suitable, instead we often used the value of the person which performed the simulation as spokesperson of the household. An overview of the variables we used and their operationalization are presented in Table 1.

¹ The FCS-Tool simulates the initial footprint and the emission reduction as well as the cost development and health effects of households mitigation choices (Hermann et al. 2017).

² The health co-benefits were classified based on a study about the United Kingdom. They classified the impact on life expectancy using four categories: [1 “no effect”] ≤ 0 months; [2 “small effect”] $< +1$ month; [3 “moderate effect”] $+1-3$ months; [4 “substantial effect”] $> +3$ months (see Hermann et al. 2017).

Theoretical construct	Operationalization
Dependent variable	
Households mitigation choices	The data of the HOPE scenario was used, in which participants chose actions which they would like to implement in their daily life. Hence, we have a binary data structure which contains information on whether a household choose a mitigation (1) or not (0).
Level-1-predictor (Mitigation action characteristics)	
Monetary effects	The monetary effects of a mitigation action was calculated for each household individually as saving or costs in euros per month. The absolute savings or cost, however, was not meaningful when comparing households because of the variations in income. We therefore used the monetary savings or costs of an action as a percent of a household's total monthly income.
GHG-reduction	The GHG-reduction of an action was calculated as percent of a household's initial carbon footprint.
Behaviour Change	This variable is an indicator of the degree to which households would have to change their current consumption behaviour. We used dummies related to three categories (strong, medium, low) based on Bothner et al. (2019).
Consumption Sectors	The mitigation actions were divided into four different consumption sectors; food and recycling, housing, mobility or other consumption. We built a dummy-variable for each sector.
Level-2-predictor (Households' characteristics)	
Households' Income	The income of a household was measured as monthly per capita income in Euro to ensure comparability. As described earlier we used CUs to calculate the households' capita income.
Age	We used the age of the person who had participated in the simulation to represent the household's age.
Gender	We used the gender of the person who had participated in the simulation to represent the household's gender respectively.
Vegetarian	Being a vegan or vegetarian is associated with being more concern about the environment (Janssen et al., 2016; Mullee et al., 2017; Pribis et al., 2010; Radnitz et al., 2015). We therefore used a vegetarian diet as an indicator for greenness and built a dummy-variable to specify whether the majority of the household was vegetarian or not.
Education	To operationalize the factor education the highest education attainment within the household was divided into three categories based on the International Standard Classification of Education (ISCED). Our first category included all household up to the ISCED-level 2 (lower secondary school). All households with ISCED-level 3 (upper secondary education) or 4 (post-secondary non-tertiary education) were part of the second category. The last category included all households with ISCED-level 5 or higher (Bachelor degree or equivalent and beyond).
Health-Information	Half of the participants received information about health effects the mitigation measure would have for the household. We included a dummy variable in the analysis that indicating if a household did or did not received health information.
Country-location	To control for country specific effects, we constructed dummies for each country; France, Germany, Norway, and Sweden.

Table 1: Operationalization of outcome and predictor variables.

The given table provides an overview about the outcome and predictor variables used for the regression models.

2.2 Statistical modelling

We applied logistic regression models to estimate the effect of different predictors on the probability that a mitigation action was chosen (Sommet and Morselli, 2017). The hierarchical data means the climate mitigation actions (level-1 units) are nested within households (level-2 units). We had 300 households participating in the simulation, with each household given a choice of 65 mitigation actions resulting in 19,650 level-1 units (302*65 mitigation actions) and 302 level-2 units (households). Since not all households were able to choose all actions (e.g. they do not have a car or live for rent), the original number of level-1 units decreased to 15,146. Standard logistic regression, however, was incompatible with our hierarchical dataset as the assumption that observations are independent was violated. The resultant average correlation between variables measured on level-1 units from the same level-2-unit (cluster) would therefore be higher than the average correlation between variables measured on level-1-units from different level-2-units (Hox, 2010). This would lead to an underestimation of the standard error and an overestimation of significance. This is especially relevant for our study where the large samples with small dependence can lead to a large bias (Hox, 2010). We therefore applied multi-level logistic regression. In contrast to other methods for handling hierarchical data structures (such as using dummies for the superordinate level), multi-level-models allow us to estimate the relationship between level-1 and level-2-predictors. In comparison to a standard logistic regression model, we assumed that the intercept and thus the log odds for the outcome variable varied between the level-2-units (Hox, 2010) enabling us to use the following formula:

$$(1) \text{Logit(odds)} = B_{00} + u_{0j} \text{ (Sommet and Morselli, 2017)}$$

Where B_{00} is the fixed intercept estimated through all level-1-units, u_{0j} estimated the variation of the intercept for each cluster (level-2-units).

The formula above (1) represented a random-intercept-model, which we expanded to a random-slope-model to account for the cluster to cluster variation of a level-1-predictor (Hox, 2010; Sommet and Morselli, 2017):

$$(2) \text{Logit(odds)} = B_{00} + u_{0j} + (B_{10} + u_{1j}) * x_{ij} \text{ (Sommet and Morselli, 2017)}$$

Where B_{00} is the fixed intercept, B_{10} which is estimated for all level-1-units is the general effect (fixed slope) of predictor x_{ij} , and u_{1j} accounts for the effect variation through the level-2-units (Sommet and Morselli, 2017). Considering we wanted to estimate the effect of level-2-predictors we have expanded the formula (2) to include level-2-variables:

$$(3) \text{ Logit(odds)} = B_{00} + u_{0j} + (B_{10} + u_{1j}) * x_{ij} + B_{01} * Z_j \text{ (Sommet and Morselli, 2017)}$$

Here, B_{01} is the general effect of the level-2-variable (Z_j) which we calculated through the level-2-units.

Our use of multi-level analysis prompted us to decide between group-mean-centring, where the group's mean was subtracted from the individual scores and grand-mean-centring where the mean of all individuals is calculated and subtracted from the individual scores (Hox, 2010). Nevertheless, both options have different interpretations requiring us to have an explicit link to the research question (Hox, 2010). We conducted grand-mean-centring of level-2-variables because some level-2-predictors in our data cannot be subject to numeric centring at 0, for example the age of interviewed household member (Enders and Tofighi, 2007).

3 Results

3.1 Descriptive statistics

The distributions and descriptive statistics of our outcome and predictor variables are presented in Table 2. From the overall 15,146 available actions the households chose 3,926 actions (approximately 25% of all mitigation action and around 13 actions per household). Our graphical representation of the predictors (Figure 1) showed that the variable GHG-reduction, was skewed requiring a log transformation. We found that monetary effects and income per capita showed a wide range. For monetary effects, we observe that values ranged from -105.2% to 99.8%, however, 98% of the observations fell between -11.5% to 20.7%. We therefore only included monetary effects observations between the 1st and 99th percentile to eliminate potential bias from the extreme values. We found that income per capita ranged between zero and 10,000€ per month – excluding these two extremes revealed that income per capita was normally distributed around a mean of 2216€ per month. Binary/categorical variables in our dataset included behaviour change, consumption categories, education, gender, being vegetarian and country of residence.

	Variables	Class	Mean	Variance	Std. Dev.
Level-1-Predictors	Mitigation action chosen	nominal	0.25	-	-
	Monetary effects	metric	0.66	29.57	5.44
	GHG-reduction	metric	2.53	16.90	4.11
	Behavioural change - low	nominal	0.60	-	-
	Behavioural change - medium	nominal	0.32	-	-
	Behavioural change - strong	nominal	0.08	-	-
	Mobility	nominal	0.20	-	-
	Housing	nominal	0.34	-	-
	Food and Recycling	nominal	0.23	-	-
	Other Consumption	nominal	0.23	-	-
	Level-2-Predictors	Income per Capita	metric	2216.03	986323.3
Age households		metric	46.21	244.91	15.65
Vegetarian		nominal	0.09	-	-
Education low		nominal	0.08	-	-
Education medium		nominal	0.43	-	-
Education great		nominal	0.49	-	-
Health Information		nominal	0.50	-	-
France		nominal	0.23	-	-
Germany		nominal	0.35	-	-
Norway		nominal	0.23	-	-
Sweden		nominal	0.19	-	-

Table 2: Descriptive statistics for outcome and predictor variables.

The class, mean, variance and standard deviation, split by level-1 (mitigation actions) and level-2 (household characteristics) predictors. For nominal predictors only the mean was calculated.

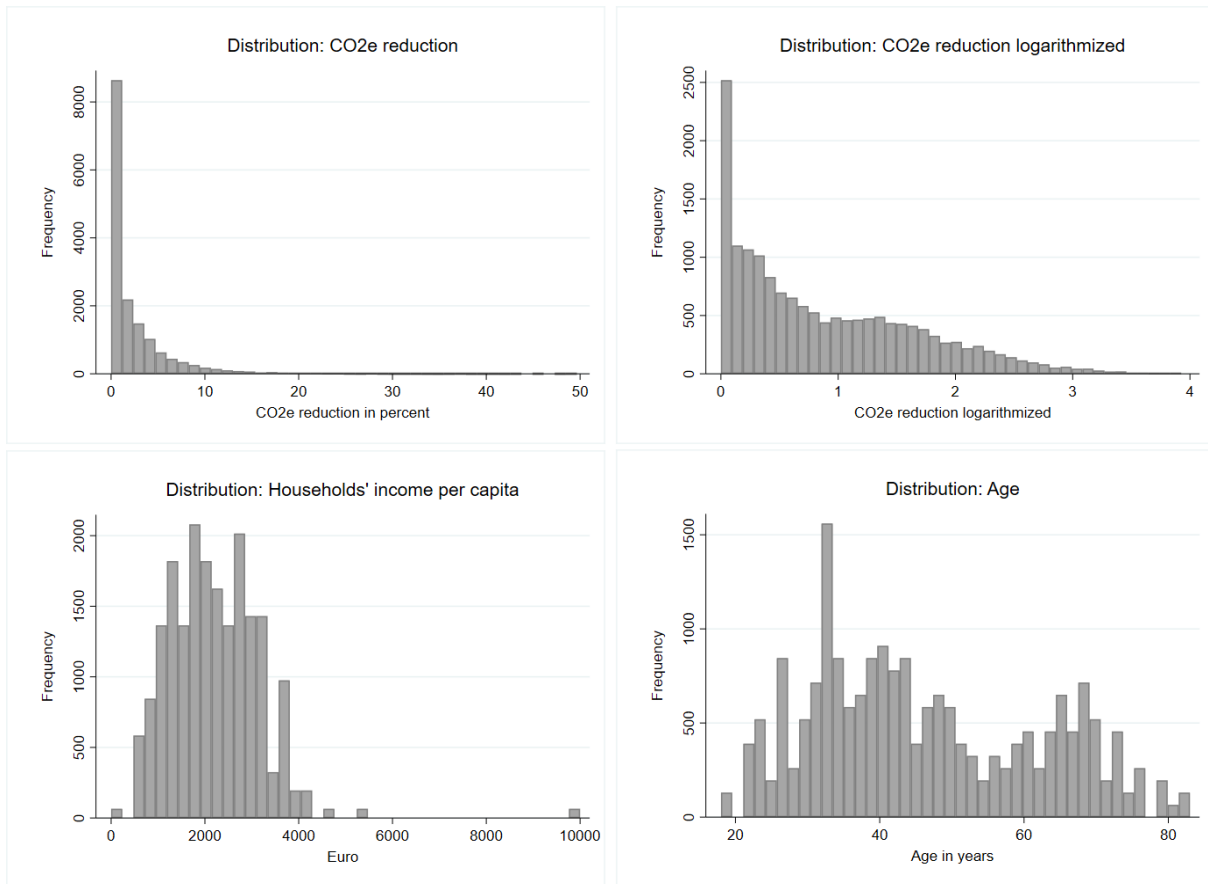


Figure 1: Distributions of metric predictors.

The figure depicts the distribution of the metric predictors GHG-reduction, income and age. Based on the distributions we decided to do a log transformation of the predictor GHG-reduction. For income we limited the range to between the 1st and 99th percentile.

3.2 Model interpretation

The results of our four different random-intercept-models are presented in Table 3. Model (M1) and model (M2) comprised purely of level-1-predictors, however, GHG-reduction is log transformed in model 2. Model 3 (M3) and model 4 (M4) additionally include level-2-predictors. We grand-centred household income and age in model 4, which led to the respective mean values, and not zero being used as the intercept. Details on model 5 and 6 are presented in Table 5. Model 5 (M5), represented a random-slope model where the effects of behaviour change-strong and other consumption varied across households. Model 6 (M6), also a random-slope model included cross-level-interactions for the behavioural change, other consumption, age, health information and the country dummy France.

The monetary effects of an action in model 1 had no significant influence on the probability that an action was chosen. We found that the odds ratio of GHG-reduction, behaviour change, housing, food and recycling and other consumption did significantly affect choice of action.

Using M2, we found that actions which require medium and strong behavioural change had a lower chance of being chosen by households relative to actions which require low behavioural change. In comparison to the mobility sector, we observed that participants were more likely to choose mitigating their carbon footprints in the housing, food and recycling and other consumption sectors. For example, food actions had a 139.4% higher chance of being selected in comparison to a mobility action. Model 2 built on model 1 by taking the log of GHG-reduction. Here, we found that the effect of GHG-reduction became insignificant and the odds ratio for consumption became significant ($p=0.10$).

	Mixed-effect logistic Regression Models			
	M1	M2	M3	M4
Level-1-Predictors				
Monetary effects	1.009 (p=0.211)	1.005 (p=0.462)	1.004 (p=0.558)	1.004 (p=0.558)
GHG-reduction	0.972*** (p=0.000)			
GHG-reduction (log transformed)		0.971 (p=0.341)	0.963 (p=0.221)	0.963 (p=0.221)
Behavioural Change - medium	0.598*** (p=0.000)	0.612*** (p=0.000)	0.614*** (p=0.000)	0.614*** (p=0.000)
Behavioural Change - strong	0.158*** (p=0.000)	0.150*** (p=0.000)	0.152*** (p=0.000)	0.152*** (p=0.000)
Housing	1.216*** (p=0.003)	1.224*** (p=0.002)	1.234*** (p=0.002)	1.234*** (p=0.002)
Food and Recycling	2.394*** (p=0.000)	2.402*** (p=0.000)	2.428*** (p=0.000)	2.428*** (p=0.000)
Other consumption	1.073 (p=0.287)	1.122* (p=0.084)	1.120* (p=0.093)	1.120* (p=0.093)
Level-2-Predictors				
Households' Income			1.000 (p=0.871)	
Households' Income (grand-mean-centered)				1.000 (p=0.871)
Age			0.992*** (p=0.002)	
Age (grand-mean-centered)				0.992*** (p=0.002)
Gender (male)			0.818** (p=0.012)	0.818** (p=0.012)
Vegetarian			1.315* (p=0.051)	1.315* (p=0.051)
Education low			1.035 (p=0.834)	1.035 (p=0.834)
Education medium			0.960 (p=0.623)	0.960 (p=0.623)
Health information			1.153* (p=0.062)	1.153* (p=0.062)
Norway			0.999 (p=0.991)	0.999 (p=0.991)
France			1.213* (p=0.074)	1.213* (p=0.074)
Sweden			1.089 (p=0.428)	1.089 (p=0.428)
Constant	0.324*** (p=0.000)	0.307*** (p=0.000)	0.422*** (p=0.000)	0.288*** (p=0.000)
Variance Constant	0.346	0.345	0.295	0.295
Observations	15,146	15,146	14,706	14,706
Numbers of groups	302	302	293	293

Table 3: Random-Intercept-Models.

The effect of the level-1 and level 2 predictors is given as an odds ratio for models 1, 2, 3 and 4. An odds ratio (OR) smaller 1.0 means that the probability that an action was chosen decreased. An odds ratio greater 1.0 means that the probability increased. * refers to 10% significance level, ** refers to 5% significance level and *** refers to 1% significance level. The p-values are presented below the ORs.

In model 3, which included level-2-predictors we found significant effects for age, gender and being vegetarian as well as for provision of health information and the country dummy France³. Younger people had a higher chance of choosing mitigation actions compared to older persons, resulting in younger participants selecting more mitigation actions than older ones. We found that with every one-year increase in age the probability of choosing a mitigation action declined by 0.8%. This effect was homogeneously detected across the entire age range. A 40-year-old, for example, has on average an eight percent lower chance of selecting mitigation actions compared to a 30-year-old person (this is also true, if we compared a 20-year-old-person with a 30-year-old person and other decade age gaps). Moreover, men compared to women had an 18.9% reduced probability of choosing a mitigation action, which means men chose fewer actions than women. Vegetarians had a 28.0% higher chance of choosing a mitigation action compared to non-vegetarians. Participants that received information about the health co-benefits of mitigation actions had a 15.3% higher chance of selecting a mitigation option. Moreover, we found an effect where French households relative to German households had a 21% higher chance of choosing a mitigation action. The odds ratios of household income, education and country dummies were insignificant. In model 4, the centring of variables household income and age resulted in a different intercept (0.288 compared to 0.422).

To answer our third research question regarding the interaction effects between characteristics of mitigation actions and socio-economic characteristics on households' stated mitigation choices?" we conducted a likelihood-ratio-test (LR-Test). The LR-Test (see Table 4) indicates, if the random-slope model performs significantly better than the random-intercept-model. If the effect of the level-1-predictors varies across households, a random-slope model (which allows for effect variation through level-2-units) should statistically perform better. This indicates that the effect of the level-1-predictors (characteristics of mitigation actions) is not independent from the characteristics of the households. We found that most level-1-predictors presented similar log-likelihood ratios when run as a random-slope-model in comparison to a random-effect-model, indicating that household characteristics do not affect the probability of choice of mitigation action. The categories requiring strong behaviour change and other consumption performed significantly better as a random-slope model than a random-intercept model - the

³ The level-2-predictors refer to the household level. Hence, the predictors told us if households with specific characteristics had in general a higher chance to choose mitigation action. In contrast, the level-1-predictors estimated if a specific mitigation action had a higher chance to be chosen by households based on the action characteristics.

effect of these two predictors therefore depended on the household’s characteristics. To identify, which characteristics influenced the effect of level-1-predictors we ran a series of random-slope models including interactions between the featured level-1-predictors and each level-2-predictor. We found four significant interactions (see Figure A1-A4 in appendix):

1. An interaction between other consumption and the gender of a household.
2. An interaction between strong behaviour change and age of a household.
3. An interaction between strong behaviour change and receiving health co-benefits information.
4. An interaction between strong behaviour change and the country-dummy France.

Model	Log likelihood	LR-test-statistic	p-value	Significant
Model_0 (Random-Intercept)	-7677.6177			
Model_I (Random-Slope: Monetary effects)	-7677.0674	1.10	0.294	NO
Model_II (Random-Slope: GHG-reduction)	-7676.9763	1.28	0.257	NO
Model_III (Random-Slope: Behavioural change - medium)	-7677.0758	1.08	0.298	NO
Model_IV (Random-Slope: Behavioural change - strong)	-7675.6225	3.99	0.046	YES
Model_V (Random-Slope: Household)	-7677.2277	0.78	0.377	NO
Model_VI (Random-Slope: Food and Recycling)	-7676.3317	2.57	0.109	NO
Model_VII (Random-Slope: Other Consumption)	-7647.7214	59.79	0.000	YES

Table 4: Likelihood-Ratio-Test

The Likelihood-ratio-test (LR-Test) for the different level-1-predictors indicated whether the random-slope model or random-intercept-model was better. If the effect of the level-1-predictors generally varies across households, a random-slope model (which allows for effect variation through level-2-units) performs better statistically. We showed that the effect of the level-1-predictors were not independent from the characteristics of the households. The random-models were compared to the fourth random-intercept-model (M4).

Table 5 presents values for two different random-slope-models. M5 is similar to M4 with the exception that we allowed effects of strong behaviour change and other consumption to vary through the households. M5 yielded similar results to previous random-intercept models, with the exception of other consumption and the dummy variable “France” losing statistical significance. Based on our knowledge that effects of the two level-1-predictors (behavioural change strong and other consumption) varied across households, we further investigated which household characteristics caused these variations. We therefore looked for interactions between strong behaviour change and other consumption with level-2-predictors to identify whether a significant interaction term materialised (M6). We found a significant interaction between other

consumption and gender in M6 - men were less willing to choose mitigation actions under other consumption than women. For strong behaviour change we observed three significant interaction terms. First, with age - older people had a higher chance of selecting actions that required strong behavioural change. Second, when provided health co-benefit information people had a lower probability of choosing an action that necessitated strong behaviour change. Third, French households were more willing to choose actions related to strong behaviour change than German ones. Additionally, if we compared M5 and M6 we found that the effect variance became smaller indicating that part of the effect variance depends on the households' characteristics.

	Mixed-effect logistic Regression Models	
	M5	M6
Level-1-Predictors		
Monetary effects	1.005 (p=0.493)	1.004 (p=0.553)
GHG-reduction (log transformed)	0.961 (p=0.201)	0.961 (p=0.199)
Behavioural Change - medium	0.609*** (p=0.000)	0.610*** (p=0.000)
Behavioural Change - strong	0.114*** (p=0.000)	0.136*** (p=0.000)
Housing	1.228*** (p=0.002)	1.226*** (p=0.002)
Food and Recycling	2.405*** (p=0.000)	2.399*** (p=0.000)
Other consumption	0.975 (p=0.765)	1.131 (p=0.199)
Level-2-Predictors		
Households' Income (grand-mean-centered)	1.000 (p=0.771)	1.000 (p=0.770)
Age (grand-mean-centered)	0.992*** (p=0.002)	0.992*** (p=0.001)
Gender (male)	0.847** (p=0.027)	0.890 (p=0.127)
Vegetarian	1.269* (p=0.074)	1.270* (p=0.073)
Education low	1.000 (p=0.999)	0.997 (p=0.984)
Education medium	0.967 (p=0.666)	0.966 (p=0.660)
Health information	1.183** (p=0.020)	1.199** (p=0.013)
Norway	0.979 (p=0.839)	0.978 (p=0.836)
France	1.183 (p=0.100)	1.162 (p=0.144)
Sweden	1.054 (p=0.604)	1.056 (p=0.597)
Cross-level-interactions		
Other consumption (1) # Gender (1)		0.668*** (p=0.003)
Behavioural Change - strong # Age (grand-mean)		1.030*** (p=0.000)
Behavioural Change - strong (1) # Health Information (1)		0.568** (p=0.028)
Behavioural Change - strong (1) # France (1)		1.961** (p=0.015)
Constant	0.292*** (p=0.000)	0.286*** (p=0.000)
Variance (Behavioural Change - strong)	0.703	0.356
Variance (Other Consumption)	0.538	0.510
Variance (constant)	0.234	0.235
Observations	14,706	14,706
Numbers of groups	293	293

Table 5: Random-Slope-Models

The effect of the predictors is given as an odds ratio. An odds ratio (OR) smaller 1.0 means that the probability than an action is chosen decreases. An odds ratio greater 1.0 means that the probability increases. * refers to 10% significance level, ** refers to 5% significance level and *** refers to 1% significance level. The p-values are presented below the ORs.

4 Discussion

In this chapter, we deal with our three research questions, in turn.

(I) Which characteristics of mitigation actions impact households' mitigation choices?

Our analysis of six different types of regression models show four main results: First, financial incentives (savings associated with mitigation actions) were not a significant factor for motivating participants to choose mitigation actions, contrary to some previous findings (Lange et al., 2017; Schwirplies, 2020; Schwirplies and Ziegler, 2016). Second, the willingness of households to implement mitigation actions does not increase when actions resulted in larger carbon footprint reduction. Third, we found that study participants favoured mitigation actions when the action did not involve strong behaviour change, so to day drastic shifts in existing habits and practices - results corroborated by other studies (Bothner et al., 2019; Gowdy, 2008; Sköld et al., 2018; Whitmarsh, 2009). Fourth, our study participants chose food and recycling mitigating actions over mobility, housing or other consumption actions. One explanation for this finding is that the food sector has a minimal 'lock-in' period – giving consumers' flexibility in their daily choices and a high degree of personal autonomy (Weber and Matthews, 2008). Indeed, we calculated that selecting only the ten food and recycling actions with the highest GHG-reduction potential could reduce the household carbon footprint by up to 30%. Rather than simply relying on instruments of self-governance, policies should actively steer consumers towards mitigation actions in the mobility and housing sectors where choosing fewer mitigation choices can add up to large carbon footprint reductions, such as promoting infrastructure and providing financial incentives for electric cars and/or making cycling and public transport more accessible, affordable and appealing (Held and Gerrits, 2019; Herrmann et al., 2020; Lopes Toledo and La Lèbre Rovere, 2018; Moberg et al., 2019). The other consumption category did not yield consistent significant effects across our models.

(II) Which households' characteristics influence households' mitigation choices?

We found four significant effects of level-2-predictors. First, women had a higher probability to choose mitigation actions than men, as previously shown in the literature (Aker and Bennett, 2011; Thaller et al., 2020). This observation is potentially driven by women having a deeper understanding and/or concern about climate change and nature relative to men (Agho et al., 2010; Korkala et al., 2014; Semenza et al., 2011), and men being more sceptical about climate change (Tranter and Booth, 2015). However, we found that the significant effect of gender

disappeared after we introduced the interaction term between gender and the “other consumption” category. Since this interaction term is significant this indicates that women have a higher probability to choose mitigation actions but only for mitigation actions of the “other consumption” category (we will come back to this later). Second, our current findings suggest that older people were choosing fewer mitigation actions than younger people. Semenza et al. (2008) report similar findings, attributable to apathetic attitudes of older citizens. Third, in support of findings by Whitmarsh and O'Neill (2010) vegetarians were 31.5% more agreeable to choosing climate mitigation actions. Fourth, providing health information in the current study led to a higher probability to choose climate mitigation actions. Health benefits can be viewed favourably because they are direct, tangible and manifest quickly in comparison to environmental benefits (Amelung et al., 2019). Our results are supported by the finding of Hermann *et al.* (2020) which showed that health is an important factor in households' decision making.

(III) What are the interactions effects between characteristics of mitigation actions and characteristics of households'?

In response to our third research aim, we found four main results. First, the effect of two level-1-predictors, namely “strong behaviour change” and “other consumption” varied across households, whereas the remaining level-1-predictors did not. Strong behaviour change was influenced by three household characteristics including age, receiving information on health co-benefits and country of residence. Even though older residents had chosen fewer mitigation actions, we found they opted for strong behaviour change options. This might be due to the fact, that retirement and old age acts as a turning point in life, that enables households to implement mitigation actions requiring strong behavioural change, such as moving to a smaller apartment or ending personal car-use (Dubois et al., 2019; Sovacool et al., 2018). Furthermore, it is possible that older people have more flexibility over using disposable income as their commitments change, i.e. children move out, enabling purchase of an electric car. Nevertheless, our data does not permit to conclude, whether choosing more actions or choosing actions with stronger behaviour change, leads to higher carbon footprint reduction.

Second, receiving health co-benefit information increased households' probability of choosing mitigation actions. Households that receive health information, however, had a lower chance of choosing actions that required drastic behaviour change. This finding could be a statistical artefact considering nine out of 11 actions associated with health effects required only small to medium behaviour change. It is also plausible that the simple act of providing health co-benefit

information nudged participants to choose the mitigation options associated with health effects rather than actions requiring strong behaviour change.

Third, French households were more willing to implement actions that required strong behaviour change. Evidence indicates that French respondents thought climate change relative to other national issues was a more pressing issue in comparison to Germans (Steentjes et al., 2017). Similarly, moral concern for climate change – an important indicator of policy support was also higher in France than Germany (Doran et al., 2019). Another possible explanation is that events such as the 2003 heatwave prompted widespread behaviour change and societal action trickling down to the household level in France (Steentjes et al., 2017). Having first-hand experience of climate change issues maybe important for promoting behaviour change. Further research is warranted to decipher the regional differences in behaviour change responses to cope with climate change.

Fourth, we found a significant interaction between gender and the category other consumption, which tells us that women indeed did not choose in general more mitigation action but for mitigation actions of the “other consumption” category. Hence, our findings indicate that policies aimed at women and the consumption sector can potentially lead to reductions in carbon footprint.

5 Conclusions

Our current paper investigated the impact of mitigation actions and households’ characteristics as well as the interplay between these factors in reducing carbon footprints of households. We found that mitigation actions in the food and recycling sector and actions that did not require strong behaviour change have a higher probability of being selected by households. Interestingly, financial incentives did not persuade households to reduce their carbon footprint to a greater extent. Therefore, financial incentives may need to be paired with changing the cultural attitudes and reducing the hurdles for behaviour change (i.e. disincentives’ car use and improve the accessibility, costs and ease of public transport use). In terms of households’ characteristics, we found older households choose fewer actions than younger ones, vegetarians and households that received health co-benefit information had a higher chance of choosing mitigation actions. Evoking health co-benefits of climate change mitigation actions seems to be a promising way of promoting climate mitigation actions. While these findings are stable over all households, we find some significant interactions between the characteristics of mitigation actions and

households characteristics, such as older people being readier to implement actions, which require strong behaviour change. This suggests that promoting specific mitigation measures for households with special characteristics, such as selling a household's (second) car after retirement, could be a further way to reduce households' carbon footprints.

6 References

- Agho, K., Stevens, G., Taylor, M., Barr, M., Raphael, B., 2010. Population risk perceptions of global warming in Australia. *Environmental research* 110 (8), 756–763.
- Akter, S., Bennett, J., 2011. Household perceptions of climate change and preferences for mitigation action: the case of the Carbon Pollution Reduction Scheme in Australia. *Climatic Change* 109 (3-4), 417–436.
- Amelung, D., Fischer, H., Herrmann, A., Aall, C., Louis, V.R., Becher, H., Wilkinson, P., Sauerborn, R., 2019. Human health as a motivator for climate change mitigation: results from four European high-income countries. *Global Environmental Change* 57, 101918.
- Bothner, F., Dorner, F., Herrmann, A., Fischer, H., Sauerborn, R., 2019. Explaining climate policies' popularity – An empirical study in four European countries. *Environmental Science & Policy* 92, 34–45.
- Doran, R., Böhm, G., Pfister, H.-R., Steentjes, K., Pidgeon, N., 2019. Consequence evaluations and moral concerns about climate change: insights from nationally representative surveys across four European countries. *Journal of Risk Research* 22 (5), 610–626.
- Drews, S., van den Bergh, J.C.J.M., 2016. What explains public support for climate policies? A review of empirical and experimental studies. *Climate Policy* 16 (7), 855–876.
- Dubois, G., Sovacool, B., Aall, C., Nilsson, M., Barbier, C., Herrmann, A., Bruyère, S., Andersson, C., Skold, B., Nadaud, F., Dorner, F., Moberg, K.R., Ceron, J.P., Fischer, H., Amelung, D., Baltruszewicz, M., Fischer, J., Benevise, F., Louis, V.R., Sauerborn, R., 2019. It starts at home? Climate policies targeting household consumption and behavioral decisions are key to low-carbon futures. *Energy Research & Social Science* 52, 144–158.
- Enders, C.K., Tofighi, D., 2007. Centering predictor variables in cross-sectional multilevel models: a new look at an old issue. *Psychological methods* 12 (2), 121–138.
- Gowdy, J.M., 2008. Behavioral economics and climate change policy. *Journal of Economic Behavior & Organization* 68 (3-4), 632–644.
- Held, T., Gerrits, L., 2019. On the road to electrification – A qualitative comparative analysis of urban e-mobility policies in 15 European cities. *Transport Policy* 81, 12–23.
- Herrmann, A., Fischer, H., Amelung, D., Litvine, D., Aall, C., Andersson, C., Baltruszewicz, M., Barbier, C., Bruyère, S., Bénévise, F., Dubois, G., Louis, V.R., Nilsson, M., Richardsen Moberg, K., Sköld, B., Sauerborn, R., 2017. Household preferences for reducing greenhouse gas emissions in four European high-income countries: Does health information matter? A mixed-methods study protocol. *BMC public health* 18 (1), 1–12.
- Herrmann, A., Sauerborn, R., Nilsson, M., 2020. The Role of Health in Households' Balancing Act for Lifestyles Compatible with the Paris Agreement-Qualitative Results from Mannheim, Germany. *International journal of environmental research and public health* 17 (4).

- Hertwich, E.G., Peters, G.P., 2009. Carbon footprint of nations: a global, trade-linked analysis. *Environmental science & technology* 43 (16), 6414–6420.
- Hox, J.J., 2010. *Multilevel analysis: Techniques and applications*. Routledge, New York.
- Janssen, M., Busch, C., Rödiger, M., Hamm, U., 2016. Motives of consumers following a vegan diet and their attitudes towards animal agriculture. *Appetite* 105, 643–651.
- Korkala, E.A.E., Hugg, T.T., Jaakkola, J.J.K., 2014. Awareness of climate change and the dietary choices of young adults in Finland: a population-based cross-sectional study. *PloS one* 9 (5), e97480.
- Lange, A., Schwirplies, C., Ziegler, A., 2017. On the interrelation between the consumption of impure public goods and the provision of direct donations: Theory and empirical evidence. *Resource and Energy Economics* 47, 72–88.
- Lopes Toledo, A., La Lèbre Rovere, E., 2018. Urban Mobility and Greenhouse Gas Emissions: Status, Public Policies, and Scenarios in a Developing Economy City, Natal, Brazil. *Sustainability* 10 (11), 3995.
- Moberg, K.R., Aall, C., Dorner, F., Reimerson, E., Ceron, J.-P., Sköld, B., Sovacool, B.K., Piana, V., 2019. Mobility, food and housing: responsibility, individual consumption and demand-side policies in European deep decarbonisation pathways. *Energy Efficiency* 12 (2), 497–519.
- Mullee, A., Vermeire, L., Vanaelst, B., Mullie, P., Deriemaeker, P., Leenaert, T., Henauw, S. de, Dunne, A., Gunter, M.J., Clarys, P., Huybrechts, I., 2017. Vegetarianism and meat consumption: A comparison of attitudes and beliefs between vegetarian, semi-vegetarian, and omnivorous subjects in Belgium. *Appetite* 114, 299–305.
- O'Connor, R.E., Bord, R.J., Yarnal, B., Wiefek, N., 2002. Who Wants to Reduce Greenhouse Gas Emissions? *Social Science Quarterly* 83 (1), 1–17.
- OECD, 2013. What are Equivalence Scales? <http://www.oecd.org/els/soc/OECD-Note-EquivalenceScales.pdf>. Accessed 22 September 2020.
- Pribis, P., Pencak, R.C., Grajales, T., 2010. Beliefs and attitudes toward vegetarian lifestyle across generations. *Nutrients* 2 (5), 523–531.
- Radnitz, C., Beezhold, B., DiMatteo, J., 2015. Investigation of lifestyle choices of individuals following a vegan diet for health and ethical reasons. *Appetite* 90, 31–36.
- Schwirplies, C., 2020. Private Ancillary Benefits in a Joint Production Framework, in: Buchholz, W., Markandya, A., Rübhelke, D., Vögele, S. (Eds.), *Ancillary Benefits of Climate Policy: New Theoretical Developments and Empirical Findings*. Springer International Publishing, Cham, 125–139.
- Schwirplies, C., Ziegler, A., 2016. Offset carbon emissions or pay a price premium for avoiding them? A cross-country analysis of motives for climate protection activities. *Applied Economics* 48 (9), 746–758.
- Semenza, J.C., Hall, D.E., Wilson, D.J., Bontempo, B.D., Sailor, D.J., George, L.A., 2008. Public perception of climate change voluntary mitigation and barriers to behavior change. *American journal of preventive medicine* 35 (5), 479–487.
- Semenza, J.C., Ploubidis, G.B., George, L.A., 2011. Climate change and climate variability: personal motivation for adaptation and mitigation. *Environmental health* 10 (46), 1-12.

- Sköld, B., Baltruszewicz, M., Aall, C., Andersson, C., Herrmann, A., Amelung, D., Barbier, C., Nilsson, M., Bruyère, S., Sauerborn, R., 2018. Household Preferences to Reduce Their Greenhouse Gas Footprint: A Comparative Study from Four European Cities. *Sustainability* 10 (11), 4044.
- Sommet, N., Morselli, D., 2017. Keep Calm and Learn Multilevel Logistic Modeling: A Simplified Three-Step Procedure Using Stata, R, Mplus, and SPSS. *International Review of Social Psychology* 30 (1), 203–218.
- Sovacool, B.K., Kester, J., Noel, L., Rubens, G.Z. de, 2018. The demographics of decarbonizing transport: The influence of gender, education, occupation, age, and household size on electric mobility preferences in the Nordic region. *Global Environmental Change* 52, 86–100.
- Steentjes, K., Pidgeon, N., Poortinga, W., Corner, A., Mayes, C., Poumadère, M., Tvinnereim, E., Böhm, G., Arnold, A., Ruddat, M., Scheer, D., Sonnberger, M., 2017. European perceptions of climate change: Topline findings of a survey conducted in four European countries in 2016. <https://orca.cf.ac.uk/98660/7/EPCC.pdf>. Accessed 17 February 2020.
- Thaller, Annina, Eva Fleiß und Thomas Brudermann. 2020. No glory without sacrifice — drivers of climate (in)action in the general population. *Environmental Science & Policy* 114, 7–13.
- Tobler, C., Visschers, V.H.M., Siegrist, M., 2012. Addressing climate change: Determinants of consumers' willingness to act and to support policy measures. *Journal of Environmental Psychology* 32 (3), 197–207.
- Tranter, B., Booth, K., 2015. Scepticism in a changing climate: A cross-national study. *Global Environmental Change* 33, 154–164.
- Von Borgstede, C., Andersson, M., Johnsson, F., 2013. Public attitudes to climate change and carbon mitigation – Implications for energy-associated behaviours. *Energy Policy* 57, 182–193.
- Weber, C.L., Matthews, H.S., 2008. Food-miles and the relative climate impacts of food choices in the United States. *Environmental science & technology* 42 (10), 3508–3513.
- Whitmarsh, L., 2009. Behavioural responses to climate change: Asymmetry of intentions and impacts. *Journal of Environmental Psychology* 29 (1), 13–23.
- Whitmarsh, L., O'Neill, S., 2010. Green identity, green living? The role of pro-environmental self-identity in determining consistency across diverse pro-environmental behaviours. *Journal of Environmental Psychology* 30 (3), 305–314.

Acknowledgements

The HOPE project is supported by the following national funding bodies under the umbrella of the Joint Program Initiative (JPI) Climate, a pan-European intergovernmental research platform: the French National Research Agency (ANR-14-JCLI-0001-03), the German Federal Ministry of Education and Research (01UV1414A), the Research Council of Norway (244,905/E10) and the Swedish Research Council for Environment, Agricultural Sciences and Spatial Planning (214–2014-1717). Thanks to the people that contributed: household respondents, local, regional and national policy-makers, and to the HOPE research team.

Compliance with Ethical Standards

Funding

The HOPE project is supported by the following national funding bodies under the umbrella of the Joint Program Initiative (JPI) Climate, a pan-European intergovernmental research platform: the French National Research Agency (ANR-14-JCLI-0001-03), the German Federal Ministry of Education and Research (01UV1414A), the Research Council of Norway (244,905/E10) and the Swedish Research Council for Environment, Agricultural Sciences and Spatial Planning (214–2014-1717).

Conflict of Interest:

The authors declare that they have no conflict of interest.

Ethical approval and consent to participate

All participants were given written information about the study objectives and modalities (points of assessment, length of questionnaires), data preparation and pseudonymized data storage, the expected amount of commitment, the voluntary nature of participation, and their right to withdraw at any time. Furthermore, participants were informed verbally about the study purpose and procedures and were given the chance to ask questions. All participants provided written informed consent. All countries assure that data processing and storage is done in line with European and national data protection rules. Where necessary the study procedures were approved by an ethical committee. In Norway the Norwegian Center for Research Data approved of the study (44003). In Germany the Institutional Review Board of the Medical Faculty by the University of Heidelberg approved of the study (S-611/2015). In Sweden the study was approved by the Regional Ethical Review Board in Umeå (2015/357-31Ö). In France the project

needed to fulfil the obligations of the CNIL (Commission nationale informatique et libertés), no specific ethical approval was necessary.

Appendix

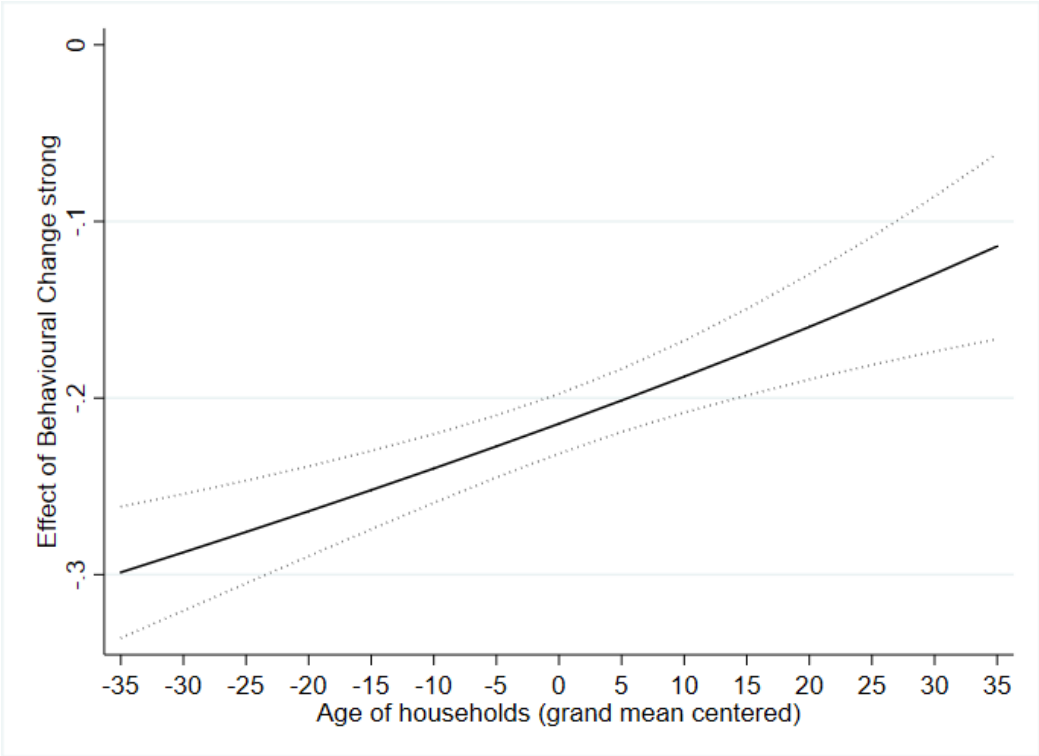


Figure A1: Margins Plot Interaction behavioural change strong and Age

The Figure shows the cross level interaction between variables behavioural change strong and age of households. The variable age is grand-mean-centred, which means that the zero point is set to the average age of the household's (46.21). As the graph shows with a rising age, the negative effect of the category behavioural change strong disappears. This is statistically significant over the whole range of the age variable.

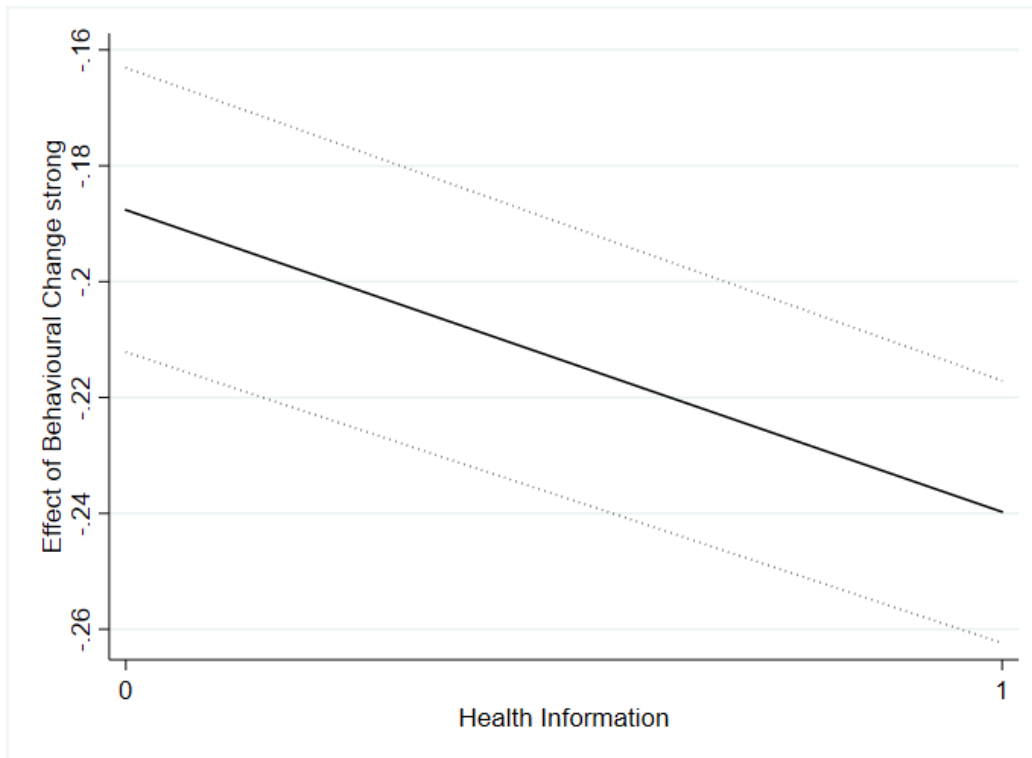


Figure A2: Margins Plot Interaction behavioural Change strong and health Information

The Figure shows the cross level interaction between variables behavioural change strong and health information. As the graph shows, if households get information about the health effect of mitigation actions the negative effect of the category behavioural change strong increases.

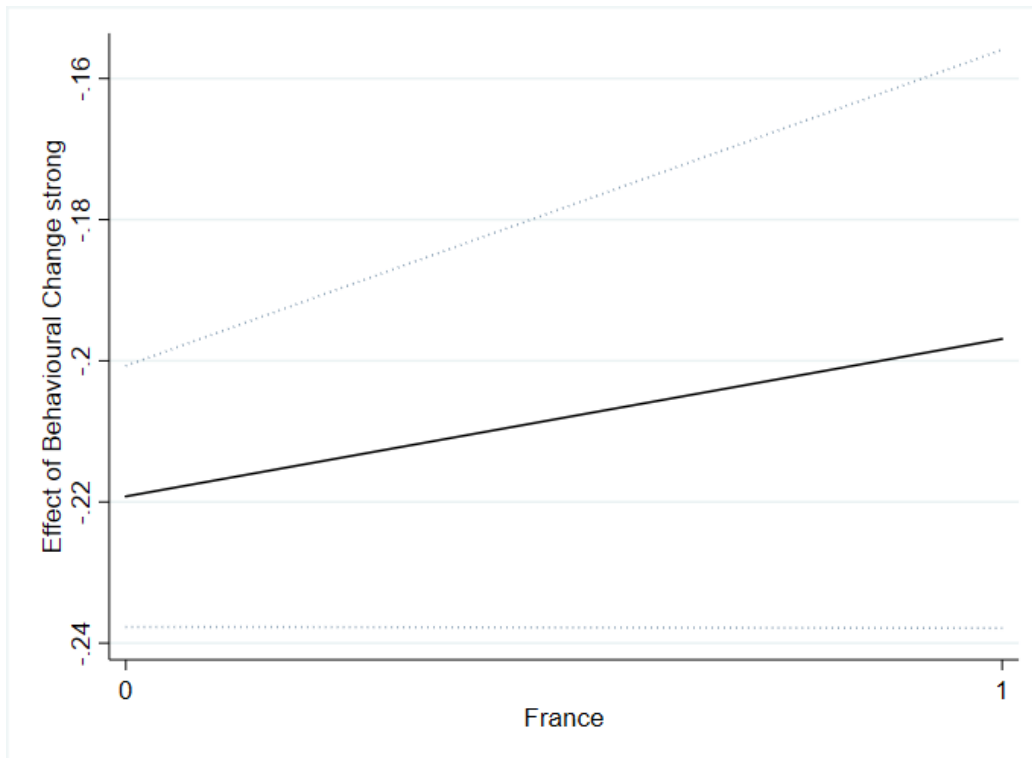


Figure A3: Margins Plot Interaction Behavioural Change strong and France

The Figure shows the cross level interaction between variables behavioural change strong and the country dummy France. As the graph shows, for French households the negative effect of the category behavioural change strong is smaller compared to German once.

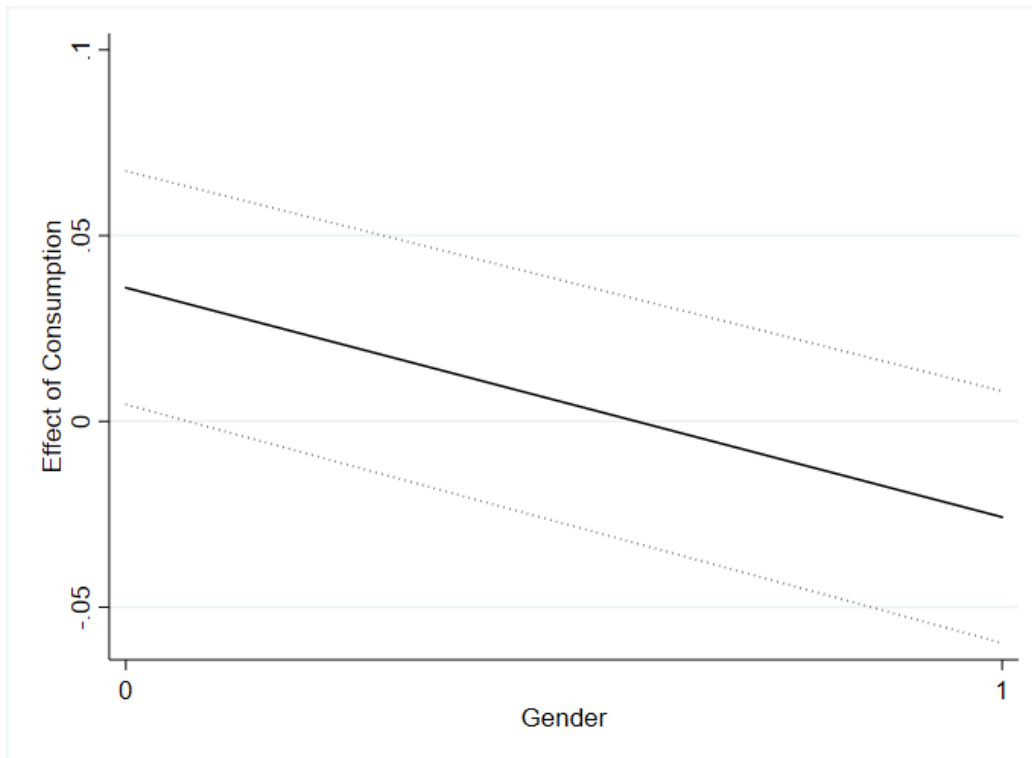


Figure A4: Margins Plot Interaction Consumption and Gender

The Figure shows the cross level interaction between variables other consumption and gender. The graph shows that the effect of other consumption turns from a positive to a negative effect depending on the gender of the households. This means that the probability to choose another consumption action differs depending on the gender. For males it is lower than for females. However, the original effect of the other consumption category is still insignificant.

Aufsatz 3: Personal Carbon Trading – Lost in the policy primeval soup?
***Sustainability* 13 (8), 4592.**

Publikation abrufbar unter: Bothner, Fabio (2021): Personal Carbon Trading – Lost in the policy primeval soup? *Sustainability* 13 (8), 4592. DOI: [10.3390/su13084592](https://doi.org/10.3390/su13084592).

Article

Personal Carbon Trading—Lost in the Policy Primeval Soup?

Fabio Bothner ^{1,2} 

¹ Institute for Political Science, University of Bamberg, 96045 Bamberg, Germany; fabio.bothner@uni-bamberg.de; Tel.: +49-951-863-2662

² Institute of Political Science, Department of Political Science III: Policy Analysis and Environmental Policy, Fern Universität in Hagen, 58084 Hagen, Germany

Abstract: The number of emission trading and carbon taxation schemes implemented has grown rapidly over the past decade. Together, they cover approximately 16% of global greenhouse gas (GHG) emissions. Although more than two-thirds of global GHG emissions are related to household consumption, approaches that directly target households, such as personal carbon trading (PCT), do not play a role in the fight against climate change. This is especially puzzling as measures taken so far are not sufficient to reach the 2 °C target. One clue to solving this puzzle comes from political science in the form of the multiple streams approach, which defines criteria that a policy proposal must meet to become part of the political agenda. Based on these criteria, this article conducts a systematic review on PCT to clarify why PCT does not play a role in the reduction of GHG emissions. The results show that there are three main problems with the PCT proposal. First, scholars often criticize the set-up costs as well as the running costs of such a system. Second, there is no clear consensus within the research community on public acceptance of PCT. Third, it is still unclear whether politicians are receptive to PCT or not.

Keywords: personal carbon trading; multiple streams approach; carbon pricing; PRISMA



Citation: Bothner, F. Personal Carbon Trading—Lost in the Policy Primeval Soup? *Sustainability* **2021**, *13*, 4592. <https://doi.org/10.3390/su13084592>

Academic Editor: Farooq Sher

Received: 22 March 2021

Accepted: 16 April 2021

Published: 20 April 2021

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2021 by the author. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introduction

The present decade is essential in the fight against global warming. According to the IPCC, the peak in annual greenhouse gas (GHG) emissions must be reached in the period between 2020 and 2030, so that the international community has a real chance of meeting the 1.5 °C target [1,2]. Although initial efforts to reduce GHG emissions have been made with the implementation of the Kyoto Protocol and the ratification of the Paris Agreement, the successes achieved so far remain sobering. In the period between 2000 and 2010, annual global GHG emissions increased by an average of 2.5 percent per year [1] (p. 46). Even though a lower average growth rate of 1.3 percent was recorded for the following years, the peak of annual GHG emissions does not seem to have been reached yet. For the year 2018, a renewed increase in the growth rate to 2.0 percent was registered [3] (p. 14). The international community must therefore drastically reduce global annual GHG emissions in the coming years in order not to miss the 1.5 °C target [4].

While there are many options for reducing greenhouse gases, in recent years carbon pricing has become not only a preferred option but a global norm in the fight against global warming [5]. As a result, the number of implemented pricing systems has increased rapidly. By December 2020, 60 carbon price initiatives were implemented, covering 16% of global greenhouse gas emissions [6]. The most common forms of carbon pricing are either carbon taxation or emission trading. Thirty-two of the implemented systems are carbon taxes and twenty-eight are emission trading schemes (ETS). However, in the shadow of these well-known pricing systems, many experimental systems have developed which can be subsumed under the label “personal carbon trading” (PCT). PCT transfers the idea of emissions trading to the level of private households. Each household receives an annual GHG budget in the form of GHG certificates. These certificates must be used for

GHG-intensive activities (such as air travel). Households that have used up their budget must buy certificates from households that have not used their budget [7]. Compared to a carbon tax or ETS, which indirectly affects households because producers pass on the additional cost of a tax or ETS to consumers [8] (pp. 70–72), [9] (p. 341), PCT addresses households directly through a personal GHG budget and thus has a different and new incentive structure (please note that both a carbon tax and an ETS can be implemented as downstream or upstream systems. While in a downstream system, fossil fuel consumers, i.e., GHG emitters, must pay the tax or purchase allowances, in an upstream system, fossil fuel (oil, gas, and coal) producers and importers must pay the tax or hold the required allowances [10]. However, under both schemes, there is a price increase for GHG-intensive products, which affects private households [8]. PCT is also characterized as a downstream system, but unlike an ETS, a PCT system (PCTS) is based at the household level rather than the corporate level). Many scientists agree that the incentive structure of PCT is superior to current systems when it comes to household emissions [11–15]. Nevertheless, so far, no PCT system has been introduced. This is particularly surprising against the background that, according to Hertwich and Peters [16], private households, with their consumption behavior, are responsible for about 72% of global greenhouse gas (GHG) emissions. Hence, this article addresses the following research question: *Why does PCT not play a role in the reduction of GHG emissions although carbon pricing in general has become increasingly important in recent years?*

To answer this question, I rely on the multiple streams framework (MSF), a theoretical framework highly popular in policy analysis [17]. The aim of the MSF is to answer the question of when a policy idea's time has come [18] (p. 1). In order to do this, the MSF divides the political system into three streams: the problem stream, the policy stream, and the political stream [18–20]. The advancement of a policy idea to the political agenda becomes likely when the three streams are "ripe", a policy window is open and a policy entrepreneur succeeds in coupling the three streams [18] (pp. 196–208), [19,20]. In this study, I focus on the policy stream which incorporates five "criteria of survival" (technical feasibility, financial feasibility, public acceptance, normative acceptance, and receptivity among decision-makers) that must be met by a policy idea to "survive" in the policy stream and to have a chance to enter the political agenda [20,21] (p. 21). The selection criteria incorporated in the MSF are a good starting point for a systematic literature review conducted on the basis of the systematic protocol of "Preferred Items for Systematic Review Recommendations" (PRISMA). The review provides an explanation for why PCT does not play an important role in the reduction of greenhouse gases by showing that PCT does not meet the criteria of financial feasibility as well as public acceptance.

2. Personal Carbon Trading—A Short Overview

The idea of PCT came up at the end of the 20th century with articles published by Fleming [22] and Hillman [23]. Both presented ideas in which private households would receive a personal GHG budget. While Hillman presents a system of personal carbon allowances (PCAs) that explicitly focuses on households, Fleming's idea of tradeable energy quotas (TEQs) also involves businesses and government organizations to create a comprehensive GHG market [7]. Those ideas formed the basis for serious policy proposals [24,25].

However, the detailed design of a PCT system (PCTS) is variable and depends on the scope, total number, and distribution of allowances, as well as the system for monitoring and trading. As with the implementation of an ETS, the scope of a PCTS must initially be defined. From a theoretical point of view, it seems desirable to cover all GHG emissions, but this is hardly feasible due to administrative constraints. Therefore, there are different proposals [26] (pp. 330–331). For example, the PCAs system only covers GHG emissions from household energy use and personal transportation, while Fleming's TEQs have a broader scope and attempt to cover GHG emissions from the entire economy by including the corporate level [7,26]. In this context, it is also necessary to clarify whether only CO₂ or all common GHG emissions should be included in the system. The next step is to

determine the total number of allowances and their distribution among private households. Since the environmental effectiveness of a PCTS depends on the correct determination and measurement of GHG emissions, it is necessary to establish an appropriate scheme for measuring and determining GHG emissions. This is especially true in the private household context [27–29]. There must also be a plan to reduce allowances over time. This plan is often based on national climate mitigation targets. The distribution of allowances to households is highly controversial and contains some normative issues [30–33]. The simplest solution seems to be an equal distribution to all residents. However, some groups might then be disadvantaged because of their circumstances. Therefore, there are ideas to increase the number of allowances for people with difficult living conditions (diseases, disabilities, etc.) [30] (p. 15). In addition, the number of allowances could also be linked to the climatic conditions of the place of residence, i.e., people living in colder areas would receive more allowances [30] (p. 15). The heart of any PCTS is a system for monitoring and trading allowances. Here, as well, there are different approaches [26,34]. The most popular idea seems to be a CO₂ debit card or app linked to a kind of bank account where individual allowances are stored [25,26,34,35]. Under such an approach, the government would transfer allowances to households on an annual or monthly basis. These allowances could be bought or sold through the exchange system or a similar platform. The great advantage of such a system is that the allowances are debited directly at the time of purchase. Thus, GHG-intensive products or services could only be consumed if a person holds the required number of allowances, making an additional penalty mechanism for non-compliance unnecessary. However, there are other ideas for monitoring and trading allowances, such as those based on compliance periods, as is the case with some ETSs [26] (pp. 330–331).

As shown, there are several ways to vary the design of a PCTS, hence it is not surprising that many ideas for budgeting household GHG emissions are circulating in the research community [36]. However, all PCT proposals have the following characteristics [37] (p. 354), [38,39]:

1. Each household or individual receives a limited GHG budget that allows GHG-intensive activities.
2. The individual budget consists of tradeable allowances. If a household exceeds its budget, it must buy additional allowances from someone who has a surplus of allowances. This leads to the introduction of a price for carbon.
3. The budget is reduced over time.
4. The scheme is mandatory, not voluntary.

Unlike other pricing instruments, PCT directly targets individuals and their GHG emissions. Given that approximately 72% of global GHG emissions are due to household consumption [16], PCT seems to be a promising way to reduce GHG emissions. Pointing out that individuals are the primary driver of emissions, some scholars argue that PCT trumps current pricing schemes because it provides a different incentive structure that directly targets households [12,14]. In addition, research has shown that there are some additional benefits of PCT, such as redistributive effects or the avoidance of carbon leakage [40,41].

Nevertheless, to my knowledge, there is no PCTS that has been implemented yet. This is particularly interesting as the number of carbon pricing initiatives has grown rapidly over the last two decades. The MSF provides us with criteria to analyze the reasons for this non-consideration of PCT in the fight against climate change.

3. The Multiple Streams Approach

First introduced by Kingdon [42], the MSF is a theoretical framework that has become increasingly popular in political science [43]. The original idea of the MSF is to explain why some policy ideas receive attention from policymakers and advance to the political agenda, while other policy ideas are ignored. The MSF assumes that the political system is organized anarchy, and is divided into three streams: the problem stream, the political stream, and the policy stream. If a policy window opens and a policy entrepreneur uses it

to couple the three “ripe” streams, a policy is likely to advance to the policy agenda and thus has good chances to actually be implemented [19,20].

The problem stream consists of all potential issues that can be considered a problem and become ripe when an issue is perceived as a problem. According to Kingdon [42] (p. 116), this could be the case if there is a “mismatch between the observed conditions and one’s conception of an ideal state”. Such a mismatch can be caused by changes in crucial indicators, such as the rise of temperature levels, or by focusing on events, such as heatwaves or wildfires [19] (p. 436). The political stream addresses the question of a policy is in line with the interests of policymakers, powerful organized interests, and public opinion (national mood). For the political stream, it is difficult to assess whether it is ready for coupling because it is much more procedural compared to the other streams and the indicators do not necessarily point in the same direction [20] (pp. 25–26). Empirical studies therefore often rely on the examination of the political-administrative system [44]. The policy stream contains the so-called “policy primeval soup” which consists of all policy proposals floating around somewhere in the political system. Not every proposal is likely to make it onto the policy agenda. Rather, the survival of a proposal depends on five selection criteria within the policy stream [18] (p. 131). If there is an acceptable policy proposal that meets the criteria of survival, the policy stream can be considered ripe.

Although the MSF is frequently used in policy research, policy scholars rarely use all elements of the MSF due to the complexity of the approach [17] (p. 912). While this is seen as a problem in parts of the MSF community, the flexibility of the MSF allows for the adaptation of the framework to the research question at hand. In the context of this systematic review, the policy stream is particularly relevant, as the rapid growth of carbon pricing systems suggests that the problem and the political stream are generally ripe in the case of carbon pricing. However, neither the problem stream nor the political stream can explain why some pricing instruments are considered, and others are not. While the problem stream is obviously ripe in the case of climate change, the political stream becomes crucial when it comes to the adoption of a policy that has reached the governmental agenda [19]. Thus, to explain why PCT has not even been seriously considered so far, we have to take a deeper look at the policy stream.

As mentioned earlier, at the heart of the policy stream is a pool of different policy ideas and proposals competing for political attention (the policy primeval soup). Through an evolutionary process, the proposals that meet the selection criteria prevail [20] (pp. 22–24). In this regard, policy experts which form the policy community play a crucial role, as they develop, discuss, and promote policy ideas [20] (p. 23). For a policy proposal to reach the political agenda it is thus necessary that the policy community supports the proposal. Within the MSA, this is the case if the proposal meets five selection criteria: technical feasibility, financial feasibility, public acceptability, normative acceptability, and receptivity among decision-makers [20] (p. 24), [45] (p. 33).

Technical feasibility addresses the question of whether a proposal is implementable based on the current state of technology, while the financial feasibility criterion addresses the question of whether the proposal is generally financeable but also whether its benefit-cost ratio is acceptable. Although a proposal may be both technically and financially feasible, it is unlikely to be seriously considered if the anticipated public resistance to the policy proposal is overwhelming. Therefore, public acceptance is another criterion for survival. Related to public acceptance is receptivity among decision-makers. Since politicians are first and foremost vote-seekers, these two criteria are generally closely correlated [19] (pp. 439–440). The last criterion is the normative acceptance within the policy community. This criterion describes the policy community’s general acceptance of a policy proposal. For example, a Keynesian policy proposal might meet all of the other selection criteria, but it will still be neglected in a monetarist policy community.

Based on these theoretical considerations, I argue that PCT has thus far not been seriously considered because it fails to meet one or more of the outlined selection criteria.

To test this hypothesis, I conducted a systematic literature review of peer-reviewed articles from the policy community.

4. Materials and Methods

Following Kundu et al. [46] and Bandau and Ahrens [47], I am conducting a systematic literature review with PRISMA. Introduced by Moher et al. [48], PRISMA aims to harmonize and ensure the quality of literature reviews. For this purpose, PRISMA provides a 27-part checklist and a four-phase flow diagram [49]. Since PRISMA was originally developed for the health care sector, “some modifications of the checklist items or flow diagram will be necessary in particular circumstances” [48] (p. 3). With a systematic literature review on adaptation to climate change and the resilience of coastal agriculture in Bangladesh, Kundu et al. [46] provide a good example for the use of PRISMA in empirical research. Therefore, this study relies strongly on their approach.

In a first step, it is necessary to clarify the overall topic of the article as well as the research question, followed by the identification of the relevant keywords (see Table 1). Afterward I define inclusion and exclusion criteria. Since PCT was originally developed and widely discussed in the UK, I only select articles written in English. Moreover, English is the main language used in academia [50]. To ensure the quality of the selected articles, only peer-reviewed articles will be considered for this review [46,47].

Table 1. Summary review protocol.

Review Steps	Information
Title	Personal Carbon Trading—Lost in the policy primeval soup?
Research question	Why does PCT not play a role in the reduction of GHG emissions although carbon pricing in general has become increasingly important in recent years? Which criteria of survival are not met by the PCT approach?
Keyword search	Personal Carbon Trading, Personal Carbon Allowances, Personal Carbon Scheme, Tradeable Energy Quotas “Personal Carbon Trading” OR “Personal Carbon Allowances” OR “Personal Carbon Scheme” OR “Tradeable Energy Quotas”
Search protocol	Title, keywords, abstracts Web of Science, Science Direct
Search strategy and initial selection Database	Inclusion: Articles that address one of the five criteria of survival (technical feasibility, financial feasibility, public acceptance, normative acceptance, receptivity among decision-makers), articles written in English, peer-reviewed papers. Exclusion: Non-English and non-peer-reviewed articles
Inclusion and exclusion criteria	

The “Web of Science” and “Science Direct” serve as databases. I use these two web search engines because they contain two of the largest multidisciplinary and trustworthy scientific databases. Since the original idea of PCT was developed by Fleming and Hillman in 1997 and 1998 respectively, the time period chosen for the search is between 1997 and 2020.

The initial search via the “Web of Science” and “Science Direct” yields 222 potentially relevant articles. To select articles for systematic review, a four-step process is followed [46,48]. A summary is given in Figure 1. In the first step (identification), the duplicate papers, as well as the papers not written in English and the non-peer-reviewed papers, are excluded. After this step, 154 articles remain. For the screening step, I rely on the title, the keywords, and the abstract to identify papers that have a focus on at least one of the five survival criteria related to PCT. While 31 papers have such a focus, 123 are excluded from the review. For the remaining 31 papers, eligibility is assessed by studying their full

text. A standardized framework is used to collect information about the bibliography and the methods (qualitative or quantitative) as well as the survival criteria addressed in an article (see Appendix A.1. Framework for Data Collection). To be relevant to this review, an article must address at least one of the five survival criteria. The evaluation of the criteria must be part of the research, which excludes articles that mention criteria only in passing and do not investigate them systematically. The eligibility step excludes 13 articles because they do not make any statements about PCT with regard to the survival criteria. The final review thus contains 18 articles, however, following Kundu et al. [46] (p. 3) an additional snowball procedure is used to find articles that may be overlooked in common databases. The snowball search is performed during the full-text review of the 31 articles that reach the third stage. I consider the cited articles that explicitly refer to one or more survival criteria. The articles identified by the snowball search are reviewed again. Six more articles can be identified, so 24 articles are used for the analysis (The list of articles used for the review can be found in Appendix A see Table A1. List of articles used).

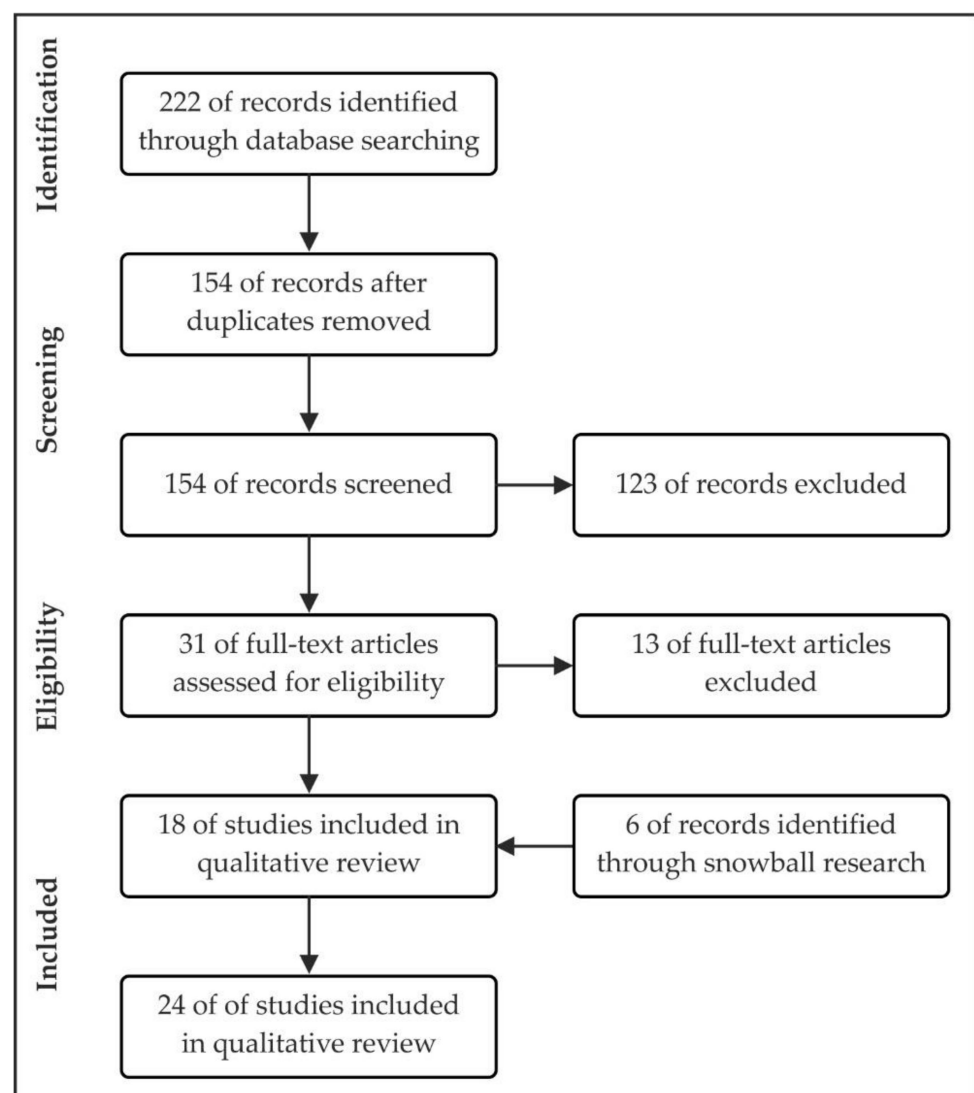


Figure 1. Flow diagram (according to Moher et al. [48]).

The objective of this review is to indicate which of the survival criteria are met or not met by the PCT approach. Therefore, it is necessary to establish rules on how to interpret the findings of an article. The assessment of the criteria is evaluated as follows:

1. Negative: The author expresses concern about the introduction of a PCT because of the criterion mentioned or sees the criterion as a general problem. Likewise, a criterion is considered negative if it is seen as disadvantageous compared to other policy alternatives.
2. Neutral: The author makes differentiated or contradictory comments on a criterion, so that no clear assignment to the negative or positive category can be made.
3. Positive: The author comments positively on a criterion or sees it as an advantage over other policy alternatives. A criterion is also considered positive if the author explicitly expresses no reservations about the criterion and its impact on implementation.

The evaluation of normative acceptance follows a slightly different scheme (in Appendix A.2. an overview can be found). After describing the method and data, I will now present and discuss the results of the review in the following chapters.

5. Results

As mentioned above, this review contains 24 articles. However, not every article addresses each survival criterion. While 14 articles provide assessments of technical feasibility, 14 papers address financial feasibility, and 16 deal with public acceptance (see Table 2). This is consistent with the observation of Fawcett [38] who mentioned that most research is done on public acceptance of PCT. The scientific community rarely addresses two of the survival criteria. First, normative acceptance, on which I could find only one article, and second, receptivity among decision-makers, which is addressed by three articles. Therefore, this review can hardly make reliable statements about these two criteria but shows that there is a research gap that needs to be filled. This is of particular interest to policy scholars, but also to practitioners (e.g., NGOs) trying to push PCT forward. While research interest in PCT has increased in recent years (even outside the UK), systematic research on implementation (and barriers) is still at an early stage.

Table 2. Overview of survival criteria and assessment.

Survival Criteria	Review Assessment ¹	Number of Reviewed Articles	Article Assessments
Technical Feasibility	✓	14	Positive: 79% Neutral: 0% Negative: 21%
Financial Feasibility	X	14	Positive: 29% Neutral: 0% Negative: 71%
Public Acceptance	-	16	Positive: 50% Neutral: 19% Negative: 31%
Normative Acceptance	-	24	Positive: 38% Neutral: 42% Negative: 21%
Receptivity among Decision-Makers	?	3	Positive: 33% Negative: 67%

¹ "✓" indicates that PCT meets a criterion, "X" indicates that PCT does not meet a criterion, "-" indicates that clear assessment is not possible, and "?" indicates that there is not enough empirical data for evaluation.

In addition to these findings, the review indicates that the majority of research on PCT is qualitative. Of the 24 articles reviewed, 16 use qualitative methods, 5 use quantitative methods, and 3 conducted a mixed-method design. It is worth noting that the methods used differ depending on the survival criterion; while researchers often rely on qualitative case studies or reviews for technical and financial feasibility, statistical models are more common for the public acceptance criteria (I return to this later). It should also be noted that many of the studies are conducted in the context of the United Kingdom. This is not surprising, as PCT has only been seriously discussed in the UK so far [26,38].

5.1. Technical Feasibility

As Table 2 shows, the assessment of technical feasibility (the technical feasibility criterion refers only to technical barriers to implementation. Legal or moral considerations are not taken into account) seems to be quite clear, 79% of the reviewed articles do not see technical aspects as a general problem for the implementation of a (PCTS). Often, researchers conclude that there are generally no technological barriers to the implementation of PCT for example [7] (p. 6871), [12,51]. However, most of these articles use qualitative methods, particularly literature reviews (8 from 14 articles). It is noticeable that the studies often refer to a central study by the Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA) of the United Kingdom. In 2006, Secretary of State David Miliband began promoting the idea of personal carbon allowances. As a result, DEFRA was commissioned to conduct a pre-feasibility study on PCT [12,38]. This comprehensive study was completed in 2008 and addressed a variety of issues related to PCT, including: equity and distributional impacts, social acceptability, economic and technical feasibility as well as effectiveness. [12]. While the DEFRA overall concludes that PCT is a policy “ahead of its time”, it also mentions that “no insurmountable technical barriers were identified to the introduction of a personal carbon trading scheme [. . .]” [52] (p. 3). When it comes to assessing the technical feasibility of PCT, many authors refer to DEFRA’s opinion. An exception is the article by Al-Guthmy and Yan [53], which uses road transport in Kenya as an example to show how a PCTS could be integrated into existing infrastructure, highlighting potential opportunities and barriers. Overall, they conclude that both infrastructure and cost are not significant barriers to implementing a PCTS [53] (p. 1152). To be clear, the research is focused on Kenya and thus it is difficult to generalize the result. Nevertheless, the authors mentioned, “Even though our work focused on Kenyan road transport, it provides a reasonable starting point for consideration by other developing countries and would benefit from complementary research in other major sectors, such as agriculture (for example through policies such as Payment for Environmental Services)” [53] (p. 1156).

However, there are also studies that are more critical. For example, Brohé [54] points out that it is technically difficult to capture transboundary emissions when a PCTS is implemented nationally or regionally. This seems especially important for border regions in the EU where people are able to bypass a PCTS by buying products in the neighboring countries that do not have a PCTS. Moreover, Guzman and Clapp [55], who conducted interviews with experts in various fields (e.g., financial services, climate policy, clean technology) on carbon pricing instruments, show that there are concerns about the time needed to develop a technically feasible solution.

To sum up, while there are some critical voices about technical feasibility, the majority of researchers do not see technical issues as the main problem for implementing a PCTS. However, one point that is often mentioned in connection with technical feasibility is the administrative complexity and associated financial costs of a PCTS. This seems to be a major concern of many researchers, as I show in the next chapter.

5.2. Financial Feasibility

The survival criterion “financial feasibility” is mentioned by 14 articles. A total of 71% of them express concerns about the financial feasibility of a PCTS (see Table 2). The main argument for this is the administrative complexity of PCT. For example, Lockwood [56] (p. 458) points out “probably the biggest challenge for PCT in practice is its transaction costs, which are likely to be large because of an irreducible core of administrative needs”. However, most of the reviewed articles are identical to those for technical feasibility, meaning that researchers often address both criteria within the same article. However, this also means that most articles use qualitative literature reviews and again rely heavily on DEFRA’s [52] assessment. The DEFRA [52] (p. 4) concludes that: “[. . .] the costs identified are very significant. Estimates of the likely set-up costs of the type of scheme explored ranged between £700 million and £2 billion, and the running costs £1–2 billion per annum”. While some of the researchers question the level of costs estimated by DEFRA [7,34], most

agree that the costs of operating a PCTS are much higher than for alternative schemes such as a carbon tax or an ETS. Still, there are other opinions, Al-Guthmy and Yan [53] do not see financial costs as a major problem for operating a PCTS in Kenya. However, as mentioned above, these results are hard to generalize. Furthermore, Eyre [34] (p. 443) agrees that the costs for a PCTS are higher than for alternative systems, but does not see financial arguments as the major barrier for the implementation:

“[. . .] The former are very large costs, but still small compared with the losses of welfare predicted if climate change is unabated—several percentage points of GDP (see, e.g., Stern, 2006). This implies that the critical test for PCT is whether its effectiveness is significantly higher than alternative policy designs rather than the size of administration and transaction costs”.

In summary, many of the articles reviewed argue that the financial costs of a PCTS are one of the biggest barriers to implementation. Thus, this could be at least one reason why PCT has not gained success in the policy stream so far.

5.3. Public Acceptance

Public acceptance is one of the most popular research areas when it comes to PCT. Therefore, it is also the criterion addressed by the largest number of articles. In addition, the methodological variance is much higher than for the other criteria. While about 38% of the articles use surveys or interviews, some use mixed-methods approaches (19%) and others conduct literature reviews (43%). In contrast to the previous survival criteria, there is no clear opinion on the public acceptance of PCT. As Table 2 shows, eight of the 16 reviewed articles do not see public acceptance as a barrier to the adoption of a PCTS or even argue that public acceptance is an advantage of PCT compared to other pricing systems. However, three articles address the point of public acceptance but do not provide a clear assessment, and at least five articles show concerns about PCT and its public acceptance.

During the review, it became increasingly clear that the assessment of public acceptance depends very much on the research design and the country in which a study was conducted. For example, with only one exception, every article that does not see public acceptance as a barrier to adoption either relies on studies conducted in the United Kingdom (in the case of literature reviews) or uses a sample of UK citizens (in the case of survey studies). In contrast, the articles that have concerns about PCT have been conducted primarily outside the United Kingdom. For example, two articles were based on Swedish samples showing that the Swedish population favors a carbon tax over a PCT [57,58]. As the authors of both studies noted, the results may be biased by the fact that Sweden already introduced a carbon tax in 1991 and people are more willing to rely on instruments that have already been implemented. Of the studies with a negative assessment, only the study by Parag and Eyre [37] refers to the UK. In addition, there have been some studies that do not make a clear statement about public acceptance. These articles often use literature reviews to show results from different studies. For example, Starkey [51] who reviewed five studies on PCT acceptance, showed that there is no clear evidence on public acceptance of PCT.

Hence, with respect to public acceptance, this review cannot provide a clear evaluation, but it shows that the assessment of public acceptance strongly depends on the research design. In particular, the Swedish cases show that it is necessary to take national circumstances, such as already implemented climate mitigation measures, into account. Therefore, it seems necessary to evaluate public acceptance in the context of the country where PCT should be implemented.

5.4. Normative Acceptance

Normative acceptance has been poorly addressed in the research community. Of the articles reviewed, only Parag and Eyre [37] deal with this survival criterion by explicitly examining the barriers to personal carbon trading in the political arena. In their study, they look at the so-called advocacy coalition (a concept that is much like the policy community

in the MSA). They identify two advocacy coalitions with different attitudes toward climate change. The first coalition wants to address climate change through behavioral change, while the other focuses on technological innovation. For the behavioral change supporters, PCT seems more conceivable than for supporters of a technological solution [37] (p. 364). Looking at these two groups, Parag and Eyre [37] (p. 364) conclude: “judging by the current instrument mix, the advocacy coalitions of technology supporters and market solutions, although not overwhelmingly predominant, are currently stronger. For them, PCT does not address the key problem”. Based on their findings, normative acceptance within the policy community does not appear to be very strong. However, the study focuses on the United Kingdom and is therefore not generalizable.

In the absence of other studies on this survival criterion, I decided to look for general statements about PCT within the reviewed articles. This approach gives an indication of the normative acceptance of researchers studying PCT. It should be noted that there could be a bias, as people tend to engage with topics they are convinced about. Therefore, these researchers may be more positive about PCT than the general research and policy community. As Table 2 shows, 38% of authors feel positive about PCT, as evidenced by statements such as: “The conclusion is that PCT is a promising and timely policy idea” [7] (p. 6868) or “Consequently, as the highly ambitious commitment deadlines made in the Paris Agreement draw closer, policy instruments such as PCT are becoming more worthy of a thorough exploration and will become even more relevant on a global scale” [53] (p. 1156). To the same extent, there are also researchers who have a more differentiated opinion or do not make general statements about PCT. At least 21% of the authors have a critical perspective on PCT. For example, Starkey [51] (p. 28) states: “However, to date, proponents [of PCT] have not, at least in the view of this author, made a compelling case for the implementation of PCT”.

Since these scholars should have, in general, a more positive view of PCT, it appears that PCT does not have a majority of supporters throughout the whole research community, making it difficult to gain acceptance in the policy community.

5.5. Receptivity among Decision-Makers

Similar to the normative acceptability criterion, receptivity among decision-makers has not yet been systematically studied. Three articles address this criterion. First and foremost is the article by Parag and Eyre (2010). In their article they link the acceptance of politicians to the engagement of prominent social groups, arguing “[...] that PCT would be perceived by politicians as politically acceptable if it were put on the agenda by prominent social groups that have no opportunistic interest in the idea [...]” [37] (p. 358). Such groups may include NGOs, think tanks, or academic institutions. The two authors do not see strong support from such social groups and conclude that there will not be strong support for PCT from politicians either. The second study by Fawcett and Parag [26] comes to a similar assessment and draws the conclusion that: “Critics of PCT could fairly argue [...] that it is not currently popular politically and that PCT has no major interest groups lobbying in its favour” [26] (p. 334). In examining the adoption of a PCTS for California, however, Niemeier et al. [59] (p. 3446) are somewhat more positive, arguing that the political feasibility, and thus popularity, of a policy proposal, depends largely on the cost, fairness, and distributional effects of the policy. They conclude that the PCTS they propose could be more efficient, fairer, and more progressive than other systems and should therefore be politically more feasible.

Nevertheless, this review cannot make any assumptions about the political acceptability of PCT due to the lack of empirical evidence, but it clearly shows that there is a large research gap that should be addressed through further research.

6. Discussion

Before interpreting the results, it should be noted that this review does not include country-specific results published in country-specific, non-English journals. Therefore, it

cannot be ruled out that some of the identified problems of PCT may occur to a greater or lesser extent in some countries. Country-specific characteristics could make PCTS more or less feasible [60]. These could be technical limitations, which can be an issue for the least developed and developing countries, but also cultural aspects of the general opinion on climate change [61]. In addition, the type of regime (democracy or autocracy) can have an impact on a country's ability to take climate mitigation action [62]. However, this review can only provide a general overview of the problems of PCT.

Apart from this limitation, the review shows that PCT is indeed a political proposal that seems to be stuck in the policy stream. Many scientists point out that the administrative complexity and associated financial costs of a PCTS are the main obstacles to implementation. Estimates range from ten to forty times higher annual running costs compared to upstream systems such as carbon taxation and emission trading [7] (p. 6871), [34] (p. 442). However, new digital approaches with technologies such as blockchain, apps, etc. could be a way to at least reduce the running costs of such a system [63,64]. This is particularly interesting in light of the fact that the COVID-19 pandemic is a driver for increasing digitalization [65,66]. So, it could be that the administrative burden, and thus the costs, will drop sharply as governments begin to digitize citizen data. A further issue is public acceptance of a PCTS. Although many researchers do not see public acceptance as a major problem or even see it as an advantage of PCT over carbon taxation and emission trading, there are an almost equal number of researchers who doubt that PCT will be supported by the majority of the population. Therefore, policymakers are dealing with a divided research community, which is not helpful for implementation. This is particularly critical because personal acceptance is linked to the receptivity of decision-makers. As Herweg et al. [19] point out, politicians are vote- and office-seekers and therefore sensitive to public opinion, particularly in the case of redistributive policies such as PCT [67] (p. 299). Public acceptance is thus also an indication of receptivity among decision-makers, for which I could find only three studies. However, as mentioned earlier, the research design, as well as the country in which a study is conducted, seems to be particularly important for the criterion of public acceptance. Therefore, practitioners who wish to advance a national PCT should consider national circumstances and their effects on public opinion. The research community itself is unclear about PCT, as evidenced by the criteria for normative acceptance. While there are some researchers who really push the idea of PCT, others are critical. The results suggest that there is not an overwhelming majority within the policy community that shows acceptance for PCT.

In general, there is less research on PCT compared to other pricing systems like carbon taxation and emission trading. This could be an additional point why PCT has not been implemented to date. Research is particularly needed on normative acceptance and the receptiveness of decision-makers. In summary, the results of the review suggest that the policy stream is not "ripe", which may be one reason why PCT has not played a role in reducing GHG emissions to date.

7. Conclusions

The aim of this study was to conduct a policy evaluation on PCT using the survival criteria of the MSF approach. To do this, I conducted a systematic literature review according to the PRISMA guidelines. The results of the review show that the PCT proposal is indeed stuck in the policy stream. The main reasons for this seem to be the financial costs of a PCT and the disagreement of the research community about the criterion of public acceptance. As mentioned above, public acceptance seems to be particularly important for a radically new idea such as PCT, as it also influences the receptiveness of decision-makers. Furthermore, the limited research on PCT could be another obstacle. PCT, therefore, does not seem to reach the political agenda in the near future, but this does not mean that it is impossible in the long term. Nevertheless, practitioners and NGOs could also do something to push PCT forward. Based on the results of this review, I have the following suggestions. First, it is necessary to develop a specific PCT proposal for the implementation

area that considers the unique characteristics of this area. Second, I propose working with experts in the field of carbon pricing to develop the PCT proposal and gain acceptance from the research community. Third, it must be shown that the majority of residents support the idea of the PCT, or at least that there is no major opposition to it. This is especially important to gain the support of politicians. One way to achieve this public support could be to introduce a voluntary pilot system. Fourth, it must be demonstrated that the costs of the PCTS are not disproportionately higher than for other pricing systems, or at least that the effectiveness of the PCT justifies the higher implementation and operating costs.

In general, the introduction of a PCTS will only be possible if many researchers, practitioners, and politicians support the idea. This could be the case, especially in pioneer countries. If we see implementation in a frontrunner country, it is possible that we will see a similar evolution as in the case of carbon taxation, which was first introduced by the Nordic pioneers (such as Finland, Norway, Denmark, and Sweden) before becoming a global norm to combat climate change.

Funding: Open Access is funded by the University of Bamberg.

Institutional Review Board Statement: Not applicable.

Informed Consent Statement: Not applicable.

Data Availability Statement: The data presented in this study are available on request from the corresponding author.

Acknowledgments: I thank Frank Bandau, Linda Spielmann and Tijana Lujic for helpful comments and suggestions, as well as Svenja Schrader and Lea Maurer for research assistance and help with data collection.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

Appendix A

Appendix A.1. Framework for Data Collection

1. Bibliographic information
2. Does the paper address any of the five criteria and if so which ones? Technical Feasibility Financial Feasibility Public Acceptance Normative Acceptance Receptivity among Decision-Makers
3. Which research methods are used and to which methodological category can they be assigned (qualitative or quantitative)?
4. Which assessments are made regarding the criteria mentioned (negative, positive, neutral)?
5. Can the assessments made be generalized or do they relate only to a particular object of study?
6. Are there any general comments on PCT (positive or negative)?
7. Other things worth mentioning?

Table A1. List of articles used.

Nr.	Bibliographic Information
1	Al-Guthmy, F.M.O.; Yan, W. Mind the gap: personal carbon trading for road transport in Kenya. <i>Climate Policy</i> 2020 , <i>20</i> , 1141–1160.
2	Bristow, A.L.; Wardman, M.; Zanni, A.M.; Chintakayala, P.K. Public acceptability of personal carbon trading and carbon tax. <i>Ecological Economics</i> 2010 , <i>69</i> , 1824–1837.
3	Brohé, A. Personal carbon trading in the context of the EU Emissions Trading Scheme. <i>Climate Policy</i> 2010 , <i>10</i> , 462–476.
4	Eyre, N. Policing carbon: design and enforcement options for personal carbon trading. <i>Climate Policy</i> 2010 , <i>10</i> , 432–446.

Table A1. Cont.

Nr.	Bibliographic Information
5	Fawcett, T. Carbon Rationing and Personal Energy Use. <i>Energy & Environment</i> 2004 , <i>15</i> , 1067–1083.
6	Fawcett, T. Personal carbon trading: A policy ahead of its time? <i>Energy Policy</i> 2010 , <i>38</i> , 6868–6876.
7	Fawcett, T. Personal carbon trading: is now the right time? <i>Carbon Management</i> 2012 , <i>3</i> , 283–291.
8	Fawcett, T.; Parag, Y. An introduction to personal carbon trading. <i>Climate Policy</i> 2010 , <i>10</i> , 329–338.
9	Fleming, D. Tradable quotas: using information technology to cap national carbon emissions. <i>Eur. Env.</i> 1997 , <i>7</i> , 139–148.
10	Guzman, L.I.; Clapp, A. Applying personal carbon trading: a proposed ‘Carbon, Health and Savings System’ for British Columbia, Canada. <i>Climate Policy</i> 2017 , <i>17</i> , 616–633.
11	Harwatt, H.; Tight, M.; Bristow, A.L.; Gühnmann, A. Personal carbon trading and fuel price increases in the transport sector: An exploratory study of public response in the UK. <i>European transport: international journal of transport economics, engineering and law</i> 2011 , <i>16</i> , 47–70.
12	Hobbs, B.F.; Bushnell, J.; Wolak, F.A. Upstream vs. downstream CO ₂ trading: A comparison for the electricity context. <i>Energy Policy</i> 2010 , <i>38</i> , 3632–3643.
13	Hou, F.; Ma, J.; Shabbir, M.; Fu, Y. The Social Acceptability of Personal Carbon Trading in China. <i>Public Policy and Administration Research</i> 2014 , <i>4</i> , 39–47.
14	Howell, R.A. Living with a carbon allowance: The experiences of Carbon Rationing Action Groups and implications for policy. <i>Energy Policy</i> 2012 , <i>41</i> , 250–258.
15	Jagers, S.C.; Löfgren, Å.S.A.; Stripple, J. Attitudes to personal carbon allowances: political trust, fairness and ideology. <i>Climate Policy</i> 2010 , <i>10</i> , 410–431.
16	Larsson, J.; Matti, S.; Nässén, J. Public support for aviation policy measures in Sweden. <i>Climate Policy</i> 2020 , <i>20</i> , 1305–1321.
17	Lockwood, M. The economics of personal carbon trading. <i>Climate Policy</i> 2010 , <i>10</i> , 447–461.
18	Niemeier, D.; Gould, G.; Karner, A.; Hixson, M.; Bachmann, B.; Okma, C.; Lang, Z.; Heres Del Valle, D. Rethinking downstream regulation: California’s opportunity to engage households in reducing greenhouse gases. <i>Energy Policy</i> 2008 , <i>36</i> , 3436–3447.
19	Parag, Y.; Eyre, N. Barriers to personal carbon trading in the policy arena. <i>Climate Policy</i> 2010 , <i>10</i> , 353–368.
20	Parag, Y.; Strickland, D. Personal Carbon Trading: A Radical Policy Option for Reducing Emissions from the Domestic Sector. <i>Environment: Science and Policy for Sustainable Development</i> 2010 , <i>53</i> , 29–37.
21	Starkey, R. Personal carbon trading: A critical survey Part 2: Efficiency and effectiveness. <i>Ecological Economics</i> 2012 , <i>73</i> , 19–28.
22	Wadud, Z. Personal tradable carbon permits for road transport: Why, why not and who wins? <i>Transportation Research Part A: Policy and Practice</i> 2011 , <i>45</i> , 1052–1065.
23	Wallace, A.A.; Irvine, K.N.; Wright, A.J.; Fleming, P.D. Public attitudes to personal carbon allowances: findings from a mixed-method study. <i>Climate Policy</i> 2010 , <i>10</i> , 385–409.
24	Xie, Q.; Wu, J.; Shabbir, M.; Fu, Y. Public Acceptability of Personal Carbon Trading in China: an Empirical Research. <i>Journal of Energy Technologies and Policy</i> , <i>12</i> .

Appendix A.2. Evaluation Scheme Normative Acceptance

1. Negative: An author makes an explicitly negative statement about PCT or its introduction.
2. Neutral: An author takes a differentiated view of PCT or makes no further statements beyond the research interest.
3. Positive: An author makes an explicitly positive statement about PCT (e.g., by highlighting benefits beyond the actual research interest) or its introduction.

References

1. Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climate change 2014. Synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*; Intergovernmental Panel on Climate Change: Geneva, Switzerland, 2014.
2. Intergovernmental Panel on Climate Change. *Global Warming of 1.5 °C. An IPCC Special Report on the Impacts of Global Warming of 1.5 °C above Pre-Industrial Levels and Related Global Greenhouse Gas Emission Pathways, in the Context of Strengthening the Global Response to the Threat of Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty*; Intergovernmental Panel on Climate Change: Geneva, Switzerland, 2018.
3. Olivier, J.G.J.; Peters, J.A.H.W. *Trends in Global CO₂ and Total Greenhouse Gas. Emissions: 2019 Report, 2020*; PBL Netherlands Environmental Assessment Agency: The Hague, The Netherlands, 2020.
4. Höhne, N.; Elzen, M.D.; Rogelj, J.; Metz, B.; Fransen, T.; Kuramochi, T.; Olhoff, A.; Alcamo, J.; Winkler, H.; Fu, S.; et al. Emissions: World has four times the work or one-third of the time. *Nat. Cell Biol.* **2020**, *579*, 25–28. [[CrossRef](#)]
5. Thisted, E.V.; Thisted, R.V. The diffusion of carbon taxes and emission trading schemes: The emerging norm of carbon pricing. *Environ. Politics* **2019**, *29*, 804–824. [[CrossRef](#)]
6. World Bank. Carbon Pricing Dashboard. 2020. Available online: https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/map_data (accessed on 7 June 2020).
7. Fawcett, T. Personal carbon trading: A policy ahead of its time? *Energy Policy* **2010**, *38*, 6868–6876. [[CrossRef](#)]
8. Orzag, P.R. Implications of a Cap-and-Trade Program for Carbon Dioxide Emissions. In *Carbon Tax and Cap-and-Trade Tools. Market-Based Approaches for Controlling Greenhouse Gases*; Burney, N.E., Ed.; Nova Science Publishers: New York, NY, USA, 2010; pp. 63–80.
9. Cramton, P.C.; Kerr, S. Tradeable carbon permit auctions. How and why to auction not grandfather. *Energy Policy* **2002**, *30*, 333–345. [[CrossRef](#)]
10. Ramseur, J.L.; Parker, L. Carbon Tax and Greenhouse Gas Control: Options and Considerations for Congress. In *Carbon Tax and Cap-and-Trade Tools. Market-Based Approaches for Controlling Greenhouse Gases*; Burney, N.E., Ed.; Nova Science Publishers: New York, NY, USA, 2010; pp. 1–62.
11. Parag, Y.; Strickland, D. *Personal Carbon Budgeting: What People Need to Know, Learn and Have in order to Manage and Live within a Carbon Budget, and the Policies that Could Support Them. UKERC Research Report, Demand Reduction Theme*; UK Energy Research Centre: London, UK, 2009.
12. Parag, Y.; Strickland, D. Personal Carbon Trading: A Radical Policy Option for Reducing Emissions from the Domestic Sector. *Environ. Sci. Policy Sustain. Dev.* **2010**, *53*, 29–37. [[CrossRef](#)]
13. Lewis, A.; Capstick, S. *Personal Carbon Trading: A View from Psychology and Behavioural Economics*; Institute of Public Policy Research: London, UK, 2008.
14. Capstick, S.B.; Lewis, A. Effects of personal carbon allowances on decision-making: Evidence from an experimental simulation. *Clim. Policy* **2010**, *10*, 369–384. [[CrossRef](#)]
15. Woerdman, E.; Bolderdijk, J.W. Emissions trading for households? A behavioral law and economics perspective. *Eur. J. Law Econ.* **2017**, *44*, 553–578. [[CrossRef](#)]
16. Hertwich, E.G.; Peters, G.P. Carbon Footprint of Nations: A Global, Trade-Linked Analysis. *Environ. Sci. Technol.* **2009**, *43*, 6414–6420. [[CrossRef](#)]
17. Engler, F.; Herweg, N. Of Barriers to Entry for Medium and Large n Multiple Streams Applications: Methodological and Conceptual Considerations. *Policy Stud. J.* **2017**, *47*, 905–926. [[CrossRef](#)]
18. Kingdon, J.W. *Agendas, Alternatives, and Public Policies*; Addison-Wesley: Boston, MA, USA; Longman: New York, NY, USA, 1995.
19. Herweg, N.; Huß, C.; Zohlnhöfer, R. Straightening the three streams: Theorising extensions of the multiple streams framework. *Eur. J. Political Res.* **2015**, *54*, 435–449. [[CrossRef](#)]
20. Herweg, N.; Zahariadis, N.; Zohlnhöfer, R. The Multiple Streams Framework: Foundations, Refinements, and Empirical Applications. In *Theories of the Policy Process*, 4th ed.; Weible, C.M., Sabatier, P.A., Weible, C.M., Eds.; Routledge: Oxfordshire, UK, 2017; pp. 17–53.
21. Herweg, N. Explaining European agenda-setting using the multiple streams framework: The case of European natural gas regulation. *Policy Sci.* **2015**, *49*, 13–33. [[CrossRef](#)]
22. Fleming, D. *Tradable Quotas: Setting Limits to Carbon Emissions*; Elm Farm Research Centre: Newbury, UK, 1997.
23. Hillman, M. Carbon Budget Watchers. *Town Ctry. Plan.* **1998**, *67*, 305.
24. Fawcett, T. Investigating Carbon Rationing as a Policy for Reducing Carbon Dioxide Emissions from UK Household Energy Use. Ph.D. Thesis, University of London, London, UK, 2005.
25. Starkey, R.; Anderson, K. *Domestic Tradable Quotas: A Policy Instrument for Reducing Greenhouse Gas Emissions from Energy Use*; Technical Report No. 39; Tyndall Centre for Climate Change Research: Norwich, UK, 2005.
26. Fawcett, T.; Parag, Y. An introduction to personal carbon trading. *Clim. Policy* **2010**, *10*, 329–338. [[CrossRef](#)]
27. Padgett, J.P.; Steinemann, A.C.; Clarke, J.H.; Vandenbergh, M.P. A comparison of carbon calculators. *Environ. Impact Assess. Rev.* **2008**, *28*, 106–115. [[CrossRef](#)]
28. Harangozo, G.; Szigeti, C. Corporate carbon footprint analysis in practice – With a special focus on validity and reliability issues. *J. Clean. Prod.* **2017**, *167*, 1177–1183. [[CrossRef](#)]

29. Büchs, M.; Bahaj, A.S.; Blunden, L.; Bourikas, L.; Falkingham, J.; James, P.; Kamanda, M.; Wu, Y. Promoting low carbon behaviours through personalised information? Long-term evaluation of a carbon calculator interview. *Energy Policy* **2018**, *120*, 284–293. [[CrossRef](#)]
30. Starkey, R. Personal carbon trading: A critical survey. *Ecol. Econ.* **2012**, *73*, 7–18. [[CrossRef](#)]
31. Starkey, R. Assessing common(s) arguments for an equal per capita allocation. *Geogr. J.* **2010**, *177*, 112–126. [[CrossRef](#)]
32. Starkey, R. Allocating emissions rights: Are equal shares, fair shares? *Tyndall Cent Work. Pap.* **2008**, *118*, 1–76.
33. Randalls, S. Broadening debates on climate change ethics: Beyond carbon calculation. *Geogr. J.* **2010**, *177*, 127–137. [[CrossRef](#)]
34. Eyre, N. Policing carbon: Design and enforcement options for personal carbon trading. *Clim. Policy* **2010**, *10*, 432–446. [[CrossRef](#)]
35. Rousseaux, S. Personal carbon card: Prospects and challenges. In Proceedings of the International Multi-Conference on Complexity, Informatics and Cybernetics, Orlando, FL, USA, 6–9 April 2010; pp. 225–229.
36. Bohnenberger, K. Money, Vouchers, Public Infrastructures? A Framework for Sustainable Welfare Benefits. *Sustainability* **2020**, *12*, 596. [[CrossRef](#)]
37. Parag, Y.; Eyre, N. Barriers to personal carbon trading in the policy arena. *Clim. Policy* **2010**, *10*, 353–368. [[CrossRef](#)]
38. Fawcett, T. Personal carbon trading: Is now the right time? *Carbon Manag.* **2012**, *3*, 283–291. [[CrossRef](#)]
39. Fawcett, T. Carbon Rationing and Personal Energy Use. *Energy Environ.* **2004**, *15*, 1067–1083. [[CrossRef](#)]
40. Li, J.; Fan, J.; Zhao, D.; Wang, S. Allowance price and distributional effects under a personal carbon trading scheme. *J. Clean. Prod.* **2015**, *103*, 319–329. [[CrossRef](#)]
41. Bothner, F. Personal Carbon Trading als eine Alternative zu CO₂-Steuer und ETS? Eine Analyse der Verteilungseffekte von Personal Carbon Allowances am Beispiel der Bundesrepublik Deutschland. *Z. Umweltpolit. Umweltr.* **2020**, *11*, 105–122.
42. Kingdon, J.W. *Agendas, Alternatives, and Public Policies*; Little Brown and Co: Boston, MA, USA, 1984.
43. Jones, M.D.; Peterson, H.L.; Pierce, J.J.; Herweg, N.; Bernal, A.; Raney, H.L.; Zahariadis, N. A River Runs Through It: A Multiple Streams Meta-Review. *Policy Stud. J.* **2016**, *44*, 13–36. [[CrossRef](#)]
44. Sager, F.; Thomann, E. Multiple streams in member state implementation: Politics, problem construction and policy paths in Swiss asylum policy. *J. Public Policy* **2016**, *37*, 287–314. [[CrossRef](#)]
45. Zahariadis, N.; Herweg, N. The multiple streams approach. In *The Routledge Handbook of European Public Policy*; Zahariadis, N., Buonanno, L., Eds.; Routledge Taylor & Francis Group: London, UK; New York, NY, USA, 2018; pp. 32–41.
46. Kundu, S.; Kabir, M.E.; Morgan, E.A.; Davey, P.; Hossain, M. Building Coastal Agricultural Resilience in Bangladesh: A Systematic Review of Progress, Gaps and Implications. *Climate* **2020**, *8*, 98. [[CrossRef](#)]
47. Bandau, F.; Ahrens, L. The impact of partisanship in the era of retrenchment: Insights from quantitative welfare state research. *J. Eur. Soc. Policy* **2020**, *30*, 34–47. [[CrossRef](#)]
48. Moher, D.; Liberati, A.; Tetzlaff, J.; Altman, D.G.; The PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Med.* **2009**, *6*, e1000097. [[CrossRef](#)]
49. Liberati, A.; Altman, D.G.; Tetzlaff, J.; Mulrow, C.; Gøtzsche, P.C.; Ioannidis, J.P.A.; Clarke, M.; Devereaux, P.J.; Kleijnen, J.; Moher, D. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: Explanation and elaboration. *PLoS Med.* **2009**, *6*, e1000100. [[CrossRef](#)]
50. Hamel, R.E. The dominance of English in the international scientific periodical literature and the future of language use in science. *AILA Rev.* **2007**, *20*, 53–71. [[CrossRef](#)]
51. Starkey, R. Personal carbon trading: A critical survey Part 2: Efficiency and effectiveness. *Ecol. Econ.* **2012**, *73*, 19–28. [[CrossRef](#)]
52. Department for Environment, Food and Rural Affairs. *Synthesis Report on the Findings from Defra's Pre-Feasibility Study into Personal Carbon Trading*; Department for Environment, Food and Rural Affairs: London, UK, 2008.
53. Al-Guthmy, F.M.O.; Yan, W. Mind the gap: Personal carbon trading for road transport in Kenya. *Clim. Policy* **2020**, *20*, 1141–1160. [[CrossRef](#)]
54. Brohé, A. Personal carbon trading in the context of the EU Emissions Trading Scheme. *Clim. Policy* **2010**, *10*, 462–476. [[CrossRef](#)]
55. Guzman, L.I.; Clapp, A. Applying personal carbon trading: A proposed 'Carbon, Health and Savings System' for British Columbia, Canada. *Clim. Policy* **2016**, *17*, 616–633. [[CrossRef](#)]
56. Lockwood, M. The economics of personal carbon trading. *Clim. Policy* **2010**, *10*, 447–461. [[CrossRef](#)]
57. Larsson, J.; Matti, S.; Nässén, J. Public support for aviation policy measures in Sweden. *Clim. Policy* **2020**, *20*, 1305–1321. [[CrossRef](#)]
58. Jagers, S.C.; Löfgren, Å.; Stripple, J. Attitudes to personal carbon allowances: Political trust, fairness and ideology. *Clim. Policy* **2010**, *10*, 410–431. [[CrossRef](#)]
59. Niemeier, D.; Gould, G.; Karner, A.; Hixson, M.; Bachmann, B.; Okma, C.; Lang, Z.; Del Valle, D.H.; Rowangould, G. Rethinking downstream regulation: California's opportunity to engage households in reducing greenhouse gases. *Energy Policy* **2008**, *36*, 3436–3447. [[CrossRef](#)]
60. Fawcett, T. Personal carbon trading in different national contexts. *Clim. Policy* **2010**, *10*, 339–352. [[CrossRef](#)]
61. Liu, Y. Residents' Willingness and Influencing Factors on Action Personal Carbon Trading: A Case Study of Metropolitan Areas in Tianjin, China. *Sustainability* **2019**, *11*, 369. [[CrossRef](#)]
62. Bättig, M.B.; Bernauer, T. National Institutions and Global Public Goods: Are Democracies More Cooperative in Climate Change Policy? *Int. Org.* **2009**, *63*, 281–308. [[CrossRef](#)]
63. Pan, Y.; Zhang, X.; Wang, Y.; Yan, J.; Zhou, S.; Li, G.; Bao, J. Application of Blockchain in Carbon Trading. *Energy Procedia* **2019**, *158*, 4286–4291. [[CrossRef](#)]

-
64. Satoh, I. IT-enabled Personal-level Carbon Emission Allowance. *Procedia Comput. Sci.* **2014**, *32*, 665–672. [[CrossRef](#)]
 65. Barnes, S.J. Information management research and practice in the post-COVID-19 world. *Int. J. Inf. Manag.* **2020**, *55*, 102175. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
 66. Faraj, S.; Renno, W.; Bhardwaj, A. Unto the breach: What the COVID-19 pandemic exposes about digitalization. *Inf. Organ.* **2021**, *31*, 100337. [[CrossRef](#)]
 67. Lowi, T.J. Four Systems of Policy, Politics, and Choice. *Public Adm. Rev.* **1972**, *32*, 298–310. [[CrossRef](#)]

Aufsatz 4: Personal Carbon Trading als eine Alternative zu CO₂-Steuer und ETS? Eine Analyse der Verteilungseffekte von Personal Carbon Allowances am Beispiel der Bundesrepublik Deutschland. *Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht* 43 (2), 105-122.

Publikation abrufbar unter: Bothner, Fabio (2020): Personal Carbon Trading als eine Alternative zu CO₂-Steuer und ETS? Eine Analyse der Verteilungseffekte von Personal Carbon Allowances am Beispiel der Bundesrepublik Deutschland. *Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht* 43 (2), 105-122.

Zeitschrift für Umweltpolitik & Umweltrecht

Beiträge zur rechts-,
wirtschafts- und sozialwissenschaftlichen
Umweltforschung

2/2020

Juni 2020, 43. Jahrgang

Seiten 105–224

Herausgeber-Gremium:

Prof. Dr. Andreas Diekmann,
Departement Geistes-, Sozial- und Staatswissen-
schaften, ETH Zürich

Prof. Dr. Edeltraud Günther,
Lehrstuhl für betriebliche Umweltökonomie,
Technische Universität Dresden

Prof. Dr. Ekkehard Hofmann,
Lehrstuhl für Öffentliches Recht, insbesondere
Umweltrecht, Universität Trier

Prof. Dr. Eckard Reh binder,
Institut für Rechtsvergleichung,
Universität Frankfurt am Main

Prof. Dr. Dirk Rüb belke,
TU Bergakademie Freiberg

Prof. Dr. Reimund Schwarze,
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung, Leipzig
und Europa-Universität Viadrina, Frankfurt (Oder)

Prof. Dr. Jale Tosun,
Institut für Politische Wissenschaft,
Universität Heidelberg

Abhandlungen

Fabio Bothner
Personal Carbon Trading als eine Alternative zu
CO₂-Steuer und ETS? Eine Analyse der Verteil-
lungseffekte von Personal Carbon Allowances
am Beispiel der Bundesrepublik Deutschland

Ingo Gentes
Entwicklungen des deutschen und europäischen
knappheitsgewichteten Wasserfußabdrucks:
Hotspots und Problemprodukte

Ulrich Hartung und Simon Schaub
Risikotechnologie in der Kommunalpolitik

Patric Velte
Corporate Sustainability Committees, Chief
Sustainability Officers and Environmental Perfor-
mance – Empirical evidence from European firms

Impressum

Die Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht
43. Jahrgang

dfv' Mediengruppe

Verlag: *Deutscher Fachverlag GmbH*

Gründer: *Wilhelm Lorch* †

Geschäftsführung: *Peter Esser (Sprecher)*,

Sönke Reimers (Sprecher), *Markus Gotta*,

Peter Kley

Aufsichtsrat: *Andreas Lorch*, *Catrin Lorch*,

Peter Ruß, *Angela Wisken*

Adresse: Mainzer Landstraße 251, 60326 Frankfurt am Main,
www.dfv.de

Gesamtverlagsleitung Fachmedien Recht und Wirtschaft:

RA Torsten Kutschke

Tel. 069 7595-1151, Telefax: 069 7595-1150

E-Mail-Adresse: torsten.kutschke@dfv.de

Chefredaktion und presserechtlich verantwortlich:

Prof. Dr. Reimund Schwarze

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ Leipzig und

Europa-Universität Viadrina, Frankfurt (Oder)

Permoserstr. 15

04318 Leipzig

Tel. 0341 235-1607

Fax.: 0341 235-1836

E-Mail: reimund.schwarze@ufz.de

Begründet von Prof. Dr. Meinolf Dierkes, Prof. Dr. Karl-Heinrich Hansmeyer †, Prof. Dr. Renate Mayntz und Prof. Dr. Jürgen Salzwedel

Herausgeber-Gremium:

Prof. Dr. Andreas Diekmann

Prof. Dr. Edeltraud Günther

Prof. Dr. Ekkehard Hofmann

Prof. Dr. Eckard Reh binder

Prof. Dr. Dirk Rüb belke

Prof. Dr. Reimund Schwarze

Prof. Dr. Jale Tosun

Herausgeber-Beirat:

Prof. Dr. Eberhard Bohne

Hochschule für Verwaltungswissenschaften insbes.

Prof. Dr. Wolfgang Buchholz

Fakultät Wirtschaftswissenschaften,

Lehrstuhl für Finanzwissenschaft insbes.

Umweltökonomie, Universität Regensburg

Prof. Dr. Thomas Dyllick

Institut für Wirtschaft und Ökologie,

Universität St. Gallen

Prof. Dr. Alfred Endres

FB Wirtschaftswissenschaft, FernUniversität Hagen

Prof. Dr. Erik Gawel,

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung - UFZ und Universität Leipzig, Institut für Infrastruktur und Ressourcenmanagement

Prof. Dr. Franz-Theo Gottwald

Vorstand, Schweisfurth-Stiftung

Prof. Dr. Konrad Hagedorn

Lebenswissenschaftlichen Fakultät,

Humboldt-Universität zu Berlin

Prof. Dr. Ulrich Hampicke

Botanisches Institut, Universität Greifswald

Dr. Klaus Jacob

Forschungsstelle für Umweltpolitik, Freie Universität Berlin

Prof. Dr. Martin Jänicke

Forschungsstelle für Umweltpolitik,

Freie Universität Berlin

Prof. Dr. Peter Knoepfel

Institut des Hautes Etudes en Administration

Publique, Universität Lausanne,

Chavannes-près-Renens

Dr. Hans-Jochen Luhmann

Wuppertal Institut

Prof. Dr. Peter Nijkamp

Department of Regional Economics,

Vrije Universiteit Amsterdam

Prof. Dr. Dirk Rüb belke

TU-Bergakademie Freiberg

Prof. Dr. Dr. Klaus Töpfer

Institut für Advanced Sustainability Studies - IASS Potsdam

Vertrieb: *Konrad Eckes*, Tel. 069 7595-1154

Anzeigen: *Eva Triantafyllidou*, Tel. 069 7595-2713

Bereichsleitung Finanzen und Medienservices:

Thomas Berner, 069 7595-1147

Leitung Produktion: *Hans Dreier*, 069 7595-2463

Leitung Logistik: *Ilija Sauer*, 069 7595-2201

Kundenservice: Tel. 069 7595-2788

Fax: 069 7595-2760

Erscheinungsweise: vierteljährlich

Erscheinungstermine:

März, Juni, September, Dezember

Jahresbezugspreis für das Inland: EUR 509,50 (inkl. Versandkosten und MwSt.). Ermäßigter Jahresbezugspreis für Studenten bei Vorlage der Studienbescheinigung: EUR 161,69.

Einzelpreis des Heftes: EUR 118,99. EU-Jahresbezugspreis mit ID-Nr.: EUR 479,46 (inkl. Versandkosten); Weltpreis: jährlich EUR 482,59 (inkl. Versandkosten). Luftpost auf Anfrage.

Nicht eingegangene Exemplare können nur bis 10 Tage nach Erscheinen des nachfolgenden Heftes kostenlos reklamiert werden.

Die Abonnementsgebühren sind im voraus zahlbar.

Abbestellungsfrist nur mit dreimonatiger Frist zum Ende des jeweiligen Berechnungszeitraums möglich.

Anzeigenpreisliste: Nr. 29 vom 1. 1. 2020

Bankverbindungen:

Frankfurter Sparkasse Frankfurt am Main

Kto.-Nr. 34926 IBAN DE56 5005 0201 0000 0349 26

BLZ 500 502 01 SWIFT BIC HELADEF 1822

Commerzbank

Kto.-Nr. 586 555 500 IBAN DE68 5004 0000 0586 5555 00

BLZ 500 400 00 SWIFT BIC COBADEFF XXX

Satz: Lichtsatz Michael Glaese GmbH,

Hildastraße 4, 69502 Hemsbach

Druck: medienhaus Plump GmbH,

Rolandsecker Weg 33, 53619 Rheinbreitbach

Gedruckt auf umweltfreundlich-chlorfreiem Papier

Der Innenteil der ZFU Zeitschrift für das gesamte Lebensmittelrecht ist auf matt Recyclingpapier oberflächengeleimt aus 100 % Altpapieranteilen ohne optische Aufheller gedruckt.

Alle veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Ohne Genehmigung des Verlages ist eine Verwertung strafbar. Dies gilt auch für die Vervielfältigung per Kopie, die Aufnahme in elektronische Datenbanken und für die Vervielfältigung auf CD-ROM.

Mit der Annahme zur Veröffentlichung überträgt der Autor dem Verlag das ausschließliche Verlagsrecht für die Zeit bis zum Ablauf des Urheberrechts.

Diese Rechteübertragung bezieht sich insbesondere auf das Recht des Verlages, das Werk zu gewerblichen Zwecken per Kopie (Mikrofilm, Fotokopie, CD-ROM oder andere Verfahren) zu vervielfältigen und/oder in elektronische oder andere Datenbanken aufzunehmen.

Im Deutschen Fachverlag, Fachmedien Recht und Wirtschaft erscheinen außerdem folgende Fachzeitschriften: Betriebsberater (BB), Compliance-Berater (CB), Datenschutz-Berater (DSB), Europäisches Wirtschafts- und Steuerrecht (EWS), Zeitschrift zum Innovations- und Technikrecht (InTer), Kommunikation & Recht (K&R), Netzwirtschaften & Recht (N&R), Recht Automobil Wirtschaft (RAW), Recht der Finanzinstrumente (RdF), Recht der Zahlungsdienste (RdZ), Recht der Internationalen Wirtschaft (RIW), Sanierungs-Berater (SanB), Der Steuerberater (StB), Wettbewerb in Recht und Praxis (WRP), Zeitschrift für Wett- und Glücksspielrecht (ZfWG), Zeitschrift für das gesamte Handels- und Wirtschaftsrecht (ZHR), Zeitschrift für das gesamte Lebensmittelrecht (ZLR), Zeitschrift für Neues Energierecht (ZNER) und Zeitschrift für Vergleichende Rechtswissenschaft (ZVglRWiss).

ISSN: 0931-0983

© 2020 Deutscher Fachverlag GmbH, Frankfurt am Main

Personal Carbon Trading als eine Alternative zu CO₂-Steuer und ETS? Eine Analyse der Verteilungseffekte von Personal Carbon Allowances am Beispiel der Bundesrepublik Deutschland

Fabio Bothner, Bamberg

Zusammenfassung

Der folgende Artikel befasst sich mit den Verteilungseffekten von Personal Carbon Allowances (PCA) in Bezug auf die Bundesrepublik Deutschland. Dabei wird der Frage nachgegangen, ob PCA ein geeignetes Instrument darstellen, um einen progressiven Klimaschutz zu gewährleisten. Ein Personal Carbon Allowances Scheme (PCAS) führt innerhalb der Bevölkerung dann zu einer Umverteilung, wenn ein signifikanter und positiver Zusammenhang zwischen dem Einkommen und den durch das PCAS abgedeckten Treibhausgasemissionen von Haushalten besteht. Sollte dies für die Bundesrepublik der Fall sein, könnten PCA eine Alternative zu den bisher gängigen regressiven Bepreisungssystemen sein. Um dieser Frage nachzugehen, werden die Daten des europäischen Forschungsprojekts „Household Preferences for Reducing Greenhouse Gas Emissions in Four European High Income Countries“ (HOPE) mit Hilfe regressionsbasierter Verfahren ausgewertet. Über alle berechneten Regressionsmodelle hinweg zeigt sich ein signifikanter positiver Zusammenhang zwischen dem Einkommen und den Treibhausgasemissionen. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass die Einführung eines PCAS auch in Deutschland zu einer Umverteilung beitragen würde.

Summary

The following Article concentrates on the distributional effects of Personal Carbon Allowances (PCA) using Germany as an example. It focuses on the question of whether a Personal Carbon Allowances Scheme (PCAS) could be a socially compatible instrument for climate mitigation. A PCAS leads to redistribution if there is a significant positive correlation between the greenhouse gas emissions (GHG-emissions) covered by the PCAS and the income of personal households. If this is the case for Germany, PCA could be an alternative to common pricing systems (Carbon Taxation and Emission Trading). To clarify if there is indeed such a correlation, data from the European research project „Household Preferences for Reducing Greenhouse Gas Emissions in Four European High Income Countries“ (HOPE) is used to run different regression models. The results shows that there is a significant positive correlation.

Hence, I conclude that an implementation of a PCAS would lead to a redistributive effect, at least for Germany.

1. Einleitung

Die ‚Fridays for Future‘-Demonstrationen und das Verfehlen der deutschen Klimaschutzziele für 2020 haben den Klimaschutz wieder in den Mittelpunkt der politischen Debatte gerückt. Als Folge präsentierte die Bundesregierung am 20.09.2019 ihre Eckpunkte für ein Klimaschutzprogramm 2030. Kernstück des Programms ist die Bepreisung von CO₂ via eines nationalen Emission Trading System (ETS) (Bundesregierung 2019, S. 4).¹ Das vorgelegte Klimaschutzprogramm sieht sich jedoch großer Kritik ausgesetzt. Nicht nur Verbände sondern auch führende Wissenschaftler bemängeln den niedrigen CO₂-Einstiegspreis von 10 Euro pro Tonne CO₂ (Ismar 2019; Die Tageszeitung 2019; Bundesregierung 2019, S. 4). Dabei befindet sich die Bundesregierung in einem Dilemma: Zum einen muss ein hoher CO₂-Preis erreicht werden, um Anreize zur Reduktion zu schaffen. Zum anderen muss Klimaschutz sozialverträglich sein, um die politische Durchsetzbarkeit der Klimaschutzmaßnahmen zu gewährleisten. Nicht zuletzt die Gelbwesten-Proteste in Frankreich zeigen, dass Klimaschutz auf Kosten von Geringverdienern nicht möglich bzw. zielführend ist. Jedoch haben alle gängigen CO₂-Bepreisungsoptionen (namentlich CO₂-Steuer und ETS) die selbe Schwachstelle: Sie belasten prozentual gesehen die mittleren und unteren Einkommensschichten stärker als einkommensstarke Schichten (Congressional Budget Office 2000; Menges und Traub 2012, S. 350f.; Wier et al. 2005) und somit Personen, die bereits aufgrund ihres sozioökonomischen Status einen niedrigen CO₂-Fußabdruck aufweisen (Sköld et al. 2018).

Es stellt sich somit die Frage, wie ein effektiver aber gerechter Klimaschutz gestaltet sein muss. Abseits der üblichen Kompensationsmethoden, könnte das sogenannte Personal Carbon Trading (PCT) eine alternative Möglichkeit bieten. Entwickelt in den 1990ern von Hillman und Fleming, ist PCT in Großbritannien von einer radikalen Idee zu einem ernst zu nehmenden Politikvorschlag gereift (Fawcett 2010, S. 6868). Nichtsdestotrotz hat sich in der Forschungsliteratur noch kein einheitliches Verständnis von PCT gebildet, weshalb unter dem Begriff verschiedene Systeme zusammengefasst werden. Die derzeit gängigen Ideen von PCT sehen vor, dass private Haushalte handelbare CO₂-Zertifikate (CO₂-Budget) zugeteilt bekommen. Personen müssen für Tätigkeiten, die CO₂ ausstoßen, einen Teil ihrer Zertifikate aufwenden (Hillman 1998). Hat eine Person ein größeres Budget als sie benötigt, kann sie einen Teil des Budgets in Form von Zertifikaten verkaufen. Im Gegensatz dazu muss eine Person, die ihr Budget aufgebraucht hat, Zertifikate kaufen, um ihren CO₂-Bedarf zu decken. PCT unterscheidet sich somit deutlich von den bisher gängigen Bepreisungs-

¹ Wird im Weiteren von CO₂ gesprochen, schließt das auch seine Äquivalente (CO_{2e}), die durch andere Treibhausgase verursacht werden, mit ein.

systemen, die bei Produzenten und Unternehmen ansetzen und nach dem Top-Down-Prinzip agieren. Daher ist es legitim zu fragen, ob PCT für Deutschland ein geeignetes Instrument darstellt, um einen progressiven Klimaschutz zu gewährleisten. Um dieser Frage nachzugehen, werden in diesem Artikel die Daten des europäischen Forschungsprojekts „Household Preferences for Reducing Greenhouse Gas Emissions in Four European High Income Countries“ (HOPE) ausgewertet. Es wird gezeigt, dass ein Personal Carbon Allowances Scheme (PCAS), das eine spezielle Form des PCT darstellt, nicht nur untere Einkommensschichten entlastet, sondern im Falle Deutschlands automatisch zu einer Umverteilung beiträgt. Dies ist besonders vor dem Hintergrund, dass auch in Deutschland die Einkommensungleichheit wächst (Grabka et al. 2019), von besonderem Interesse.

Der Artikel ist folgendermaßen aufgebaut: Zunächst werden die zwei prominentesten Spielarten von PCT dargestellt. Anschließend wird erläutert, unter welchen Umständen ein PCAS zu einer Umverteilung beiträgt. Der darauffolgende Abschnitt erläutert die verwendeten Daten und die vorgenommene Operationalisierung. Es folgen die Analyse und die Diskussion der Ergebnisse. Im abschließenden Fazit werden die Befunde nochmals kurz zusammengefasst.

2. Personal Carbon Trading

Obwohl PCT in Großbritannien als eine ernst zu nehmende Policy-Option gilt, spielt ein solches System in der Bundesrepublik, zumindest im politischen Tagesgeschehen, keine Rolle. Nicht ganz unbedeutend hierfür könnte der Umstand sein, dass PCT wie erläutert als Sammelbegriff für verschiedene Systeme dient. Am bekanntesten sind dabei die Systeme der Personal Carbon Allowances (PCA) und der Tradable Energy Quotas (TEQs) (Fawcett 2010, S. 6869; Duscha 2014, S. 12).

2.1. Die zwei Spielarten von PCT: PCA und TEQs

In seinem Artikel „Carbon Budget Watchers“ entwickelte Hillman (1998) die Idee eines persönlichen CO₂-Budgets. Im Laufe der Jahre wurde sein Ansatz unter dem Begriff PCA weiterentwickelt und präzisiert (Hillman und Fawcett 2004; Meyer und Bruges 2015). Ein PCAS sieht vor, dass jede Person eine identische Anzahl an handelbaren CO₂-Zertifikaten (CO₂-Budget) bekommt, unabhängig von Geschlecht, Alter, Bildung oder Einkommen (die Zertifikate von Minderjährigen werden dabei von den Eltern bzw. dem gesetzlichen Vormund des Kindes verwaltet). Dabei wird die Anzahl der Zertifikate anhand des mittleren CO₂-Ausstoßes aller Bürger/innen bestimmt und über die Zeit hinweg reduziert. Die Reduktion richtet sich zumeist nach den nationalen Klimaschutzzielen des jeweiligen Staates (Fawcett 2010). Die grundsätzliche Idee ist, dass eine Person prinzipiell für jede Tätigkeit, die CO₂ ausstößt, einen Teil ihrer Zertifikate aufwenden muss (Hillman 1998). Hat eine Person ein größeres Budget als sie benötigt, kann sie einen Teil des Budgets in Form von Zertifika-

ten verkaufen. Im Gegensatz dazu muss eine Person, die ihr Budget aufgebraucht hat, Zertifikate kaufen, um ihren CO₂-Bedarf zu decken. Jedoch kann ein PCAS nicht alle Emissionen einer Person erfassen, da dies einen enormen planerischen und regulatorischen Aufwand bedeuten würde und mit erheblichen Eingriffen in die Privatsphäre verbunden wäre. Daher wird, wie auch bei bisher gängigen ETS, nur ein gewisser prozentualer Anteil der Gesamtemissionen erfasst. Bisherige PCA Konzeptionen sehen vor sowohl Emissionen aus dem öffentlichen und individual Verkehr abzudecken als auch Emissionen mit einzubeziehen, die durch den im Haushalt anfallenden Energiebedarf entstehen (Duscha 2014, S. 18).

TEQs sowie PCA basieren auf derselben Grundidee. Von Fleming (1997) entwickelt, stellt ein System der TEQs eine Symbiose aus ETS und PCA dar. Im Gegensatz zu PCA sind bei TEQs nicht nur Privatpersonen Teil des Systems, sondern auch jegliche Arten von Organisationen (Duscha 2014, S. 13). Ziel ist es einen gemeinsamen Kohlenstoffmarkt zu schaffen, der die Gesamtemissionen einer Volkswirtschaft abdeckt (Fawcett 2010, S. 6869). Während Privatpersonen Zertifikate frei zugeteilt bekommen, müssen Organisationen diese bei nationalen Auktionen ersteigern (Duscha 2014, S. 15). Darüber hinaus sind beide Systeme weitestgehend kongruent. Die Zertifikate sind sowohl bei PCA als auch bei TEQs frei handelbar und repräsentieren eine festgelegte Menge an CO₂-Emissionen. Da der Fokus dieser Arbeit auf privaten Haushalten und deren Emissionen liegt, konzentriert sich dieser Artikel im Weiteren auf PCA.

2.2. PCA: Ent- statt Belastung für untere und mittlere Einkommen?

Mit dem Aufkommen neuer Anreizsysteme zur Reduktion des CO₂-Ausstoßes hat sich in der Forschungsgemeinschaft nicht nur eine lebhafte Debatte um deren Effektivität entwickelt (siehe Haites 2018; Haites et al. 2018; Metcalf, 2019; Villoria-Sáez et al., 2016; 9), sondern auch um die sozialen Konsequenzen, die mit solchen Systemen verbunden sind (Menges und Traub 2012). Verschiedene Studien haben gezeigt, dass es sich bei den bisher gängigen Bepreisungssystemen um regressive Instrumente handelt (Congressional Budget Office 2000; Grainger und Kolstad 2010; Menges und Traub 2012, S. 350ff.; Wier et al. 2005). Sowohl eine CO₂-Steuer als auch ein ETS arbeiten nach dem Top-Down-Prinzip, das heißt, sie setzen bei Produzenten und Unternehmen an, entweder indem ein fester Preis für den Ausstoß von CO₂ festgelegt wird oder indem sogenannte handelbare CO₂-Zertifikate ausgegeben werden, die dem Besitzer erlauben, CO₂ zu emittieren. Bei beiden Optionen etabliert sich ein Preis für den Ausstoß von CO₂ und somit ein Anreiz, möglichst wenig Treibhausgase auszustoßen. Die Implementierung eines Bepreisungssystems führt, unabhängig davon, ob eine CO₂-Steuer oder ein ETS eingeführt wird, auf lange Sicht zu höheren Kosten, vor allem für energieintensive Branchen. Entweder müssen Unternehmen die Kosten für die Emissionen in Form einer direkten Steuer bzw. durch den Kauf von Zertifikaten entrichten oder sie müssen Investitionen tätigen, um ihren Ausstoß

zu verringern (Burney 2010, S. 70). Es ist davon auszugehen, dass Unternehmen diese Kosten nicht allein tragen, sondern in Form von höheren Preisen, zumindest teilweise, an ihre Konsumenten weitergeben (Burney 2010, S. 71; Mathur und Adele 2012). Diese Weitergabe der Kosten belastet Haushalte mit einem niedrigen bis mittleren Einkommen prozentual stärker als Haushalte mit einem hohen Einkommen (Graininger und Kolstad 2010; Wier et al. 2005). Das ist zumindest dann der Fall, wenn keine zusätzlichen Kompensationsmaßnahmen getroffen werden, die ihrerseits mit nicht intendierten Konsequenzen einhergehen können (Menges und Traub 2012, S. 352).

Da ein PCAS jedem Bürger die gleiche Menge an CO₂-Zertifikaten zur Verfügung stellt, tritt das Problem der Regressivität nicht auf. Mehr noch, ein solches System kann voraussichtlich sogar eine progressive Verteilungswirkung entfalten. Dies ist dann der Fall, wenn ein signifikanter und positiver Zusammenhang zwischen dem Einkommen einer Person und ihrem CO₂-Fußabdruck besteht. Da das CO₂-Budget über den mittleren CO₂-Ausstoß aller Bürger/innen berechnet wird, muss es sowohl Personen mit einem CO₂-Fußabdruck über dem Mittelwert als auch Personen mit einem CO₂-Fußabdruck unter dem Mittelwert geben. Daher sollten statistisch gesehen Personen ab einem gewissen Einkommen den vorgegebenen Mittelwert und somit auch ihr persönliches CO₂-Budget überschreiten. Diese Personen haben die Wahl zwischen zwei Möglichkeiten: Entweder sie reduzieren ihren CO₂-Ausstoß oder sie kaufen CO₂-Zertifikate von Personen die den Mittelwert unterschreiten und damit ihr Budget nicht aufbrauchen. Wird Option 2, also der Kauf von Zertifikaten präferiert, kommt es zu einer Umverteilung von einer höheren zu einer niedrigeren Einkommensschicht. Personen mit geringem CO₂-Fußabdruck werden belohnt. Gleichzeitig etabliert sich ein Preis für CO₂, was zu einer Internalisierung von Kosten führt und einen Anreiz zur Reduktion schafft (Haites et al. 2018). Anders als bei den bisher gängigen Systemen sind daher keine Kompensationszahlungen nötig, vielmehr handelt es sich bei einem PCAS um ein selbstregulierendes System.

Die Umverteilungswirkung eines PCAS ist jedoch von zwei Unsicherheitsfaktoren abhängig. Erstens kommt es, wie bereits dargelegt, nur dann zu einer Umverteilung, wenn es einen signifikanten positiven Zusammenhang zwischen dem Einkommen und dem CO₂-Fußabdruck einer Person gibt. Zweitens kann ein PCAS nicht alle Treibhausgasemissionen einer Person erfassen, da dies mit verwaltungstechnischen und datenschutzrechtlichen Problemen verbunden ist. Wenn jedoch nur ein gewisser prozentualer Anteil der Gesamtemissionen erfasst wird, muss neben einem generellen auch ein spezieller Zusammenhang zwischen den durch das PCAS abgedeckten Emissionen und dem Einkommen einer Person bestehen.

Daraus ergibt sich die folgende Hypothese:

Ein PCAS führt in Deutschland nur dann zu einer Umverteilung, wenn es einen signifikanten und positiven Zusammenhang zwischen dem Einkommen und den durch das PCAS abgedeckten Treibhausgasemissionen einer Person gibt.

3. Personal Carbon Allowances – ein Klimaschutzinstrument, das untere und mittlere Einkommen entlastet? Eine Analyse auf Basis der HOPE-Daten

Nachdem dargelegt wurde, unter welchen Voraussetzungen PCA zu einer Entlastung von unteren und mittleren Einkommensschichten bzw. zu einer Umverteilung führen, wird in diesem Kapitel untersucht, ob diese Voraussetzungen für die Bundesrepublik Deutschland gegeben sind. Zunächst werden dazu der verwendete Datensatz und die Methodik genauer erläutert. Darauf folgen die Operationalisierung, die statistische Analyse und schließlich die Präsentation und Interpretation der Ergebnisse.

3.1. Datensatz

Als Grundlage für die anstehenden Berechnungen dient der Datensatz des europäischen Forschungsprojekts HOPE. Von Juni 2016 bis Juni 2017 interviewte das HOPE-Team 309 Haushalte in vier europäischen Großstädten (Communauté-de-Pays-d'Aix in Frankreich, Mannheim in Deutschland, Bergen in Norwegen und Umeå in Schweden).² Neben einer Vielzahl von sozioökonomischen Merkmalen wie Geschlecht, Alter, Bildung und Einkommen wurde auch der CO₂-Fußabdruck der befragten Haushalte erfasst. Dieser enthält nicht nur die CO₂-Emissionen der Haushalte, sondern auch alle Treibhausgase, die als CO₂-Äquivalente gemessen werden. Um den CO₂-Fußabdruck zu ermitteln, wurden für ein Jahr sowohl die direkten als auch indirekten Emissionen der Haushalte erfasst (Herrmann et al. 2017). In Mannheim wurden insgesamt 106 Haushalte befragt. Da dieser Artikel sich auf die Bundesrepublik Deutschland konzentriert, werden die Mannheimer Daten für die weiteren Berechnungen verwendet. Eine weiterführende Beschreibung zur Datenerhebung findet sich in Herrmann et al. (2017).

Zwar enthalten die HOPE-Daten detaillierte Informationen über die sozioökonomischen Merkmale und den Treibhausgasausstoß, jedoch gibt es auch einige Limitierungen. Wenn es um die Berechnung von statistischen Maßzahlen geht, stellen 106 Haushalte eine eher geringe Fallzahl dar. Hinzu kommt, dass die Daten nicht auf einer Zufallsstichprobe beruhen. Jedoch konnte für die Mannheimer Stichprobe gezeigt werden, dass die Verteilung von zentralen Merkmalen wie Alter und Geschlecht der Verteilung Gesamtdeutschlands weitestgehend entspricht. Trotzdem sollten diese Limitierungen bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden.

3.2. Methodik

Um zu ergründen ob ein signifikanter positiver Zusammenhang zwischen dem Einkommen und den durch das PCAS abgedeckten Treibhausgasemissionen eines Haus-

² Repräsentativ für den Haushalt wurde jeweils eine Person, welche zu diesem Zeitpunkt über 18 Jahre alt war, interviewt.

haltes vorliegt, wird anhand der folgenden Formel zunächst ein bivariates lineares Regressionsmodell berechnet:

$$\hat{Y}_i = \beta_0 + \beta_1 x_i$$

Neben dem CO₂-Fußabdruck als abhängige Variable und dem Einkommen als unabhängige Variable werden weitere Kontrollvariablen in das Modell aufgenommen, um auszuschließen, dass der vermutete Zusammenhang über Drittvariablen vermittelt ist (siehe hierzu Kapitel 3.3). Es ergibt sich ein multivariates lineares Regressionsmodell:

$$\hat{Y}_i = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_j x_j$$

Basierend auf den Ergebnissen der Regressionsmodelle kann errechnet werden, ab welchem Einkommen eine Person statistisch gesehen ihr CO₂-Budget überschreitet. Hierfür ist eine Auflösung der Regressionsgleichung notwendig (siehe Appendix). Für die einzelnen Einkommensschichten kann somit die Differenz zwischen dem geschätzten CO₂-Ausstoß und dem zur Verfügung stehenden CO₂-Budget bestimmt werden.³ Beruhend auf der Einschätzung des CO₂-Preises durch die ‚Carbon Pricing Leadership Coalition‘ (2017) kann errechnet werden, in welchem Maße die verschiedenen Einkommensgruppen von PCA profitieren oder zusätzlich belastet werden.

3.3. Operationalisierung

Wie bereits erläutert, werden zur Analyse Individualdaten auf Ebene der Haushalte verwendet. Da die Haushalte eine unterschiedliche Anzahl an Personen aufweisen, ist es notwendig, die verwendeten Variablen zu normieren. Der Artikel folgt dabei dem Vorgehen von Sköld et al. (2018, S. 4048), das auf der „modified scale“ der OECD beruht. Hierbei weder sogenannte „Consumption Units“ (CUs) berechnet, mithilfe derer die Werte der einzelnen Variablen normiert werden. Die CUs ergeben sich wie folgt: Einer CU wird für den ersten Erwachsenen jedes Haushalts der Wert 1 zugeteilt; für jeden weiteren Erwachsenen wird der Wert 0.5 und für jedes Kind ein Wert von 0,3 addiert (Sköld et al. 2018, S. 4048; OECD 2013). Ein Haushalt mit drei Erwachsenen und zwei Kindern würde daher den Wert 2,6 (1+2*0,5+2*0,3) zugewiesen bekommen. Die CUs werden individuell für jeden Haushalt berechnet. Anschließend werden die metrischen Variablen, wie z. B. das Einkommen oder der CO₂-Fußabdruck, durch den Wert der CU geteilt. Die Werte der Variablen werden somit auf einen Einpersonenhaushalt normiert. Wird im Weiteren von Haushalten gesprochen, sind immer Einpersonenhaushalte gemeint.

³ Die Einteilung der Einkommensschichten beruht auf Berechnungen des Instituts der Deutschen Wirtschaft (2019), die auf Grundlage des Sozio-oekonomischen Panels (SOEP) vorgenommen wurden.

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die in der Regressionsanalyse verwendeten Variablen. Neben dem jährlichen CO₂-Fußabdruck und dem monatlichen Einkommen werden auf Basis bisheriger Ergebnisse weitere Kontrollvariablen in das Modell aufgenommen. Bestehende Studien unterscheiden zwischen demographischen, ökonomischen und kognitiven bzw. verhaltensbasierten Determinanten des CO₂-Fußabdrucks (Baiocchi et al. 2010; Büchs und Schnepf 2013, Xu et al. 2015). Um diese Bereiche zu repräsentieren, werden die Determinanten: Alter (demographisch), Bildung und Umweltbewusstsein (kognitiv bzw. verhaltensbasiert) in das Regressionsmodell inkludiert.

Tabelle 1: Variablen Regressionsanalyse

Abhängige Variable	Operationalisierung
CO ₂ -Fußabdruck	Zur Bestimmung des CO ₂ -Fußabdrucks werden nicht nur die direkten, sondern auch die indirekten jährlichen GHG-Emissionen eines Haushalts erfasst. Die Definition des Fußabdrucks entspricht der von Wiedmann und Minx (2008). Der Fußabdruck wird anhand der jeweiligen CU des Haushalts normiert und ist in Kilogramm angegeben. Wie in Kapitel 2.1 dargelegt, erfasst ein PCAS nicht alle Emissionen eines Haushalts, sondern nur Emissionen, die im Bereich der Mobilität sowie des Haushaltes entstehen. Unter Berücksichtigung der Umsetzbarkeit eines solchen Systems werden daher zur Berechnung des Fußabdrucks nur die Emissionen aus den folgenden Bereiche verwendet: 1. Stromverbrauch und Warmwassererzeugung 2. Flugverkehr 3. Pkw-Nutzung Zusammen decken die drei Teilbereiche im Mittel 53.1% der Gesamtemissionen eines Einpersonenhaushalts ab. Eine weiterführende Diskussion zur Umsetzbarkeit eines PCAS für die drei Bereiche findet sich im Appendix.
Unabhängige Variable	
Einkommen	Die Variable Einkommen spiegelt das monatliche Gesamteinkommen eines Haushaltes wider und ist in Euro angegeben. Das Einkommen eines Haushaltes wird mithilfe der CUs normiert.
Kontrollvariablen	
Alter	Für die Variable Alter wird das mittlere Alter aller im Haushalt lebenden Personen verwendet.
Bildung	Um Bildung zu operationalisieren, werden anhand der ‚International Standard Classification of Education‘ (ISCED) vier Kategorien gebildet. Es wird jeweils der höchste im Haushalt erreichte Bildungsabschluss verwendet. 1. Niedrige Bildung: Enthält alle Abschlüsse bis zum ISCED-level 2 (lower secondary school). 2. Niedrige bis mittlere Bildung: Umfasst alle Abschlüsse des ISCED-level 3 (upper secondary education). 3. Mittlere Bildung: Erfasst alle Abschlüsse des ISCED-level 4 (post-secondary non-tertiary education). 4. Hohe Bildung: Enthält alle Abschlüsse des ISCED-levels 5 und darüber hinaus (Bachelor degree or equivalent and beyond) und repräsentiert daher ein hohes Bildungsniveau.
Umweltbewusstsein	Verschiedene Studien haben gezeigt, dass vegane oder vegetarische Essgewohnheiten häufig durch eine umweltbewusste Lebensweise motiviert sind (Janssen et al. 2016; Mullee et al. 2017; Pribis et al. 2010; Radnitz et al. 2015). Daher wird eine vegetarische Lebensweise approximativ als Indikator für Umweltbewusstsein verwendet. Hierfür wird eine Dummy-Variable gebildet, die angibt, ob die Mehrzahl der im Haushalt lebenden Personen Vegetarier/innen sind.

Wie beschrieben, kann auf Grundlage der Regressionsmodelle errechnet werden, ab welchem Einkommen eine Person statistisch gesehen ihr CO₂-Budget überschreitet. Hierfür ist es notwendig, das Budget festzulegen. Der Logik der PCA folgend, ergibt sich dieses aus dem über alle Personen hinweg gemittelten CO₂-Ausstoß, in den durch das PCAS abgedeckten Bereichen. Für die vorliegende Stichprobe ergibt sich ein Budget von 6494 Kilogramm CO₂ pro Person.

3.4. Ergebnisse und Diskussion

Um zu ergründen, ob ein positiver Zusammenhang zwischen dem Einkommen eines Einpersonenhaushalts und dessen CO₂-Fußabdrucks besteht, werden mehrere Regressionsmodelle berechnet (siehe Tabelle 2). Über alle Modelle hinweg zeigt sich ein hochsignifikanter, positiver Regressionskoeffizient für die Variable Einkommen. Der Wert des Regressionskoeffizienten variiert zwischen 1,52 und 1,63. Steigt das monatliche Einkommen eines Haushaltes um 1 Euro an, so steigt also auch dessen jährlicher CO₂-Fußabdruck im Mittel zwischen 1,52 und 1,63 Kilogramm (in Abhängigkeit des verwendeten Modells).

Tabelle 2: Lineare Regressionsmodelle

	Lineare Regressionsmodelle			
	Model (1)	Model (2)	Model (3)	Model (4)
Einkommen	1,63*** (0,29)	1,60*** (0,29)	1,57*** (0,29)	1,52*** (0,31)
Alter		-20,82 (16,52)	-23,50 (16,68)	-21,79 (17,49)
Umweltbewusstsein			-847,63 (770,45)	-902,67 (782,84)
Niedrige bis mittlere Bildung				-973,31 (1243,03)
Mittlere Bildung				453,41 (1442,57)
Hohe Bildung				-440,67 (1288,50)
Intercept	2275,64** (735,86)	3213,97** (1045,27)	3534,80** (1084,14)	4093,41* (1629,45)
Adjusted R2	0.226	0.230	0.232	0.229
Beobachtungen	104	104	104	104

Signifikanzniveaus: * < 10 %; ** < 5 %; *** < 1 %

Die Modelle 2 bis 4 zeigen, dass sich das Signifikanzniveau des Koeffizienten nicht durch die Aufnahme der Kontrollvariablen ändert. Der Einfluss des Einkommens auf den CO₂-Fußabdruck ist daher nicht über die berücksichtigten Drittvariablen vermittelt. Auf Grundlage der Regressionsanalyse kann die in Kapitel 3 aufgestellte Hypothese daher nicht verworfen werden. Es muss von einem signifikanten und positiven Zusammenhang zwischen dem Einkommen und den durch das PCAS abgedeckten Treibhausgasemission eines Einpersonenhaushalts ausgegangen werden. Den theoretischen Überlegungen aus Kapitel 3 folgend, würde die Einführung eines PCAS in Deutschland daher zu einer Umverteilung führen. Neben dem Wissen über den Umverteilungseffekt ist zudem von Interesse, welche Einkommensschichten von diesem Effekt betroffen sind und wie stark dieser ausfällt. Hierfür ist es notwendig zu errechnen, ab welchem Einkommen ein Einpersonenhaushalt sein CO₂-Budget von 6494 Kilogramm überschreitet. Dazu muss die Regressionsgleichung nach x_1 aufgelöst werden (siehe Appendix). Da die zusätzlichen Kontrollvariablen keinen signifikanten Einfluss haben und die Güte des Modells nicht signifikant verbessern, wird für die weiteren Berechnungen das Regressionsmodell 1 verwendet.

Die Auflösung der Regressionsgleichung ergibt, dass ein Einpersonenhaushalt statistisch gesehen sein CO₂-Budget ab einem monatlichen Nettoeinkommen von mehr als 2587,95 Euro überschreitet. Basierend auf der Einkommensklassifizierung des Instituts der Deutschen Wirtschaft kann bestimmt werden, wie stark die Einführung eines PCAS die verschiedenen Einkommensschichten entlasten bzw. belasten würde. Der Klassifizierung folgend, gehört ein Einpersonenhaushalt mit einem Nettoeinkommen zwischen 1121 und 1495 Euro zur einkommensschwachen Mitte, mit einem Nettoeinkommen über 1495 und unter 2805 Euro zur Mittelschicht, mit einem Nettoeinkommen zwischen 2806 und 4673 Euro zur einkommensstarken Mitte und mit mehr als 4673 Euro Nettoeinkommen zu den relativ Reichen (Institut der deutschen Wirtschaft 2019). Die Berechnungen zeigen aber auch, dass nur 18 % der Einpersonenhaushalte ein Nettoeinkommen von mehr als 2587 Euro zur Verfügung steht (Niehues und Stockhausen 2019). Tabelle 3 zeigt die Anzahl der benötigten Zertifikate in Abhängigkeit vom jeweiligen Einkommen des Haushalts. Darüber hinaus wird die Differenz zwischen benötigten und zur Verfügung stehenden Zertifikaten berechnet. Gehen wir von einem CO₂-Preis zwischen 40 und 80 US-Dollar (etwa zwischen 36 und 72 Euro) aus, so wie es die ‚Carbon Pricing Leadership Coalition‘ (2017) für das Jahr 2020 empfiehlt, so könnten einkommensschwache Haushalte (500–1000 Euro monatliches Einkommen) mit einer jährlichen Entlastung zwischen 93,2 und 245,0 Euro rechnen. Auch für die einkommensschwache Mittelschicht (1100–1500 Euro) ergäbe sich ein Plus von jährlich 63,8 bis 174,6 Euro.

Tabelle 3: Finanzieller Gewinn/Verlust in Abhängigkeit vom Einkommen

Einkommen Haushalt	Benötigte Zertifikate	Anzahl Zertifikate	Differenz	Gewinn/Verlust (36 Euro/ t CO ₂)	Gewinn/Verlust (72 Euro/ t CO ₂)
0	2275,64	6494	4218,36	151,86096	303,72192
500	3090,64	6494	3403,36	122,52096	245,04192
600	3253,64	6494	3240,36	116,65296	233,30592
700	3416,64	6494	3077,36	110,78496	221,56992
800	3579,64	6494	2914,36	104,91696	209,83392
900	3742,64	6494	2751,36	99,04896	198,09792
1000	3905,64	6494	2588,36	93,18096	186,36192
1100	4068,64	6494	2425,36	87,31296	174,62592
1200	4231,64	6494	2262,36	81,44496	162,88992
1300	4394,64	6494	2099,36	75,57696	151,15392
1400	4557,64	6494	1936,36	69,70896	139,41792
1500	4720,64	6494	1773,36	63,84096	127,68192
1600	4883,64	6494	1610,36	57,97296	115,94592
1700	5046,64	6494	1447,36	52,10496	104,20992
1800	5209,64	6494	1284,36	46,23696	92,47392
1900	5372,64	6494	1121,36	40,36896	80,73792
2000	5535,64	6494	958,36	34,50096	69,00192
2100	5698,64	6494	795,36	28,63296	57,26592
2200	5861,64	6494	632,36	22,76496	45,52992
2300	6024,64	6494	469,36	16,89696	33,79392
2400	6187,64	6494	306,36	11,02896	22,05792
2500	6350,64	6494	143,36	5,16096	10,32192
2600	6513,64	6494	-19,64	-0,70704	-1,41408
2700	6676,64	6494	-182,64	-6,57504	-13,15008
2800	6839,64	6494	-345,64	-12,44304	-24,88608
2900	7002,64	6494	-508,64	-18,31104	-36,62208
3000	7165,64	6494	-671,64	-24,17904	-48,35808
3500	7980,64	6494	-1486,64	-53,51904	-107,03808
4000	8795,64	6494	-2301,64	-82,85904	-165,71808
4500	9610,64	6494	-3116,64	-112,19904	-224,39808
4700	9936,64	6494	-3442,64	-123,93504	-247,87008

Anders sieht es für die Mittelschicht (1600-2900 Euro) aus. Während Haushalte, die unter der Einkommensschwelle von 2587,95 Euro bleiben, mit einem Plus von maximal 115,9 Euro rechnen könnten, käme auf Bürger, deren Einkommen über dem Betrag von 2587,95 Euro liegt, eine maximale Belastung von 36,6 Euro zu. Ein klares Bild zeigt sich bei den Einkommensstärksten (3000-4700 Euro). Hier ergäben sich minimale Mehrkosten von 24,2 Euro und maximale Mehrkosten von 247,9 Euro pro Jahr.

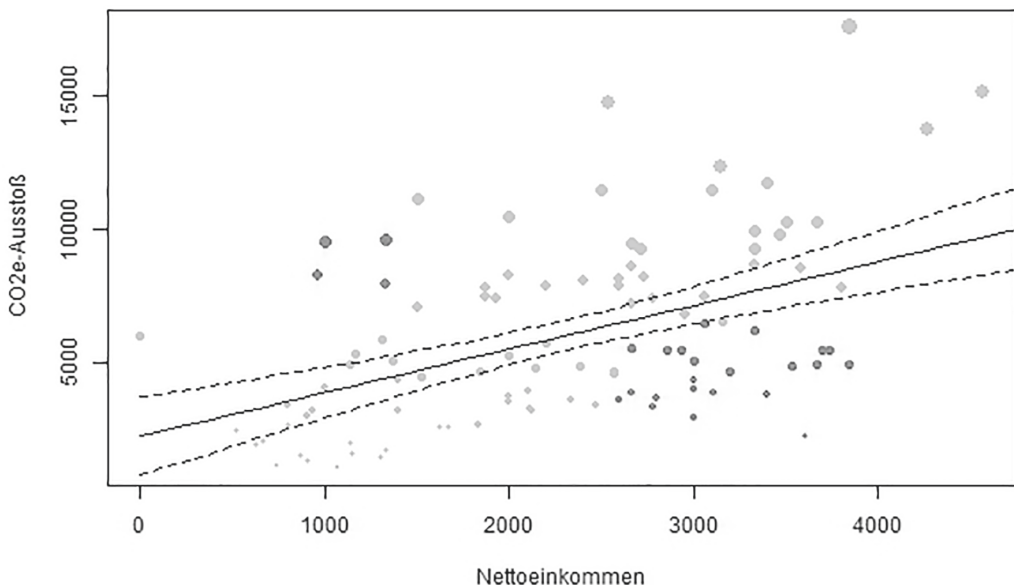


Abbildung 1: CO_{2e}-Ausstoß in Abhängigkeit des monatlichen Haushaltseinkommens

Bitte beachten: Die Größe der Punkte ist nach dem CO₂-Ausstoß gewichtet. Schwarze Punkte auf der linken Seite weisen ein Nettoeinkommen kleiner als 2587,95 Euro auf, besitzen aber einen höheren Ausstoß als 6494 Kilogramm CO₂. Schwarze Punkte auf der rechten Seite besitzen ein höheres Nettoeinkommen aber einen niedrigeren CO₂-Fußabdruck.

Die Berechnungen legen daher nahe, dass einkommensschwache Schichten nicht durch das PCAS belastet würden, sondern vielmehr von diesem profitieren könnten. Die Ergebnisse schließen damit an die Studie von Thumim und White (2008, S. 3) an, die für ein System der TEQs in Bezug auf Großbritannien zeigen konnten, dass 71 % der Haushalte der drei untersten Einkommensdezile von TEQ profitieren würden, während 55 % der Haushalte der obersten drei Einkommensdezile entweder Zertifikate nachkaufen oder ihren CO₂-Fußabdruck reduzieren müssten. Auch für die hier vorliegende Stichprobe zeigt sich, dass 52,83 % der Haushalte ein Einkommen unter 2587,95 Euro haben und somit statistisch gesehen von PCA profitieren sollten. Hinzu kommt, dass nur 14,81 % der Haushalte, die ein Einkommen unter 1496 Euro besitzen, einen jährlichen Ausstoß von über 6494 Kilogramm CO₂ aufweisen (siehe Ab-

bildung 1). Orientiert man sich an den nationalen Klimaschutzziele der Bundesregierung (Umweltbundesamt 2019), die eine jährliche Reduktion der Treibhausgasemissionen um etwa 3 Prozent vorsehen, so zeigt sich, dass Einpersonenhaushalte, denen weniger als 1500 Euro im Monat zur Verfügung stehen, im Mittel erst ab dem Jahr 2029 belastet würden, selbst wenn sie ihren CO₂-Fußabdruck nicht reduzieren würden.

4. Fazit und Ausblick

Ziel dieses Artikels ist es zu ergründen, ob PCA für Deutschland ein geeignetes Instrument darstellen, um einen progressiven Klimaschutz zu gewährleisten. Dies ist nur der Fall, wenn es einen signifikanten und positiven Zusammenhang zwischen dem Einkommen und den durch das PCAS abgedeckten Treibhausgasemissionen eines Haushalts gibt. Um zu ergründen, ob ein solcher Zusammenhang besteht, wurden verschiedene lineare Regressionsmodelle berechnet. Über alle Modelle hinweg zeigt sich ein signifikant positiver Zusammenhang zwischen dem Einkommen und dem CO₂-Fußabdruck eines Haushaltes. Darüber hinaus kann auf Grundlage der Regressionsmodelle gezeigt werden, dass statistisch gesehen ein Einpersonenhaushalt mit einem Nettomonatseinkommen von mehr als 2587,95 Euro das vorgegebene CO₂-Budget von 6494 Kilogramm überschreiten würde. Legt man den präferierten CO₂-Preis der ‚Carbon Pricing Leadship Coalition‘ zugrunde, so ergibt sich für einkommensschwache Haushalte eine maximale jährliche Entlastung von 245 Euro. Haushalte der einkommensstärksten Schicht müssten dagegen mit Mehrkosten von bis zu 247 Euro rechnen. Für die Stichprobe zeigt sich, dass 52,83 % der Einpersonenhaushalte ein Monatsnettoeinkommen unter der errechneten Schwelle von 2587,95 Euro erwirtschaften und somit statistisch gesehen mit einer Entlastung rechnen könnten. PCA scheinen daher – unter Berücksichtigung der unter sozialen und politischen Gesichtspunkten wichtigen Verteilungswirkung von Klimaschutzmaßnahmen – eine Alternative zu den bisher gängigen Klimaschutzinstrumenten zu sein.

Neben dem Umverteilungseffekt bringt ein PCAS noch weitere Vorteile mit sich. Wie bei einem ETS wird der CO₂-Ausstoß über die Gesamtanzahl der Zertifikate beschränkt und reduziert. Der Ausstoß kann daher effizienter als bei einer CO₂-Steuer gesteuert werden (Feld et al. 2019, S.60). Da Unternehmen nur indirekt durch das System betroffen sind, ist es zudem unwahrscheinlich, dass es zum Problem des ‚Carbon Leakage‘ kommt, also zur Verlagerung von Produktionsstätten in Staaten mit geringeren Klimaschutzaufgaben. Ein weiterer großer Vorteil von PCA besteht in der Transparenz und Sichtbarkeit von klimafreundlichem Verhalten (Woerdman und Bolderdijk 2017, S. 567ff.). Ein PCAS stellt jedem Bürger/in eine Übersicht über seinen/ihren individuellen CO₂-Fußabdruck zur Verfügung und macht damit die Auswirkungen des eigenen Handelns auf die Umwelt sichtbar. Darüber hinaus wird der

eigene CO₂-Fußabdruck durch das vorgegebene Budget, das sich am Gesamtmittelwert orientiert, in einen Kontext gesetzt (Duscha, 2014, S. 19).

Allerdings bringen PCA auch einige Nachteile mit sich, die eine Einführung erschweren. Verglichen mit einem ETS und einer CO₂-Steuer ist ein PCAS aus administrativer Sicht aufwändiger und daher auch mit deutlich höheren Kosten verbunden (Duscha 2014, S. 19). Hinzu kommt, dass je nach Ausgestaltung des Systems personenbezogene Daten in großem Umfang erhoben und ausgewertet werden müssen. Ein PCAS greift daher in die Privatsphäre von Personen ein, was zu datenschutzrechtlichen Problemen führen könnte. Es muss daher zwischen Klima- und Datenschutz abgewogen werden. Darüber hinaus gibt es in der bisherigen Forschungsliteratur keine gefestigten Ergebnisse bezüglich der gesellschaftlichen Akzeptanz von PCT (Starkey 2012, S. 27; Fawcett 2010). Somit können keine verlässlichen Aussagen über die gesellschaftliche Akzeptanz von PCT bzw. PCA getroffen werden.

In der Bundesrepublik hat sich bisher keine gesellschaftliche und politische Debatte über PCT im Allgemeinen und PCA im Speziellen entwickelt, daher scheint eine Einführung zum jetzigen Zeitpunkt unwahrscheinlich (Dosch 2008, S. 32, Duscha 2014, S. 25ff.). Wie diese Studie gezeigt hat, stellt ein PCAS jedoch aus verteilungspolitischer Sicht eine überlegenswerte Alternative zu bisher gängigen Bepreisungssystemen dar.

Danksagung

Ganz herzlich möchte ich mich beim gesamten HOPE-Team für die Erhebung und Bereitstellung des verwendeten Datensatzes bedanken; stellvertretend bei Carlo Aall, Western Norway Research Institut, Norwegen; Ghislain Dubois, TEC-Conseil, Frankreich; Carine Barbier, Centre International de Recherche sur l'Environnement et le Developpement (CIRED), Frankreich; Maria Nilsson, Department of Public Health and Clinical Medicine, Umeå University, Schweden und Rainer Sauerborn, Heidelberg Institute of Global Health (HIGH), Deutschland. Besonderer Dank geht zudem Raphael Marbach, Alina Herrmann, Frank Bandau, Linda Spielmann und Athanasia Pliakogianni für anregende Diskussionen und hilfreiche Kommentare.

Förderung

Dieser Artikel entstand im Rahmen des europäischen Forschungsprojekts „Household Preferences for Reducing greenhouse gas Emissions in four European High Income Countries“ (HOPE), das unter dem Schirm der Joint Program Initiative Climate von den folgenden nationalen Forschungsgemeinschaften finanziert wurde: Der französischen Agence nationale de la recherche (ANR-14-JCLI-0001-03), dem deutschen Ministerium für Bildung und Forschung (01UV1414A), dem norwegischen

Personal Carbon Trading als eine Alternative zu CO₂-Steuer und ETS? ZfU 2/2020 105–122

Forskningsråd (244,905/E10) und dem schwedischen Forskningsråd för Hållbar Utveckling (214–2014–1717).

Interessenkonflikt

Der Autor erklärt hiermit, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Für die Haushaltsbefragung wurde dem Ethikantrag durch die Ethikkommission der medizinischen Fakultät des Uniklinikums Heidelberg stattgegeben (S-611/2015). Alle Teilnehmenden wurden vorab mündlich und schriftlich eingehend über das Studienziel und die Durchführung sowie über mögliche Vor- und Nachteile für sie selbst aufgeklärt. Die Daten wurden entsprechend der geltenden Datenschutzregelung behandelt.

Literaturverzeichnis

Baiocchi, Giovanni; Minx, Jan; Huback, Klaus (2010): The Impact of Social Factors and Consumer Behavior on Carbon Dioxide Emissions in the United Kingdom. A Regression Based on Input–Output and Geodemographic Consumer Segmentation Data. In: *Journal of Industrial Ecology* 14, S. 50–72.

Bundesregierung (2019): Eckpunkte für das Klimaschutzprogramm 2030. Online verfügbar unter <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/975226/1673502/855f58eed07bcbbd697820b4644e83a7/2019-09-20-klimaschutzprogramm-data.pdf?download=1>, zuletzt geprüft am 1.10.2019.

Burney, Nelson E. (2010): Carbon tax and cap-and-trade tools. Market-based approaches for controlling greenhouse gases. New York: Nova Science Publishers.

Büchs, Milena; Schnepf, Sylke V. (2013): Who emits most? Associations between socio-economic factors and UK households' home energy, transport, indirect and total CO₂ emissions. In: *Ecological Economics* 90, S. 114–123.

Carbon Pricing Leadership Coalition (2017): Report of the High-Level Commission on Carbon Prices. Hg. v. World Bank.

Congressional Budget Office (2000): Who gains and who pays under carbon-allowance trading? The distributional effects of alternative policy designs.

Die Tageszeitung (2019): Klimaschutzprogramm der GroKo. Viel Kritik am Klimapaket. Online verfügbar unter <https://taz.de/Klimaschutzprogramm-der-GroKo/!5627843/>, zuletzt geprüft am 1.10.2019.

Dosch, Klaus (2008): Konzepte für die Ausweitung des Emissionshandels auf den Sektor der privaten Haushalte. In: Aachener Stiftung Kathy Beys [Hrsg.]: Die CO₂-Card Emissionsquoten als marktwirtschaftliches Instrument zum Klimaschutz. Zu-

sammenfassung der Veranstaltung am 27. Mai 2008 im ARTrium der Britischen Botschaft in Berlin. S. 27–38.

Duscha, Vicki (2014): Personal Carbon Trading Systeme: Konzepte und Schlussfolgerungen für Deutschland. Hg. v. Umweltbundesamt (Climate Change, 4).

Fawcett, Tina (2010): Personal carbon trading: A policy ahead of its time? In: *Energy Policy* 38 (11), S. 6868–6876. DOI: 10.1016/j.enpol.2010.07.001.

Feld, Lars P.; Schmidt, Christoph M.; Schnabel, Isabel; Truger, Achim; Wieland, Volker (2019): Aufbruch zu einer neuen Klimapolitik. Sondergutachten. Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung. Wiesbaden.

Fleming, David (1997): Tradable Quotas: Setting Limits to Carbon Emissions. Hg. v. Elm Farm Research Centre. Newbury.

Grabka, Markus M.; Goebel, Jan; Liebig, Stefan (2019): Wiederanstieg der Einkommensungleichheit – aber auch deutlich steigende Realeinkommen. Hg. v. Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW Wochenbericht, 19).

Grainger, Corbett A.; Kolstad, Charles D. (2010): Who Pays a Price on Carbon? In: *Environmental and Resource Economics* 46 (3), S. 359–376. DOI: 10.1007/s10640-010-9345-x.

Haites, Erik (2018): Carbon tax and greenhouse gas emissions trading systems: what have we learned? In: *Climate Policy* 18 (8), S. 955–966.

Haites, Erik; Maosheng, Duan; Gallagher, Kelly Sims; Mascher, Sharon; Narassimhan, Easwaran; Richards, Kenneth R.; Wakabayashi, Masayo (2018): Experience with Carbon Taxes and Greenhouse Gas Emissions Trading Systems. In: *SSRN Journal*. DOI: 10.2139/ssrn.3119241.

Herrmann, Alina; Fischer, Helen; Amelung, Dorothee; Litvine, Dorian; Aall, Carlo; Andersson, Camilla et al. (2017): Household preferences for reducing greenhouse gas emissions in four European high-income countries: Does health information matter? A mixed-methods study protocol. In: *BMC public health* 18 (1), S. 71. DOI: 10.1186/s12889-017-4604-1.

Hillman, Mayer (1998): Carbon Budget Wachters. In: *Town and Country Planning* 67 (9), S. 305.

Hillman, Mayer; Fawcett, Tina (2004): How we can save the planet. London: Penguin Books.

Institut der deutschen Wirtschaft (2019): Einkommensverteilung. Warum gehört man so schnell zur Oberschicht? Online verfügbar unter <https://www.iwkoeln.de/presse/interviews/beitrag/warum-gehoert-man-so-schnell-zur-oberschicht.html>, zuletzt geprüft am 12.9.2019.

Personal Carbon Trading als eine Alternative zu CO₂-Steuer und ETS? ZfU 2/2020 105–122

Ismar, Georg (2019): „Dokument der Mutlosigkeit“. Massive Kritik an Merkels Klimapakete. Online verfügbar unter <https://www.tagesspiegel.de/politik/dokument-der-mutlosigkeit-massive-kritik-an-merkels-klimapakete/25039530.html>, zuletzt geprüft am 1.10.2019.

Janssen, Meike; Busch, Claudia; Rödiger, Manika; Hamm Ulrich (2016): Motives of consumers following a vegan diet and their attitudes towards animal agriculture. In: *Appetite* 105, S. 643–651.

Mathur, Aparna; Adele, Morris (2012): Distributional Effects of a Carbon Tax in the Context of Broader Fiscal Reform. Hg. v. American Enterprise Institute and Brookings Institution. Washington, D.C.

Menges, Roland; Traub, Stefan (2012): Sozialpolitik im Klimawandel: Konfliktlinien zwischen sozialer und ökologischer Nachhaltigkeit. In: *Zeitschrift für Sozialreform* 58 (3), S. 342–362.

Metcalf, Gilbert E. (2019): *Paying for Pollution. Why a Carbon Tax is Good for America*. New York: Oxford University Press.

Meyer, Aubrey; Bruges, James (2015): *Contraction and Convergence. The Global Solution to Climate Change*. Cambridge: UIT Cambridge Ltd.

Mullee, Amy; Vermeire, Leen; Vanaelst, Barbara; Mullie, Patrick; Deriemaeker, Peter; Leenaert, Tobias; De Henauw, Stefaan; Dunne, Aoibheann; Gunter, Marc J.; Clarys, Peter; Huybrechts, Inge (2017): Vegetarianism and meat consumption: A comparison of attitudes and beliefs between vegetarian, semi-vegetarian, and omnivorous subjects in Belgium. In: *Appetite* 114, S. 299–205.

Niehues, Judith; Stockhausen, Maximilian (2019): Einkommen nach Bevölkerungsgruppen. Wer verdient wie viel? Online verfügbar unter <https://www.iwkoeln.de/presse/interaktive-grafiken/beitrag/wer-verdient-wie-viel.html>, zuletzt geprüft am 12.9.2019.

OECD (2013): *What are Equivalence Scales?* Online verfügbar unter: <http://www.oecd.org/els/soc/OECD-Note-EquivalenceScales.pdf>, zuletzt geprüft am 16.1.2019.

Pribis, Peter; Pencak, Rose C.; Grajales, Tenvi (2010): Beliefs and Attitudes toward Vegetarian Lifestyle across Generations. In: *Nutrients* 2 (5), S. 523–531.

Radnitz, Cynthia; Beezhold, Bonnie; DiMatteo, Julie (2015): Investigation of lifestyle choices of individuals following a vegan diet for health and ethical reasons. In: *Appetite* 90, S. 31–36.

Sköld, Bore; Baltruszewicz, Marta; Aall, Carlo; Andersson, Camilla; Herrmann, Alina; Amelung, Dorothee et al. (2018): Household Preferences to Reduce Their Greenhouse Gas Footprint: A Comparative Study from Four European Cities. In: *Sustainability* 10 (11), S. 4044. DOI: 10.3390/su10114044.

Starkey, Richard (2012): Personal carbon trading: A critical survey. Part 2: Efficiency and effectiveness. In: *Ecological Economics* 73, S. 19–28.

Thumim, Joshua; White, Vicki (2008): Distributional Impacts of Personal Carbon Trading: A report to the Department for Environment, Food and Rural Affairs. Hg. v. Centre for Sustainable Energy und Department for Environment Food and Rural Affairs.

Umweltbundesamt (2019): Klimaschutzziele Deutschlands. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/klimaschutzziele-deutschlands>, zuletzt geprüft am 12.9.2019.

Villoria-Sáez, Paola; Tam, Vivian W.Y.; Río Merino, Mercedes del; Viñas Arrebola, Carmen; Wang, Xiangyu (2016): Effectiveness of greenhouse-gas Emission Trading Schemes implementation: a review on legislations. In: *Journal of Cleaner Production* 127, S. 49–58.

Wiedmann, Thomas; Minx, Jan (2008): A Definition of Carbon Footprint. In: *Ecological Economics Research Trends* 2, S. 55–65.

Wier, Mette; Birr-Pedersen, Katja; Jacobsen, Henrik Klinge; Klok, Jacob (2005): Are CO2 taxes regressive? Evidence from the Danish experience. In: *Ecological Economics* 52 (2), S. 239–251. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2004.08.005.

Woerdman, Edwin; Bolderdijk, Jan Willem (2017): Emissions trading for households? A behavioral law and economics perspective. In: *European Journal of Law and Economics* 44 (3), S. 553–578. DOI: 10.1007/s10657-015-9516-x.

Xu, Xibao; Tan, Yan; Chen, Shuang; Yang, Guishan; Su, Weizhong (2015): Urban Household Carbon Emission and Contributing Factors in the Yangtze River Delta, China. In: *Plos One* 10 (4), e0121604.

Anhang

Im Folgenden wird die Regressionsgleichung, die sich aus Tabelle 2 Model (1) ergibt, nach x_i aufgelöst:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i$$

$$CO_{2_i} = 2275,64 + 1,63x_i$$

$$6494 = 2275,64 + 1,63x_i \quad | -2275,64$$

$$4218,36 = 1,63x_i \quad | /1,63$$

$$2587,95 = x_i$$

Es ergibt sich ein Wert von 2587,95 für x_i .

Diskussion zur Bestimmung des Cap

Wie erläutert, erfasst ein PCAS nicht alle Emissionen eines Haushalts, sondern nur einen gewissen prozentualen Anteil der Gesamtemissionen. PCA sieht vor, Emissionen aus dem Individual- und dem öffentlichen Verkehr abzudecken sowie Emissionen, die durch den im Haushalt anfallenden Energiebedarf entstehen, mit einzubeziehen (Duscha 2014, S. 18). Ein Nachteil von PCA ist der administrative Aufwand, weshalb dieser so gering wie möglich gehalten werden sollte. Es bietet sich daher an, nicht alle Emissionen der Sektoren Wohnen und Verkehr durch ein PCAS abzudecken. Vielmehr sollten nur Bereiche erfasst werden, bei denen die Emissionen einfach bestimmt und zugeordnet werden können. Gleichzeitig sollte aber auch eine möglichst hohe CO₂-Abdeckung durch das System erzielt werden. Im Haushaltsektor bieten sich besonders die Teilbereiche des Stromverbrauchs und der Warmwassererzeugung an. Mit Strom- und Gaszählern liegen hier bereits geeignete Messmethoden zur Bestimmung des jährlichen Verbrauchs vor. Die jeweiligen Anbieter müssten dann einem staatlichen Kontrollorgan den individuellen Verbrauch melden, ähnlich wie Arbeitgeber, die steuerrelevante Daten dem Finanzamt zur Verfügung stellen müssen. Auf Grundlage der Daten zur Stromzusammensetzung (erneuerbare Energien, Kernkraft, Kohle, Erdgas, etc.), die viele Energieversorger ihren Kunden bereits freiwillig zur Verfügung stellen, könnte der jeweilige CO₂-Ausstoß ermittelt und automatisch vom Budget des Vertragsnehmers abgezogen werden. Ölheizungen stellen einen Sonderfall dar, da der Verbrauch nicht über Zählerstände abgelesen werden kann. Aus die-

sem Grund müssten Anbieter verpflichtet werden, dem Kontrollorgan die Öllieferungen an Privathaushalte zu melden. Im Grunde reichen die Menge, der Name und die Anschrift des Vertragspartners, um die potentiellen CO₂-Emissionen der jeweiligen Lieferung zu bestimmen; auch diese könnten dann vom jeweiligen Budget des Vertragsnehmers abgezogen werden. Der Stromverbrauch und die Warmwassererzeugung sind für 2,57 bis 3,21 Tonnen CO₂ pro Kopf verantwortlich. Durch deren Einbeziehung könnten etwa 26,8% der Gesamtemissionen einer Person abgedeckt werden.

Im Bereich Verkehr bietet es sich an, die Emissionen von Flugreisen zu erfassen, die im Mittel für ca. 12,1% (1,16-2,55 Tonnen CO₂ pro Kopf) der Gesamtemissionen einer Person verantwortlich sind. Seit 2012 ist der Luftverkehr Bestandteil des EU ETS. Im diesem Rahmen sind alle Luftfahrtbetreiber, deren Luftfahrzeuge im Hoheitsgebiet der EU-Mitgliedstaaten landen und starten, verpflichtet, für jede aus ihrem Gewerbe resultierende Tonne CO₂ eine Emissionsberechtigung abzugeben (Deutsche Emissionshandelsstelle 2017). Daher müssen schon heute Luftfahrtbetreiber ihre jährlichen Emissionen ermitteln und berichten. Es liegen somit für inhereuropäische Flüge bereits Emissionsdaten vor. Zusätzlich sind die Luftfahrtunternehmen seit 25.05.2018, im Zuge des Gesetzes zur Verarbeitung von Fluggastdaten, dazu verpflichtet, bei Flügen innerhalb Europas und in Drittstaaten die Fluggastdatensätze (PNR-Daten) an das Bundeskriminalamt zu übermitteln. Die Daten umfassen unter anderem den Familien-, Geburts- und Vornamen des Fluggastes sowie dessen Anschrift und den Reisestatus mit Angaben über Reisebestätigung, Eincheckstatus und angetretene bzw. nicht angetretene Flüge (Bundeskriminalamt 2019a, 2019b). Mit diesen Angaben gibt es eine solide Datenbasis, die eine Zuordnung von Emissionen zu Einzelpersonen möglich machen würde. Da alle wichtigen Daten zur Bestimmung der CO₂-Emissionen vorliegen, müsste lediglich eine gesetzliche Anpassung stattfinden, die es ermöglichen würde, Daten automatisch dem staatlichen Kontrollorgan zu übermitteln.

Ein weiterer wichtiger Bereich im Verkehrssektor ist die Nutzung des eigenen Pkws. Diese verursacht pro Jahr und Kopf zwischen 1,43 und 2,07 Tonnen CO₂. Im Mittel gehen somit 14,2% der Gesamtemissionen einer Person auf die Nutzung des Pkws zurück. Diese Emissionen durch ein PCAS abzudecken, gestaltet sich als schwierig, jedoch nicht unmöglich. Seit 2009 sind Hersteller von Pkws und leichten Nutzfahrzeugen innerhalb der EU einer CO₂-Regulierung unterworfen, die den durchschnittlichen Ausstoß aller neu zugelassenen Fahrzeuge eines Herstellers regelt, indem ein gesetzlich festgelegter Grenzwert, in Gramm pro Kilometer, nicht überschritten werden darf (Verband der deutschen Automobilindustrie 2018). Seit 2009 gibt es

daher für alle Pkws Werte für den CO₂-Ausstoß pro Kilometer. Auf Grundlage der Fahrleistung kann somit approximativ der Ausstoß berechnet werden. Natürlich handelt es sich dabei lediglich um einen gemittelten Wert, der das individuelle Fahrverhalten einer Person und den tatsächlichen Verbrauch nicht berücksichtigt. Klar ist aber auch, dass kleine, spritsparende Autos im Durchschnitt weniger emittieren als große, PS-starke Pkws. Die zurückgelegten Kilometer und die daraus resultierenden Emissionen könnten im Rahmen der zweijährigen Hauptuntersuchung ermittelt werden und würden dann das CO₂-Budget des Fahrzeughalters belasten. Ein schwerwiegendes Problem bliebe jedoch. Für Modelle, die vor 2009 zugelassen wurden, liegen nur wenige oder gar keine Daten zum CO₂-Ausstoß vor. Diese müssten also nacherhoben werden. Es stellt sich zudem die Frage nach car-sharing/Autovermietung. In diesem Fall müssten wiederum die Anbieter in die Pflicht genommen werden, die Emissionsdaten zu übermitteln. Es handelt sich dabei jedoch um technisch gesehen kleinere Probleme, da sowohl bei car-sharing als auch bei der Autovermietung detaillierte Daten über den Nutzer erhoben werden.

Die drei angesprochenen Teilbereiche Strom- und Warmwassererzeugung, Flugreisen und die Nutzung des eigenen Pkws sind zusammen für 5,6 bis 7,4 Tonnen CO₂ pro Kopf verantwortlich und decken im Mittel 53,1% der Gesamtemissionen einer Person ab. Ein PCAS, das diese drei Teilbereiche enthält, könnte eine ähnliche Abdeckung erreichen wie ein System, das alle Emissionen der Sektoren Wohnen und Mobilität berücksichtigt (53,1% zu 57,0%). Aus administrativer Sicht würde es sich daher anbieten, lediglich die drei angesprochenen Teilbereiche in ein PCTS zu überführen. Bei einem solchen System erhielte jeder Bürger 6494 Zertifikate, wobei ein Zertifikat zum Ausstoß von einem Kilogramm CO₂ berechtigt.

	Breusch-Pagan-Test			
	Model (1)	Model (2)	Model (3)	Model (4)
Teststatistik	4,2681	3,518	4,176	9,524
Freiheitsgrade	1	2	3	6
P-Value	0,039	0,172	0,243	0,146

Tabelle A1: Breusch-Pagan-Test auf Heteroskedastizität

	Lineares Regressionsmodell (mit robusten Standardfehler)
	Model (1)
Einkommen	1,63*** (0,34)
Intercept	2275,64** (752,53)
Beobachtungen	104

Tabelle A2: Regressionsmodell 1 mit robusten Standardfehlern

Signifikanzniveaus: * < 10%; ** < 5%; *** < 1%

Literatur

Bundeskriminalamt (2019a): Fragen und Antworten zur Fluggastdatenspeicherung. Online verfügbar unter https://www.bka.de/DE/UnsereAufgaben/Aufgabenbereiche/Zentralstellen/Fluggastdatenspeicherung/FAQ/faq_node.html, zuletzt geprüft am 12.09.2019.

Bundeskriminalamt (2019b): Informationen im Überblick. Online verfügbar unter https://www.bka.de/DE/UnsereAufgaben/Aufgabenbereiche/Zentralstellen/Fluggastdatenspeicherung/InformationenUeberblick/InformationenUeberblick_node.html, zuletzt geprüft am 12.09.2019.

Deutsche Emissionshandelsstelle (2017): EU-Emissionshandel im Luftverkehr. Online verfügbar unter https://www.dehst.de/DE/Als-Betreiber-teilnehmen/Luftfahrzeugbetreiber/Emissionshandel/emissionshandel-im-luftverkehr_node.html, zuletzt geprüft am 12.09.2019.

Duscha, Vicki (2014): Personal Carbon Trading Systeme: Konzepte und Schlussfolgerungen für Deutschland. Hg. v. Umweltbundesamt (Climate Change, 4).

Verband der deutschen Automobilindustrie (2018): CO₂-Regulierung bei Pkw und leichten Nutzfahrzeugen. Online verfügbar unter <https://www.vda.de/de/themen/umwelt-und-klima/co2-regulierung-bei-pkw-und-leichten-nfz/co2-regulierung-bei-pkw-und-leichten-nutzfahrzeugen.html>, zuletzt geprüft am 12.09.2019.




Aufsatz 5: Never Let a Serious Crisis Go to Waste: The Introduction of Supplemental Carbon Taxes in Europe. *Journal of Public Policy*. First View.

Publikation abrufbar unter: Bothner, Fabio; Schrader, Svenja; Holzhauser, Nicole; Bandau, Frank (2021): Never Let a Serious Crisis Go to Waste: The Introduction of Supplemental Carbon Taxes in Europe. *Journal of Public Policy*, 1-21. DOI: 10.1017/S0143814X21000210.



RESEARCH ARTICLE

Never let a serious crisis go to waste: the introduction of supplemental carbon taxes in Europe

Fabio Bothner^{1*}, Svenja Marie Schrader¹, Frank Bandau¹ and Nicole Holzhauser²

¹Institute of Political Science, University of Bamberg, Feldkirchenstraße 21, 96045 Bamberg, Germany and

²Institute of Sociology, Technische Universität Braunschweig, Bienroder Weg 97, 38108 Braunschweig, Germany.

*Corresponding author: E-mail: fabio.bothner@uni-bamberg.de

(Received 8 January 2021; revised 29 July 2021; accepted 31 August 2021)

Abstract

The literature on carbon pricing offers competing explanations for the introduction of carbon taxation. This article contributes to the field by highlighting the interaction of dynamic political factors and external pressures in explaining the timing of the adoption of carbon taxes. Focusing on the second wave of European countries, the study combines the multiple streams framework with qualitative comparative analysis to identify conditions favourable to the introduction of carbon taxes. Additional case studies on Ireland and Portugal serve to illuminate the reform process, especially the role of policy entrepreneurs. This approach yields three insights. First, fiscal crises provide political actors with an opportunity to raise environmental taxes. Second, the introduction of carbon taxation is most likely when push and pull factors come together, i.e. when high problem pressure coincides with governments receptive to environmental issues. Finally, the prospects of “green” policy entrepreneurs are strongly determined by their standing within the government.

Keywords: Carbon tax; climate policy; Ireland; multiple streams; Portugal; QCA

Introduction

Regulatory efforts to fight climate change by carbon pricing come mainly in two forms, carbon taxes and emission trading. Often seen as competing approaches to reducing emissions, the environmental and economic implications of both the instruments have been widely discussed in the literature (e.g. Andersen 2009; Speck 2013; Haites 2018). In addition, there is a substantial literature on the political and economic determinants of carbon pricing which is dominated by studies which either highlight international factors such as policy diffusion and the role of international organisations (Thisted and Thisted 2019; Steinebach et al., 2021) or offer in-depth accounts of policy adoption on the national level or, as in the case of the European Emission Trading System

© The Author(s), 2022. Published by Cambridge University Press. This is an Open Access article, distributed under the terms of the Creative Commons Attribution licence (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted re-use, distribution and reproduction, provided the original article is properly cited.

(EU ETS), the supranational level (e.g. Sterner 1994; Kasa 2000; Sairinen 2003; Convery 2009; Sénit 2012; Convery *et al.* 2013; Ryan and Micozzi, 2021).

Focusing on the politics of carbon taxation in Europe, we contribute to the limited but growing literature taking a comparative perspective (Harrison 2010; Andersen 2019; Skovgaard *et al.* 2019). Thus far, research has focused on the question why some countries introduce carbon taxes and why others refrain from doing so, i.e. which factors support or impede the choice of this policy instrument. On the national level, economic, political, and institutional determinants can be distinguished. Concerning domestic institutions, existing research shows that parliamentary systems with proportional representation and neo-corporatist policy structures provide a favourable context for the introduction of carbon taxes (Harrison 2010; Andersen 2019). Proportional electoral systems in turn facilitate access to government for green parties, which are seen as important political actors pushing for carbon taxes (Andersen 2019, 1097). Finally, Skovgaard *et al.* (2019) highlight the importance of the economic context by showing that fiscal and economic crises at times contributed to the adoption of carbon pricing, including carbon taxes.

This article contributes to the literature by highlighting the interaction of political factors and external pressures in explaining the *timing* of policy adoption. Given this interest in the timing of policies, our analysis focuses on *dynamic* political and socio-economic context factors, such as government partisanship and fiscal pressure, as well as the role of policy entrepreneurs.¹ While existing research has mainly concentrated on the Nordic pioneers (Sterner 1994; Kasa 2000; Sairinen 2003), we focus on six West European countries (France, Iceland, Ireland, Portugal, Spain, and the UK) which introduced carbon taxation while already participating in the EU ETS. To answer the question of why those countries introduced supplemental carbon taxes at the time they did, we apply the multiple streams framework (MSF) which is well suited to investigate the timing of policies (Kingdon 1995; Zahariadis 2003). In contrast to previous research in the field which applies the MSF to single cases or a small number of cases (e.g. Keskitalo *et al.* 2012; Cooper-Searle *et al.* 2018; Ryan and Micozzi 2021), we combine qualitative comparative analysis (QCA) and case studies. We are thus able to offer more general insights concerning favourable context conditions for the adoption of carbon taxes as well as insights on how favourable and unfavourable conditions affect the efforts of policy entrepreneurs in practice.

The article is structured as follows: we first provide an overview of the emergence of carbon taxation in Europe. Next, the MSF is applied to the policy subfield of carbon taxation. After outlining the research design, we then conduct the empirical analysis which consists of two parts, the QCA covering all six countries and two case studies on Ireland and Portugal. In the conclusion, we summarise our findings, connect them to the literature in the field and discuss strengths and limitations of our methodological approach.

The emergence of carbon taxation in Europe

To put a price on carbon to internalise the external costs of climate, unfriendly behaviour is neither a radical nor a new idea. In fact, the original idea of a carbon

Table 1. Carbon taxes in Europe

Country	Year of adoption/ implementation	Part of EU ETS by time of adoption	Price November 2019 in US\$/tCO _{2e}	Share of jurisdiction's emissions covered (in percent)
Finland	1989/1990	No	58.50/68.43	36.36
Poland	1989/1990	No	0.08	3.74
Norway	1990/1991	No	3.26/57.14	61.81
Sweden	1990/1991	No	121.29	39.61
Denmark	1991/1992	No	22.17/25.91	39.98
Slovenia	1996/1997	No	19.09	23.61
Estonia	1999/2000	No	2.21	3.3
Latvia	2003/2004	No	4.97	14.68
Liechtenstein	2007/2008	Yes	96.57	26.0
Switzerland	2007/2008	No	96.57	33.29
Iceland	2009/2010	Yes	31.30	26.57
Ireland	2009/2010	Yes	22.07	49.66
UK	2011/2013	Yes	21.79	23.28
France	2013/2014	Yes	49.23	35.2
Spain	2013/2014	Yes	16.56	2.51
Portugal	2014/2015	Yes	14.06	28.5

Note: Finland, Norway, and Denmark do not have one carbon price for all emissions. While Finland differentiates between transport (higher price) and other fuels (lower price), Denmark has separate prices for fossil fuels (higher price) and F-gases (lower price). Norway uses different tax rates for different industries, with emission-intensive industries having to pay a lower fee.

Source: World Bank (2019).

tax was introduced more than 30 years ago, at the International Conference of the Changing Atmosphere in Toronto (Andersen 2019, 1084). Subsequently, European countries established themselves as frontrunners in carbon taxation (Speck 2013, 172–174). In 1990, Finland was the first country to introduce a carbon tax by putting a price on the CO₂ emissions of fuels. Poland, Norway, Sweden, and Denmark followed suit and implemented carbon taxes in 1990, 1991, and 1992 (World Bank 2019, 14). After the Rio Earth Summit in 1992, the European Commission started an initiative to introduce an EU-wide carbon energy tax (Padilla and Roca 2004, 273–274). But those efforts failed due to strong opposition of industrial lobbies which is why the carbon energy tax proposal was formally withdrawn in 1997 (Convery 2009, 392–393). Consequently, the European Commission changed its strategy in the wake of the Kyoto negotiations and pushed for the introduction of emission trading instead of carbon taxation to meet the EU's Kyoto targets (Convery 2009, 398–405). This time, the initiative was successful and resulted in the establishment of the EU ETS in 2005. With the introduction of the EU ETS, it was questionable if further European countries would introduce carbon taxes. However, as Table 1 shows, this was the case as Iceland, Ireland, the UK, France, Spain, and Portugal introduced national carbon taxes after the launch of the EU ETS.²

In accordance with Thisted and Thisted (2019), national carbon pricing in Western Europe can thus be divided into three phases. The first wave (1990–2000) mainly consisting of the Nordic pioneers (Finland, Sweden, Norway, and Denmark), a transition period (2000–2008) characterised by the introduction of an EU-wide pricing system, and finally the second wave covering countries which have introduced carbon taxes

since 2008. This study concentrates on the six West European “second-wavers” for mainly two reasons. First, previous research has primarily been focused on the Nordic pioneers (see Sterner 1994; Kasa 2000; Sairinen 2003). Second, the situation of pioneers and second wavers is hardly comparable as they adopted carbon taxation under different circumstances. Carbon pricing has over time “transitioned from being a policy employed only by pioneer countries to becoming a global norm” (Thisted and Thisted 2019, 1), i.e. the pressure to introduce national measures to fight climate change has risen considerably. In contrast to the pioneers, second wavers are facing internationally binding emission reduction targets while already participating in the EU ETS, a supranational system to lower carbon emissions.

While all six countries introduced supplemental carbon taxes, we ask what accounts for the exact timing of policy adoption. Given the static nature of institutional features, we assume that dynamic socio-economic and political factors contributed to this result and that the interaction of those dynamic factors proved crucial. To capture the interplay of problem pressure and political factors, we apply the MSF which is presented in the next section.

Applying the MSF to carbon taxation

The original goal of the MSF, as formulated by John Kingdon, is to answer the question when a policy idea’s time has come or, less philosophically, “what makes people in around government attend, at any given time, to some subjects and not to others” (Kingdon 1995, 1). While Kingdon primarily concentrated on agenda setting, other authors later on expanded the MSF to the decision-making process (Zahariadis 2003; Herweg *et al.* 2015). At the heart of the MSF is the conceptualisation of three streams – problem stream, political stream, and policy stream – which float independently of each other and have to be coupled by policy entrepreneurs in the policy-making process under favourable conditions (Kingdon 1995, 196–208; Herweg *et al.* 2015; Herweg *et al.* 2018). Policy changes, such as the introduction of a carbon tax, are supposed to be most likely when the three streams are “ripe” and a policy window available because it is under those conditions that policy entrepreneurs have the best chances to succeed in coupling the three streams. At this point, it is important to note that the MSF is based on a probabilistic logic, i.e. if the conditions are met, policy change becomes *more likely* but is not guaranteed (Kingdon 1995, 208). Correspondingly, if one or more of those conditions are not met, policy change becomes *less likely* but cannot be ruled out.

Problem stream

The problem stream contains the problems which are simultaneously discussed in the political system. But what constitutes a problem? A problem results from the gap between people’s perceptions of how things are and how they ought to be. While there are countless potential problems at any given time, only a few succeed in making it to the political agenda. This happens through indicators, focusing events, and feedback from existing programs (Kingdon 1995, 90–115). In our case, two different kinds of indicators are crucial. Thus, while the case for carbon taxation is often made on environmental grounds, we emphasise that fiscal considerations must not be

neglected. If a country does not meet its climate targets, “environmental pressure” rises to implement countermeasures such as carbon taxation. Similarly, if a country comes under severe fiscal pressure, the introduction of carbon taxes offers an attractive option to generate additional revenues, at least when compared with raising other taxes (Jagers and Hammar 2009, 224–229; Schlegelmilch and Joas 2016). This argument is supported by previous studies which show that not only environmental but also fiscal considerations play an important role in the introduction of carbon taxes (Stern 1994; Harrison 2010; Speck 2013; Skovgaard et al. 2019). Consequently, we expect the problem stream to be ripe when environmental or fiscal pressure is high.

Political stream

The political stream focuses on the distribution of power within the political system but also within society. In Kingdon’s original analysis of political decisionmaking in the USA, this includes government ideology, organised interests as well as the “national mood” (Kingdon, 1995, 145–164). Given that all countries covered by our analysis represent parliamentary systems, we follow Zahariadis (2003) who argues that, with this system of government, government ideology is supposed to be the crucial factor in the political stream (see also Herweg et al. 2018, 36–37). More precisely, we argue that it is the emphasis governing parties put on environmental issues that matters. Green parties and other green-minded parties in government are more likely to introduce carbon taxation than parties representing conventional growth ideologies (cf. Andersen 2019). Hence, we expect the political stream to be ripe when a green-minded government is in power.

Policy stream

The policy stream, also described by Kingdon as “the policy primeval soup”, contains the ideas that float around in the communities of policy experts. This stream thus contains policy options, such as the introduction of a carbon tax, which at some point might become the solutions to one of the problems present in the problem stream. To do so, proposals have to meet some ‘criteria of survival’, i.e. they must neither collide with organisational, technical, and legal restrictions (technical feasibility) nor with budget constraints (financial viability), and they have to be in line with general values dominant in the relevant policy community (value acceptability) (Kingdon 1995, 116–144). Since carbon taxes do not generate financial costs but revenues and the implementation of those taxes is, as many countries have proven, technically feasible, the support by policy experts seems to be the main factor concerning the ripeness of the policy stream.

Policy windows

According to the MSF, policy change results from the successful coupling of the three streams. The precondition for a successful coupling is the opening of a policy window. Policy windows can either open in the problem stream or in the political stream. In the former case, focusing events or changes of indicators can steer

attention to a problem and thus provide the opportunity to present fitting policy solutions. In the latter case, political changes such as changes of government can offer policy entrepreneurs an opportunity to advance new policy proposals (Kingdon 1995, 173–175; Zahariadis 2003, 66–86). Given its crucial role in the MSF, a policy window in either of the two streams is a necessary condition for the coupling of the streams and policy change.

Policy entrepreneurs

While ripe streams and an open policy window are the conditions under which policy change becomes likely, policy entrepreneurs are the central actors in the coupling process (Kingdon 1995, 179–183; Herweg *et al.* 2018, 28–29). Policy entrepreneurs are actors who invest their resources in coupling the three streams in return for “anticipated future gains in form of material, purposive, or solidary benefits” (Kingdon 1995, 179). The chances of success rise when policy entrepreneurs have direct access to policymakers or, even better, when they hold a leadership position within the government (Kingdon 1995, 180–181; Herweg *et al.* 2015, 445–446). Hence, we argue that it is essential that a policy entrepreneur engages in coupling the streams and that the introduction of a carbon tax becomes more likely when a leading member of government, such as the prime minister or the minister of finance, serves as policy entrepreneur.

Research design

The MSF has thus far mainly been applied to qualitative studies of single cases or a small number of cases (for applications to climate policy see, *e.g.* Keskitalo *et al.*, 2012; Cooper-Searle *et al.*, 2018; Ryan and Micozzi, 2021). Engler and Herweg (2019) outline the high barriers of entry for medium and large *n* applications of the MSF, which result from methodological issues as well as data availability. In order to overcome those barriers, we follow three suggestions made by these authors: (1) the choice of a method that corresponds with the framework’s research questions, (2) a partial application of the MSF, and (3) the combination of different methods to make use of their various advantages.

Concerning the choice of an appropriate method for applying the MSF to our medium *n* sample of 16 legislative periods, we opt for QCA.³ The main advantage of this method is that it “enables researchers to examine the interplay of individual factors and their combined effect on the outcome much more easily than regression analyses” (Engler and Herweg 2019, 913). This makes QCA the appropriate method to analyse the interaction of socio-economic and political factors in the introduction of supplemental carbon taxes in a medium number of cases. Due to theoretical considerations as well as data availability, we follow the example of the few existing MSF/QCA studies (see Sager and Rielle 2013; Sager and Thomann 2017) and confine the crosscase analysis to a partial application of the MSF by concentrating on four elements: environmental and fiscal pressure in the problem stream, the ripeness of the political stream in terms of government ideology and the availability of a policy window. This restriction is based on the preliminary assumption that the policy stream is supposed to be ripe as carbon pricing has become a global norm. Experts,

especially climate economists, will generally not oppose but support related reform initiatives (Rabe 2018; Thisted and Thisted 2019).

In accordance with Sager and Thomann (2017), we also exclude policy entrepreneurs from the QCA. This is for methodological as well as theoretical reasons. First, coding the presence or absence of a policy entrepreneur in a convincing way requires substantial qualitative information about the coupling process, which is hard to come by for all 16 cases (cf. Engler and Herweg 2019, 909). But the exclusion of policy entrepreneurs from the QCA can also be justified on theoretical grounds. The goal of the QCA is to reveal the *conditions* under which carbon taxes were adopted. In contrast, the role of policy entrepreneurs is closely tied to their actual *actions* under those conditions (see e.g. Harrison, 2010). Analytically, it therefore makes sense to analyse the conditions of policy adoption in the first step and to take a closer look at the coupling activities of potential policy entrepreneurs in the second step. For this purpose, the QCA has to be complemented by process tracing to examine the supposed causal mechanisms (Beach and Rohlfing 2018; Blatter and Haverland 2012, 231–235). We thus supplement the QCA with two case studies, which allow us to focus on the coupling efforts by policy entrepreneurs under favourable as well as unfavourable conditions.

Qualitative comparative analysis

QCA is based on subset relations and Boolean algebra, aiming at the identification of necessary and sufficient conditions for the occurrence of an outcome (Ragin 2008). Main advantages of QCA are the assumption of conjunctural causality, i.e. the effect of a condition unfolds in combination with other conditions, and the assumption of equifinality, i.e. an outcome results from different mutually non-exclusive explanations (Schneider and Wagemann 2013, 79). Moreover, QCA is particularly well suited for a medium number of cases. There are two main variants of QCA. The original crisp-set QCA (csQCA), which is based on the binary classification of cases (0 = not part of a subset, 1 = part of a subset), can be distinguished from fuzzy-set QCA (fsQCA) that allows for additional values between 0 and 1 (Schneider and Wagemann 2013, 18). Given the inclusion of metric conditions in our analysis, the fsQCA suits our purpose best.

Operationalisation and calibration

The basis for our QCA is the translation of the MSF's concepts into conditions (operationalisation) and the assignment of set membership scores to our cases for each condition (calibration). As Engler and Herweg (2019, 906) point out, the operationalisation of the MSF is challenging, since there are no established indicators for the framework's elements. However, existing studies that combine elements of the MSF with QCA offer hints at how to operationalise the different elements (Sager and Rielle 2013; Sager and Thomann 2017). Concerning the calibration, set membership is determined through theoretical and case-based knowledge. Here, the point of indifference (0.5) is of central importance. It determines under which circumstances a case is rather part of a subset (set value >0.5) or not (set value <0.5) (Schneider and Wagemann 2013, 32; Sager and Thomann

Table 2. Calibration of outcome and conditions

	Method of Calibration	Fuzzy-Set Values
Outcome: <i>Adoption Carbon Tax</i>	Indirect	0 = Carbon tax not adopted 1 = Carbon tax adopted
Condition: <i>Problem Stream Climate</i>	Direct: Deviation from emission targets (Kyoto 2005–2012, from 2013 onwards EU 2020 targets). Since the EU allows countries to carry forward up to 5% of their annual emissions from the following year, we set the point of indifference at 5%. Full membership is reached at 10%, the overall EU reduction target till 2020.	0 = Conforms to emission target 0.5 = 5% above emission target 1 = 10% above emission target
Condition: <i>Problem Stream Budget</i>	Direct: Fiscal deficit (in % of GDP). Point of indifference corresponds to the SGP threshold, full membership to the median deficit of countries dependent on the ESM (2010–13).	0 = 0% of GDP 0.5 = 3.0% of GDP 1 = 9.94% of GDP
Condition: <i>Political Stream</i>	Direct: Quasi-sentences on “environmental protection” according to Manifesto Project (Volkens <i>et al.</i> , 2019). Point of indifference corresponds to the median of all European parties, full membership to the median of green parties.	0 = no quasi-sentences 0.5 = 3.41% of quasi-sentences 1.0 = 12.43% of quasi-sentences
Condition: <i>Policy Window</i>	Indirect: Green party or major party emphasising climate policy participates in government (political window). Climate change an important issue in national politics according to the EJPR Political Data Yearbook or occurrence of a ‘significant environmental disaster’ according to CRED (problem window).	0 = No policy window 1 = Open policy window

Note: QCA offers two options: Direct calibration uses anchor points and a logistic function to define set-values. Indirect calibration uses case knowledge and theoretical considerations to determine membership scores (Schneider and Wagemann 2013, 35).

2017, 300). The operationalisation and calibration of conditions and outcomes are summarised in Table 2 and discussed in more detail in the following sections.

Problem stream

In accordance with Sager and Thomann (2017), we use quantitative indicators to determine the ripeness of the problem stream. As outlined above, the problem stream incorporates two elements, namely environmental and fiscal pressure. The environmental indicator covers the difference between the countries' CO_{2e}-reduction targets based on the EU commitments and their actual CO_{2e}-emissions, because this is the most objective measure of 'climate pressure'.⁴ To calibrate the environmental indicator, we refer to the EU requirements that allow countries to carry forward up to 5% of their annual emissions to the following year. Hence, we assign a membership value greater than 0.5 if the difference between emissions targets and actual emissions exceeds 5%. A full membership (value of 1) is reached at a deviation of at least 10%, the overall EU reduction target till 2020. The second indicator measures the fiscal pressure based on the countries' annual budget deficit. To decide on the urgency of budget consolidation, we refer to the European Stability and Growth Pact (SGP), which requires each member to limit the annual deficit to 3% of GDP. Therefore, countries with a deficit above this threshold receive a membership score greater than 0.5. Full membership is reached at a deficit of 9.94%, the mean deficit of countries that received support from the European Stability Mechanism during the European debt crisis.

Since legislative periods are used as units of observation, we follow Schmitt and Zohlnhöfer (2019) who point out that a government's reform agenda is substantially shaped by the problems it faces at the beginning of its term. Hence, we focus on the mean difference between the proposed and actual emissions as well as the mean budget deficits for the first half of the legislative period.

Political stream

As outlined above, our focus in the political stream is on government ideology (cf. Engler and Herweg 2019, 908; Sager and Thomann 2017). The Manifesto Project provides data on parties' emphasis on 'environmental protection', which can be used to calculate government values for this issue (Volkens et al. 2019).⁵ In the case of multi-party governments, parties' emphasis on environmental protection is weighted according to their share of cabinet seats. Governments with values above the median value (3.41%) of all European parties are perceived as rather green-minded governments and thus receive a membership value greater than 0.5. Moreover, governments with a value of at least 12.43%, the median of European green parties, receive a membership value of 1.

Policy window

In general, policy windows can open either in the problem stream (problem window) or in the political stream (political window). To determine if a problem window was available, we rely on a qualitative calibration process taking different

sources into account (see Table A2 and Table A3 in the Appendix). First, we reviewed the relevant country reports from the Political Data Yearbook of the *European Journal of Political Research* to determine whether climate change was an important issue in national politics. Second, we searched the International Disaster Database for climate-change related focusing events such as heat waves, wildfires, and droughts. To qualify as a focusing event, the disasters had to be classified as “significant disasters” by the Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED [n.d.](#)).⁶ A problem window is supposed to be open when either climate change was an important issue in the legislative period and/or a focusing event occurred in this period.

Turning to political windows, we focus on changes in government (Engler and Herweg 2019, 909) and suggest that such windows either open when a green party participates in the government, thus increasing its impact on climate policy, or when the leaders of major parties emphasise the climate issue before forming the government. Our coding with regard to nongreen parties highlighting climate policy is again based on election reports from the Political Data Yearbook of the *European Journal of Political Research* (for a complete list of sources see Table A2 in the Appendix).

Descriptive results

We first provide a descriptive overview of the ripeness of the MSF’s elements. We consider an element to be ripe if the set membership score is higher than 0.5. Table 3 provides an overview of the ripeness of streams and the opening of policy windows for our six countries’ 16 legislative periods. The table offers three major insights. First, and in line with the basic expectation of the MSF, a carbon tax is introduced when all elements are ready for coupling. Such a favourable situation for the introduction of carbon taxation arose in Iceland (2009–2013) and Ireland (2007–2011) when environmental and fiscal pressure coincided with green-minded governments and windows of opportunity. A carbon tax is also adopted when the problem stream is exclusively ripe due to fiscal pressure, with the other elements also ready for coupling. This is the case in the UK (2010–2015) and in France (2012–2017). Notably, the same constellation did *not* lead to the adoption of carbon taxation in France from 2007 to 2012.

The second finding concerns the timing of the reforms in the six countries. According to the MSF’s logic, the probability of the adoption of a policy increases with the number of MSF elements ready for coupling. In our case, this logic indeed applies to four countries, as the conditions for reform became more favourable in Iceland, Ireland, France, and the UK over time. The other two countries do not fit this pattern. In Portugal and Spain, there was, based on our calibration, neither policy window nor ripe political stream but only a ripe problem stream due to fiscal pressure at the time of the adoption of the carbon tax. Since we assume the availability of a policy window to be a necessary condition for policy adoption, we will return to this surprising finding in the case study section. At this point, the Iberian cases indicate that fiscal pressure plays an important role in the introduction of carbon taxation. Notably, fiscal pressure was existent in all six countries when the carbon tax was adopted. The third finding is thus that, based on our descriptive results,

Table 3. Overview of the MSF's elements

	France 02–07	France 07–12	France 12–17	Iceland 03–07	Iceland 07–09	Iceland 09–13	Ireland 02–07	Ireland 07–11	Portugal 05–09	Portugal 09–11	Portugal 11–15	Spain 04–08	Spain 08–11	Spain 11–15	UK 05–10	UK 10–15
Problem Stream																
<i>Climate</i>	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-
<i>Budget</i>	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+
Political Stream	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	-	+
Policy Window	-	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Problem Window</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Political Window</i>	-	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+
Policy Stream	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
Ripe Elements	1	4	4	2	4	5	3	5	4	3	2	2	4	2	2	4
Outcome	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1

Note: “-” indicates that the element is not ready for coupling; “+” indicates that a element is ready for coupling.

Table 4. Sufficient solution paths

Solution Paths	Consistency	PRI-Value	Coverage	Cases
Outcome: Carbon Tax Problem-Stream Climate* Problem Stream Budget * Political Stream * Policy Window	1.00	1.00	0.18	<i>Iceland_09–13;Ireland-07–11</i>
Overall Consistency: 1.00				
Overall PRI-Value: 1.00				
Overall Coverage: 0.18				

Note: “~” indicates the negation of a condition. “**” stands for a logical “and”. “+” stands for a logical “or”.

strong pressure for budget consolidation is more important than missing the climate targets, presumably because it exerts a strong reform pressure on green-minded and not so green-minded governments alike.

Necessary and sufficient conditions

In the next step, we turn to necessary and sufficient conditions using fsQCA. The measurement of consistency indicates to which degree a condition is sufficient and/or necessary for an outcome. While the choice of an appropriate level of consistency is research specific, the literature recommends a condition to exceed the consistency level of 0.75 to be sufficient and of 0.9 to be necessary (Schneider and Wagemann 2013, 119–143; Sager and Thomann 2017, 300).

Concerning necessity, though no single condition reaches the critical consistency level of 0.9, the condition ‘budget’ in the problem stream comes close with a value of 0.81 (see Table A4 in the Appendix). This is in line with our descriptive results, which show that each government that introduced a carbon tax was under fiscal pressure at that time. However, the interpretation of the result is complicated by the problem of triviality, which states that a necessary condition could be trivial if its distribution is skewed, i.e. if the condition is present or absent in too many cases of the sample (Schneider and Wagemann 2013, 236). The so-called relevance of necessity (RoN) value indicates if this is the case. Following Schneider (2018, 250–251) in suggesting that only conditions above a RoN value of 0.5 are not trivial, we see that the condition “budget” (RoN = 0.59) narrowly passes the threshold. One reason for the skewness of the condition is the global financial crisis starting in 2007. Based on our results, we cannot conclusively answer the question if fiscal pressure was indeed necessary for the adoption of carbon taxation. The subsequent case studies will offer more evidence on the impact of deteriorating public finances on the adoption of carbon taxation.

The analysis of sufficiency provides one solution path, which covers the Irish as well as the Icelandic case (see Table 4).⁷ The solution path shows that only the combination of all four elements is sufficient for the adoption of carbon taxation, i.e. only the interplay of fiscal and environmental pressure, favourable political conditions, and the openness of a policy window definitely leads to this outcome. This result is in line with our expectation that policy adoption is most likely when the streams are ripe and a policy window is available. As expected, every other

constellation is not sufficient for the adoption of a carbon tax, though the tax may nevertheless be introduced under less favourable conditions as the descriptive results show.

Case studies

While the QCA allows us to discern crosscase patterns, it tells us nothing about the “causal quality of the solutions and its constitutive terms [and] the underlying causal mechanisms” (Schneider and Rohlfing 2016, 526), especially the coupling efforts by potential policy entrepreneurs under changing conditions. Hence, we supplement the QCA with two case studies. First, we take a closer look at Ireland, one of the two members of the solution path and thus as typical case for sufficiency. In this case, our results suggest that conditions for policy entrepreneurs in support of carbon taxation have improved over time and thus facilitated the coupling of the streams. Next, we turn to Portugal to investigate which role agency played in a case in which carbon taxation was introduced at a time when the conditions for coupling the streams appeared highly unfavourable, not least due to the alleged absence of a policy window.

Ireland

The Irish case covers two legislative periods with different outcomes. After the carbon tax had been on the agenda but was ultimately postponed in the first period from 2002 to 2007, it was adopted after the change of government following the 2007 election. According to our findings presented in Table 3, changes in the problem stream (fiscal pressure) as well as the opening of a policy window should be responsible for the different outcomes.

The first legislative period was marked by mixed signals in the problem stream. The environmental pressure was substantial, as the Environmental Protection Agency estimated that Ireland would overshoot its emission targets by about 25% and called for urgent emission reductions (EPA 2004). Consequently, the Minister for the Environment, Martin Cullen (Fianna Fáil), proposed carbon taxation as an instrument to reduce emissions and avert fines of €1.3 billion for breaching the Kyoto Protocol (Coghlan 2007, 147). The main advocate of the carbon tax was, however, Noel Dempsey (Fianna Fáil) who had negotiated Ireland’s emission targets at the Kyoto conference and now served as Minister for Communications, the Marine and Natural Resources. Dempsey had developed the government’s climate policy agenda and pushed for domestic measures such as carbon taxation (Coghlan 2007, 138–141). Driven by “an inclination to ‘do the right thing’”, Dempsey pursued his goal with a “focus on policy detail” as well as “stubbornness” (Little 2017, 206). Backed by Dempsey and the epistemic community, amongst others economists from the OECD and the domestic Economic and Social Research Institute (Stapleton et al. 2006; Coghlan 2007, 148), the carbon tax became part of the budget plan presented at the beginning of the legislative period (Government of Ireland 2002). In sum, there was substantial environmental pressure to act, a policy community supportive of a carbon tax, and policy entrepreneurs within the government.

So why did the reform initiative for a carbon tax nevertheless fail? The answer to this question can be found in the problem stream as well as in the political stream. Fiscal pressure, the most important factor according to the QCA, was nonexistent as the Irish government was presiding over budget surpluses from 2003 to 2007. Based on interviews, Clinch and Dunne (2006, 958) conclude that “at the height of Ireland’s economic boom when exchequer receipts were at an all-time high, the revenues from environmental taxes were of very limited interest to Irish officials“. In the political stream, Dempsey and Cullen faced substantial resistance not only from the junior partner in the coalition, the Progressive Democrats (PD), but also from their own party. The PD-led Department of Enterprise sided with the Irish Business and Employers Confederation which opposed the new tax fearing for Ireland’s international competitiveness (Little 2017, 206). Against this background of departmental disunity, Finance Minister Charlie McCreevy (Fianna Fáil) held an important position in the policy process. Without the urgency to generate additional revenues, McCreevy first postponed the carbon tax by consulting the social partners and, sensing resistance by employers and unions alike, abandoned it altogether in September 2004. The decision was made at a time of rising oil and gas prices and thus justified on grounds of fighting inflation (Coghlan 2007, 141–150; Little 2017, 205–209). To sum up, the initiative for carbon taxation failed due to Ireland’s economic boom, which eased fiscal pressure and fuelled inflation, and formidable resistance by influential actors inside and outside of the government.

The adoption of a carbon tax in December 2009, the midst of the subsequent legislative period, was preceded by two significant changes, one occurring in the political stream, the other in the problem stream. The former change resulted from the 2007 election, after which the Green Party joined the governing coalition. This clearly created a policy window as the Green Party was willing to use its political capital to push for the carbon tax of €20/tCO₂ promised in its election manifesto (Green Party 2007, 10–11). As a result, the proposal was not only included in the government program but also subsequently kept alive by the Greens. Most importantly, when another endless delay of the tax loomed in 2009, party leader and environment minister John Gormley acted as policy entrepreneur. In the wake of severe losses in the 2009 local elections, the Green Party’s leadership made clear that the party would leave the government if there would not be “green fingerprints all over the renegotiated government program” (Brennan 2009). Thus pressured by the Greens, Fianna Fáil finally gave in and the carbon tax was included in the renewed government program and approved by parliament in December 2009 (Government of Ireland 2009, 4; Convery *et al.* 2013, 11).

In the meantime, the problem stream also had altered substantially in 2008 when the global financial crisis had hit Ireland with full force, resulting in enormous fiscal pressure. The recession and rescue packages for collapsing private banks had turned budget surpluses into massive deficits of 7% of GDP in 2008 and almost 14% of GDP in 2009, with worse to come in the following years (OECD 2009). Under those dire fiscal circumstances, austerity measures including spending cuts and tax increases were seen as inevitable by the government to restore public finances (Government of Ireland 2008). As part of the 2010 budget, the carbon tax offered a small but substantial amount of the €4 billion in savings of “the most austere Budget in the history of the State” (McGee 2009). To put this into perspective,

the €246 million raised by the carbon tax amounted to about 25% of total tax increases (Convery et al. 2013, 13–16). While the tax meant increased costs of living for most households and was thus far from popular, it could at least be justified on environmental grounds.

In sum, the Irish case demonstrates how rising problem pressure due to deteriorating public finances and government participation of the Greens facilitated the coupling efforts of policy entrepreneurs and thus paved the way for policy adoption. Notably, urgent fiscal pressure proved more important in this regard than latent environmental pressure.

Portugal

The Portuguese case covers three legislative periods, with two socialist governments (2005–2009, 2009–2011) followed by a conservative government in 2011. Based on our previous findings, the introduction of carbon taxation in 2014 is quite surprising, since the conditions for a carbon tax appear to have deteriorated over time (see Table 3). However, a closer look at the Portuguese case reveals that a policy window opened in the political stream *during* the third legislative period which led to the adoption of carbon taxation.

At first sight, conditions for the adoption of a carbon tax seemed promising after the 2005 election. In the election campaign, the Socialist Party (PS) put a stronger emphasis on environmental issues than their main right-wing opponents, though a carbon tax was missing in the former's manifesto (PS 2005). In addition, green taxes presented one option to deal with the budget deficit, which exceeded the SGP threshold of 3%. In fact, a carbon tax was mentioned in the government's 'Grand Option Plan 2005–2009' (Lei 52/2005) approved by parliament in August 2005. However, the complete disappearance of the carbon tax from the governmental agenda in the subsequent years indicates that the PS did not act out of conviction but merely reacted to external pressure from the EU (Carvalho et al. 2014, 203–207). Crucially, a national policy entrepreneur who could have capitalised on the rather favourable conditions was missing.

After the 2011 election, the Socialist government was replaced by a coalition of two center-right parties, the Social Democratic Party (PSD) and the People's Party (CDS-PP). In line with our QCA, this change of government negatively affected the political stream, leading to "a significant restructuring of the Ministry of the Environment, a reduction in government agencies and the downgrading of environmental issues in general and climate change in particular in government priorities" (Carvalho et al. 2014, 206). In the election campaign, the introduction of a carbon tax was neither proposed by the PSD nor by the People's Party to contribute to the fiscal consolidation demanded by the Troika (CDS-PP 2011; PSD 2011). Developments in the problem stream may have contributed to this reluctance. The economic crisis led to massive budget deficits but at the same time reduced industrial production and thus carbon emissions. Consequently, fighting climate change was not at the top of the public agenda: "In 2011, 75% [of Portuguese respondents in the Eurobarometer] considered climate change a very serious problem. [...] However [...] only 7% [...] chose climate change (against 20% of Europeans) as the most serious problem" (Carvalho et al. 2014, 207–208).

Unsurprisingly, the economic crisis was the main concern of Portuguese respondents. Finally, neither the problem stream nor the political stream provided potential policy entrepreneurs with a policy window in 2011.

However, things changed abruptly in July 2013, when Prime Minister Pedro Passos Coelho reshuffled the cabinet to avert the collapse of the coalition (Magone 2014). The government crisis was sparked by the resignation of Finance Minister Vítor Gaspar as a reaction to a negative ruling by the Constitutional Court against some of Gaspar's austerity measures. Passos Coelho's appointment of Maria Luis Albuquerque as new Finance Minister without consultation of the People's Party led to a deep government crisis which was solved by a cabinet reshuffle. In the context of our analysis, the crucial change concerned the Ministry of Environment: "The quite large ministry of Agriculture, Sea, Environment and Planning of Territory was [...] split into two. The existing minister, Assunção Cristas, was appointed head of the new Ministry of Agriculture and Sea, and newly appointed Jorge Moreira da Silva was placed in charge of the new Ministry of Environment, Territorial Planning and Energy" (Magone 2014, 259).

The appointment of Moreira da Silva proved crucial as he was not only an influential figure within the PSD but also "the man of renewable energies and the carbon tax" (Ferreira 2013). In terms of the MSF, Moreira da Silva comes close to the ideal policy entrepreneur (cf. Kingdon 1995, 179–183), combining political influence as minister and the PSD's vice president with an academic background and a clear policy agenda on fighting climate change. Having been an "important policy entrepreneur [who] displayed a capacity to build alliances and to put together a cross-party consensus, covering both progressive-environmentalist and conservative pro-business fractions" (Braun 2009, 483) when serving as rapporteur in the European Parliament during the creation of the EU ETS, Moreira da Silva founded the Lisbon-based think tank "Platform for a Sustainable Growth" in 2011. A report published by the think tank in December 2012 recommended "[r]eplacing the possible extension to 2014 of the 3.5% surcharge on Individual Income Tax applied in 2013 by introducing a carbon tax of €9.00 per ton of CO₂, discouraging national greenhouse gas emissions and inducing more sustainable production and consumption standards" (Moreira da Silva 2012, 17). As early as August 2011, Moreira da Silva publicly spoke out in favour of a carbon tax instead of raising income taxes (Alvarez 2011).

In terms of the MSF, Moreira da Silva's promotion opened a policy window in the political stream. Based on the powerful environment minister's initiative, a commission on green tax reform (*reforma fiscalidade verde*) was established in early 2014. In September 2014, the commission published its final report, amongst others proposing a carbon tax along the lines of Moreira da Silva's previous recommendations (Comissão Fiscalidade Verde 2014, 65–93). Notably, the carbon tax and additional green taxes were presented as a way to reduce taxes on labour income which had risen during the fiscal crisis (Portuguese Ministry of Environment 2014, 2–4). The carbon tax was approved by parliament in November 2014 as part of the green tax reform and introduced in 2015. In short, Moreira da Silva, after profiting from a government crisis triggered by fiscal pressure, served as an extremely influential policy entrepreneur who skillfully coupled the three streams to further green tax reform including carbon taxation. Crucially and in contrast

to our theoretical assumptions, it was not a change in government but a cabinet reshuffle which opened the policy window in the middle of the legislative period.

Conclusion

In this article, we applied the MSF to analyse the timing of the adoption of carbon taxation in advanced democracies. The article focused on six Western European countries which introduced carbon taxation after 2008 when carbon pricing had already become a global norm and countries faced internationally binding emission reduction targets. Our analysis proceeded in two steps. In the first step, we conducted a QCA to identify conditions favourable to the introduction of carbon taxation. This yielded two major results. First, the QCA confirms previous findings that fiscal crises provide favourable conditions for the adoption of carbon taxes (e.g. Sterner 1994; Harrison 2010; Speck 2013; Skovgaard et al. 2019). According to our results, heightened fiscal pressure may even have been a necessary condition for policy adoption in our six countries. However, fiscal pressure is not sufficient for this outcome. Thus, our second finding is that the introduction of carbon taxation becomes most likely when high fiscal pressure coincides with governments receptive to environmental issues, e.g. when greens parties are part of the government. In other words, the conjunction of push and pull factors provides a fertile ground for policy adoption.

In the second step, we added two additional case studies on Ireland and Portugal to illuminate the actual reform process, especially the role of policy entrepreneurs. In the Irish case, policy entrepreneurs profited, as indicated by the previous analysis, from changing context conditions, especially heightened fiscal pressure and the Greens entering the government. The Portuguese case offered a more puzzling picture, since there appeared to be no policy window available at the time of policy adoption. Here, the case study showed that reform conditions were indeed unfavourable at the beginning of the 2011–2015 legislative period. In contrast to our expectations, it was not a change in government but a cabinet reshuffle during the legislative period which opened a policy window in the political stream. Moreover, the Portuguese case highlights the importance of a strong policy entrepreneur for coupling the streams. In contrast to the early phases of the Irish case, where policy entrepreneurs possessed ideological conviction but lacked political assertiveness, the Portuguese policy entrepreneur, Moreira da Silva, combined both. In line with findings from welfare state research, it is exactly this kind of minister that is able to affect the government's policy agenda (cf. Alexiadou 2015).

To what extent will these findings apply to other parts of the world? Research on carbon pricing indicates that conditions in Western Europe are generally more favourable to the introduction of carbon taxes than in less affluent regions such as Southeast Asia and South America (Skovgaard et al. 2019; Thisted and Thisted 2019). Nevertheless, research also indicates that some of our findings can be applied to those regions. As global studies demonstrate, the impact of fiscal and economic crises on the adoption of carbon taxation is not restricted to Europe (Skovgaard et al. 2019; Steinebach et al., 2021). On the country level, this is confirmed by a recent study on Argentina which demonstrates that fiscal and economic

considerations indeed played an important role for the adoption of carbon taxation (Ryan and Micozzi 2021). However, since green parties generally play no major role in developing countries (cf. Skovgaard *et al.* 2019, 1178), other political actors, such as influential political entrepreneurs inside the government, are needed to overcome the opposition to carbon pricing (Dyarto and Setyawan 2020; Ryan and Micozzi 2021). Finally, the international awareness of the necessity for stronger climate policies is still rising which is why initiatives for carbon taxes are supposed to be more and more driven by environmental considerations in the future.

Moving beyond climate policy, our study demonstrates that the combination of MSF and QCA can help to better understand the timing of reforms across countries. At the same time, the study highlights two methodological issues. First, not all elements of the MSF, such as the policy entrepreneur, can easily be translated into QCA conditions when covering more than a small number of cases. One solution to this problem is the partial application of the MSF (cf. Engler and Herweg 2019). Another solution, chosen in this study, is to complement the MSF's partial application in the QCA with case studies including all elements. Thus, the QCA can be employed to analyse the conditions for policy adoption, while the case studies can illuminate the actual coupling activities by potential policy entrepreneurs in the reform process. Second, researchers may face practical trade-offs when defining the unit of analysis. On the one hand, governments' legislative periods present a convenient unit in terms of the political stream. On the other hand, sudden cabinet reshuffles during the legislative period, as seen in the Portuguese case, can change the dynamic in the political stream and even open a policy window (cf. Kingdon 1995, 174–175). Dealing with a medium or large number of governments, such momentous personnel turnover is however hard to determine for each case beforehand. Notwithstanding those methodological challenges, the combination of MSF and QCA promises insights on crosscountry reform patterns not accessible through other approaches. The MSF offers the theoretical framework to capture the interplay of various structural and political factors, while QCA presents the fitting method to grapple with conjunctural causality. Complemented by well-selected case studies, this approach can thus be of use to public policy scholars in various policy fields.

Supplementary material. For supplementary material accompanying this paper visit <https://doi.org/10.1017/S0143814X21000210>

Acknowledgements. The article benefited substantially from the help of Lea Maurer. We also thank the two anonymous reviewers for their helpful suggestions and remarks.

Data availability statement. Replication materials are available in the Journal of Public Policy Dataverse at: <https://doi.org/10.7910/DVN/V6MOYT>.

Notes

1. Other relevant factors such as electoral systems and neo-corporatist structures are rather static and thus better suited to explain cross-country differences than the timing of policy adoptions.
2. These taxes differ in the carbon price level and in the share of covered emissions but their designs are, with the exception of the UK, quite similar. Iceland, Ireland, France and Portugal raise a tax on fossil fuels based on potential CO₂ emissions. The Spanish carbon tax does not put a price on CO₂ emissions but on emissions from fluorinated greenhouse gases (HFCs, PFCs, and SF₆) (World Bank 2020), which explains

why the share of covered emissions is rather low. In contrast, the British scheme is based upon a so-called price floor. It tops up the allowance price of the EU ETS to reach a price level requested by the government (Hirst 2018). The price floor provides firms under the EU ETS with a stable and predictable carbon price and thus acts like a carbon tax.

3. Note that QCA follows a deterministic logic, whereas the MSF's logic is probabilistic. Though this methodological problem cannot be solved completely, we are able to "mitigate the difference between the MSF's and QCA's logic of causality by including measures in QCA that indicate the consistency of the empirical evidence with the theoretically established statements on sufficient and necessary conditions" (Engler and Herweg 2019, 913; see also Schneider and Wagemann 2013, 316–317).

4. Polling data offer an alternative, more perception-based way to measure 'environmental pressure'. However, survey data from the Eurobarometer, the European Election Studies and the Comparative Study of Electoral Systems are not only patchy but often inconsistent (see Appendix, Tab. A1).

5. We use the 'environmental protection' item of the Manifesto Project ("General policies in favor of protecting the environment, fighting climate change, and other "green" policies"). The indicator provides the quasi-sentences in the respective category as a share of the total number of assigned codes within an election program (Volkens et al. 2019).

6. 'Significant disasters' are disasters that either resulted in the declaration of the state of emergency or are classified as "worst disaster of the decade" and/or "disaster with the greatest damage to the country" by the CRED (n.d.). Though such 'significant disasters' occurred in some of the six covered countries since 2000, none of those disasters occurred in the period covered in our analysis (see Table A3 in the Appendix).

7. Note, that we present the complex solution, which is not based on simplifying assumptions about logical remainders (cf. Schneider and Wagemann 2010). The truth table, the results of the intermediate and the parsimonious solution as well as robustness checks are presented and discussed in the Appendix (see Tab. A5–A10).

References

- Alexiadou D** (2015) Ideologues, Partisans, and Loyalists: Cabinet Ministers and Social Welfare Reform in Parliamentary Democracies. *Comparative Political Studies*, 48(8): 1051–1086.
- Alvarez L** (2011) Vice-presidente do PSD quer imposto sobre poluidores para aliviar carga fiscal sobre o trabalho. *Público*, <https://www.publico.pt/2011/08/30/politica/noticia/vicepresidente-do-psd-quer-imposto-sobre-poluidores-para-aliviar-carga-fiscal-sobre-o-trabalho-1509778> (accessed 05 January 2020).
- Andersen MS** (2009) *Carbon-Energy Taxation: Lessons from Europe*. Oxford: Oxford University Press.
- Andersen MS** (2019) The Politics of Carbon Taxation: How Varieties of Policy Style Matter. *Environmental Politics*, 28(6): 1084–1104.
- Beach D and Rohlfing I** (2018) Integrating Cross-Case Analyses and Process Tracing in Set-Theoretic Research: Strategies and Parameters of Debate. *Sociological Methods & Research*, 47(1): 3–36.
- Blatter J and Haverland M** (2012) *Designing Case Studies: Explanatory Approaches in Small-N Research*. London: Palgrave Macmillan.
- Braun M** (2009) The Evolution of Emissions Trading in the European Union: The Role of Policy Networks, Knowledge and Policy Entrepreneurs. *Accounting, Organizations and Society*, 34(3–4): 469–487.
- Brennan M** (2009) Greens Put Coalition on Line Over Fuel Taxes. *Independent.ie*, <https://www.independent.ie/irish-news/greens-put-coalition-on-line-over-fuel-taxes-26552246.html> (accessed 05 January 2020).
- Carvalho A, Schmidt L, Santos, FD and Delicado A** (2014) Climate Change Research and Policy in Portugal. *WIREs Climate Change*, 5(2): 199–217.
- CDS-PP** (2011). *Este é o momento. Manifesto Eleitoral 2011. Por ti. Por todos. Portugal*. Lisbon: CDS – People's Party.
- Clinch JP and Dunne L** (2006) Environmental Tax Reform: An Assessment of Social Responses in Ireland. *Energy Policy*, 34(8): 950–959.
- Coghlan O** (2007) Irish Climate-Change Policy from Kyoto to the Carbon Tax: A Two-Level Game Analysis of the Interplay of Knowledge and Power. *Irish Studies in International Affairs*, 18: 131–153.
- Comissão Fiscalidade Verde** (2014) *Projeto de Reforma da Fiscalidade Verde*. Lisbon.

- Convery FJ** (2009) Origins and development of the EU ETS. *Environmental and Resource Economics* **43**(3): 391–412.
- Convery FJ, Dunne L and Joyce D** (2013) Ireland's carbon tax and the fiscal crisis. *OECD Environment Working Papers*, no. 59. Paris: OECD.
- Cooper-Searle S, Livesey F and Allwood JM** (2018) Why Are Material Efficiency Solutions a Limited Part of the Climate Policy Agenda? An Application of the Multiple Streams Framework to UK Policy on CO₂ Emissions from Cars. *Environmental Policy and Governance*, **28**(1): 51–64.
- CRED** (n.d.) Guidelines, <https://www.emdat.be/guidelines> (accessed 11 June 2021).
- Dyarto R and Setyawan D** (2020) Understanding the Political Challenges of Introducing a Carbon Tax in Indonesia. *International Journal of Environmental Science and Technology*, **18**(6): 1479–1488.
- Engler F and Herweg N** (2019) Of Barriers to Entry for Medium and Large N Multiple Streams Applications: Methodological and Conceptual Considerations. *Policy Studies Journal*, **47**(4): 905–926.
- EPA** (2004) *Ireland's Environment 2004*. Dublin: Environmental Protection Agency.
- Ferreira L** (2013) Jorge Moreira da Silva Chegar ao Governo após duas falsas partidas. *Público*, <https://www.publico.pt/2013/07/24/jornal/jorge-moreira-da-silva-chegar-ao-governo-apos-duas-falsas-partidas-26867874> (accessed 05 January 2020).
- Government of Ireland** (2002) Financial Statement of the Minister for Finance Mr. Charlie McCreevy, 4 December 2002, <http://www.budget.gov.ie/Budgets/2003/FinancialStatement.aspx#Energytax> (accessed 05 January 2020).
- Government of Ireland** (2008) Financial Statement of the Minister for Finance Mr Brian Lenihan, 14 October 2008, <http://www.budget.gov.ie/Budgets/2009/FinancialStatement.aspx> (accessed 05 January 2020).
- Government of Ireland** (2009) Proposed Renewed Programme for Government, 10 October 2009, <https://www.socialjustice.ie/system/files/file-uploads/2021-09/2009-10-10-renewedprogrammeforgovernment1.pdf> (accessed 09 December 2021).
- Green Party** (2007) *Manifesto 2007: It's Time*. Dublin: Green Party.
- Haites E** (2018) Carbon Taxes and Greenhouse Gas Emissions Trading Systems: What Have We Learned? *Climate Policy*, **18**(8): 955–966.
- Harrison K** (2010) The Comparative Politics of Carbon Taxation. *Annual Review of Law and Social Science*, **6**(1): 507–529.
- Herweg N, Huß C and Zohlnhöfer R** (2015) Straightening the Three Streams: Theorising Extensions of the Multiple Streams Framework. *European Journal of Political Research*, **54**(3): 435–449.
- Herweg N, Zahariadis N and Zohlnhöfer R** (2018) The Multiple Streams Framework: Foundations, Refinements, and Empirical Applications. In Weible C. M. and Sabatier P. A. (eds.), *Theories of the Policy Process*. New York: Routledge, 17–53.
- Hirst D** (2018) *Carbon Price Floor (CPF) and the Price Support Mechanism*. London: House of Commons Library.
- Jagers SC and Hammar H** (2009) Environmental Taxation for Good and for Bad: The Efficiency and Legitimacy of Sweden's Carbon Tax. *Environmental Politics*, **18**(2): 218–237.
- Kasa S** (2000) Policy Networks as Barriers to Green Tax Reform: The Case of CO₂-Taxes in Norway. *Environmental Politics*, **9**(4): 104–122.
- Keskitalo E, Carina H, Westerhoff L and Juhola S** (2012) Agenda-setting on the environment: the development of climate change adaptation as an issue in European states. *Environmental Policy and Governance*, **22**(6): 381–394.
- Kingdon JW** (1995) *Agendas, Alternatives, and Public Policies*. New York: Longman.
- Little C** (2017) Intra-party policy entrepreneurship and party goals: the case of political parties' climate policy preferences in Ireland. *Irish Political Studies*, **32**(2): 199–223.
- Magone JM** (2014) Portugal. *European Journal of Political Research Political Data Yearbook*, **53**(1): 257–264.
- McGee H** (2009) Few surprises in much-leaked budget. *The Irish Times*, <https://www.irishtimes.com/news/few-surprises-in-much-leaked-budget-1.850397> (accessed 06 January 2020).
- Moreira da Silva J** (2012) *Report for sustainable growth: a post-troika strategy for Portugal*. Lisbon: Platform for Sustainable Growth.
- OECD** (2009) *OECD Economic Surveys: Ireland 2009*. Paris: OECD.
- Padilla E and Roca J** (2004) The Proposals for a European Tax on CO₂ and Their Implications for Intercountry Distribution. *Environmental and Resource Economics*, **27**(3): 273–295.

- Portuguese Ministry of Environment** (2014) *Green Taxation Reform: Taxing More of What We Burn and Less of What We Earn*. Lisbon: Portuguese Government.
- PS** (2005) *Bases programáticas: legislativas 2005*. Lisbon: Partido Socialista.
- PSD** (2011) *Recuperar a credibilidade e desenvolver Portugal: programa eleitoral do Partido Social Democrata eleições legislativas 2011*. Lisbon: Partido Social Democrata.
- Rabe BG** (2018) *Can We Price Carbon? American and Comparative Environmental Policy*. Cambridge: The MIT Press.
- Ragin CC** (2008) *The Comparative Method: Moving Beyond Qualitative and Quantitative Strategies*. Berkeley: University of California Press.
- Ryan D and Micozzi M** (2021) The Politics of Climate Policy Innovation: The Case of the Argentine Carbon Tax. *Environmental Politics*. Doi: [10.1080/09644016.2021.1899648](https://doi.org/10.1080/09644016.2021.1899648).
- Sager F and Rielle Y** (2013) Sorting Through the Garbage Can: Under What Conditions do Governments Adopt Policy Programs? *Policy Sciences*, **46**(1): 1–21.
- Sager F and Thomann E** (2017) Multiple Streams in Member State Implementation: Politics, Problem Construction and Policy Paths in Swiss Asylum Policy. *Journal of Public Policy*, **37**(3): 287–314.
- Sairinen R** (2003) The Politics of Regulatory Reform: ‘New’ Environmental Policy Instruments in Finland. *Environmental Politics*, **12**(1): 73–92.
- Schlegelmich K and Joas A** (2016) Fiscal Considerations in the Design of Green Tax Reforms. *The International Journal on Green Growth and Development*, **2**(2): 189–206.
- Schmitt C and Zohlnhöfer R** (2019) Partisan Differences and the Interventionist State in Advanced Democracies. *Socio-Economic Review*, **17**(4): 969–992.
- Schneider CQ** (2018) Realists and Idealists in QCA. *Political Analysis*, **26**(2): 246–254.
- Schneider CQ and Rohlfing I** (2016) Case Studies Nested in Fuzzy-Set QCA on Sufficiency. *Sociological Methods & Research*, **45**(3): 526–568.
- Schneider CQ and Wagemann C** (2010) Standards of Good Practice in Qualitative Comparative Analysis (QCA) and Fuzzy-Sets. *Comparative Sociology*, **9**(3): 397–418.
- Schneider CQ and Wagemann C** (2013) *Set-Theoretic Methods for the Social Sciences: A Guide to Qualitative Comparative Analysis*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Sénit CA** (2012) The Politics of Carbon Taxation in France: Preferences, Institutions, and Ideologies. *IDDRI Working Paper*, (no. 20).
- Skovgaard J, Ferrari SS and Knaggård Å** (2019) Mapping and Clustering the Adoption of Carbon Pricing Policies: What Polities Price Carbon and Why? *Climate Policy*, **19**(9): 1173–1185.
- Speck S** (2013) Carbon Taxation: Two Decades of Experience and Future Prospects. *Carbon Management*, **4**(2): 171–183.
- Stapleton M, Lenihan H, Killian S, O’Sullivan B and Business K** (2006) The Irish Carbon Tax: A Lost Opportunity? *Social Responsibility Journal*, **2**(1): 23–34.
- Steinebach Y, Fernández-i-Marín X and Aschenbrenner C** (2021) Who Puts a Price on Carbon, Why and How? A Global Empirical Analysis of Carbon Pricing Policies. *Climate Policy*, **21**(3): 277–289.
- Sterner T** (1994) Environmental Tax Reform: The Swedish Experience. *European Environment*, **4**(6): 20–25.
- Thisted EV and Thisted RV** (2019) The Diffusion of Carbon Taxes and Emission Trading Schemes: The Emerging Norm of Carbon Pricing. *Environmental Politics*, **8**(4): 1–21.
- Volkens A, Krause W, Lehmann P, Matthieß T, Merz N, Regel S and Weßels B** (2019) Manifesto Project Dataset [dataset], <https://doi.org/10.25522/manifesto.mpds.2019b> (accessed 01 July 2020).
- World Bank** (2019) *State and Trends of Carbon Pricing 2019*. Washington, DC: World Bank.
- World Bank** (2020) Carbon Pricing Dashboard, https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/map_data (accessed 22 June 2020).
- Zahariadis N** (2003) *Ambiguity & Choice in Public Policy: Political Decisionmaking in Modern Democracies*. Washington, DC: Georgetown University Press.

Cite this article: Bothner F, Schrader SM, Bandau F, and Holzhauser N. Never let a serious crisis go to waste: the introduction of supplemental carbon taxes in Europe. *Journal of Public Policy*. <https://doi.org/10.1017/S0143814X21000210>

Online Appendix

Bothner F, Schrader SM, Bandau F and Holzhauser N Never let a serious crisis go to waste: the introduction of supplemental carbon taxes in Europe. *Journal of Public Policy*.

Table A1: Survey Data on ‘Environmental Protection’ as Main Political Issue

	ESP- EUR B	ESP- EES	ESP- CSES	FRA- EUR B	FRA- EES	FRA- CSES	IRL- EUR B	IRL- EES	IRL- CSES	ISL- EUR B	ISL- EES	ISL- CSES	PRT- EUR B	PRT- EES	PRT- CSES	UK- EUR B	UK- EES	UK- CSES
2002						0.56									0			
June	2.17			7.69			5.22						2.49			3.63		
2003									1.24			5.13						
Apr.	2.98			7.31			1.8						1.03			4.11		
Nov.	1.29			3.53			2.16						0.84			2.46		
2004		4.68	0		7.82			0						0			0	
Mar.	1.19			5.28			3.92						1.02			2.57		
Nov.	1.74			6.5			4.23						1.24			4.91		
2005															1.39			1.66
May	1.86			5.96			4.58						0.28			9.17		
Oct.	3.24			6.76			4.31						0.75			7.1		
2006	3.49			7.75			3.71						0.92			8.8		
2007						6.18			2.93			9.72						
Apr.	2.39			11.36			6						0.4			7.83		
Sept.	3.23			12.62			4.02						1.85			6.62		
2008			0.31															
Mar.	1.36			7.81			4.19						1.25			6.43		
Oct.	1.59			8.74			2.48						0.46			4.99		

2009		0.4			6.5			0.3				0.58		0.1	0		1.8	
Oct.	2.46			9.64			1.56					1.26				2.3		
2010																		
May	1.8			5.64			1.93					0.23				3.72		
2011																		
2012																		
May	0.28			3.89			0.74			8.05		0.53				3.32		
Nov.	0.4			2.96			1.41			5.67		0.08				3.69		
2013																		
May	0.37			4.22			1.1			12.17		0				4.08		
Nov.	0.74			4.75			0.68			7.02		0.19				5.77		
2014		0			1.12			0.19						0				0.42
Mar.	1.16			7.4			1.55					0.11				5.08		
May	0.55			6.74			1.83			11.75		0.18						
Nov.	0.57			8.15			3.37			8.28		1.52				5.82		
2015																		
Feb.	0.45			8.06			3.44					0.2				5.51		
May	0.64			6.52			2.84					0.85				5.08		
Nov.	1.84			7.89			2.81					0.71				5.66		

Note: EURB = Eurobarometer, EES = European Election Studies, CSES = Comparative Study of Electoral Systems

Table A2: Availability of Policy Windows in Six Western European Countries, 2002-2015

	Political Window	Problem Window	Policy Window	Sources
France 02-07	NO: No green party in government. Climate policy no issue in 2002 presidential election.	NO: Country reports mention heat wave in 2003, but not framed as climate issue (Ysmal 2004: 1008). No “significant disaster” according to CRED.	NO	EJPR Yearbook: Ysmal 2003, 2004, 2005, 2006, 2007 Additional sources: Sénit 2012; Rocamora 2017
France 07-12	YES: Environmental policy is an important issue in the 2007 presidential election. Sarkozy signs “environmental pact” during the election campaign. The agreement includes the introduction of a carbon tax (Rocamora 2017: 21).	NO: No focusing events mentioned in country reports. No “significant disaster” according to CRED.	YES	EJPR Yearbook: Ysmal 2008, 2009, Cautres 2010; Drake 2011, 2012 Additional sources: Sénit 2012; Rocamora 2017
France 12-17	YES: Greens participate in government after 2012 elections. Socialist Party and Greens sign electoral agreement including a carbon tax (Rocamora 2017: 39).	NO: No focusing events mentioned in country reports. No “significant disaster” according to CRED.	YES	EJPR Yearbook: Startin 2013, 2014 Additional sources: Sénit 2012; Rocamora 2017
Iceland 03-06	NO: No green party in government. Climate policy no issue in 2003 election.	NO: No focusing events mentioned in country reports. No “significant disaster” according to CRED.	NO	EJPR Yearbook: Hardarson and Kristinsson 2004, 2005, 2006
Iceland 06-09	NO: No green party in government. Climate policy no issue in 2006 election.	NO: No focusing events mentioned in country reports. No “significant disaster” according to CRED.	NO	EJPR Yearbook: Hardarson and Kristinsson 2007, 2008, 2009
Iceland 09-13	YES: Left-Greens enter government after 2009 election (Hardarson and Kristinsson 2010).	NO: No focusing events mentioned in country reports. No “significant disaster” according to CRED.	YES	EJPR Yearbook: Hardarson and Kristinsson 2010, 2011
Ireland 02-07	NO: No green party in government. Climate policy no issue in 2002 election.	NO: No focusing events mentioned in country reports. No “significant disaster” according to CRED.	NO	EJPR Yearbook: O’Malley and Marsh 2003, 2004, 2005; O’Malley 2006, 2007
Ireland 07-11	YES: The Green Party became member of the coalition in 2007 and renegotiated the program of government in 2009.	NO: No focusing events mentioned in country reports. No “significant disaster” according to CRED.	YES	EJPR Yearbook: O’Malley 2008, 2009, 2010
Portugal	NO: No green party in government. Climate policy no issue in 2003	NO: No focusing events mentioned	NO	EJPR Yearbook: Magone

05-09	election.	in country reports. No “significant disaster” according to CRED.		2006, 2007, 2008, 2009, 2010
Portugal 09-11	NO: No green party in government. Climate policy no issue in 2003 election.	NO: No focusing events mentioned in country reports. No “significant disaster” according to CRED.	NO	EJPR Yearbook: Magone 2010, 2011, 2012
Portugal 11-15	NO: No green party in government. Climate policy no issue in 2003 election.	NO: No focusing events mentioned in country reports. No “significant disaster” according to CRED.	NO	EJPR Yearbook: Magone 2012, 2014, 2015, 2016
Spain 04-08	NO: No green party in government. Climate policy no issue in 2004 election.	NO: No focusing events mentioned in country reports. No “significant disaster” according to CRED.	NO	EJPR Yearbook: Delgado and Lopez Nieto 2005, 2006, 2007
Spain 08-11	NO: No green party in government. Climate policy no issue in 2008 election.	NO: No focusing events mentioned in country reports. No “significant disaster” according to CRED.	NO	EJPR Yearbook: Delgado and Lopez Nieto 2009, 2010
Spain 11-15	NO: No green party in government. Climate policy no issue in 2011 election.	NO: No focusing events mentioned in country reports. No “significant disaster” according to CRED.	NO	EJPR Yearbook: Delgado and Lopez Nieto 2011, 2012, 2013; Delgado and López 2014, 2015, 2016
UK 5-10	NO: No green party in government. Climate policy no issue in 2005 election.	NO: No focusing events mentioned in country reports. No “significant disaster” according to CRED.	NO	EJPR Yearbook: Fisher 2006, 2007, 2008, 2009; Whitaker 2010, 2011
UK 10-15	YES: Environmental protection and the green economy were highlighted by the Conservatives, who proposed a price floor for carbon and new green taxes, and the Liberal Party. Both parties formed a coalition government after the 2010 election (Quinn 2011: 404; Whitaker 2011: 1169).	NO: No focusing events mentioned in country reports. No “significant disaster” according to CRED.	YES	EJPR Yearbook: Whitaker 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016 Additional source: Quinn 2011

Table A3: ‘Significant Disasters’ from 1990 to 2020

Country	Significant disaster according to CRED
France	2010 (storm); 2021 (flood)
Iceland	No significant disaster
Ireland	No significant disaster
Portugal	2003 (wildfire); 2017 (wildfire)
Spain	1990 (drought); 2003 (wildfire); 2019 (storm)
UK	No significant disaster

Source: Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED)

Table A4: Analysis of Necessary Conditions

Conditions	Consistency	Coverage	RoN-Value (Relevance of Necessity)
Problem Stream Budget	0.81	0.52	0.59
~Problem Stream Climate + Policy Window	0.92	0.59	0.63
~Political Stream + Policy Window	0.92	0.50	0.49
~Problem Stream Climate + ~Political Stream + ~Policy Window	0.81	0.33	0.10
~Problem Stream Climate + Political Stream + ~Policy Window	0.86	0.34	0.08
Problem Stream Climate + ~Political Stream + ~Policy Window	0.81	0.34	0.15
Problem Stream Climate + Political Stream + ~Policy Window	0.86	0.35	0.12

Note: „~“ indicates the negation of a condition. „+“ stands for a logical “or“

Table A5: Truth Table

Nr.	Problem Stream Climate	Problem Stream Budget	Political Stream	Policy Window	Consistency	PRI-Value	Cases	Countries
1	1	1	1	1	1	1	2	Iceland_09-13; Ireland_07-11
2	0	1	1	1	0.68	0.68	3	France_07-12; France_12-17; UK_10-15
3	0	1	0	0	0.48	0.48	3	Portugal_11-15; Spain_11-15; UK_05-10
4	0	1	1	0	0.26	0.26	1	Portugal_09-11
5	0	0	0	0	0.17	0.17	1	France_02-07
6	1	1	1	0	0.13	0.13	3	Iceland_06-09; Portugal_05-09; Spain_08-11
7	1	0	0	0	0	0	2	Iceland_03-06; Spain_04-08
8	1	0	1	0	0	0	1	Ireland_02-07
9	0	0	0	1	-	-	0	-
10	0	0	1	0	-	-	0	-
11	0	0	1	1	-	-	0	-
12	0	1	0	1	-	-	0	-
13	1	0	0	1	-	-	0	-
14	1	0	1	1	-	-	0	-
15	1	1	0	0	-	-	0	-
16	1	1	0	1	-	-	0	-

Note: Legislative periods in which the carbon tax was adopted are presented in bold characters. Logical remainders are presented in italic characters.

QCA – Intermediate and Most Parsimonious Solution

Since QCA is a relatively new research approach, there are still disputes about the correct application of the method. One of the main debates within the QCA community concerns so-called logical remainders (theoretically possible but unobserved configurations), which can be used to reduce the complexity of the overall solution term (Schneider 2018; Thiem 2019; Thiem and Baumgartner 2016). In general, there are three alternatives. The complex solution (which we present in the main article) does not include logical remainders in the minimization process and therefore refers only to empirical data. The intermediate solution uses logical remainders based on theoretical consideration to minimize the complexity of the solution term and the most parsimonious solution includes all logical remainders that help to achieve the least complex solution term. While the debate about the “right” solution is ongoing, there is a general agreement to provide all three solutions (Schneider and Wagemann 2013). Hence, we present the intermediate and most parsimonious solution in Figure A6 and A7.

To calculate the intermediate solution we draw on our theoretical considerations and our knowledge of the significance of financial pressure. According to the MSF, the introduction of a carbon tax is more likely if all four conditions are met. Furthermore, our descriptive results show there is no country that introduces a carbon tax without having financial pressure. Hence, we assume that financial pressure is a necessary condition. As result, we get the intermediate solution present in figure A6, which does not differ from the complex solution.

Table A6: Intermediate Solution

Solution Paths	Consistency	PRI-Value	Coverage	Cases
Outcome: Carbon Tax				
Problem-Stream Climate * Problem Stream Budget * Political Stream * Policy Window	1.00	1.00	0.18	<i>Iceland_09-13; Ireland-07-11</i>
<i>Overall Consistency: 1.00</i>				
<i>Overall PRI-Value: 1.00</i>				
<i>Overall Coverage: 0.18</i>				

Table A7: Most Parsimonious Solution

Solution Paths	Consistency	PRI-Value	Coverage	Cases
Outcome: Carbon Tax				
Problem-Stream Climate * Policy Window	1.00	1.00	0.33	<i>Iceland_09-13; Ireland-07-11</i>
<i>Overall Consistency: 1.00</i>				
<i>Overall PRI-Value: 1.00</i>				
<i>Overall Coverage: 0.33</i>				

Table A8: Robustness Check: Problem Stream - Climate \pm 20%

Solution Paths	Consistency	PRI-Value	Coverage	Cases
Outcome: Carbon Tax				
Problem-Stream Climate * Problem Stream Budget * Political Stream * Policy Window	1.00	1.00	0.18	<i>Iceland_09-13; Ireland-07-11</i>
<i>Overall Consistency: 1.00</i>				
<i>Overall PRI-Value: 1.00</i>				
<i>Overall Coverage: 0.18</i>				

Solution Paths	Consistency	PRI-Value	Coverage	Cases
Outcome: Carbon Tax				
Problem-Stream Climate * Problem Stream Budget * Political Stream * Policy Window	1.00	1.00	0.18	<i>Iceland_09-13; Ireland-07-11</i>
<i>Overall Consistency: 1.00</i>				
<i>Overall PRI-Value: 1.00</i>				
<i>Overall Coverage: 0.18</i>				

Table A9: Robustness Check: Problem Stream - Budget \pm 20%

Solution Paths	Consistency	PRI-Value	Coverage	Cases
Outcome: Carbon Tax				
Problem-Stream Climate * Political Stream * Policy Window	1.00	1.00	0.19	<i>Iceland_09-13; Ireland-07-11</i>
<i>Overall Consistency: 1.00</i>				
<i>Overall PRI-Value: 1.00</i>				
<i>Overall Coverage: 0.19</i>				

Solution Paths	Consistency	PRI-Value	Coverage	Cases
Outcome: Carbon Tax				
Problem-Stream Climate * Problem Stream Budget * Political Stream * Policy Window	1.00	1.00	0.19	<i>Iceland_09-13; Ireland-07-11</i>
<i>Overall Consistency: 1.00</i>				
<i>Overall PRI-Value: 1.00</i>				
<i>Overall Coverage: 0.19</i>				

Table A10: Robustness Check: Political Stream \pm 20%

Solution Paths	Consistency	PRI-Value	Coverage	Cases
Outcome: Carbon Tax				
Problem-Stream Climate * Problem Stream Budget * Political Stream * Policy Window	1.00	1.00	0.17	<i>Iceland_09-13; Ireland-07-11</i>
<i>Overall Consistency: 1.00</i>				
<i>Overall PRI-Value: 1.00</i>				
<i>Overall Coverage: 0.17</i>				

Solution Paths	Consistency	PRI-Value	Coverage	Cases
Outcome: Carbon Tax				
Problem-Stream Climate * Problem Stream Budget * Political Stream * Policy Window	1.00	1.00	0.19	<i>Iceland_09-13; Ireland-07-11</i>
<i>Overall Consistency: 1.00</i>				
<i>Overall PRI-Value: 1.00</i>				
<i>Overall Coverage: 0.19</i>				

References

- Armingeon K, Wenger V, Wiedemeier F, Isler C, Knöpfel L, Weisstanner D and Engler S (2019) *Comparative Political Data Set 1960-2017* [dataset]. Available from: https://www.cpds-data.org/images/Update2019/CPDS_1960-2017_Update_2019.xlsx (accessed 01 July 2020).
- Delgado I and Nieto L L (2005) Spain. *European Journal of Political Research* **44**(7-8): 1188–1194.
- Delgado I and Nieto L L (2009) Spain. *European Journal of Political Research* **48**(7-8): 1114–1119.
- Delgado I and Nieto L L (2012) Spain. *European Journal of Political Research Political Data Yearbook* **51**(1): 297–306.
- Council Decision of 25 April 2002 concerning the approval, on behalf of the European Community, of the Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change and the joint fulfilment of commitments thereunder** (2002) *Official Journal of the European Union*, L 130, 24-26.
- Decision No 406/2009/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the effort of Member States to reduce their greenhouse gas emissions to meet the Community's greenhouse gas emission reduction commitments up to 2020** (2009) *Official Journal of the European Union*, L 140, 136-148.
- Eurostat (2020a) Greenhouse gas emissions by source sector. Available from: http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?lang=en&dataset=env_air_gge (accessed 20 February 2020).
- Eurostat (2020b) Greenhouse gas emissions in ESD sectors. Available from: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/t2020_35/default/table (accessed 20 February 2020).
- Fisher S D (2006) United Kingdom. *European Journal of Political Research* **45**(7-8): 1282–1291.
- Hardarson O T and Kristinsson G H (2004) Iceland. *European Journal of Political Research* **43**(7-8): 1024–1029.
- Hardarson O T and Kristinsson G H (2008) Iceland. *European Journal of Political Research* **47**(7-8): 1005–1011.
- Hardarson O T and Kristinsson G H (2010) Iceland. *European Journal of Political Research* **49**(7-8): 1009–1016.
- Magone J M (2006) Portugal. *European Journal of Political Research* **45**(7-8): 1247–1253.
- Magone J M (2010) Portugal. *European Journal of Political Research* **49**(7-8): 1130–1138.
- Magone J M (2012) Portugal. *European Journal of Political Research Political Data Yearbook* **51**(1): 257–268.
- O'Malley E (2008) Ireland. *European Journal of Political Research* **47**(7-8): 1012–1018.
- O'Malley E and Marsh M (2004) Ireland. *European Journal of Political Research* **43**(7-8): 1030–1032.
- Quinn T (2011): From New Labour to new politics: The British general election of 2010. *West European Politics* **34**(2): 403-411.
- Schneider C Q (2018). Realists and Idealists in QCA. *Political Analysis* **26**(2): 246–254.

- Schneider C Q and Wagemann C** (2013). *Set-theoretic methods for the social sciences: A guide to qualitative comparative analysis*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Startin N** (2013) France. *European Journal of Political Research Political Data Yearbook*, **52**(1): 70–82.
- Thiem A** (2019) Beyond the Facts: Limited Empirical Diversity and Causal Inference in Qualitative Comparative Analysis. *Sociological Methods & Research* **12**(2): 1-14.
- Thiem A and Baumgartner M** (2016) Back to Square One. *Comparative Political Studies*, **49**(6): 801–806.
- Volkens A, Krause W, Lehmann P, Matthieß T, Merz N, Regel S and Weßels B** (2019) *Manifesto Project Dataset* [dataset]. Available from: <https://doi.org/10.25522/manifesto.mpds.2019b> (Accessed 01 July 2020).
- Whitaker R** (2011) United Kingdom. *European Journal of Political Research* **50**(7-8): 1164–1174.
- Ysmal C** (2004) France. *European Journal of Political Research* **43**(7-8): 1006–1009.
- Ysmal C** (2008) France. *European Journal of Political Research* **47**(7-8): 976–984.

**Erklärung nach § 8 (2) der Promotionsordnung für die Fakultät Sozial- und
Wirtschaftswissenschaften der Otto-Friedrich-Universität Bamberg (in der
Fassung vom 30.09.2011)**

Ich erkläre hiermit, dass ich die Bestandteile meiner kumulativen Dissertation selbstständig, insbesondere ohne die Hilfe einer Promotionsberaterin oder eines Promotionsberaters, angefertigt habe. Ferner habe ich keine anderen Hilfsmittel als die im jeweiligen Quellen- und Literaturverzeichnis genannten benutzt und alle aus Quellen und Literatur wörtlich oder sinngemäß entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht.

Bamberg, den 22. Oktober 2021

Fabio Bothner

Versicherung nach § 8 (3) der Promotionsordnung für die Fakultät Sozial- und Wirtschaftswissenschaften der Otto-Friedrich-Universität Bamberg (in der Fassung vom 30.09.2011)

Ich versichere hiermit, dass die Bestandteile meiner kumulativen Dissertation oder wesentliche Teile derselben nicht bereits einer anderen Prüfungsbehörde zur Erlangung des Doktorgrades vorlagen.

Bamberg, den 22. Oktober 2021

Fabio Bothner

Erklärung nach § 8 (4) der Promotionsordnung für die Fakultät Sozial- und Wirtschaftswissenschaften der Otto-Friedrich-Universität Bamberg (in der Fassung vom 30.09.2011)

Hiermit erkläre ich, dass folgende Bestandteile meiner Arbeit wie folgt publiziert sind.

Aufsatz 1: Explaining climate policies' popularity – An empirical study in four European countries. *Environmental Science and Policy*. Vol. 92. Seiten: 34-45, <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.10.009> (ISSN: 1462-9011).

Das Manuskript wurde von der Redaktion der Zeitschrift *Environmental Science and Policy* (ISSN: 1462-9011) zur Publikation angenommen und online (<https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.10.009>) sowie in gedruckter Form (Volumen 92, Seiten 34-45) veröffentlicht.

Aufsatz 3: Personal Carbon Trading – Lost in the policy primeval soup? *Sustainability*. Vol. 13. No. 8. Seiten: 4592, <https://doi.org/10.3390/su13084592> (ISSN: 2071-1050).

Das Manuskript wurde von der Redaktion der Zeitschrift *Sustainability* (ISSN: 2071-1050) zur Publikation angenommen und online (<https://doi.org/10.3390/su13084592>) veröffentlicht.

Aufsatz 4: Personal Carbon Trading als eine Alternative zu CO₂-Steuer und ETS? Eine Analyse der Verteilungseffekte von Personal Carbon Allowances am Beispiel der Bundesrepublik Deutschland. *Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht*. Vol. 43, No. 2. Seiten: 105-122. (ISSN: 0343-7167)

Das Manuskript wurde von der Redaktion der *Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht* (ISSN: 0343-7167) zur Publikation angenommen und online (<https://online.ruw.de/suche/zfu/Person-Carbon-Tradin-als-eine-Altern-zu-CO2-Steuer-d29e4ad5ecff999f3654150d4ec25a02?crefresh=1>) sowie in gedruckter Form (Volumen 43, Nummer 2, Seiten 105-122) veröffentlicht.

Aufsatz 5: Never Let a Serious Crisis Go to Waste: The Introduction of Supplemental Carbon Taxes in Europe. *Journal of Public Policy*. **Zur Veröffentlichung angenommen.**
(ISSN: 1469-7815)

Das Manuskript wurde von der Redaktion der Zeitschrift *Journal of Public Policy* (ISSN: 1469-7815) zur Veröffentlichung angenommen. Es wird zukünftig auf der Internetseite der Zeitschrift veröffentlicht und auch in einer gedruckten Ausgabe erscheinen.

Bamberg, den 22. Oktober 2021

Fabio Bothner

Hinweis auf eine kumulative Dissertation

Ich weise hiermit darauf hin, dass es sich bei der eingereichten Dissertationsschrift um eine kumulative Dissertation handelt.

Bamberg, den 22. Oktober 2021

Fabio Bothner