

TEXTE

82/2024

Endbericht

Soziale Aspekte der Umweltpolitik

Teilvorhaben II: Gewinnung von Daten

von:

Nils aus dem Moore, Johannes Brehm, Philipp Breidenbach, Lea
Eilers, Henri Gruhl, Matthias Kaeding, Patrick Thiel
RWI - Leibniz- Institut für Wirtschaftsforschung

Herausgeber:

Umweltbundesamt

TEXTE 82/2024

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

Forschungskennzahl 3719 12 104 0
FB001203

Endbericht

Soziale Aspekte der Umweltpolitik

Teilvorhaben II: Gewinnung von Daten

von

Nils aus dem Moore, Johannes Brehm, Philipp Breidenbach, Lea
Eilers, Henri Gruhl, Matthias Kaeding, Patrick Thiel
RWI - Leibniz- Institut für Wirtschaftsforschung

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber

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

Durchführung der Studie:

RWI – Leibniz- Institut für Wirtschaftsforschung e.V.
Hohenzollernstraße 1-3
45128 Essen

Abschlussdatum:

November 2022

Redaktion:

Fachgebiet I 1.5 Nationale und internationale Umweltberichterstattung
Christian Hoyer

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, April 2024

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autor*innen.

Kurzbeschreibung: Soziale Aspekte der Umweltpolitik: Teilvorhaben II – Gewinnung von Daten

Die gesamtgesellschaftliche Transformation hin zur Verringerung der Umweltbelastungen und Treibhausgasneutralität wird erhebliche soziale Auswirkungen haben. Für eine gesellschaftliche Unterstützung dieses Transformationsprozesses ist die sozialverträgliche Ausgestaltung umweltpolitischer Maßnahmen von großer Bedeutung. Um die sozialen Aspekte dieser Maßnahmen zu erfassen und zu verstehen, ist eine umfassende Datenbasis erforderlich, die eine differenzierte Analyse der Auswirkungen auf verschiedene Bevölkerungsgruppen ermöglicht.

Vor diesem Hintergrund zielte dieses Forschungsprojekt darauf ab, die Datenverfügbarkeit zu diesem Themenkomplex aufzuzeigen, zu systematisieren und weiterzuentwickeln. Dazu wurde zunächst ein theoretischer Rahmen zur Erfassung der sozialen Aspekte von Umweltpolitik erarbeitet. Basierend auf diesem analytischen Fundament wurden relevante Umwelt- und Sozialdaten identifiziert, systematisiert und in Form einer Wissensplattform zusammengefasst. Um das Potential der zusammengestellten Daten zu veranschaulichen, wurden exemplarische Analysen durchgeführt, beispielsweise zur ungleichen Umweltbelastung verschiedener Bevölkerungsgruppen oder zur Emissionsintensität unterschiedlicher sozio-ökonomischer Gruppen. Zusätzlich wurden Datensätze auf innovative Weise verknüpft, um die Auswirkungen verschiedener Umweltfaktoren (wie Luftverschmutzung, Lärmbelastung oder Flutrisiko) auf soziale Aspekte zu erfassen. Zuletzt wurden empirische Studien zu den Umweltwirkungen und sozialen Effekten umweltpolitischer Instrumente im Transport- und Gebäudesektor basierend auf der aktuellen akademischen Literatur systematisch aufbereitet und Wissenslücken identifiziert.

Sowohl der vorliegende Projektbericht als auch die empirischen Produkte und Datenbanken tragen dazu bei, bestehende Wissenslücken zu sozialen Aspekten der Umweltpolitik zu identifizieren, Politikmaßnahmen sozialverträglich zu gestalten und zu bewerten, und fundierte Entscheidungen zu ermöglichen.

Abstract: Social Aspects of Environmental Policy: Subproject II - Acquisition of Data

The transformation toward reducing environmental burdens and greenhouse gas neutrality will have significant social impacts. The socially acceptable design of environmental policy measures is essential to secure public support for these transformation processes. To capture and understand the social aspects of environmental policy measures, a comprehensive database is required that allows for a differentiated analysis of the impacts on different population groups.

Against this background, this research project aimed at identifying, systematizing, and further developing the data availability on this complex of topics. To this end, a theoretical framework for evaluating environmental policies with regards to their social aspects was developed. Based on this analytical foundation, relevant environmental and social data were identified, systematized, and compiled as a knowledge platform. To illustrate the potential of the compiled data, exemplary analyses were conducted, for example, on the unequal environmental burdens of different population groups or the emission intensity of different socio-economic groups. In addition, datasets were linked innovatively to capture the impact of different environmental factors (such as air and noise pollution or flood risk) on social aspects. Last, empirical studies on the environmental and social effects of environmental policy instruments in the transportation and building sectors were systematically reviewed based on the academic literature, and knowledge gaps were identified.

This project report and the empirical products and databases can serve to identify existing knowledge gaps around social aspects of environmental policy, design and evaluate socially responsible policy measures, and enable informed decision-making.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	6
Abbildungsverzeichnis.....	9
Tabellenverzeichnis	11
Abkürzungsverzeichnis	12
Zusammenfassung.....	13
Summary	24
Arbeitspaket 1: Analyserahmen – Konzept zur Erfassung der sozialen Aspekte des Umweltschutzes	35
1.1 Einführung und Überblick	35
1.2 Theoretischer Hintergrund zum Analyseraster.....	36
1.2.1 Umweltpolitische Instrumente in konzeptioneller Perspektive	37
1.2.3 Generische Wirkungsketten umweltpolitischer Maßnahmen.....	39
1.2.4 Soziale Aspekte aus umweltökonomischer Perspektive.....	41
1.3 Analyseraster zur Erfassung der sozialen Wirkungen von Umweltpolitik	44
1.4 Expert*innenworkshop.....	46
1.4.1 Ziele und Methode.....	46
1.4.2 Ergebnisse	47
Arbeitspaket 2: Bestandsaufnahme zur Datenverfügbarkeit (und Defizitanalyse).....	51
2.1 Hintergrund.....	51
2.2 Bestandsaufnahme/Datenrecherche.....	53
2.3 Wissensplattform	55
2.3.1 Hintergrund.....	55
2.3.2 Aufbau der Wissensplattform	56
2.3.3 Aktualität und Weiternutzung der Wissensplattform	66
Arbeitspaket 3: Vorschläge zur methodischen Weiterentwicklung der Datenbasis - Betroffenheitsperspektive.....	67
3.1 Hintergrund.....	67
3.2 Datengrundlage.....	69
3.2.1 Umweltbelastungen.....	71
3.2.2 Sozio-ökonomische Daten: RWI-GEO-GRID	77
3.3 Definition des Indikators „Mehrfachbelastung“	81
3.4 Auswertungen.....	83
3.4.1 Einzelbelastungen	83
3.4.2 Mehrfachbelastungen.....	90
3.4.3 Mehrfachbelastungen nach sozio-ökonomischen Gruppen.....	93
3.5 Fazit.....	101
3.6 Defizitanalyse.....	103
Arbeitspaket 3b: Vorschläge zur methodischen Weiterentwicklung der Datenbasis - Verursacherperspektive	104
4.1 Hintergrund.....	104

4.2	Datengrundlage.....	106
4.2.1	Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (EVS)	106
4.2.2	Daten zu den Emissionen.....	109
4.2.3	Preise für nachhaltig produzierte Nahrungsmittel	111
4.3	Deskriptive Beschreibung der Einzeldaten	112
4.3.1	EVS: Sozioökonomische Variablen	112
4.3.2	Vergleich zu Referenzdatensätzen.....	113
4.3.3	Analyse der Warenkörbe	114
4.4	Analyse der Verursacher-Perspektive.....	119
4.5	Einkommensbelastung durch nachhaltig produzierte Nahrungsmittel.....	134
4.6	Fazit	139
4.7	Defizitanalyse	141
Arbeitspaket 4: Innovative Ansätze zur Erschließung neuer Datenbestände		144
5.1	Identifikation von Themenfeldern	144
5.2	Inhaltliche Ausgestaltung.....	147
5.3	Überblick der Ergebnisse	149
5.3.1	Lärmreduktion im Schienenverkehr und Hauspreise	150
5.3.2	Einfluss von Hochwassergefahr auf Hauspreise	154
5.3.3	Einfluss von Umweltzonen auf Hauspreise.....	158
5.3.4	Einfluss von Umweltzonen (reduzierte Luftverschmutzung) auf Leistung von Grundschüler*innen	161
5.4	Fazit & Datendefizite.....	165
Arbeitspaket 5: Empirische Informationen zu sozialen Effekten und Umweltwirkungen ausgewählter umweltpolitischer Instrumente, Maßnahmen und Strategien		168
6.1	Einleitung	168
6.2	Systematik der Literatursynopse	169
6.3	Überblick Inhalt der Synopse im Verkehrs- und Gebäudesektor.....	173
6.4	Fazit	180
6.5	Synopse Studien im Transportsektor	183
6.5.1	Steuern und Abgaben	183
6.5.2	Förderungen und Subventionen	209
6.5.3	Ordnungsrechtliche Maßnahmen.....	217
6.5.4	Kombination aus Maßnahmen.....	226
6.5.5	CO2-Preis, Effizienzstandards und Straßennutzungsgebühren	227
6.5.6	Sonstige Maßnahmen	228
6.6	Synopse Studien im Gebäudesektor	229
6.6.1	Steuern und Abgaben	229
6.6.2	Subventionen und Förderungen	238
6.6.3	Ordnungsrechtliche Maßnahmen.....	255
6.6.4	Kombination aus Maßnahmen.....	258
6.6.5	Sonstige Maßnahmen	262
Quellenverzeichnis		263
A	Anhang: Fragebogen Workshop (AP 1)	274

B	Anhang: Technische Ausgestaltung der Wissensplattform (AP2)	279
C	Anhang: Betroffenheits-Perspektive (AP 3a).....	281
D	Anhang: Verursacher-Perspektive (AP 3b)	291
E	Anhang: Innovative Ansätze	297
E.1	Vorgestellte Konzepte der Forschungsschwerpunkte	297
E.1.1	Innovative Ansätze zur Erschließung neuer Datenbestände	297
E.1.2	Themenvorschlag 1: Umweltfaktoren, Wohnortentscheidungen und Lebensqualität	297
E.1.3	Umweltbewusstsein und Luftqualitätsmessung.....	300
E.1.4	Auswirkungen der Umweltqualität auf Gesundheit	302

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Transformative Umweltpolitik zur Einhaltung ökologischer Grenzen	35
Abbildung 2:	Die drei Domänen der Umweltpolitik	37
Abbildung 3:	Zeithorizonte, soziale Reichweite und Theorieperspektiven der drei Domänen.....	38
Abbildung 4:	Relevanz unterschiedlicher Politikinstrumente in den drei Domänen.....	38
Abbildung 5:	Generische Wirkungskette umweltpolitischer Maßnahmen	40
Abbildung 6:	Generische Wirkungskette unter Berücksichtigung von Verteilungseffekten	40
Abbildung 7:	Analyseraster zur Kategorisierung von sozialen Aspekten der Umweltpolitik	45
Abbildung 8:	Aufbau der Suchmaske	59
Abbildung 9:	Suchabfrage	62
Abbildung 10:	Speichern der Suchergebnisse.....	63
Abbildung 11:	Datenbox	70
Abbildung 12:	Verteilung Haushaltstypen	78
Abbildung 13:	Verteilung Haushaltskaufkraft.....	79
Abbildung 14:	Verteilung Migrationshintergrund	80
Abbildung 15:	Anteil der Erwerbslosen	80
Abbildung 16:	Verteilung Altersgruppen	81
Abbildung 17:	Einzelbelastungen nach Feinstaub (PM _{2,5})	84
Abbildung 18:	Einzelbelastungen nach Stickstoffdioxid	85
Abbildung 19:	Einzelbelastungen nach Lärm	86
Abbildung 20:	Einzelbelastungen nach Ozon (Jahresmittelwerte)	87
Abbildung 21:	Einzelbelastungen nach Ozon (Überschreitungstage).....	88
Abbildung 22:	Einzelbelastungen nach heißen Tagen	89
Abbildung 23:	Einzelbelastungen nach Distanz zu Umweltressourcen	90
Abbildung 24:	Mehrfachbelastung mit allen Einzelbelastungen	91
Abbildung 25:	Aggregierte Mehrfachbelastung.....	93
Abbildung 26:	Mehrfachbelastung nach Haushaltstypen.....	94
Abbildung 27:	Mehrfachbelastung nach Haushaltstypen und Kreistypen	95
Abbildung 28:	Mehrfachbelastung nach Haushaltskaufkraft	96
Abbildung 29:	Mehrfachbelastung nach Migrationshintergrund	97
Abbildung 30:	Mehrfachbelastung nach Migrationshintergrund	98
Abbildung 31:	Mehrfachbelastung nach Erwerbstätigkeit	99
Abbildung 32:	Mehrfachbelastung nach Erwerbstätigkeit	100
Abbildung 33:	Mehrfachbelastung nach Altersgruppen.....	101
Abbildung 34:	Verteilung ausgewählter sozialer Gruppen in der EVS.....	112
Abbildung 35:	Ausgaben (Oberkategorien) nach Einkommensdezil	115
Abbildung 36:	Ausgaben (Nahrungsmittel) nach Einkommensdezil.....	116
Abbildung 37:	Ausgaben (Oberkategorien) nach Altersgruppe.....	116
Abbildung 38:	Ausgaben (Nahrungsmittel) nach Altersgruppe	117
Abbildung 39:	Ausgaben (Oberkategorien) nach Bildungsabschluss.....	118
Abbildung 40:	Ausgaben (Nahrungsmittel) nach Berufsabschluss	118
Abbildung 41:	Verteilung der CO ₂ -Emissionen aus aggregierten Bereichen	119
Abbildung 42:	CO ₂ -Emissionen nach Haushaltstypen.....	120

Abbildung 43:	CO ₂ -Emissionen nach Altersgruppen.....	121
Abbildung 44:	CO ₂ -Emissionen nach Einkommensdezilen	122
Abbildung 45:	CO ₂ -Emissionen nach Berufs- und Bildungsabschlüssen	123
Abbildung 46:	CO ₂ -Emissionen nach Gemeindegrößenklassen.....	124
Abbildung 47:	Wohnfläche nach Gemeindegrößenklassen	125
Abbildung 48:	Konsum ausgewählter Nahrungsmittel-Gruppen nach Gruppe und Gemeindegrößenklassen.....	125
Abbildung 49:	CO ₂ -Emissionen nach Bundesländern	126
Abbildung 50:	CO ₂ -Emissionen nach Wohnarten	127
Abbildung 51:	Ergebnisse der Regressionsanalyse: CO ₂ -Emissionen durch Nahrungsmittel	129
Abbildung 52:	Ergebnisse der Regressionsanalyse: CO ₂ -Emissionen durch Mobilität	131
Abbildung 53:	Ergebnisse der Regressionsanalyse: CO ₂ -Emissionen durch Wohnen	133
Abbildung 54:	Mehrbelastung durch Konsum nachhaltiger Produkte nach Einkommensdezilen	136
Abbildung 55:	Mehrbelastung durch Konsum nachhaltiger Produkte nach Haushaltstypen	137
Abbildung 56:	Mehrbelastung durch Konsum nachhaltiger Produkte nach Altersgruppe.....	138
Abbildung 57:	Mehrbelastung durch Konsum nachhaltiger Produkte nach Bildungsabschluss ..	139
Abbildung 58:	Schienenverlauf und berücksichtigte Gemeinden	152
Abbildung 59:	Auswirkung des Schienenlärmschutzgesetzes in Abhängigkeit von Entfernung ..	153
Abbildung 60:	Immobilienangebote in Flutrisikogebieten in Deutschland	156
Abbildung 61:	Verlaufsanalyse (Event Study) der Hauspreise in Flutrisikogebieten.....	157
Abbildung 62:	Umweltzonen und EURO-Kategorien in Deutschland	158
Abbildung 63:	Umweltzonen und Kontrollgruppe.....	160
Abbildung 64:	Zugrundeliegende Heterogenität des Durchschnittseffekts	161
Abbildung 65:	Schulstandorte, Umweltzonen und Kontrollgruppe (NRW, 2018).....	163
Abbildung 66:	Verlaufsanalyse (Event study) der Effekte von Umweltzonen auf Schulübergangsraten.....	164
Abbildung 67:	Überblick über den Länderfokus, die angewandte Methode und Effektebene....	177
Abbildung B1:	Haushaltstypen (Singles, Familien und Paare) auf Rasterebene	281
Abbildung B2:	Haushaltskaufkraft auf Rasterebene	282
Abbildung B3:	Altersgruppen auf Rasterebene	283
Abbildung B4:	„Leave-one-out“ Mehrfachbelastung ohne Feinstaubbelastung.....	284
Abbildung B5:	„Leave-one-out“ Mehrfachbelastung ohne Stickstoffdioxid.....	285
Abbildung B6:	„Leave-one-out“ Mehrfachbelastung ohne Ozon	286
Abbildung B7:	„Leave-one-out“ Mehrfachbelastung ohne Heiße Tage	287
Abbildung B8:	„Leave-one-out“ Mehrfachbelastung ohne Lärm	288
Abbildung B9:	„Leave-one-out“ Mehrfachbelastung ohne Umweltressourcen.....	289
Abbildung B10:	Mehrfachbelastung nach Migrationshintergrund und Herkunft	290

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Grundelemente des Metadatenschemas.....	65
Tabelle 2:	Datenbeschreibung des Metadatenschemas.....	66
Tabelle 3:	Übersicht Datensätze	71
Tabelle 4:	Kategorisierung der Lärmbelastung	73
Tabelle 5:	Kategorisierung des Schadstoffs NO2	74
Tabelle 6:	Kategorisierung des Schadstoffs PM2,5	74
Tabelle 7:	Kategorisierung des Schadstoffs O3 (Überschreitungstage).....	75
Tabelle 8:	Kategorisierung der Anzahl Heißer Tage	76
Tabelle 9:	Kategorisierung der Distanz zur Umweltressource	77
Tabelle 10:	Kategorisierung der Haushaltskaufkraft.....	79
Tabelle 11:	Kategorisierung der Altersgruppen	81
Tabelle 12:	Kategorisierung der Einzelbelastung	92
Tabelle 13:	Durchschnittliche Emissionen (in CO2eq) des Nahrungskonsums.....	110
Tabelle 14:	Haushaltseinkommen nach Dezilen des Äquivalenzeinkommen	113
Tabelle 15:	Potenzielle Fragestellungen und deren Bewertung anhand der Auswahlkriterien	148
Tabelle 16:	Überblick über die Verwendeten Literaturdatenbanken	170
Tabelle 17:	Beispiel -Schlagwortkombinationen für die englische Datenbanksuche im Transportsektor	170
Tabelle 18:	Vorlage zur Kategorisierung der Synopse	171
Tabelle 19:	Erklärung statistischer und quasi-experimenteller Methoden	172
Tabelle 20:	Überblick Literatur Politikmaßnahmen Verkehrs- und Gebäudesektor.....	173
Tabelle 21:	Länderfokus, methodische Aufteilung und Effektebene der Studien der Synopse	178
Tabelle 22:	Fehlermeldungen und Bearbeitungshinweise.....	279
Tabelle C1:	Liste von Quellen für Preise von Bio-Lebensmitteln	291
Tabelle C2:	Ergebnisse der Regressionsanalyse: CO2-Emissionen.....	292
Tabelle C3:	Übersicht über Mehrbelastungen durch nachhaltigen Konsum nach Dezilen.....	296

Abkürzungsverzeichnis

AP	Arbeitspaket
API	Application Programming Interface
BBSR	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
BLmSchV	Bundes-Immissionsschutzverordnung über die Lärmkartierung
BMUV	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
CF	Campus File
CORINE	Coordination of Information on the Environment
dB	Dezibel
de	Deutsch
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
DFV	Datenfernverarbeitung
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
DOI	Digital Object Identifier
DWD	Deutscher Wetterdienst
en	Englisch
EU ETS	Europäischer Emissionshandel
EVS	Einkommens- und Verbrauchsstichprobe
FDZ	Forschungsdatenzentrum
GerES	Deutsche Umweltstudie zur Gesundheit
GfK	Gesellschaft für Konsumforschung
GRECS	German Residential Energy Consumption Survey
GREEN-SÖP	Sozial-ökologisches Panel
GWAP	Gastwissenschaftlerarbeitsplatz
ifeu	Institut für Energie- und Umweltforschung
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
KIGGS	Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland
Microm	Micromarketing-Systeme und Consult GmbH
MID	Mobilität in Deutschland
MOP	Mobilitätspanel Deutschland
NRW	Nordrhein-Westfalen
OECD	Organisation for Economic Cooperation and Development
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
PKW	Personenkraftwagen
pp	Prozentpunkt
PUF	Public Use File
RatSWD	Rat für Sozial- und Wirtschaftsdaten
RKI	Robert Koch Institut
RNE	Rat für Nachhaltige Entwicklung
SenUVK	Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz
SOEP	Sozio-oekonomisches Panel
SUF	Scientific Use File
SVR	Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung
UBA	Umweltbundesamt
URL	Uniform Resource Locator
VGR	Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung

Zusammenfassung

Grundlegende Veränderungen zur Verringerung von Umweltbelastungen in allen Sektoren sind nahezu unvermeidbar mit signifikanten sozialen Auswirkungen verbunden. Umweltpolitische Instrumente und Politik-Mixe müssen daher nicht nur möglichst kosteneffizient, sondern auch sozialverträglich ausgestaltet sein und gesellschaftliche Akzeptanz finden. Eine ambitionierte und transformative Umweltpolitik kann im Idealfall gezielt Synergien zwischen Umweltschutz und sozialen Zielen realisieren. Dafür ist es jedoch erforderlich, dass im politischen und öffentlichen Diskurs nicht nur die Kosten des Umweltschutzes erörtert werden (z.B. negative Einkommenseffekte), sondern auch der soziale und gesellschaftliche Nutzen umweltpolitischer Maßnahmen aufgezeigt wird (z.B. bessere Luftqualität, Verringerung von umweltassoziierten Erkrankungen etc.).

Vor diesem Hintergrund zielte das Forschungsvorhaben „Soziale Aspekte der Umweltpolitik: Teilvorhaben 2 – Gewinnung von Daten“ darauf ab, die empirische Basis zu den sozialen Wirkungen der Umweltpolitik zu eruieren, zu erweitern und Prioritäten für weitere Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Bereich der Datengewinnung aufzuzeigen und in beispielhaften Projekten umzusetzen. Ein wichtiges Ziel bestand darin, Möglichkeiten der Verknüpfung von Daten aufzuzeigen, die bisher „in getrennten Sphären“ vorliegen, z.B. aus der Umwelt-, Sozial- und Gesundheitsforschung oder der amtlichen Statistik. Dadurch soll es ermöglicht werden, empirisch fundierte Aussagen über die sozialen Wirkungen von umweltpolitischen Maßnahmen abzuleiten und diese auch mit Aussagen über die Verteilungswirkungen des Nutzens von Umweltschutzmaßnahmen zu verbinden.

Im Fokus des Berichts „Soziale Aspekte der Umweltpolitik – Teilvorhaben 2: Gewinnung von Daten“ steht daher die Verfügbarkeit von Daten, die gleichermaßen Analysen von Umweltaspekten sowie von sozialen Aspekten zulassen. In der Durchführung des breit angelegten Projektes wird in AP 1 zunächst ein Analyseraster für die zu untersuchenden Fragestellungen und sozialen Merkmale erstellt. Darauf aufbauend wird in AP 2 eine Übersicht bestehender Datensätze erstellt, die sich potenziell zur Beantwortung der aufgeworfenen Fragestellungen eignen. Die tatsächliche Betroffenheit und Verursachung von Umweltbelastungen von bzw. durch verschiedene Bevölkerungsgruppen wird in AP 3 aufgezeigt. AP 4 widmet sich der Darstellung verschiedener Analysestrategien und der potenziellen Umsetzung spezifischer Forschungsvorhaben. Bestehendes Wissen zu Verteilungseffekten umweltpolitischer Maßnahmen aus vorliegenden Studien wird in AP 5 systematisch aufbereitet. Das Projekt schließt mit einer Zusammenfassung der Ergebnisse, der Darstellung der zentralen Ergebnisse gegenüber dem Auftraggeber und der Diskussion möglicher Themengebiete und Ergebnisse des Projekts, die zur zukünftigen Kommunikation mit Hinblick auf die soziale Bewertung von Umweltpolitik geeignet sind. Im Folgenden werden das Vorgehen und die gewonnenen Erkenntnisse der einzelnen Arbeitspakete zusammengefasst.

In der Auseinandersetzung über gesamtgesellschaftliche Aspekte der Umweltpolitik kamen Verteilungseffekte sowohl von Umweltbelastungen als auch von umweltpolitischen Maßnahmen bis zum Winter 2022/23 häufig zu kurz. Die politische Debatte erfasst diese Aspekte mittlerweile zusehends, wobei Datenlücken immer wieder offensichtlich werden. Im Fokus stehen dabei die ungleichen Energiepreissteigerungen für unterschiedliche Haushalts- und Heiztypen infolge des Ukrainekriegs. Entsprechende Politikmaßnahmen zur Abfederung starker Unterschiede wurden ergriffen. Darüber hinaus zeigen einfache Betrachtungen, dass die Betroffenheit von Umweltbelastungen im kleinräumigen Kontext über verschiedene Bevölkerungsgruppen sehr stark variieren kann. Feinstaubbelastungen oder Hitzeinseln sind beispielsweise in innerstädtischen Wohnlagen häufiger vorzufinden sind als in

Stadtrandgebieten. Dadurch sind innerhalb einer Region durchschnittlich vor allem ärmere Haushalte von diesen Belastungen betroffen.

Darüber hinaus sollte die soziale Verteilung des Nutzens umweltpolitischer Maßnahmen, die lokale Belastungen senken sollen, betrachtet werden. Auch diese Verbesserungen verteilen sich unterschiedlich über die sozialen Gruppen der Gesellschaft. Wird beispielsweise die innerstädtische Luftqualität (durch Verringerung der Feinstaubbelastung in besonders stark betroffenen Gebieten) verbessert, sollte sich dadurch die Gesundheit der Anwohnenden auch verbessern. Hier lägen die positiven Effekte dann wahrscheinlich vor allem bei Haushalten mit niedrigem Einkommen, da sie häufiger in zuvor stark belasteten Gebieten wohnen.

Neben den lokalen Umweltbelastungen sind auch die finanziellen Belastungen durch klimapolitische Instrumente sozial unterschiedlich verteilt. Finanzielle Maßnahmen, die Emissionen bepreisen und dadurch Anreize zum Einsparen geben sollen (wie bspw. CO₂-Preise), belasten ärmere Haushalte in Relation zum Haushaltseinkommen meist stärker.

Investitionsförderungen, wie zum Beispiel die Förderprogramme zur Anschaffung von PV-Anlagen, Elektroautos oder anderen Investitionsgütern werden aufgrund der verbleibenden hohen Anfangskosten vielfach nur von reicheren Haushalten genutzt. Folglich entgehen damit ärmeren Haushalten die Förderung und die späteren Einsparungen aufgrund niedrigerer Betriebskosten beispielsweise durch Strom- und Kraftstoffeinsparungen.

Darüber hinaus steht auch die soziale Verteilung der Verursachung von Emissionen im Fokus des Projektes. Der Konsum der Haushalte verursacht Emissionen klimarelevanter Gase. Aufgrund der unterschiedlichen Warenkörbe kann der Ausstoß über die Haushalte sehr unterschiedlich ausfallen. Im Projekt wird untersucht, ob die Emissionsverursachung starke soziale Muster aufweist.

AP 1: Analyserahmen – Konzept zur Erfassung der sozialen Aspekte des Umweltschutzes

Arbeitspaket 1 gibt einen theoretischen Überblick über umweltpolitische Instrumente sowie die Auswirkungen von Umweltpolitik auf verschiedene soziale Gruppen. Dabei werden auch die relevanten Themen und Fragestellungen für spätere empirischen Analysen spezifiziert. Durch die Abgrenzung von thematischen Schwerpunkten kann dann in den folgenden Arbeitspaketen der Datenschwerpunkt des Projekts zielgenauer abgesteckt werden. Außerdem erläutert AP 1 die umweltökonomische Betrachtungsweise und definiert den groben äußeren Rahmen für die folgenden Arbeitspakete anhand eines Expert*innen Workshops.

Zunächst werden die theoretischen Grundlagen der ökonomischen Wirkungsweise von Umweltpolitik auf Basis der Arbeit von Grubb et al. (2014) erläutert. Dabei werden „Standards & Engagement“, „Märkte & Preise“, und „Strategische Investitionen“ als Säulen der Umweltpolitik vorgestellt. Gleichzeitig lassen sich sogenannte typische Domänen unterscheiden, die sich durch ihren jeweiligen Zeithorizont und ihre soziale Reichweite auszeichnen. Die erste Domäne („zufriedenstellendes Verhalten“) im kurzen Zeithorizont zeichnet sich durch eine enge soziale Reichweite (Individuen und kleine Gruppen), die zweite Domäne („optimierendes Verhalten“) durch einen mittleren Zeithorizont mit größerer sozialer Reichweite (insbesondere Unternehmen) und die dritte Domäne („transformatives Verhalten“) durch einen langen Zeithorizont mit weiter sozialer Reichweite (Veränderungsprozesse, die sich auf ganze Volkswirtschaften beziehen) aus. Kombiniert man die drei Säulen mit den Domänen können Dimensionen definiert werden, in welche sich unterschiedliche Politikinstrumente einordnen lassen.

Mit Hilfe dieser theoriegetriebenen Überlegungen lassen sich Wirkungskanäle von Umweltbelastungen und Umweltmaßnahmen definieren. Dabei liegt ein besonderes Augenmerk auf der sozialen-, ökonomischen- und Umweltwirkung von Politik. Die Betrachtung von

Wirkungskanälen verfolgt das Ziel, Themengebiete zu identifizieren, die die Ausrichtung der folgenden Arbeitspakete bestimmen.

Während sich dieser erste Teil des Arbeitspakets theoretisch der Thematik sozialer Aspekte des Umweltschutzes nähert, wurde im zweiten Teil ein Workshop unter Einbeziehung von Expert*innen des UBA und BMUV organisiert. Dieser hat das Ziel verfolgt, die thematische Fokussierung des Gesamtprojektes zu definieren und in der Praxis existierende Datenpotenziale aber auch -defizite aufzuzeigen. Der Workshop wurde dabei zweigeteilt. Zunächst wurden die Teilnehmenden gebeten einen Fragebogen auszufüllen, um vorab einerseits Präferenzen für spezifische Schwerpunkte zu identifizieren und um andererseits Datenpotenziale und -defizite deutlich zu machen. Diesem Ziel folgend war der Fragebogen in drei Blöcke unterteilt. Der erste Block erhob Hintergrundinformation zu den Teilnehmenden. Der zweite Block fokussierte sich auf die Benennung von Themen und Fragestellungen. Der finale Block widmete sich schließlich der Datenverfügbarkeit. Die hier gegebenen Antworten zu Datenlücken und zu relevanten Aspekten in der Datenverknüpfbarkeit sind in das Design der in Arbeitspaket 2 generierten Wissensplattform eingegangen. Die Auswertungen des Fragebogens flossen in den zweiten Teil des Workshops, welcher aus einem (online durchgeführten) Treffen zwischen den Teilnehmenden der Befragung und des Projektteams bestand.

Die Ergebnisse des Workshops spiegeln die große Bandbreite der Thematik nicht nur in den theoretischen Überlegungen, sondern auch bei den Expert*innen. Diese Offenheit bezieht sowohl auf zu definierende Umweltbelastungen, Maßnahmen als auch soziale Aspekte. Aufgrund der offen gehaltenen thematischen Fokussierung, insbesondere hinsichtlich der Themenschwerpunkte und der zu berücksichtigenden sozialen Faktoren, hat sich die Möglichkeit ergeben, in jedem Arbeitspaket spezifische Fragestellungen zu analysieren. Zudem konnte dadurch auch eine breite Spanne an sozialen Faktoren betrachtet werden. Auf der anderen Seite hat die vereinbarte thematische Offenheit die Möglichkeit begrenzt soziale Aspekte umfassend und tiefgehend zu analysieren.

Vier Themenkomplexe wurden im Workshop identifiziert, die in den einzelnen Arbeitspaketen aufgenommen wurden.

1. Nachhaltiger Konsum und Lebenszyklus

- ▶ Dieser Bereich steht im Fokus der Verursacherperspektive in AP 3b. Hier werden die Konsummuster hinsichtlich ihrer Treibhausgasemission (in CO₂-Äquivalenten) bewertet und nach unterschiedlichen sozialen Gruppen ausgewertet.

2. Klimaschutz und Energiewende

- ▶ Politische Maßnahmen zum Klimaschutz und zur Energiewende stehen im Fokus der in AP 5 durchgeführten Synopse.

3. Umweltbelastungen, -qualität, Emissionen und Gesundheit

- ▶ Die regionale Bewertung der Umweltqualität bzw. der Umweltbelastung und deren Verbindung mit sozialen Strukturen hinsichtlich der sozialen Gerechtigkeit von Umweltqualität und -belastung stehen im Fokus des AP 3a zur Betroffenheitsanalyse.
- ▶ Zudem umfassen drei der vier durchgeführten Studien in AP 4 Fragestellungen zu Auswirkungen von Emissionen (insbesondere Feinstaub, Stickoxide bzw. Lärm). Im Verlauf des Projekts wurde in diesem Analysekonzept des AP 4 das Themenfeld „Gesundheit“ durch das Feld „Lebensqualität“ ersetzt.

4. Mobilität und Verkehr

- Die Themenbereiche Mobilität und Verkehr finden in zweifacher Weise Einzug in die Analysen. Zum einen haben drei der vier durchgeführten Studien in AP 4 einen Fokus auf Verkehr und Mobilität, wobei in zwei Studien die Auswirkungen von Umweltzonen analysiert werden, in einem weiteren die Effekte von Verkehrslärm (Schienenlärm). Zum anderen liegt ein Fokus der in AP 5 durchgeführten Synopse auf umweltpolitischen Maßnahmen im Bereich Verkehr.

AP 2: Bestandsaufnahme zur Datenverfügbarkeit und Defizitanalyse

Arbeitspaket 2 widmet sich dem Sammeln und Kategorisieren von relevanten Datensätzen. Die Zielrichtung wird dabei durch AP 1 vorgegeben. Die Datenkollektion wurde dem Auftraggebenden kompakt als Wissensplattform übergeben.

Die Wissensplattform verfolgt das Ziel einen breiten Überblick über verfügbare Datensätze aus den Bereichen der Sozialwissenschaften und der Umweltforschung zu schaffen. Forschenden aus verschiedenen Teildisziplinen wird somit ein Einblick, welche Datensätze aus anderen Bereichen zur Verfügung stehen, ermöglicht. Dabei stellt die Wissensplattform die inhaltlichen Schwerpunkte jedes Datensatzes klar heraus und bietet zusätzlich eine kompakte Übersicht grundlegender Metainformationen, wie die Anzahl an Beobachtungen und der abgedeckte Zeitraum.

Ein weiteres Ziel der Datenbank ist das Aufzeigen von Verknüpfungspotenzialen. Dafür wird die regionale Abgrenzung sowie die räumliche Auflösung aufgelistet, auf der der jeweilige Datensatz laut Datenersteller repräsentativ für die Bevölkerung ist. Diese Informationen sollen Kombinationen verschiedener Quellen aus unterschiedlichen Teildisziplinen ermöglichen. Dieser Fokus auf die Verknüpfbarkeit soll vor allem darstellen, ob aus bestehenden Datensätzen der verschiedenen Teildisziplinen ein datenspezifischer Mehrwert durch Datenkombinationen entstehen kann, so dass damit Fragen beantwortet werden können, die mit den einzelnen Datensätzen nicht beantwortbar sind. Diese Übersicht soll gegebenenfalls aufwändige erneute Datensammlungen ersparen.

Aufgrund der im ersten Arbeitspaket festgehaltenen thematischen Offenheit des Gesamtprojekts, ist auch die Wissensplattform thematisch breit aufgestellt. Grundsätzlich kann eine solche Plattform entweder thematisch sehr eng gefasst werden und in diesem spezifischen Thema sehr viele Datensätze abdecken. Alternativ – und dieser Weg wurde hier gewählt – kann die Plattform verschiedene Aspekte der Umwelteinflüsse/ Umweltpolitiken sowie der möglichen sozialen Effekte abdecken. Über die gesamte thematische Breite werden dann die wichtigsten und zentralen Datenquellen wiedergeben.

Aus der intensiven Datenrecherche ist eine Datenbank von 139 Datensätzen entstanden¹. Die Kombination dieser verschiedenen Quellen bildet die eigentliche Wissensplattform, welche als interaktive Anwendung angelegt ist. Sie ermöglicht die Datensuche nach Inhalten, Zeiträumen und spezifischen Beobachtungseinheiten. Diese Funktionalität soll es den Nutzenden erlauben schnell und unkompliziert einen Eindruck über Daten für potenzielle Fragestellungen zu gewinnen. Außerdem soll somit ersichtlich werden, inwieweit Umwelt- und Sozialdaten in einer Analyse verknüpft werden können.

¹ Die Aktualisierung der Datenbank wird dabei durch den Auftragnehmer während der Laufzeit des Projektes gewährleistet. Nach Abschluss der Arbeiten ist der Auftraggeber dafür verantwortlich. Die im Rahmen des Berichtes verwendeten Datensätze sind ebenfalls Teil der Datenbank.

Aus technischer Sicht basiert die Wissensplattform auf Microsoft Excel. Die hohe Verfügbarkeit sowohl auf Computersystemen des UBA als auch des BMUV und die einfache Handhabung der Software haben die Entscheidung für Excel begründet.

Der zweite Teil des Arbeitspakets umfasst eine an die Daten der Wissensplattform anknüpfende Defizitanalyse. Hierbei sollten Datenlücken identifiziert werden, deren Schließung die Beantwortung von offenen Forschungsfragen ermöglichen würde. Da die thematische Fokussierung des Projektes aus dem ersten Arbeitspaket offen gestaltet wurde, ergibt sich keine thematisch fokussierte Defizitanalyse. Stattdessen wurden die Defizitanalysen in die Arbeiten der weiteren Arbeitspakete AP 3a, AP 3b und AP 4 integriert.

AP 3: Vorschläge zur methodischen Weiterentwicklung der Datenbasis

Das Arbeitspaket 3 teilt sich in zwei Teilprojekte. Arbeitspaket 3a widmet sich der Perspektive der Betroffenheit von Umweltbelastungen und mangelnder Umweltqualität. Hierzu wird zunächst auf sehr feingliedriger räumlicher Ebene (1x1 km Raster) aus verschiedenen Einzelbelastungen ein aussagekräftiger Indikator zu Mehrfachbelastung gebildet. Hierbei stehen insbesondere die adäquate Verschneidung der Daten, sowie die Gewichtung unterschiedlicher Belastungen im Fokus. Der so erzeugte Indikator zur Mehrfachbelastung ist selbst Gegenstand der Analyse und wird in einem zweiten Schritt mit Sozialdaten verschnitten. Diese Verschneidung erlaubt Analysen hinsichtlich unterschiedlicher Umweltbelastungen verschiedener Bevölkerungsgruppen.

Im zweiten Teilprojekt (Arbeitspaket 3b) wechselt der Blick von der Betroffenheit auf die Verursacher-Perspektive. Im Fokus stehen dabei Analysen, wie stark verschiedene soziale Gruppen durch ihren Konsum Treibhausgasemissionen verursachen. Basis dieser Arbeit sind umfangreiche Befragungsdaten, die sowohl detaillierte Informationen zum individuellen Konsum wie auch Daten zum sozialen Hintergrund der Befragten liefern.

AP 3a: Betroffenheits-Perspektive

Im Fokus der Analysen steht die unterschiedliche Betroffenheit verschiedener Bevölkerungsgruppen durch hohe Umweltbelastung und niedrige Umweltqualität. Diese beiden Umweltaspekte setzen sich aus verschiedenen Dimensionen zusammen. Hierzu können lokale Luftverschmutzungen, Hitzebelastungen, Lärm ebenso wie die mangelnde Nähe zu naturnahen Flächen gezählt werden. Die unterschiedlichen Dimensionen veranschaulichen, dass die Umweltbelastung und Umweltqualität somit auf sehr lokaler Ebene, auch innerhalb von Städten oder Stadtteilen starke Unterschiede vorweisen können. Deutlich wird das am Beispiel des Kraftfahrzeugverkehrs, der sich vielerorts in kleinräumigen Gebieten konzentriert, beispielsweise nahe den Innenstädten oder wichtiger Verkehrsadern. Entsprechend sind auch nicht alle Bewohner*innen der jeweiligen Stadt oder Region gleichermaßen von Verkehrslärm betroffen, da die Distanz zu der Belastungsquelle variiert.

Bevor diese unterschiedlichen Formen der Belastungen umfassend auf lokaler Ebene abgebildet werden können, muss für diese Analyse zunächst ein Gesamtbelastungsindikator erstellt werden. Insgesamt werden hierzu sechs individuelle Belastungsindikatoren herangezogen: Luftschadstoffe, wobei Feinstaub, Stickstoffdioxid und Ozon berücksichtigt wird, Lärm, hohe Lufttemperaturen (d.h., Anzahl an heißen Tagen) und die Distanz zu Umweltressourcen (beispielsweise Grünflächen oder Gewässer).

Eine Herausforderung liegt in der technischen Erstellung eines einheitlichen und sinnvoll interpretierbaren Indikators für die Mehrfachbelastung. Hierzu werden zunächst alle Informationen zu den Einzelbelastungen auf ein einheitliches räumliches Schema von 1 x 1 km-Raster gebracht. Für jede einzelne Belastungskategorie werden diese Raster in Quintile der

Belastungsintensität eingeteilt, wobei ein einzelnes Quintil jeweils 20% aller Rasterzellen umfasst. Im ersten Quintil sind diejenigen 20% der Rasterzellen, die hinsichtlich der jeweiligen Einzelbelastung die niedrigste Belastung vorweisen. Im fünften Quintil sind diejenigen Rasterzellen, die die höchste Belastung hinsichtlich dieser Umweltbelastung aufweisen. Somit stehen für alle Einzelbelastungsindikatoren fünf Kategorien zwischen 0 (niedrigste Belastung) und 4 (höchste Belastung) zur Verfügung. Die aufsummierten Einzelindikatoren aller Umweltqualitäten bilden den Mehrfachbelastungsindikator. Dieser Indikator liefert über die Einzelbelastungen hinweg ein Gesamtmaß der Umweltqualität, das dezidiert die Höhe der jeweiligen Belastung abbildet. Hieraus ergibt sich ein deutschlandweites Gesamtbild der lokalen und regionalen Mehrfachbelastung in einer Auflösung von 1 x 1 km. Mit dieser Auflösung können auch feingliedrige Informationen innerhalb von Städten aufgezeigt werden.

Die gewählten 1 x 1 km Raster erlauben die Verknüpfung mit sozio-ökonomischen Daten, die dem RWI auf gleicher räumlicher Ebene vorliegen (RWI-GEO-GRID). Diese Verknüpfung und die darauf aufbauenden Analysen bilden den zweiten Schwerpunkt der vorgenommenen Arbeiten im Arbeitspaket 3a. Hierdurch können die Unterschiede verschiedener sozialer Gruppen hinsichtlich der Umweltqualität analysiert werden. Es wird dabei zwischen den sozio-ökonomischen Charakteristiken Haushaltstyp (Familie, Single, oder Paar), Haushaltskaufkraft, Migrationshintergrund², Erwerbstätigkeit und Demografie, d.h., Altersgruppen, unterschieden. Weiterhin werden die Ergebnisse für jede Dimension für Gesamtdeutschland als auch separat für Großstädte dargestellt.

Die Analysen zeigen insgesamt, dass die Großstädte eine höhere Mehrfachbelastung aufweisen als der Rest des Landes. Dies erscheint schlüssig, da urbane Räume Hotspots der Einzelbelastung und folglich auch Orte mit hoher Mehrfachbelastung sind. Außerdem stechen Verkehrswege deutlich heraus, da sie gerade für Lärmbelastung und Luftverschmutzung hohe Werte aufweisen. Positiv hervorzuheben, d.h. Regionen mit niedriger Mehrfachbelastung, sind vor allem Gebiete die durch Gebirge und Wälder geprägt sind. Hier sind Regionen im und um das Mittelgebirge, dem Schwarzwald, und dem Alpenvorland zu nennen.

Die Ergebnisse nach sozio-ökonomischen Faktoren machen deutlich, dass Singles eher in stärker belasteten Regionen zu finden sind, während Familien und Paare unter moderater Belastung leben. Dieses Bild ergibt sich unabhängig davon, ob die Analyse für Gesamtdeutschland oder nur für die Großstädte angestellt wird. Für Gruppen unterschiedlicher Haushaltskaufkraft ergibt sich zumindest ohne spezielle Konzentration auf urbane Räume ein homogenes Bild über alle Kaufkraftgruppen hinweg. Für Großstädte zeigt sich, dass finanziell besser gestellte Haushalte einer geringeren Mehrfachbelastung ausgesetzt sind. Die Ergebnisse nach Migrationshintergrund und Erwerbstätigkeit ergeben, dass sowohl Personen mit Migrationshintergrund als auch Erwerblose schlechter gestellt sind, d.h. eher in Regionen mit höherer Mehrfachbelastung leben als jene ohne Migrationshintergrund und jene mit Erwerbstätigkeit. Unterschiede in Mehrfachbelastung nach Altersgruppen lassen sich kaum feststellen.

Das Arbeitspaket 3a schließt mit einer Defizitanalyse, um Schwächen der Daten und der Untersuchung zu nennen. So werden beispielsweise die Daten der Luftverschmutzung, welche auf Jahresmittelwerte basieren, zeitlichen Schwankungen innerhalb eines Monats und saisonalen Mustern nicht gerecht. Weiterhin ist die Betrachtungsebene von 1 x 1km hinsichtlich einzelner Belastungen zu ungenau. Dies verdeutlicht sich an Lärmbelastungen (bspw. aus Straßen- oder Schienenverkehr), der oftmals wesentlich kleinere Gebiete belastet als die

² Beim Migrationshintergrund handelt es sich um den angenommenen Migrationshintergrund, welcher aufgrund eine Vor- und Nachnamen Analyse bestimmt wird.

entsprechenden Raster. Sowohl die Daten zu verschiedenen Einzelbelastungen als auch die sozio-ökonomischen Informationen liegen aber flächendeckend für Deutschland nicht (oder nur bedingt) auf einer feineren Ebene vor.

AP 3b: Verursacher-Perspektive

Die im Arbeitspaket 3b vorliegenden Analysen richten den Blick auf die Verursachung von konsumbedingten Treibhausgasemissionen (in CO₂-Äquivalenten). Hierbei stehen die Unterschiede der Verursachung von Emissionen zwischen verschiedenen sozialen Gruppen im Fokus. Als Grundlage dieser Analyse dient die Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (EVS). Dabei handelt es sich um einen Befragungsdatensatz, der die Ausgaben von etwa 50.000 befragten Haushalten für verschiedenste Produkte detailliert abbildet. Die Konsumausgaben werden dabei für drei (emissionsrelevante) Teilbereiche näher betrachtet: der Bereich Wohnen, in den insbesondere Heiz- und Stromverbräuche fallen, der Bereich Mobilität in den der Kraftstoffverbrauch, aber auch Verbräuche durch Reisen (z.B. Flugreisen) eingehen sowie der Bereich Nahrungsmittel.

Aus diesen vorbereitenden Arbeiten kann abgeleitet werden, wie sich die unterschiedliche Verursachung von Emissionen nach sozialen Gruppen aufteilt. Die sozialen Gruppen werden nach Haushaltstypen, Einkommen, Altersgruppen, Gemeindegrößen, Bundesländern und Bildungs- bzw. Berufsabschlüssen vorgenommen. Diese Analysen werden detailliert nach den genannten Einzelfaktoren vorgenommen, die die Unterschiede der Gruppen illustrieren. Darüber hinaus werden Regressionsanalysen genutzt.

In diesen Regressionsanalysen wird gleichzeitig der Einfluss verschiedener sozialer Faktoren gemessen. Im Gegensatz zu Regressionsanalysen bergen individuelle Analysen nach einzelnen sozialen Faktoren die Gefahr verzerrende Ergebnisse zu zeigen, wenn verschiedene Faktoren sehr eng miteinander korrelieren. In diesem Fall werden alle miteinander korrelierenden sozialen Faktoren ein ähnliches Bild hinsichtlich der Emissionen abgeben, obwohl nur zu einem Faktor ein ursächlicher Zusammenhang besteht. Dies kann plastisch an den Emissionen nach Bildungsgrad und nach Einkommen verdeutlicht werden. Unter der Annahme, dass Emissionen mit Einkommen steigen und Einkommen mit dem Bildungsgrad steigt, würden in einer Einzelbetrachtung auch die Emissionen nach Bildungsgrad steigen, auch wenn diese für sich genommen gar keinen Einfluss auf die Emissionen haben. Eine Regressionsanalyse, in der mehrere soziale Faktoren gleichzeitig berücksichtigt werden, bietet eine bessere Möglichkeit solche Scheinkorrelationen aufzuzeigen.

Mit Blick auf die Verursachung von Emissionen (erster Analysebaustein) zeigt sich, dass verschiedene soziale Faktoren besonders starke Einflüsse haben. Insgesamt haben ältere Altersgruppen deutlich höhere Emissionen, wobei der Effekt insbesondere für Haushalte ab etwa 50 bis 60 Jahren gilt. Da die Emissionen pro Person betrachtet werden, ist naheliegend, dass die Verkleinerung von Haushalten (bspw. durch Auszug von Kindern) ohne gleichzeitige Anpassung der Wohnsituation zu deutlich höheren Emissionen führt. Ähnlich aber in wesentlich schwächerer Ausprägung haben unterschiedliche Haushaltstypen einen Einfluss. Singlehaushalte verursachen wesentlich höhere Emissionen als Paare und Paare mit Kindern.

Bei den Emissionen durch Nahrungsmittelkonsum lässt sich ein starker Zusammenhang zwischen Alter und Emissionen feststellen. Höhere Altersgruppen weisen deutlich höhere Emissionen auf, jüngere Haushalte reduzieren ihren Konsum von emissionsintensiven Nahrungsmitteln sowie konsumieren insgesamt weniger Nahrungsmittel pro Person.

Der Haushaltstyp hat einen deutlichen Einfluss auf die Treibhausgasemissionen durch Nahrungsmittelkonsum. Im Gegensatz zur Referenzgruppe der Paarhaushalte verzeichnen weibliche Haushalte (Single und Alleinerziehende) deutlich niedrigere Emissionen, männliche

Singlehaushalte jedoch nicht. Unterschiedliche Kaufgewohnheiten bei Nahrungsmitteln zwischen Männern und Frauen haben somit einen deutlichen Effekt auf die Emissionen.

Hinsichtlich der Treibhausgasemissionen durch Mobilität hat insbesondere die Einkommenssituation einen deutlichen Einfluss. Höhere Einkommensgruppen haben wesentlich höhere Emissionen durch Mobilität. Mit jedem Dezil steigen die Emissionen durch Mobilität weiter an. Grundsätzlich besteht das Problem, dass Haushalte mit Einkommen von monatlich über 18.000 € in der EVS nicht in den Daten veröffentlicht werden und somit über höchsten Einkommensgruppen keine Aussagen getroffen werden können. Die Ergebnisse zu den in Daten abgedeckten Einkommensgruppen lassen vermuten, dass die Emissionen bei den höheren Einkommensgruppen, die in der EVS nicht berücksichtigt werden, noch höher sind als die Emissionen der hier berücksichtigten wohlhabenderen Haushalte. Hier ist zu erwarten, dass die reichsten Haushalte, mit mehr als 18.000€ monatlichen Nettoeinkommen, deutlich höhere Emissionen verursachen.

Außerdem haben Haushalte aus kleineren Gemeinden höhere Mobilitätsemissionen als Haushalte in größeren Städten. Dieser Effekt erscheint allerdings erwartbar aufgrund der wesentlich höheren Nutzungsrate des PKWs. Im Gegensatz zu den Emissionen durch Nahrungsmittelkonsum haben die älteren Haushalte bei der Mobilität deutlich niedrigere Emissionen gegenüber dem Referenzwert der jüngsten Haushalte. Dieser Effekt ist über die Altersgruppen zunächst schwach ausgeprägt, verstärkt sich aber deutlich, sobald ein größerer Teil der Altersgruppe aus dem Arbeitsleben ausscheidet.

Im Bereich Wohnen sind die Einflussfaktoren breiter verteilt. Den größten Einfluss hat die Art des Wohngebäudes. Gegenüber Wohnungen in Mehrfamilienhäusern, die als Vergleichsgruppe genutzt werden, haben Haushalte in Ein- und Zweifamilienhäusern wesentlich höhere Emissionen. Dies gilt auch für in Reihenhäusern wohnende Haushalte.

Ähnlich wie bei den Emissionen durch Mobilität spielt auch der Gemeindetyp bei den Emissionen durch Wohnen eine entscheidende Rolle. Haushalte in kleineren Gemeinden haben wesentlich höhere Emissionen als vergleichbare Haushalte in großen Städten. Dieser Befund hält auch unabhängig vom Wohnungstyp der Haushalte, sodass der Effekt nicht darauf zurückzuführen ist, dass auf dem Land mehr Haushalte in freistehenden Häusern leben. Möglicherweise sind energetische Investitionen in kleinen Gemeinden in den vergangenen Jahren weniger lukrativ gewesen, weil sie sich aufgrund unterschiedlicher Preisentwicklungen zwischen Stadt und Land weniger gut amortisieren.

Außerdem wird die Mehrbelastung der Haushalte berechnet, die entstünden, wenn Haushalte ihren Nahrungsmittelkonsum auf ausschließlich nachhaltige Produkte umstellen würden. Diese Analysen beschränken sich auf den Konsum von Nahrungsmitteln, weil in der EVS nur für diese Untergruppe an Gütern tatsächliche Konsummengen vorliegen. Methodische Schwierigkeiten dieser Analyse werden im Bericht intensiv dargestellt und diskutiert.

Die Analysen zum nachhaltigen Konsum verdeutlichen eine sehr klare Botschaft. Höhere Einkommensgruppen konsumieren i.d.R. bereits höherpreisige Lebensmittel, sodass Preisaufschläge für nachhaltige Produktion eine geringere Preissteigerung zum Status quo darstellen als dies bei einkommensschwächeren Gruppen der Fall ist. Zudem konsumieren höhere Einkommensgruppen (insbesondere gegenüber mittleren Einkommensgruppen) weniger emissionsreiche Lebensmittel.

Auch im Bereich der Mehrbelastungen durch nachhaltigen Konsum lassen die Belastungsmuster Rückschlüsse auf die Belastung der höchsten (in der EVS nicht erfassten) Einkommen zu. In jedem höheren Dezil werden die Belastungen (und auch die Mehrbelastung) latent geringer.

Dieser sukzessive Verlauf deutet darauf hin, dass Mehrbelastungen bei den in der EVS nicht berücksichtigten Haushalten mit den höchsten Einkommen kaum mehr als einen Prozentpunkt beträgt. Im Vergleich dazu liegt die Mehrbelastung des untersten Dezils bei fast 20 Prozentpunkten.

AP 4: Innovative Ansätze zur Erschließung neuer Datenbestände

Arbeitspaket 4 verfolgt das Ziel innovative Ansätze zur Datengewinnung zu entwickeln und zu erproben, um die sozialen Auswirkungen einzelner Umweltmaßnahmen mit innovativen Datensätzen zu studieren. Als erster Schritt wird definiert, was unter „innovativen Ansätze zur Datengewinnung“ zu verstehen ist. Neuartige Daten können grundsätzlich durch zwei Arten generiert werden. Einerseits können es Daten sein, die durch die fortschreitende Digitalisierung verfügbar werden. Beispiele sind u.a. Karten zur Beurteilung von Flutrisiken oder Lärmbelastung, welche im Zuge von offenerer Datenpolitik (OpenData-Policies) digital zugänglich gemacht wurden. Andererseits können es Daten sein, die durch Prozesse im alltäglichen Leben passiv bzw. aktiv entstehen. Darunter fallen Daten, die bei der Nutzung von Apps und Websites anfallen (passive Datengenerierung) oder Daten, die beispielsweise durch Citizen Science Aktivitäten wie das eigenständige Aufstellen von Luftmessstellen (aktive Datengenerierung) erzeugt werden, zu nennen. Der Bericht diskutiert insbesondere die Verwendung von Daten sozialer Medien als einen möglichen Themenbereich.

Auf Grundlage dieser eher abstrakten Überlegung wurde in Arbeitspaket 4 ein Konzept zur inhaltlichen Ausgestaltung der Erprobung von Datensätzen in der Anwendung erarbeitet. In Abstimmung mit dem UBA wurde der thematische Schwerpunkt im Bereich „Umweltfaktoren, Wohnortentscheidungen und Lebensqualität“ gewählt. Dabei wurden drei Kriterien an die zu nutzenden Daten und damit verbundenen Umweltfaktoren aufgestellt: räumlich hoch aufgelöste Datenverfügbarkeit, politische Relevanz, und eine ausreichende räumliche und zeitliche Variation. Das erste Kriterium stellt die Regionalität der Analysen sicher. Da sich die Wirkung der meisten Umweltfaktoren (und insbesondere Wohnortentscheidungen) lokal auf kleinster Ebene zeigt, ist es entscheidend, dass die Daten, um entsprechende Auswirkungen zu untersuchen, entsprechend ebenso möglichst lokal vorliegen. Das zweite Kriterium ergibt sich zwangsläufig aus der Zielsetzung und der Thematik des Gesamtprojektes. Das Vorhaben widmet sich der Untersuchung von sozialen Aspekten der Umweltpolitik. Folglich müssen auch die ausgewählten Daten und Themenschwerpunkte eine politische Relevanz haben, um Aussagen über die Wirkungsweise von Maßnahmen machen zu können. Damit verbunden ist das dritte Kriterium, da nur bei ausreichender Variation in der räumlichen als auch zeitlichen Ebene kausale Effekte von der Einführung verschiedener politischen Instrumente als auch der Veränderung von Umweltbedingungen identifiziert werden können.

Gegeben dieser drei Kriterien wurden nach Abstimmung mit dem Auftraggeber vier Analysen angestellt, welche in Form von Arbeitspapieren ausgearbeitet wurden. Diese vier sind:

1. Lärmreduktion im Schienenverkehr und Hauspreise
2. Einfluss von erhöhtem Überflutungsrisiko auf die Risikowahrnehmung in Flutrisikogebieten
3. Verbesserte Luftqualität und der Übergang zum Gymnasium von Schüler*innen
4. Einführung von Umweltzonen und Immobilienpreise

Somit bezieht sich ein Arbeitspapier auf die Auswirkungen von Lärmbelastung (Thiel, 2022), ein Papier beleuchtet Umweltveränderung mit Hinblick auf Flutrisiken (aus dem Moore et al., 2022) und zwei Papiere auf die Effekte von veränderter Luftbelastung (Brehm et al., 2022 und Gruhl et al., 2022). Das erste und vierte Arbeitspapier zeigt, dass die Einführung von Maßnahmen zur Verminderung von Belastungen wie das Schienenlärmschutzgesetz und Umweltzonen zur Verbesserung der lokalen Lärmpegel bzw. Luftqualität zu positiveren Bewertungen der

Wohnlagen führen. Da die Qualität bzw. deren Bewertung von Wohnlagen nicht direkt messbar ist, werden dafür Immobilienpreise (für Neuvermietungen/Verkäufe) genutzt. Diese spiegeln die steigende Nachfrage nach Wohnraum in genau diesen Lagen. Die so approximierten lokale Lebensqualität steigt in den zuvor stark betroffenen Gebieten nach der Implementierung solcher Instrumente insbesondere für die Anwohnenden, die dauerhaft da wohnen, da sich die Steigerungen in den Neuvermietungen/-verkäufen zeigen, aber alle Anwohnenden profitieren. Die zweite Analyse deutet darauf hin, dass es nach der im Juli 2021 verheerenden Flut im Ahrtal (und anderen Landesteilen) trotz der flächendeckenden Verwüstung und der medial-intensiven Begleitung nicht zu einer Re-Evaluierung des allgemeinen Flutrisikos kam. Die dritte Analyse beleuchtet, wie auch das vierte Arbeitspapier, die Verbesserung von Luftqualität nach der Einführung von Umweltzonen. Allerdings ist hier der Fokus auf der Übergangswahrscheinlichkeit von Schüler*innen von der Grundschule zum Gymnasium. Es zeigt sich, dass Umweltzonen und die dadurch verbesserte Luftqualität zu höheren Übergangsraten auf das Gymnasien führen.

Abschließend werden in AP 4 kurz die Datendefizite der Arbeitspapiere, welche weitere gezielte Analysen ermöglichen würde, benannt. Zum einen basieren die Auswertungen hinsichtlich Immobilienpreise auf Angebotspreisen, d.h. nicht finalisierten Preisen. Die Analysen würden von Informationen zu den tatsächlichen Transaktionspreisen profitieren. Auch wenn solche Preise mitunter marktferne Entwicklungen abbilden können, würde die Kombination beider Preisarten eine ganzheitliche Untersuchung erlauben. Zum anderen sind die Schulübergangsanalysen durch ihre räumliche Auflösung limitiert. Granulare Untersuchungen auf Schulebene sind aufgrund von Datenverfügbarkeit nur für NRW möglich. Außerdem würden Daten zu Testresultaten die Forschungsergebnisse noch einmal unterstreichen.

AP 5: Empirische Informationen zu sozialen Effekten und Umweltwirkungen ausgewählter umweltpolitischer Instrumente, Maßnahmen und Strategien

Im Fokus von AP 5 steht eine strukturierte Übersicht über die Literatur, Forschungsergebnisse und insbesondere verwendete Daten zur Evaluierung sozialer Effekte ausgewählter umweltpolitischer Maßnahmen in den Teilbereichen Verkehr/Mobilität und Gebäude. Die Synopse gibt somit einen Überblick über den aktuellen Stand der Forschung zur Wirkung von Maßnahmen in solchen Bereichen, die nicht nur einen erheblichen Teil der Treibhausgasemissionen verursachen, sondern im Wesentlichen auch für lokale Luftverschmutzung verantwortlich sind. Der Analysefokus liegt auf Studien, welche die monetäre Verteilungswirkung verschiedener Politikinstrumente abschätzen oder auswerten und Aussagen treffen inwieweit die verschiedenen Maßnahmen dazu beitragen, Ungleichheit zwischen einkommensschwachen und -starken Haushalten zu vergrößern (regressive Wirkung) oder zu verringern (progressive Wirkung). Die Synopse ermöglicht einen raschen Überblick über den bisherigen Stand der Forschung zu Politikmaßnahmen im Verkehrs- und Gebäudebereich. Der zentrale Fokus der Synopse liegt auf den verwendeten Daten und Methoden, um eine Wissensbasis für das Design von Politikmaßnahmen und weiterführenden (wissenschaftlichen) Arbeiten zu schaffen.

Relevante Studien wurden in einem ersten Schritt systematisch mittels Schlagwortsuchen in einschlägigen Literaturdatenbanken erfasst, bewertet und anschließend anhand ausgewählter Kategorien systematisiert. Die Kategorien basieren auf dem PICOS-System für strukturierte Literaturübersichten. Diese beinhalten Teilnehmende bzw. Betroffene einer empirischen Analyse („Population“), politische Maßnahme („Intervention“), Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen verwendeten Kontrast („Comparison“), Ergebnis-Variable, deren Veränderung infolge der Intervention im Zentrum des jeweiligen Studieninteresses steht („Outcome“) und Art des in der empirischen Analyse eingesetzten Forschungsdesigns („Study

Design“). Diese Kategorien wurden für den Schwerpunkt dieses Projekts um die Kategorien Forschungsfrage, Daten, Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum, Verteilungseffekte und Kernaussagen ergänzt.

Die anschließende Zusammenfassung der relevanten Inhalte dient als Input für mögliche zukünftige Arbeiten des Umweltbundesamtes, welche auf die Ergebnisse, Methoden und Datenbasis aufbauen können. Insbesondere konnten Muster und Lücken im aktuellen Wissenstand identifiziert werden. Zunächst befassen sich mehr Studien mit Verteilungseffekten im Transportbereich als im Gebäudebereich. Des Weiteren gibt es mehr Studien zu preisbasierten Politikmaßnahmen, wie Kraftstoffsteuern und CO₂-Preisen, als zu anderen Politikinstrumenten (z.B. Ordnungsrecht). Im Bereich Transport in Industrieländern haben diese steuerlichen Maßnahmen prinzipiell regressive Auswirkungen. Diese könnten durch Rückverteilungen der zusätzlichen Steuereinnahmen ausgeglichen werden. In Ländern mit geringerem Einkommen können Bepreisungsinstrumente progressive Wirkungen entfalten, z.B. wenn ärmere Haushalte über kein Auto verfügen. In Bezug auf staatliche Subventionen (z.B. Kauf von Elektroautos, ÖPNV) zeichnet sich ein gemischtes Bild: während die Subventionierung von Elektroautos nachteilig für einkommensschwache Haushalte ist, da sie aufgrund der hohen Investitionskosten nicht davon profitieren, stellt sich die Subventionierung des ÖPNV als vorteilhaft heraus da dieser stärker von unteren Einkommensgruppen genutzt wird. Ordnungsrechtliche Maßnahmen (z.B. City Maut, Vignetten, Fahrzeugeffizienzstandards) haben tendenziell regressive Auswirkungen, unter anderem da ärmere Haushalte anteilig mehr für die Nutzung ausgeben. Auch bei diesen Subventions- und Ordnungsrechtliche Maßnahmen, könnte die regressive Wirkung jedoch durch eine geschickte Ausgestaltung der Politik abgefedert oder umgedreht werden, sodass Ungleichheit in der Bevölkerung verringert würde.

Für den Gebäudebereich wird in den betrachteten Studien hauptsächlich die Subventionierung energieeffizienter Sanierungen und Haushaltsgeräte untersucht. Studien finden hier überwiegend, dass einkommensstärkere Haushalte relativ begünstigt werden (regressive Wirkung), da diese die hohen Investitionskosten, die mit der Gebäudesanierung oder dem Kauf von Haushaltsgeräten verbunden sind, tragen können. Ein CO₂-Preis und eine Steuer auf Strom oder Wärmeenergie wirkt in allen betrachteten Studien regressiv, sofern keine zusätzlichen Entlastungsmaßnahmen für einkommensschwache Haushalte eingeführt werden. Ohne eine entsprechende Ausgestaltung der politischen Maßnahmen, die eine Benachteiligung einkommensschwächerer Haushalte verhindert, führen auch ordnungsrechtliche Maßnahmen wie Effizienzstandards oder Verbrauchsbeschränkungen zu stärkerer monetärer Ungleichheit.

Außerdem stellt sich heraus, dass für bestimmte politische Maßnahmen noch keine Einschätzungen zu Verteilungswirkungen vorliegen. So wurden keine wissenschaftlichen Studien für ordnungsrechtliche Maßnahmen, wie beispielsweise Umweltzonen als auch für den Ausbau klimafreundlicher Verkehrsinfrastruktur, Investitionen in Forschung und Entwicklung oder Informationsmaßnahmen identifiziert. Auch die Verteilungswirkungen nicht-monetärer Auswirkungen von Umweltpolitik (z.B. Verbesserung der Luftqualität oder Lärmreduzierung und daraus entstehende Gesundheits- und Lebenszufriedenheitseffekte) bleiben vernachlässigt. Datendefizite herrschen bei Individualdaten und insbesondere im Gebäudebereich. Zukünftige Anstrengungen diese Wissens- und Datendefizite zu füllen, würden eine sozial gerechte Ausgestaltung von Umweltpolitik unterstützen.

Summary

Fundamental changes to reduce the environmental impacts of all economic sectors are almost inevitably associated with significant social impacts. Therefore, Environmental policy instruments and mixes must be designed not only to be as cost-effective as possible but also to be socially acceptable and receive public support. Ideally, ambitious, and transformative environmental policy can synergize environmental protection and social goals. However, this requires that political and public discourse not only discuss the costs of environmental protection (such as adverse income effects) but that they can be contrasted with the attributable social and societal benefits of environmental policy measures (such as higher air quality or fewer diseases associated with environmental pollution).

Against this backdrop, the research project titled "Soziale Aspekte der Umweltpolitik: Teilvorhaben 2 – Gewinnung von Daten" ("Social Aspects of Environmental Policy: Subproject 2 - Acquisition of Data") aimed to elicit and expand the empirical basis on the topic of social effects of environmental policy and to identify priorities for further research and development work in the field of data acquisition and to implement them in exemplary projects. An important goal was to show possible combinations of data that have existed "in separate spheres", for example, from environmental, social, and health research or official statistics. This endeavor should make it easier to derive empirically proven statements about the social effects of environmental policy instruments or measures and to combine these with statements about the distributional effects of the benefits of environmental protection measures.

Therefore, the primary focus of this report revolves around the availability of data that facilitate the examination of both environmental and social dimensions. Several work packages (WPs) were established to achieve this comprehensive project's objectives. In WP 1, an analysis framework was developed to guide the investigation of relevant issues and social characteristics. Subsequently, WP 2 involved compiling an overview of existing datasets that could potentially address the raised inquiries. WP 3 aimed to demonstrate the actual impact of environmental burdens on different population groups. The presentation of diverse analysis strategies and the potential implementation of specific research projects were the main objectives of WP 4. In WP 5, existing studies were systematically reviewed and synthesized to consolidate knowledge on the distributional effects of environmental policy measures. The project concludes with a summary of the findings, a comprehensive presentation of key outcomes to the client, and a discussion of potential topics and results that can be effectively communicated for the social evaluation of environmental policies. The following section provides a concise summary of the methodologies employed and the findings obtained within each work package.

The discourse surrounding environmental policy has recently placed increased emphasis on examining social effects, including the distributional impacts of both environmental burdens and environmental policy measures. An illustrative case highlighting this discussion occurred during the winter of 2022/23 when unequal price hikes for energy sources were observed for different household types and heating systems due to the Ukraine war. Policy measures were implemented to mitigate the pronounced differences in response to these disparities. Furthermore, casual observations reveal significant variations in the exposure to environmental pollution across distinct population groups within localized areas. For instance, inner-city residential zones tend to experience higher levels of fine dust pollution and heat islands than suburban areas. Consequently, households with lower socioeconomic status within a given region bear a disproportionate burden from these environmental challenges.

It is equally crucial to consider the social distribution of the advantages arising from environmental policy measures to mitigate local pollution. These improvements are not evenly

distributed among all societal groups. Consider, for instance, the scenario where air quality in inner-city areas is enhanced by reducing particulate pollution in highly affected regions. As a result, the health of residents would be expected to improve. In this case, the positive effects would likely be most prominently experienced by low-income households, given their higher likelihood of residing in previously heavily polluted areas.

In addition to the localized environmental impacts, the socioeconomic distribution of financial burdens associated with climate policy instruments is also significant. Measures aimed at imposing a cost on emissions, such as CO₂ pricing, typically exert a greater strain on poorer households as a proportion of overall household income. Conversely, investment incentives, including subsidy programs for the acquisition of PV systems, electric vehicles, or other capital goods, are frequently accessed by wealthier households due to their capacity to bear the initial high costs involved. Consequently, less affluent households cannot benefit from such subsidies and subsequent savings resulting from reduced operating expenses, such as lower electricity and fuel consumption.

Furthermore, the project emphasizes the social disparities in the causes of emissions. Household consumption is a crucial driver of greenhouse gas emissions, and the extent of these emissions can vary substantially between households, depending on their consumption patterns. The project aims to examine whether there are pronounced social patterns in the causation of emissions. By analyzing these patterns, it seeks to uncover any discernible connections between emissions and social factors.

WP 1: Analytical Framework - Conceptualizing the Social Aspects of Environmental Protection

WP 1 serves as the foundation for the project by offering a theoretical framework that explores environmental policy instruments and their effects on diverse social groups. It establishes the relevant topics and questions for subsequent empirical analyses. By delineating thematic focus areas, this work package facilitates the precise definition of the project's data scope in subsequent stages. Additionally, WP 1 presents the environmental economics approach for social aspects of environmental policy and environmental burdens and establishes a broad framework for the following work packages, drawing from insights gained in an expert workshop.

The initial stage involves elucidating the theoretical underpinnings of the economic impact of environmental policy, drawing from the research conducted by Grubb et al. (2014). In this context, three key pillars of environmental policy, namely "Standards & Engagement," "Markets & Pricing," and "Strategic investment," are presented. Simultaneously, distinct domains can be discerned, each characterized by specific time horizons and social scales. The first domain, denoted as "satisficing behavior," pertains to the short-term time horizon and has a narrow social scale, primarily encompassing individuals and small groups. The second domain, termed "optimizing behavior," relates to the medium-term time horizon and has a broader social scale, mainly focusing on companies. Lastly, the third domain, referred to as "transforming behavior," pertains to the long-term time horizon and has the broadest social scale, encompassing transformative processes that span entire economies. Integrating the three pillars with these domains makes it possible to establish dimensions for categorizing different policy instruments.

With the help of these theory-driven considerations, impact channels of environmental pressures and environmental measures can be defined. Special attention is paid to policies' social, economic, and environmental impact. The consideration of impact channels pursues the goal of identifying topics that determine the orientation of the following work packages.

The initial phase of this work package involves a theoretical exploration of the social aspects of environmental protection. Subsequently, the second part of the work package entailed

organizing a workshop with experts from UBA and BMUV. The primary objectives of this workshop were to define the thematic focus of the overall project and identify existing data potentials and practical limitations. The workshop was divided into two distinct segments. In the first segment, participants were requested to complete a questionnaire that served two purposes: to determine their preferences regarding specific focal points and highlight existing data potentials and deficiencies. The eliciting questionnaire was structured into three sections. The first section gathered background information about the participants, the second section focused on identifying pertinent topics and questions, and the final section delved into data availability. The responses in this section, including data gaps and relevant aspects of data linking, were subsequently incorporated into developing the knowledge platform generated in WP 2.

The workshop outcomes served as a valuable foundation for the second segment, involving an online meeting between the survey participants and the project team. This interactive session facilitated comprehensive discussions surrounding the questionnaire results, fostering productive exchanges of ideas and perspectives among the attendees. The workshop results demonstrate the broad scope of the topic, not only in terms of theoretical considerations but also among the experts involved. This broad scope applies to various aspects, including identifying environmental impacts, formulating appropriate policies, and considering social factors. The flexible thematic focus, particularly regarding the main topics and social factors to be explored, allows for analyzing specific questions within each work package. Simultaneously, this approach enabled a wide range of social factors to be considered. However, it is essential to note that while the agreed-upon thematic openness was beneficial, it also imposed limitations on conducting comprehensive and in-depth analyses of specific social aspects.

During the workshop, four distinct sets of issues were identified, which were subsequently incorporated into the individual work packages:

1. Sustainable consumption and life cycle:
 - ▶ Within Work Package 3b, the focus lies on the perspective of polluters. It involves evaluating consumption patterns regarding their greenhouse gas emissions (measured in CO₂ equivalents) and analyzing them across different social groups.
2. Climate protection and energy transition:
 - ▶ Work Package 5 focuses on political measures pertaining to climate protection and the transition to renewable energy sources. It encompasses a comprehensive synopsis of these measures.
3. Environmental impact, quality, emissions, and health:
 - ▶ Work Package 3a is dedicated to the regional assessment of environmental quality and pollution, examining their connection with social structures, particularly regarding environmental justice. This includes the evaluation of social implications related to environmental quality and pollution.
 - ▶ Additionally, within Work Package 4, three out of the four studies focus on the effects of specific emissions such as particulate matter, nitrogen oxides, and noise. Notably, analyzing health impacts was replaced by focusing on the "quality of life" aspect in this work package.
4. Mobility and traffic:

- The topics of mobility and traffic are addressed in two ways. Firstly, three studies conducted in Work Package 4 specifically delve into transport and mobility, with two studies exploring the effects of low emission zones and another investigating the impacts of traffic noise (rail noise). Secondly, within Work Package 5, one of the focal points centers around environmental policy measures in transportation.

WP 2: Inventory of data availability and deficit analysis

WP 2 focuses on the comprehensive collection and categorization of relevant datasets. The scope for this task is established by WP 1. The collected data is compiled and presented to the client as a compact knowledge platform.

The purpose of the knowledge platform is to provide a broad overview of available datasets in social sciences and environmental research. It enables researchers from different sub-disciplines to explore and access datasets from other related fields. The platform clearly emphasizes the content of each dataset and provides key meta-information, such as the number of observations and the covered period.

Moreover, the database aims to identify potential linkages between datasets. It includes information on the regional boundaries and spatial resolution, indicating the representativeness of each dataset for the target population, as determined by the data creators. This information facilitates the combination of different sources across sub-disciplines. By focusing on the linking of datasets, the goal is to determine whether valuable insights can be derived from combining existing datasets that cannot be obtained from respective sources alone. This emphasis on data combinations helps avoid the need for costly and redundant data collection efforts.

Due to the project's overall thematic openness, as outlined in the first work package, the knowledge platform has a broad thematic scope. This platform can be designed in two ways: it can either focus on a specific narrow theme and include numerous datasets within that specific topic, or as is the approach chosen here, it can encompass various aspects of environmental impacts, policies, and potential social effects. The platform aims to incorporate the most important and central data sources across this wide thematic range.

The thorough data research has yielded a comprehensive database comprising 139 distinct datasets.³ These diverse sources are integrated to form the core of the knowledge platform, which is presented as an interactive application. This platform enables users to search for datasets based on specific criteria such as content, time periods, and observation units. The primary objective is to provide users with a seamless and efficient experience, allowing them to quickly explore and evaluate relevant data for addressing their potential research inquiries. Furthermore, the platform is designed to showcase the potential for linking environmental and social data in analytical endeavors, highlighting the interconnections between these two domains.

From a technical point of view, the knowledge platform is based on Microsoft Excel. The decision to utilize Excel was based on its widespread availability across the UBA and the BMUV computer systems, user-friendly interface, and ease of use.

The second part of the work package involves conducting a deficit analysis linked to the data in the knowledge platform. The objective was to identify data gaps that, if filled, would enable answering open research questions. Given the open thematic scope established in the first work

³ The contractor ensures database updates during the project term. After completion of the work, the client is responsible for it. The datasets used in the report are also part of the database.

package, the deficit analysis does not have a specific thematic focus. Instead, the deficit analyses are integrated into the activities of other work packages, namely AP 3a, WP 3b, and WP 4.

WP 3: Proposals for Further Development of the Data Landscape

WP 3 consists of two subprojects. In WP 3a, the focus is on the perspective of people exposed to environmental pollution and environmental quality assessment. The first step involves creating a meaningful indicator for exposure to multiple environmental burdens by combining various individual burdens at a highly detailed spatial level (1x1 km grid). The emphasis lies on appropriately intersecting the data and weighing different pressures. This generated indicator of multiple environmental burden exposure is then analyzed and integrated with social data in a second step. This integration allows for examining different environmental burdens among various population groups, enabling insightful analyses.

WP 3b explores the perspective of polluters. The primary objective is to analyze the contribution of different social groups to greenhouse gas emissions through their consumption patterns. This analysis relies on comprehensive survey data that provide detailed information on individual consumption habits, as well as data concerning the social characteristics of the respondents. The research conducted in this subproject aims to shed light on the extent to which different social groups contribute to greenhouse gas emissions based on their consumption behaviors.

WP 3a: Exposure Perspective

WP 3a focuses on analyzing the varying impacts of environmental pollution and low environmental quality on different population groups. These two aspects encompass multiple dimensions, including local air pollution, heat stress, noise pollution, and the lack of proximity to natural areas. These dimensions highlight substantial environmental pollution and quality variations at a very localized level, even within cities or specific districts. For instance, the example of motor vehicle traffic illustrates that it tends to be concentrated in certain areas, such as city centers or major traffic arteries. Consequently, not all residents within a city or region are equally affected by traffic noise, as the distance to the pollution source varies.

To comprehensively map these diverse forms of environmental burden at the local level, an overall burden indicator needs to be established for the analysis. In this case, a total of six individual pollution indicators are employed: air pollutants, considering particulate matter, nitrogen dioxide, and ozone levels; noise pollution; high air temperatures (measured by the number of hot days); and distance from environmental resources, such as green spaces or bodies of water. These indicators collectively contribute to assessing the overall burden experienced by different population groups, enabling a comprehensive analysis of the impacts of environmental pollution and low environmental quality.

One of the challenges in AP 3a is to create a uniform and meaningful indicator for multiple environmental burdens. The first step to address those challenges was to standardize all information on individual exposures by assigning them to a consistent spatial framework of 1 x 1 km grids. Each grid cell is then divided into quintiles based on the intensity of exposure for each individual burden. Each quintile represents 20% of all grid cells for a specific burden. The first quintile includes the 20% of grid cells with the lowest load for that particular burden, while the fifth quintile comprises the grid cells with the highest load. This approach results in five categories ranging from 0 (indicating the lowest burden level) to 4 (representing the highest burden level) for each individual environmental burden indicator. By summing up the individual indicators across all environmental qualities, an indicator of exposure to multiple environmental burdens is derived. This indicator provides an overall measure of environmental quality by capturing the combined effects of individual environmental burdens and depicting the level of these burdens. Consequently, a comprehensive nationwide depiction of local and regional

exposure to multiple environmental burdens across Germany is created at a resolution of 1 x 1 km. This level of resolution allows for the representation of fine-grained information even within cities.

The chosen 1 x 1 km grids allow the linkage with socio-economic data available to RWI on the same spatial level (RWI-GEO-GRID). This linkage and the analyses based on it form the second focus of the work carried out in work package 3a. Through this linkage, the differences of distinct social groups regarding environmental quality can be analyzed. A distinction is made between the socio-economic characteristics of household type (family, single, or couple), household purchasing power, migration background⁴, employment, and demographics, i.e., age groups. Furthermore, the results for each dimension are presented for all of Germany and separately for large cities.

Overall, the analyses show that major cities have higher exposures to multiple environmental burdens than the rest of the country. This seems intuitive, as urban areas are hotspots of single environmental burdens and places with high indicators of multiple burdens. Furthermore, transport routes stand out as they show high values, especially for noise and air pollution. Regions with especially low indicators of multiple burdens, are above all areas which are characterized by mountains and forests. Regions in and around the low mountain ranges, the Black Forest, and the foothills of the Alps should be mentioned here.

The results by socio-economic factors make it clear that singles tend to be found in more heavily burdened regions, while families and couples live under moderate burdens. This picture emerges regardless of whether the analysis is for Germany or only the major cities. For groups with different household purchasing power, the picture is homogeneous across all purchasing power groups, at least without any particular focus on urban areas. For large cities, financially better-off households are exposed to a lower multiple burden indicator. The results by migration background and employment show that both persons with a migration background and the unemployed are worse off, i.e., they tend to live in regions with higher multiple environmental burdens than those without a migration background and those with employment. Differences in environmental burdens by age group can hardly be found.

Work package 3a concludes with a deficiency analysis to identify the data's and the study's weaknesses. For example, the air pollution data, based on annual mean values, do not do justice to temporal fluctuations within a month and seasonal patterns. Furthermore, the 1 x 1km observation level needs to be more precise regarding individual environmental burdens. This is illustrated by noise pollution (e.g., from road or rail traffic), which often affects much smaller areas than the corresponding grids. However, the data on various environmental burdens and socio-economic information are not (or only to a limited extent) available at a finer level for Germany.

WP 3b: Polluter Perspective

The analyses presented in work package 3b focus on consumption-related greenhouse gas emissions (in CO₂ equivalents). The focus here is on the differences in the causes of emissions between different social groups. The basis for this analysis is the Income and Consumption Survey (EVS). This survey dataset provides a detailed picture of the expenditure of around 50,000 households surveyed on various products. Consumer spending is examined in more detail for three (emission-relevant) sub-sectors: housing, which includes heating and electricity consumption in particular, mobility, which includes fuel consumption as well as consumption due to travel (e.g., air travel), and food.

⁴ The migration background is the assumed migration background, determined based on a first and last name analysis.

From this preparatory work, it can be deduced how the different causation of emissions is broken down by social groups. The social groups are analyzed by household type, income, age group, community size, state, and educational or occupational attainment. These analyses are performed in detail according to the individual factors mentioned above, illustrating the differences between the groups. In addition, regression analyses are used.

In these regression analyses, the influence of various social factors is measured simultaneously. In contrast to regression analyses, individual analyses according to single social factors run the risk of showing biased results if different factors correlate very closely with each other. In this case, all social factors correlating with each other will give a similar picture concerning emissions, although there is a causal relationship to only one factor. This can be vividly illustrated when considering emissions by education level and income. Assuming that emissions rise with income and income rises with the level of education, then emissions would also rise by the level of education in a single analysis, even if education itself does not influence emissions at all. A regression analysis in which several social factors are considered simultaneously offers a better opportunity to avoid such spurious correlations.

Looking at the causes of emissions, it becomes apparent that various social factors have particularly strong influences. Overall, older age groups have significantly higher emissions, with the effect in particular to households around 50 to 60 years of age. Since emissions per person are considered, it is evident that downsizing households (e.g., due to children moving out) without simultaneous adjustment of the housing situation leads to significantly higher emissions per household member. Similarly, but to a much lesser extent, the type of household has an influence. Single households cause significantly higher emissions per person than couples and couples with children.

In the case of emissions from food consumption, a strong correlation between age and emissions can be observed. Older age groups have significantly higher emissions, while younger households reduce their consumption of emission-intensive foods and consume less per person.

The household type also clearly influences greenhouse gas emissions from food consumption. In contrast to the reference group of couple households, female households (singles and single parents) record significantly lower emissions, but single male households do not. Different food purchasing habits between men and women thus have an apparent effect on emissions.

Concerning greenhouse gas emissions from mobility, income level plays a clear role. Higher-income groups have significantly higher emissions from mobility. With each decile, emissions from mobility continue to rise. However, there is the problem that the EVS does not publish data on households with incomes of more than €18,000 per month, and thus no statements can be made about the highest income groups. The results on the income groups covered in the data suggest that emissions among the higher income groups, which are not included in the EVS, are even higher than the emissions of the wealthier households included in the data. It is to be expected that the most affluent households, with a monthly net income of more than 18,000€, cause significantly higher emissions.

Furthermore, households from smaller communities have higher mobility emissions than households in larger cities. However, this effect is expected due to the much higher rate of car use. In contrast to emissions from food consumption, older households have significantly lower emissions from mobility compared to the reference value for the youngest households. This effect is initially weak across the age groups but intensifies significantly as soon as a larger proportion of the age group retires from working life.

In the residential sector, the influencing factors are more broadly distributed. The type of residential building has the greatest influence. Compared to apartments in apartment buildings, which are used as a comparison group, households living in one- and two-family houses have significantly higher emissions. This also applies to households living in terraced houses.

Similar to emissions from mobility, the community type also plays a decisive role in emissions from housing. Households in smaller communities have significantly higher emissions than comparable households in large cities. This finding also holds regardless of the households' dwelling type, so the effect is not since more households in rural areas live in detached houses. Energy investments in small communities may have been less lucrative in recent years because they have a lower payback due to different price developments between urban and rural areas.

In addition, additional burdens on income are projected that would arise if households were to switch their food consumption to exclusively sustainable products. These analyses are limited to food consumption because actual consumption quantities are only available for this subgroup of goods in the EVS. The methodological difficulties of this analysis are presented and discussed intensively in the report.

The analyses on sustainable consumption reveal a clear pattern. Higher-income groups generally already consume higher-priced food, so price premiums for sustainable production represent a smaller price increase compared to the status quo than is the case for lower-income groups. In addition, higher-income groups consume less high-emission food (especially compared to middle-income groups). Therefore, lower-income households suffer relatively more from changing their food consumption towards sustainable products.

Also, in this analysis, the burden patterns allow us to infer the likely burden on the highest-income households (not recorded in the EVS). The burdens (and the additional burdens) become lower in each higher decile. This next progression indicates that additional burdens among households with the highest incomes not included in the EVS hardly amount to more than one percentage point. By comparison, the additional burden on the lowest decile is almost 20 percentage points.

WP 4: Innovative approaches of unlocking new data assets

Work package 4 pursues the goal of developing and testing innovative approaches in order to study the social impacts of individual environmental measures with innovative datasets. As a first step, we define what is meant by "innovative approaches to data generation." Innovative data can be generated in two basic ways. On the one hand, it can be data that becomes available through advancing digitization. Examples include maps for assessing flood risks or noise pollution, which have been made digitally accessible as part of OpenData policies. On the other hand, it can be data that is passively or actively generated by processes in everyday life. This includes data generated using apps and websites (passive data generation) or data generated, for example, by Citizen Science activities such as the independent setting up of air monitoring stations (active data generation). In particular, the report discusses using social media data as a potential data source.

Based on this rather abstract consideration, a concept for choosing topics was developed in work package 4. In coordination with the UBA, the thematic focus was chosen "environmental factors, residential location decisions and quality of life." Three criteria were set for the data and related environmental factors to be used: spatially high-resolution data availability, political relevance, and sufficient spatial and temporal variation. The first criterion ensures the regionality of the analyses. Since the effect of most environmental factors (and especially residential location decisions) is local at the smallest scale, the data must be available as locally as possible. The second criterion arises necessarily from the objectives and subject matter of the

overall project. The project is dedicated to the investigation of social aspects of environmental policy. Consequently, the selected data and thematic focal points must also have political relevance in order to be able to make statements about the impact of measures. Related to this is the third criterion of sufficient spatial and temporal variation. Causal effects of the introduction of different policy instruments and changes in environmental conditions can only be identified if there is sufficient variation at these levels.

Given these three criteria, four analyses were carried out after consultation with the client, which were elaborated as working papers. These four are:

1. Noise reduction in rail transport and house prices
2. Influence of the Western European flood in July 2021 on risk perception in flood risk areas
3. Improved air quality and school transition rates
4. Improved air quality and real estate prices

Thus, one working paper relates to the effects of noise pollution (Thiel, 2022), one paper highlights environmental change concerning flood risks (aus dem Moore et al., 2022), and two papers relate to the effects of changing air pollution (Brehm et al., 2022 and Gruhl et al., 2022). The first and fourth working papers show that introducing pollution abatement measures such as the Rail Noise Abatement Act and low emission zones that improved local noise levels and air quality, respectively, lead to a more positive valuation of residential locations. Since the quality of residential locations cannot be measured directly, real estate prices (for new rentals/sales) are used for this purpose. The prices reflect the increasing demand for housing in precisely these locations and approximate the local quality of life. This local quality increased after changes in noise or air pollution in previously hard-hit areas after the implementation of such policy instruments., The effect was especially strong for residents who live there permanently since the increases are reflected in the new rentals/sales price, but all residents benefit. The second analysis suggests no re-evaluation of overall flood risk after the devastating flood in the German Ahr valley (and other parts of the country) in July 2021 despite the widespread devastation and media-intensive coverage. The third analysis, like the fourth working paper, highlights air quality improvement after the introduction of low-emission zones. However, the focus is on the likelihood of students* transitioning from elementary school to the academic school track. It is shown that low emission zones and the resulting improvement in air quality led to higher transition rates to the academic track.

As a final step, WP 4 briefly identifies the data deficits of the working papers. Identifying data deficits allows for setting new data generation goals, enabling more detailed insights into the social effects of environmental policies and factors. First, the analyses regarding real estate prices are based on offer prices, i.e., not finalized prices. The analyses would benefit from information on actual transaction prices. Although such prices may sometimes reflect developments that are distant from the market, the combination of the two types of prices would allow for a holistic analysis. Second, school transition analyses are limited by their spatial resolution. Due to data availability, granular investigations at the school level are only possible for North Rhine-Westphalia. In addition, data on test scores would advance the research findings.

WP 5: Empirical information on social effects and environmental impacts of selected environmental policy instruments, measures, and strategies.

The focus of WP 5 is a structured overview of the literature and research results of the effects of selected environmental policy measures in the sub-sectors of transport/mobility and buildings. A particular focus lies on the data used to evaluate these effects. The synopsis thus provides an overview of the current state of research in these two sectors, which cause a significant share of

greenhouse gas emissions and are substantial sources of local air pollution. The analytical focus is on studies that estimate or evaluate the mostly monetary distributional impact of different policy instruments and make statements on the extent to which the different measures contribute to increasing (regressive impact) or decreasing (progressive impact) inequality between low-income and high-income households. The synopsis provides a quick overview of the state of research to date on policy measures in the transportation and buildings sectors. The central focus of the synopsis is on the data and methods used to provide a knowledge base for policy design and further (scientific) work.

In the first step, relevant studies were systematically recorded utilizing keyword searches in relevant literature databases, evaluated, and then systematized based on selected categories. The categories are based on the PICOS system for structured literature reviews. These include participants or affected parties in an empirical analysis ("Population"), policy measure ("Intervention"), comparison group used to determine effects ("Comparison"), outcome variable whose change is the focus of the particular study ("Outcome"), and type of research design used in the empirical analysis ("Study Design"). These categories were supplemented for the focus of this project by the additional categories "research question", "data", "geographic coverage and observation period", "distributional effects", and "key messages".

The subsequent summary of the relevant contents serves as input for possible future work of the UBA, which can build on the results, methods, and data base. In particular, patterns and gaps in the current state of knowledge could be identified. First, more studies deal with distributional effects in the transportation sector than in the buildings sector. Furthermore, there are more studies on price-based policy measures, such as fuel taxes and CO₂ prices, than on other policy instruments (e.g., regulatory law). In the transportation sector in industrialized countries, these tax measures have, in principle, regressive effects. Redistributions of the additional tax revenues could offset these. In lower-income countries, pricing instruments can have progressive effects, e.g., if poorer households do not have a car. Regarding government subsidies (e.g., purchase of electric cars, public transport), the picture is mixed: while subsidizing electric cars is disadvantageous for low-income households because they do not benefit from it due to the high investment costs, subsidizing public transport turns out to be beneficial because it is used relatively more by lower income groups. Regulatory measures (e.g., city tolls, vignettes, vehicle efficiency standards) tend to have regressive effects, in part because poorer households spend proportionately more on usage. Even with these subsidy and regulatory measures, however, the regressive effect could be mitigated or reversed through clever policy design to reduce inequality in the population.

For the building sector, the studies mainly examine subsidizing energy-efficient refurbishment and household appliances. Here, studies predominantly find that higher-income households are relatively favored, as they can bear the high investment costs associated with building renovation or purchasing household appliances. A CO₂ price and a tax on electricity or thermal energy have a regressive effect in all studies considered unless additional relief measures are introduced for low-income households. Without an appropriate design of policy measures that prevents lower-income households from being disadvantaged, regulatory measures such as efficiency standards or consumption restrictions also lead to greater monetary inequality.

In addition, no estimates of distributional impacts are available for certain policy measures. For example, no scientific studies have been identified for regulatory measures, such as low emission zones, as well as for the expansion of climate-friendly transport infrastructure, investments in research and development or information measures. The distributional effects of non-monetary impacts of environmental policy (e.g., improvement of air quality or noise reduction and resulting health and life satisfaction effects) also need to be addressed. Data

deficits prevail in individual data and especially in the building sector. Future efforts to fill these knowledge and data gaps would support a socially equitable environmental policy design.

Arbeitspaket 1: Analyserahmen – Konzept zur Erfassung der sozialen Aspekte des Umweltschutzes

1.1 Einführung und Überblick

Transformative Umweltpolitik ist im Selbstverständnis des deutschen Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) auf die Zielstellung ausgerichtet, dass Bürger*innen in Deutschland und Europa ein gutes Leben innerhalb der planetaren Belastungsgrenzen führen können (vgl. Rockström et al., 2009; Steffen et al., 2015; BMUB 2016a). Angesichts der zentralen Herausforderung, die bisher in einer nationalen Budget-Betrachtung oft weit überschrittenen Belastungsgrenzen künftig einzuhalten (vgl. O’Neil et al., 2018), verfolgt transformative Umweltpolitik das Ziel, einen gesellschaftlichen Wandel zu einer nachhaltigen Wirtschaft und Gesellschaft zu intensivieren. Abbildung 1 illustriert die Tiefe und Breite der zur Realisierung dieser Zielstellung erforderlichen Veränderungen, die einzelne Politikfelder oft überschreiten und zahlreiche Interdependenzen aufweisen.

Abbildung 1: Transformative Umweltpolitik zur Einhaltung ökologischer Grenzen



Quelle: BMUB (2016b).

Grundlegende Veränderungen zur Verringerung von Umweltbelastungen – etwa in Industrie und Landwirtschaft, Energie- und Ressourcennutzung, Verkehr und Infrastruktur – sind dabei nahezu unvermeidbar mit signifikanten sozialen Auswirkungen verbunden. Umweltpolitische Instrumente und Policy-Mixes müssen daher nicht nur möglichst kosteneffizient, sondern auch sozialverträglich ausgestaltet sein und gesellschaftlich akzeptiert werden. Aktuelle Beispiele für diese Herausforderung sind im deutschen Kontext die Diskussionen zur sozialen Flankierung des Kohleausstiegs oder zur Frage, wie die regressiven Verteilungseffekte einer CO₂-Bepreisung durch eine entsprechend ausgerichtete Verwendung der generierten Steuereinnahmen kompensiert werden können.

Aus Sicht der Umweltpolitik geht es jedoch nicht nur darum, Zielkonflikte zu antizipieren und bei der Auswahl und Gestaltung umweltpolitischer Instrumente etwaige negative soziale und

gesellschaftliche Konsequenzen zu berücksichtigen. Im Idealfall kann eine ambitionierte Umweltpolitik stattdessen gezielt Synergien zwischen Umweltschutz und sozialen Zielen realisieren. Dafür ist es jedoch erforderlich, dass im politischen und öffentlichen Diskurs nicht nur die Kosten des Umweltschutzes erörtert werden (etwa negative Einkommenswirkungen), sondern ihnen der zurechenbare soziale und gesellschaftliche Nutzen umweltpolitischer Maßnahmen gegenübergestellt werden kann (etwa durch höhere Luftqualität, weniger umweltassoziierte Erkrankungen etc.). Auch die Verringerung sogenannter „defensiver Kosten“ (etwa von Ausgaben für Medikamente zur Behandlung von Atemwegserkrankungen) müsste in einer umfassenden Kosten-Nutzen-Analyse berücksichtigt werden (vgl. Rohlf et al., 2020).

Die Akzentuierung der verschiedenen Nutzendimensionen würde im Umkehrschluss auch das öffentliche Bewusstsein dafür stärken, dass nicht nur Umweltschutz, sondern auch unterlassener Umweltschutz oft mit erheblichen gesellschaftlichen und sozialen Kosten einhergeht. Deskriptive Betrachtungen zeigen, dass die Betroffenheit durch Umweltbelastungen über verschiedene Bevölkerungsgruppen stark variiert und mithin auch die Kosten des unterlassenen Umweltschutzes ungleich verteilt sind. So sind vor allem ärmere Haushalte von hohen Feinstaubbelastungen oder Hitzeinseln in der Innenstadt betroffen. Denn diese Haushalte leben häufiger in innerstädtischen, dicht bebauten Wohnlagen als in Stadtrandgebieten mit weniger Verkehr, mehr Windzirkulation und damit einer geringeren Umweltbelastung.

Vor diesem Hintergrund hat das von Januar 2020 bis Oktober 2022 angelegte Vorhaben „Soziale Aspekte der Umweltpolitik: Teilvorhaben 2 – Gewinnung von Daten“ darauf abgezielt, die empirische Basis zum Thema Soziale Wirkungen der Umweltpolitik zu eruieren, zu erweitern und Prioritäten für weitere Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Bereich Datengewinnung aufzuzeigen und in beispielhaften Projekten umzusetzen. Ein wichtiges Ziel besteht darin, Kombinationsmöglichkeiten der bisher „in getrennten Sphären“ bestehenden Daten etwa aus der Umwelt-, Sozial- und Gesundheitsforschung oder der amtlichen Statistik aufzuzeigen. Dadurch soll es besser möglich sein, empirisch belegte Aussagen über die sozialen Wirkungen von umweltpolitischen Instrumenten oder Maßnahmen abzuleiten und diese auch mit Aussagen über die Verteilungswirkungen des Nutzens von Umweltschutzmaßnahmen zu verbinden.

Zu diesem Zweck wurde als ein zentrales Ergebnis des Vorhabens eine Wissensplattform geschaffen (AP 2), die vom Umweltbundesamt intern genutzt und erweitert werden kann. Die Wissensplattform erfasst existierende Datensätze aus den Sozial-, Gesellschafts-, Wirtschafts- und Umweltwissenschaften und zeigt, basierend auf der räumlichen Dimension des Datensatzes, deren Verknüpfbarkeit auf. Auf diese Weise soll die Nutzung und Kombination bekannter Datensätze zur Beantwortung neuer Fragestellungen ermöglicht werden. Neben der verbesserten Übersicht der Datenbestände sollen im Projekt auch explizite Fragestellungen zu Verteilungswirkungen von (unterlassenen) Umweltschutzmaßnahmen analysiert werden, wobei sowohl Analysen für Verursacher (von Umweltbelastungen) als auch für Betroffene (von Umweltschutzmaßnahmen) durchgeführt werden sollen.

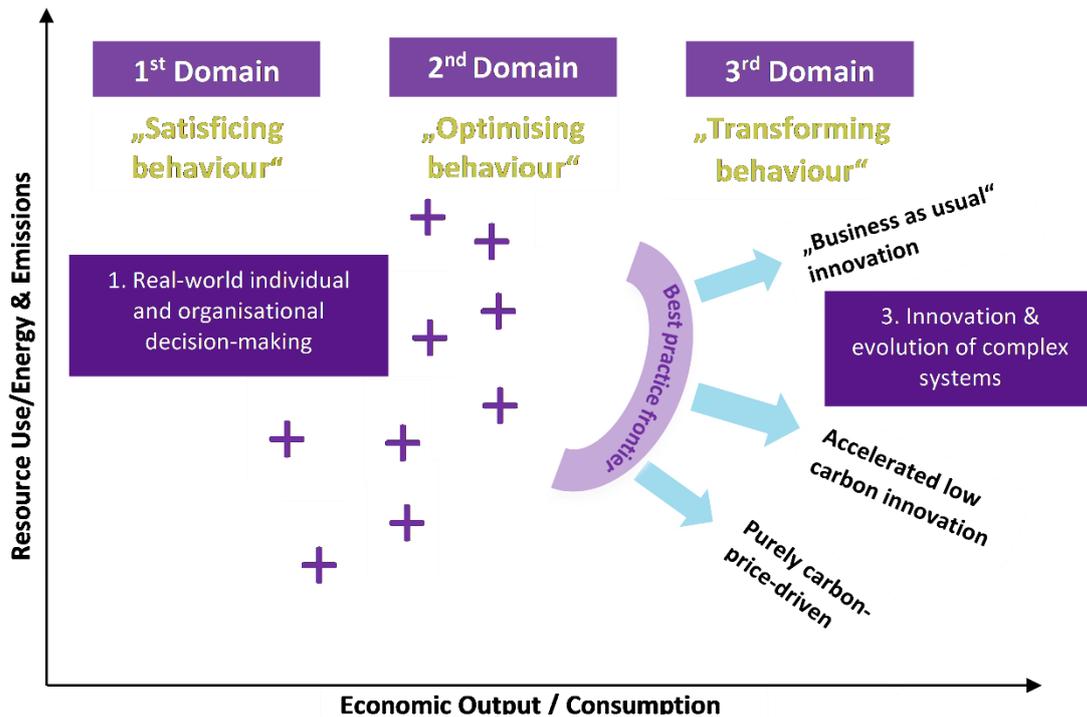
1.2 Theoretischer Hintergrund zum Analyseraster

Als Hintergrund für das in diesem Kapitel vorgestellte Analyseraster geben die folgenden drei Teilkapitel einen knappen, theoretisch orientierten Überblick hinsichtlich umweltpolitischer Instrumente und ihrer möglichen (sozialen) Auswirkungen. Als natürlicher Ausgangspunkt wird zunächst auf abstrakter Ebene der „Instrumentenkasten“ der (Umwelt-)Politik dargestellt. Anschließend wird das Konzept der generischen Wirkungskette erläutert - als Heuristik für die Reflexion zu möglichen Auswirkungen der Umweltpolitik unter besonderer Berücksichtigung von gruppenbezogener Heterogenität bzw. Verteilungseffekten. Schließlich erfolgt eine kompakte Darstellung der umweltökonomischen Perspektive.

1.2.1 Umweltpolitische Instrumente in konzeptioneller Perspektive

Die umfassende Perspektive von Grubb et al. (2014) unterscheidet drei Säulen von Umweltpolitik: „Standards & Engagement“, „Märkte und Preise“ sowie „Strategische Investitionen“. Die integrative Qualität dieser Perspektive wird in Abbildung 2 durch die gemeinsame Darstellung der sogenannten drei Domänen sichtbar. Für diese drei Säulen sind u.a. drei spezifische Arten des ökonomischen Entscheidungsverhaltens charakteristisch: „Zufriedenstellendes Verhalten“ in der ersten, „Optimierendes Verhalten“ in der zweiten sowie „Transformatives Verhalten“ in der dritten Domäne.

Abbildung 2: Die drei Domänen der Umweltpolitik



Anmerkung: Eigene Übersetzung, RWI.

Quelle: Grubb et al. (2014), S. 60.

Die jeweilige Bezeichnung der drei Verhaltensmodi verweist dabei auf unterschiedliche theoretische Hintergrundperspektiven der drei Domänen, die jeweils mit unterschiedlichen Zeithorizonten und sozialen Skalen korrespondieren, wie in Abbildung 3 illustriert wird.

Das für die erste Domäne charakteristische „Zufriedenstellende Verhalten“ entspricht den Erkenntnissen aus der verhaltens- und organisationswissenschaftlichen Forschung (insbesondere aus der Psychologie und der dadurch stark inspirierten Verhaltensökonomik) über ökonomisches Entscheidungsverhalten von Individuen und kleinen Gruppen in eher kurzfristigen Kontexten. Anstelle „rationaler“ Handlungen – im Sinne der Nutzenmaximierung durch die optimale Wahl unter allen denkbaren Alternativen – lässt sich hier oft beobachten, dass eine Alternative gewählt wird, sofern sie „gut genug“ ist und mithin als „zufriedenstellend“ bewertet werden kann.

Die mittlere Domäne folgt unter der Bezeichnung „Optimierendes Verhalten“ der theoretischen Vorstellung eines ‚Homo oeconomicus‘ und repräsentiert mithin das rational optimierende Entscheidungsverhalten von Wirtschaftssubjekten, insbesondere von Unternehmen in mittleren Zeithorizonten, wie es im Zentrum der neoklassischen Ökonomik und der daran anknüpfenden Wohlfahrtsökonomik steht. Geht es jedoch um lange Zeiträume und umfassende

Veränderungsprozesse, deren Reichweite sich auf ganze Volkswirtschaften bezieht, dann gewinnen die evolutionären und institutionellen Theorieperspektiven der dritten Domäne an Bedeutung.

Abbildung 3: Zeithorizonte, soziale Reichweite und Theorieperspektiven der drei Domänen

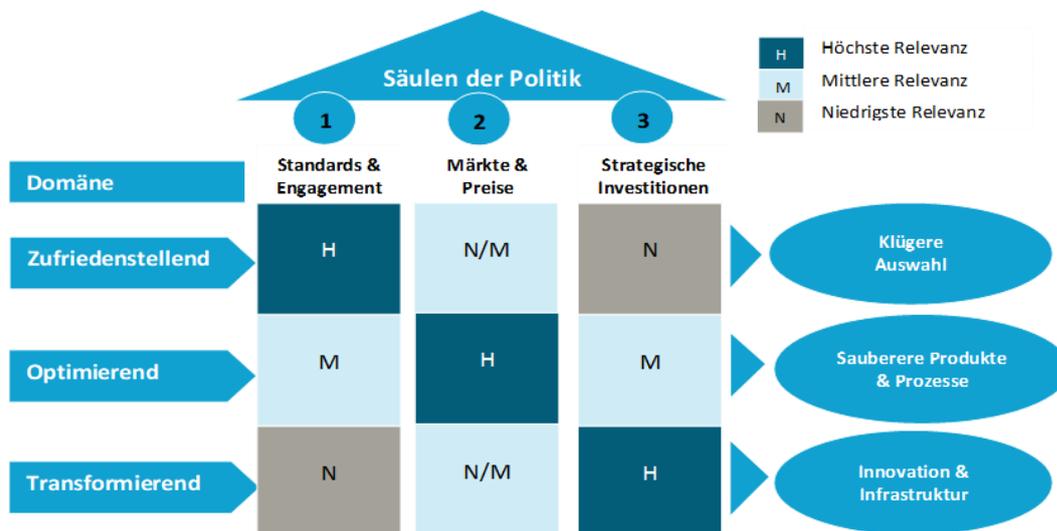


Anmerkung: Eigene Übersetzung, RWI.

Quelle: Grubb et al. (2014), S. 54.

Vor diesem Hintergrund illustriert Abbildung 4 die Relevanz der integrativen Perspektive von Grubb et al. (2014) für eine mögliche Weiterentwicklung des Analyserasters zur Kategorisierung der Wirkungen von umweltrelevanten Maßnahmen und Instrumenten. Die Abbildung verdeutlicht, dass jede Domäne mit einer unterschiedlichen Säule politischer Maßnahmen korrespondiert und dass einzelne Instrumente von unterschiedlicher Wichtigkeit innerhalb der drei Säulen sind.

Abbildung 4: Relevanz unterschiedlicher Politikinstrumente in den drei Domänen



Anmerkung: Eigene Übersetzung, RWI.

Quelle: Grubb et al. (2014), S. 69.

In der ersten Domäne des „Zufriedenstellenden Verhaltens“ besitzen „Standards und Engagement“ die größte Bedeutung, verstanden als Oberbegriff für informatorische Maßnahmen und (ordnungsrechtliche) Regulierungen unterschiedlichster Art. Sie verfolgen das Ziel, aus ökologischer Sicht negativ bewertete Marktergebnisse zu überwinden bzw. ihre Realisierung schon auf der Ebene individueller Wahlakte durch „Klügere Auswahl“ zu verhindern, im Extrem durch ein Verbot von zuvor möglichen Handlungsoptionen. Ein klassisches Beispiel ist die Definition einzuhaltender Mindeststandards durch die Marktakteure, etwa bzgl. der Energieeffizienz. Aber auch Instrumente, die lediglich die Bereitstellung von Informationen, ein sogenanntes „Nudging“ umfassen, gehören zu dieser ersten Säule.

In der zweiten Domäne des „Optimierenden Verhaltens“ stehen unter der Bezeichnung „Märkte und Preise“ jene marktbasieren Instrumente (wie etwa Ökosteuern oder Handelssysteme für Verschmutzungszertifikate) im Mittelpunkt, die ihren ökologischen Effekt durch die Veränderung des relativen Preisgefüges zwischen umweltvorteilhaften und umweltnachteiligen Handlungsalternativen anstreben bzw. diesen im Fall einer ex ante definierten Menge („Cap“) mit hoher Sicherheit erreichen. Das besondere Merkmal dieser Instrumente besteht darin, dass umweltvorteilhaftes Verhalten hier nicht angeordnet bzw. umweltnachteiliges Verhalten explizit verboten wird, sondern den Wirtschaftssubjekten die individuelle Entscheidungsmöglichkeit erhalten bleibt – allerdings unter (gegebenenfalls drastisch) veränderten Preisrelationen und damit verbundenen Anreizen. So führt die „Trade“-Komponente in einem „Cap and Trade“-System des Emissionshandels dazu, dass alle Akteure dezentral und auf der Basis ihrer jeweils individuellen Vermeidungskosten über die Alternative zwischen Emissionsvermeidung (und dem Verkauf dann nicht mehr benötigter Zertifikate) und dem Erwerb von Verschmutzungsrechten entscheiden können. Auf diese Weise wird nicht nur die umweltpolitisch gewünschte Situation herbeigeführt (durch das „Cap“), sondern dies auch in einer kosteneffizienten und mithin wohlfahrtsoptimalen Art und Weise (durch den „Trade“) verwirklicht.

Die dritte Säule politischer Maßnahmen umfasst unter der Bezeichnung „Strategische Investitionen“ schließlich jene Bereiche, in denen der Staat nicht nur als regulierender Akteur – sei es per Ordnungsrecht oder mithilfe marktbasierter Instrumente –, aktiv wird, sondern durch planerisches Handeln und strategische Investitionen künftige Handlungsoptionen für stärker umweltschonendes Verhalten sowohl auf Produzierenden - als auch auf Konsument*innenseite ermöglichen will, etwa im Bereich der Infrastruktur oder der Förderung von Forschung und Entwicklung.

1.2.3 Generische Wirkungsketten umweltpolitischer Maßnahmen

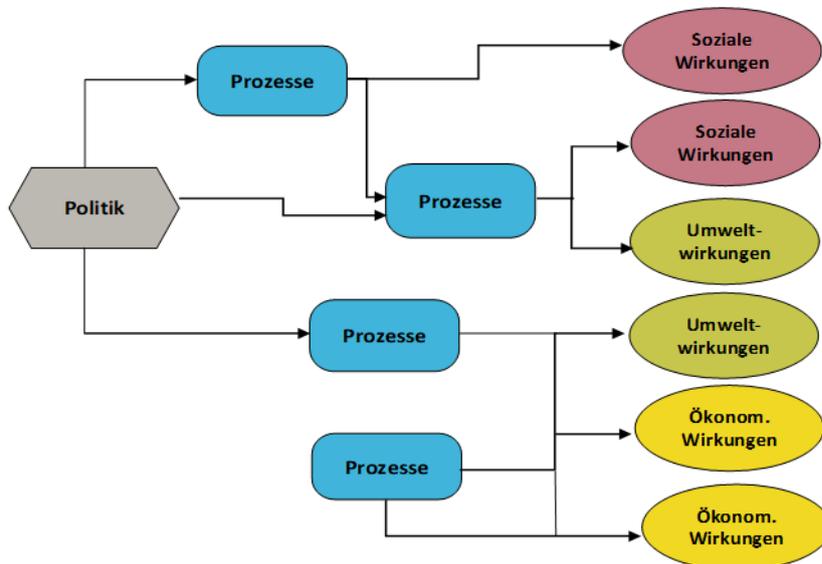
Als Heuristik zur Diskussion der möglichen Auswirkungen umweltpolitischer Maßnahmen kann das Konzept der Wirkungskette herangezogen werden (vgl. Jacob et al., 2016). Abbildung 5 illustriert den dreistufigen Aufbau dieses Ansatzes, in dem eine konkrete politische Maßnahme über verschiedene und teils interdependente Prozesse zu Auswirkungen in unterschiedlichen Bereichen führt, hier differenziert nach sozialen, ökonomischen und Umweltwirkungen.

Wie Jacob et al. (2016) betonen, kann die Erstellung einer konkreten Wirkungskette nur der erste Schritt einer Wirkungsanalyse sein. Sie dient lediglich dazu, einen ersten Überblick über ein Themenfeld und die bestehenden bzw. für die Analyse ausgewählten kausalen Zusammenhänge zu erlangen („Scoping“), nicht aber zur Gewichtung oder Quantifizierung von Zusammenhängen.

Wirkungsketten können insofern als grafisch dargestellte Hypothesen verstanden werden, die ein Politikinstrument, die daraus folgenden Aktivitäten und Veränderungs- bzw.

Anpassungsprozesse sowie verschiedene (ausgewählte) Auswirkungen abbilden. Der generische Charakter dieses Ansatzes zeigt sich auch darin, dass die Differenzierung zwischen den Elementen der Wirkungskette nicht immer eindeutig ist und vom jeweiligen Untersuchungsinteresse abhängt.

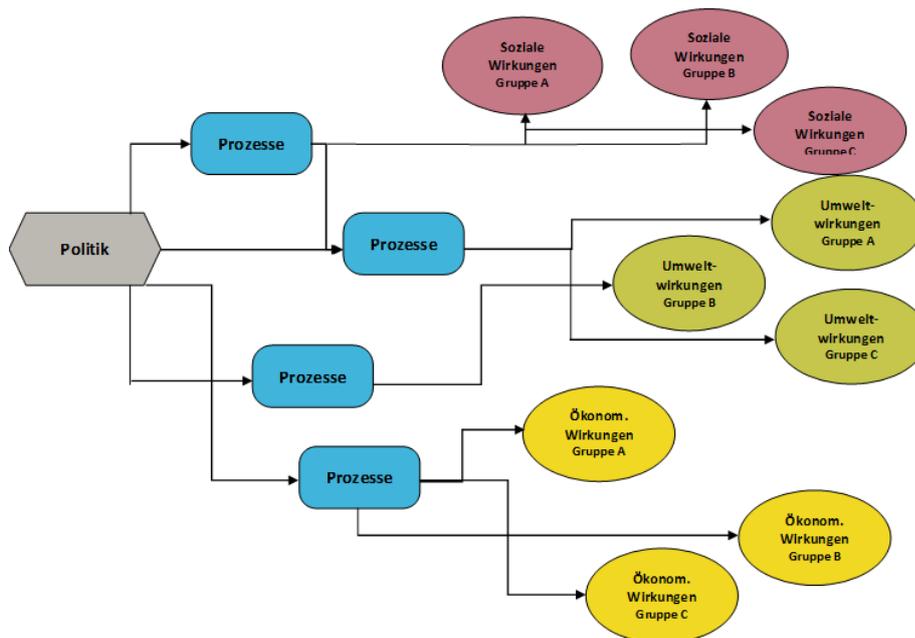
Abbildung 5: Generische Wirkungskette umweltpolitischer Maßnahmen



Quelle: Jacob et al. (2016), S. 93.

Die Darstellung in Abbildung 5 unterstellt, dass die jeweiligen Effekte die betroffene Population gleichermaßen betreffen. In der Realität gehen jedoch gerade umweltpolitische Maßnahmen regelmäßig mit großen Verteilungseffekten einher. Nicht zuletzt für Fragen der öffentlichen Akzeptanz und mithin der Umsetzbarkeit politischer Maßnahmen ist diese Dimension von erheblicher Bedeutung (vgl. Maestre-Andrés et al., 2019).

Abbildung 6: Generische Wirkungskette unter Berücksichtigung von Verteilungseffekten



Quelle: Jacob et al. 2016, S. 95.

Abbildung 6 illustriert die üblicherweise anzutreffende Heterogenität anhand der Differenzierung von drei Gruppen. In der konkreten Anwendung könnte die Zugehörigkeit von Individuen oder Haushalten zu diesen Gruppen etwa sozio-ökonomisch (nach Einkommen, Bildungsstand etc.) oder räumlich (Stadtzentrum, Strand, ländlicher Raum) definiert sein.

1.2.4 Soziale Aspekte aus umweltökonomischer Perspektive

Die konkreten Auslöser von Umweltbelastungen und ihren spezifischen (sozialen) Auswirkungen sind so vielfältig, dass eine umfassende Betrachtung zwangsläufig nur in abstrakter Form möglich ist. Gleiches gilt spiegelbildlich auch für jene Maßnahmen des Umweltschutzes, die zur Verringerung oder zur vollständigen Vermeidung entsprechender Belastungen eingesetzt werden können. Eine umso wichtigere Erkenntnis der Umweltökonomik besteht vor diesem Hintergrund darin, dass – in der Terminologie der Wirkungsketten – die zentralen „Prozesse“ und ihre möglichen „Wirkungen“ auf konzeptioneller Ebene zunächst weitgehend unabhängig von der Art der Maßnahme („Politik“) nachvollzogen bzw. illustriert werden können. Fullerton (2011) hat erstmals aufgezeigt, wie die in zahlreichen umweltökonomischen Einzelanalysen herausgearbeiteten Effekte mithilfe eines einzigen didaktischen Modells veranschaulicht werden können.

Insbesondere ist es zunächst unerheblich, ob es im konkreten Fall um eine ordnungsrechtliche Maßnahme (etwa vorgeschriebene Technologiestandards, Emissionsgrenzen etc.) geht oder um ein marktbasierendes Instrument (wie Steuern, Subventionen oder Zertifikatehandel): Es gibt „nur“ sechs unterschiedliche Kategorien möglicher Wohlfahrts- bzw. Verteilungseffekte.⁵

Auf den ersten Blick mag die Aussage erstaunen, dass die sechs möglichen Arten bzw. Kategorien von Wohlfahrtseffekten davon unabhängig sind, ob es sich um ein marktbasierendes Instrument mit expliziten, d.h. für Produzierende wie Konsumierende unmittelbar sichtbaren Preisen handelt (etwa im Falle eines Zertifikatehandels oder einer CO₂-Steuer), oder um ein ordnungsrechtliches Instrument, etwa eine regulatorische Effizienzvorgabe.⁶ Aus ökonomischer Warte ist die Einhaltung einer Vorgabe oder die Beachtung eines Verbots für zuvor nicht sanktioniertes Verhalten aber ebenfalls mit Kosten verbunden, die der Theorie zufolge zudem höher ausfallen als bei marktbasierenden Instrumenten (vgl. Goulder und Parry, 2020). Diese nicht direkt sichtbaren Kosten, in der ökonomischen Theorie als sogenannte „Schattenpreise“ erfasst, können daher zu den gleichen Arten von Wohlfahrts- bzw. Verteilungseffekten führen wie marktbasierende Instrumente mit ihren unmittelbar sichtbaren Preisen (vgl. Levinson, 2019).

Der Darstellung von Fullerton (2011) folgend, werden die sechs möglichen Wohlfahrts- bzw. Verteilungseffekte⁷ von Umweltpolitik am Beispiel einer umfassenden, klimapolitisch motivierten CO₂-Bepreisung erläutert, die jede ausgestoßene Emissionseinheit mit einem konstanten Preis pro Einheit belegt und somit den negativen externen Effekt korrigiert.⁸ Konzeptionell unterscheidet Fullerton (2011) folgende Effekte: 1. Nachfrageseitige Effekte, 2. Angebotsseitige Effekte, 3. Knappheitsrenten, 4. Nutzen des Umweltschutzes, 5. Kosten von

⁵ Das „nur“ ist hier in Relation zur weitaus größeren Vielzahl konkreter Ausprägungen und Interaktionen der Effekte zu verstehen. Im Gegensatz zur finanzwissenschaftlichen Analyse der Verteilungseffekte („Inzidenz“) von Steuerpolitik, die drei separate Effekte bzw. Wirkungskanäle unterscheidet (über Auswirkungen auf Produktpreise sowie auf Faktoreinkommen, d.h. Löhne und Kapitalerträge), ist die Inzidenzanalyse umweltpolitischer Maßnahmen mithin deutlich komplexer. Das liegt nicht nur an der doppelten Anzahl möglicher Effekte, sondern u.a. an ihrer teils sehr indirekten Natur und ihren potenziell komplexen Interaktionen mit anderen, nicht umweltpolitisch motivierten Maßnahmen (vgl. Fullerton, 2011).

⁶ Die Bezeichnung von „möglichen Effekten“ verweist darauf, dass in der Realität nicht jede Maßnahme mit allen sechs Effekten (in einer relevanten Größenordnung) einhergehen muss.

⁷ Da üblicherweise keiner dieser Effekte alle Mitglieder einer Gesellschaft gleichermaßen betrifft, impliziert jeder dieser Effekte zugleich einen Verteilungseffekt.

⁸ Dies kann durch eine CO₂-Steuer oder einen Handel mit Emissionszertifikaten implementiert werden.

Anpassung und Umstellung, sowie 6. Vermögenspreiseffekte. Im Folgenden werden diese Kategorien knapp erläutert.

- ▶ Nachfrageseitige Effekte resultieren einerseits unmittelbar aus der Preiserhöhung des durch die CO₂-Bepreisung verteuerten Gutes. Die negative Betroffenheit der Konsumierenden ist dabei umso größer, je weniger elastisch diese mit einer Reduzierung ihrer Nachfrage auf den erhöhten Preis reagieren können. Neben diesem direkten Effekt treten auch indirekte nachfrageseitige Effekte auf: Infolge allgemeiner Gleichgewichtsprozesse kann eine CO₂-Bepreisung auch zu spürbaren Veränderungen der Konsumentenpreise bei Gütern führen, die selbst nicht unmittelbar der CO₂-Bepreisung unterliegen.⁹
- ▶ Angebotsseitige Effekte entstehen als Auswirkungen auf Produktionsfaktoren wie Arbeit und Kapital bzw. ihre jeweiligen Eigentümer. Theoretische Analysen untersuchen mithilfe allgemeiner Gleichgewichtsmodelle vor allem die Auswirkungen auf Löhne (Faktor Arbeit) und Rendite (Faktor Kapital). In vereinfachten Modellen werden üblicherweise ein „schmutziger“ und ein „sauberer“ Sektor mit unterschiedlicher Betroffenheit durch einen CO₂-Preis unterschieden: Während der saubere Sektor nur Arbeit und Kapital als Inputs benötigt, ist der dreckige Sektor zusätzlich auf CO₂-Emissionen als dritten Input-Faktor angewiesen.¹⁰ Die Auswirkungen auf Löhne und Rendite sind dabei keinesfalls trivial, weder bezüglich ihrer Richtung noch ihrer Größe. Der Gesamteffekt für die Faktoren Arbeit und Kapital ergibt sich aus dem Zusammenspiel eines negativen Output-Effekts (im dreckigen Sektor wird insgesamt weniger produziert) und eines positiven Substitutionseffektes (die Produktion im dreckigen Sektor stützt sich stärker auf Kapital und Arbeit statt Emission). Somit sind für die Bestimmung der Auswirkungen u.a. die Fragen relevant, welcher Faktor in welchem Sektor intensiver genutzt wird und welcher Faktor (Arbeit, Kapital) im dreckigen Sektor ein besseres Substitut für die verteuerte und damit weniger „attraktiv“ gewordene Umweltbelastung (CO₂-Emission) darstellt. Mithilfe berechenbarer allgemeiner Gleichgewichtsmodelle können entsprechende Analysen auf die detaillierte Struktur ganzer Volkswirtschaften ausgedehnt werden.
- ▶ Knappheitsrenten ergeben sich dadurch, dass ein zuvor kostenloses und daher übermäßig genutztes Gut (im Beispiel die Emission einer Tonne CO₂) durch die politische Maßnahme mit einem Preis belegt wird. Erfolgt dies mithilfe einer CO₂-Steuer, so fällt die Knappheitsrente in Form der Steuereinnahmen beim Staat an, während zuvor die Emittenten in Form von kostenloser Verschmutzung indirekt profitiert haben. Verschiedene Formen der Rückverteilung dieser Einnahmen, ein so genanntes Revenue-Recycling, können genutzt werden, um als nachteilig bewertete Verteilungseffekte auszugleichen oder vollständig aufzuheben. Auch bei einem Zertifikatehandel entstehen entsprechende Einnahmen beim Staat, sofern die Zertifikate auktioniert werden. Erhalten Unternehmen die Zertifikate hingegen umsonst, so wird die Knappheitsrente des Staates als unverdienter Gewinn („windfall profit“) an die Unternehmen transferiert.
- ▶ Nutzen des Umweltschutzes bzw. Verringerung sozialer Kosten durch eine mithilfe der CO₂-Bepreisung erzielte Reduktion der Emissionen (Korrektur externer Effekte) erstrecken sich auf ein breites Spektrum möglicher Auswirkungen und umfassen jenseits der positiven

⁹ Dies kann am Beispiel von Hotelpreisen illustriert werden, die selbst nicht direkt von einer CO₂-Bepreisung betroffen sind. Allerdings würde der Preis für Hotels an Flugzielen in Folge einer verringerten Nachfrage durch höhere Flugkosten wahrscheinlich sinken (Flugreisen und die Hotelübernachtungen an den Zielorten sind komplementäre Güter, die ergänzend konsumiert werden). Demgegenüber stehen steigende Hotelkosten an Orten im Inland, die nicht durch Flugverbindungen erreicht werden, weil die Nachfrage nach diesen Urlaubszielen steigt (Inlands- und Auslandsreisen sind Substitute, die sich gegenseitig ersetzen).

¹⁰ Komplexere Modelle berücksichtigen, dass es in der Realität (zumindest bisher) nicht um eine 0/1-Gegenüberstellung von „dreckig“ vs. „sauber“ geht, sondern eher um den Kontrast von „stärker dreckig“ vs. „weniger dreckig“.

(langfristigen) Effekte eines begrenzten Klimawandels insbesondere so genannte „Co-Benefits“ (durch Reduktion von mit CO₂-Emissionen einhergehenden Schadstoffen) auf die Umweltqualität und daraus abgeleitete Effekte auf Gesundheit, Biodiversität, Produktivität der Landwirtschaft, Vorkommen von Extremwetterereignissen und Lebensqualität – wobei positive Gesundheitseffekte wiederum weitere positive Folgeeffekte haben, etwa hinsichtlich kognitiver wie körperlicher Entwicklung und Leistungsfähigkeit, Arbeitsproduktivität, Lebenszufriedenheit etc. In der empirischen Forschung lässt sich der Nutzen des Umweltschutzes oft besser „ex negativo“ erfassen, d.h. als Abschätzung der Kosten von Umweltbeeinträchtigungen (im Sinne des unterlassenen Umweltschutzes).

- ▶ Kosten von Anpassung und Umstellung sind in der theoretischen Modellierung zwar vorübergehender Natur, da sie nur beim Übergang von der Ausgangssituation (ohne CO₂-Bepreisung) in den neuen Status quo (inklusive CO₂-Bepreisung) der internalisierten externen Kosten anfallen.¹¹ In der Realität sind damit jedoch gegebenenfalls erhebliche und in der Wahrnehmung der Betroffenen auch dauerhafte Kosten verbunden, falls beispielsweise Produktionsstandorte aufgegeben werden und über die Kapitalkosten der Anpassung hinaus auch Kosten aufseiten der Arbeitnehmer anfallen – in Form von Re-Qualifizierungen, Umzügen oder (langen) Phasen der Arbeitslosigkeit.
- ▶ Vermögenspreiseffekte entstehen, wenn eine oder mehrere der vorangehenden Kosten- oder Nutzendimensionen kapitalisiert werden, sich also in einer Änderung von Vermögenswerten niederschlagen.¹² So führte beispielsweise die kostenlose Vergabe der Zertifikate an die Unternehmen der Energiewirtschaft in den ersten Handelsperioden des europäischen Emissionshandels (EU ETS) aufgrund der damit verbundenen Mitnahmegewinne („windfall profits“) zu entsprechenden Steigerungen der Aktienkurse (vgl. Oberndorfer, 2009; Veith et al., 2009; Bushnell et al., 2013). Von einer Begrenzung des Klimawandels, u.a. mithilfe der CO₂-Bepreisung, würden beispielsweise die Preise von Grundstücken und Immobilien am Meer profitieren, da sie künftig weniger stark durch einen Anstieg des Meeresspiegels bedroht wären also im Szenario ohne eine entsprechende Klimapolitik.

Die sechs dargestellten Effekte unterscheiden sich zwar aufgrund der verschiedenen Arten ihres Zustandekommens durch unterschiedliche ökonomische Mechanismen. In der Realität kann aber im Extremfall ein und dieselbe Person von allen sechs Effekten direkt betroffen sein, wobei sich die Einzeleffekte wiederum gegenseitig verstärken oder (teilweise) aufheben können (vgl. Fullerton, 2011).

Andererseits ist es so gut wie unmöglich, alle Auswirkungen einer konkreten umweltpolitischen Maßnahme innerhalb einer Studie empirisch zu identifizieren und in ihrer Größe verlässlich abzuschätzen.¹³ Akademische Studien beschränken sich in der Regel, gezwungenermaßen, aber auch durchaus intendiert, auf einen einzigen Effekt (aufgrund von Datenerfordernissen, die im

¹¹ Technisch fallen diese Kosten während des Übergangs vom alten Gleichgewicht (ohne CO₂-Bepreisung) in das neue Gleichgewicht (inklusive CO₂-Bepreisung) an. Aufgrund dieses vorübergehenden Charakters handelt es sich bei diesen Kosten um eine separate Kategorie. Die zuvor beschriebenen Kostenkategorien fallen in den entsprechenden Modellen hingegen dauerhaft an. So können etwa Faktoreinkommen dauerhaft reduziert sein und beispielsweise Löhne im neuen Gleichgewicht jedes Jahr niedriger sein als in der Ausgangssituation.

¹² Das Konzept „Vermögenswert“ ist dabei breit zu verstehen. Es umfasst neben klassischen Vermögenswerten wie Aktien oder Landbesitz beispielsweise auch das Humankapital eines Beschäftigten, dessen spezifische Qualifikation infolge einer Umweltregulierung (teilweise) entwertet wird. Der entsprechende „Vermögenspreiseffekt“ entspricht dann dem abgezinnten Gegenwartswert der Summe aller Lohnverluste gegenüber dem Vergleichsszenario ohne die entsprechende Regulierung (vgl. Fullerton, 2011: 928).

¹³ Einen guten Überblick der mit dem Stichwort „Identifikationsprobleme“ angesprochenen Herausforderungen geben Graff Zivin und Neidel (2013).

konkreten empirischen Setting in der Regel nicht für alle relevanten Effekte gleichzeitig erfüllt sind): Die möglichst verlässliche, kausale Identifikation eines Effektes erfordert ein möglichst „scharfes“ Forschungsdesign und in Analogie zu einem kontrollierten Experiment kann eine spezifische Ursache-Wirkung-Beziehung umso eher aufgedeckt werden, je weniger Wirkungskanäle gleichzeitig in den Blick genommen werden.

Aber auch in der umweltpolitischen Praxis können administrative Kosten-Nutzen-Abschätzungen bisher oft nur die kurzfristig sichtbarsten Effekte einbeziehen. Selbst diese partiellen Kosten-Nutzen-Analysen kommen bisher häufig zu dem Ergebnis, dass der Nutzen die Kosten substanziell überwiegt (vgl. Graff Zivin und Neidel, 2013). In dem Maße, wie Umfang und Eingriffstiefe möglicher umweltpolitischer Maßnahmen zunehmen, ist es jedoch unerlässlich, die Lücken in der Erfassung und Bewertung von (unterlassenen) Umweltschutz sukzessive zu schließen.¹⁴ Auch wenn das Ziel der Vollständigkeit nicht erreicht wird, so ermöglicht jeder einzelne Lückenschluss doch eine bessere Fundierung der jeweiligen politischen Entscheidung.

1.3 Analyseraster zur Erfassung der sozialen Wirkungen von Umweltpolitik

Vor dem in Kapitel 1.2 beschriebenen Hintergrund umweltpolitischer Instrumente und ihrer Auswirkungen, soll das Analyseraster im Rahmen des Vorhabens dazu dienen, die strukturierte Erfassung von wichtigen sozialen Aspekten des Umweltschutzes zu ermöglichen und die mit entsprechenden Forschungsvorhaben verbundenen Datenbedarfe zu identifizieren. Das Analyseraster hat mithin einen stark instrumentellen und damit einhergehend auch pragmatischen Charakter. Die Fokussierung durch entsprechende Beschränkungen des Analyserasters (wie auch – korrespondierend – der Wissensplattform) zielt mithin auf einen möglichst großen Nutzen in der konkreten Anwendung ab.

Das in Abbildung 7 dargestellte Analyseraster basiert auf der von der Kerngruppe des AK Soziales im Umweltbundesamt erarbeiteten Strukturierung des Themenfeldes (vgl. Kristof, 2019). Als Ausgangspunkt des Analyserasters dienen jene Handlungsfelder, in denen die Verknüpfung von Umweltschutz mit sozialen Zielen von besonderer Bedeutung ist:

1. Klimaschutz und Energiewende
2. Nachhaltige Ressourcennutzung
3. Verkehrswende und nachhaltige Mobilität
4. Umweltgerechtigkeit (Umwelt, Gesundheit und soziale Lage)
5. Bauen und Wohnen
6. Agrar- und Ernährungswende
7. Nachhaltige Entwicklung ländlicher Räume
8. Nachhaltige Stadtentwicklung
9. Nachhaltiger Konsum

Auf diese Handlungsfelder aufbauend umfasst das Analyseraster vier weitere Dimensionen:

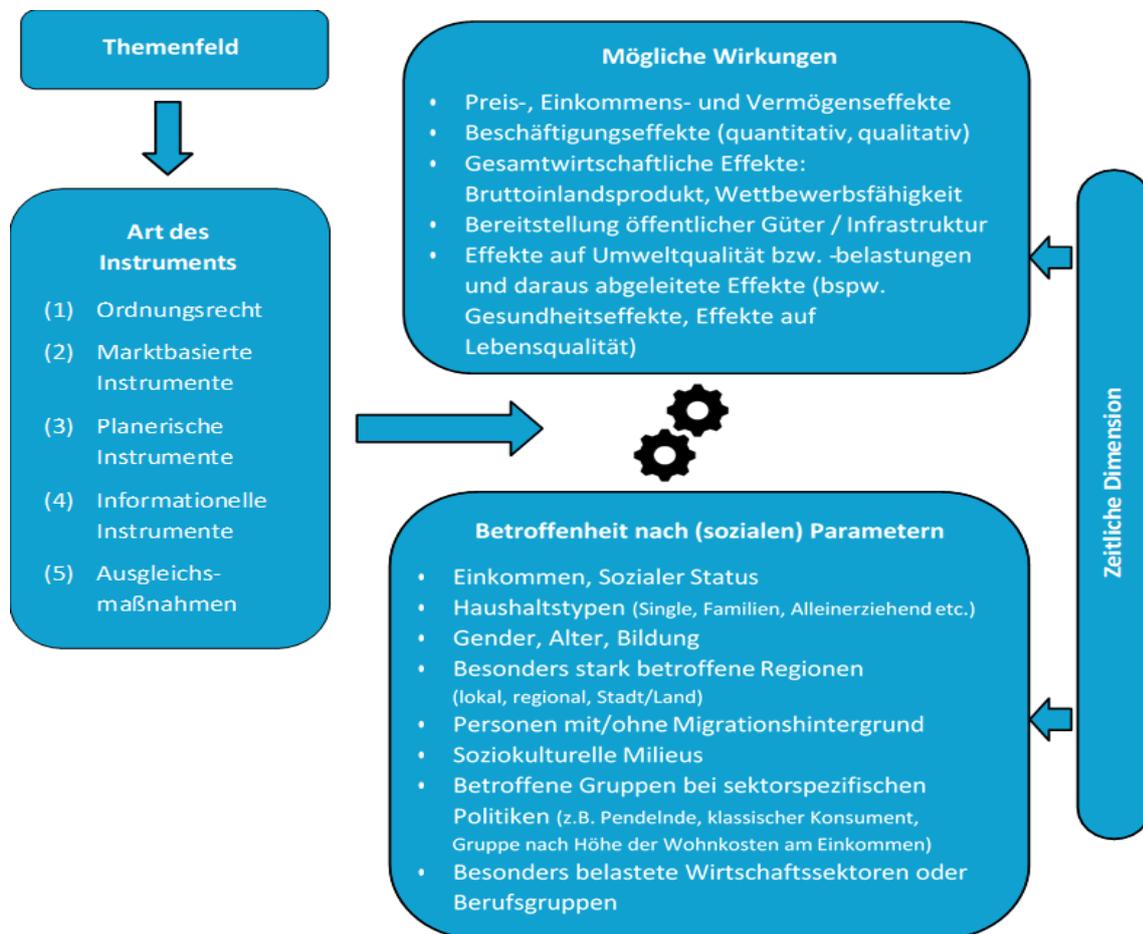
- ▶ Die Art des umweltpolitischen Instruments,
- ▶ Die Kategorisierung möglicher Wirkungen,
- ▶ Die Kategorisierung von Betroffenheit (nach sozialen Parametern),
- ▶ Die zeitliche Dimension.

Abbildung 7 illustriert den möglichen Einsatz des Analyserasters zur Strukturierung innerhalb eines Themenfeldes. Als „Art des umweltpolitischen Instruments“ wird dabei zwischen (1) ordnungsrechtlichen, (2) marktbasieren, (3) planerischen und (4) informationellen

¹⁴ Zur Praxis der umweltpolitischen Kosten-Nutzen-Analyse in Deutschland, vgl. Umweltbundesamt (2012).

Instrumenten sowie (5) Ausgleichsmaßnahmen differenziert, wobei letztere wiederum Härtefallregelungen, Transferzahlungen und Progressionen umfassen (vgl. Jacob et al., 2016).¹⁵

Abbildung 7: Analyseraster zur Kategorisierung von sozialen Aspekten der Umweltpolitik



Quelle: Eigene Darstellung, RWI.

Der konzeptionelle Anspruch bei der Erfassung von sozialen Aspekten des Umweltschutzes mithilfe des Analyserasters besteht in einer integrativen Sicht. Als „mögliche Wirkungen“ sollen dabei sozial und ökonomisch relevante Folgen der Umweltpolitik, Effekte auf die Bereitstellung öffentlicher Güter/Infrastruktur und Auswirkungen auf die Umweltqualität sowie daraus abgeleitete Effekte etwa auf Gesundheit und Lebensqualität in den Blick genommen werden. Diese Wirkungen sind einerseits umfassend zu betrachten, um Zielkonflikte und Synergien identifizieren zu können. Andererseits soll die Betroffenheit durch diese Wirkungskategorien entlang sozialer Parameter differenziert werden.¹⁶ Das Ausloten von Möglichkeiten zur Verzahnung der Dimensionen Wirkung und Betroffenheit stellt eine zentrale Herausforderung des Vorhabens dar: Während Umwelteinflüsse meist eher räumlich differenziert werden

¹⁵ Diese Differenzierung steht nicht im Widerspruch zur breiteren Perspektive der „Drei Domänen“ von Grubb et al. (siehe Teilkapitel 1.2.1), fokussiert aber stärker auf die „Art des Instruments“ in einem engen verstandenen Sinne (ohne explizite Einbeziehung der jeweiligen theoretischen Hintergrundperspektive, Verhaltensannahmen etc.).

¹⁶ Die Kategorie „Mögliche Wirkungen“ in Abbildung 7 fasst einerseits eine Reihe von theoretisch separierbaren Effekten zusammen (siehe Teilkapitel 1.2.3), fügt andererseits mit der Bereitstellung von öffentlichen Gütern bzw. Infrastruktur aber Elemente hinzu, die in der umweltökonomischen Perspektive normalerweise nicht als Wirkungen aufgefasst werden. Dies kann mit Rückgriff auf das Konzept der generischen Wirkungskette (siehe Teilkapitel 1.2.2) durchaus plausibilisiert werden: Versteht man etwa „Förderung des öffentlichen Nahverkehrs“ als „Politik“, so könnte man den Ausbau einer Straßenbahnstrecke als „Prozess“ interpretieren und der damit geschaffene Zugang zum öffentlichen Nahverkehr wäre für die Anwohner dann eine „Wirkung“.

können, sind soziale Wirkungen häufig nach Merkmalen wie Einkommensgruppe oder Wirtschaftssektor gegliedert.

Grundsätzlich kommt noch eine weitere Komplexitätsebene durch die Berücksichtigung der zeitlichen Dimension hinzu: Die Wirkungen einer umweltpolitischen Maßnahme können sich je nach Frist der Betrachtung substantiell unterscheiden. Dies ist augenfällig bei größeren Infrastruktur-Vorhaben wie etwa der Errichtung neuer Trassen zur Ausweitung des öffentlichen Schienen-Nahverkehrs in Stadtrand- oder ländlich geprägten Regionen mit zunächst einem gegebenenfalls erheblichen Flächenverbrauch und damit einhergehenden Umweltbelastungen. In mittlerer und langer Frist dürften die ökologischen Netto-Effekte jedoch positiv sein, sofern die erhofften Einspar-Effekte des Pkw-Individualverkehrs tatsächlich realisiert werden.

Zudem ist eine zeitliche Belastungsveränderung ein grundlegendes Phänomen in der ökonomischen und sozialen Wirkungsdimension. Während politische Eingriffe Haushalte und Unternehmen im ersten Wirkungsschritt in ihrem vollen Umfang treffen, reagieren Individuen im weiteren zeitlichen Verlauf auf die Politik und passen ihr Verhalten an – es entstehen neue Gleichgewichte. Veranschaulicht werden kann dieser Prozess anhand der höheren Bepreisung von Kraftstoffen. Haushalte werden zunächst die höheren Kosten (bei gleichem Konsum) tragen müssen, langfristig werden sie ihr Verhalten anpassen (z.B. durch kürzere Fahrtwege, sparsamere Fahrzeuge, Wechsel des Verkehrsmittels) und ihre Kosten dadurch senken. Diese Art der Verhaltensanpassung ist für bestimmte Gruppen einfacher oder günstiger als für andere (z.B., aufgrund von unterschiedlicher Verfügbarkeit öffentlicher Verkehrsmittel zwischen Land und Stadt oder unterschiedlichem Haushaltsbudget zum Anschaffen sparsamerer Fahrzeuge). Hierdurch entstehen wiederum Verteilungswirkungen über die Zeit.

1.4 Expert*innenworkshop

1.4.1 Ziele und Methode

Der Workshop am 08. Juni 2020 sollte das aus der praktischen Arbeit zu sozialen Aspekten der Umweltpolitik gesammelte Wissen und die Erfahrungen der Expert*innen des UBA und des BMUV in die Bearbeitung des Vorhabens einfließen lassen.¹⁷ Aufgrund der coronabedingten Einschränkungen wurde der Workshop dezentral und virtuell in zwei aufeinander aufbauenden Strängen (einer Befragung im Vorfeld und einer Videokonferenz) abgehalten. Den Teilnehmenden wurde zunächst ein Hintergrundpapier zum Arbeitspaket 1 zur Verfügung gestellt. Dieses Hintergrundpapier erörterte die Motivation sowie Zielsetzung des Workshops, stellte den Analyserahmen vor und begründete die Notwendigkeit der Priorisierung von Themenfeldern und Fragestellungen.

Das zentrale Ziel des Workshops war der Austausch zu prioritären Themen, Fragestellungen und Datenbedarfen. Der Workshop sollte damit eine wichtige Grundlage bilden, um die drei übergreifenden Ziele des Projektes hinsichtlich der Datengewinnung im weiteren Projektverlauf verfolgen zu können: Datensätze sondieren, Datenlücken identifizieren und Möglichkeiten zum Schließen dieser Lücken ausarbeiten.

Um die Expertise der Teilnehmenden des Workshops zum einen und eines erweiterten Personenkreises aus UBA und BMUV zum anderen schon bei der Vorbereitung des Workshops einbeziehen zu können, wurden in der Befragung (Fragebogen: siehe Anhang A) Präferenzen

¹⁷ Eine Zusammenstellung der UBA-Arbeiten aus dem AK Soziales wurden dem AN zur Verfügung gestellt.

und Einschätzungen zu relevanten Fragestellungen sowie Einschätzungen bezüglich themenrelevanter Datenpotenziale und -defizite erfasst und durch das Projektteam aufbereitet. Der Fragebogen richtete sich am Analyseraster aus und fragte inhaltlich zunächst ab, bei welchen Themen den sozialen Wirkungen aus Sicht der Expert*innen eine besonders hohe Bedeutung zukommt und welche Datenbedarfe nach ihrer Einschätzung hieraus resultieren. Anschließend wurden Fragen zu den Dimensionen Wirkung und Betroffenheit gestellt.¹⁸

Im Detail war die Befragung in drei Blöcke untergliedert. Im Block A wurden Hintergrundinformationen der Teilnehmenden erhoben. Im Block B wurde die Priorisierung von Themen und Fragestellungen ermittelt, untergliedert nach Handlungsfeldern, Wirkungsmechanismen und sozialen Parametern. Über die vorgegebenen Antwortmöglichkeiten hinaus konnten die Teilnehmenden auch jeweils in freien Textfeldern das Themenspektrum erweitern. Im dritten Block C wurde die Einschätzung zum Stand der Datenverfügbarkeit abgefragt. Diese Abfrage ist zum einen für die Frage der empirischen Umsetzbarkeit von definierten Themenfeldern relevant und dient zudem als weitere Grundlage für die in Arbeitspaket 2 entwickelte Wissensplattform. Der seinerzeit aktuelle Stand der Wissensplattform wurde im Workshop knapp präsentiert.

1.4.2 Ergebnisse

Ausgangspunkt des Workshops war eine Präsentation der durch die Vorab-Befragung von UBA Mitarbeitenden verschiedener Fachreferate gewonnenen Erkenntnisse. Aus den Antworten zu den relevanten Handlungsfeldern wurden die folgenden vier Themenkomplexe als besonders wichtig identifiziert:

1. Nachhaltiger Konsum und Lebenszyklus
2. Klimaschutz und Energiewende
3. Umweltgerechtigkeit, -qualität, Emissionen und Gesundheit
4. Mobilität und Verkehr

Auf dieser Basis wurden mögliche Fragestellungen innerhalb der Themenkomplexe diskutiert, die einerseits interessante wissenschaftliche Analysen ermöglichen und andererseits in bisherigen Studien noch nicht ausreichend berücksichtigt wurden. Zudem wurden bestehende Datensätze, die für die Themenkomplexe interessant sein können, sowie aktuell bestehende Datenlücken erörtert. Die Beiträge der intensiven Diskussion dienen dem Projektteam als Impulse für mögliche Vertiefungsthemen in den anderen Arbeitspaketen (insbesondere AP 2, AP 3 und AP 4).

Zudem wurden entlang des Analyserasters die zentralen Parameter der Betroffenheit und der möglichen Wirkungen diskutiert. Hinsichtlich ihrer Wirkungen wurden insbesondere Unterschiede in der Umweltqualität und Preise (Preise, Einkommen, Vermögen) als relevante Wirkungsmechanismen identifiziert (siehe Anhang A). Als weniger relevant wurden hingegen die Wirkungsmechanismen der Beschäftigung sowie der gesamtgesellschaftlichen Entwicklung bewertet. In Bezug auf die sozioökonomischen Parameter von hoher Relevanz wurden die ökonomischen Parameter Einkommen/Sozialer Status, die sozialen Parameter Geschlecht/Alter/Bildung und Haushaltstypen (Single, Familien, Alleinerziehende, etc.) sowie die regionale Betroffenheit (lokal, regional, urban, ländlich) identifiziert. Ebenfalls als relevant angesehen wurde die Betroffenheit bestimmter Personengruppen (z.B. Pendler*in) bei

¹⁸Die konkrete Art des Instrumentes sowie die zeitliche Dimension wurden nach Rücksprache mit dem Auftraggeber im Fragebogen nicht explizit berücksichtigt, da sie nicht im Fokus des Vorhabens stehen.

sektorspezifischen Politikmaßnahmen. Niedrige Priorität wurden den Parameter des Migrationshintergrunds oder belasteter Wirtschaftssektoren und Berufsgruppen zugeordnet.

Die Diskussionen zu den vier als besonders relevant identifizierten Themenkomplexen werden in der Folge systematisch dokumentiert.

Themenkomplex 1: Nachhaltiger Konsum und Lebenszyklus

Im Themenkomplex 1 wurden insbesondere Fragestellungen zur Umweltbelastung durch den individuell zurechenbaren Konsum diskutiert. Hierbei können sowohl Fragestellungen zu Konsummustern (komplementäre oder substituierte CO₂-Belastung des Konsums), zu sozio-ökonomischen Zuordnungen oder zu regionalisierten Zuordnungen (insbesondere in Verbindung mit dem vom UBA betriebenen CO₂-Rechner) im Fokus stehen. Darüber hinaus sind Analysen zur Korrelation zwischen den persönlichen Einstellungen zu Klima- und Umweltschutz und dem persönlichen Konsumverhalten von hohem Interesse. Hierbei sollte erwähnt werden, dass der Themenkomplex „Nachhaltiger Konsum und Lebenszyklus“ im parallellaufenden Projekt „Soziale Aspekte von Umweltpolitik. Teilvorhaben 1: Analyse und umweltpolitische Implikationen“ bearbeitet wird.

Nach erster Erkenntnis liegen hierzu allerdings aktuell keine Daten in Bezug auf den allgemeinen Konsum vor.¹⁹ Eine genaue Untersuchung der Datenlage ist Bestandteil von AP 3. Verfügbare Datensätze, die sozio-ökonomische Hintergründe der befragten Haushalte gut abbilden können, leiden an einer mitunter unzureichenden Information zum Konsumverhalten, insbesondere weil diese Datensätze (z.B. die Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (EVS)) nach Warengruppen, nicht aber nach der Herkunft (oder der Anbauart) von Lebensmitteln unterscheiden.

Auf der anderen Seite können spezifische Daten zum Konsumverhalten (beispielsweise GfK- oder Payback-Daten) zwar produktgenaue Strukturen abbilden, sie lassen jedoch allenfalls abgeleitete Rückschlüsse auf den sozio-ökonomischen Hintergrund zu. Zudem werden die Daten privatwirtschaftlich erhoben und sind für die Forschung somit deutlich teurer als die amtlich erhobenen Daten der Statistischen Ämter. Um diese Datenlücke zu schließen, wäre eine gesonderte Haushalts- oder Individualbefragung zu umweltpolitischen Einstellungen, detaillierten Konsumstrukturen und sozio-ökonomischen Daten erforderlich.

Themenkomplex 2: Klimaschutz und Energiewende

Themenkomplex 2 wurde in zwei Strängen diskutiert. Der erste Strang umfasste Fragestellungen im Bereich der energieeffizienten Stadt- und Wohnraumentwicklung mit Bezug auf sozio-ökonomische Charakteristika. Hierunter fallen private Investitionsentscheidungen hinsichtlich energieeffizienter Ausstattungen, wie z.B. energetische Sanierungen oder klimaneutrale Stromerzeugung (Photovoltaik). Für empirische Analysen können hier bestehende und kontinuierlich erweiterte Befragungsdaten des RWI genutzt werden. Diese sind das RWI-GRECS (German Residential Energy Consumption Survey) sowie das Green-SÖP (Sozial-ökologisches Panel). Beide Datensätze erlauben eine Auswertung nach regionalisierten und sozio-ökonomischen Merkmalen.

Der zweite Strang der Diskussion bezog sich größtenteils auf soziale Aspekte des Klimawandels. Hier wurde insbesondere die unterschiedliche regionale Betroffenheit durch Extremwetterereignisse diskutiert. Bisherige Analysen beziehen sich oft auf Bundesstaaten und

¹⁹ Möglich wäre die Betrachtung von partiellen Konsumstrukturen. Hier wären Analysen des Green-SÖP zu Einstellungen wie Klima- und Umweltschutz sowie zum individuellen Stromverbrauch möglich.

Regionen in den USA. Für Deutschland erscheint es jedoch fraglich, ob die regionalen Unterschiede in der Betroffenheit (etwa auf Kreisebene) ausreichend groß sind. Für empirische Analysen sind hier insbesondere historische und regionalisierte Wetterinformationen erforderlich. Diese liegen vom Deutschen Wetterdienst (DWD) und anderen Anbietern von Wetterinformationen vor. Zudem können (meteorologische) Fernerkundungsdaten genutzt werden.

Themenkomplex 3: Umweltgerechtigkeit, Umweltqualität, Emissionen und Gesundheit

Der Themenkomplex 3 ist sehr breit gefasst. In der Diskussion haben sich die sozialen Aspekte von Umweltbelastungen und ihre Auswirkungen als verbindender Faktor herausgestellt. Unter dem Aspekt der Umweltgerechtigkeit wurden verschiedene Fragestellungen diskutiert, etwa hinsichtlich der kleinräumigen Intensität von Luftverschmutzung, Lärm- oder Temperaturbelastung und der gegebenenfalls unterschiedlichen Betroffenheit sozialer Gruppen. Zudem wurde die Frage aufgeworfen, wie Effekte von Umweltqualität auf die Gesundheit wirken. Studien, die sehr genaue Gesundheitsinformationen umfassen, enthalten jedoch keine Auskunft über die lokalen Umwelteinflüsse. Hier besteht aktuell noch eine Daten- und Forschungslücke in Deutschland.

Die Datenlage zur allgemeinen Umweltgerechtigkeit ist hingegen gut. Hier können die RWI-GEO-GRID-Daten mit ihren umfangreichen Informationen hinsichtlich Einkommenssituation, Alter, Arbeitslosigkeit oder auch Migrationshintergrund genutzt und beispielsweise mit Fernerkundungsdaten zur atmosphärischen Umweltbelastung kombiniert werden.

Im Gegensatz dazu ist die Ausgangssituation hinsichtlich der Gesundheitsdaten deutlich schlechter. So wurde die Nutzungsmöglichkeit von Daten der Krankenkassen diskutiert. Die Möglichkeiten der Datennutzung müssen im weiteren Projektverlauf eruiert werden, sobald die spezifische Fragestellung in den Blick genommen wird. Kombinationsmöglichkeiten von Daten aus der Deutschen Umweltstudie zur Gesundheit (GerES) sowie ähnlichen Befragungsdaten mit Messdaten zur individuellen gesundheitlichen Situation werden im Projekt geprüft.

Themenkomplex 4: Mobilität und Verkehr

In Themenkomplex 4 stand das Nutzungsverhalten von neuen Mobilitätsformen im Fokus der Diskussion. Hier wurden die Fragen erörtert, welche Bevölkerungsgruppen neue, umweltschonende Mobilitätsformen annehmen und von welchen individuellen und regionalen Faktoren diese Nutzung abhängt. Daran schloss sich ein Austausch über die Einflüsse der Digitalisierung auf die Nutzung dieser Mobilitätsformen an.

In diesem Kontext wurde auch auf die Bedeutung der Darstellung von tatsächlichen Kosten der Pkw-Nutzung hingewiesen. Bestehende Auswertungen zeigen, dass diese Kosten von Pkw-Nutzenden systematisch unterschätzt werden (vgl. Andor et al., 2020). Hierzu liegt bereits ein Kostenrechner des RWI vor, der in einem anderen Projekt erstellt wurde.²⁰

Dieser Themenkomplex wurde von den Teilnehmenden weniger hoch priorisiert. Daten zur Mobilität und sozialen Merkmalen liegen in den vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) erhobenen Datensatz „Mobilität in Deutschland“ (MID) und dem vom Karlsruher Institut für Technologie erhobenen „Mobilitätspanel Deutschland (MOP) vor. Diese Daten basieren jedoch entweder auf einer relativ kleinen Stichprobe (MOP) oder bestehen aus Querschnitterhebungen (MID), auf deren Basis keine individuellen Anpassungen des Mobilitätsverhaltens aufgezeigt werden können. Sollte das Projekt in Richtung Digitalisierung vertieft werden, könnten insbesondere Daten aus Apps zur Nutzung von neuen

²⁰ Siehe: <https://www.stiftung-mercator.de/de/presse/nachricht/autobesitzer-unterschaetzen-gesamtkosten-des-eigenen-autos-massiv/>

Mobilitätsformen oder aus der Verwendung von Apps zur Nutzung von Ticketbuchungen bezogen werden. Gleichmaßen müssten für die Erfassung des empirischen Kontextes auch Auswertungen zur Vorortmobilität gesammelt werden, da Daten aus den App-Nutzungen naturgemäß nur Informationen zu den jeweiligen Nutzenden geben können.

Bearbeitung der Themenkomplexe im Projekt

Im weiteren Verlauf des Projekts wurden die verschiedenen diskutierten Themenkomplexe und Ansätze hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit geprüft. In Abstimmung mit dem Projektteam des UBA wurden dann Umsetzungspläne zur Berücksichtigung der breit gestreuten Themenkomplexe in die Schwerpunkte der einzelnen Arbeitspakete integriert. Die Themenkomplexe wurden wie folgt in die Arbeitspakete integriert.

1. Nachhaltiger Konsum und Lebenszyklus

- ▶ Dieser Komplex steht im Fokus der Verursacherperspektive in AP 3b. Hier werden die Konsummuster hinsichtlich ihrer Emissionsintensität bewertet und nach unterschiedlichen sozialen Gruppen ausgewertet.

2. Klimaschutz und Energiewende

- ▶ Politische Maßnahmen zum Klimaschutz und zur Energiewende stehen im Fokus der in AP 5 durchgeführten Synopse.

3. Umweltgerechtigkeit, -qualität, Emissionen und Gesundheit

- ▶ Die regionale Bewertung der Umweltqualität bzw. der Umweltbelastung und deren Verbindung mit sozialen Strukturen hinsichtlich der Umweltgerechtigkeit stehen im Fokus des AP 3a zur Betroffenheitsanalyse.
- ▶ Zudem umfassen drei der vier durchgeführten Studien in AP 4 Fragestellungen zu Auswirkungen von Emissionen (insbesondere Feinstaub, Stickoxide bzw. Lärm). Im Verlauf des Projekts wurde in diesem Analysekonzept des AP 4 das Themenaspekt „Gesundheit“ durch das Feld „Lebensqualität“ ersetzt.

4. Mobilität und Verkehr

- ▶ Der Themenkomplex Mobilität und Verkehr findet in zweifacher Weise Einzug in die Analysen. Zum einen haben drei der vier durchgeführten Studien in AP 4 einen Fokus auf Verkehr und Mobilität, wobei in zwei Studien die Auswirkungen von Umweltzonen analysiert werden, in einem weiteren die Effekte von Verkehrslärm (Schienenlärm). Zum anderen liegt ein Fokus der in AP 5 durchgeführten Synopse auf umweltpolitischen Maßnahmen im Bereich Verkehr.

Arbeitspaket 2: Bestandsaufnahme zur Datenverfügbarkeit (und Defizitanalyse)

2.1 Hintergrund

Kapitel 2.1 präsentiert die im Rahmen des Arbeitspakets (AP) 1 geschärften Grundlagen der thematischen Zielsetzungen, Fragestellungen und Analysedimensionen. Der Fokus von AP 2: „Bestandsaufnahme zur Datenverfügbarkeit (und Defizitanalyse)“ liegt auf der für das Projekt bereitstehenden Datenbasis. Die Erfassung und kategorisierte Darstellung von Datensätzen für weitere empirische Forschung zu bestehenden Umweltbelastungen, umweltpolitischen Maßnahmen aber auch von unterlassenen Umweltschutz ist Ziel des AP 2. Zentrale Voraussetzung der empirischen Forschung sind dabei (Forschungs-)Daten.

Forschungsdaten sind in der alltäglichen Anwendung für Forschende häufig nur mit hohen Suchkosten auffindbar, da Datenbestände in verschiedenen Datenrepositorien, Forschungsdatenzentren oder Datenarchiven gesammelt und veröffentlicht werden. Innerhalb dieser Einrichtungen werden die Daten unterschiedlich gut dokumentiert und mit zusätzlichen Informationen, beispielsweise zur Erhebungsmethodik versehen. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) veröffentlicht hierzu Leitlinien zum Umgang mit Forschungsdaten, die auch auf die Bereitstellung und langfristige Sicherung der Daten eingehen.²¹ Die Sicherung der Daten bringt den Vorteil, dass diese langfristig verfügbar sind, jedoch auch die Schwierigkeit, dass für unterschiedliche Daten unterschiedliche Metadaten hinterlegt werden, sodass für Datennutzende nicht einheitlich ersichtlich wird, welche Vor- und Nachteile der jeweilige Datensatz für die Forschungsfrage hat. Dies wird umso deutlicher, wenn Datensätze aus verschiedenen und für die jeweilig Forschenden gegebenenfalls fachfremden Forschungsdisziplinen stammen. Die Wichtigkeit der guten Auffindbarkeit von Forschungsdaten zeigt sich auch in einer gemeinschaftlichen Publikation des ZBW, der GESIS und des Rates für Sozial- und Wirtschaftsdaten (RatSWD) (2015)²², welche Datennutzenden Hilfestellungen bei der Suche von Daten gibt.

Zudem steht die Frage der Verknüpfbarkeit von verschiedenen Datensätzen bisher selten im Fokus von bestehenden Datenübersichten. Die Verknüpfbarkeit beschreibt die Möglichkeit, unterschiedliche Datensätze anhand geeigneter Methoden zusammenzuführen und somit einen Informationsgewinn gegenüber der separaten Nutzung der jeweiligen Datensätzen zu haben. Denkbar sind Verknüpfungen auf Individualebene über statistische Methoden oder über die räumliche Dimension der Datensätze. Innerhalb dieses Projektes sollen jedoch ausschließlich die letzteren betrachtet werden. Die räumliche Verknüpfung bezieht sich dabei auf die im Datensatz vorhandenen Regionalkennziffern, wie beispielsweise Geokoordinaten, Raster-IDs, Postleitzahlen oder Gemeinde- und Kreiskennziffern. Diese Kennziffern können dann genutzt werden, um Daten der gleichen räumlichen Dimension miteinander zu verknüpfen oder aber Daten unterschiedlicher räumlicher Dimensionen zu verknüpfen, indem kleinere Dimensionen auf größere Dimensionen hochaggregiert werden. Diese Verknüpfbarkeiten unterschiedlicher Datensätze (aus verschiedenen Disziplinen) können deutliche Mehrwerte gegenüber der Nutzung einzelner Datensätze schaffen, insbesondere in interdisziplinären Projekten. Eine

²¹ Deutsche Forschungsgemeinschaft: Leitlinien zum Umgang mit Forschungsdaten. http://www.dfg.de/download/pdf/foerderung/antragstellung/forschungsdaten/richtlinien_forschungsdaten.pdf (abgerufen am 22.10.2020).

²² ZBW, GESIS, RatSWD (Eds.) (2015). Auffinden-Zitieren-Dokumentieren: Forschungsdaten in den Sozial- und Wirtschaftswissenschaften.

interaktive Datenbank über vorhandene Datensätze sowie die Darstellung von möglichen Verknüpfungen zwischen verschiedenen Datensätzen stehen im Fokus des AP 2.

Erhobene Forschungsdaten, insbesondere aus Befragungen, sind zumeist auf bestimmte Themenfelder spezialisiert, sodass andere Themen aufgrund fehlender spezifischer Informationen mit derartigen Datensätzen oft nicht untersucht werden können. Parallel dazu existieren in anderen Bereichen mitunter Datenbestände, die eben diese fehlenden Informationen beinhalten, jedoch im Ursprungsbereich in der Regel nicht bekannt sind und somit bei der Beantwortung neuer Forschungsfragen bisher kaum berücksichtigt werden. Ferner stehen immer neue Wege der Datenproduktion zur Verfügung, beispielsweise durch das automatisierte Herauslesen großer Datenbestände aus dem Internet („Web-Scraping“). Diese Datensätze erlauben einerseits neue Dimensionen der Datenverfügbarkeit, beispielhaft seien tagesaktuelle und tankstellenspezifische Kraftstoffpreise²³ genannt, die aufgrund dieser Methodik in einem Datensatz gesammelt dargestellt werden können. Sie beinhalten neben den Preisen für Benzin und Diesel auch die genaue Lage der Tankstelle. Ein Datensatz zu diesen Informationen wäre ohne die Methodik des „Scrapens“ nicht vorhanden. Andererseits birgt die Generierung internetbasierter Daten jedoch potenzielle Datenschutzprobleme (rechtliche Grauzonen des „Scrapens“²⁴) und erreichen hinsichtlich der Qualität und Repräsentativität²⁵ für die Grundgesamtheit zumeist nicht das Niveau von (strukturierten) Befragungen.

Innerhalb des AP 2 soll eine Bestandsaufnahme zur Datenverfügbarkeit innerhalb des Themengebietes „Soziale Wirkungen der Umweltpolitik“ erstellt werden. Basierend auf der aktuellen Literatur und verschiedenen Datenrepositorien wurde ein umfassender Überblick über den Bestand an relevanten Datensätzen aus Umwelt-, Sozial-, Wirtschafts- und Gesundheitsforschung erstellt, der im Verlauf des Projekts entsprechend der fokussierten Fragestellungen weiter ergänzt wird. Die Schwerpunkte der gesammelten Datensätze ergeben sich aus den Ergebnissen des durchgeführten Workshops im Rahmen des ersten Arbeitspakets (siehe Kapitel 1.4) sowie aus den im weiteren Projektverlauf zu bearbeitenden Fragestellungen, die teilweise noch näher zu definieren sind. Die Vorgehensweise der Bestandsaufnahme wird in Kapitel 2.2 näher erläutert.

Die erhobenen Datensätze werden dann in einer Wissensplattform kategorisiert dargestellt. Die Wissensplattform verfolgt das Ziel, einen Überblick über den Bestand als auch Informationen zur Nutzbarkeit der einzelnen Datensätze bereitzustellen. Anhand des vorhandenen Datenbestandes kann dann, insbesondere im Hinblick auf die in den weiteren APs zu bearbeitenden Themen, die Defizitanalyse durchgeführt werden. Das Informationssystem soll innerhalb des Umweltbundesamtes (UBA) als auch innerhalb des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) weiter genutzt und ausgebaut werden. Der Aufbau und die Funktionen sowie die Weiternutzbarkeit der Wissensplattform werden in Kapitel 2.3 näher erläutert.

²³ Dieser Datensatz liegt dem FDZ Ruhr als RWI-GEO-GAS vor.

²⁴ Beim „Scrapen“ werden Inhalte automatisiert von Internetseiten ausgelesen, um Daten zu sammeln. Beim „Scrapen“ von Daten sind jeweils die Urheberrechte und die Nutzungsbedingungen der Internetseiten zu beachten. Wird beim „Scrapen“ gegen Urheber- oder Nutzungsrechte (Nutzungsbedingungen) verstoßen, so ist dieses strafbar. Vergleiche hierzu auch das Kapitel „Ableitungen von Kriterien des Web Scraping für die Forschung“ der Publikation „Big Data in den Sozial-, Verhaltens- und Wirtschaftswissenschaften: Datenzugang und Forschungsdatenmanagement; Web Scraping in der unabhängigen wissenschaftlichen Forschung“ (2019): 52 des RatSWD.

²⁵ Das „Scrapen“ einer Internetseite wie Twitter ist beispielsweise nicht repräsentativ für die Gesamtbevölkerung, da ausschließlich Daten von Twitter-Nutzenden erhoben werden. Dabei kann davon ausgegangen werden, dass Twitter-Nutzende eine selektive Gruppe sind.

2.2 Bestandsaufnahme/Datenrecherche

Um einen möglichst umfassenden Datenbestand in der Wissensplattform zu themenrelevanten sozial- und umweltpolitischen Datensätzen abzubilden, wurden Datensätze anhand von Schlagwörtern gesucht, kategorisiert und in die Wissensplattform aufgenommen. In der Suche wurden verschiedene Forschungsbereiche berücksichtigt. Dazu gehören neben der Umweltforschung vor allem die Sozial-, Gesundheits- und Wirtschaftsforschung. Dabei berücksichtigt die Wissensplattform insbesondere regelmäßig verfügbare und wiederholt erhobene Datenbestände (Längsschnittdaten). Die Wissensplattform soll bis zum Projektende stetig ergänzt und gegebenenfalls aktualisiert werden.

Die Bestandsaufnahme der Datenbestände orientiert sich dabei an drei Grundpfeilern:

1. Daten aus Forschungsdatenzentren und wissenschaftlichen Repositorien
 Forschungsdatenzentren (FDZ) haben die Aufgabe, Datensätze aufzubereiten, zu dokumentieren und der wissenschaftlichen Forschung zur Verfügung zu stellen. Die Grundlage der Bestandsaufnahme bilden hier Datensätze der FDZ, die vom RatSWD²⁶ akkreditiert wurden. Die Datenbestände dieser FDZ sind auf Sozial- und Wirtschaftswissenschaften spezialisiert und unterliegen den Qualitätsstandards des RatSWD (vgl. RatSWD, 2017). Zu den Datensätzen, die von akkreditierten FDZ angeboten werden, zählen beispielsweise alle Datensätze des Statistischen Bundesamtes und der Statistischen Landesämter. Darüber hinaus finden sich hierunter auch das SOEP, die deutsche Rentenversicherung, SHARE, das Deutsche Zentrum für Altersfragen, das FDZ des Robert Koch-Instituts sowie das FDZ des Bundesamtes für gesundheitliche Aufklärung. Somit können bereits viele gesundheits- und sozialwissenschaftliche Datensätze aufgenommen werden.²⁷ Die Bestandsaufnahme wurde durch Datensätze der (internationalen) Repositorien PANGAEA, re3data und GOVdata ergänzt. Aufgrund des Umfangs dieser Repositorien können sie nicht umfassend durchsucht, sondern müssen mit gezielten Stichwortsuchen genutzt werden. Im Repository PANGAEA sind insbesondere umwelt- und naturwissenschaftliche Datensätze hinterlegt, die wenig Aufschluss über soziale Parameter liefern, jedoch aufgrund der thematischen Übereinstimmung hinsichtlich Klima- und Umweltthemen in die Plattform aufgenommen wurden. Die Suche innerhalb des Repositoriums basiert dabei insbesondere auf den Kategorien „Atmosphäre“, „Ecology“, und „Human Dimensions“. Diese wurden anhand der Stichworte „Air“, „Air Temperature“, „Traffic, Water Temperature“, „Carbon“, „Black Carbon“, „Meteorological“, „Climate, Groundwater“ sowie „Energy, Mobility“ durchsucht und jeweils jährlich durchgearbeitet. Die Recherche innerhalb des Repositoriums GOVdata orientierte sich zunächst an den dort vorgegebenen Kategorien Verkehr, Umwelt, Energie, Gesundheit, Landwirtschaft, Fischerei, Forstwirtschaft und Nahrungsmittel. Die nach dieser Filterung gelisteten Datensätze werden anhand ihrer Titel und gegebenenfalls Schlagwörtern gescannt und in die Datenbank aufgenommen, sofern der Datensatz den in der Leistungsbeschreibung genannten Kategorien (Gesundheitsbelastungen, Mobilität, Konsumverhalten, Umweltbelastungen,

²⁶ Der RatSWD ist ein unabhängiger Beirat der Bundesregierung zu dessen Aufgaben die Strategische Weiterentwicklung der Forschungsdateninfrastruktur, die Interessenvertretung von Datenproduzierenden und -nutzenden, die Beratungsfunktion für Politik und Wissenschaftsinstitutionen, die Akkreditierung und Evaluation der Arbeit von Forschungsdatenzentren, die europäische und internationale Vernetzung von Forschungsdateninfrastrukturen und der wissenschaftliche und forschungsstrategische Austausch durch Dialogveranstaltungen, Fachtagungen und die im Dreijahresturnus stattfindende Konferenz für Sozial- und Wirtschaftsdaten (KSWD) zählen.

²⁷ Eine stetig aktualisierte Liste der akkreditierten Forschungsdatenzentren des RatSWD kann unter <https://www.ratswd.de/forschungsdaten/fdz> eingesehen werden. Darüber hinaus veröffentlicht der RatSWD jährlich das Berichtswesen der Forschungsdatenzentren im Tätigkeitsbericht. Dieser gibt auch Aufschluss über die neu akkreditierten FDZ, wenn der Stand 2019 nachverfolgt werden soll. Diese können unter <https://www.ratswd.de/publikationen/taetigkeitsberichte> eingesehen werden.

Vermögensverteilung, Klimaschutz & Energiewende, Nachhaltige Ressourcennutzung, Verkehrswende & nachhaltige Mobilität, Umweltgerechtigkeit, Gesundheit und soziale Lage, Bauen und Wohnen, Agrar- und Ernährungswende, Nachhaltige Entwicklung ländlicher Räume, Nachhaltige Stadtentwicklung, Nachhaltiger Konsum) zugeordnet werden konnte. Anschließend wurden die Beobachtungseinheiten geprüft, wobei Datensätze, die nur einzelne Messtationen dokumentieren, nicht in die Wissensplattform übertragen wurden. Ein weiteres Kriterium für die Aufnahme in die Wissensplattform war die wiederholte Erhebung der Daten.

Das Vorgehen der Datenrecherche im Repositorium re3data basiert zunächst auf der Auswahl des Landes Deutschland, da in der Wissensplattform nur Datensätze für Deutschland erfasst werden sollen. Im Anschluss wurden wie bei GOVdata die Titel durchsucht. Sofern ein "loser" Zusammenhang²⁸ mit den im Projekt zu bearbeitenden Fragestellungen sichtbar wurde, wurde die Suche anhand der bereits genannten Schlagwörter präzisiert und bei Übereinstimmung in die Wissensplattform aufgenommen.

2. Daten aus Ämtern, Ministerien sowie abgeschlossener Projektarbeiten
In Zusammenarbeit mit den Auftraggebern wurden weitere Umweltdatensätze in die Wissensplattform aufgenommen. Zu nennen sind hier insbesondere die Umweltstudie zur Gesundheit und die Umweltbewusstseinsstudie. Darüber hinaus wurde dem Projektteam eine Liste thematisch relevanter und vom UBA durchgeführter bzw. geförderter Projekte zur Verfügung gestellt, die auf Datenverfügbarkeit geprüft wurde. Zudem bot der in AP 1 durchgeführte Workshop (siehe Kapitel 1.3) die Gelegenheit zum Austausch über den Datenbestand und ermöglichte entsprechende Ergänzungen der Wissensplattform. Zu nennen sind hier beispielsweise der CO₂-Rechner²⁹, das Payback-Panel³⁰ als auch Daten, die aus App-Nutzungen generiert bzw. gescraped werden können.
3. Datensuche in der Literatur
Die Recherche über die publizierte Literatur erfolgt zweigleisig. Im ersten Strang werden entsprechend der in der Leistungsbeschreibung genannten Kategorien (Gesundheitsbelastungen, Mobilität, Konsumverhalten, Umweltbelastungen, Vermögensverteilung, Klimaschutz & Energiewende, Nachhaltige Ressourcennutzung, Verkehrswende & nachhaltige Mobilität, Umweltgerechtigkeit, Gesundheit und soziale Lage, Bauen und Wohnen, Agrar- und Ernährungswende, Nachhaltige Entwicklung ländlicher Räume, Nachhaltige Stadtentwicklung, Nachhaltiger Konsum) via der Suchmaschine „google.scholar“ auf den Analyseraum Deutschland begrenzte Publikationen gesucht und die genutzten Datensätze recherchiert. Über diese Recherche wurden Datensätze wie Mobilität in Städten oder Mobilität in Deutschland in die Wissensplattform aufgenommen.

Im zweiten Strang erfolgt die Datenrecherche in der Literatur in Zusammenarbeit mit den Arbeitspaketen 3 bis 5, da innerhalb des AP 1 keine prioritären Themen definiert wurden. Dieser Teil der Datenrecherche ist noch nicht abgeschlossen. Die Arbeiten zu den noch zu definierenden Fragestellungen in den Arbeitspaketen 3 bis 5 werden weitere Ergänzungen der Wissensplattform ermöglichen.

²⁸ Beispiel: Wenn es sich z.B. um eine Datenbank von Genomstrukturen gehandelt hat, wurde kein Zusammenhang gesehen und die Daten wurden nicht weiterverfolgt. Wenn jedoch Daten zur Fachrichtung Astrophysik und Astronomie gelistet waren, wurde geprüft, ob diese Daten Messwerte beinhalten, die innerhalb des Forschungsvorhabens interessant sind. War dies der Fall, wurden die Daten in die Wissensplattform aufgenommen.

²⁹ Siehe: https://uba.co2-rechner.de/de_DE/

³⁰ Siehe: <https://www.payback-panel.de/>

2.3 Wissensplattform

2.3.1 Hintergrund

Wie zu Beginn des Kapitels dargestellt verfolgt die Wissensplattform das Ziel, die Inhalte bestehender und regelmäßig verfügbarer Datensätze mit Bezug zu sozio-ökonomischen und umweltrelevanten Themen kategorisiert darzustellen. Der thematische Schwerpunkt der in der Wissensplattform aufgeführten Datensätze orientiert sich insbesondere an den sozialen Parametern und Fragestellungen der Arbeitspakete 4 und 5 sowie der möglichen (regionalen) Verknüpfbarkeit von verschiedenen Datensätzen. Drei primäre Herausforderungen bestimmen den Aufbau und die Nutzbarkeit der Wissensplattform:

1. Der Aufbau eines strukturierten Überblicks vorhandener Datensätze
 - ▶ Die Kategorisierung der Daten erfolgt hauptsächlich anhand ausgewählter Metadaten (näher erläutert in Kapitel 2.3.3), die insbesondere Auskunft über den thematischen Fokus des jeweiligen Datensatzes (über die Schlagwörter und soziale Merkmale), die zeitliche Abdeckung sowie die räumliche Auflösung des Datensatzes geben.
 - ▶ Zudem werden die Datensätze anhand ihrer möglichen Verknüpfbarkeit mit anderen (Umwelt-)Datensätzen strukturiert. Diese Verknüpfung beruht auf Überschneidungen der zeitlichen und räumlichen Dimension. Durch die Erfassung von regionalen Parametern, auch in Individualdatensätzen, gibt die Wissensplattform Aufschluss über die Verschneidungsmöglichkeiten von Individualdaten mit regional erhobenen Daten sowie zur möglichen Verschneidung von Regionaldaten mit anderen Regionaldaten.³¹
2. Die nutzerfreundliche Nachnutzbarkeit innerhalb des UBA und BMUV
 - ▶ Die Nachnutzbarkeit innerhalb der Institutionen soll durch eine aufwandsarme und nutzerfreundliche sowie gleichermaßen intuitive Gestaltung der Wissensplattform forciert werden.
 - ▶ Um eine einfache Nutzbarkeit zu gewährleisten, ist die Wissensplattform Excel-basiert. Diese Software ist den meisten Mitarbeitenden der Institutionen bekannt und eine gesonderte Einführung ist daher nicht nötig. Zudem sind die Dienstrechner der Institutionen mit dieser Software ausgestattet. Weitere Grundlagen für diese Entscheidung ist die einfache Anwendung, der hohe Bekanntheitsgrad, die breite Kompatibilität sowie die hohe Verfügbarkeit des Programms. Die Plattform kann somit von jedem Rechner mit entsprechender Microsoft Office-Software genutzt werden. Aufgrund der technischen Ausgestaltung wird während der Nutzung ein Internetzugang empfohlen, damit bei der Schlagwortsuche auch Synonyme berücksichtigt werden können (siehe Kapitel 2.3.2.2). Offline ist diese Berücksichtigung von Synonymen nicht gegeben.
3. Identifikation von Datendefiziten innerhalb der spezifizierten Themenfelder
 - ▶ Datenlücken können zum einen durch nicht vorliegende Datensätze in einem spezifischen Themenfeld auftreten oder zum anderen durch unzureichende räumliche sowie zeitliche Verknüpfungsmöglichkeiten vorkommen.³²

³¹ Verknüpfungen von Datensätzen auf Individualebene sind potenziell ebenfalls möglich. Sie basieren jedoch auf vergleichsweise komplexen statistischen Methoden, die in der Wissensplattform nicht weiter erfasst werden.

³² Da im Rahmen des Projektverlaufes davon abgesehen wurde in AP 1 prioritäre Themen fix zu definieren, sondern die Themenschwerpunkte aus den AP 3-5 zu gestalten, kann die Defizitanalyse zu diesem Zeitpunkt noch nicht durchgeführt werden und wird an die Bearbeitung der AP 3-5 angeknüpft.

2.3.2 Aufbau der Wissensplattform

Der Aufbau der Wissensplattform untergliedert sich in drei Hauptbestandteile: (1) Startseite, (2) Suchmaske inklusive Ergebnisliste und (3) Ausführliche Metadaten.

Startseite

- ▶ Nach dem Öffnen der Wissensplattform werden die Nutzenden auf der Startseite der Plattform über den Projekthintergrund, die thematische Ausrichtung und die Nutzungsbedingungen der Wissensplattform informiert. Ferner werden in einer Kurzanleitung die wichtigsten Features hinsichtlich der Suchoperatoren der Plattform erläutert. Als ausführliche Anleitung wird auf dieses Kapitel des Endberichtes verwiesen. Zudem werden die Nutzenden in die Möglichkeiten der regionalen Verknüpfbarkeit unterschiedlicher räumlicher Dimensionen anhand einer Grafik eingeführt.
- ▶ Zusätzlich werden die durch die Nutzenden gespeicherten Suchen auf der Startseite aufgelistet. Diese können hier jederzeit eingesehen werden. Eine Erklärung zum Speichern von Suchabfragen findet sich in Kapitel 2.3.2.2.

Suchmaske

Die Suchmaske ist das Kernelement der Plattform. Sie ermöglicht den Nutzenden innerhalb der Plattform nach Schlagwörtern, sozialen Merkmalen und dem Zeitraum, für den die Daten vorliegen sollen, zu suchen. Diese Suchkriterien werden im Folgenden genauer definiert.

- ▶ **Schlagwörter**³³ (Suche nach datensatzbeschreibenden Wörtern): Innerhalb des vorgegebenen Feldes kann nach einem oder mehreren Schlagwörtern gesucht werden. Diese Schlagwörter werden bei vorhandener Internetverbindung (und bei Vorliegen der nötigen Zugriffsrechte von Excel) mithilfe des ZBW-Thesaurus³⁴ um ihre Synonyme ergänzt. So wird beispielsweise aus einer einfachen Suche nach „Auto“ eine mehrteilige Suche nach „Auto, Pkw, Kfz, Individualverkehr, ...“. Diese Ergänzung ist sinnvoll, da kein einheitlicher Wortgebrauch für Begrifflichkeiten (insbesondere zwischen verschiedenen Forschungsrichtungen) vorausgesetzt werden kann. Durch diesen Schritt wird ein Suchergebnis ermöglicht, das unterschiedliche Formen des Sprachgebrauchs berücksichtigt. Dabei muss jedoch bedacht werden, dass mit zunehmender Anzahl von eingegebenen Schlagwörtern der Umfang der Suchabfrage exponentiell ansteigt. Je größer der Umfang einer Suchabfrage ist, desto länger dauert ihre Bearbeitung durch die Wissensplattform. Kann der Thesaurus nicht angesteuert werden, beispielsweise aufgrund von IT-Beschränkungen innerhalb der Institution oder durch eine fehlende Verbindung zum Internet, kann die Synonymabfrage nicht erfolgen. In diesem Fall werden ausschließlich jene Datensätze in der Ergebnisliste aufgeführt, deren Schlagwörter jenen in der Suche entsprechen.
- ▶ **Soziale Merkmale** (Suche nach sozial relevanten Parametern wie Einkommen, Alter, Geschlecht aber auch nach Wirtschaftssektoren oder Regionen): Die Suche nach diesen Merkmalen erfolgt analog zu den Schlagwörtern, jedoch ohne Einbindung eines Thesaurus. Bei den sozialen Merkmalen kann es zu Überschneidungen mit den Schlagwörtern kommen

³³ Wir übernehmen dabei die Schlagwörter, die von den Datensatzproduzenten den Datensätzen zugeordnet wurden. Nur in Einzelfällen werden diese von uns ergänzt. Liegen die Schlagwörter originär auf Englisch vor, werden diese von uns übersetzt, um eine Suche auf Deutsch zu gewährleisten.

³⁴ Dieser Thesaurus findet in der Wissenschaft häufiger Anwendung und wird von der Zentralbibliothek für Wirtschaftswissenschaften betreut und aktualisiert. Zudem werden verschiedene Schnittstellen angeboten, mit deren Hilfe eine Einbindung in die Wissensplattform einfach möglich ist.

(beispielsweise kann „Einkommen“ als Schlagwort und als soziales Merkmal gelistet sein). Dies hat jedoch keine Auswirkungen auf das Suchergebnis. Im Gegensatz zu den Schlagwörtern, die von den Datensatzbeschreibungen der Datensatzanbietenden übernommen werden, werden die sozialen Merkmale vom Projektteam anhand der vorhandenen Datenbeschreibungen gesammelt und in die Wissensplattform eingespeist. Da nicht alle Informationen zu den Datensätzen frei verfügbar sind, kann es hier zu unvollständigen sozialen Merkmalen kommen. Zudem kann dieses Kriterium nur für Datensätze mit sozialen Merkmalen ausgefüllt werden, sodass bei reinen Umweltdatensätzen (beispielsweise Daten zu Luftqualität) keine Informationen vorliegen.

- ▶ **Zeitraum** (Suche nach Datensätzen innerhalb einer definierten Periode): Zudem sollen Nutzende in der Wissensplattform auch Informationen zur Verknüpfbarkeit einzelner Datensätze untereinander erhalten. Dafür ist ein (annähernd)³⁵ gleicher Zeitraum eine wesentliche Voraussetzung. Sofern mindestens ein Jahr des gesuchten Zeitraums in den Metadaten des jeweiligen Datensatzes (nähere Erläuterung in Kapitel 2.3.3) hinterlegt ist, wird dieser Datensatz in den Suchergebnissen angezeigt. Ist der gesuchte Zeitraum von Bedeutung, kann im zweiten Schritt über die Filterfunktion weiter präzisiert werden. Werden die gesetzten Filter nicht mehr benötigt, können diese entweder händisch oder über den Button „Filter löschen“ aufgehoben werden. Eine isolierte Suche nur nach dem Zeitraum ist nicht möglich: Es kann nur nach dem Zeitraum gesucht werden, wenn zugleich auch nach Schlagwörtern oder sozialen Merkmalen gesucht wird.

Um ein möglichst zielorientiertes Suchergebnis erzielen zu können, kann die Suche nach Schlagwörtern und sozialen Merkmalen sowohl durch vier verschiedene Suchoperatoren als auch durch die bewusste Groß- und Kleinschreibung präzisiert werden.

Die Suchoperatoren „oder“, „und“, „entweder/oder“ und „nicht“ ermöglichen vier verschiedene Formen der Suche. Diese sollen im Folgenden näher erläutert werden:

1) „Oder“-Suche

- ▶ Diese Option findet Anwendung, wenn nach mehreren Schlagwörtern oder sozialen Merkmalen gesucht werden soll, diese jedoch nicht alle gemeinsam in einem Datensatz auftauchen müssen. Diese Suche eignet sich am besten, um sich einen ersten Überblick über den Datenbestand zu verschaffen. Bei dieser Option werden die Schlagwörter mit einem „ , “ (Komma) getrennt.
- ▶ Beispiel: Eine Suche nach Datensätzen, die entweder Autos oder Häuser oder beides beinhalten soll, wird dementsprechend mit der Sucheingabe „Autos, Häuser“ definiert.

2) „Und“-Suche

- ▶ Diese Option findet Anwendung, wenn nach mehreren Schlagwörtern oder sozialen Merkmalen gesucht wird, die gemeinsam in einem Datensatz enthalten sein sollen. Die „Und“-Suche ist besonders für konkret spezifizierte Anfragen geeignet. Bei dieser Option werden die Schlagwörter mit einem „+“ (Plus) getrennt.
- ▶ Beispiel: Eine Suche nach Datensätzen, die Autos und Häuser beinhalten, wird dementsprechend mit der Sucheingabe „Autos + Häuser“ definiert.

3) „Entweder/Oder“-Suche

³⁵ Ob eine tatsächliche Überschneidung notwendig ist, hängt im Wesentlichen von der Fragestellung ab und muss von Nutzenden individuell entschieden werden.

- ▶ Diese Option findet Anwendung, wenn nach mehreren Schlagwörtern oder sozialen Merkmalen gesucht werden soll, diese jedoch nicht gemeinsam enthalten sein dürfen. Dieser Suchoperator bietet sich an, wenn bestimmte (möglicherweise sonst dominierende) Aspekte explizit nicht aufgeführt werden sollen. Diese Option ist lediglich für sehr spezifische Suchanforderungen relevant. Bei dieser Option werden die Datensätze mit einem „|“ (Strich) getrennt.
- ▶ Beispiel: Eine Suche nach Datensätzen, die entweder Autos oder Häuser beinhalten, jedoch nicht beides, wird dementsprechend mit der Sucheingabe „Autos | Häuser“ definiert.

4) „Nicht“-Suche

- ▶ Diese Option findet Anwendung, wenn bei einer Suche (Schlagwörter oder soziale Merkmale) Datensätze, die bestimmte Schlagwörter oder soziale Merkmale aufweisen, nicht in der Ergebnissuche berücksichtigt werden sollen. Dieser Operator ist mit den unter (1) bis (3) gelisteten Operatoren vereinbar, muss jedoch immer am Ende der Suche stehen. Das letzte Schlagwort oder sozialen Merkmalen wird dabei mit einem “-“ getrennt.
- ▶ Beispiel: Eine Suche nach Datensätzen, die Autos oder Häuser beinhalten sollen, jedoch nicht Klima, wird dementsprechend mit der Sucheingabe „Autos, Häuser - Klima“ definiert.

Weiter kann die Schlagwortabfrage über die Groß- und Kleinschreibung durch das Setzen des Häkchens vor „Groß- und Kleinschreibung unempfindliche Suche“ (in Abbildung 8 orange hinterlegtes Kästchen) verfeinert werden.

Beispiel: Eine Groß- und Kleinschreibung empfindliche Suche liefert beim Schlagwort „Preis“ Datensätze, deren Schlagwörter „Preisbelastung“, „Preisindex“, „Preisvergleich“, etc. sind. Hingegen liefert eine Groß- und Kleinschreibung unempfindliche Suche zusätzlich Datensätze mit den Schlagwörtern „Angebotspreis“, „Benzinpreis“, „Fahrkartenpreis“, etc.

Auf die Implementierung einer Trunkierungsfunktion, d.h. das Verkürzen von Wörtern bzw. die eindeutige Suche von Wörtern, wurde aufgrund des hohen technischen Aufwandes verzichtet. Durch die farbliche Hinterlegung der gesuchten Schlagwörter bzw. der gesuchten sozialen Merkmale ist jedoch eine visuelle Darstellung der Trunkierung gegeben.

Abbildung 8: Aufbau der Suchmaske

Schlagwörter	<input type="text"/>	<table border="1"> <tr> <td>Suche</td> <td>Suche speichern</td> </tr> <tr> <td>Sucheingabe löschen</td> <td>Filter löschen</td> </tr> </table>	Suche	Suche speichern	Sucheingabe löschen	Filter löschen
Suche	Suche speichern					
Sucheingabe löschen	Filter löschen					
Soziale	<input type="text"/>					
Zeitraum:	<input type="text"/>					
	<input checked="" type="checkbox"/> Groß-/Kleinschreibung unempfindliche Suche					

Suchoperatoren für Schlagwörter und soziale Merkmale:

- "Oder"-Suche → "A,B"
- "Und"-Suche → "A+B"
- "Entweder"-Suche → "A|B"
- "Nicht"-Suche → "A-B"
- Die Kombination aller Suchoperatoren ist möglich.

Groß-/Kleinschreibung unempfindliche Suche:

- "Preis" → Kaufpreis, Verbraucherpreisindex, ...
- "Preis" → Preisindex, Preisspanne, ...

Zeitraum: [Erlaubte Eingaben]

- Jahr: JJJJ (2007)
- Zeitraum: JJJJ-JJJJ (1990-2020)

Filterung:

- Verfeinerung der Suchergebnisse über die Standard Filterfunktion
- Zurücksetzen der Filter durch

Suche speichern:

- Speichern der aktuellen Suchergebnisse durch
- Maximal 5 Suchen können abgespeichert werden.
- Der Verlauf der gespeicherten Suchen befindet sich unter "Einleitung".

Anmerkung: Auszug aus der Excel-basierten Wissensplattform.

Quelle: Eigene Darstellung, RWI.

Ergebnisliste

Nachdem die Suchkriterien ausgefüllt und der „Suchen“-Button geklickt worden ist, erscheint das Suchergebnis als Liste mit ausgewählten Metadaten. Diese Liste bietet den Nutzenden einen ersten Überblick über die zur spezifizierten Suche passenden und in der Wissensplattform hinterlegten Datensätze. Die Datensätze sind dabei alphabetisch sortiert, die aufgelisteten Metadaten geben einen Überblick der relevanten Informationen. Der inhaltliche Umfang der gelisteten Metadaten zu den Datensätzen umfasst folgende Elemente:

- ▶ **Kurzname des Datensatzes:** Jeder Datensatz ist mit einem Kurznamen versehen, der mit einem Hyperlink auf das hinterlegte Metadatenschema verweist (genauere Erklärung der Metadaten in Kapitel 2.3.3). Anstatt über den Link können die Metadaten von den Nutzenden auch einzeln über die Reiter mit den entsprechenden Kurznamen angesteuert werden. Um eine hohe Übersichtlichkeit zu wahren, sind nach jeder Suche ausschließlich jene Metadaten-Reiter ersichtlich, die in der aktuellen Ergebnisliste auftauchen. Ändert man die Suchabfrage, dann aktualisieren sich auch die Reiter entsprechend der neuen Ergebnisliste.
- ▶ **Alle gelisteten Schlagwörter des Datensatzes:** Die gesuchten Schlagwörter sind jeweils in Rot hinterlegt, während die nicht gesuchten Schlagwörter des Datensatzes schwarz bleiben. So erhalten Nutzende eine schnelle Übersicht in welchem Kontext das Schlagwort innerhalb des Datensatzes fällt (Beispiel Schlagwort Umwelt; Ergebnis: Umwelt, Umweltschutz, Umweltverschmutzung, Umweltzone, Umweltplakette ...).
- ▶ **Zeitraum, den der Datensatz umfasst:** Mithilfe der hinterlegten Filterfunktion³⁶ kann die Ergebnisliste an einen gefilterten Zeitraum angepasst oder nach dem Zeitraum sortiert werden. Diese Funktion ist hilfreich, um einen Überblick über sich überlappende oder zeitlich ähnliche Datensätze zu gewinnen.
- ▶ **Soziale Merkmale:** Analog zu den Schlagwörtern sind die gesuchten sozialen Merkmale jeweils in Rot geschrieben, während die anderen (nicht gesuchten) sozialen Merkmale des Datensatzes schwarz bleiben. So erhalten die Nutzenden einen schnellen Überblick über den Kontext des gesuchten sozialen Merkmals.
- ▶ **Beobachtungsebene:** Die Beobachtungsebene informiert die Nutzenden über die Erhebungsebene (Person, Haushalt, Region) des Datensatzes. Analog zum Zeitraum kann auch hier die Filterfunktion verwendet werden. Die Beobachtungsebene kann insbesondere für die Verknüpfung von Daten bedeutsam sein. Datensätze können grundsätzlich entweder individuelle Stichprobeninformationen (beispielsweise Haushaltsbefragungen) oder flächendeckende Gesamtinformationen (beispielsweise Satellitendaten) enthalten. Liegen individuelle Daten vollständig oder zumindest in einem repräsentativen Umfang bzw. einer repräsentativen Verteilung vor, können diese auf einer räumlich aggregierten Ebene ebenfalls repräsentativ ausgegeben werden. Liegen in verschiedenen Datensätzen jeweils flächendeckende oder regional aggregierte Informationen vor, können diese Daten über die vorliegende regionale Verknüpfungsebene kombiniert werden. Zudem können Individualdaten und aggregierte Regionaldaten auf der kleinsten gemeinsamen Regionalebene verknüpft werden.
- ▶ **Verknüpfung:** Die Verknüpfbarkeit gibt an, über welche (kleinstmögliche) räumliche Dimension verschiedene Datensätze miteinander verknüpft werden können. Als räumliche Dimension sind innerhalb des Projektes Regionalkennziffern in den Daten gemeint. Dies

³⁶ Hier wird die standardisierte Filterfunktion von Excel verwendet.

können beispielsweise Geokoordinaten, Raster-IDs, Gemeinde- oder Kreiskennziffern sein. (Das Metadatenschema, siehe Kapitel 2.3.3, gibt weitere größere räumliche bzw. regionale Auflösungen an, anhand derer der jeweilige Datensatz mit weiteren Datensätzen verknüpft werden kann. Dementsprechend können Datensätze mit gleicher räumlicher Dimension verknüpft werden. Ferner können kleinere räumliche Ebenen auf eine größere Dimension aggregiert und somit auch verknüpft werden.)

- ▶ Verfügbarkeit des Datensatzes: Elementar wichtig ist zudem, unter welchen Nutzungsbedingungen der Datensatz verfügbar ist. Die Verfügbarkeit spannt sich dabei von (frei) herunterladbar (“Download”) bis hin zu “nicht verfügbar” bzw. der Kategorie “unbekannt”. Teilweise können Datensätze über einen Gastwissenschaftlerarbeitsplatz (GWAP) genutzt werden und sind somit zwar zugänglich, jedoch nicht auf dem eigenen Rechner nutzbar. Die Verfügbarkeit wird daher auch visuell noch einmal hervorgehoben, indem die Verfügbarkeit in den Metadaten um den Datenzugangsweg ergänzt wird. Zudem wird die Verfügbarkeit in der Ergebnisliste anhand der Ampelfarben in fünf Kategorien von “Download der Daten” (grün) bis “Eingeschränkter Zugang” (rot) visualisiert.
- ▶ Datenanbieter: Hier werden die datenhaltenden Institutionen genannt, welche nicht zwangsläufig mit den Datenproduzenten übereinstimmen müssen. In der Regel werden jedoch über die datenhaltende Institution Zusatzinformationen zum Datensatz vertrieben, sodass diese Informationen für Nutzende hilfreich bei der Suche nach weiteren Datensätzen sein können.

Die Datensätze (und ihre Verknüpfbarkeit) werden mit diesen Informationen hinreichend präzise beschrieben³⁷. Bedingt durch die Suche nach Schlagwörtern und sozialen Merkmalen werden in der Liste zunächst jene Datensätze in einer Gruppe alphabetisch gelistet, die mindestens eines der gesuchten Schlagwörter **und** mindestens ein gesuchtes soziales Merkmal enthalten. Dahinter folgen in einer zweiten Gruppe die Ergebnisse, bei denen mindestens eines der genannten Schlagwörter **oder** der sozialen Merkmale gefunden wurde. Optisch wird diese Unterscheidung durch einen horizontalen Strich zwischen der ersten und der zweiten Gruppe visualisiert.

Eine Präzisierung und Einschränkung der Ergebnisliste mithilfe der Filterfunktion kann durch den Button “Filter löschen” aufgehoben werden, sodass die ursprüngliche Ergebnisliste wieder vollständig angezeigt wird. Abbildung 9 zeigt exemplarisch eine Suchabfrage für die Schlagwörter „Konsum, Luft“ und die sozialen Merkmale „Einkommen, Alter“ ohne Zeitraumeinschränkung und ohne weitere Filterung.

³⁷ Die Wissensplattform wurde auf eine Standardzoom von 80% programmiert, sodass auf herkömmlichen Bildschirmen die gesamte Liste der Metadaten der Suchergebnisse auf der Breite des Bildschirms sichtbar ist. Somit kann ein Nachjustieren der Nutzenden bzw. ein Übersehen von wichtigen Informationen vermieden werden. Dies gilt jedoch nicht für kleinere Bildschirme (beispielsweise Laptop).

Abbildung 9: Suchabfrage

Schlagwörter

Soziale

Zeitraum:

Groß-/Kleinschreibung unempfindliche Suche

Suche	Suche speichern
Sucheingabe löschen	Filter löschen

Suchoperatoren für Schlagwörter und soziale Merkmale:

- "Oder"-Suche → "A|B"
- "Und"-Suche → "A+B"
- "Entweder"-Suche → "A|B"
- "Nicht"-Suche → "A-B"
- Die Kombination aller Suchoperatoren ist möglich.

Groß-/Kleinschreibung unempfindliche Suche:

- "Preis" → Kaufpreis, Verbraucherpreisindex,...
- "Preis" → Preisindex, Preisspanne,...

Zeitraum: [Erlaubte Eingaben]

- Jahr: JJJJ (2007)
- Zeitraum: JJJJ-JJJJ (1990-2020)

Filterung:

- Verfeinerung der Suchergebnisse über die Standard Filterfunktion
- Zurücksetzen der Filter durch Filter löschen

Suche speichern:

- Speichern der aktuellen Suchergebnisse durch Suche speichern
- Maximal 5 Suchen können abgespeichert werden.
- Der Verlauf der gespeicherten Suchen befindet sich unter "Einleitung".

Nr	Datensatz	Schlagwörter	Zeitraum	Soziale Merkmale	Beobachtungsebene	Verknüpfbarkeit	Verfügbarkeit	Datenanbieter
1	AFID	Mikrodaten, Auswertung, Forschungsdatenzentrum, Forschung, Statistik, Analyse, Amtliche Statistik, Einzeldaten, Agrar, Landwirtschaft, Struktur	1999-2016	Berufsbildung, Einkommen	Betrieb	Geokoordinate	on-site Nutzung	Forschungsdatenzentren der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder
2	Air temperature measurement	Umwelt, Wetter, Klima	1961-1966	keine	Messtation	Gemeinde	Download	Ashcroft, Linden; Coll, Joan Ramon; Gilabert, Alba; Domonkos, Peter; Anular, Enric; Serra, Javier
3	Aktuelle Luftdaten	Luft, Luftschadstoff, Luftqualität, Umwelt, Treibhausgase, Feinstaub, Kohlenmonoxid, Ozon, Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid, Art der Station, Tageswerte, Jahreswerte,	2002-2020	keine	Messtation	Geokoordinate	Download	Umweltbundesamt
4	Aktuelle Wetter- und Klimawerte	durchschnittliche Tagestemperatur, maximale Tagestemperatur, minimale Tagestemperatur, durchschnittliche Monatstemperatur, Niederschlag 12 Stunden, Niederschlag monatlich, barometrischer Druck, Tendenz des barometrischen Drucks	2008-2020	keine	Messtation	Messtation	download	Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Meteorologie und Klimaforschung Forschungsbereich Troposphäre
5	ALLBUS	Politische Einstellungen und Verhaltensweisen, Wirtschaftspolitik, wirtschaftliche Lage, Sozialpolitik, Gesellschaft, Kultur, Familie, Religion und Weltanschauung, Medizin, Kommunikation, öffentliche Meinung, Medien, Person, Persönlichkeit, Rolle, Umwelt, Natur	1980-2018	Alter, Geschlecht, Einkommen, Bildungsabschluss, Staatsbürgerschaft, sozio-ökonomische Gruppe, Migrationshintergrund, Haushaltszusammensetzung, Wohnumgebung	Individuum	Bundesland	Download	GESIS

Anmerkung: Auszug aus der Excel-basierten Wissensplattform.

Quelle: Eigene Darstellung, RWI.

Abschließen einer Suche

Nachdem die Suche abgeschlossen wurde, können die Nutzenden entweder eine weitere Suche durchführen, um beispielsweise die Suche zu präzisieren oder zu einem anderen Schwerpunkt zu suchen, oder die abgeschlossene Suche und ihre Ergebnisse speichern.

Um eine neue Suche zu starten, können die Nutzenden die Suchmaske händisch oder über den Button „Suche löschen“ zurücksetzen. Durch diese Funktion wird die Suchmaske wieder frei, die Ergebnisliste bleibt jedoch eingeblendet, bis eine neue Suche durchgeführt wurde. Nachdem also nach erneuerter Eingabe der Suchmaske der Button „Suche“ geklickt wurde, aktualisiert sich die Ergebnisliste entsprechend der neuen Suche.

Die Nutzenden haben die Möglichkeit, Ergebnislisten über den Button „Speichern“ in einem zusätzlichen Reiter abzuspeichern. Diese Speicherung enthält alle Informationen, die in der Ergebnisliste hinterlegt sind, inklusive Hyperlinks zu den Metadaten der jeweiligen Datensätze. Insgesamt ist es möglich, bis zu fünf Suchen zu speichern, sodass die Übersicht für die Nutzenden gewahrt bleibt.

Der Name des Tabellenblattes, welches die gespeicherte Ergebnisliste enthält, setzt sich aus einem Präfix und einem Suffix zusammen. Das Präfix ist immer „Suche_“. Das Suffix kann durch die Nutzenden selbst definiert werden, sodass eine einfache Zuordnung der Ergebnisse anhand des Namens für die Nutzenden gegeben ist. Nachdem der Button „Suche speichern“ geklickt wurde, erscheint ein Fenster, in welchem die Nutzenden den Namen des Tabellenblattes, das die Ergebnisliste enthält, definieren können. Ist der eingegebene Name bereits vergeben, erhalten die Nutzenden eine entsprechende Fehlermeldung.

Die Nutzenden können auf der Startseite der Wissensplattform den Verlauf der bereits gespeicherten Suchen einsehen. Der Verlauf zeigt den Namen des Tabellenblattes sowie die gesuchten Schlagwörter, sozialen Merkmale und den Zeitraum. Der Name des Tabellenblattes ist mit einem Hyperlink hinterlegt, über den die Nutzenden auf den jeweiligen Reiter der gespeicherten Suche gelangen können. Wird ein Suchergebnis nicht mehr benötigt, kann die entsprechende Suche auf der Startseite über das Klicken der Mülltonne (siehe Abbildung 10) gelöscht werden. Um versehentliche Löschungen zu vermeiden, muss die Löschung nochmals bestätigt werden.

Abbildung 10: Speichern der Suchergebnisse

Verlauf der gespeicherten Suchen

	Suche	Schlagwörter	Soziale Merkmale	Zeitraum
	Konsum Luft	Konsum, Luft	Einkommen, Alter	
				
				
				

Anmerkung: Aufbau des Verlaufs der gespeicherten Suchabfragen. Hier am Beispiel der Suche entsprechend Abbildung 9. Der Zeitraum ist nicht ausgefüllt, da dieser nicht gesucht wurde.

Quelle: Eigene Darstellung, RWI.

Metadatenschema

Grundlage der Wissensplattform ist ein einheitliches Metadatenschema. Dieses soll alle notwendigen datensatzbeschreibenden Informationen beinhalten. Durch das einheitliche Metadatenschema sollen Vergleiche zwischen den Datensätzen und ihre Verknüpfbarkeit sowie Zugangswege für die Nutzenden schnell ersichtlich werden. Somit können die Nutzenden für jeden für ihre Forschungsfrage interessanten Datensatz dieselben wesentlichen Informationen erhalten und verwerten. Grundidee ist es, dass das Metadatenschema alle Kerninformationen der Datensätze prägnant darstellt. Sollten die Nutzenden tiefergehende Informationen

benötigen, so können sie diese auf den Internetseiten des jeweiligen Datenanbieters oder in den Datendokumentationen beziehen. Die Internetseiten der jeweiligen Datenanbieter sind jeweils mit einem Hyperlink in der Wissensplattform hinterlegt und können so von den Forschenden ohne weitere Recherche genutzt werden, um möglichst allumfassende Informationen zum Datensatz zu erlangen.

Das Schema der Registrierungsagentur da|ra³⁸ bildet die Grundlage für das hier hinterlegte Metadatenschema. In den Sozial- und Wirtschaftswissenschaften wird da|ra von einer Vielzahl nationaler (deutscher) und internationaler öffentlicher Forschungseinrichtungen zur Registrierung von Daten genutzt.³⁹ Die Registrierungsagentur da|ra verfolgt das Ziel, in der Forschung erhobene und vorhandene Daten durch einen digitalen Objektidentifikator (DOI) zitierfähig zu machen. Das für Deutschland entworfene Metadatenschema von da|ra beruht auf dem internationalen Metadatenschema von DataCite⁴⁰. Für die Wissensplattform wurden die Pflichtkriterien sowie einige optionale Metadaten von da|ra übernommen und durch für die Wissensplattform relevante Metadaten ergänzt. Um auch in den Metadaten eine Übersichtlichkeit zu behalten, wurde das Schema in drei Komponenten geteilt: 1. Basiskriterien, 2. Datenbeschreibung und 3. Publikationen.

Basiskriterien

Diese Metadaten sollen allgemein für alle in der Wissensplattform gelisteten Datensätze ausgefüllt werden und umfassen grundlegende Merkmale, die in Tabelle 1 aufgelistet und näher beschrieben sind.

Viele dieser Metadaten stehen auf den Seiten der Datenanbieter zur Verfügung. Informationen zu den regionalen Ebenen (insbesondere relevant für die Verknüpfung von Datensätzen) oder den sozialen Merkmalen sind nicht immer offensichtlich und wurden beispielsweise, sofern vorhanden, aus den Codebüchern herausgelesen.⁴¹

Alle hier gelisteten Informationen werden in deutscher Sprache angegeben. Sollte der Datensatz nur auf Englisch vorliegen, werden die Pflichtkriterien durch den Auftragnehmer übersetzt, damit die Filterfunktion in der Suchmaske einheitliche Ergebnisse liefert.

³⁸ Siehe: <https://www.da-ra.de/home/>. Auf der Unterseite „Für Forschende“ können weitere Informationen zur Suche, Dokumentation und Speicherung von Daten abgerufen werden. Über die Suchleiste oben links, oder die Unterseite „Suche“ können Forschende zudem das Metadatenportal von da|ra nach Schlagwörtern durchsuchen.

³⁹ Darunter beispielsweise GESIS, die bayrische Staatsbibliothek, Forschungsdatenzentrum der Bundesbank oder Wissenschaftszentrum Berlin. Vergleiche hierzu <https://www.da-ra.de/de/ueber-uns/unsere-nutzer/>

⁴⁰ Siehe: <https://datacite.org>

⁴¹ Auch hier können nur verfügbare Informationen eingespeist werden. Wenn keine Codebücher oder Variablenbeschreibungen zugänglich sind, kann es zu unvollständigen Listen kommen.

Tabelle 1: Grundelemente des Metadatenschemas

Grundelemente	Beschreibung
Titel	Titel des Datensatzes, so wie er publiziert ist (de oder eng).
weitere Titel	Gegebenenfalls eine deutsche Übersetzung des Titels und/oder Untertitel.
Schlagwörter	Schlagwörter aus der Datensatzbeschreibung. Wenn keine Schlagwörter vorhanden sind, dann werden diese im Vier-Augen-Prinzip definiert.
Zeitraum / zeitliche Abdeckung	Zeitraum für den der Datensatz verfügbar ist.
zeitliche Auflösung	Präzisierung des Zeitraums, d.h. <i>jährliche Daten, Quartalsdaten, Daten auf Monats-/Wochen-/Tagesebene.</i>
Häufigkeit der Datenaktualisierung	Häufigkeit der Datenerhebung. Hinweis auf nächste Aktualisierung des Datensatzes.
Beobachtungseinheit	Beschreibung der statistischen Einheit, die der Auswahl zugrunde liegt. <i>Beobachtungseinheit: Individuum, Haushalt, Betrieb, Geokoordinaten, Gemeinde, Kreis, andere Region, ...</i>
weitere größere Einheiten	Aggregationen der Beobachtungsebene im Datensatz.
räumliche Auflösung	Über welche kleinste (regionale) Dimension kann der Datensatz verknüpft werden? <i>Regionale Dimensionen sind: Geokoordinate, Raster-ID, Gemeinde- und Kreiskennziffern, Arbeitsmarktregionen, Bundesland, ...</i>
weitere verfügbare räumliche Auflösungen	Über welche größte (regionale) Dimension kann der Datensatz verknüpft werden? <i>Regionale Dimensionen sind: Geokoordinate, Raster-ID, Gemeinde- und Kreiskennziffern, Arbeitsmarktregionen, Bundesland, ...</i>
Geografischer Umfang/Räumliche Abdeckung	Geografischer Raum, der der Auswahl zugrunde liegt. <i>Beispielsweise: EU, Deutschland, Bundesland, Kreis, Gemeinde, ...</i>
Verfügbarkeit	Möglichkeiten/Bedingungen des Datenzugangs. Wie ist der Datensatz verfügbar? <i>Unterschieden wird hier in Download, lieferbar, OnSite, nicht verfügbar, unbekannt.</i>
Datenzugangswege	Je nach Anonymisierungsgrad werden für einzelne Datensätze unterschiedliche Datenzugangswege angeboten. Dies kann Auswirkungen auf die Datenverfügbarkeit haben, da einige Daten nicht auf den eigenen Rechnern genutzt werden dürfen. <i>Von hoch sensiblen Daten hin zu frei zugänglichen Daten sind dies Gastwissenschaftlerarbeitsplätze (GWAP), Datenfernverarbeitung (DFV), Scientific Use File (SUF), Campus File (CF), Public Use File (PUF).</i>
DOI	Digital Object Identifier, sofern vorhanden.
URL	Link zur Informationsseite des Datensatzes.
Datenanbieter	Angabe der datenhaltenden Institution. Diese ist nicht zwangsläufig der Datenproduzent. In der Regel werden jedoch über die datenhaltende Institution Zusatzinformationen zum Datensatz vertrieben.
Publikationsdatum	Datum der Publikation des Datensatzes.
Sprache	Sprache des Datensatzes.
soziale Merkmale	Nach Möglichkeit werden hier die sozialen Merkmale des Datensatzes erfasst. Die Erfassung der Merkmale basiert auf Recherchen der Datensatzbeschreibungen. Sind diese nicht öffentlich verfügbar können die sozialen Merkmale nur bedingt gelistet werden. Beispiele: Alter, Geschlecht, Bildungsabschluss, Milieuzugehörigkeit, Einkommen, ...

Quelle: Eigene Darstellung, RWI.

Datenbeschreibung

Hier werden weitere Informationen zum Datensatz dargestellt, wie beispielsweise die Datensatzbeschreibung, das Sampling oder rechtliche Hinweise. Diese Informationen finden sich entweder auf Deutsch oder auf Englisch. Die vollständige Liste der Datenbeschreibung ist in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Datenbeschreibung des Metadatenschemas

Datenbeschreibung	Beschreibung
Datensatzbeschreibung	Inhaltliche Beschreibung des Datensatzes
Grundgesamtheit	Was ist die Grundgesamtheit des Datensatzes, d.h. welche Population
Sampling	Informationen zur Stichprobenziehung, sofern keine Vollerhebung
Rechte	Welche Rechte sind bei der Nutzung der Daten zu beachten beispielsweise: Kommerzielle Nutzung
Weitere Hinweise	Mögliche denkbare Hinweise: Kosten des Datensatzes, Nutzungshinweise, weitere Hinweise zur Erhebung.

Quelle: Eigene Darstellung, RWI.

Publikationen

Sofern Publikationen zu den Datensätzen vorhanden und auf den Informationsseiten der Datensätze veröffentlicht sind, werden diese hier gelistet. Darüberhinausgehende Recherchen zu Publikationen mit den Datensätzen können im Rahmen des Forschungsvorhabens nicht vorgenommen werden. Alle Elemente des Metadatenschemas sowie deren Beschreibung sind in der Wissensplattform im Reiter Beschreibung Metadaten nochmals dargestellt.

2.3.3 Aktualität und Weiternutzung der Wissensplattform

Im Rahmen der Projektlaufzeit ist das Projektteam für die Aktualität der in der Wissensplattform hinterlegten Metadaten verantwortlich. In unregelmäßigen Abständen werden die bereits gelisteten Metadaten geprüft und gegebenenfalls aktualisiert. Das Datum der Aktualisierung der Metadaten wird automatisch in den Metadaten festgehalten, sofern ein Metadatum bearbeitet wurde. Diese Aktualisierung ist für die Nutzenden in der ersten Zeile des jeweiligen Metadatenschemas ersichtlich.

In Absprache mit den Auftraggebern obliegt die Aktualisierung der Wissensplattform nach Ablauf des Projektes den Auftraggebern. Nutzende sollen nicht selbstständig Aktualisierungen innerhalb der Plattform vornehmen, da in der Folge unterschiedliche Versionen auf den verschiedenen Rechnern existieren würden. Daher werden (mit Ausnahme der Suchmaske) alle Reiter der Wissensplattform schreibgeschützt, sodass eine Aktualisierung nur durch die Auftraggeber möglich ist. Das entsprechende Passwort wird mit den Auftraggebern abgestimmt.

Um Aktualisierungsrückmeldungen von den Nutzenden zu erhalten, wurde auf der Startseite der Wissensplattform die Bitte formuliert, Neuerungen bei Datensätzen an den fachlichen Projektbegleiter des UBA, Herrn Christian Hoyer (Christian.Hoyer@uba.de), zu melden. Darüber hinaus ist eine Einbindung der gesammelten Metadaten in das Umweltinformationsportal UNIS-D durch die Projektverantwortlichen auf Seiten des UBA zu diskutieren. In die Einbindung der Wissensplattform in das Umweltinformationsportal UNIS-D ist das Projektteam nicht involviert.

Arbeitspaket 3: Vorschläge zur methodischen Weiterentwicklung der Datenbasis - Betroffenheitsperspektive

3.1 Hintergrund

Umwelteinflüsse zählen, neben individuellen Entscheidungen der Lebens- und Ernährungsweise, zu einem der wichtigsten Einflussfaktoren auf die Gesundheit, das Wohlbefinden und die Lebenserwartung von Menschen (Rhedanz und Maddison, 2008; Mariani et al., 2010). Umwelteinflüsse können dabei sowohl negativer Natur sein und somit Umweltbelastungen darstellen, als auch positiver Natur sein und somit im Sinne einer humanökologischen Perspektive Umweltressourcen (bzw. den Zugang zu ebensolchen) darstellen (Fehr, 2020).

Zu Umweltbelastungen zählen neben extremen klimatischen Bedingungen wie Hitzeperioden oder Starkregen vor allem auch die Belastungen durch Emissionen wie beispielsweise durch Feinstaub, Luftpartikel (vorwiegend Stickoxide) und Lärm. Unter Umweltressourcen kann insbesondere der Zugang zu intakten Naturräumen (aber auch der Zugang zu Parks, insbesondere in städtischen Lagen) und den damit verbundenen Erholungswerten (Ästhetik, saubere Luft, Raum für Bewegung etc.) verstanden werden. Aus beiden Parametern der Umwelteinflüsse (Umweltbelastungen und Umweltressourcen) ergibt sich die (fehlende) Umweltqualität.

Haushalte in Deutschland sind sehr unterschiedlicher Umweltqualität ausgesetzt. Ziel der Forschungsarbeiten im Arbeitspaket 3a war eine deutschlandweite Analyse der Umweltqualität. Hierbei wurde die Umweltqualität im Sinne einer negativen Abgrenzung als „fehlende Umweltqualität“ betrachtet und es wurde ein Maß der Mehrfachbelastung durch fehlende Umweltqualität (also hohe Umweltbelastungen und fehlende Umweltressourcen) erstellt. Diese Mehrfachbelastungen wurden aus einer normierten Aufbereitung von verschiedenen Einzelbelastungen generiert. Aufbauend auf diesen neuen Daten wurden Analysen hinsichtlich der Betroffenheit unterschiedlicher sozialer Gruppen durch Mehrfachbelastungen durchgeführt.

Die räumliche Verteilung der Umweltqualität lässt sich auf zwei räumlichen Ebenen betrachten: Zum einen sind die Belastungen zwischen Regionen (bspw. zwischen urbanen und ländlichen Räumen) sehr unterschiedlich verteilt. Die Nähe zu städtischen Zentren, fehlende naturbelassene Räume und geografische Gegebenheiten beeinflussen die Belastungsunterschiede zwischen verschiedenen Regionen. Zum anderen liegen Unterschiede aber auch innerhalb der Regionen (bspw. Städte) vor. So führen unterschiedliche Bebauungsarten in der Wohnlage eines Haushalts, die Nähe zu Emissionsquellen und die innerstädtische Verteilung von Umweltressourcen zu unterschiedlichen Belastungen innerhalb von Städten (Hesse und Scheiner, 2010). Diese Unterschiede in der kleinräumigen Belastung von Haushalten können selbstgewählt sein (Personen mit starken Präferenzen zentrumsnaher Wohnorte sind auch entsprechenden Belastungen ausgesetzt) oder beispielsweise durch Wohnkosten bedingt sein (höher belastete Wohnlagen haben niedrigere Preise, die ärmere Haushalte finanzieren können).

Städte in Deutschland weisen im internationalen Vergleich (beispielweise verglichen mit den USA) eine niedrige soziale Segregation auf. Trotzdem zeigen bisherige Studien anhand von Individualdaten, dass insbesondere sozial schwächere Gruppen stärker unter einer schlechteren Umweltqualität leiden. In einem Übersichtsartikel zeigen Bunge und Rehling (2020) für einzelne Städte eine verbreitete Mehrbelastung auf Basis von Individualdaten.

Weitere Muster der Umweltbelastungen im urbanen Raum finden sich in spezifischen Analysen einzelner Städte (beispielsweise für Dortmund in Shrestha et al., 2016; Hamburg in Szombathely et al., 2018; oder München in Schüle et al., 2017). Es zeigt sich, dass die Lage von Verschmutzungsquellen, die entsprechende Belastungen verursachen, oftmals stark miteinander korrelieren. Somit sind Personen in schlechten Wohnlagen nicht nur überdurchschnittlich oft von einer Belastung betroffen, sondern es kommt häufig zu Mehrfachbelastungen. Andrian-Werburg und Schönthaler (2017) zeigen auf unterschiedlichen regionalen Abgrenzungen Einzel- und Mehrfachbelastungen in der räumlichen Verteilung. Kern der Arbeiten sind dabei 7 x 8 Kilometer-Raster, auf denen eine Vielzahl an Einzelindikatoren und eine Mehrfachbelastung dargestellt wird. Eine weitere Verknüpfung mit Sozialdaten steht nicht im Fokus des Papiers. Mit Blick auf die kleinräumige Verteilung der Wohnlagen unterschiedlicher sozialer Gruppen ist diese räumliche Abgrenzung auch zu grob, um soziale Gruppen zuzuordnen. Auf deutlich feinerer Ebene werden Einzelbelastungen und Mehrfachbelastungen für Berlin ausgewiesen (SenUVK, 2019). Auf Basis der Analysen von Klimeczek (2014) werden flächendeckende Belastungen mit einer binären Gewichtung (belastet/unbelastet) nach Einzelbelastungen erarbeitet. Befragungsdaten zeigen zudem deutschlandweit einen Zusammenhang zwischen einem schlechteren sozialen Status (Armutsgefährdung) und Belastungsmerkmalen. Das gilt sowohl für sehr individuelle Belastungsquellen wie z.B. Feuchtigkeitsschäden und Verunreinigungen von Lebensmitteln als auch für Umweltbelastungen wie beispielsweise Straßen- oder Schienenlärm (Statistisches Bundesamt, 2019; BMUB/UBA, 2017).

Das **Ziel dieses Arbeitspakets** ist die flächendeckende Verknüpfung von Daten zur Umweltqualität mit Daten zu Sozialstrukturen. Dabei liegt die Herausforderung in der Analyse der Betroffenheit darin, sowohl möglichst detaillierte, d.h. kleinräumige und flächendeckende Daten zu den Umwelteinflüssen, als auch Informationen zu sozio-ökonomischen Eigenschaften der Haushalte in unterschiedlichen Wohnlagen miteinander zu verbinden. Für die Analysen dieses Arbeitspakets soll daher eine neue, bisher aus Sicht der Autor*innen noch nicht existierende Datenbasis generiert werden.

Dafür wird zunächst aus kleinräumigen Daten einzelner Umweltbelastungen und Umweltressourcen ein für Deutschland flächendeckender Indikator der Mehrfachbelastung auf Ebene von 1 x 1 km-Rastern generiert. Diese Mehrfachbelastung ergibt sich nicht nur nach einer binären Unterteilung (belastet/unbelastet), sondern wird abgestuft nach der Intensität der einzelnen Belastungen aufbereitet. Entsprechende Indikatoren liegen bisher beispielsweise in Andrian-Werburg und Schönthaler (2017) lediglich auf gröberer räumlicher Ebene vor. Anschließend werden diese flächendeckenden Daten dann mit Sozialdaten auf gleicher räumlicher Ebene verschnitten. Durch diese Verschneidung eröffnet sich die Möglichkeit, Analysen zur unterschiedlichen Belastung einzelner sozialer Gruppen durchzuführen. Im Gegensatz zu Studien, die für einzelne Individuen (Beobachtungen) eine Zuordnung der Umweltqualität vornehmen, ist das Vorgehen in diesem Ansatz umgedreht. Zunächst wird ein flächendeckender Indikator der Umweltqualität (Mehrfachbelastung) gebildet, der danach den lokalen sozialen Strukturen zugeordnet werden kann.

Beide Aspekte – die flächendeckende Erstellung einer abgestuften Mehrfachbelastung und die Verknüpfung zu Sozialdaten – tragen aus Sicht der Autor*innen zu einer Erweiterung der bisherigen Literatur zu Mehrfachbelastungen bei. Darüber hinaus stehen Forschende vor Herausforderungen bei der Definition und Darstellung von Einzelbelastungen, sodass sie sinnvoll zu Mehrfachbelastungen aggregiert werden können. Hier sind insbesondere thematische (Grenzwertdefinierung von Belastungen), methodische (Gewichtung der Belastungen innerhalb der Mehrfachbelastung), räumliche (Abwägung der vorhandenen Daten

und potenzieller grober regionaler Auflösung) sowie zeitliche (Verfügbarkeit der Daten mit Zeitverzug) Fragestellungen im Fokus der Diskussion.

Im Folgenden werden zunächst die Datensätze aufgelistet, die genutzt werden, um Umweltbelastungen, Umweltressourcen und sozio-ökonomische Eigenschaften von Haushalten darzustellen. Im Anschluss wird dann die Methodik vorgestellt, die genutzt wird, um die Umweltqualität derart aufzubereiten, dass sie kartografisch dargestellt und die verschiedenen Umweltqualitäten in Mehrfachbelastungen aggregiert werden können. Die empirischen Auswertungen zeigen zunächst die regionalisierte Verteilung der Einzel- und Mehrfachbelastungen, auf deren Basis dann die Betroffenheit verschiedener sozio-ökonomischer Gruppen analysiert wird.

3.2 Datengrundlage

Die Datengrundlage basiert auf einer Vielzahl einzeln erhobener Datensätze, die verschiedene Umweltbelastungen (insbesondere Luft- und Lärmbelastungen) und Umweltressourcen abbilden. Tabelle 3 zeigt eine Übersicht der im folgenden Kapitel beschriebenen Datensätze. Die genutzten Daten müssen zwingend zwei Kriterien erfüllen: Sie sind regional hoch aufgelöst und flächendeckend für Deutschland verfügbar. Nur so können die regional sehr spezifischen Unterschiede in den Belastungen flächendeckend dargestellt werden. Mit dem RWI-GEO-GRID Datensatz existiert zudem ein Datensatz, der die sozio-ökonomischen Eigenschaften aller in Deutschland bewohnten 1 x 1km Raster abdeckt. Diese Rasterebene bildet die Basis für weitere Analysen: Das RWI-GEO-GRID ist konform zu der INSPIRE Richtlinie der Europäischen Union (Bartha und Kocsis, 2011), basierend auf der flächentreuen Lambert Azimutal-Projektion.

Die zusätzlichen für die Analysen zu verknüpfenden Datensätze (zu Umweltressourcen und Umweltbelastungen) sind nicht alle auf der gleichen Rasterebene verfügbar. Daher müssen die genutzten Datensätze zunächst deckungsgleich zum 1 x 1km Raster transformiert werden. Um ein einheitliches regionales Raster zu erhalten, werden die Daten je nach Eigenschaft des Datensatzes hoch- bzw. herunterskaliert, sodass alle Daten auf dem 1 x 1km Raster der RWI-GEO-GRID vorliegen und genutzt werden können (siehe Tabelle 3 für eine Darstellung der Verknüpfbarkeit). In 2.2 bis 2.4 werden die jeweiligen Schritte zur Verknüpfung der einzelnen Datensätze dargestellt.

Dabei ist zu beachten, dass diese Reskalierung der Rasterdaten teilweise zusätzliche Ungenauigkeit einführt. Damit geht teilweise die räumliche Detailgenauigkeit der Umwelteinflüsse verloren. Dennoch sind räumliche Regionaldaten hier den (üblicherweise nicht flächendeckend vorliegenden) Befragungsdaten vorzuziehen, da die Mehrfachbelastung flächendeckend und regional differenziert berechnet werden kann. Daher ist die Detailgenauigkeit der Rasterdaten auch nach den Anpassungsschritten immer noch als weit höher einzuschätzen. Um das Portfolio an möglichen alternativen Datensätzen darzustellen, wurden in der Datenbox (Abbildung 11) Befragungsdaten gelistet, die neben sozio-ökonomischen Charakteristika auch Umweltbelastungen abfragen. Alle in diesem Bericht angesprochenen Datensätze sind in der in Arbeitspaket 2 entwickelten Wissensplattform mit den entsprechenden Metadaten hinterlegt.

Auf Basis der vorliegenden Daten wird ein einheitlicher Indikator gebildet. Als Grundlage zur Erstellung dieses einheitlichen Indikators werden hierzu für jeden Datensatz fünf Wertegruppen gebildet. Wenn keine etablierten (Grenz-)Werte zur Gruppenbildung vorliegen, werden die Gruppen auf Basis von Quintilen gebildet, sodass die Gruppen gleich groß sind. Dabei repräsentiert die erste Gruppe stets die Gruppe mit der geringsten Belastung. Dies wird in Kapitel 3.3, „Methodik“ näher erläutert.

Abbildung 11: Datenbox

Datenbox

Umweltbewusstseinsstudie

Die Umweltbewusstseinsstudie wird im Turnus von zwei Jahren seit 1996 im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) und des Umweltbundesamtes (UBA) erhoben. Grundlage bilden 2.000 repräsentativ ausgewählte Befragte und deren Antworten auf Fragen zum Stellenwert des Umwelt- und Klimaschutzes, zur Bewertung der Umweltqualität und zur subjektiven Lärmbelästigung, zum klimabelastenden Konsum (Ökostrom, energieeffiziente Haushaltsgeräte, ...). Diese Daten liefern somit ein großes Repertoire an Umweltqualität, jedoch können anhand dieses Datensatzes keine flächendeckenden Mehrfachbelastungen für einzelne Städte oder Gesamtdeutschland analysiert werden, denn auch diese Daten liegen nur auf Ebene der Länder vor. Zusätzliche Angaben zur Gemeindegröße und BBSR Kreistyp und Wohnlage (zentral/Randgebiet Stadt, Kleinstadt/Land) können geliefert werden, helfen jedoch nicht in einer regional kleinräumig aufgegliederten Analyse.

SOEP

Das Sozio-ökonomische Panel (SOEP) ist eine repräsentative Befragung von rund 20.000 privaten Haushalten in Deutschland und wird seit 1984 jährlich erhoben. Der Datensatz deckt insbesondere Themenbereiche zum sozio-ökonomischen Hintergrund, Gesundheitszustand sowie Einstellungen und Meinungen ab. Dazu gehören auch politische Sorgen und die Einstellung zum Klimaschutz, sowie zu Luftverschmutzung und Lärmbelästigung. Für die wissenschaftliche Forschung ist der Datensatz auf Ebene der Bundesländer verfügbar, im Rahmen eines Forschungsaufenthaltes oder eines Fernrechenzugangs ist auch die Bereitstellung von Kreiskennziffern möglich. Für die Analysen der Mehrfachbelastungen wären jedoch kleinere Ebenen notwendig. Zugang zu Gemeindekennziffern und Postleitzahlen sind im Rahmen eines Aufenthalts am DIW möglich.

Deutsche Umweltstudie zur Gesundheit (GerES)

GerES (kurz für German Environmental Survey) wird seit 1985 durchgeführt und umfasst je nach Welle ca. 2.000 bis 5.000 Personen. Der Datensatz bietet bevölkerungsrepräsentative Informationen zur Belastung der Teilnehmenden durch Umwelteinflüsse insbesondere durch Schadstoffe. Dabei werden Proben der Teilnehmenden (bspw. Blut) auf Schadstoffe untersucht. Auch werden Schadstoffe im Wohnumfeld gemessen. Zusätzlich erfolgen umfangreiche Befragungen mittels Interviews und Fragebögen. Grundsätzlich ist nach individueller Absprache eine Auswertung auf aggregierter Ebene (Regionstyp, Geschlecht, ...) möglich. Alle GerES-Studien wurden vom UBA in enger Kooperation mit Gesundheitsstudien des Robert Koch-Instituts (RKI) durchgeführt. Beide Studiendatensätze können auf individueller Eben verknüpft und gemeinsam ausgewertet werden. So wurde GerES V gemeinsam mit der 2. Welle der KiGGS-Studie (Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland) des RKI durchgeführt. Dadurch liegen für alle GerES-Teilnehmenden auch umfangreiche sozio-demografische Daten und Gesundheitsinformationen vor.

Der Altersbereich der Teilnehmenden wird in jeder Welle neu definiert. Der GerES IV und V haben sich mit Kindern und Jugendlichen beschäftigt. GerES VI soll wieder die Erwachsenen in den Fokus stellen.

Quelle: Eigene Darstellung, RWI.

Tabelle 3: Übersicht Datensätze

Einzelbelastung	Datensatz	Verknüpfbarkeit	Datenanbieter	Bezugssystem
PM _{2,5}	UBA-PM _{2,5}	2 x 2km	UBA	ETRS89
Ozon (Jahresmittelwerte)	UBA-Ozon	2 x 2km	UBA	ETRS89
Ozon (Überschreitungstage)	UBA-Ozon	2 x 2km	UBA	ETRS89
Stickstoffdioxid	UBA-Stickstoff	2 x 2km	UBA	ETRS89
Lärm	Lärmkartierung	Geokoordinate	UBA	WGS84/Pseudo-Mercator
Heiße Tage	GRD_DEU_P1Y_T 2M-X_GE30	1 x 1km	DWD	Gauß-Krüger
Umweltressourcen	CORINE	100 x 100 m	EU	LAEA-Europe
Sozio-ökonomische Eigenschaften	RWI-GEO-GRID	1 x 1km	RWI	LAEA-Europe

Quelle: Eigene Darstellung, RWI.

3.2.1 Umweltbelastungen

Lärmbelastung

Verschiedene internationale Studien zeigen, dass Lärm einen negativen Einfluss auf die individuelle Gesundheit haben kann. So zeigen beispielsweise Münzel et al. (2018), dass Lärm insbesondere einen negativen Einfluss auf das kardiovaskuläre System, aber auch Stoffwechselerkrankungen und Diabetes zur Folge haben kann. Der spezifische Einfluss nächtlichen Lärms auf das kardiovaskuläre System wird in Münzel et al. (2020) untersucht. Foraster et al. (2018) zeigen, dass insbesondere die langfristige Belastung durch Straßenverkehrslärm das Risiko der Fettleibigkeit erhöhen kann. Lärm kann verschiedene Quellen und Ausprägungen haben. So kann beispielsweise Fluglärm temporär und sehr stark auftreten, während Straßenlärm häufig dauerhaft, jedoch weniger stark ausgeprägt, auftritt. UBA (2020a) zeigt, dass sich das Ausmaß der wahrgenommenen Störung durch Lärm nach Quelle unterscheidet, wobei Straßenlärm die höchste wahrgenommene Störung darstellt.

Um die Beeinträchtigung durch Lärm in die Bestimmung der Mehrfachbelastung aufzunehmen, werden vier einzelne Lärmquellen berücksichtigt (Straßen-, Schienen-, Industrie-, und Fluglärm). Als Datengrundlage dient die Lärmkartierung aus dem Jahr 2017, die im Rahmen der EU-Umgebungslärmrichtlinie erstellt wurde. Es wird auf den Lärmindex L_{DEN} , welcher in Dezibel (dB) angegeben wird, zurückgegriffen. Der jeweilige, je Region ausgewiesene, Lärm ist dabei ein energetisch gemittelter Wert über ein Kalenderjahr. Das heißt in den ausgewiesenen Werten ist sowohl der Tag als auch der Abend bzw. die Nacht berücksichtigt, wobei die Lärmquelle entsprechend gewichtet wird. Im Speziellen bedeutet das, dass der Tag mit 12 Stunden, der Abend mit 4 Stunden und die Nacht mit 8 Stunden in den Lärmindex einfließen. Zusätzlich wird der Abendwert um 5 dB und der Nachtwert um 10 dB erhöht, um die Lärmbelastung zu besonders empfindlichen Zeiten hervorzuheben. Die genaue Berechnungsformel des Lärmindex L_{DEN} kann der 34. Bundes-Immissionsschutzverordnung über die Lärmkartierung (BImSchV) (2016) entnommen werden.

Um eine flächendeckende Aussage bezüglich der Umweltbelastung, auch mit Blick auf andere Umweltfaktoren, machen zu können, werden im nächsten Schritt die Lärmkarten auf ein deutschlandweites 1 x 1km Raster übertragen. Dazu werden die Lärmkarten, welche als Polygon-Shapefiles für die Quellen Schienen-, Flug-, Industrie-, und Straßenlärm vorliegen, mit dem Raster mittels der Funktion "st_join" aus der R-Bibliothek "sf" (Pebesma et al., 2021) verschnitten. Im Fall, dass eine Rasterzelle mehrere Lärmzonen einbezieht, wird das arithmetische Mittel aus den Lärmzonen als Lärmwert für die jeweilige Rasterzelle festgelegt. Dieses Vorgehen wird für alle Lärmquellen gleichermaßen angewandt.

Schiene­nlärm definiert sich über die Haupt­eisenbahnstrecken, die mehr als 30.000 Zugfahrten pro Jahr aufweisen. Zusätzlich wird der Datensatz in Ballungszentren (Regionen mit über 100.000 Einwohnern) um deren Schienenstrecken ergänzt. Diese Ergänzung beinhaltet insbesondere sonstige Schienenwege von Eisenbahnen nach dem Allgemeinen Eisenbahngesetz und Schienenwege von Straßenbahnen nach dem Personenbeförderungsgesetz (vgl. 34. BImSchV, 2016).

Analog definiert sich der Straßenlärm über die Hauptverkehrsstraßen und Straßen in Ballungsräumen. Dabei wird auf Straßen mit einem Verkehrsaufkommen von mindestens 3 Million Fahrzeugen pro Jahr, sog. Hauptverkehrsstraßen, zurückgegriffen, welche um sonstige Straßen in Ballungszentren ergänzt werden.

Da Industrie hauptsächlich in Städten oder stadtnahen Gebieten zu verorten ist, konzentriert sich die Lärmkartierung der Industrie ausschließlich auf Ballungsräume. Zusätzlich werden in Ballungsräumen die Lärm­daten um Häfen der Binnen- oder Seeschifffahrt erweitert, die eine Gesamtumschlagleistung von mehr als 1,5 Millionen Tonnen pro Jahr aufweisen (Rink und Herhold, 2020). Grundsätzlich ergibt sich durch die spezifische Berücksichtigung einzelner Regionen (Ballungsgebiete) ein Problem in der Vergleichbarkeit der regionalen Belastungsunterschiede.

Die Fluglärm­daten werden für die Mehrfachbelastung auf folgende Städte und deren entsprechenden Großflughäfen beschränkt: Hamburg, Berlin (Flughafen Tegel und Schönefeld), Hannover, Leipzig/Halle, Düsseldorf, Köln-Bonn, Frankfurt am Main, Nürnberg, Stuttgart und München. Zusätzlich sind Flughäfen mit weniger als 50.000 Flugbewegungen pro Jahr in Ballungsräumen inkludiert. Darunter fallen die Städte: Bremen, Dortmund, Essen/Mülheim, Mainz und Mannheim.

Für alle vier Lärmquellen ist anzumerken, dass die Begrenzung auf Hauptquellen bzw. spezifische Städte im Fall von Fluglärm durch die Lärmkartierung und die entsprechend erfassten Daten gegeben ist. Eine Inklusion von anderen Schienen, Straßen, Industrieanlagen oder Flughäfen ist flächendeckend nicht möglich, da keine Daten innerhalb der Lärmkartierung vorliegen.

Die einzelnen Lärmquellen gehen nicht einzeln in die Darstellung der Mehrfachbelastung ein, sondern wurden zu einer Variablen zusammengefasst. Der Grund ist die fehlende allgemeingültige Evidenz, inwieweit Menschen Unterschiede zwischen den einzelnen Lärmquellen wahrnehmen. Zwar gibt es Untersuchungen (vgl. z.B. Griefahn et al., 2006), die besagen, dass unterschiedliche Lärmquellen sich unterschiedlich auswirken. Allerdings legt dies nicht nahe, wie z.B. ein Flugzeuglärmwert in einen Straßenlärmwert umzurechnen wäre. Mit dieser Begründung und zusammen mit der kleinräumigen Ebene, auf der die Mehrfachbelastung bestimmt werden soll, wurde eine Gleichgewichtung angesetzt. Dafür wurden die Lärmpegel der einzelnen Quellen, analog zur Vorgehensweise des Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG, 2021), entsprechend der folgenden Formel addiert:

$$L = 10 \log \sum_i 10^{0,1L_i}$$

L definiert dabei den Lärmpegel und i die jeweilige Lärmquelle. Dabei erfolgt keine spezielle Gewichtung. Im Folgenden werden dann die Lärmwerte entsprechend Tabelle 4 kategorisiert, sodass jede Rasterzelle einer Lärmkategorie zugeordnet werden. Die Kategorien dienen als Score für die Ermittlung der Mehrfachbelastung, die in Zusammenspiel mit den anderen Umweltbelastungen für jedes Raster bestimmt wird.

Tabelle 4: Kategorisierung der Lärmbelastung

Kategorie	Lärmpegel in dB
0	$0 \leq \text{Lärmpegel} < 55$
1	$55 \leq \text{Lärmpegel} \leq 60$
2	$60 < \text{Lärmpegel} \leq 65$
3	$65 < \text{Lärmpegel} \leq 70$
4	Lärmpegel > 70

Quelle: Eigene Berechnung und Darstellung, RWI.

Die jeweiligen Kategorien der Lärmbelastung orientieren sich dabei nicht an Grenzwerten, die in der Gesundheitsforschung als kritisch für den Menschen definiert werden, sondern richten sich nach der Kategorisierung durch die Lärmkartierung. Die Kategorisierung erfolgt in fünf Klassen, wobei die unterste Kategorie als unterhalb der Belastungsschwelle von 55 dB definiert wird. Es wird also angenommen, dass Lärm erst ab 55 dB eine besondere Beeinträchtigung darstellt. Das geht auch aus der Lärmkartierung hervor, wo die unterste Lärmkategorie bei 55 dB startet. Die nachfolgenden Kategorien 1-3 in Tabelle 4 orientieren sich ebenfalls an der Lärmkartierung. Lediglich die oberste Kategorie 4 fasst die letzten Klassen in der Lärmkartierung zusammen. In der Lärmkartierung endet die Erfassung mit Werten größer gleich 75 dB. Hier wird, auch um eine einheitliche Einteilung in fünf Kategorien zu gewährleisten, die oberste Kategorie mit einem Wert von 70 dB angenommen.

Luftqualität

Hinsichtlich der Gesundheit und auch der Sterbewahrscheinlichkeit ist die Luftqualität ein vielfach diskutiertes Thema. Miller und Newby (2020) sowie Hamanaka und Mutlu (2018) zeigen den negativen Effekt von Feinstaub auf das kardiovaskuläre System (und den Stoffwechsel), während Brook et al. (2016) einen negativen Einfluss von Luftverschmutzung auf die Insulinresistenz aufzeigen. Aufgrund dieser gesundheitlichen Beeinträchtigungen durch zu hohe Luftverschmutzung ergeben sich politische, aber auch planerische Konsequenzen auf lokaler bis hin zur internationalen Ebene. Um die Luftqualität abzubilden, werden verschiedene Datensätze des Umweltbundesamts herangezogen. Die Daten sind als Jahresmittelwerte für die Schadstoffe Stickstoffdioxid (NO₂) und Feinstaub (PM_{2,5}) auf einem 2 x 2 km Raster verfügbar. Zusätzlich wird Ozon (O₃) als Anzahl der Tage, die das täglichen Maximum des 8-Stunden-Mittelwertes von 120 µg/m³ überschreiten, dem Datensatz hinzugefügt. Stickstoffdioxid entsteht insbesondere bei der Verbrennung von Brenn- und Treibstoffen. Wichtigster Treiber des Stickstoffdioxidausstoßes ist somit der Verkehr. Bei Hitze, beispielsweise im Sommer, entsteht Ozon durch komplexe photochemische Prozesse aus Vorläufersubstanzen. Neben flüchtigen organischen Verbindungen (aus beispielsweise Lacken, Verkehrsemissionen und der

natürlichen Vegetation) stellen Stickstoffoxide die wichtigste Gruppe dieser Vorläufersubstanzen dar. Feinstaub wird anhand der Partikelmasse bestimmter Teilchengrößen gemessen. PM ("Particulate Matter") gibt die maximale Größe der Partikel (in Mikrometer) an, die Feinstaub haben darf, um noch zu der jeweiligen Kategorie zu zählen – PM_{2,5} ist eine Teilmenge von PM₁₀. Durch ihre geringe Größe können die Feinstaubpartikel (insbesondere PM_{2,5}) lange in der Atmosphäre verweilen und bis in die Lungenbläschen gelangen, wo sie die Gesundheit der Individuen beeinflussen.

Im Rahmen der Datenaufbereitung werden die Daten im ersten Schritt auf das 1 x 1 km Raster umgerechnet, wie es bereits bei der Lärmkategorisierung Anwendung findet. Ähnlich wie zuvor für die Lärmbelastung werden unter Zuhilfenahme der "sf" R-Bibliothek (insbesondere der Funktion "st_join"; Pebesma et al., 2021) beide Raster miteinander verschnitten. Falls eine 1 x 1km Rasterzelle mehrere Zellen des Luftverschmutzungsdatensatzes einbezieht, wird wie bei der Lärmbelastung der Mittelwert als Schadstoffwert zugewiesen.

Analog zu den Lärmdaten werden die Schadstoffkonzentrationen nicht auf Basis gesundheitsgefährdender Grenzwerte, sondern anhand von Quintilen definiert, wie in den Tabellen 5 bis 7 dargestellt. Nähere Erläuterungen zur Quintilsbildung sind Kapitel 3.3 zu entnehmen.

Tabelle 5: Kategorisierung des Schadstoffs NO₂

Kategorie	Schadstoffkonzentration in µg/m ³
0	0 ≤ Konzentration ≤ 8,1
1	8,1 < Konzentration ≤ 9,1
2	9,1 < Konzentration ≤ 10,2
3	10,2 < Konzentration ≤ 11,9
4	Konzentration > 11,9

Anmerkung: Die Einteilung erfolgt auf Basis von Quintilen und orientiert sich nicht an gesundheitsbasierten Werten, da die Daten als Jahresmittelwerte vorliegen.

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, RWI.

Tabelle 6: Kategorisierung des Schadstoffs PM_{2,5}

Kategorie	Schadstoffkonzentration in µg/m ³
0	0 ≤ Konzentration ≤ 9,2
1	9,2 < Konzentration ≤ 9,9
2	9,9 < Konzentration ≤ 10,5
3	10,5 < Konzentration ≤ 11,2
4	Konzentration > 11,2

Anmerkung: Die Einteilung erfolgt auf Basis von Quintilen und orientiert sich nicht an gesundheitsbasierten Werten, da die Daten als Jahresmittelwerte vorliegen.

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, RWI.

Tabelle 7: Kategorisierung des Schadstoffs O₃ (Überschreitungstage)

Kategorie	Anzahl an Überschreitungstagen
0	$0 \leq \text{Anzahl} \leq 11$
1	$11 < \text{Anzahl} \leq 14$
2	$14 < \text{Anzahl} \leq 18$
3	$18 < \text{Anzahl} \leq 22$
4	Anzahl > 22

Anmerkung: Als Grenzwert für eine Überschreitung gilt das tägliche Maximum des 7-Stunden-Mittelwertes von 120 µg/m³. Die Einteilung erfolgt auf Basis von Quintilen und orientiert sich nicht an gesundheitsbasierten Werten.

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, RWI.

Die Daten stehen für die Jahre 2004 – 2018 der wissenschaftlichen Forschung über das Umweltbundesamt zur Verfügung. Um eine Verschneidung der Daten mit den anderen Umweltqualitätsdaten zu ermöglichen, wird für die nachfolgenden Analysen ausschließlich das Jahr 2018 verwendet.

Heiße Tage

Im Zusammenhang mit dem Klimawandel kommt es vermehrt zu einer Diskussion des Einflusses von heißen Tagen auf die Gesundheit. Insbesondere Hitzeperioden, d.h. mehrtägig anhaltende extreme Hitze, gelten als besonders bedeutsam hinsichtlich eines negativen Effektes auf die menschliche Gesundheit (vgl. Matzarakis et al., 2011).

Die klimatologische Kenngröße des heißen Tages wird dabei vom Deutschen Wetterdienst (DWD) herangezogen. Hierbei wird ein Tag als heißer Tag definiert, wenn dessen Maximaltemperatur mindestens 30 Grad Celsius beträgt.

Die Grundlage für den Datensatz sind Messungen von etwa 2.000 engmaschig über Deutschland verteilten Wetterstationen, die haupt- oder ehrenamtlich betrieben werden (Kaspar et. al, 2017) und somit die regionalen Unterschiede gut abdecken. Der Datensatz erlaubt es, detaillierte räumliche Variabilität abzubilden, beispielsweise sind innerstädtische Unterschiede in der Anzahl heißer Tage erkenntlich.

Die Temperaturmessungen der Wetterstationen werden mit Hilfe eines dreistufigen Verfahrens aufbereitet und flächendeckend auf Raster verteilt: Dabei werden mithilfe eines univariaten Regressionsmodells mit „Höhe“ als unabhängiger Variable die Messungen auf Meeresebene vorhergesagt und anschließend in Lufttemperatur umgerechnet. Im dritten Schritt wird dann die Anzahl der heißen Tage auf ein 1 x 1 km Raster interpoliert. Eine detaillierte Beschreibung der Interpolation findet sich in Müller-Westermeier (1995). Für das vorliegende Projekt werden heiße Tage für das Jahr 2018 verwendet.

Die dabei erzeugten Raster sind nicht einheitlich mit den genutzten INSPIRE-konformen Rastern der anderen Belastungen und der Sozialdaten. Für die Darstellung der Mehrfachbelastungskarten in Kapitel 3.4 müssen diese Daten daher umgerechnet werden.

Hier erfolgt die Zuordnung zu den 1 x 1 km Rastern analog zur Lärmbelastung über das arithmetische Mittel, wobei hierbei die Rasterzellen bereits die Fläche 1 x 1 km umfassen.

Tabelle 8 zeigt die Aufteilung der Anzahl heißer Tage auf die jeweiligen Belastungskategorien. Der niedrigsten Kategorie werden solche Raster zugeordnet, in denen weniger als 15 heiße Tage

verzeichnet wurden. Wurden im Jahr mehr als 28 heiße Tage verzeichnet, werden die Raster der fünften Kategorie zugeordnet.

Tabelle 8: Kategorisierung der Anzahl Heißer Tage

Kategorie	Anzahl Heiße Tage im Raster	Klassengröße (in %)
0	$0 \leq \text{Anzahl} \leq 14$	27,56
1	$14 < \text{Anzahl} \leq 8$	17,28
2	$18 < \text{Anzahl} \leq 2$	21,92
3	$22 < \text{Anzahl} \leq 28$	16,90
4	$28 < \text{Anzahl} \leq 51$	16,33

Anmerkungen: Die Einteilung erfolgt auf Basis von Quintilen und orientiert sich nicht an gesundheitsbasierten Werten, da die Daten als Jahresmittelwerte vorliegen.

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, RWI.

Distanz zu Umweltressourcen

Umweltressourcen sollen im Rahmen der Mehrfachbelastungsanalyse positiv assoziierte Natur umfassen, die für den Menschen einen Erholungs- bzw. Freizeitwert darstellt. Da sich die Analysen in dieser Arbeit mit Umweltbelastungen beschäftigen, wird die Abwesenheit von Umweltressourcen, ausgedrückt über die Distanz, als Belastung definiert. Es sollte beachtet werden, dass eine trennscharfe Definition von positiv assoziierter Natur hierbei nicht erfolgt, und dies über den Rahmen dieses Berichtes hinausgehen würde. Claßen und Bunz (2018) geben beispielsweise eine Übersicht über die mehrfach belegten positiven Effekte der Naherholung auf mentales, körperliches und soziales Wohlbefinden, wobei ein Naturraum auch unterschiedliche Qualität und folglich unterschiedlich starken Einfluss als Umweltressource haben kann. Darüber hinaus existiert eine umfangreiche Literatur zu den Vorteilen von Ökosystemen für Menschen (Ökosystemdienstleistungen) auch mit Blick auf die Bereitstellung von Erholungsfunktionen, siehe Millennium Ecosystem Assessment (2005) oder Grunewald und Bastian (2013). Innerhalb einer Stadt kann beispielsweise die Nähe zu einem Park oder See ein Ausgleich zu Straßenlärm sein. In ländlichen Regionen kann zwischen kultivierten Flächen, d.h. für Landwirtschaft genutzte Flächen, und naturbelassenen (oder für den Erholungswert geschaffenen) Flächen unterschieden werden, da landwirtschaftliche Nutzung auch zu Umweltbelastungen führen kann.

Als Hauptparameter zur Ermittlung der Umweltressourcen dient die Landbedeckung. Um diese darstellen zu können, wird der CORINE (Coordination of Information on the Environment) („Koordinierung von Informationen über die Umwelt“) Land Cover Datensatz verwendet. Dieser wird seit Mitte der 1980er Jahre im Auftrag der europäischen Umweltagentur basierend auf digitalen Satellitenbildern der EU-Mitgliedsstaaten erhoben und hinsichtlich der Flächennutzung einheitlich ausgewertet und kategorisiert. Insgesamt werden 44 Corine Land Cover Kategorien definiert, die hierarchisch organisiert sind und die sich in folgende fünf Übergruppen zusammenfassen lassen: Bebaute Flächen, Landwirtschaftliche Flächen, Wälder und naturnahe Flächen, Feuchtflächen und Wasserflächen. Für die Analysen der Mehrfachbelastung sollen nur jene Landbedeckungen berücksichtigt werden, die positiv assoziiert sind und keine dauerhaft

kultivierten Flächen sind (Bolund und Hunhammar, 1999).⁴² Die Kategorien beziehen sich dabei auf ein Raster in der Auflösung von 100 x 100 m².

Die CORINE Daten sind INSPIRE-konform und können somit gut mit dem Hauptdatensatz verknüpft werden. Zudem werden die Daten für die Jahre 1990, 2000, 2006, 2012, 2018 kostenlos zur Verfügung gestellt. Weiterführende Informationen zur Erstellung des Datensatzes finden sich in Heymann et al. (1994).

Die CORINE Daten sollen in der Beschreibung der Mehrfachbelastung die positiven Umwelteinflüsse darstellen. Um das in Kapitel 3.3 beschriebene Modell der Mehrfachbelastung jedoch möglichst einfach und nachvollziehbar zu halten, wird von jedem Zellmittelpunkt die Distanz (Luftlinie) zur nächsten Umweltressource berechnet. Im Gegensatz zu den anderen Datensätzen werden die CORINE Daten nicht aggregiert und anschließend verknüpft. Stattdessen erfolgt die Verknüpfung über die Distanz, da Umweltressourcen in der Umgebung nutzbar sind: Jeder Rasterzelle im Grunddatensatz wird die nächstgelegene (Luftlinie) Umweltressource zugeordnet.⁴³

Je größer die Distanz zu einer Ressource, desto geringer wird die Ressource bewertet. Die Berechnung der Distanz erfolgt vom Mittelpunkt eines 1 x 1 km Raster zur nächstliegenden Rasterzelle der CORINE-Daten, welche eine Größe von 100 x 100 m hat. Somit wird sichergestellt, dass jeweils die kürzeste Distanz berücksichtigt wird. Dabei wird jedoch nicht unterschieden, welche Umweltressource innerhalb dieser Distanz erreicht wird. Analog zu den Umweltbelastungen wird auch die Distanz in Quintile eingeteilt, die in Tabelle 9 dargestellt werden. Zum Beispiel wird eine Rasterzelle, die etwa 70 Meter vom nächstgelegenen Park entfernt ist, in die erste Gruppe eingeteilt, während eine Rasterzelle, die etwa 3 Kilometer von der nächsten Wasserfläche entfernt ist, in die fünfte Gruppe eingeteilt wird.

Tabelle 9: Kategorisierung der Distanz zur Umweltressource

Kategorie	Distanz in Metern
0	[0, 71]
1	[72, 159]
2	[160,452]
3	[452, 983]
4	[984, 8444]

Anmerkung: Die Einteilung erfolgt auf Basis von Quintilen.

Quelle: Eigene Berechnung und Darstellung, RWI. Basierend auf Daten der Europäischen Union.

3.2.2 Sozio-ökonomische Daten: RWI-GEO-GRID

Um die sozialen Aspekte der Umweltpolitik und der Umwelteinflüsse darstellen zu können, bedarf es detaillierter sozio-ökonomischer Eigenschaften von Haushalten, die möglichst umfassend und kleinräumig verfügbar sind. Zur Darstellung von Mehrfachbelastungen nach sozialen Gruppen wird auf den Datensatz RWI-GEO-GRID zurückgegriffen. Dieser Datensatz liegt

⁴² Die Umweltressourcen werden demnach im Rahmen dieser Analyse durch folgende Kategorien definiert: Gewässerläufe, Gletscher- und Dauerschneegebiete, Heiden und Moorheiden, Lagunen, Laubwälder, Meere und Ozeane, Mischwälder, Mündungsgebiete, Nadelwälder, Obst- und Beerenobstbestände, Städtische Grünflächen, Strände, Dünen und Sandflächen, Wasserflächen, Weinbauflächen, in der Gezeitenzone liegende Flächen.

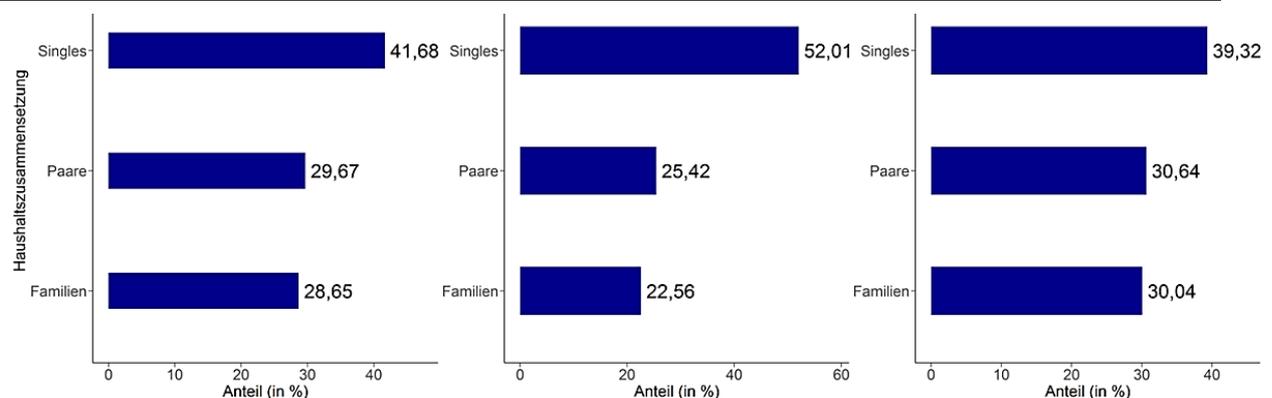
⁴³ Dieses Vorgehen wäre auch mit einem Datensatz möglich, der nicht INSPIRE-konform ist. Jedoch garantiert die Konformität, dass die Distanzen nicht irregulär sind.

auf Ebene des 1 x 1 km Rasters flächendeckend für alle bevölkerten Rasterzellen in Deutschland vor. In dieser Auflösung gibt es keine amtlichen Daten. Die hier verwendeten Daten werden von dem kommerziellen Micro- und Geomarketing-Anbieter Micromarketing-Systeme und Consult GmbH (microm) erhoben. Dem Datensatz liegen mehr als eine Milliarde einzelner Datenpunkte vor, die aus verschiedenen Datenquellen, von der amtlichen Statistik bis hin zu Daten von privaten Anbietern, bezogen werden. Die Datenpunkte liegen für 40,9 Millionen Haushalte in Deutschland vor, wobei das finale Datenprodukt Informationen zu rund 20 Millionen Häusern enthält. Diese Daten werden von microm durch offizielle Datenquellen validiert (Breidenbach und Eilers, 2018).

Dem RWI liegen damit eine Vielzahl verschiedener sozio-ökonomischer Haushaltseigenschaften vor. In den Analysen zur Betroffenheit nach sozialen Gruppen werden fünf soziale Merkmale untersucht: Haushaltstypen, Haushaltskaufkraft, Migrationshintergrund, Erwerbstätigkeit und Demografie. Diese Merkmale lassen die Untersuchung sowohl hinsichtlich unterschiedlicher Lebensphasen und Lebensentwicklungen als auch hinsichtlich unveränderbarer Merkmale (Migrationshintergrund) zu. Da das RWI-GEO-GRID für jede Rasterzelle aggregierte Daten beinhaltet, können Merkmale nicht beliebig kombiniert werden, um beispielsweise Interaktionen zwischen Merkmalen darzustellen. Zusätzlich wird die Analyse nach räumlichen Gesichtspunkten untergliedert. Dabei wird die Untersuchung einmal für Gesamtdeutschland, für die 15 größten Städte und für Gesamtdeutschland ohne die 15 größten Städte (im Folgenden auch als Großstädte bezeichnet) durchgeführt.

Der Haushaltstyp wird in drei Kategorien untergliedert: Familien, Paare und Singles. Je Rasterzelle ist jeweils der Prozentsatz für die jeweilige Gruppe angegeben. Anhand der errechneten absoluten Zahl der Haushalte je Kategorie wird ermittelt, wie viele Haushalte von einer bestimmten Mehrfachbelastung betroffen sind. Abbildung 12 zeigt die Verteilung der einzelnen Haushaltstypen für die jeweilige räumliche Untergliederung des Datensatzes.

Abbildung 12: Verteilung Haushaltstypen



Anmerkung: Verteilung Haushaltstypen (Singles, Familien, Paare) jeweils für Gesamtdeutschland (linkes Panel), Großstädte (mittleres Panel) und Gesamtdeutschland ohne Großstädte (rechtes Panel) für das Jahr 2018.

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, RWI. Auf Basis der RWI-GEO-GRID Daten.

Es zeigt sich, dass die Singlehaushalte den größten Anteil in allen drei Datensätzen stellen, wobei sie in den Großstädten mit über 50 Prozent deutlich stärker vertreten sind als in den anderen räumlichen Abgrenzungen. Kartografisch ist die Verteilung der Haushaltstypen in Abbildung B1 im Anhang B dargestellt.

Das Merkmal Kaufkraft ist definiert als die Summe des jährlichen Haushaltsnettoeinkommens pro Raster. Kaufkraft beinhaltet alle Nettoeinkünfte aus Arbeit, Kapitalvermögen,

Wohneigentum inklusive Transferleistungen und Renten (microm, 2019). Hier wird die Kaufkraft als durchschnittliches verfügbares Einkommen je Haushalt für jede Rasterzelle umgerechnet. Es gibt somit Durchschnittswerte pro Rasterzelle an, sodass die Spannweite deutlich schmäler ist als bei Daten zu individuellen Haushaltseinkommen. Die Haushaltseinkommen werden in den weiteren Analysen in vier selbst gewählte Kategorien eingeteilt⁴⁴ (vgl. Tabelle 10). Die Kategorien sind so gewählt, dass 10.000er-Schritte als Klassengrenzen genutzt werden und der Median bestmöglich in den mittleren Kategorien liegt. Kartografisch ist die Verteilung der Kaufkraft in Abbildung B2 im Anhang B dargestellt.

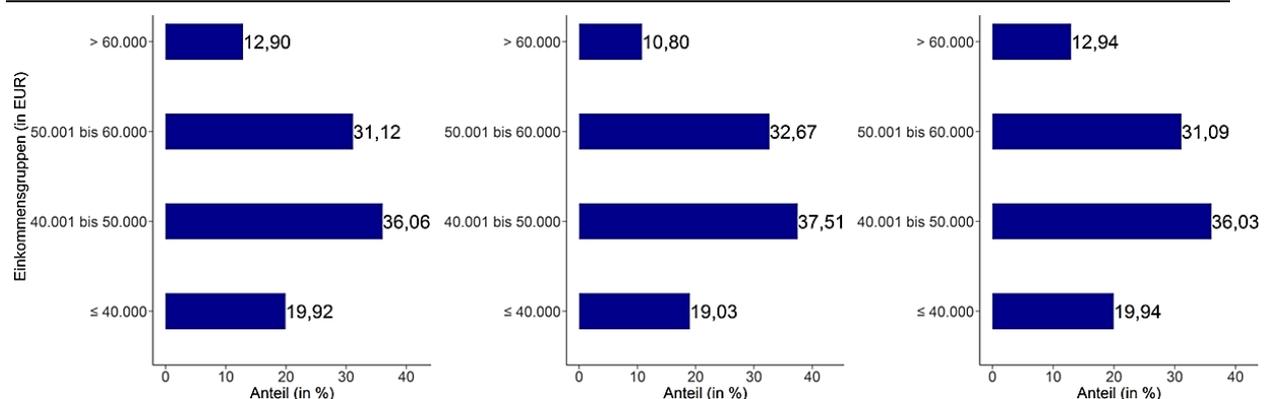
Tabelle 10: Kategorisierung der Haushaltskaufkraft

Kategorie	Haushaltskauf in EUR	Klassenbreite (in %)
1	Unter 40.000	19,92
2	40.001 bis 50.000	36,06
3	50.001 bis 60.000	31,12
4	Über 60.000	12,90

Quelle: Eigene Einteilung und Darstellung, RWI. Auf Basis der RWI-GEO-GRID Daten.

Abbildung 13 stellt die Verteilung der vier Kaufkraftgruppen dar.

Abbildung 13: Verteilung Haushaltskaufkraft



Anmerkung: Verteilung Haushaltskaufkraft für die Gruppen weniger als 40.000€/ Jahr, bis zu 50.000€/ Jahr, bis zu 60.000€/ Jahr und über 60.000€/ Jahr jeweils für Gesamtdeutschland (linkes Panel), Großstädte (mittleres Panel) und Gesamtdeutschland ohne Großstädte (rechtes Panel) für das Jahr 2018.

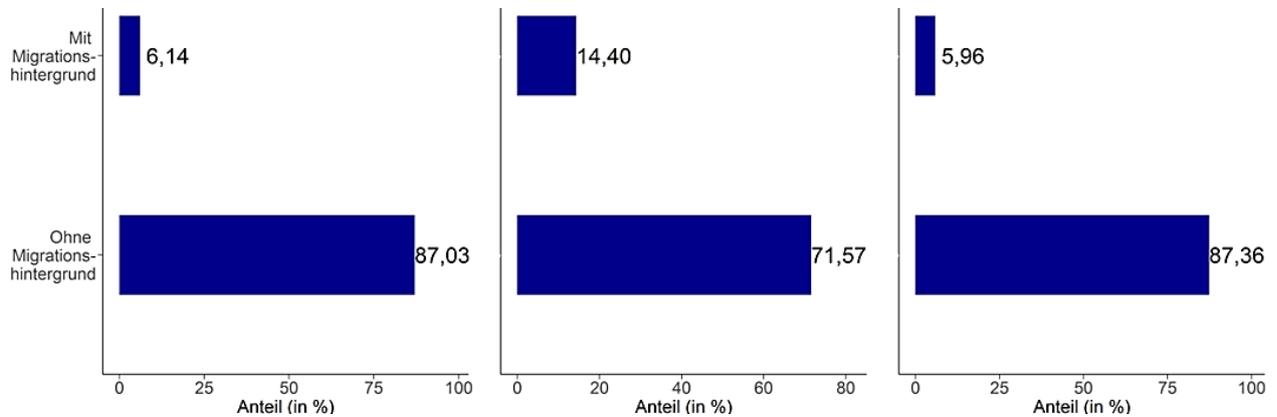
Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, RWI. Auf Basis der RWI-GEO-GRID Daten.

Der Migrationshintergrund wird von microm anhand einer Vor- und Nachnamenanalyse ermittelt. Die Variable basiert nicht auf Informationen über das Geburtsland, dennoch dient diese Variable als ein für diese Untersuchung ausreichend genauer Proxy für die ethnische Herkunft. Die Daten erlauben somit grundsätzlich eine Analyse nach einzelnen Herkunftsgruppen. Zur übersichtlichen Ergebnisdarstellung werden die Informationen zunächst aber nur in die Klassen "Mit Migrationshintergrund" und "Ohne Migrationshintergrund"

⁴⁴ Wobei hier zur besseren Lesbarkeit auf die Berechnung von Quintilen verzichtet wird. Stattdessen wird eine händische Kategorisierung vorgenommen. Basierend auf dieser Einteilung wird widerspiegelt, dass der Großteil der Haushalte eine Kaufkraft zwischen 40.000 und 60.000 Euro (pro Jahr) haben. Eine feinere Unterteilung gerade in den Randbereichen unter 40.000 Euro und über 60.000 Euro resultiert in sehr kleinen Beobachtungszahlen, weshalb eine gröbere Einteilung benutzt wird.

eingeteilt und ausgewertet. Dabei zeigt Abbildung 14 die Verteilung der beiden Gruppen für die jeweiligen räumlichen Untergliederungen.

Abbildung 14: Verteilung Migrationshintergrund

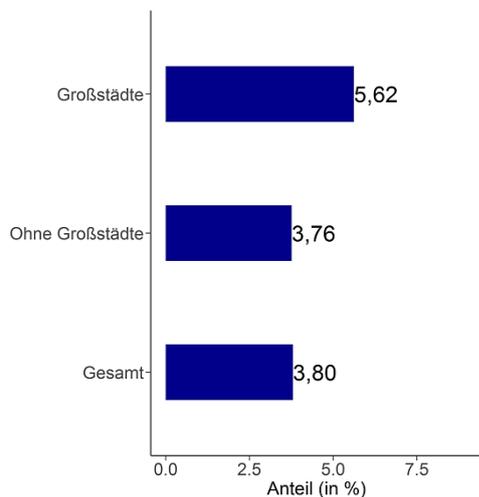


Anmerkung: Verteilung Migrationshintergrund jeweils für Gesamtdeutschland (linkes Panel), Großstädte (mittleres Panel) und Gesamtdeutschland ohne Großstädte (rechtes Panel) für das Jahr 2018.

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, RWI. Auf Basis der RWI-GEO-GRID Daten.

Zudem soll die Mehrfachbelastung hinsichtlich des Erwerbsstatus dargestellt werden. Der RWI-GEO-GRID beinhaltet die Anzahl an Personen und die Arbeitslosenquote pro Rasterzelle. Zunächst wird die Zahl der Erwerbspersonen bestimmt, welche als Altersgruppe zwischen 15 und 65 Jahren definiert wird. Zusammen mit der Arbeitslosenquote bzw. deren Gegenwert und der arbeitsfähigen Bevölkerung wird die Zahl der Erwerbslosen bestimmt. Die verbliebenen Personen der Altersgruppe werden den Erwerbstätigen zugerechnet.⁴⁵ Abbildung 15 weist die Verteilung der erwerbslosen Bevölkerung aus.

Abbildung 15: Anteil der Erwerbslosen



Anmerkung: Verteilung Erwerbslose jeweils für Gesamtdeutschland (unten), Gesamtdeutschland ohne Großstädte (Mitte) und Großstädte (oben) für das Jahr 2018.

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, RWI. Auf Basis der RWI-GEO-GRID Daten.

⁴⁵ Die Grundlage der Unterteilung bildet damit die Zahl der Arbeitslosen. Da nicht alle Personen, die nicht erwerbstätig sind, zwingend auch arbeitslos gemeldet sind, wird die Gruppe der „Erwerbstätigen“ daher auch Personen umfassen, die nicht am Erwerbsleben teilnehmen, aber nicht arbeitslos gemeldet sind.

Um demografische Unterschiede darstellen zu können, soll zudem die Umweltbetroffenheit nach Altersgruppen dargestellt werden. Der Datensatz ermöglicht eine Untergliederung nach Geschlecht und Alter, wobei 17 Altersgruppen von 0 bis über 75 Jahren im Datensatz enthalten sind. Da eine so feine Unterteilung die Analysen mit Hinblick auf Übersichtlichkeit verkomplizieren würde, werden die Altersgruppen in gröbere Kategorien eingeteilt (vgl. Tabelle 11). Kartografisch ist die Verteilung nach Altersgruppen in Abbildung B3 im Anhang B dargestellt.

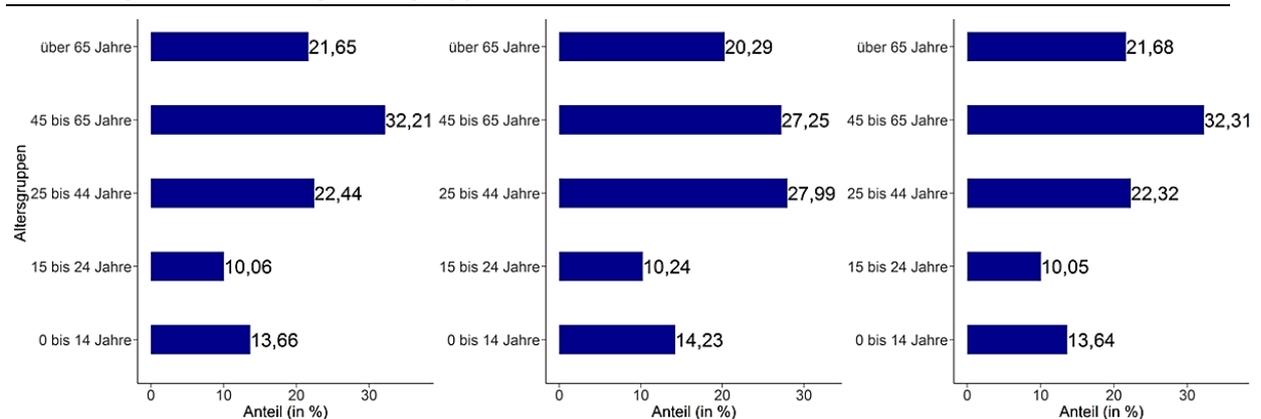
Tabelle 11: Kategorisierung der Altersgruppen

Kategorie	Altersgruppe in Jahren
1	Von 0 bis 14
2	Von 15 bis 24
3	Von 25 bis 44
4	Von 45 bis 65
5	Über 65

Quelle: Eigene Einteilung und Darstellung, RWI.

Die Verteilung der einzelnen Altersgruppen ist in Abbildung 16 gezeigt.

Abbildung 16: Verteilung Altersgruppen



Anmerkung: Verteilung Altersgruppen jeweils für Gesamtdeutschland (linkes Panel), Großstädte (mittleres Panel) und Gesamtdeutschland ohne Großstädte (rechtes Panel) für das Jahr 2018.

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, RWI. Auf Basis der RWI-GEO-GRID Daten.

3.3 Definition des Indikators „Mehrfachbelastung“

Die Erstellung eines eindimensionalen Indikators der Mehrfachbelastung setzt eine Vereinheitlichung der einbezogenen Datenquellen der Einzelbelastungen voraus. Das gilt sowohl für die einheitliche Darstellung der Belastungsintensität über alle Einzelindikatoren hinweg als auch für die einheitliche räumliche Projektion der Daten. Die einheitliche räumliche Projektion der Daten wurde durch die in Kapitel 3.2 beschriebenen Aggregations- und Verknüpfungsschritte erreicht. Das Ergebnis ist ein Rasterdatensatz, der allen Rasterzellen in Deutschland jeweils eine Kategorie für die sechs Einzelbelastungen zuweist. Dabei ist zu beachten, dass in dieser Studie keine vertiefende Auseinandersetzung mit den einzelnen Indikatoren stattfindet, da das Ziel die anwendungsbezogene Erstellung eines Gesamtindikators ist.

Die einheitliche Darstellung der Belastungsintensitäten wird erreicht, indem jede metrische Einzelbelastung in jeweils fünf Kategorien eingeteilt wird. Wenn keine etablierten Werte zur Gruppenbildung vorliegen, werden die Gruppen auf Basis der empirischen Quantile $p = 0.2, 0.4, \dots, 1$ gebildet (Quintile). Beispielsweise ist das 0.2 Quintil der Belastungswert, den 20% der Daten nicht überschreiten. Bei Quintilen werden die Beobachtungseinheiten entsprechend ihrer Häufigkeit in fünf gleich große Gruppen unterteilt. Das erste Quintil umfasst dann die 20% aller Raster, die die niedrigste Belastung nach einem jeweiligen Faktor aufweisen. Das fünfte Quintil umfasst spiegelbildlich die 20% aller Raster mit den höchsten Belastungen. Die Grenzwerte zwischen den Quintilen werden entsprechend so gesetzt, dass alle einzelnen Quintile jeweils ein Fünftel (20%) der gesamten Raster umfassen.

Mit dem Quintils-Verfahren ergibt sich für jede berücksichtigte Umweltbelastung und Umweltressource ein in fünf Intensitäten unterteilter Belastungsindikator. Die Raster in der Gruppe mit der niedrigsten Belastung (mit dem besten Ressourcenzugang) bekommen für diesen Einzelindikator den Wert „0“ zugeordnet. Diejenigen mit der höchsten Belastung erhalten den Wert „4“.

Beispielsweise werden bei der Einzelbelastung „heiße Tage“ alle Raster in Kategorie „0“ eingeteilt, die unterhalb des empirischen 0.2-Quantil (berechnet über alle Rasterzellen) liegen. Dadurch ist die Anzahl Raster in jeder Kategorie etwa gleich groß. Bei der Lärmbelastung und bei der Luftverschmutzung werden die Belastungen zuerst aggregiert, bevor diese in den Einzelindikator eingehen.

Diese Vorgehensweise ist letztendlich nur eine von verschiedenen Möglichkeiten, beispielsweise können die Gruppen auch durch eine Clusteranalyse gebildet werden. Dabei hat jede Möglichkeit Vor- und Nachteile, wie beispielsweise die Anfälligkeit für Ausreißer und der allgemeine Informationsverlust durch die Kategorisierung von metrischen Variablen. Die Vorteile der Quintilsbildung sind: (1) Die Methode ist datengetrieben, (2) Robustheit gegenüber Ausreißern (3) feste Klassengrößen und (4) leichte Verständlichkeit. Der Hauptnachteil ist die „Authors‘ Choice“ in der Auswahl der Anzahl von Klassen.

Vom präferierten Verfahren der Bildung von Quintilen wird nur abgewichen, wenn bereits vorgegebene (bzw. etablierte) Belastungsgrenzen genutzt werden können (gilt bei der Lärmbelastung, die in Intensitätsgruppen angegeben wird). Des Weiteren sind bei der Distanz zur Umweltressource die Gruppen nicht gleich groß, da in mehr als 20% der Raster eine Ressource direkt im Raster vorhanden ist.

Auf Grundlage dieses Datensatzes wird dann die Mehrfachbelastung pro Rasterzelle bestimmt. Dazu werden die einzelnen Ausprägungen addiert, sodass sich eine Skala von 0 bis 24 (6 Indikatoren mit je 5 Klassenausprägungen von „0“ bis „4“) ergibt, wobei eine Rasterzelle mit einem Wert von 0 die minimal mögliche Mehrfachbelastung und mit einer Ausprägung von 24 die maximal mögliche Belastung aufweist. Abschließend werden über die Rasterzellen-ID die sozio-ökonomischen Eigenschaften des RWI-GEO-GRID Datensatzes, wie sie im Abschnitt 2.3.1 beschrieben werden, hinzugefügt, was eine Auswertung der Mehrfachbelastung nach sozialen Aspekten erlaubt.

3.4 Auswertungen

Die Darstellung der Ergebnisse wird in drei aufeinander aufbauende Schritte unterteilt. Zunächst werden die regionalen Verteilungen der Einzelbelastungen entsprechend der vorgenommenen Kategorisierung kompakt dargestellt. Darauf aufbauend wird die kleinräumige Mehrfachbelastung deutschlandweit skizziert, wobei die regionale Verteilung der Mehrfachbelastung im Fokus steht. Abschließend werden die kleinräumigen kumulativen Belastungen den Bevölkerungsgruppen und sozio-ökonomischen Hintergründen zugeordnet.

3.4.1 Einzelbelastungen

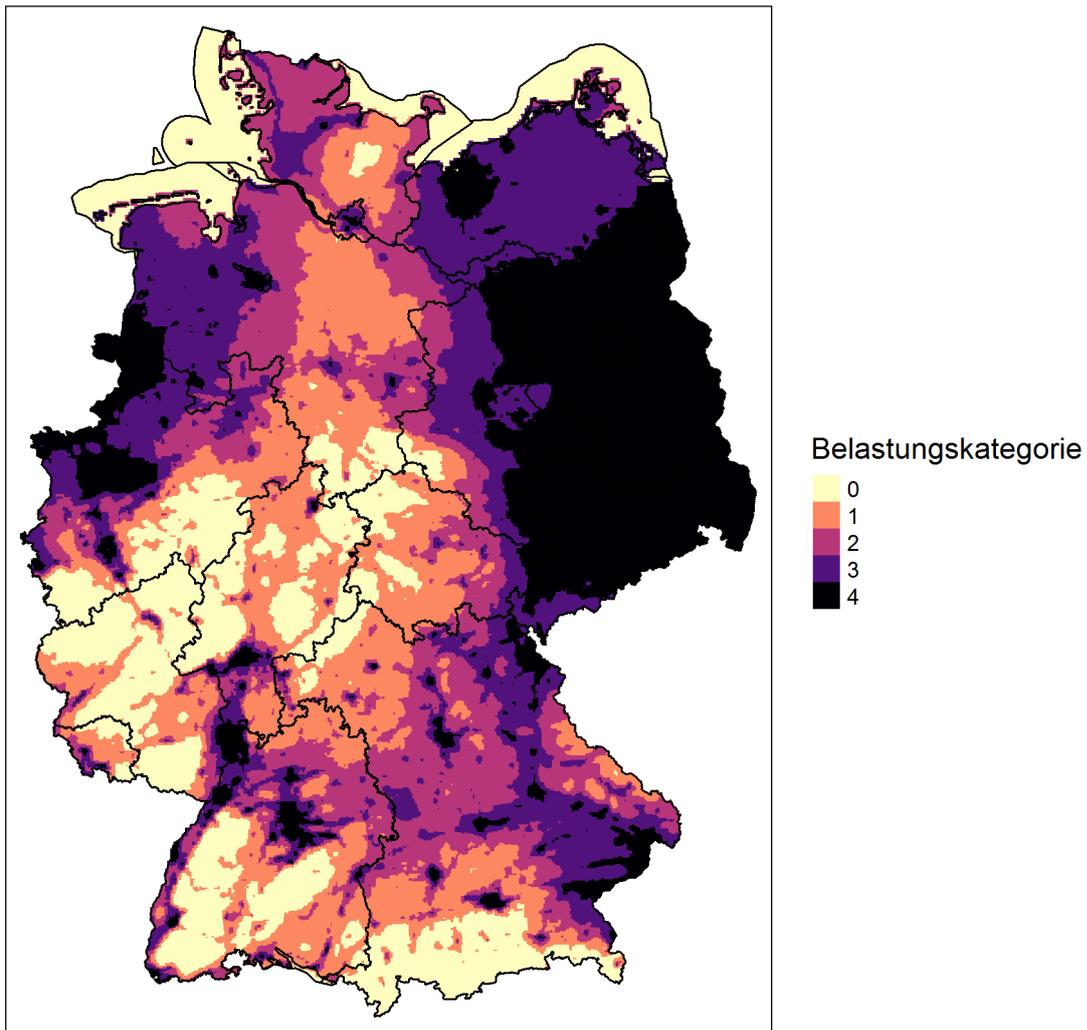
Die sechs in die Analyse eingehenden Einzelbelastungen werden in den Abbildungen 17-23 deutschlandweit abgebildet. Dabei werden die Einzelbelastungen in fünf Belastungskategorien (von „0“ = beste Kategorie bis „4“ = schlechteste Kategorie) eingeteilt. Die Einteilung folgt den in Kapitel 3.2 dargestellten Überlegungen.

Bei der Betrachtung der Einzelbelastung fällt Ozon eine besondere Rolle zu. Zur Bestimmung der Mehrfachbelastung (siehe nächstes Teilkapitel) fließt Ozon über die Überschreitungstage ein, d.h. die Belastungskategorien sind über die Anzahl an Tagen, an denen der lokale Ozonwert das tägliche Maximum des 8-Stunden-Mittelwertes von $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ überschritten wird (UBA, 2021), definiert. Die anderen Luftschadstoffe werden als Jahresmittelwerte genutzt. Generell kann angenommen werden, dass durch die Jahresmittelwerte eine längerfristige Belastung besser abgebildet werden kann.

Um einer vollständigen Betrachtung gerecht zu werden, wird die Einzelbelastung nach Ozon sowohl für Jahresmittelwert als auch Überschreitungstage dargestellt.

Abbildung 17 stellt die Quintile der Belastungen für Feinstaub dar. Insbesondere im Osten Deutschlands und in den Regionen des westlichen Niedersachsens und nordwestlichen Nordrhein-Westfalens zeigt die Karte höhere Belastungen auf. Neben den zwei großen Regionen im Osten und im Westen ist auch eine hohe Belastung in einzelnen stark verstädterten Gebieten zu erkennen. Hierzu zählen unter anderem Hamburg, das Rhein-Main-Gebiet und Stuttgart. Bei der Interpretation der Belastungen muss im Blick behalten werden, dass hier nicht die absolute Höhe der lokalen Belastung mit $\text{PM}_{2,5}$ -Feinstaub abgebildet ist, sondern die lokale Belastung im Verhältnis zu den anderen Rasterzellen in Deutschland.

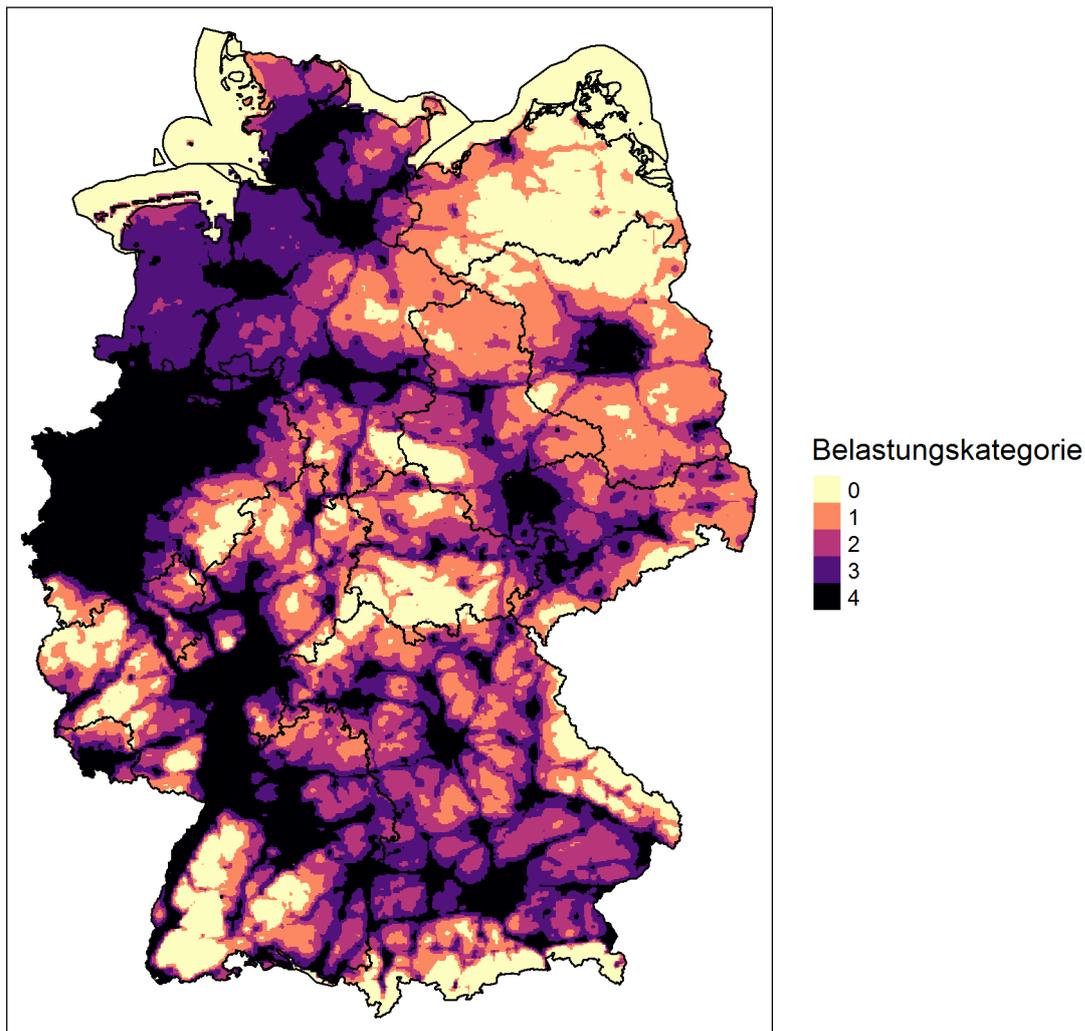
Abbildung 17: Einzelbelastungen nach Feinstaub (PM_{2,5})



Anmerkung: Einzelbelastung nach Feinstaub (PM_{2,5}) für das Jahr 2018 auf einem 1 x 1km Raster. Es werden die Jahresmittelwerte für die Darstellung genutzt. Die Einteilung erfolgt auf Basis von Quintilen, sodass sich fünf Belastungskategorien ergeben („0“ = geringste Belastung, „4“ = höchste Belastung). Die Belastungskategorien orientieren sich nicht an gesundheitsbasierten Werten. Die Grenzwerte der Belastungskategorien werden in Kapitel 3.2 näher beschrieben.

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung auf Basis der Daten UBA-PM_{2,5} Jahresmittelwerte., RWI.

Abbildung 18: Einzelbelastungen nach Stickstoffdioxid

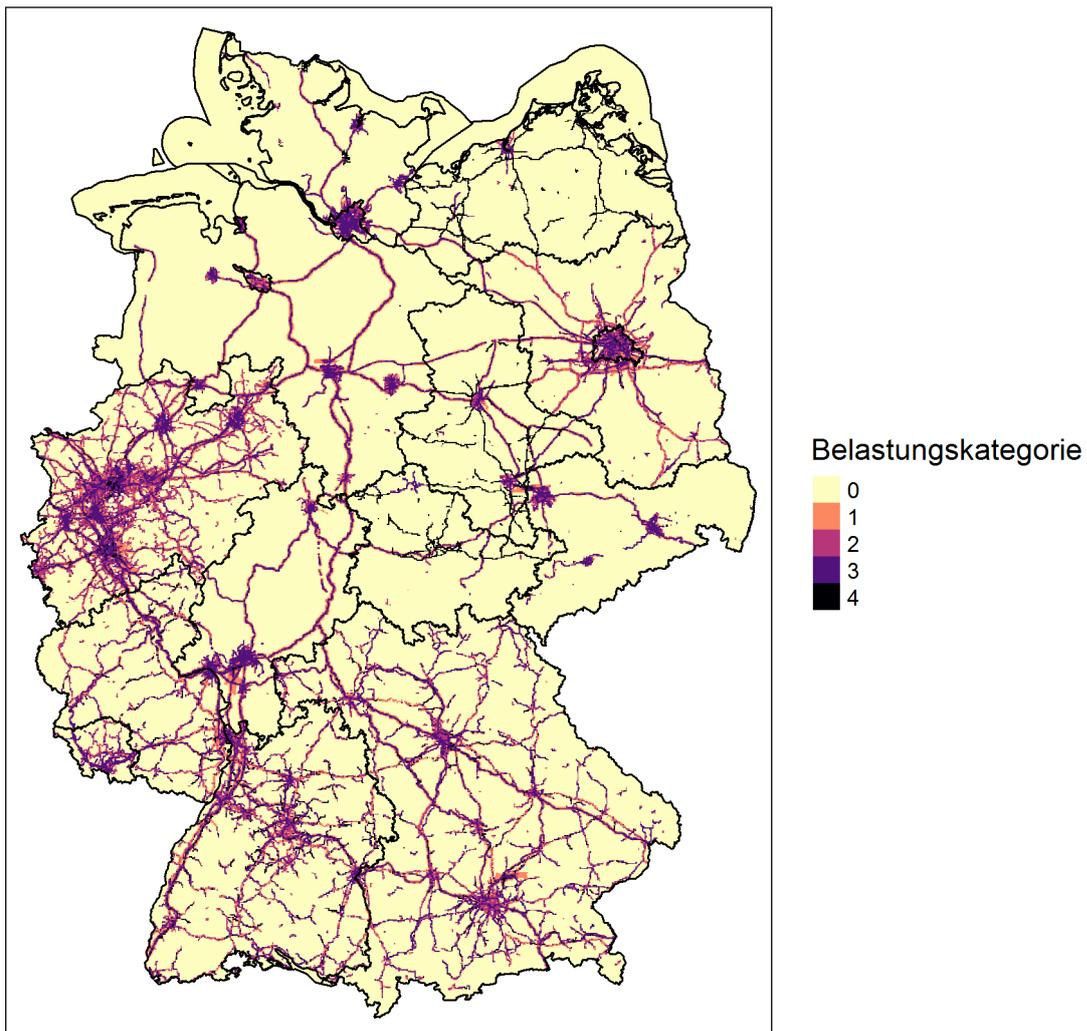


Anmerkung: Einzelbelastung nach Stickstoffdioxid für das Jahr 2018 auf einem 1 x 1km Raster. Es werden die Jahresmittelwerte für die Darstellung genutzt. Die Einteilung erfolgt auf Basis von Quintilen, sodass sich fünf Belastungskategorien ergeben („0“ = geringste Belastung, „4“ = höchste Belastung). Die Belastungskategorien orientieren sich nicht an gesundheitsbasierten Werten. Die Grenzwerte der Belastungskategorien werden in Kapitel 3.3 näher beschrieben.

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, RWI. Auf Basis der Daten UBA-NO₂ Jahresmittelwerte.

Die grafische Darstellung der Belastungen durch Stickstoffdioxid (Abbildung 18) zeigt ein deutliches Gefälle der Belastungen in urbanen und ländlichen Räumen, sowie die Hauptverkehrswege (insbesondere Autobahnen) als hohe Belastungsquellen. Die Rasterzellen im Quintil der höchsten Belastung skizzieren große Teile der großflächigen Verdichtungsräume in Deutschland (Ruhrgebiet, Rheinschiene, Rhein/Maingebiet über Karlsruhe bis Stuttgart). Auch einzelne Städte wie Hamburg, Berlin, Leipzig, Nürnberg und München sind eindeutig zu identifizieren. Großflächig niedrige Belastungen zeigen sich insbesondere im nördlichen Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern.

Abbildung 19: Einzelbelastungen nach Lärm

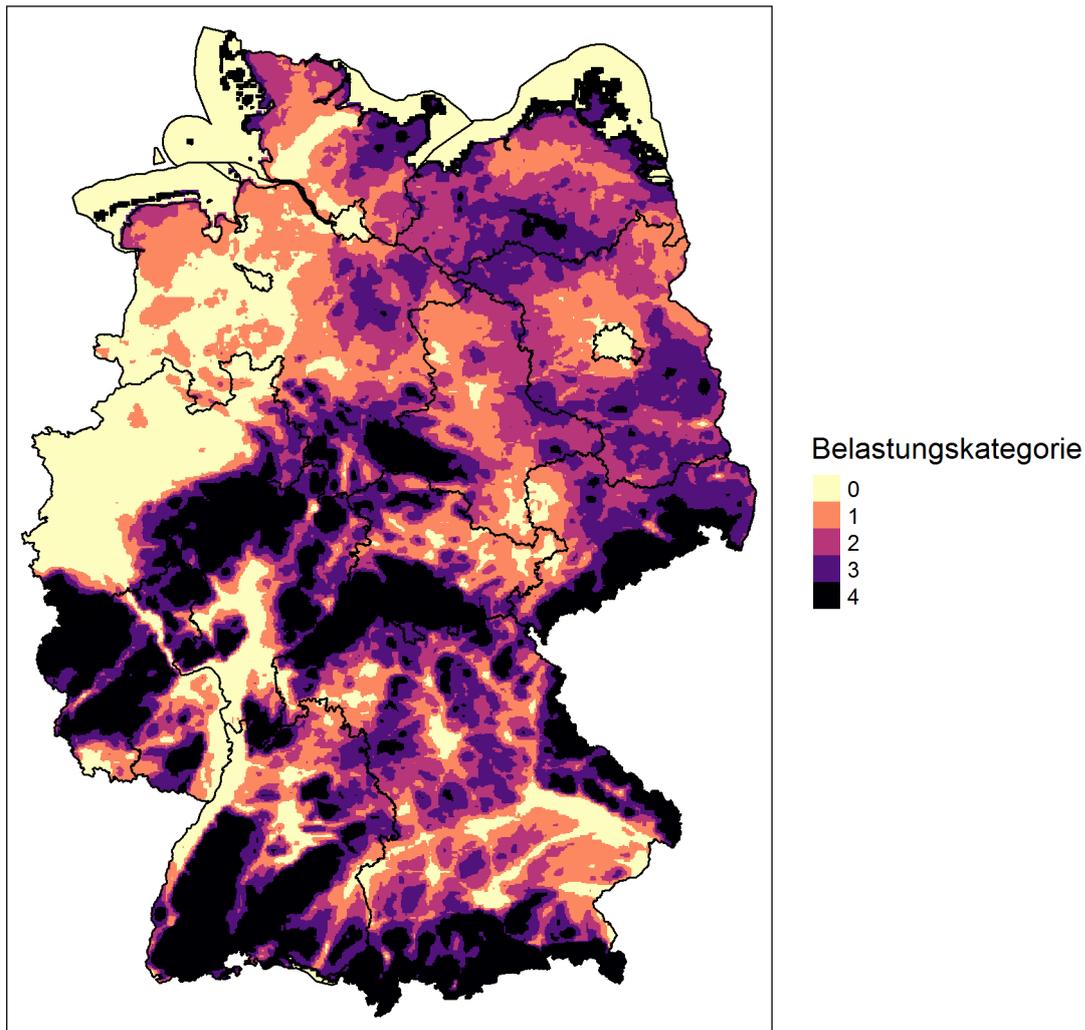


Anmerkung: Einzelbelastung nach Lärmquellen für das Jahr 2017 auf einem 1 x 1km Raster. Wie in der Beschreibung der Datensätze dargestellt, sind die Kategorien der Lärmbelastung nicht nach Quintilen, sondern entsprechend der Belastung nach einzelnen Lärmstufen dargestellt. Es ergeben sich wiederum fünf Belastungskategorien („0“ = geringste Belastung, „4“ = höchste Belastung). Die Grenzwerte der Belastungskategorien werden in Kapitel 3.3 näher beschrieben.

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, RWI. Auf Basis der Daten der Lärmkartierung.

Die Belastung durch Lärm (Abbildung 19) zeichnet insbesondere die Hauptverkehrswege und die Großstädte nach. Der in dieser Belastung enthaltene Fluglärm fällt aufgrund der kleinräumigen Verteilung in der deutschlandweiten Darstellung kaum auf, auch weil die Flughäfen vielfach bereits in Gebieten mit höherer Lärmbelastung liegen.

Abbildung 20: Einzelbelastungen nach Ozon (Jahresmittelwerte)



Anmerkung: Einzelbelastung nach Ozon für das Jahr 2018 auf einem 1 x 1km Raster. Es werden die Jahresmittelwerte für die Darstellung genutzt. Die Einteilung erfolgt auf Basis von Quintilen, sodass sich fünf Belastungskategorien ergeben („0“ = geringste Belastung, „4“ = höchste Belastung). Die Belastungskategorien orientieren sich nicht an gesundheitsbasierten Werten. Die Grenzwerte der Belastungskategorien werden in Kapitel 3.3 näher beschrieben. Die Einzelbelastung nach Ozon basierend auf Jahresmittelwerten wird nicht zur Berechnung der Mehrfachbelastung herangezogen. Die Darstellung soll lediglich den Unterschied zur Einzelbelastung nach Ozon basierend auf Überschreitungstagen, welche zur Berechnung der Mehrfachbelastung genutzt wird, verdeutlichen.

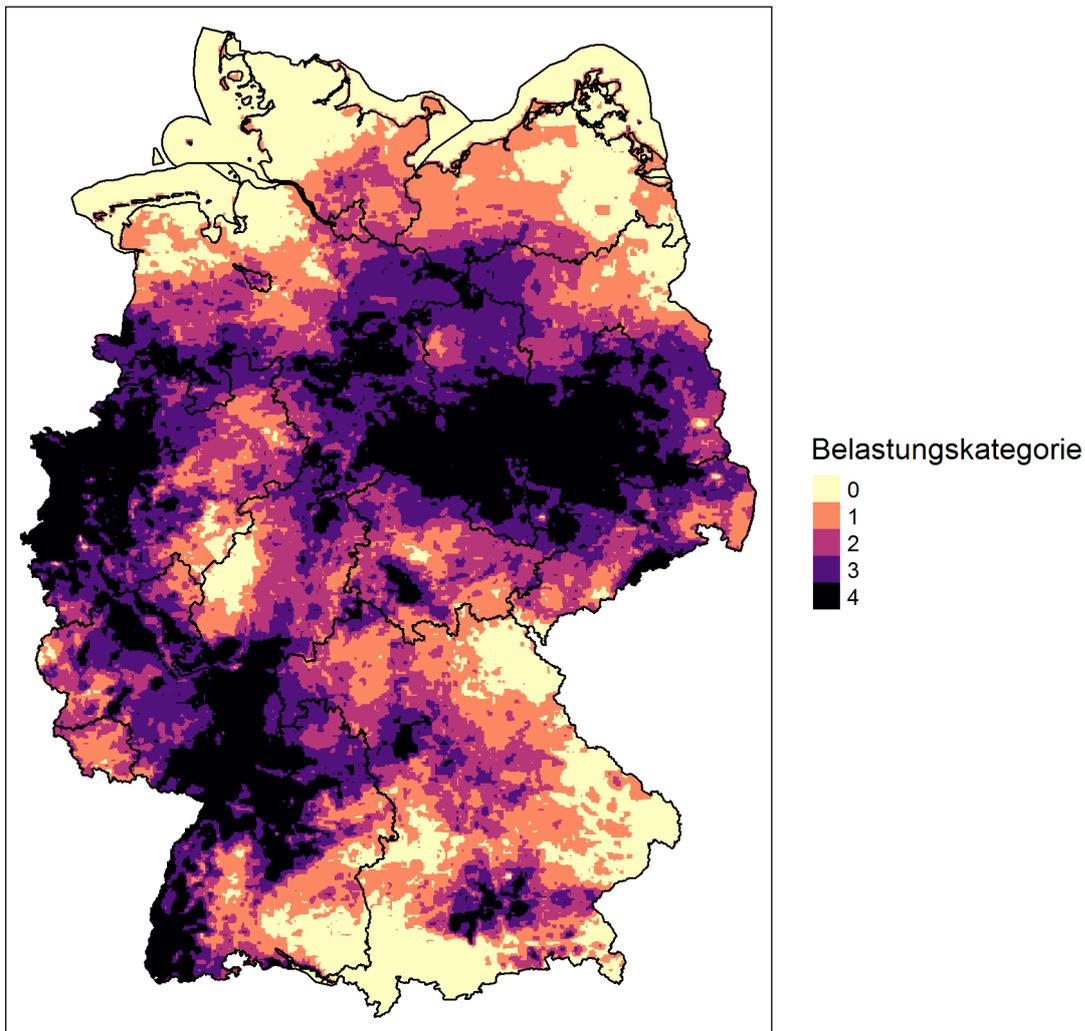
Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, RWI. Auf Basis der Daten UBA-O₃ Jahresmittelwerte.

Die Belastung durch Ozon (Abbildung 20) ist entsprechend der Ozonbildung gegensätzlich zu den vorherigen Belastungen. Die durchschnittliche Ozonbelastung ist insbesondere in ländlichen Räumen erhöht. Die höchsten durchschnittlichen Ozonbelastungen lassen sich insbesondere in großen Waldgebieten in der Mitte und im Süden Deutschlands identifizieren. Hierzu zählen, neben anderen Gebieten, der Harz, das Sauerland, der Thüringer Wald, das Erzgebirge, die Eifel, der Schwarzwald und der Alpenrand. Die Betrachtung der Ozonjahresmittelwerte erscheint kontraintuitiv verglichen zu den anderen betrachteten Luftschadstoffen. Da ein Großteil des Ozons mittels Sonnenlichts aus Stoffen wie Stickstoffoxid, welches verstärkt durch hohes Verkehrsaufkommen auftritt (siehe Abbildung 18), herausgelöst wird, würde man annehmen, dass dichtbesiedelte Gebiete eine höhere Belastung anzeigen. Abbildung 20 zeigt auch, dass die höchste Klasse der Belastungskategorien häufig in bergigen und ländlichen Regionen anzutreffen ist. Das scheint schlüssig zu sein, da angenommen werden kann, dass z.B. auf Bergen

eine höhere Sonneneinstrahlung vorherrscht, was zu einer erhöhten Ozonproduktion führt, nachdem die Vorreiterstoffe durch Wind aus den Städten transportiert wurden.

Um dieser besonderen Situation des Ozons zu entsprechen, zeigt Abbildung 21 zusätzlich die Einzelbelastung nach Ozon, wenn als Grundlage der Berechnung die Überschreitungstage des täglichen Maximums des 8-Stunden-Mittelwertes von $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ herangezogen werden.

Abbildung 21: Einzelbelastungen nach Ozon (Überschreitungstage)



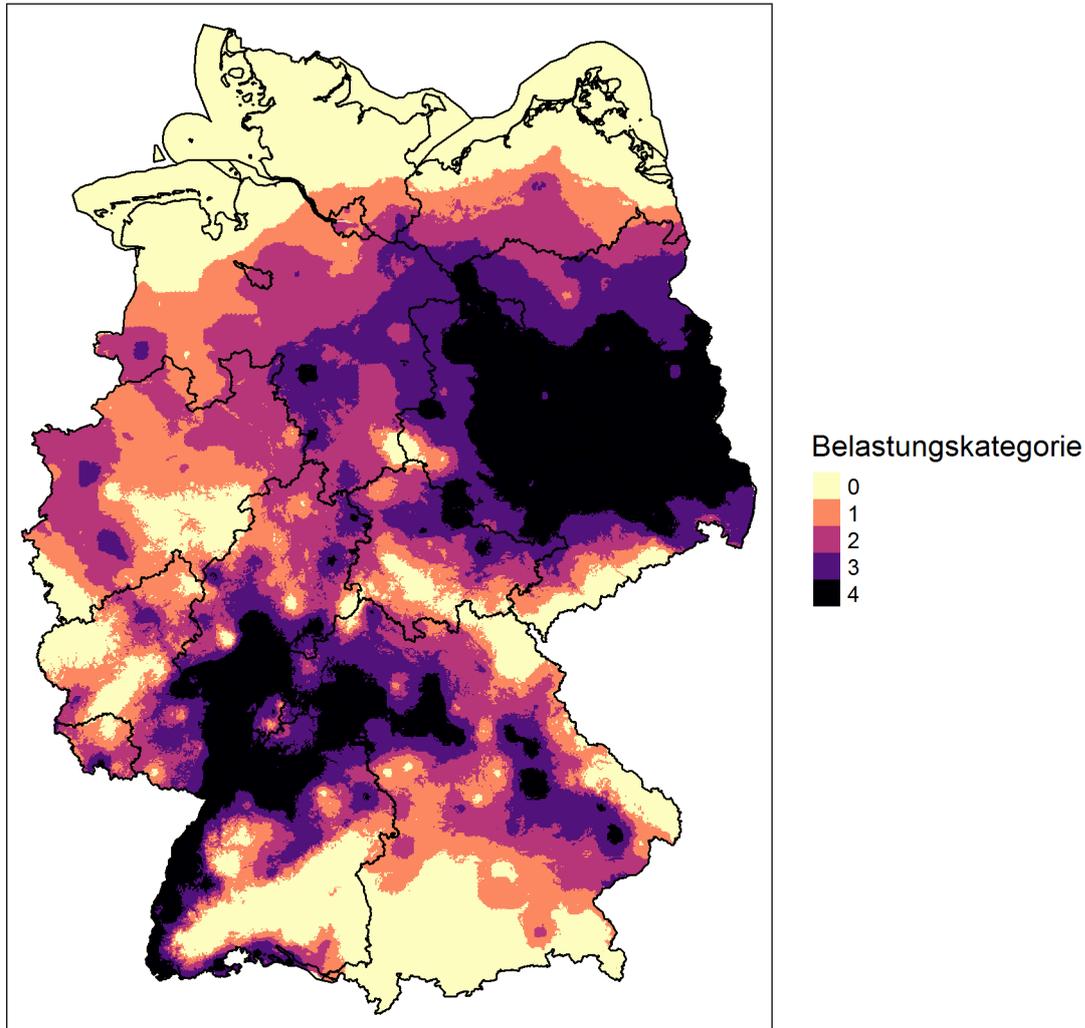
Anmerkung: Einzelbelastung nach Ozon für das Jahr 2018 auf einem $1 \times 1 \text{ km}$ Raster. Es werden die Anzahl der Tage, die das tägliche Maximum des 8-Stunden-Mittelwertes von $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ überschreiten, als Berechnungsgrundlage genutzt. Die Einteilung erfolgt auf Basis von Quintilen, sodass sich fünf Belastungskategorien ergeben („0“ = geringste Belastung, „4“ = höchste Belastung). Die Belastungskategorien orientieren sich nicht an gesundheitsbasierten Werten. Die Grenzwerte der Belastungskategorien werden in Kapitel 3.3 näher beschrieben. Die Einzelbelastung nach Ozon basierend auf Überschreitungstagen wird zur Berechnung der Mehrfachbelastung genutzt.

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, RWI. Auf Basis der Daten UBA-O₃ Überschreitungstage.

Es zeigt sich, dass das Bild auf Basis von Überschreitungstagen deutlich von der vorangegangenen Darstellung der Ozonjahresmittelwerte abweicht. Die Einteilung von städtischen Regionen in die höchste Belastungskategorie entspricht der zuvor genannten Annahme, dass diese Regionen stärker belastet sein müssten. Besonders auffällig ist auch der Unterschied in Nordrhein-Westfalen, wo bei Betrachtung der Jahresmittelwerte im nordöstlichen Teil kaum Belastung registriert wird, wohingegen die höchste Stufe der Belastung bei den Überschreitungstagen realisiert wird. Dies hängt wahrscheinlich auch mit der engen

Bebauung in dieser Region zusammen. Die Belastung nach Ozon basierend auf Überschreitungstagen wird in der Berechnung der Mehrfachbelastung berücksichtigt. Die Darstellung der Jahresmittelwerte für den Schadstoff Ozon erfolgt lediglich zum Abbilden der Besonderheit von Ozon und dient außerdem dem Vergleich beider Größen (Überschreitungstage vs. Jahresmittelwerte).

Abbildung 22: Einzelbelastungen nach heißen Tagen



Anmerkung: Einzelbelastung nach heißen Tagen für das Jahr 2018 auf einem 1 x 1km Raster. Die Einteilung erfolgt auf Basis von Quintilen, sodass sich fünf Belastungskategorien ergeben („0“ = geringste Belastung, „4“ = höchste Belastung). Die Belastungskategorien orientieren sich nicht an gesundheitsbasierten Werten. Die Grenzwerte der Belastungskategorien werden in Kapitel 3.3 näher beschrieben.

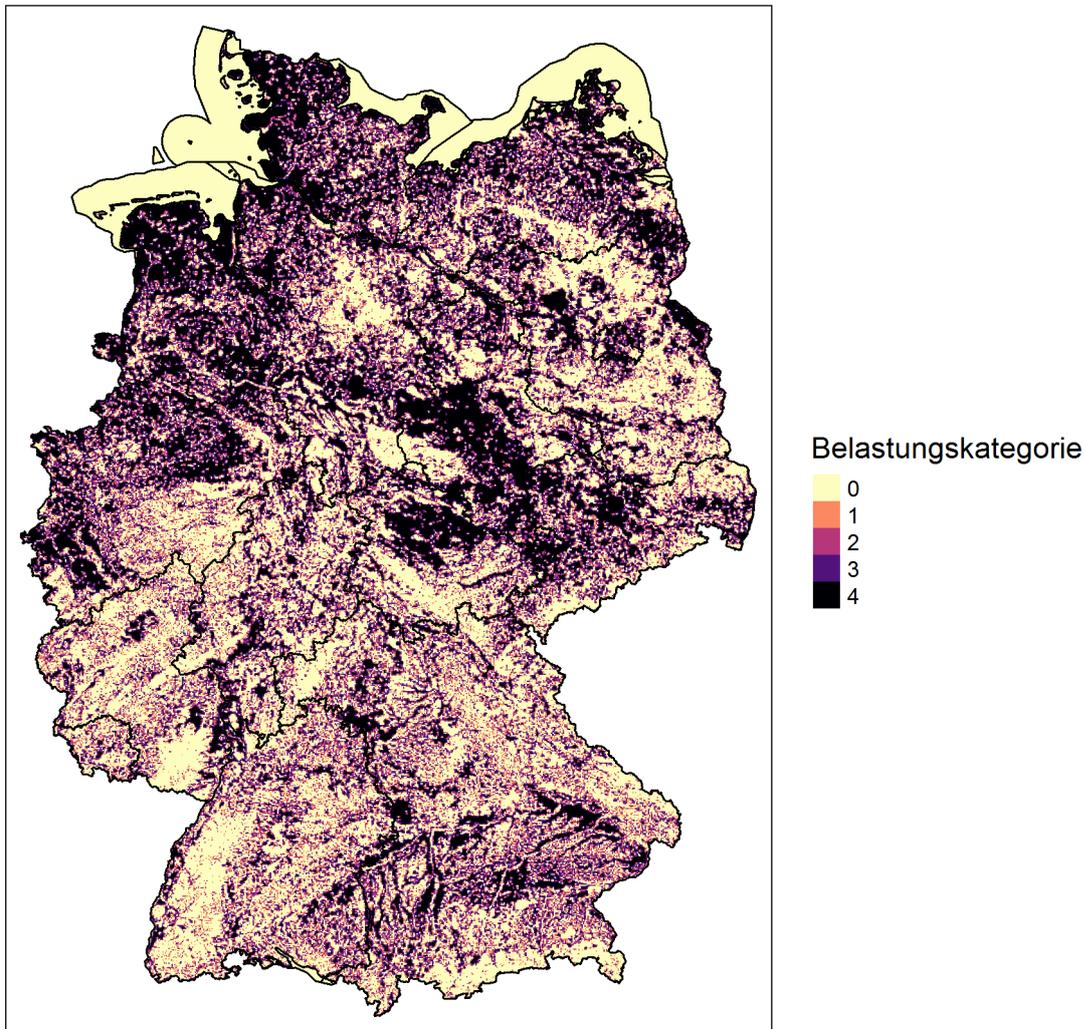
Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, RWI. Auf Basis der Daten des Deutschen Wetterdienstes.

Abbildung 22 widmet sich der Darstellung der Einzelbelastung nach heißen Tagen. Die Anzahl der heißen Tage ist im Südwesten und im Osten am höchsten. Küstennahe Regionen weisen eine deutlich geringere Belastung auf. Städtische Regionen lassen sich in dieser Darstellung nur bedingt systematisch identifizieren.

Abschließend zu den Betrachtungen der Einzelbelastungen stellt Abbildung 23 die Belastung durch fehlende Nähe zu Umweltressourcen dar. Hierbei zeigen sich kaum strukturierte regionale Verteilungen. Insbesondere im Nordwesten sind häufiger Raster mit großer Distanz zu Umweltressourcen zu erkennen. Die Berechnung der Distanz zu Umweltressourcen hängt

allerdings elementar von der Definition einzelner Flächenarten als solche ab. Mit Blick auf die mitunter hohen Belastungen (insbesondere der Böden) durch landwirtschaftliche Nutzung, werden reine Ackerflächen nicht als Umweltressourcen im Sinne positiv assoziierter Natur klassifiziert. Dies ist ein Grund für die hohen Distanzen im landwirtschaftlich geprägten Nordwesten.

Abbildung 23: Einzelbelastungen nach Distanz zu Umweltressourcen



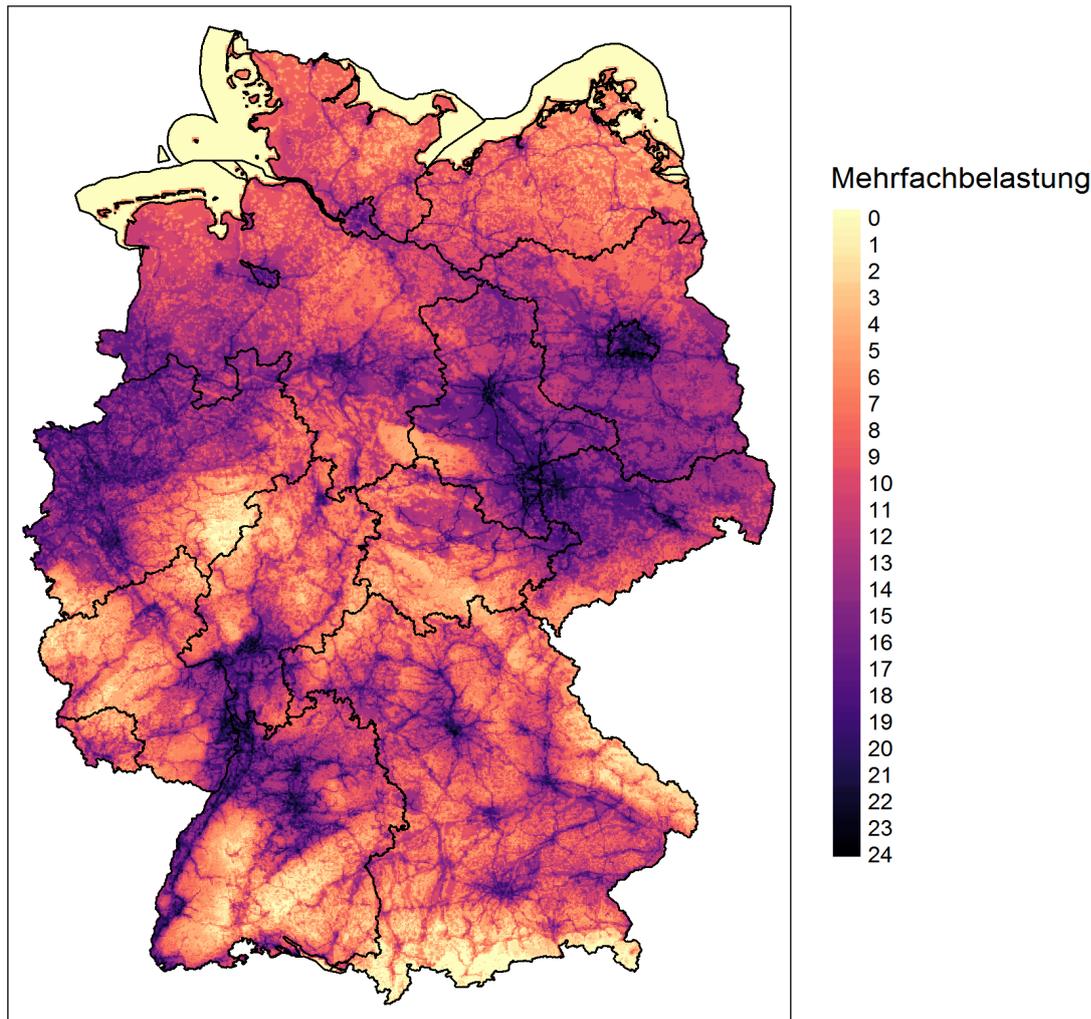
Anmerkung: Einzelbelastung nach Distanz zu Umweltressourcen für das Jahr 2018 auf einem 1 x 1km Raster. Die Einteilung erfolgt auf Basis von Quintilen, sodass sich fünf Belastungskategorien ergeben („0“ = geringste Belastung, „4“ = höchste Belastung). Die Belastungskategorien orientieren sich nicht an gesundheitsbasierten Werten. Die Grenzwerte der Belastungskategorien werden in Kapitel 3.3 näher beschrieben.

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, RWI. Auf Basis der Daten der Europäischen Union.

3.4.2 Mehrfachbelastungen

Wie im dritten Kapitel zur Methodik dargestellt, werden die dargestellten Einzelbelastungen, die einer homogenen Skala folgen, nun in eine Darstellung der Mehrfachbelastung aggregiert. Während die Einzelbelastungen in fünf Kategorien, von „0“ (= keine Belastung/geringste Belastungen) bis „4“ (= höchste Belastung/maximale Belastungen), eingeteilt sind, ergibt sich bei der Addition aller sechs Einzelbelastungen ein Skalenbereich von 0 bis 24.

Abbildung 24: Mehrfachbelastung mit allen Einzelbelastungen



Anmerkung: Mehrfachbelastung für das Jahr 2018 auf einem 1 x 1km Raster. Die Mehrfachbelastung ergibt sich aus der Kombination der zuvor beschriebenen Einzelbelastungen (siehe Kapitel 3.4.1).

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, RWI. Auf Basis der Daten der Einzelbelastungen (siehe Kapitel 3.2 und 3.4.1).

Abbildung 24 zeigt die Verteilung der kumulierten Belastungen auf Rasterebene für Gesamtdeutschland. Betrachtet man die räumliche Verteilung der Mehrfachbelastung im Detail, so ergibt sich, dass 52 der bewohnten 1 x 1km Rasterzellen (bzw. 0,02%)⁴⁶ in der höchsten Belastungskategorie von 24 liegen. Zieht man die RWI-GEO-GRID Daten (näher beschrieben in Kapitel 3.3) zu Rate, dann ergibt sich, dass ca. 38.800 Menschen in diesen Rastern wohnen und somit der höchsten Mehrfachbelastung ausgesetzt sind. Betrachtet man das andere Extremum, keine Belastung (Mehrfachbelastung = 0), dann zeigt sich, dass knapp 30.300 Menschen keine Beeinträchtigung von zu hohen Belastungen haben.

Den Einzelbelastungen entsprechend zeigen sich auch in der regionalen Verteilung der Gesamtbelastung die höheren Belastungen in urbanen Gebieten. So ist die Lage vieler Großstädte in Deutschland eindeutig zu erkennen. Neben den drei Stadtstaaten zeigen sich in Bayern deutliche Hotspots in Nürnberg und München, ebenso wie im Grenzgebiet Hessen, Rheinland-Pfalz und Baden-Württemberg, wo die Rhein-Main-Region und die Rhein-Neckar-Region zu erkennen ist. In NRW sind das Ruhrgebiet und die Rheinstädte deutlich zu

⁴⁶ Diese Rasterzellen liegen in den Kreisen bzw. kreisfreien Städten: Ludwigshafen am Rhein, Mannheim, Karlsruhe, Ludwigsburg, Rems-Murr-Kreis, Börde, Salzlandkreis, Saalekreis, Anhalt-Bitterfeld, Nordsachsen, Berlin und Potsdam-Mittelmark.

identifizieren. Darüber hinaus heben sich einige Verkehrswege deutlich in der Belastung ab. Neben diesen eher kleinräumig geprägten Belastungen zeigen sich auch die höheren Belastungen an der Grenze zu den Niederlanden und in Bereichen der östlichen Bundesländer (Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt), die bereits in der Betrachtung der Feinstaubbelastungen zu erkennen waren. Hier liegen die flächig betrachtet größten Gebiete, die (neben Städten und Verkehrsadern) von höheren Belastungen geprägt sind. Die niedrigsten Belastungen weisen die meisten Mittelgebirge auf. In der regionalen Verteilung sind in der Mitte Deutschlands die Eifel, das Sauerland, der Harz und der Thüringer Wald deutlich zu erkennen. Im Süden fällt der Schwarzwald, die Schwäbische Alb und das Alpenvorland auf.

Im Anhang B (Abbildungen B4 bis B9) finden sich Darstellungen, die systematisch die Veränderung der Ergebnisse darstellen, wenn jeweils eine der einbezogenen Einzelbelastungen aus der Berechnung der Mehrfachbelastungen hinausgenommen wird. So kann überprüft werden, ob die Ergebnisse sensitiv auf einzelne Belastungen reagieren. Grundsätzlich zeigen sich aber auch in diesen „Leave-one-out“-Betrachtungen keine substantiellen Unterschiede zu den vorherigen regionalen Mustern. Mit dem Herauslassen der Lärmbelastung, die insbesondere die engen Korridore um die Verkehrsadern belastet, verstärken sich die zuvor gefundenen Muster. Die Gebiete mit hohen Belastungen im Osten und Westen zeigen hier eine nochmal gestiegene Belastung. Diese verlieren hingegen ihre hervorgehobene Belastung, wenn Feinstaubbelastungen ausgenommen werden.

Tabelle 12: Kategorisierung der Einzelbelastung

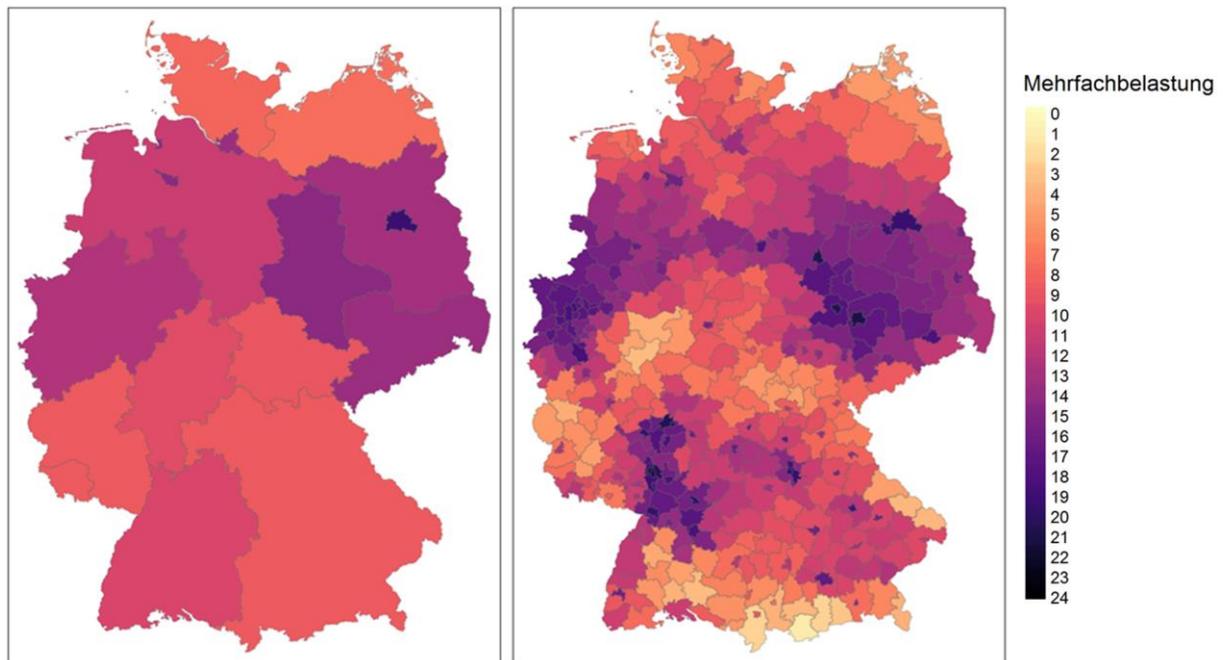
	Stickstoffdioxid	Ozon	Feinstaub (PM _{2,5})	Ressourcen	Lärm	Heiße Tage
Stickstoffdioxid	1	0,253	0,266	0,318	0,36	0,224
Ozon		1	0,173	0,033	0,131	0,57
PM _{2,5}			1	0,275	0,14	0,419
Ressourcen				1	0,109	0,089
Lärm					1	0,119
Heiße Tage						1

Anmerkung: Korrelationskoeffizient der Einzelbelastungen für das Jahr 2018. Es wird die Korrelation (nach Pearson) zwischen den tatsächlichen (d.h. nicht kategorisierten) Einzelbelastungen dargestellt.

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, RWI.

Tabelle 12 zeigt die Korrelationen aller Einzelbelastungen und gibt Hinweise zum Zusammenhang zwischen den Einzelbelastungen. Die Korrelationskoeffizienten zeigen systematisch, welche verschiedenen Belastungen miteinander einhergehen und welche Belastungsfaktoren eher niedrig sind, wenn andere Belastungen bestehen. Die stärkste Korrelation besteht zwischen Ozon und heißen Tagen. Das bestätigt die Argumentation in Kapitel 3.3.2, dass Ozon – gemessen als Anzahl der Tage, an denen der Grenzwert von 120 µg/m³ überschritten wird – vor allem durch Stickstoffdioxid in Verbindung mit Sonneneinstrahlung entsteht. Ozon und Stickstoffdioxid weisen eine moderate positive Korrelation auf.

Abbildung 25: Aggregierte Mehrfachbelastung



Anmerkung: Aggregierte Mehrfachbelastung für das Jahr 2018 nach Bundesländern (links) und nach Kreisen (rechts). Die Mehrfachbelastung ergibt sich aus der Kombination der zuvor beschriebenen Einzelbelastungen (siehe Kapitel 3.4.1) und wird dann auf die entsprechende regionale Ebene aggregiert.

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, RWI. Auf Basis der Daten der Einzelbelastungen (siehe Kapitel 3.2 und 3.4.1).

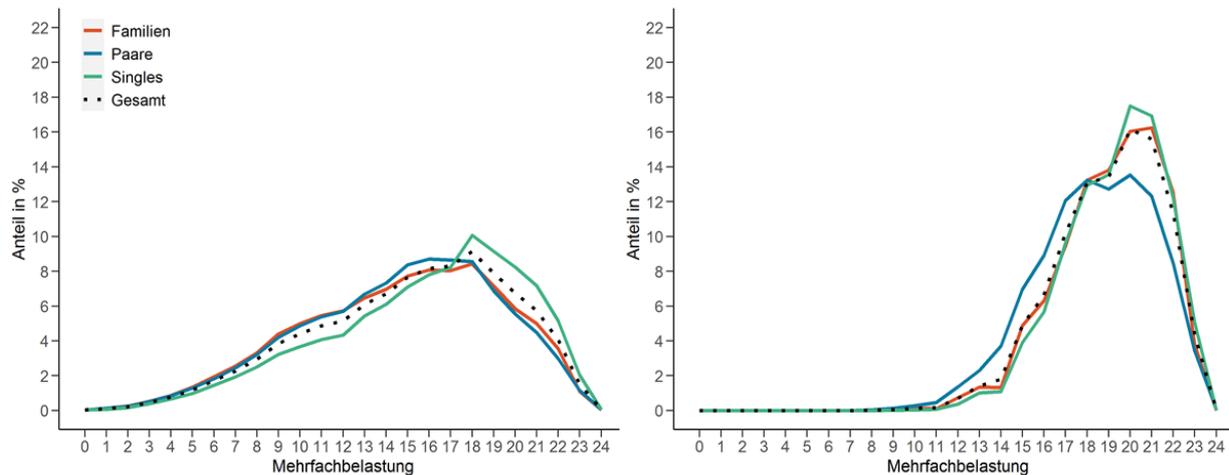
Bei einer stärker aggregierten Darstellung der Mehrfachbelastungen zeigen sich die höheren städtischen Belastungen noch einmal deutlich. Abbildung 25 zeigt die durchschnittliche Mehrfachbelastung aggregiert auf Ebene der Bundesländer (linkes Panel) und auf Ebene der Landkreise und kreisfreien Städte (rechtes Panel). Neben den höchsten Mehrfachbelastungen der Stadtstaaten fällt mit Blick auf die Bundesländer insbesondere die höhere Belastung in Sachsen, Sachsen-Anhalt und Brandenburg auf, während die südlichen Bundesländer, Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein die niedrigsten aggregierten Belastungen aufweisen. Auf Ebene der Kreise verdeutlicht sich die Stadt-Land-Verteilung. Insbesondere in den zahlreichen kreisfreien Städten in Bayern zeigen sich deutlich höhere Werte in der Mehrfachbelastung als in den umliegenden Landkreisen. Die Verteilung der Mehrfachbelastung nach sozio-ökonomischen Gruppen soll deshalb im weiteren Verlauf auch die Unterscheidung nach städtischen Wohnlagen aufgreifen.

3.4.3 Mehrfachbelastungen nach sozio-ökonomischen Gruppen

Der Kern der Analysen dieses Berichts ist eine Übersetzung der im vorherigen Kapitel dargestellten regionalen Belastungen auf unterschiedliche soziale Gruppen. Die RWI-GEO-GRID-Daten beinhalten (wie in Kapitel 3.2.2 dargestellt) umfangreiche Informationen zu den dort wohnhaften Haushalten und Personen. Die folgenden Analysen konzentrieren sich auf die Mehrfachbelastungen nach Haushaltstypen (Singles, Paare, Familien), Haushaltskaufkraft, Migrationshintergrund, Erwerbstätigkeit und Demografie. Aus den Rasterinformationen der GRID Daten kann berechnet werden, wie viele Haushalte bzw. Personen einer jeweiligen sozialen Gruppe deutschlandweit angehören, die in die jeweiligen Kategorien der Mehrfachbelastung (0-24) fallen. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt, anders als in den vorigen Kapiteln, in Form von Diagrammen. Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Einzel- und Mehrfachbelastungen der Städte werden diese jeweils gesondert ausgewiesen. Dabei

basieren diese Analysen jeweils auf einer Teilmenge der Daten und bilden somit einen Zoom in die Städte ab. Berücksichtigt sind hier die 15 größten Städte⁴⁷ (mit mehr als 500.000 Einwohnern) Deutschlands. Die Ergebnisse werden jeweils im rechten Panel der folgenden Abbildungen dargestellt. Das linke Panel zeigt die Ergebnisse für Gesamtdeutschland.

Abbildung 26: Mehrfachbelastung nach Haushaltstypen



Anmerkung: Mehrfachbelastung nach Haushaltstypen (Familien, Paare, Singles) für Gesamtdeutschland (linkes Panel) und für Großstädte (rechtes Panel) für das Jahr 2018. Als Referenz wird die Gesamtverteilung für den jeweiligen Datensatz zusätzlich dargestellt (gepunktete Linie).

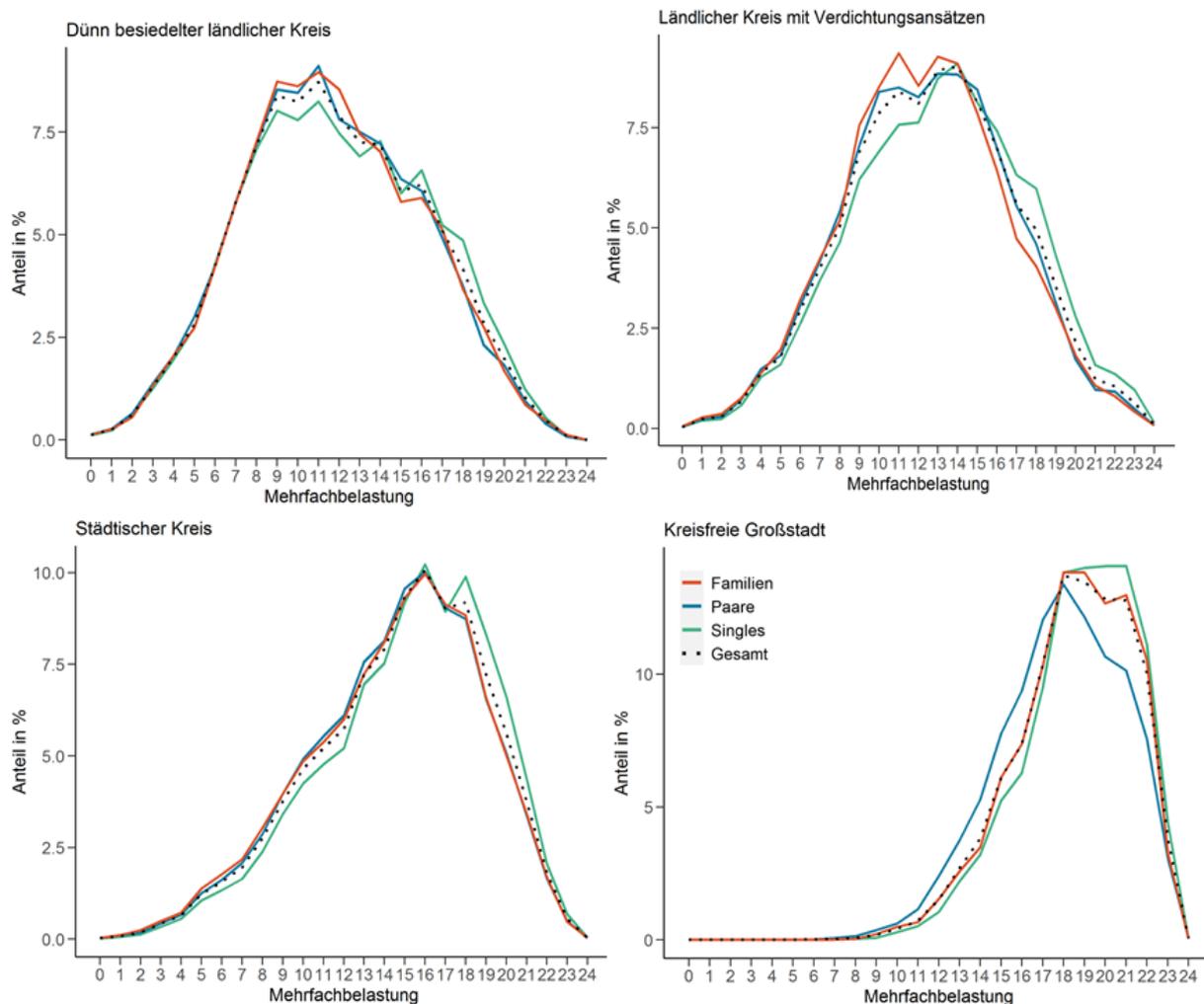
Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, RWI. Einteilung der sozio-ökonomischen Gruppen gemäß dem Datensatz RWI-GEO-GRID.

Die Analyse der Belastung unterschiedlicher sozio-ökonomischer Gruppen beginnt mit dem Blick auf Haushaltstypen. Die Daten des RWI-GEO-GRID erlauben eine Unterteilung nach Singles, Paaren und Familien. Auf der linken Seite der Abbildung 26 zeigt sich, dass Singles (grüne Linie) anteilig stärker in höher belasteten Wohnlagen leben. Während sie in Wohnlagen mit niedriger Mehrfachbelastung (linke Seite der x-Achse) gegenüber dem bundesweiten Durchschnitt (gepunktete Linie) eher unterrepräsentiert sind, sind sie in höher belasteten Wohnlagen überrepräsentiert. Paare und Familien zeigen kaum Unterschiede zueinander.

Das rechte Panel der Abbildung zeigt, dass sich die Unterschiede zwischen den Haushaltstypen im Gesamtdatensatz nicht vollständig auf die Großstädte übertragen. Auch hier ist die Gruppe der Singles die Gruppe mit den höchsten Belastungen (gefolgt von der Gruppe der Familien). Deutlich stechen die Paarhaushalte heraus, die im Gegensatz zu den anderen beiden Gruppen keinen Höhepunkt bei einer Mehrfachbelastung von 20 haben. Sie zeigen eine generell flachere Verteilung. Über alle Haushaltstypen hinweg ist zu erkennen, dass es in den 15 größten Städten keine Haushalte gibt, die in die Kategorie 0 bis 4 der Mehrfachbelastung fallen. Die niedrigste erreichte Mehrfachbelastung in diesen Städten liegt bei 5, wobei auch die Kategorien 5 bis 10 nur sehr dünn besetzt sind. Vergleicht man die Verteilung mit der Analyse des Gesamtdatensatzes (Abbildung 27, linkes Panel) zeigt sich, dass in den Großstädten eine höhere Grundmehrfachbelastung herrscht, was im Kontext der vorangegangenen Analyse der Einzelbelastungen nicht überraschend ist (siehe Kapitel 3.4).

⁴⁷ Siehe: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1353/umfrage/einwohnerzahlen-der-grossstaedte-deutschlands/> [Zugriff November 2021].

Abbildung 27: Mehrfachbelastung nach Haushaltstypen und Kreistypen

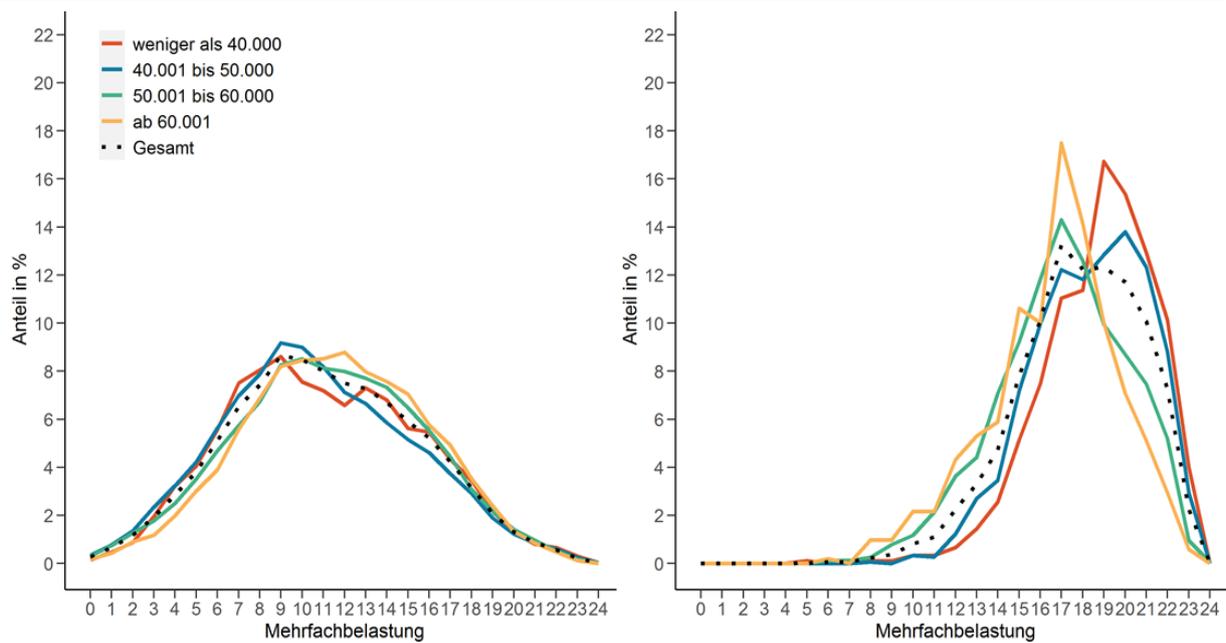


Anmerkung: Mehrfachbelastung nach Haushaltstypen (Familien, Paare, Singles) für verschiedene Kreistypen für das Jahr 2018. Als Referenz wird die Gesamtverteilung für den jeweiligen Datensatz zusätzlich dargestellt (gepunktete Linie).
 Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, RWI. Einteilung der sozio-ökonomischen Gruppen gemäß dem Datensatz RWI-GEO-GRID.

Die spezifischen räumlichen Unterschiede werden in Abbildung 28 weiter differenziert. Dabei werden die Belastungen der verschiedenen Haushaltsgruppen für Raumtypen (nach Definition des BBSR) abgebildet. Diese Raumtypen definieren Landkreise und kreisfreie Städte anhand ihrer Bevölkerungsdichte in vier Gruppen („Dünn besiedelter ländlicher Kreis“, „Ländlicher Kreis mit Verdichtungsansätzen“, „Städtischer Kreis“ und „Kreisfreie Großstadt“).

Bei dieser Unterteilung zeigen sich nur schwache Muster außerhalb der kreisfreien Großstädte. Teilweise kann beobachtet werden, dass Singles höheren Belastungen ausgesetzt sind als die anderen Gruppen. In den kreisfreien Großstädten (Kategorie 4) zeigen sich bei den Paarhaushalten niedrigere Werte der Mehrfachbelastung. In dieser feineren räumlichen Gliederung habe Singlehaushalte in allen Regionstypen höhere Mehrfachbelastungen, wobei der Unterschied bei in den kreisfreien Großstädten (ähnlich wie in den 15 größten Städten) am geringsten ausfällt. Insgesamt zeigt sich, wie zuvor bei den Großstädten, mit zunehmender Verstädterung eine Verschiebung der Verteilung nach rechts, d.h. zu höheren Belastungsgruppen.

Abbildung 28: Mehrfachbelastung nach Haushaltskaufkraft



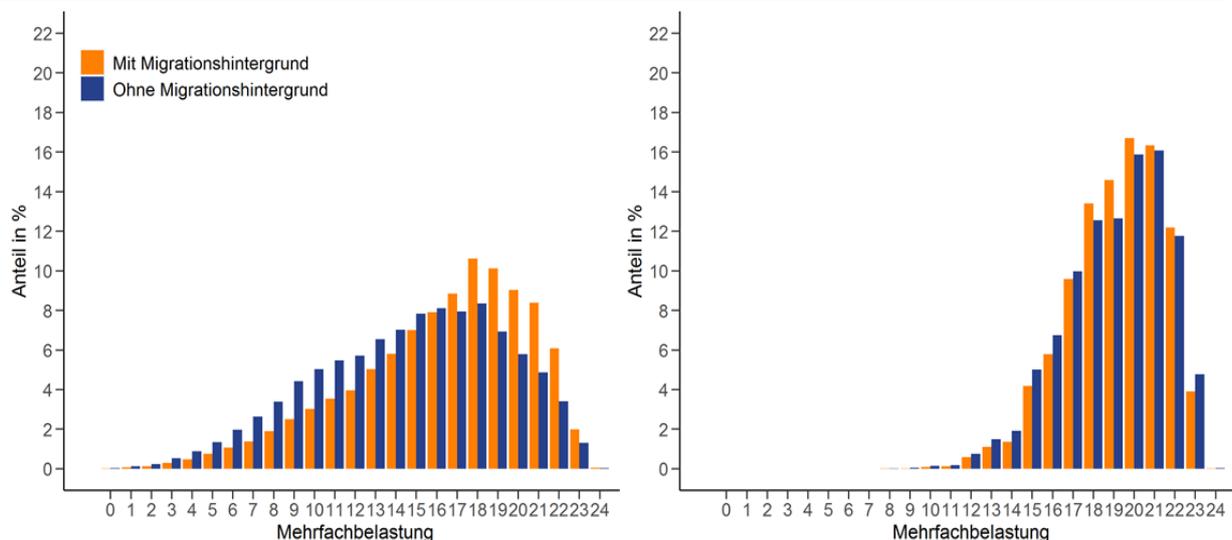
Anmerkung: Mehrfachbelastung nach Haushaltskaufkraft für Gesamtdeutschland (linkes Panel) und für Großstädte (rechtes Panel) für das Jahr 2018. Als Referenz wird die Gesamtverteilung für den jeweiligen Datensatz zusätzlich dargestellt (gepunktete Linie).

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, RWI. Einteilung der sozio-ökonomischen Gruppen gemäß dem Datensatz RWI-GEO-GRID.

Bei der Betrachtung der Mehrfachbelastung nach Haushaltskaufkraft zeigt sich ein relativ homogenes Bild für Gesamtdeutschland (Abbildung 28, linkes Panel). Bei der Fokussierung der Analysen auf die größten Städte (Abbildung 28, rechtes Panel) ergibt sich ein differenziertes Diagramm. Finanziell besser situierte Haushalte (in den Kaufkraftgruppen 3 und 4) weisen geringere Belastungen auf als schlechter gestellte Haushalte. Weiterhin sind Haushalte mit weniger als 40.000 € Kaufkraft pro Jahr etwas häufiger in höheren Belastungsgruppen vertreten als Haushalte mit einer Kaufkraft bis 50.000 €.

Wie zuvor gilt auch bei der Betrachtung der Haushaltskaufkraft, dass die Verteilungen verglichen mit Gesamtdeutschland nach rechts verschoben sind. Die Belastungsgruppen unter 5 sind nicht besetzt und auch Mehrfachbelastungen von 5 bis 10 sind nur gering vertreten.

Abbildung 29: Mehrfachbelastung nach Migrationshintergrund



Anmerkung: Mehrfachbelastung nach Migrationshintergrund für Gesamtdeutschland (linkes Panel) und für Großstädte (rechtes Panel) für das Jahr 2018.

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, RWI. Einteilung der sozio-ökonomischen Gruppen gemäß dem Datensatz RWI-GEO-GRID.

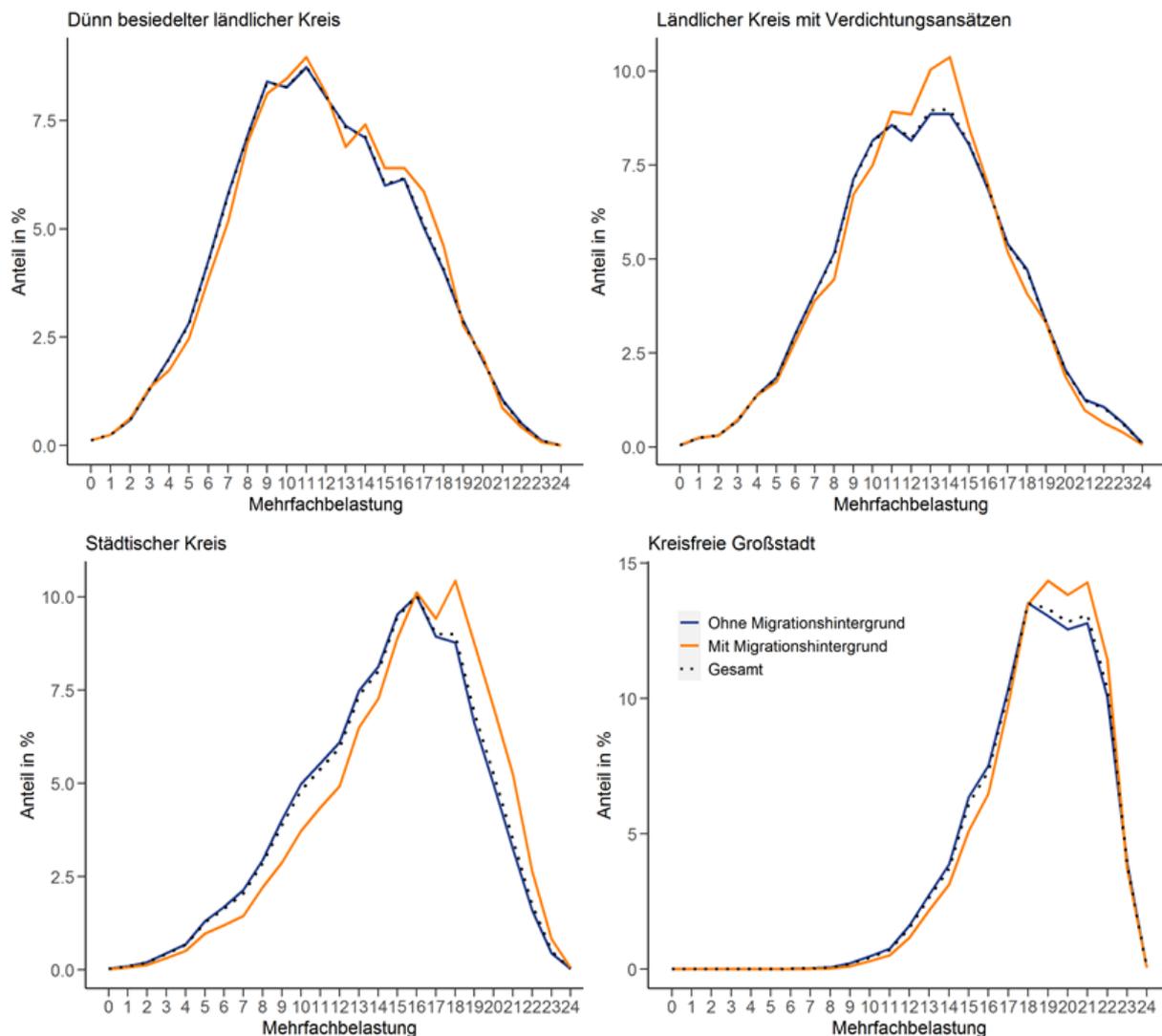
Eine Differenzierung nach Haushalten mit und ohne Migrationshintergrund bildet die Basis für die folgende Auswertung. Aufgrund der Datenstruktur kann nicht nach tatsächlichem Aufenthaltsstatus oder Migrationsstatus analysiert werden. Grundlage der Daten bildet stattdessen eine Analyse von Vor- und Nachnamen, die auf die Herkunft schließen lassen, sodass von einem angenommenen Migrationshintergrund gesprochen werden kann. Eine nähere Beschreibung befindet sich in Kapitel 3.2.2.

Über Gesamtdeutschland verteilt zeigt sich, dass Haushalte mit Migrationshintergrund (orange) häufiger in stark belasteten Wohnlagen leben (Abbildung 29, linkes Panel). Zwar liegt der häufigste Belastungswert beider Gruppen bei 18, allerdings sind Haushalte ohne Migrationshintergrund (blau) in allen Kategorien mit niedrigerer Belastung überrepräsentiert. Haushalte mit Migrationshintergrund wiederum sind in allen Kategorien oberhalb eines Gesamtbelastungswertes von 18 überrepräsentiert.

Mit Fokus auf die Großstädte verschiebt sich das Bild (Abbildung 29, rechtes Panel). Hier sind die Verteilungen in den vergleichsweise niedrigen Belastungskategorien einander sehr ähnlich. Während Haushalte mit Migrationshintergrund in diesen Städten aber am häufigsten in der Belastungskategorie 20 zu finden sind, bildet bei Haushalten ohne Migrationshintergrund die Belastungskategorie 21 den häufigsten Wert der Verteilung. Auffällig ist auch, dass Haushalte ohne Migrationshintergrund etwas stärker in der Mehrfachbelastungskategorie 23 vertreten sind als Haushalte mit Migrationshintergrund. Die Analyse der Mehrfachbelastung nach Migrationshintergrund in Großstädten zeigt, wie bei den vorangegangenen Analysen auch, eine Verschiebung nach rechts, wodurch geschlossen werden kann, dass in Städten ein höheres Grundniveau an Belastung herrscht.

Dieses Ergebnis bleibt auch bestehen, wenn man die Ergebnisse nach verschiedenen Migrationsgruppen unterteilt. Die entsprechenden Ergebnisse finden sich im Anhang B, Abbildung B10.

Abbildung 30: Mehrfachbelastung nach Migrationshintergrund

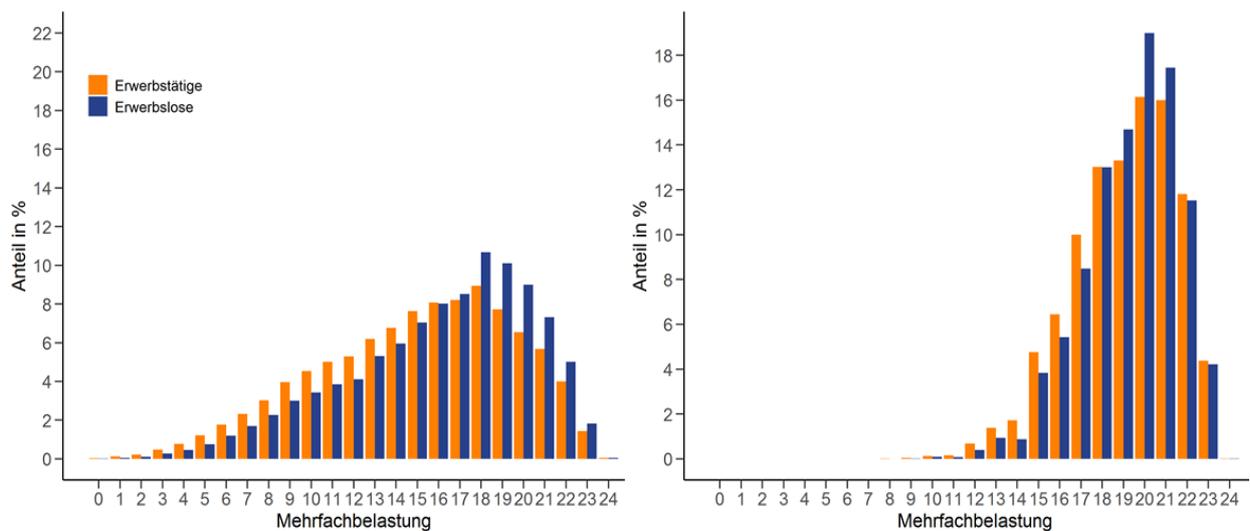


Anmerkung: Mehrfachbelastung nach Migrationshintergrund für verschiedene Kreistypen für das Jahr 2018. Als Referenz wird die Gesamtverteilung für den jeweiligen Datensatz zusätzlich dargestellt (gepunktete Linie).

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, RWI. Einteilung der sozio-ökonomischen Gruppen gemäß dem Datensatz RWI-GEO-GRID.

In einer weiter aufgegliederten Betrachtung nach verschiedenen Regionstypen (Abbildung 30) zeigen sich die Unterschiede aus Abbildung 29 nur noch teilweise. Beispielsweise sind die Verteilungen für beiden Gruppen (mit bzw. ohne Migrationshintergrund) in dünn besiedelten ländlichen Kreisen sehr ähnlich. Bei den Kategorien 2 und 4 (Ländlicher Kreis mit Verdichtungsansätzen und Kreisfreie Großstadt) ergeben sich analoge Verläufe, auch wenn Haushalte mit Migrationshintergrund einen höheren Anteil in den Höhepunkten aufweisen. Lediglich bei dem Typ „Städtischer Kreis“ weichen die Verteilungen leicht voneinander ab, wobei ein höherer Anteil von Haushalten mit Migrationshintergrund in höheren Belastungskategorien verzeichnet wird. Die Unterschiede in Abbildung 29 (Menschen mit Migrationshintergrund haben allgemein höhere Mehrfachbelastungen) scheinen daher nur auf die unterschiedliche regionale Verteilung zurückzuführen zu sein. Diese Abweichungen bestätigen aber keine strukturellen Unterschiede, die mit Blick auf die Verteilung in Abbildung 29 somit wohl nur scheinbar bestanden.

Abbildung 31: Mehrfachbelastung nach Erwerbstätigkeit



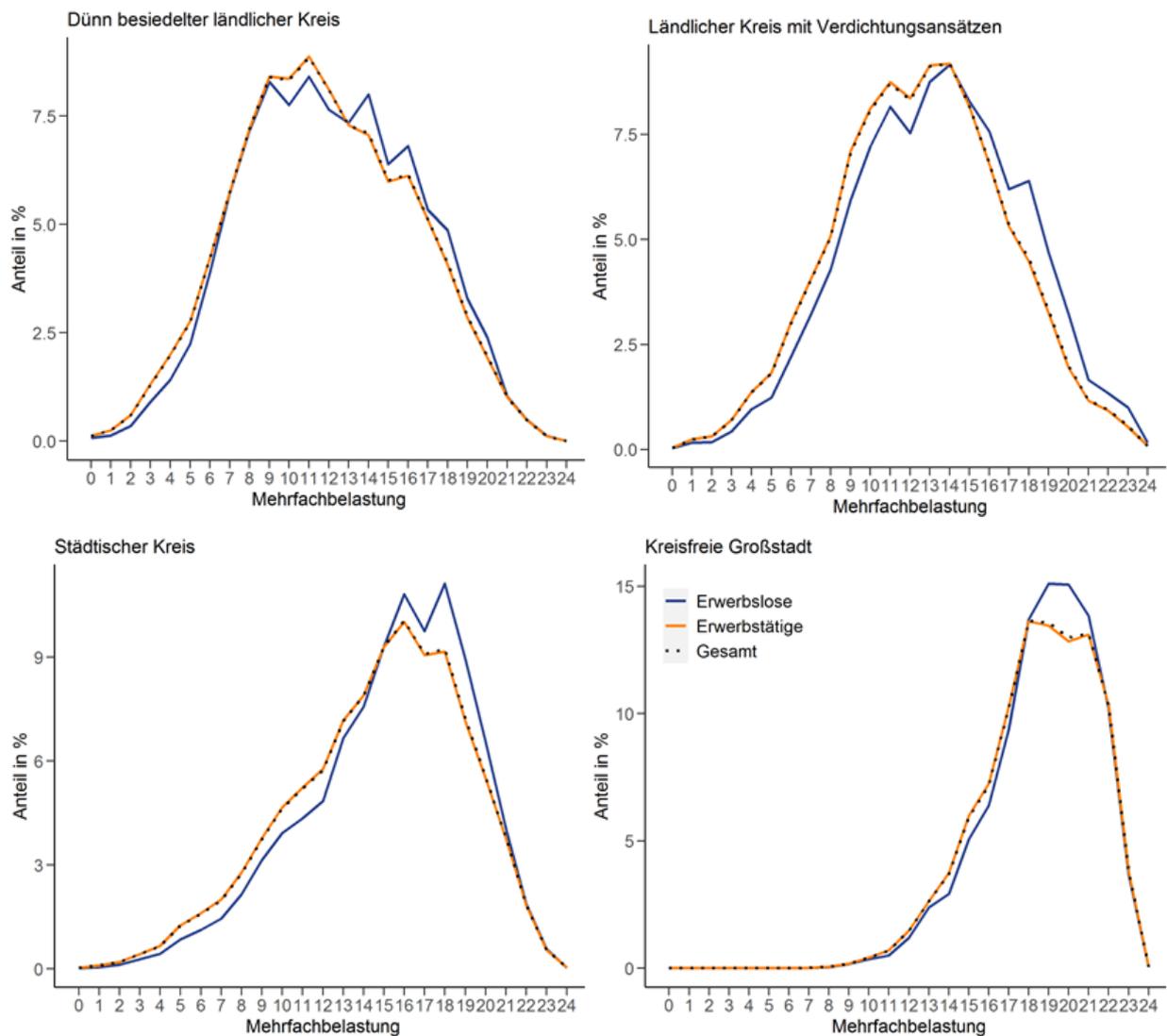
Anmerkung: Mehrfachbelastung nach Erwerbstätigkeit für Gesamtdeutschland (linkes Panel) und für Großstädte (rechtes Panel) für das Jahr 2018.

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, RWI. Einteilung der sozio-ökonomischen Gruppen gemäß dem Datensatz RWI-GEO-GRID.

Erwerbstätigkeit und damit verbundenes Einkommen kann einen Einfluss auf die Wohnortentscheidung und somit auf die erfahrenen Umweltbelastungen haben. Grundlage dieser Analyse sind somit die Erwerbspersonen (definiert als Altersgruppe zwischen 15 und 65 Jahren). Grundlage für die Berechnung der Erwerbslosen ist die in den Daten verfügbare Arbeitslosenquote. Die verbliebenen Personen der Altersgruppe werden den Erwerbstätigen zugerechnet. Somit werden hier nicht die Anzahl der betroffenen Haushalte, sondern die der betroffenen Personen dargestellt. Abbildung 31 zeigt im linken Panel (Gesamtdeutschland), dass Erwerbstätige in weniger belasteten Wohnlagen leben. Unterhalb der häufigsten Belastungskategorie (18) sind die Erwerbstätigen durchweg überrepräsentiert. In den höheren Belastungskategorien sind hingegen die Erwerbslosen überrepräsentiert.

Im Grundsatz zeigt sich diese Verteilung auch in den Großstädten (rechtes Panel). Insbesondere in den hohen Belastungskategorien werden die Unterschiede aber innerhalb der großen Städte geringer. Für die Erwerbslosen zeigt sich ein Ausschlag der Mehrfachbelastung in der Kategorie 20.

Abbildung 32: Mehrfachbelastung nach Erwerbstätigkeit

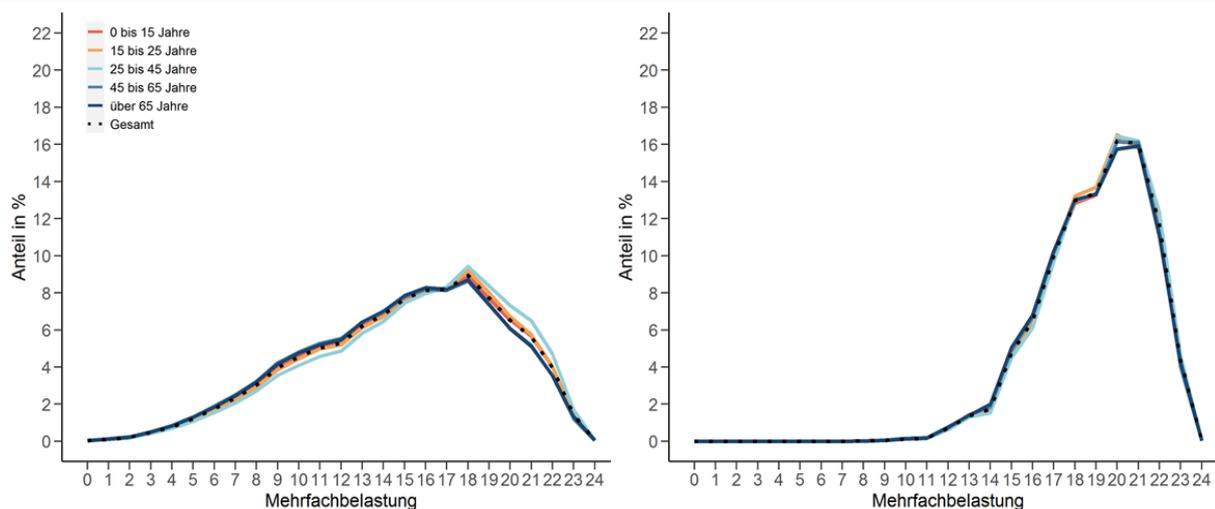


Anmerkung: Mehrfachbelastung nach Erwerbstätigkeit für verschiedene Kreistypen für das Jahr 2018. Als Referenz wird die Gesamtverteilung für den jeweiligen Datensatz zusätzlich dargestellt (gepunktete Linie).

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, RWI. Einteilung der sozio-ökonomischen Gruppen gemäß dem Datensatz RWI-GEO-GRID.

Die feinere Aufgliederung der Belastung von Erwerbstätigen und Erwerbslosen nach Regionstypen (Abbildung 32) verdeutlicht die Unterschiede, die sich auch schon in der vorherigen Abbildung 31 angedeutet haben, auf räumlicher Ebene. Die Verteilungen der Belastung in dünn besiedelten ländlichen Kreisen und kreisfreien Großstädten ähneln sich für Erwerbstätige und Erwerbslose sehr, auch wenn die Gruppe der Erwerbslosen in höheren Belastungskategorien stärker vertreten ist. Beim ländlichen Kreis mit Verdichtungsansätzen und beim städtischen Kreis ist die Verteilung der Erwerbslosen leicht versetzt mit höheren Belastungswerten für diese Gruppe.

Abbildung 33: Mehrfachbelastung nach Altersgruppen



Anmerkung: Mehrfachbelastung nach Altersgruppen für Gesamtdeutschland (linkes Panel) und für Großstädte (rechtes Panel) für das Jahr 2018. Als Referenz wird die Gesamtverteilung zusätzlich dargestellt (gepunktete Linie).

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, RWI. Einteilung der sozio-ökonomischen Gruppen gemäß dem Datensatz RWI-GEO-GRID.

Kaum Unterschiede sind hinsichtlich der Umweltbelastungen nach Altersgruppen zu erkennen. Auch in diesem Fall wird die Anzahl der Personen in den entsprechenden Altersgruppen und nicht die Anzahl der Haushalte betrachtet. Die Gruppe der 25- bis 45-Jährigen ist in der Betrachtung aller Wohnlagen in Deutschland leicht stärker belastet – in Wohnlagen mit Belastungen oberhalb der häufigsten Belastung (in Höhe von 18) ist diese Altersgruppe überdurchschnittlich häufig zu finden, während sie in den niedrigeren Belastungsstufen unterrepräsentiert ist (Abbildung 32, linkes Panel).

Dieser Unterschied scheint aber vollständig auf die unterschiedliche Wohnortwahl zwischen Stadt und Land zurückzuführen zu sein. Bei einer Fokussierung auf die 15 größten Städte (Abbildung 32, rechtes Panel) fallen diese Unterschiede vollkommen weg.

3.5 Fazit

Der vorgelegte Projektbericht spannt einen breiten Analysebogen. Beginnend mit regionalen Verteilungen einzelner Umweltbelastungen wird ein Verfahren zur Messung von Mehrfachbelastungen dargestellt. Anders als frühere Analysen von Mehrfachbelastungen, die beispielsweise nur für spezifische Teilräume in Berlin vorliegen und regional nicht unterhalb von administrativen Planungseinheiten bestehen, betrachtet die vorgelegte Studie die Belastungen deutschlandweit auf Ebene von 1 x 1 km Rastern. Zudem wird die Belastung nicht nur als binäre Verteilung (belastet vs. unbelastet) erhoben, sondern berücksichtigt auch die Intensität der Belastung. Für jede der sieben gewählten Belastungsarten werden Quintile gebildet, die die Intensität der Belastung in fünf Stufen abbilden, sodass Belastungen mit völlig unterschiedlichen Skalen miteinander vergleichbar gemacht werden können. Aus der Summe aller Belastungen wird dann ein Mehrfachbelastungsindikator gebildet, der sowohl die Belastungsbreite (Belastung durch mehrere Faktoren) als auch die Belastungsintensität (Höhe der jeweiligen Belastung) berücksichtigen kann. Während der Erstellung der Ergebnisse konnten keine vergleichbaren Studien gefunden werden, die Mehrfachbelastungen in ähnlicher regionaler Auflösung für Deutschland darstellen.

Somit liefert die bestehende Literatur auch noch keine einheitlichen Standards zur Erstellung entsprechender Analysen der flächendeckenden Mehrfachbelastung durch verschiedene

Umweltfaktoren. Die ausführlich beschriebene Datengrundlage und Methodik ermöglicht es in Folgestudien die Sensitivität der Ergebnisse durch die Wahl unterschiedlicher Methoden zu analysieren.

Eine hohe Mehrfachbelastung wird in Deutschland insbesondere innerhalb von großen, dicht besiedelten Städten erreicht. Darüber hinaus werden zwei Regionen identifiziert, die überdurchschnittlich hohe Belastungswerte aufweisen. Dies sind zum einen Regionen an der niederländischen Grenze in Niedersachsen und NRW, zum anderen sind die Mehrfachbelastungen in Gebieten von Sachsen, Sachsen-Anhalt und Brandenburg überdurchschnittlich hoch. Insgesamt ist die Belastung im Süden Deutschlands geringer als im Norden.

Die Ermittlung der regionalen Verteilung von Mehrfachbelastungen erfüllt im Gutachten aber keinen Selbstzweck, sondern ist die Grundlage der eigentlich vorgenommenen Analysen. Durch die Verlinkung zu kleinräumigen sozio-ökonomischen Haushalts- und Personeninformationen kann die Mehrfachbelastung verschiedener sozio-ökonomischer Gruppen ermittelt werden. Die Verteilung der Mehrfachbelastung legt nahe, dass die deutlichen Stadt-Land-Unterschiede auch in diesen Analysen zu berücksichtigen sind. Daher wird die Belastung der verschiedenen sozialen Gruppen jeweils für Gesamtdeutschland und für die 15 größten Städte Deutschlands vorgenommen.

Diese Unterscheidung ist von großer Bedeutung für die Ergebnisse. So zeigt sich für Deutschland insgesamt, dass Singlehaushalte höheren Mehrfachbelastungen ausgesetzt sind als Paar- und Familienhaushalte. In Teilen zeigt sich aber, dass die Unterschiede auf unterschiedliche Wohngebiete zurückzuführen sind; Singles leben überdurchschnittlich oft in großen Städten (Statistisches Bundesamt, 2020). In den Subgruppen-Analysen für Haushalte in den 15 größten Städten zeigen sich keine nennenswerten Unterschiede bei den Singles. Bei den verschiedenen Regionstypen zeigt sich, dass Familien in den ländlichen Regionen („Dünn besiedelter ländlicher Kreis“, „Ländlicher Kreis mit Verdichtungsansätzen“) niedrigeren Mehrfachbelastungen ausgesetzt sind. In den kreisfreien Großstädten zeigen sich bei den Paarhaushalten niedrigere Werte der Mehrfachbelastung. In dieser feineren räumlichen Gliederung haben Singlehaushalte durchgängig höhere Mehrfachbelastungen.

Deutliche Unterschiede ergeben sich zudem bei der Verteilung nach Haushaltskaufkraft. Während Haushalte mit einer Kaufkraft von über 40.000 € in ähnlich belasteten Wohnlagen leben (unabhängig von der tatsächlichen Höhe der Einkommen), sind die Wohnlagen bei Haushalten unter dieser Kaufkraftgrenze deutlich schlechter. Diese Haushalte haben sowohl in der deutschlandweiten Betrachtung als auch in der Betrachtung der 15 größten Städte die schlechteren Wohnlagen, gemessen an der Mehrfachbelastung, der sie ausgesetzt sind. Ähnliches gilt für Erwerbslose, die auch in Wohnlagen mit höheren Mehrfachbelastungen leben.

Noch deutlicher fallen die Ergebnisse bei der Betrachtung des Migrationshintergrunds aus. Während in der gesamtdeutschen Betrachtung Haushalte ohne Migrationshintergrund in den weniger belasteten Wohnlagen wohnen, dreht sich die Verteilung beim Fokus auf die 15 größten Städte. Hier finden sich Haushalte mit Migrationshintergrund überdurchschnittlich in Wohnlagen mit niedrigeren Belastungen. Ein Blick in die feineren regionalen Abgrenzungen zeigt, dass sich dieses Bild nicht in allen kreisfreien Großstädten spiegelt. Hier gibt es kaum Unterschiede zwischen den Gruppen. Menschen mit Migrationshintergrund haben in städtischen Kreisen höhere Belastungen, Menschen ohne Migrationshintergrund haben eher in ländlichen Kreisen mit Verstärkeransätzen höhere Belastungen. Das Bild aus den 15 Städte mit mehr als 500.000 Einwohnern bestätigt sich somit nicht in den feineren Analysen.

3.6 Defizitanalyse

Die Analysen basieren auf einer Vielzahl von hochwertigen Datensätzen, die sowohl in ihrer regionalen Auflösung als auch in ihrer Verfügbarkeit geeignet sind für die Analyse von Mehrfachbelastungen. Jedoch weisen auch diese Daten Defizite auf, die in diesem Teilkapitel dargestellt werden sollen.

Bestimmte Daten der Umweltbelastungen, d.h. der Lärm und die Luftverschmutzung, werden als Jahresmittelwerte genutzt. Damit geht einher, dass mögliche starke Schwankungen über das gesamte Jahr hohe Belastungen in einzelnen Monaten oder an einzelnen Tagen überdecken. Diese können jedoch in der Analyse von Umweltbelastungen von großer Bedeutung sein, da insbesondere bestimmte Belastungen, wie beispielsweise Ozon oder Heiße Tage, nur saisonal auftreten und Lärm am Tag und in der Nacht unterschiedliche Folgen für die individuelle Gesundheit haben kann. So könnte der Lärm in der Nacht nachhaltige Schlafprobleme hervorrufen, während der Taglärm für einige Haushalte weniger Belastung darstellt, weil der Großteil des Tages außerhalb der Wohnung (Arbeit/Freizeit) verbracht wird. Diese individuellen Einflüsse können ebenfalls nicht mit den vorhandenen Daten identifiziert werden. Alternative Messkonzepte unter Nutzung der Überschreitungstage von gesetzten Referenzwerten hängen hingegen sehr kritisch von der Setzung der Grenzwerte ab.

Die RWI-GEO-GRID Daten bilden zwar die sozio-ökonomische und sozio-demografische Struktur eines Rasters ab, jedoch ist ein 1 x 1 km Raster im Hinblick auf die Umweltbelastung eine immer noch grobe regionale Auflösung. Das kann am Beispiel der Lärmbelastungen illustriert werden. Insbesondere die Ausbreitungen von Straßen- und Schienenlärm sind mitunter wesentlich kleiner als die Raster. Somit wird in der Vorbereitung der Analyse einem Raster ein Lärmwert zugeordnet, der in der Realität nur für einen Teil des Rasters vorherrscht. Zudem können auf Basis des Datensatzes keine mehrdimensionalen, individuellen Haushaltsstrukturen betrachtet werden. So ist zwar beispielsweise der Anteil der Migrantinnen und Migranten (entsprechend des in Kapitel 3.2 erläuterten Namensproxys) in einem Raster ebenso bekannt wie die Einkommensverteilung, allerdings geben die Daten keine Information zu Einkommensverteilungen der Migrationshaushalte (Merkmalskombination).

Diese Informationen können auf Grundlage von individuellen Befragungsdaten untersucht werden. In der Umweltbewusstseinsstudie, dem SOEP oder GerES in Kombination mit der jeweiligen Gesundheitsstudie des RKI (bspw. GerES V/KIGGS Welle 2) (dargestellt in der Datenbox in Abbildung 11) werden neben sozio-ökonomischen Eigenschaften der Befragten auch Einstellungen zu/Belastung durch Umwelteinflüsse erhoben. Diese Datensätze haben den Vorteil, dass haushalts- bzw. personenspezifische Auswertungen durchgeführt werden können, aufgrund von Anonymisierungen bzw. des Studiendesigns erlauben diese Daten jedoch keine kleinräumigen regionalen Auswertungen (vgl. Abbildung 11). Zudem handelt es sich – mit Ausnahme des GerES/KIGGS Datensatzes – häufig auch um eigene Einschätzungen zu den Belastungen, sodass Aussagen zur tatsächlichen Belastung kaum möglich sind. In GerES liegen hingegen umfangreiche Messwerte zur internen und externen Belastung der Teilnehmenden vor.

Ein Zusammenspielen der Befragungsdaten mit den Messdaten wäre möglich, wenn zu den Befragungsdaten kleinräumige Regionalkennziffern vorliegen würden. Eine Möglichkeit wäre die Nutzung der Adressen der Haushalte, die jedoch nur unter hohen Sicherheitsanforderungen möglich wäre. So ist denkbar, dass Befragungsdaten eine Pseudo-ID bekommen, über die dann die Messdaten angespielt werden können. Dadurch können Forschende keine Rückschlüsse auf die tatsächlichen Adressen ziehen, sind jedoch gleichzeitig in der Lage, haushaltsspezifische Auswertungen hinsichtlich der Belastung durch Umweltfaktoren durchzuführen.

Arbeitspaket 3b: Vorschläge zur methodischen Weiterentwicklung der Datenbasis - Verursacherperspektive

4.1 Hintergrund

Nachdem im Unterkapitel 3a die Betroffenheit von Umweltbelastungen und fehlenden Umweltressourcen im Vordergrund stand, wird der Blick in Arbeitspaket 3b auf die Verursachung von klimarelevanten Emissionen (CO₂- und andere Treibhausgase umgerechnet in CO₂eq) gerichtet. Im Fokus stehen dabei die Emissionen durch den Konsum der Privathaushalte in Deutschland. In den Analysen werden insbesondere die Unterschiede (in diesem Fall der Emissionen) nach verschiedenen sozialen Gruppen (auf Haushaltsebene) betrachtet.

Neben einer knappen Darstellung der unterschiedlichen Konsumstrukturen verfolgen die hier vorgestellten Analysen zwei Ziele, die getrennt untersucht werden. Zunächst wird betrachtet, wie sich die Verursachung von individuell zurechenbaren Emissionen nach unterschiedlichen sozialen Gruppen unterscheidet. Hierfür muss eine möglichst umfassende Zuordnung von CO₂-Emissionen zu den einzelnen Produkten, die in den Warenkörben der verschiedenen Haushalte vertreten sind, vorgenommen werden. Dieser Teil der Analyse bezieht sich originär auf die Aufgabenstellung hinsichtlich der Verursachung von Emissionen durch den Konsum von Haushalten.

Im zweiten Teil wechselt die Perspektive. Mit Blick auf den Konsum von Nahrungsmitteln wird hier eine hypothetische Transformation des Konsums hin zu nachhaltigen Produkten betrachtet. Im Fokus stehen dabei die Preisunterschiede zwischen konventionellen und nachhaltigen Produkten. Es werden hypothetische Preise für nachhaltig produzierte Nahrungsmittel definiert und aufbauend auf dem tatsächlichen Konsum der einzelnen Haushalte werden die Gesamtausgaben für Nahrungsmittel neu berechnet. Mit der Annahme eines konstanten Konsums (trotz veränderter Preise) wird insbesondere die Mehrbelastung des verfügbaren Einkommens nach unterschiedlichen Haushaltstypen (sozialen Gruppen) betrachtet.⁴⁸

Im besonderen Fokus der Auswertungen stehen dabei die Unterschiede zwischen den einzelnen sozialen Gruppen. Brenke und Pfannkuche (2018) zeigen, dass der Konsum privater Haushalte stark vom Erwerbsstatus, Einkommen und dem Alter abhängt. Insbesondere bei einkommensschwachen Haushalten wird ein großer Anteil des Einkommens für Wohnen und Nahrungsmittel ausgegeben. Dabei gelingt es vielen Haushalten nicht mehr, Geld zurückzulegen. Besonders betroffen sind hiervon Alleinerziehende und Arbeitslose. Die Studie basiert auf der Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (EVS) 2013.

Mit Blick auf die konsuminduzierten Emissionen wurden insbesondere im Zuge der wachsenden politischen Bedeutung des CO₂-Preises in der jungen Vergangenheit verschiedene Ansätze verfolgt, um die Auswirkungen einer solchen Preiseinführung für verschiedene Einkommensgruppen zu analysieren. Eine ausführliche Studie hierzu wurde vom Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (SVR) im Jahr 2019 veröffentlicht (Preuß et al. 2019). Diese Studie basiert auf den Angaben der EVS 2018.

⁴⁸ Diese Analysen stellen keine Prognosen dar. Eine substanziell steigende Nachfrage nach nachhaltigen Produkten und auch eine Einschränkung der Herstellung konventioneller Nahrungsmittel (und eine damit verbundene Ausweitung des Angebots nachhaltiger Produkte) hätten jeweils massive (gegenläufige) Auswirkungen auf die Produktpreise. Solche Auswirkungen können (im Rahmen dieser Analysen) nicht prognostiziert werden.

Oehlmann et al. (2021) analysieren die Emissionen des Verbrauchs anhand der Daten der Gesellschaft für Konsumforschung (GfK). Grundlagen der Analysen sind das GfK Consumer Panel, das anhand von EAN-Codes sehr genau Produktstrukturen abbildet, und das GfK Mobility Panel. Die Analysen der Emissionen unterscheiden die Haushalte insbesondere nach ihren Einkommen.

Die hier vorgelegte Analyse grenzt sich hinsichtlich anderer, auf der EVS basierenden Studien dahingehend ab, dass der bisher kaum betrachtete Konsum von Nahrungsmitteln dezidiert betrachtet wird. Die dafür notwendige Unterstichprobe der EVS (EVS-NGT 2018) wurde erst im Sommer 2021 als wissenschaftlich nutzbarer Datensatz veröffentlicht. Uns ist somit auch keine ähnliche Studie bekannt, die die Emissionen aus dem Nahrungsmittelkonsum detailliert aufnimmt. Gegenüber der Studie von Oehlmann et al. (2021), die den Nahrungsmittelkonsum detailliert betrachten, erweitert die hier vorgelegte Studie die Erkenntnisse deutlich hinsichtlich der unterschiedlichen sozialen Merkmale der Haushalte.

Die hier vorliegende Studie nutzt die Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (EVS) als Datenbasis für Informationen zu den sozialen Charakteristiken, dem Konsum und den Einkommen. Es liegt keine andere Datenbasis vor, die beide zentralen Betrachtungsfelder dieser Analyse (soziale Charakteristiken und Konsum) so detailliert abbildet wie die EVS. Die EVS-Befragungsdaten umfassen jeweils individuelle Informationen zu jedem befragten Haushalt. Somit können hier sehr detailliert die individuellen Gegebenheiten der Haushalte analysiert werden.⁴⁹

- ▶ Die Analyse der Verursachung von Emissionen teilt sich in drei Schritte: Zunächst müssen die einzelnen Angaben des Konsums (unterteilt nach möglichst detaillierten Konsumgütern) mit Emission (in CO₂eq) verknüpft werden. Hierzu werden den einzelnen Konsumgütern ihre jeweiligen Emissionen aus dem Produktions- und Konsumprozess zugeordnet.
- ▶ Darauf aufbauend können dann soziale Gruppen hinsichtlich verschiedener Abgrenzungsmerkmale (bspw. Einkommen, Alter, Bildung, Familientyp) gebildet werden. Für diese Gruppen werden dann die durchschnittlichen Emissionen, die mit ihrem Konsum verbunden sind (Schritt 1), abgebildet.
- ▶ Für die Analyse der zusätzlichen Einkommensbelastung durch die Preise für nachhaltigen Konsum (mit dem Fokus Nahrungsmittel) werden den konsumierten Mengen neue Preise (einer nachhaltigen Produktion) zugeordnet. Aus der tatsächlichen Einkommensbelastung durch Nahrungsmittel und der hypothetischen Belastung durch den Konsum nachhaltiger Nahrungsmittel kann dann eine Mehrbelastung des Einkommens berechnet werden.

Die Verknüpfung der Konsuminformationen der EVS mit CO₂-Äquivalenten erfolgt über eine CO₂-Intensität für alle Produkte. Die CO₂-Intensität gibt den Ausstoß von CO₂-Äquivalenten für ein bestimmtes Produkt in Abhängigkeit der konsumierten Menge oder des Preises an. Nach dieser Verknüpfung lässt sich für jeden Haushalt der CO₂-Verbrauch schätzen – als Produkt der konsumierten Menge (bzw. der Ausgaben in Euro) von einzelnen Produkten und der CO₂-Intensität des jeweiligen Produkts. Da kein umfassender Datensatz vorliegt, der CO₂-Intensitäten für jedes Produkt aus der EVS enthält, werden Datensätze aus verschiedenen Quellen für die CO₂-Intensitäten herangezogen. Die umfassendste Informationsgrundlage für den Bereich Nahrungsmittel stammt aus der Studie des Instituts für Energie- und Umweltforschung

⁴⁹ Im Gegensatz zu den Analysen im Arbeitspaket 3a (Betroffenheits-Perspektive) können allerdings kaum regionale Informationen ausgewertet werden (angegeben sind Bundeslandinformationen und Gemeindegrößenklassen). Zu den sehr detaillierten individuellen Haushaltsinformationen der EVS können keine spezifischen Regionalinformationen bereitgestellt werden, weil sonst eine Reidentifikation einzelner Haushalte schwer auszuschließen wäre. Verknüpfungen mit anderen Datenätze über räumliche Identifikationen sind daher nicht möglich.

Heidelberg ifeu (Reinhardt et al. 2020). Diese Daten geben auf Endproduktebene Informationen zu den Emissionen von Nahrungsmitteln auf Basis von CO₂-Äquivalenten.

Die Unterschiede in den Emissionen zwischen verschiedenen sozialen Gruppen werden insgesamt und aufgeteilt auf die drei Untergruppen „Mobilität“, „Wohnen“ und „Nahrungsmittel“ untersucht. In begrenztem Umfang lassen die Zahlen Rückschlüsse auf die Ursachen der Unterschiede zu. Im Vordergrund stehen dabei aber keine „Schulduweisungen“ gegenüber einzelnen sozialen Gruppen. Insbesondere kann anhand dieser Analyse keine Aussage darüber getroffen werden, ob den Haushalten überhaupt Möglichkeiten der Beeinflussung der Emissionen gegeben sind. Das kann exemplarisch an Heizkosten (im Bereich Wohnen) veranschaulicht werden. Miethaushalten ist es beispielsweise nur beschränkt möglich, ihre Emissionen durch das Heizen mittels effizienterer Heizungsanlagen oder besserer Wärmedämmung zu verringern, da die entsprechenden notwendigen Investitionen durch die Vermietenden vorgenommen werden müssten. Die Einflussmöglichkeiten der einzelnen Haushalte auf die Emissionen können in diesen datengestützten Analysen nicht ausführlich untersucht werden.

Der Aufbau der Analyse ist wie folgt: Zunächst werden im Kapitel 4.2 die verwendeten Datensätze dargestellt und die Verteilung nach sozio-ökonomischen Merkmalen (EVS) und CO₂-Verbräuchen (Emissionsdaten) dargestellt. Im Fokus des dritten Kapitels stehen die Verknüpfungen der Daten, die Erfassung der Emissionen nach Produkten sowie potenzielle Untererfassungen (z.B. auf Grund fehlender Informationen zu einzelnen Produktpreisen in der EVS) und deren Auswirkungen auf die Analysen. Kapitel 4.4 stellt die Ergebnisse der Verursacherbetrachtung dar, Kapitel 4.5 stellt den zweiten Teil der Analysen zu den Haushaltsausgaben bei nachhaltigen Nahrungsmittelpreisen dar. Kapitel 4.6 fasst die Ergebnisse zusammen. In Kapitel 4.7 wird die Datenlage kritisch betrachtet und potenzielle Datendefizite dargestellt.

4.2 Datengrundlage

4.2.1 Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (EVS)

Die Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (EVS) ist eine vom Statistischen Bundesamt erhobene repräsentative amtliche Statistik zu den Lebensverhältnissen privater Haushalte in Deutschland. Neben der Einkommens-, Vermögens- und Schuldensituation werden auch die Konsumausgaben erfasst. Die Erhebung erfolgt als Quotenstichprobe anhand eines schriftlichen Fragebogens (Statistisches Bundesamt, 2018a). Die Statistik wurde 1963 zum ersten Mal erhoben, seit 1978 geschieht dies alle 5 Jahre. Die EVS 2018 ist eine Befragung auf freiwilliger Basis von maximal 0,2% aller in Deutschland lebenden Haushalte, 2018 wurden ca. 60.000 Haushalte befragt. Zuletzt haben die Haushalte im Jahr 2018 detailliert über die soziale Stellung einzelner Haushaltsmitglieder, über ihre Einnahmen- und Ausgabenstruktur sowie über ihre Vermögenssituation Auskunft gegeben. Insgesamt setzt sich die EVS aus vier Einzelerhebungen zusammen:

1. einem Einführungsinterview, in dem allgemeine Angaben zur Zusammensetzung des Haushaltes, zur Wohnsituation und zur Ausstattung mit Gebrauchsgütern gemacht werden (AA);
2. einer Erhebung „Geld- und Sachvermögen“, die Angaben der Haushalte zum Geld- und Immobilienvermögen sowie zu Konsumentenkredit- und Hypothekenschulden erfasst (GS);
3. einem Haushaltsbuch, in dem die Haushalte drei Monate dezidiert ihre Einnahmen und Ausgaben festhalten (AAGSHB);

4. einem Feinaufzeichnungsheft, in dem eine Untergruppe der Stichproben-Haushalte über einen Monat ihre Ausgaben für Nahrungsmittel, Getränke und Tabakwaren aufführt (NGT).

Der für diese Analysen besonders relevante vierte Erhebungsteil (NGT) erfasst jeden fünften beteiligten Haushalt der Hauptbefragung. Die beteiligten Haushalte listen dabei jeweils einen Monat lang detailliert alle Ausgaben für Speisen, Getränke und Tabakwaren inklusive Mengen und Preise auf.

Mit Bezug auf den ebenfalls vom Statistischen Bundesamt erhobenen und deutlich umfangreicheren Mikrozensus (der Datensatz umfasst etwa 1% der Haushalte in Deutschland) werden die ca. 60.000 Haushalte der EVS-Stichprobe auf die Grundgesamtheit aller rund 41 Mill. Haushalte in Deutschland hochgerechnet. Dabei ist zu beachten, dass im Mikrozensus eine etwas größere Grundgesamtheit abgebildet wird als in der EVS, da in der EVS nicht alle Haushalte erfasst werden. Haushalte, deren monatliches Haushaltsnettoeinkommen 18.000 € übersteigt, werden in der EVS beispielsweise nicht berücksichtigt, was insbesondere auf Reidentifikationsprobleme zurückzuführen ist. Weiterhin werden Haushalte oder Personen, die in Heimen oder Anstalten leben, nicht befragt. Die vorliegende Analyse basiert auf der 80%-Unterstichprobe (42.000 Haushalte) der EVS 2018, die als faktisch anonymisiertes Scientific-Use-File zur Verfügung gestellt wird.

Mit Blick auf die Nicht-Berücksichtigung der Haushalte mit Netto-Einkommen von mehr als 18.000 € monatlich können auch keine Angaben zu deren CO₂-Emissionen auf Basis der vorliegenden EVS-Daten gemacht werden. Um einen Eindruck zu erlangen, wie die CO₂-Emissionen dieser Einkommensgruppen sind, werden die Untergliederungen nach Einkommen verbal auch für höhere Einkommensgruppen approximiert. Zeigt sich beispielsweise eine proportionale Steigerung der Emissionen mit dem Einkommen, wird davon ausgegangen, dass sich diese Steigerung auch bei weiter steigendem Einkommen fortsetzt. Freilich kann diese Approximation ohne echte Daten keine sprunghaften Verhaltensänderungen ab bestimmten Einkommensklassen abbilden. Sie ist letztlich auch nicht empirisch prüfbar.

Informationen zu Ausgaben und konsumierten Mengen in der EVS

Das zentrale genutzte Element der EVS zur Betrachtung des Konsums ist das Haushaltsbuch. Dieses listet detaillierte Informationen zu den Ausgaben, die Haushalte für einzelne Waren oder Warengruppen getätigt haben, auf. Problematisch ist, dass in der allgemeinen EVS nicht die zugehörigen Mengen angegeben sind. Wenn die entsprechenden Ausgaben selbst den Untersuchungsgegenstand dieser Studie darstellen würden (so beispielsweise bei Auswirkungen unterschiedlicher Mehrwertsteuersätze oder Einkommensbelastungen), bietet die EVS eine direkt verwendbare Datengrundlage.

Jedoch stehen in unseren Analysen nicht die Ausgaben des Konsums im Vordergrund. Die CO₂-Emissionen hängen in erster Linie von den konsumierten Mengen ab, der Preis hat keinen (bzw. nur einen mittelbaren) Einfluss auf die CO₂-Emission. Aufgrund der oben beschriebenen fehlenden Informationen zu den Mengen⁵⁰ sind somit weitere Schritte der Datenaufbereitung notwendig, um die konsumierten Mengen aus der EVS zu approximieren. Hierfür können zwei alternative Verfahren verwendet werden:

Entweder können aus den angegebenen Ausgaben direkt CO₂-Emissionen abgeleitet werden. Hierfür sind Informationen über die CO₂-Intensitäten (also Anzahl CO₂ Emissionen je Euro) der

⁵⁰ Die Ausnahme bietet hier die Unterbefragung EVS-NGT, die die Ausgaben für Nahrungsmittel, Getränke und Tabak erfasst. Diese führt sowohl die konsumierten Mengen als auch die Gesamtausgaben. Für den Teilbereich der Emissionen im Bereich Nahrung wird auf die Daten der EVS-NGT zurückgegriffen.

Ausgaben für die jeweils angegebenen Produkte der EVS notwendig. Preuß et al. (2019) stellen beispielsweise dar, wie CO₂-Intensitäten geschätzt werden können.

Diese Information stehen allerdings nicht für alle Produkte zur Verfügung. Alternativ werden für die vorliegende Analyse die im Jahr 2018 in Deutschland vorherrschenden Preise der einzelnen Waren recherchiert. Aus den Gesamtausgaben der Haushalte für diese Produkte wurden die konsumierten Mengen der Produkte abgeleitet. Die jeweils verwendeten Quellen beider Verfahren werden in Unterkapitel 4.2 dargestellt.

Beide Vorgehen sind kritisierbar, letztlich aber alternativlos, weil keine vergleichbaren Haushaltsdaten bestehen, die den Konsum von Haushalten über den gesamten Bereich unterschiedlicher Konsumgüter abbilden. Die Kritik an diesem Verfahren beruht auf drei Hauptproblemen, die kurz skizziert werden.

Erstens können keine regionalen, temporären oder anbieterspezifischen Preisunterschiede identischer Produkte berücksichtigt werden. Das kann am Beispiel der Kraftstoffpreise verdeutlicht werden. Kraftstoffpreise unterscheiden sich sowohl regional (z.B. zwischen den Regionen Deutschlands) als auch zeitlich (im Tagesverlauf) und nach Anbieter (Markentankstellen vs. freie Tankstellen). Für die Analyse wird angenommen, dass Haushalte mit niedrigeren Ausgaben für Kraftstoff tatsächlich weniger Kraftstoff verbrauchen. Es lässt sich nicht nachhalten, ob dieser Haushalt alternativ lediglich in einer günstigeren Region lebt, sehr preisbewusst tankt oder eine günstige Tankstelle vor Ort hat. Letztlich muss die Annahme getroffen werden, dass sich das Verhalten zwar sehr wohl zwischen den einzelnen Individuen unterscheiden kann, über die Vielzahl der Beobachtungen aber im Durchschnitt keine Unterschiede zwischen den verschiedenen sozialen Gruppen bestehen bzw. diese Unterschiede vernachlässigbar sind.

Zweitens lassen sich Qualitätsunterschiede der konsumierten Produkte nicht durch die Informationen zu den Ausgaben abbilden. Dies kann am Beispiel von Flugreisen veranschaulicht werden. In der Berechnung müssen Durchschnittspreise (Economy-Class) angenommen werden. Hierdurch werden allerdings Personen (Haushalte), die höhere Preise für höherklassige Tickets gekauft haben, fälschlich deutlich mehr Flugkilometer und damit eine deutlich höhere CO₂-Emission zugerechnet. Insbesondere für die Untersuchung nach Einkommensklassen ist diese notwendige Annahme kritisch, denn gerade einkommensstärkere Haushalte werden eher dazu tendieren, höherwertige (teurere) Tickets zu kaufen.

Die Konsumstrukturen für Nahrungsmittel aus der EVS-NGT 2018, die einen Fokus unserer Analysen bilden, haben dieses Problem nicht. Diese gesonderte Erhebung zu Nahrungsmitteln, Getränken und Tabak weist sowohl die Ausgaben für einzelne Produkte als auch die konsumierten Mengen aus. Beide oben genannten Probleme treffen daher bei diesem Kern der Analyse nicht zu.

Drittens wird nicht deutlich, ob die konsumierten Mengen deshalb teurer sind, weil es sich um höherwertigere Produkte handelt, oder ob ggf. die höheren Preise aus einer nachhaltigen Anbauweise stammen und somit die konsumierten Produkte tatsächlich mit weniger Emissionen belegt werden müssten.

Die Informationen zu den Ausgaben und Mengen der Produkte sind im zweiten Teil der Analyse hilfreich, welcher hypothetische Preise von Produkten aus nachhaltiger Herkunft betrachtet. Da die tatsächlich gezahlten Stückpreise beobachtet werden können, kann auch individuell die Preisdifferenz der Haushalte ausgewiesen werden, die sich bei einem nachhaltigen Konsum ergeben würde.

4.2.2 Daten zu den Emissionen

Die Daten der EVS werden mit Informationen zu den CO₂-Werten der jeweiligen Lebensmittel ergänzt. Grundlage der CO₂-Belastungen bildet die Studie des Instituts für Energie- und Umweltforschung Heidelberg ifeu (Reinhardt et al. 2020). In dieser Studie werden für verschiedene Nahrungsmittel CO₂-Emissionen berechnet. Diese werden mit dem Großteil (62%) der in der NGT gelisteten Lebensmittelgruppen verknüpft, sodass für jeden Haushalt die CO₂-Emissionen durch Ernährung geschätzt werden können.

Bei der Ermittlung der CO₂-Daten haben Reinhardt et al. (2020) fünf Rahmenbedingungen festgelegt:

1. eine Gewichtung der Lebensmittelproduktion im In- und Ausland entsprechend einem durchschnittlichen Lebensmittel im Verkauf in Deutschland, eine Gewichtung von unterschiedlichen Produktionsmethoden (Freiland/Gewächshaus) und einem ganzjährigen Anbau (saisonal/nicht saisonal) sowie die Transportwege (See- und Lufttransport)
2. Die CO₂-Werte berücksichtigen den gesamten Lebensweg des Lebensmittels, d.h. es werden sowohl die landwirtschaftliche Produktion und die damit einhergehenden vorgelagerten Prozesse (beispielsweise Düngemittelproduktion) als auch die Verarbeitung, die Verpackung und der Verkauf im Supermarkt (einschließlich der Lagerungskosten) berücksichtigt.
3. Veränderungen der Landnutzung zur Lebens- und Futtermittelproduktion werden nicht berücksichtigt. Diese könnten jedoch zu einem erheblich höheren Emissionsausstoß führen.
4. Den methodischen Rahmen bilden die ISO-Normen 14040 & 14044 für Produkt-Ökobilanzen sowie die Technische Regel ISO/TS 14067 zum Carbon Footprint von Produkten.
5. Neben den reinen CO₂-Emissionen werden auch weitere Treibhausgase berücksichtigt, die jeweils in CO₂-Äquivalente umgerechnet werden.

Tabelle 13 zeigt exemplarisch die deutlichen Unterschiede der Emissionen, die beim Konsum unterschiedlicher Nahrungsmittel entstehen.⁵¹ Rindfleisch weist dabei die höchste Emission in CO₂eq pro Kilogramm auf. Obwohl diese Tatsache regelmäßig medial aufgegriffen wird, bleibt der große Unterschied zu anderen Fleischprodukten überraschend (Rindfleisch verursacht mehr als dreimal so viele Emissionen wie Schweinefleisch). Auf Grund der hohen Emissionen, die Kühe ausstoßen, schneiden auch Produkte hergestellt aus Kuhmilch vergleichsweise schlecht ab. Seltener medial diskutiert werden die unterschiedlichen Emissionsmengen, die bei der Herstellung von stärkehaltigen Produkten freigesetzt werden. Im Vergleich typischer Beilagen, fällt insbesondere Reis durch hohe Emissionen auf (Reis verursacht im Durchschnitt mehr als viermal mehr Emissionen als Nudeln).⁵²

⁵¹ Die Angaben beruhen nicht auf den genutzten Daten in der Analyse. Die hier dargestellten Zahlen geben einen direkten Einblick in die spezifischen Ursachen der Emissionen.

⁵² Die angegebenen Emissionen nach Produkten variieren mitunter gravierend. So weist Rindfleisch in einer internationalen Publikation von Poore & Nemecek (2018) eine Emission von 60kg CO₂ auf. Dort werden auch die vielfach in der Diskussion stehenden Transportwege (Kategorie „Vertrieb und Verpackung“) berücksichtigt, die dieser Studie zufolge aber kaum eine Bedeutung bei der Emission durch die einzelnen Produkte haben. Wir können die Qualität der Daten nicht validieren und müssen letztlich auf die in Reinhardt et al. (2020) gegebenen Angaben vertrauen.

Tabelle 13: Durchschnittliche Emissionen (in CO₂eq) des Nahrungskonsums

Warengruppe	Produkt ¹	Emission (CO ₂ eq je kg)
Fleisch/Fisch	Rindfleisch	13,6
	Huhn	5,5
	Schweinefleisch	4,6
	Fisch, Aquakultur	5,1
	Huhn, Wurstaufschnitt	2,9
	Fisch, Wildfang, Massenware, gefroren	2,4
Milchprodukte	Butter	9,0
	Käse	5,7
	Joghurt (Natur)	1,7
	Milch (fettarm)	1,2
Gemüse	Champignon, frisch	1,3
	Tomate	0,8
	Salatgurke	0,4
	Apfel	0,3
	Feldsalat	0,3
	Kartoffel, frisch	0,2
Stärkehaltige Produkte	Schokolade	4,1
	Reis	3,1
	Margarine (halbfett)	1,7
	Nudeln	0,7
	Pommes (tiefgekühlt)	0,7
	Brot (Mischbrot)	0,6
	Haferflocken	0,6

Anmerkung: ¹Auswahl exemplarischer Lebensmittel.

Quelle: Eigene Darstellung, RWI, auf Basis von Reinhardt et al. (2020).

Daten zu den Emissionen aus dem Bereichen Wohnen und Mobilität sind im EVS nur auf Ausgabenebene vorhanden, sodass nur von den Ausgaben auf die CO₂-Emissionen geschlossen werden kann. Die Schätzung der Emissionen erfolgt analog zu Preuß et al. (2019) und Luderer et al. (2021) auf Basis von Input-Output Rechnungen. Hierbei werden zwei Datenquellen kombiniert, um die CO₂-Intensität für verschiedene Warengruppen zu erhalten:

- ▶ Die umweltökonomische Gesamtrechnung (Statistisches Bundesamt, 2018b) fasst für verschiedene Warengruppen die CO₂-Emissionen in einer Input-Output Rechnung zusammen. Sie enthält die Summe an CO₂-Emissionen für den Konsum verschiedener Warengruppen.
- ▶ Die volkswirtschaftliche Gesamtrechnung (Statistisches Bundesamt, 2021) enthält für verschiedene Warengruppen aggregierte Konsumausgaben.

Durch die Kombination beider Datenquellen kann die CO₂-Intensität pro Euro für verschiedene Warengruppen geschätzt werden, indem für jede Warengruppe die Summe an CO₂-Emissionen durch die aggregierten Konsumausgaben geteilt werden. Die so geschätzten CO₂-Intensitäten werden mit den Ausgaben aus der EVS für Kraftstoffe, Heizstoffe und Schiffsreisen multipliziert, um die CO₂-Emission pro Haushalt zu erhalten.

Mithilfe dieses Verfahrens lässt sich aber keine Schätzung der CO₂-Emissionen durch den Stromverbrauch und die Flugreisen privater Haushalte bestimmen. Dies geschieht in zwei separaten Schritten:

- ▶ Die Menge an verbrauchten Kilowattstunden bzw. geflogenen Kilometern wird geschätzt, indem die Ausgaben durch einen Stückpreis geteilt werden. Diese Preisdaten werden aus Angaben des Umweltbundesamtes (2021) entnommen und als Durchschnittswert via <https://rome2rio.com> geschätzt.
- ▶ Die so ermittelten verbrauchten Mengen an Kilowattstunden bzw. geflogenen Kilometern werden mit der jeweiligen CO₂-Intensität multipliziert. Die CO₂-Intensitäten für Flugreisen werden entnommen von <https://atmosfair.de>, die CO₂-Intensitäten für den Bereich Strom stammen vom BMWi (2019).

4.2.3 Preise für nachhaltig produzierte Nahrungsmittel

Nachhaltig produzierte Lebensmittel unterscheiden sich preislich je nach Produkttyp teils stark von konventionellen Produkten. Grundsätzlich sind Produkte teurer, je nachhaltiger sie produziert werden. Aktuell können bei weitem nicht für alle Produktarten Vergleichsprodukte gefunden werden, die nachhaltig produziert werden. Daher werden hier Preise von Bio-Produkten genutzt, die mit den Preisen der konventionellen Produkte verglichen werden können. Im Allgemeinen gilt nicht, dass Bio-Lebensmittel weniger CO₂-Emissionen verursachen als nicht-Bio-Lebensmittel. Bei Fleischprodukten gilt dies unter anderem aufgrund des höheren Grünflächenbedarfs. Im vorliegenden Bericht wird der Preis von Bio-Lebensmitteln daher vielmehr als Approximation eines hypothetischen Preises von nachhaltigen (im Sinne von CO₂-arm produzierten) Lebensmitteln benutzt. CO₂-arm produzierte Güter sind wesentlich weniger verbreitet als Bio-Produkte, weshalb wir solche Preise kaum flächendeckend verwenden können.

Damit dieser Preisunterschied von konventionellen zu nachhaltigen Lebensmitteln berücksichtigt werden kann, wurden exemplarisch Preisdaten für einzelne Warengruppen aus verschiedenen Webshops mit Bio-Angebot und Online-Supermärkten ermittelt. Basis sind dabei durchschnittliche Preise von Bio-Produkten im Sortiment von Supermärkten. Tabelle C1 (siehe Anhang C) listet alle genutzten Webseiten auf. Diese Preise wurden dann mittels der Warengruppen der Einkommens- und Verbrauchsstichprobe klassifiziert, sodass für diese Warengruppen in der EVS dann zusätzlich der Vergleichspreis einer nachhaltigen Herstellung verfügbar ist. Dies erlaubt für jeden Haushalt die Schätzung des prozentualen Preisunterschieds von konventionellen zu nachhaltigen Lebensmitteln.

Für die in der EVS-NGT (2018) aufgeführten Nahrungsmittel ist in den Daten sowohl die konsumierte Menge einzelner Güter als auch der durchschnittliche, für diese Produkte tatsächlich gezahlte Preis aufgeführt. Auf Basis der Recherchen nach Bio-Preisen werden den jeweiligen Gütern dann zusätzlich Preise für vergleichbare nachhaltige Produkte zugeordnet. Aus den drei Angaben (1) konsumierte Menge, (2) tatsächlicher Preis und (3) hypothetischer, nachhaltiger Preis können dann Mehrausgaben berechnet werden. Diese Mehrausgaben würden die jeweiligen Haushalte zahlen müssen, wenn sie ihren Konsum bei gleichen Konsummengen vollständig auf nachhaltige Produkte umstellen würden. Haushalte, die schon jetzt eher teurere Bio-Produkte kaufen, sind dann einem vergleichsweise niedrigeren Preisaufschlag ausgesetzt. Gleiches gilt für Haushalte, die bereits heute eher teurere (auch nicht nachhaltige) Produkte konsumieren.⁵³

⁵³ In diesem Vorgehen gibt es nur einen einheitlichen Bio-Preis für die nachhaltigen Produkte. Preisunterschiede für verschiedene Qualitäten und Marken werden nicht aufgenommen. Wenn davon ausgegangen wird, dass Haushalte, die im Status quo bereits teurere Produkte kaufen, auch teurere nachhaltige Produkte kaufen, dann wird in diesem Vorgehen die Mehrbelastung solcher Haushalte strukturell unterschätzt.

Um Haushalte adäquat nach Einkommen gruppieren zu können, werden für diesen Bericht Dezile auf Basis des Haushaltsäquivalenzeinkommens gebildet.⁵⁵ Tabelle 14 zeigt diese Einkommensgruppen und ihre durchschnittlichen Einkommen. Über alle Einkommensdezile hinweg liegt der Mittelwert der monatlichen Netto-Haushaltseinkommen pro Kopf bei 3.667 €. ⁵⁶ Im untersten Einkommensdezil liegt das durchschnittliche Einkommen bei 1.298 €, im obersten Dezil bei 8.519 €. Das oberste Dezil sticht allerdings deutlich heraus, im neunten Dezil liegt das Durchschnittseinkommen noch bei 5.395 €.

Tabelle 14: Haushaltseinkommen nach Dezilen des Äquivalenzeinkommen

Dezil	Haushalte	Median Haushaltseinkommen (gewichtet) in €	Mittelwert Haushaltseinkommen (gewichtet) in €
1	4.222	987	1.298
2	4.222	2.106	2.043
3	4.222	2.694	2.603
4	4.224	3.166	3.060
5	4.223	3.617	3.449
6	4.220	4.051	3.817
7	4.225	4.568	4.246
8	4.222	5.173	4.767
9	4.223	5.908	5.395
10	4.223	7.390	8.519
Gesamt	42.226	2.961	3.667

Quelle: Eigene Berechnung, RWI aus EVS (AAGSHB).

4.3.2 Vergleich zu Referenzdatensätzen

Um die mittels EVS-Daten geschätzten Werte für Ausgaben und Emissionen einordnen zu können, werden sie mit mehreren Referenzgrößen verglichen. Allgemein gibt es zwei potenzielle Fehlerquellen, welche die Schätzungen auf Basis der EVS verzerren können.

Erstens ist die EVS keine repräsentative Zufallsstichprobe, sondern eine freiwillige Quotenstichprobe. Allgemein hat jeder Haushalt in der Stichprobe einen Hochrechnungsfaktor. Mit den Hochrechnungsfaktoren wird der Unterschied der Verteilung von Haushalten in der Stichprobe zu der Grundgesamtheit korrigiert, wodurch der Datensatz repräsentativ werden soll. Haushalte mit Merkmalen, die in der Stichprobe gegenüber der Häufigkeit der Merkmale in Gesamtdeutschland unterrepräsentiert sind, werden dann mit dem Hochrechnungsfaktor nach oben korrigiert. Eine Schätzung mit solchen Hochrechnungsfaktoren kann immer noch verzerrt sein. Es ist aber nicht a priori klar, ob diese Verzerrung (sofern sie existiert) zu einer Unter- oder Überschätzung von Ausgaben führen würde.

⁵⁵ Eine Verteilung der Einkommensdezile ist nicht in Abbildung 34 dargestellt, da jedes Dezil per Definition 10% der Haushalte umfasst.

⁵⁶ Die Angabe ist äquivalenzgewichtet und entspricht damit nur im Fall von Ein-Personen-Haushalten dem tatsächlichen Einkommen. Die Äquivalenzgewichtung macht unterschiedliche Haushaltstypen aber wesentlich besser miteinander vergleichbar.

Zweitens sind sehr vermögende Haushalte nicht in der Stichprobe enthalten, da die EVS nur Haushalte mit einem monatlichen Nettoeinkommen unter 18.000 € berücksichtigt. Diese Haushalte können aufgrund ihres Einkommens sehr viel konsumieren und sich in ihrem Konsumverhalten stark unterscheiden (Golley und Meng, 2012). Die in den Analysen getroffenen Aussagen können daher nur für die in die EVS einbezogenen Haushalte getroffen werden. Die nicht berücksichtigten sehr einkommensstarken Haushalte können wesentlich höhere Emissionen haben als die einkommensstärksten Haushalte, die in der EVS abgebildet werden. Ob diese Haushalte einen großen Anteil der gesamtwirtschaftlichen CO₂-Emissionen verantworten, ist sehr unsicher. Da diese Haushalte nur einen Bruchteil der Gesellschaft ausmachen⁵⁷, müssten ihre Emissionen sehr groß sein, um die gesamtwirtschaftlichen Emissionen maßgeblich zu beeinflussen.

Ein Vergleich mit der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung des Bundes (VGR) zeigt eine mögliche Untererfassung bei Nahrungsmitteln, Getränken und Tabakwaren. Bei der VGR beziffern sich die Gesamtausgaben für Nahrungsmittel, Getränke und Tabakwaren für 2018 auf 233 Milliarden Euro (Statistisches Bundesamt, 2021), die Schätzung auf Basis der EVS-NGT Daten ergibt 153 Milliarden Euro, also etwa 34 Prozent weniger. Jedoch ist dies auch auf die unterschiedliche Erfassungsmethodik der VGR zurückzuführen. Es ist schwer zu sagen, wie sich eine Untererfassung im EVS auf die vorliegende Analyse auswirken würde, da man dies nur genau abschätzen könnte, wenn die untererfassten Daten verfügbar wären. Im Allgemeinen hängen die Auswirkungen davon ab, ob die Untererfassung mit erklärenden Variablen korreliert: Beispielsweise wäre es problematisch, wenn die Untererfassung für Zweipersonenhaushalte höher wäre als für Einpersonenhaushalte.

Insgesamt ist es möglich, dass die absolute Menge an Ausgaben und Emissionen mittels der EVS unterschätzt wird. Daraus lässt sich jedoch nicht schließen, dass sich die EVS nicht für Vergleiche zwischen Haushalten nutzen lässt. Die Variation zwischen Haushalten sollte immer noch gut durch die EVS-Daten zu schätzen sein, wobei lediglich ein Vergleich mit der Gruppe der höchsten Einkommensklasse nicht möglich ist.

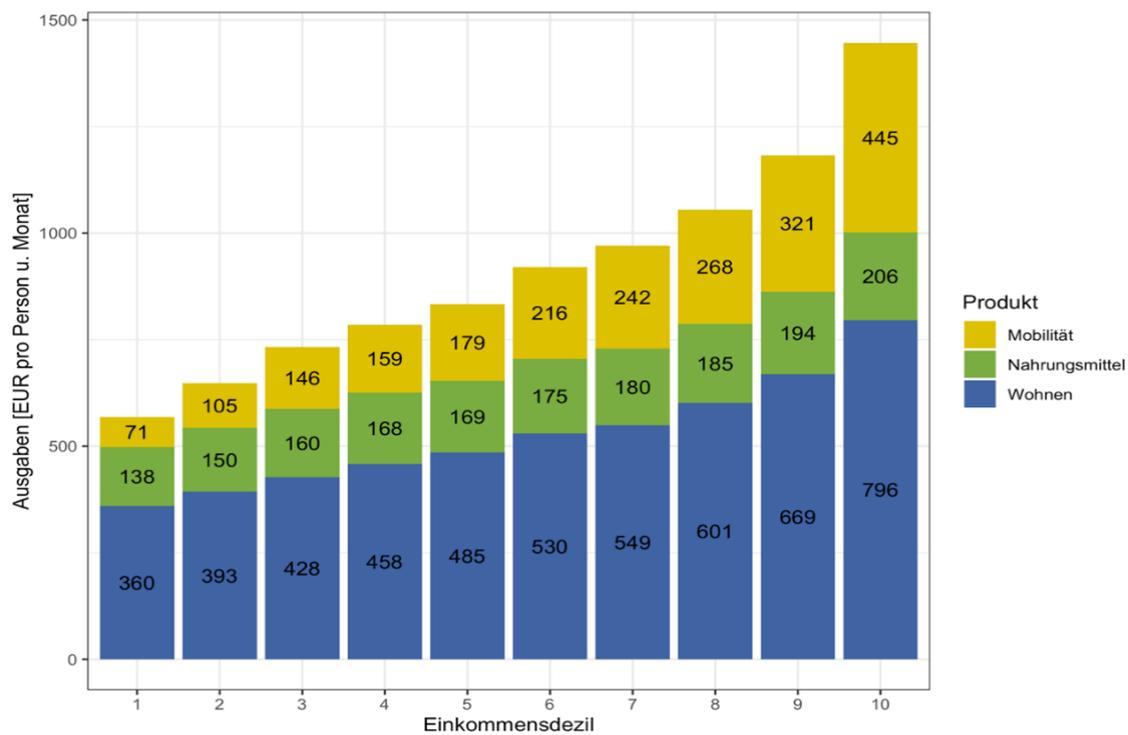
4.3.3 Analyse der Warenkörbe

Bevor die konkrete Verursachung von Emissionen analysiert wird, werden zunächst die Ausgaben detaillierter betrachtet. Dabei werden die Ausgaben in die drei Oberkategorien unterteilt, die auch im Fokus des vierten Kapitels stehen (Mobilität, Wohnen und Nahrungsmittel). Zudem werden die Ausgaben für Nahrungsmittel noch einmal differenzierter betrachtet. Die dargestellten Ausgaben werden hier noch nicht in Relation zu ihrer CO₂-Intensität dargestellt. Insbesondere im Bereich „Wohnen“ sind hier die Mieten einschließlich Betriebskosten⁵⁸ abgetragen, die zu großen Teilen (Kaltmiete) nicht unmittelbar mit einer CO₂-Emission verbunden sind. Zunächst sollen nur Unterschiede in den zugrundeliegenden Ausgaben betrachtet werden. Die Ausgabenstrukturen werden dabei nach den sozialen Merkmalen Einkommen, Altersgruppen und Bildungsabschluss unterteilt.

⁵⁷ Die Angaben des SOEP zeigen, dass weit weniger als 0,5% der Haushalte in diese Einkommensgruppe fallen. Laut SOEP sind nur 0,11% der Haushalte in diesem Einkommensbereich. Mit dem „Sample G“ werden Hocheinkommens-Haushalte seit 2002 im SOEP gesondert berücksichtigt. Aufgrund eines Survey-Bias ist aber nicht auszuschließen, dass solche Hocheinkommens-Haushalte zurückhaltender sind, an entsprechenden Studien teilzunehmen und damit in den Befragungen ausreichend repräsentiert zu sein.

⁵⁸ Im Fall von Eigentümerinnen und Eigentümern werden hier die Angaben zu unterstellten Mieten (einschließlich Nebenkosten) genutzt.

Abbildung 35: Ausgaben (Oberkategorien) nach Einkommensdezil

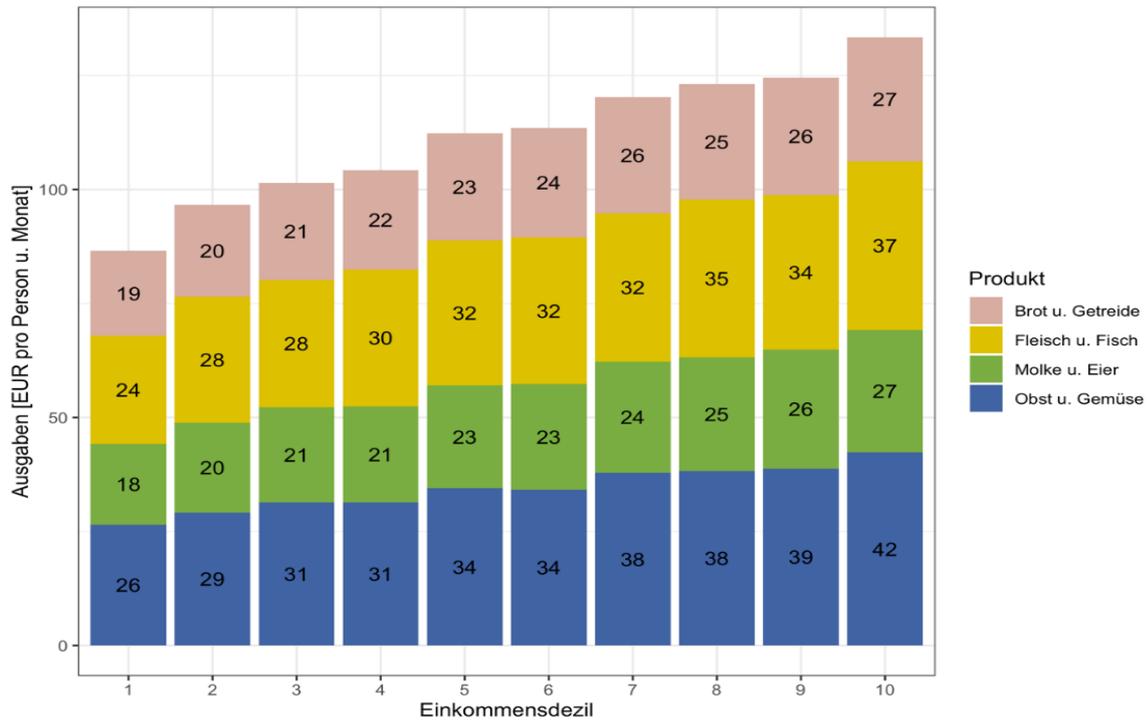


Quelle: Eigene Berechnung, RWI aus EVS (AAGSHB & NGT).

In der Unterteilung nach Einkommen (Abbildung 35) zeigen sich deutliche Unterschiede in den Ausgaben pro Person. Grundsätzlich steigen die Ausgaben mit steigendem Einkommen deutlich an. Die treibenden Größen sind dabei die Ausgaben für Mobilität und Wohnen. Für die Mobilität geben Haushalte im höchsten Dezil etwa das 6-fache im Vergleich zum Dezil mit den niedrigsten Einkommen aus. In absoluten Zahlen sind die Unterschiede zwischen dem höchsten und dem niedrigsten Dezil bei den Ausgaben fürs Wohnen am deutlichsten (wie zuvor erwähnt, sind im Bereich Wohnen große Teile der Kosten nicht unmittelbar mit Emissionen verbunden). Mit ca. 796 € pro Person liegen die Kosten hier um gut 400 € höher als im untersten Dezil. Die Ausgaben für Nahrungsmittel steigen mit dem Einkommen nur geringfügig an.⁵⁹

⁵⁹ Der Zusammenhang zwischen Einkommen und Nahrungsmittelkonsum wird formal durch das Engel'sche Gesetz beschrieben, welches vorgibt, dass bei steigendem Einkommen der Konsum von hochwertigen Lebensmitteln ansteigt (BPB 2023).

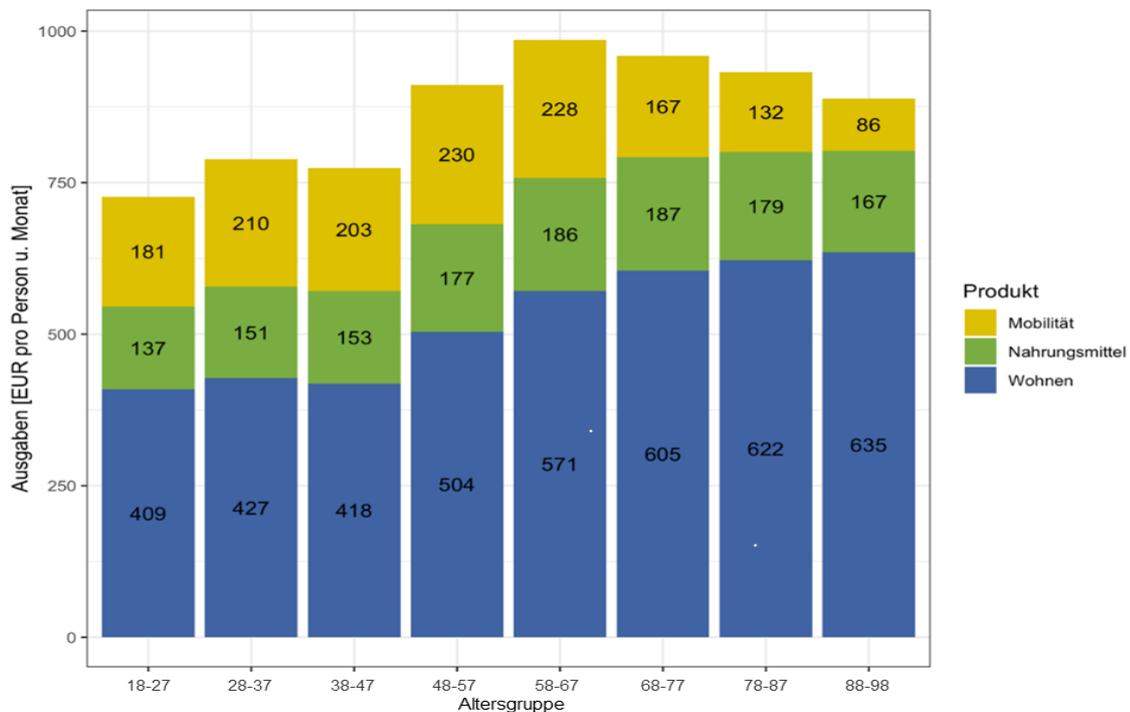
Abbildung 36: Ausgaben (Nahrungsmittel) nach Einkommensdezil



Quelle: Eigene Berechnung, RWI aus EVS (AAGSHB & NGT).

Dieser Eindruck bestätigt sich auch bei der konkreten Betrachtung der Ausgaben für Nahrungsmittel (Abbildung 36). Während die Ausgaben im untersten Dezil bei etwa 90 € pro Person liegen, sind es im obersten Dezil etwa 130 €. Die Mehrausgaben verteilen sich dabei ungefähr gleichmäßig auf die verschiedenen Kategorien.

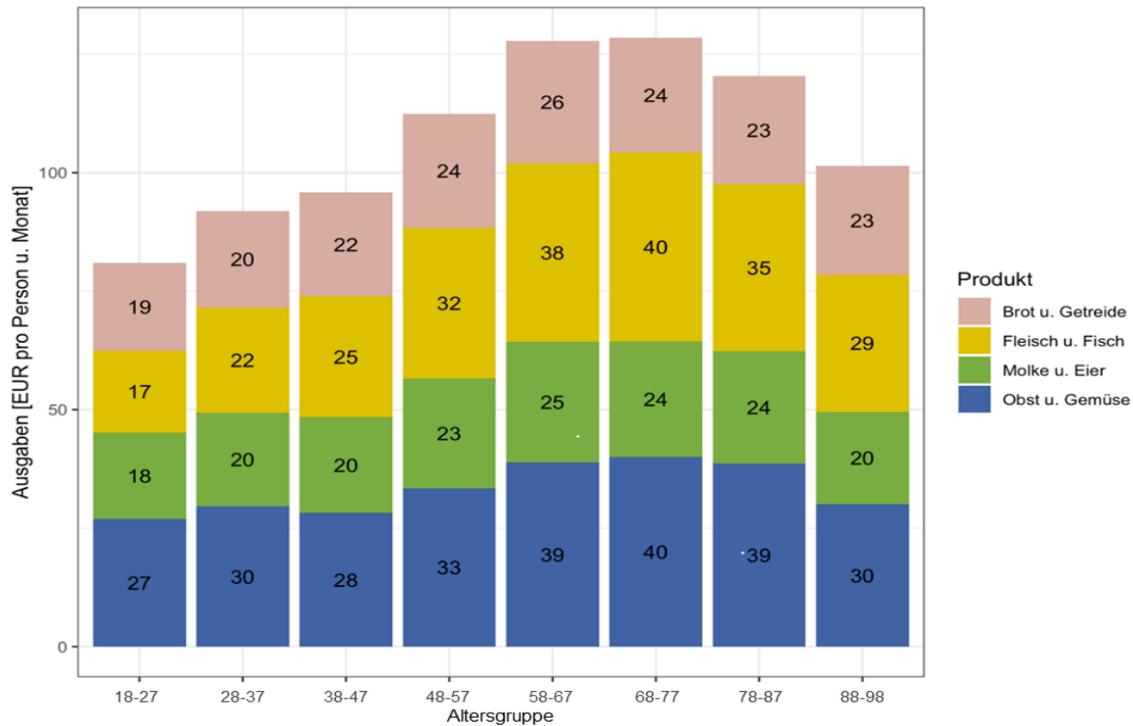
Abbildung 37: Ausgaben (Oberkategorien) nach Altersgruppe



Quelle: Eigene Berechnung, RWI aus EVS (AAGSHB & NGT).

In der Unterteilung nach Altersgruppen (Abbildung 37) weist die Gruppe der 58- bis 67-Jährigen die höchsten Ausgaben auf. Grundsätzlich steigen mit dem Alter die Ausgaben für Wohnen, Nahrungsmittel und Energie. Dabei sind die Mehrausgaben für Nahrungsmittel eher moderat, für Wohnen recht deutlich. Einzig die Ausgaben für die Mobilität sind in den jüngeren Altersgruppen höher als in den älteren Gruppen, wobei dieser Effekt offensichtlich erst in den verrenteten Altersgruppen über 68 Jahre auftritt.

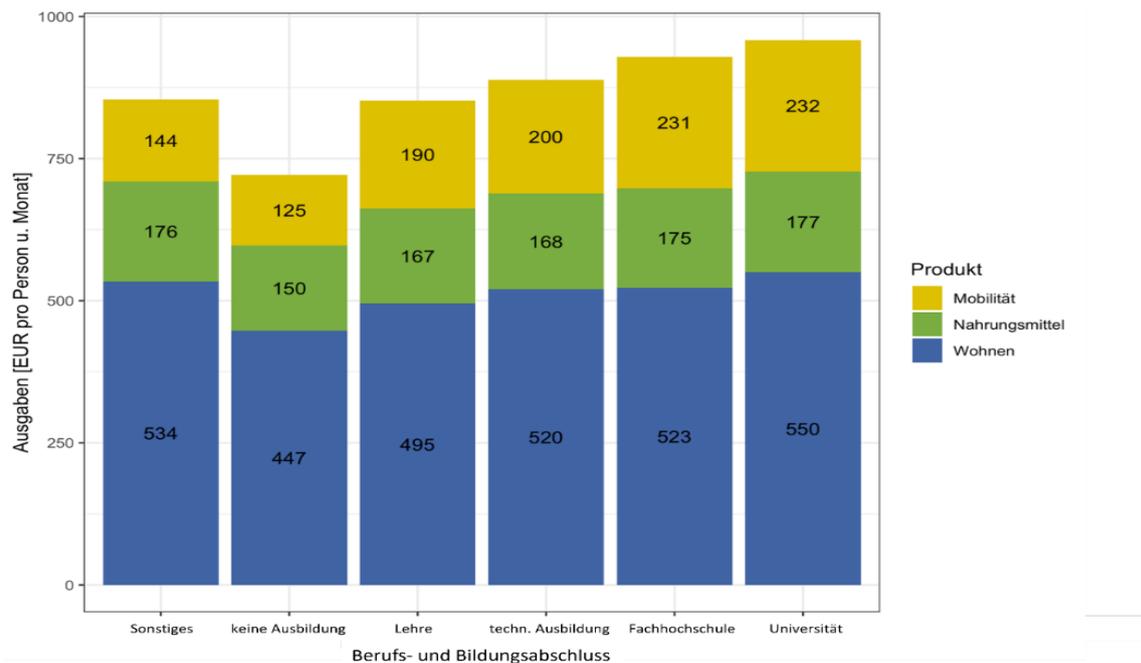
Abbildung 38: Ausgaben (Nahrungsmittel) nach Altersgruppe



Quelle: Eigene Berechnung, RWI aus EVS (AAGSHB & NGT).

Innerhalb der Nahrungsmittelausgaben liegen die Unterschiede insbesondere in den Ausgaben für Fisch und Fleisch (Abbildung 38). Während diese Ausgaben bei den Haushalten der Alterskategorien unter 48 Jahren bei etwa 20 bis 25 € liegen, steigen sie in den Altersgruppen 48 und 88 Jahren auf etwa 35 € bis 40 € pro Person an. Auch die Ausgaben für Obst und Gemüse liegen in den höheren Altersgruppen höher als bei den jüngeren Haushalten.

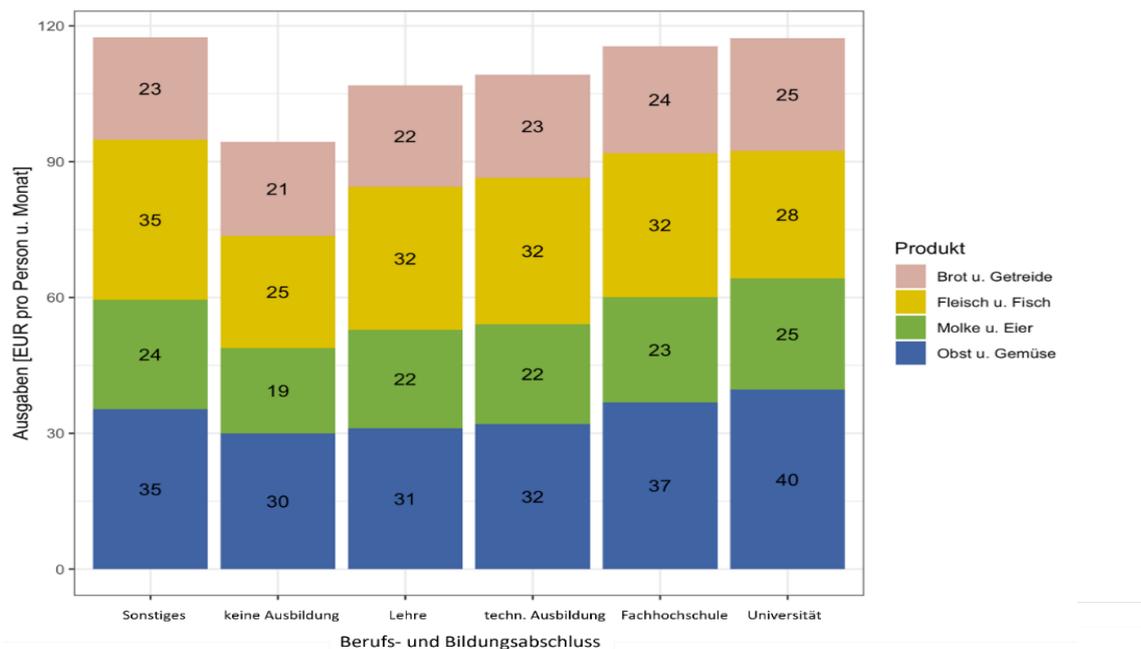
Abbildung 39: Ausgaben (Oberkategorien) nach Bildungsabschluss



Quelle: Eigene Berechnung, RWI aus EVS (AAGSHB & NGT).

In der Unterteilung der Gesamtausgaben nach Bildungsabschlüssen (Abbildung 39) zeigen sich wesentlich weniger Unterschiede der Gruppen. Die Ausgaben liegen im Wesentlichen zwischen etwa 850 € und 950 € pro Person. Einzig die Gruppe ohne Berufsabschluss hat niedrigere Ausgaben in Höhe von gut 700 €. Die bestehenden Unterschiede beruhen auf variierenden Ausgaben für Mobilität. Diese sind in den vier Gruppen „Lehre“, „technische Ausbildung“, „Fachhochschule“ und „Universität“ höher als in den beiden Gruppen „keine Ausbildung“ und „Sonstige“.

Abbildung 40: Ausgaben (Nahrungsmittel) nach Berufsabschluss



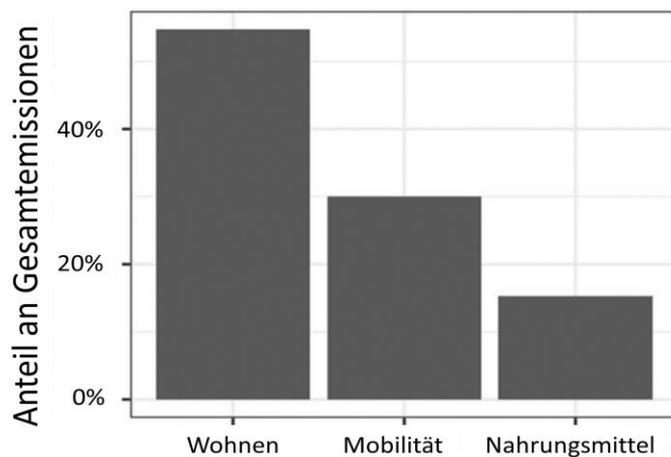
Quelle: Eigene Berechnung, RWI aus EVS (AAGSHB & NGT).

In den Gesamtausgaben für Nahrungsmittel (Abbildung 40) bestätigt sich diese Verteilung über die verschiedenen Bildungsabschlüsse. Je höher der Bildungsabschluss ist, desto höher sind die Ausgaben pro Person. Die höchsten Ausgaben hat die sehr heterogene Gruppe der sonstigen Abschlüsse.

4.4 Analyse der Verursacher-Perspektive

Dieses Kapitel zeigt die CO₂-Emissionen nach verschiedenen relevanten sozioökonomischen Faktoren, die in der EVS abgefragt werden.⁶⁰ Die Emissionen werden den einzelnen Ausgaben (bzw. den konsumierten Mengen) der jeweiligen Haushalte zugeordnet, die dann wiederum in unterschiedliche Gruppen aggregiert werden. Die einzelnen CO₂-Emissionen werden in den drei aggregierten Bereichen „Wohnen“, „Mobilität“ und „Nahrungsmittel“ betrachtet. Die Summe der in den einzelnen Bereichen beobachteten Emissionen werden fortan als Gesamtemissionen der Haushalte bezeichnet, auch wenn der in den Daten unbeobachtete Teil zwangsläufig nicht berücksichtigt werden kann.

Abbildung 41: Verteilung der CO₂-Emissionen aus aggregierten Bereichen



Anmerkung: Emissionen in CO₂eq.

Quelle: Eigene Berechnung, RWI aus EVS (AAGSHB & NGT) und den in Kapitel 4.2 angegebenen Quellen der Emissionen.

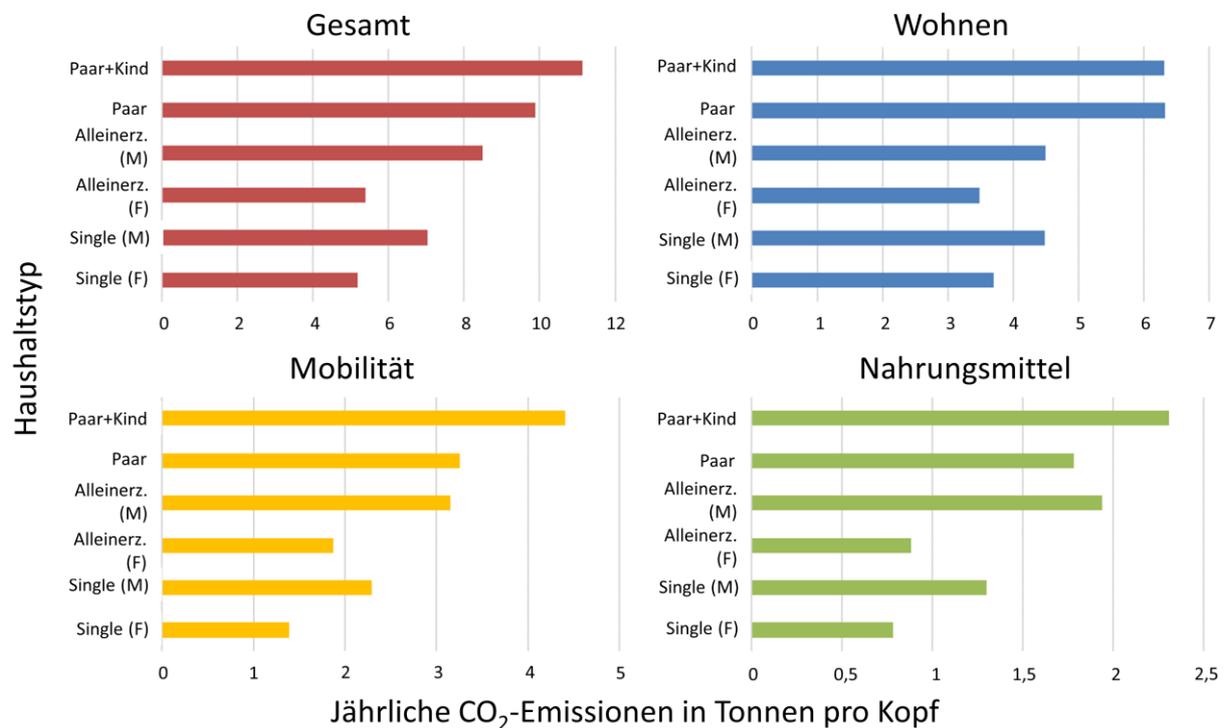
Wie Abbildung 41 zeigt, tragen die Emissionen im Bereich „Wohnen“ am meisten zu den Gesamtemissionen bei (etwa 55%), gefolgt von der Mobilität (29%) und den Nahrungsmitteln (16%). Im Durchschnitt über alle Haushalte liegt die durchschnittliche Emission eines Haushalts bei 9,4 Tonnen CO₂eq pro Jahr. Auf individueller Ebene sind das 5,9 Tonnen CO₂-Äquivalente pro Person. Wenn der CO₂-Rechner des UBA für eine Person in einem Zweipersonenhaushalt als Referenz genutzt wird, dann ergibt sich in der hier vorgenommenen Berechnung der Gesamtemission aus der EVS eine Untererfassung von 17%. Diese Abweichung ist im Bereich der Nahrungsmittel mit 48% am höchsten, im Bereich Wohnen mit einer Übererfassung von 9% am niedrigsten.

Abbildung 42 verdeutlicht einen substanziellen Zusammenhang der Emissionen pro Kopf und der Anzahl der Personen im Haushalt. Diese Unterteilung nach verschiedenen Haushaltstypen zeigt, dass die Pro-Kopf-Emissionen eines Haushalts mit steigender Bewohnerzahl sinken. Die höchsten Emissionen weisen Singlehaushalte auf, wobei hier alleinstehende Männer eine leicht höhere Gesamtemission (oberes linkes Panel) verursachen als alleinstehende Frauen. Diese höhere Gesamtemission basiert insbesondere auf höheren Emissionen durch die Mobilität

⁶⁰ Die Kategorisierung erfolgt (soweit nichts anderes angegeben ist) immer auf Basis der Person im Haushalt, die das Haupteinkommen bezieht. Dies ist die klassische Definition der Haushalte in der EVS.

(unteres linkes Panel) bei Männern. Die Emission bei Nahrungsmitteln (unteres rechtes Panel) ist ungefähr gleich verteilt zwischen Männern und Frauen. Im Bereich Wohnen (oberes rechtes Panel) zeigen Frauen leicht höhere Emissionen.

Abbildung 42: CO₂-Emissionen nach Haushaltstypen



Anmerkung: Jährliche Emissionen in Tonnen CO₂eq pro Kopf aus verschiedenen Konsum-Bereichen.

Quelle: Eigene Berechnung, RWI aus EVS (AAGSHB & NGT) und den in Kapitel 4.2 angegebenen Quellen der Emissionen.

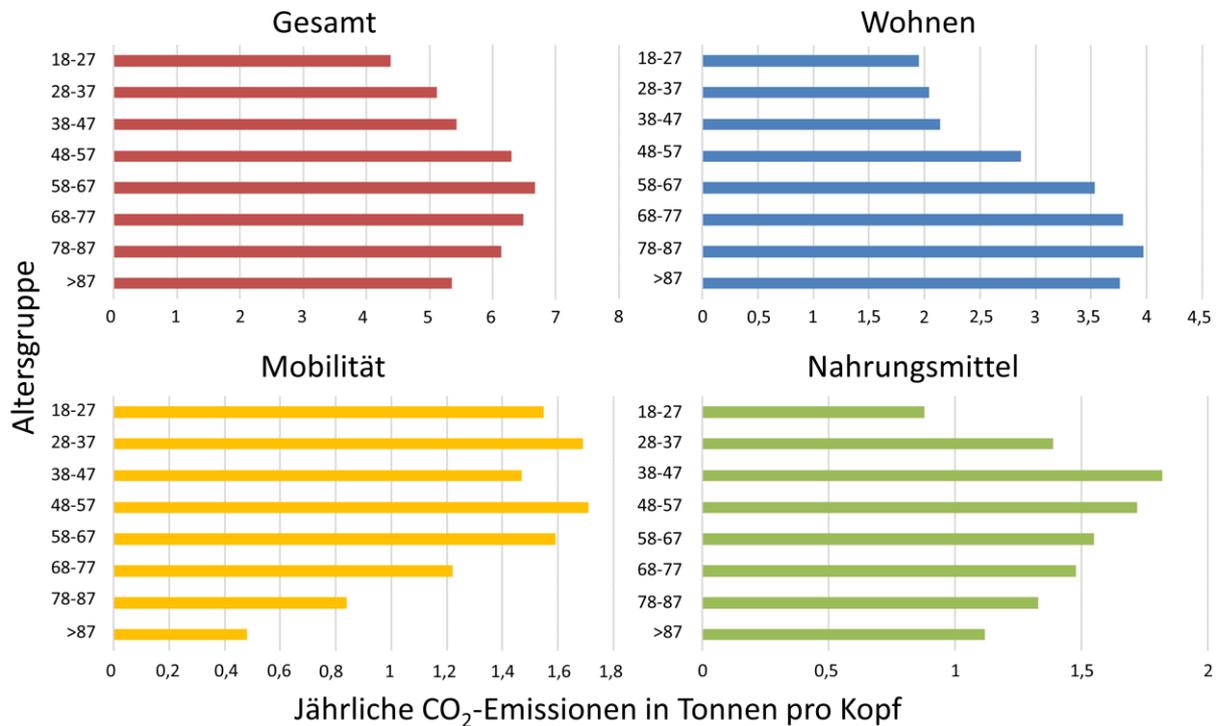
Paare mit Kindern haben die niedrigsten Emissionen und stellen im Durchschnitt die größten Haushalte dar. Ähnlich wie Alleinerziehende haben die Paare mit Kindern deutlich niedrigere Gesamtemissionen aufgrund der niedrigeren Emissionen im Bereich Wohnen, die hier nur bei knapp 50% der Emissionen der Singles (Frauen) liegen. Durch Mobilität verursachte Emissionen sind bei Paaren mit Kindern leicht unterdurchschnittlich, die Emission durch Nahrungsmittel ist hingegen deutlich höher als bei anderen Haushaltstypen.

Auffällig sind die Unterschiede der alleinerziehenden Männer und Frauen. Während der Unterschied zwischen Männern und Frauen bei Singles eher gering ist, vergrößert dieser sich bei alleinerziehenden Männern und Frauen. In diesem Fall haben Männer in allen drei Unterbereichen höhere Emissionen. Am größten ist der Unterschied dabei bei den Emissionen durch Nahrungsmittel.

Mit Blick auf die Emissionen nach Altersgruppen (Abbildung 43) haben Haushalte, deren Haupteinkommensbezieher unter 50 Jahre alt sind, deutlich geringere Emissionen. Hier liegen die Emissionen im Schnitt bei 3.700 kg CO₂eq pro Person, während die Gesamtemission in den höheren Altersgruppen im Schnitt bei knapp 5.000 kg CO₂eq und damit etwa 1.300 kg CO₂-Äquivalente höher liegt. Daran ändert auch der deutliche Rückgang der Emissionen durch Mobilität bei den älteren Generationen (ab 68 Jahre) nichts, der wahrscheinlich durch den Eintritt in die Rente und wegfallende Arbeitswege bedingt ist. Auch die Emissionen durch Nahrungsmittel gehen mit dem Alter zurück. Sie zeigen eine inverse U-Verteilung mit den höchsten Emissionen in der Altersgruppe zwischen 38 und 48 Jahren und fallen zu beiden anderen Enden der Verteilung ab. Dabei haben allerdings junge Haushalte die mit Abstand

niedrigsten Emissionen, mit etwa 900 kg CO₂eq gegenüber 1.800 kg CO₂eq in der Gruppe zwischen 38 und 48 Jahren.

Abbildung 43: CO₂-Emissionen nach Altersgruppen

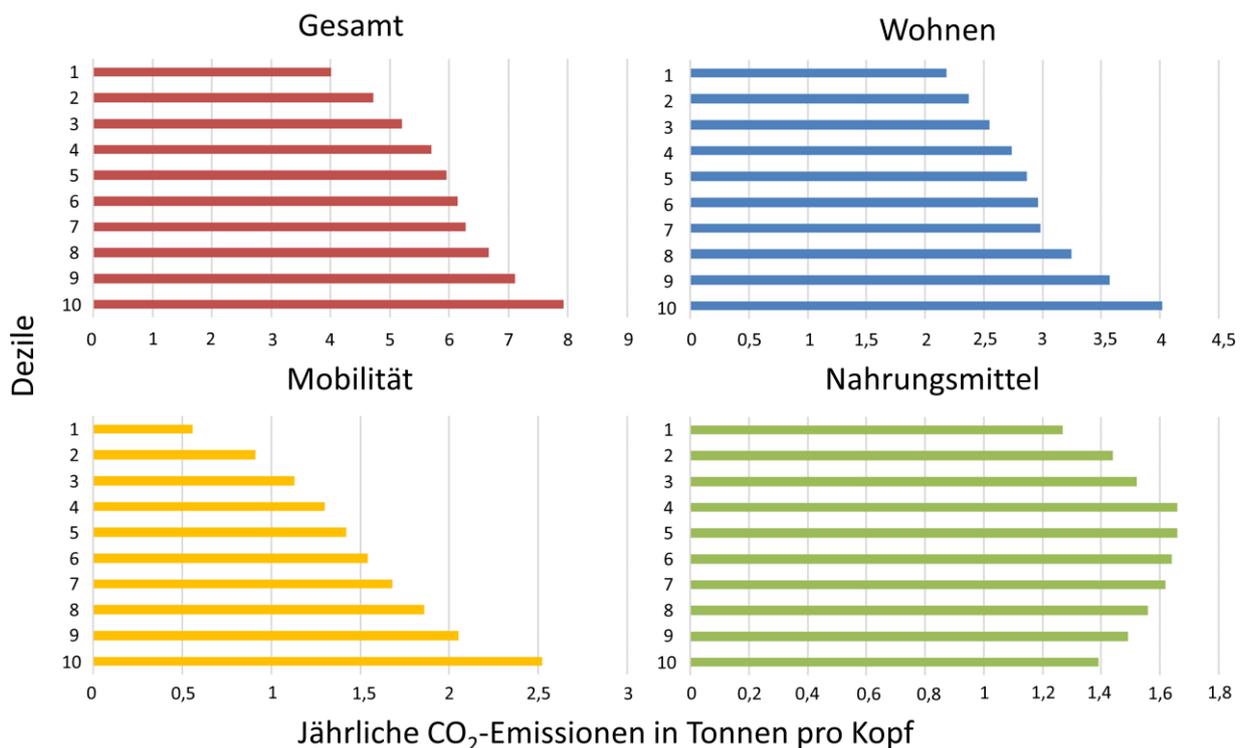


Anmerkung: Jährliche Emissionen in Tonnen CO₂eq pro Kopf aus verschiedenen Konsum-Bereichen.

Quelle: Eigene Berechnung, RWI aus EVS (AAGSHB & NGT) und den in Kapitel 4.2 angegebenen Quellen der Emissionen.

Die hohen Gesamtemissionen der älteren Haushalte werden durch die hohen Emissionen im Bereich Wohnen getrieben. Während diese in den drei unteren Altersgruppen bis 48 Jahren um etwa 2.000 kg CO₂eq liegen, steigen sie in den älteren Gruppen auf durchschnittlich 3.600 kg CO₂eq an. Der größte Unterschied liegt dabei zwischen den 18- bis 28-Jährigen und den 78- bis 88-Jährigen, die mehr als doppelt so viel CO₂ (2.000 kg CO₂eq) durch das Wohnen verursachen. Mit Blick auf die Gesamtemissionen verursachen die Haushalte über 55 Jahre allein im Bereich Wohnen mehr Emissionen als die jüngste Altersgruppe insgesamt verursacht.

Abbildung 44: CO₂-Emissionen nach Einkommensdezilen



Anmerkung: Jährliche Emissionen in Tonnen CO₂eq pro Kopf aus verschiedenen Konsum-Bereichen.

Quelle: Eigene Berechnung, RWI aus EVS (AAGSHB & NGT) und den in Kapitel 4.2 angegebenen Quellen der Emissionen.

Ebenso wie mit den Altersgruppen ist die Emission von CO₂-Äquivalenten stark mit dem Einkommen korreliert (Abbildung 44). Hier ist der Zusammenhang allerdings stetig: Je höher das Einkommen, desto höher sind auch die Gesamtemissionen. Die höheren Gesamtemissionen speisen sich dabei sowohl aus höheren Emissionen im Bereich Wohnen als auch deutlich höheren Emission im Bereich Mobilität. Beispielsweise sind die Emissionen durch Mobilität im obersten Dezil fast fünf Mal höher als im untersten Dezil. Nur bei den Emissionen durch Nahrungsmittel findet sich der stetige Zusammenhang nicht wieder. Die höchsten Emissionen finden sich hier im vierten und fünften Dezil. Die reicheren und ärmeren Haushalte haben jeweils niedrigere Emissionen in diesem Bereich.

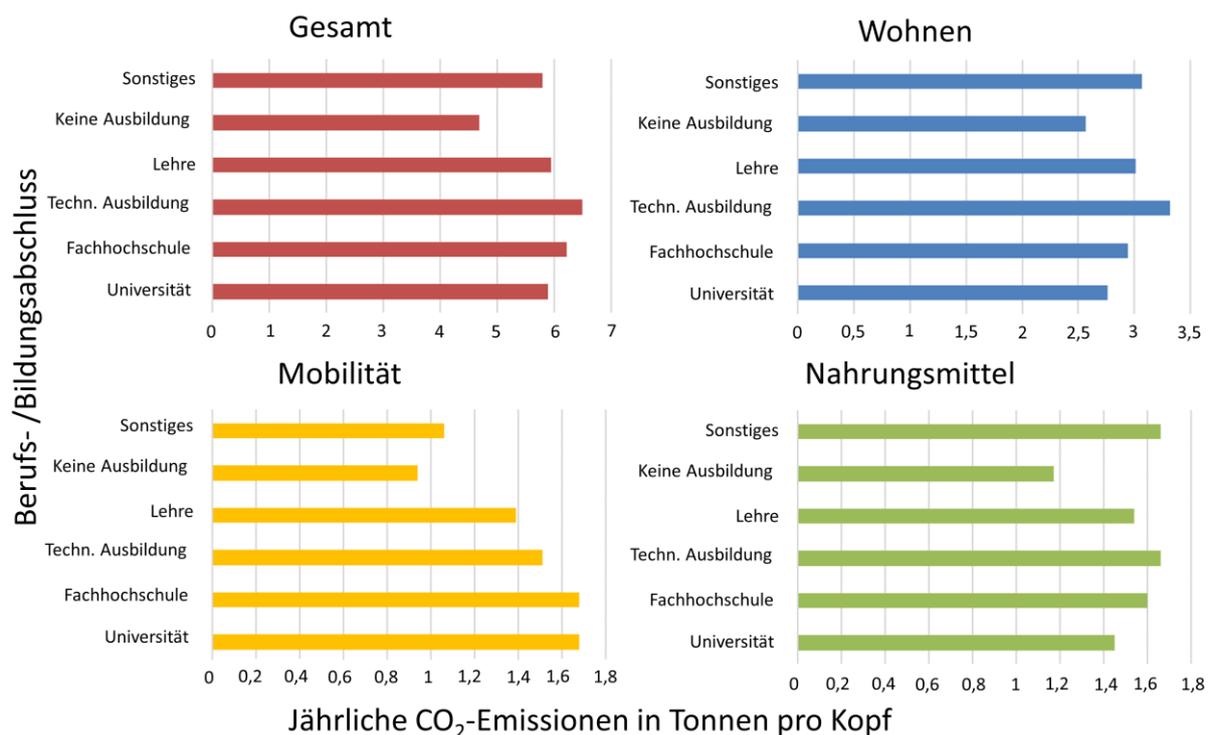
Die Gesamtemissionen (ebenso wie die Emissionen in den Bereichen Wohnen und Mobilität) legen zudem nahe, dass die Emissionen der in der EVS nicht berücksichtigten Einkommensgruppen (mit mehr als 18.000 € monatlichem Einkommen) noch höher liegt. Die Emissionen steigen insbesondere vom neunten zum zehnten Dezil deutlich an. Hier liegt der größte Anstieg zwischen allen Dezilen, sodass es auch naheliegend erscheint, dass der Anstieg in noch höheren (in der EVS nicht abgebildeten) Einkommensgruppen mindestens ebenso stark fortschreitet. Auf Basis der vorliegenden Daten ist diese Annahme jedoch nicht empirisch belegbar.

Der Berufs- und Bildungshintergrund der Haushalte (Abbildung 45) zeigt ebenfalls Unterschiede in der Verursachung von Emissionen auf, auch wenn die Unterschiede hier deutlich kleiner sind als beispielsweise bei den Einkommensdezilen. Die einzige Gruppe mit einer deutlich abweichenden Emission sind die Haushalte, deren Haupteinkommensbezieher*in ohne Ausbildung ist. Hierzu zählen auch Personen, die noch in der Ausbildung sind. Deren Gesamtemission liegt bei etwa 3.500 kg CO₂eq, während alle anderen Gruppen über 4.000 kg

CO₂eq liegen. Am höchsten sind die Emissionen bei Haushalten mit einer technischen Ausbildung. Hier liegen die Emissionen bei knapp 5.000 kg CO₂eq.

Die niedrigeren Emissionen im Bereich der Haushalte ohne Ausbildung lässt sich nicht auf einen einzelnen Bereich zurückführen. Sie haben sowohl im Bereich Wohnen, bei der Mobilität und bei den Nahrungsmitteln unterdurchschnittlich niedrige Emissionen gegenüber den anderen Gruppen. Die anderen vier Gruppen unterscheiden sich in den Emissionen (insgesamt sowie in den Untergruppen) nur marginal. Bei der Mobilität ist die Emission der Gruppe „Sonstiges“ auch sehr niedrig. Hierunter fallen Haushalte in Anlernausbildung, beruflichen Praktika (mindestens 12 Monate) oder in Berufsvorbereitungsjahren.

Abbildung 45: CO₂-Emissionen nach Berufs- und Bildungsabschlüssen



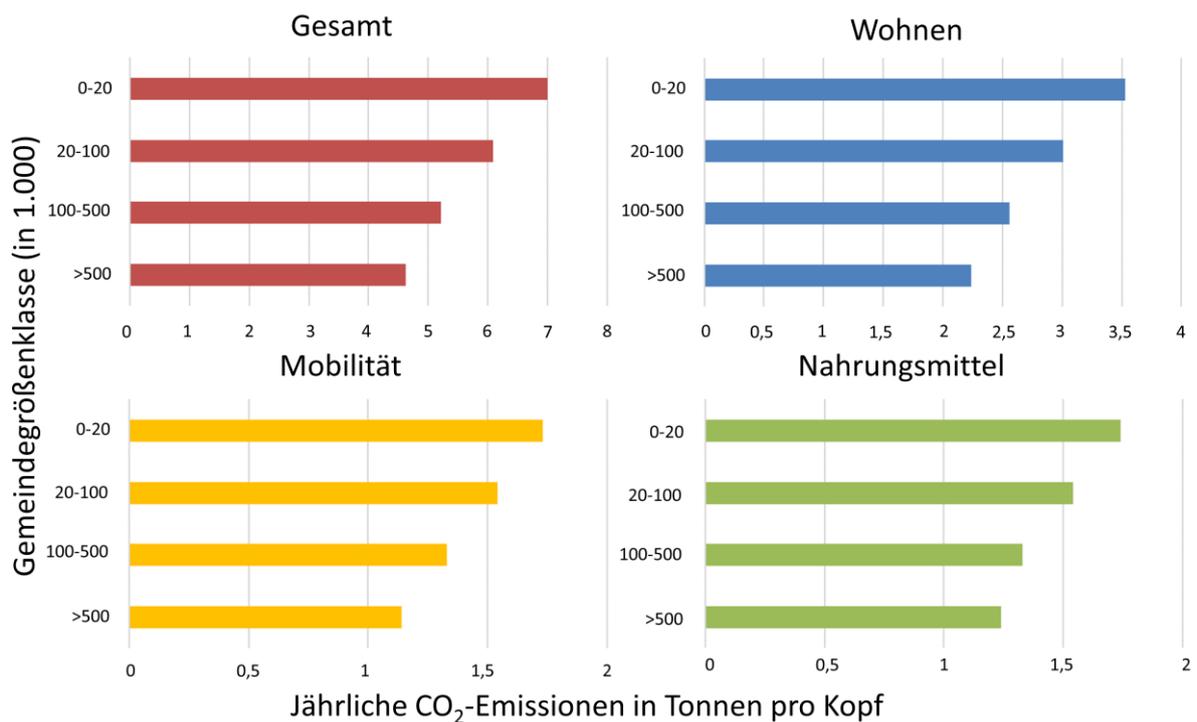
Anmerkung: Die Kategorie „keine Ausbildung“ beinhaltet auch noch nicht abgeschlossene Ausbildungen. Jährliche Emissionen in Tonnen CO₂eq pro Kopf aus verschiedenen Konsum-Bereichen.

Quelle: Eigene Berechnung, RWI aus EVS (AAGSHB & NGT) und den in Kapitel 4.2 angegebenen Quellen der Emissionen.

Abbildung 46 wechselt die Betrachtung von den individuellen Charakteristiken zu einer regionalisierten Zuordnung. Hier sind die Haushalte nach Gemeindegrößenklassen zugeordnet, wobei wir vier Gemeindegrößenklassen definiert haben (unter 20.000, 20.000 bis 100.000, 100.000 bis 500.000 und über 500.000 Einwohner)⁶¹. Diese Klassifizierung basiert notwendigerweise auf den acht (teilweise überlappenden und regional verschiedenen) Gemeindegrößenklassen, die im EVS vorhanden sind. In dieser Differenzierung zeigen sich klare Unterschiede. Je kleiner die Gemeinde, desto größer sind die Emissionen pro Kopf. Dies gilt für alle Untergruppen der Emissionen (Wohnen, Mobilität und Nahrungsmittel). Insgesamt liegt die Emission der Haushalte in Gemeinden über 500.000 Einwohnern (3,5 t CO₂eq) etwa zwei Tonne unter der Emission derer in den kleinsten Gemeinden (5,6 t CO₂eq).

⁶¹ Die Klassifikation ist datengetrieben und erfolgt auf Basis der EVS, die insgesamt 8 Kategorien, welche sich teilweise überlappen und nach Bundesland unterscheiden, ausweist.

Abbildung 46: CO₂-Emissionen nach Gemeindegrößenklassen



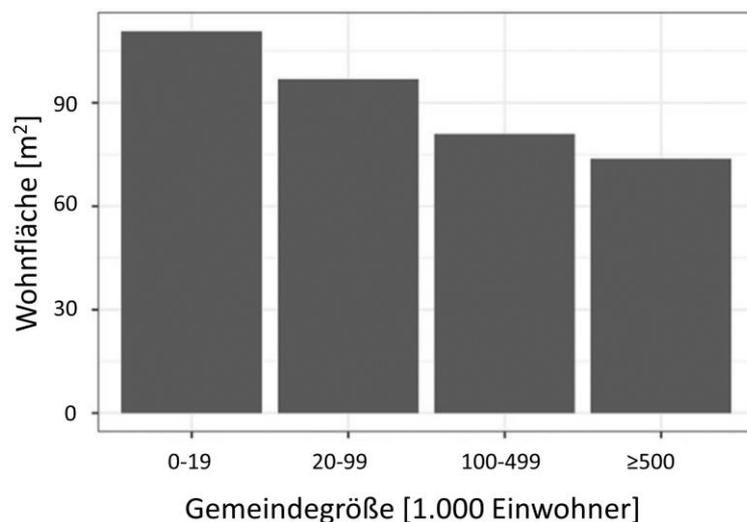
Anmerkung: Gemeindegrößenklassen in 1.000 Einwohnern. Jährliche Emissionen in Tonnen CO₂eq pro Kopf aus verschiedenen Konsum-Bereichen.

Quelle: Eigene Berechnung, RWI aus EVS (AAGSHB & NGT) und den in Kapitel 4.2 angegebenen Quellen der Emissionen.

Der größte Unterschied entsteht dabei im Bereich Wohnen. Die Emissionen der Haushalte in den kleinsten Gemeinden liegen allein in diesem Unterbereich bereits so hoch (3,5 t CO₂eq) wie die Gesamtemissionen der Haushalte in den größten Städten. Eine mögliche Erklärung sind historisch größer zugeschnittene Wohnobjekte. Aufgrund der niedrigeren Kosten für Land und Wohnraum sind Wohnungen und Häuser auf dem Land im Durchschnitt größer als in Städten. Folglich wären in diesem Fall auch die CO₂-Emissionen bei gleichen technischen Voraussetzungen höher.

Abbildung 47 zeigt einen deutlichen positiven Zusammenhang zwischen der durchschnittlichen Wohnfläche und der Gemeindegröße. Während Haushalte in den kleinsten Gemeinden (unter 20.000 Einwohner) eine durchschnittliche Wohnfläche von 110m² haben, sind es in den größten Gemeinden nur knapp 75 m². Ob die unterschiedliche Wohnfläche alle Unterschiede erklärt, müsste in tiefergehenden Analysen untersucht werden.

Abbildung 47: Wohnfläche nach Gemeindegrößenklassen

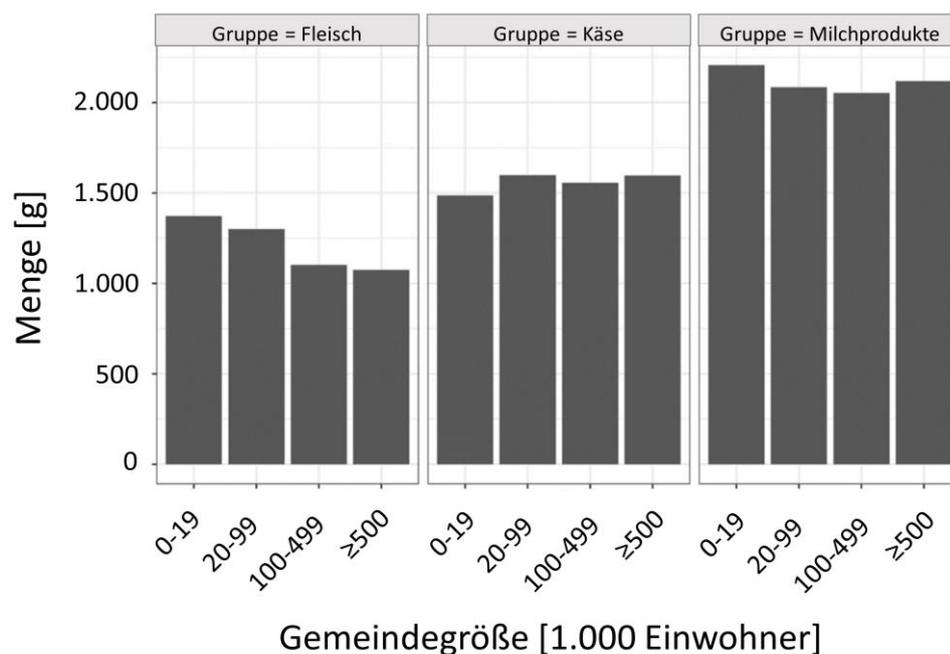


Anmerkung: Angaben pro Haushalt (2018).

Quelle: Eigene Darstellung, RWI auf Basis der EVS-AAGSHB (2018).

Zudem sind auch die Emissionen aus den Bereichen Mobilität und Nahrungsmittel höher als in den größeren Städten. Die Unterschiede im Bereich der Mobilität sind naheliegend, denn im ländlichen Raum ist der PKW als Fortbewegungsmittel aufgrund weniger gut verfügbarer Alternativen durch den ÖPNV deutlich etablierter als in städtischen Räumen. Zudem sind Fahrtwege aufgrund der geringeren Siedlungsdichte und der geringeren Ausstattung mit unterschiedlichen Infrastrukturen (Einkaufsmöglichkeiten, Schulen, Kindergärten, Fachärzte, etc.) länger als in dicht besiedelten Städten. Somit sind auch die Alternativen für Alltagsstrecken (per Fahrrad oder zu Fuß) oft nicht verfügbar.

Abbildung 48: Konsum ausgewählter Nahrungsmittel-Gruppen nach Gruppe und Gemeindegrößenklassen

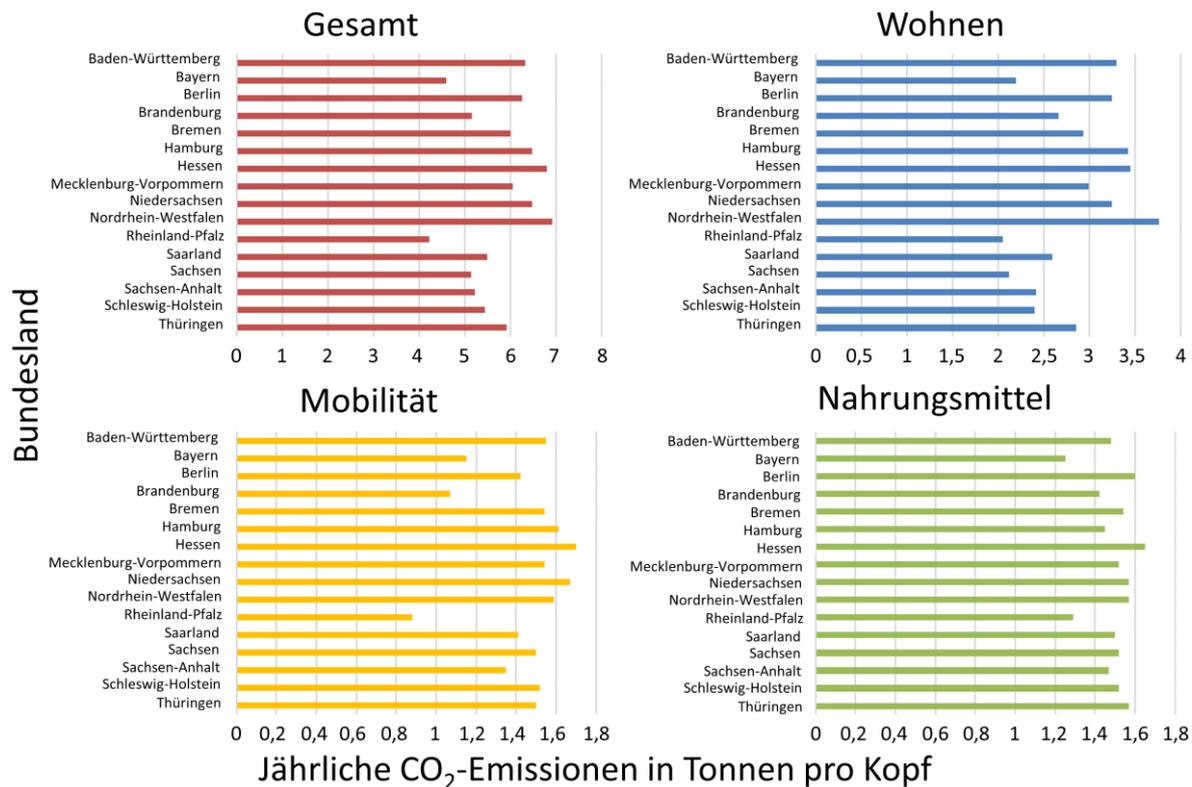


Anmerkung: Monatliche Konsummengen in Gramm zusammengefasst in übergeordnete Gruppen.

Quelle: Eigene Berechnung, RWI aus EVS-NGT (2018).

Warum die Emissionen auch bei Nahrungsmitteln höher sind als in den größeren Städten lässt sich dagegen kaum über unterschiedliche Lebensumstände erklären. Naheliegend ist daher die Annahme anderer Ernährungsgewohnheiten, mit mehr Fleisch- und Milchprodukten, die deutlich höhere Emissionen verursachen. Abbildung 48 zeigt, dass insbesondere der Fleischkonsum in kleineren Gemeinden wesentlich höher ist. Der monatliche Konsum liegt hier etwa 30% höher als in den größeren Städten mit über 100.000 bzw. über 500.000 Einwohner*innen.

Abbildung 49: CO₂-Emissionen nach Bundesländern



Anmerkung: Jährliche Emissionen in Tonnen CO₂eq pro Kopf aus verschiedenen Konsum-Bereichen.

Quelle: Eigene Berechnung, RWI aus EVS (AAGSHB & NGT) und den in Kapitel 4.2 angegebenen Quellen der Emissionen.

Die EVS erlaubt auch weitere regionalisierte Auswertungen der Emissionen, bspw. nach den Bundesländern (Abbildung 49). Hier zeigt sich, dass die niedrigsten Emissionen insgesamt in Rheinland-Pfalz (2.900 kg CO₂-Äquivalente) und Bayern (3.200 kg CO₂-Äquivalente) zu finden sind. Insbesondere die Emissionen im Bereich Wohnen sind in diesen Bundesländern niedriger. Im Gegensatz dazu zeigen sich in den Stadtstaaten keine besonders niedrigen Emissionen im Bereich Wohnen. Dies spricht dagegen, dass lediglich unterschiedliche Preisgefüge (und damit unterschiedliche Wohnungsgrößen) zu den zuvor gefundenen hohen Wohn-Emissionen in kleinen Gemeinden führen könnten.

Die höchsten Emissionen sind in NRW zu finden, wo die Gesamtemissionen mit 5.600 kg CO₂eq fast doppelt so hoch sind wie in Rheinland-Pfalz. Die hohen Emissionen in NRW werden durch die Emissionen im Bereich Wohnen getrieben, wo NRW den höchsten aller Vergleichswerte aufweist. In den Kategorien Mobilität und Nahrungsmittel liegt NRW eher im Durchschnitt.

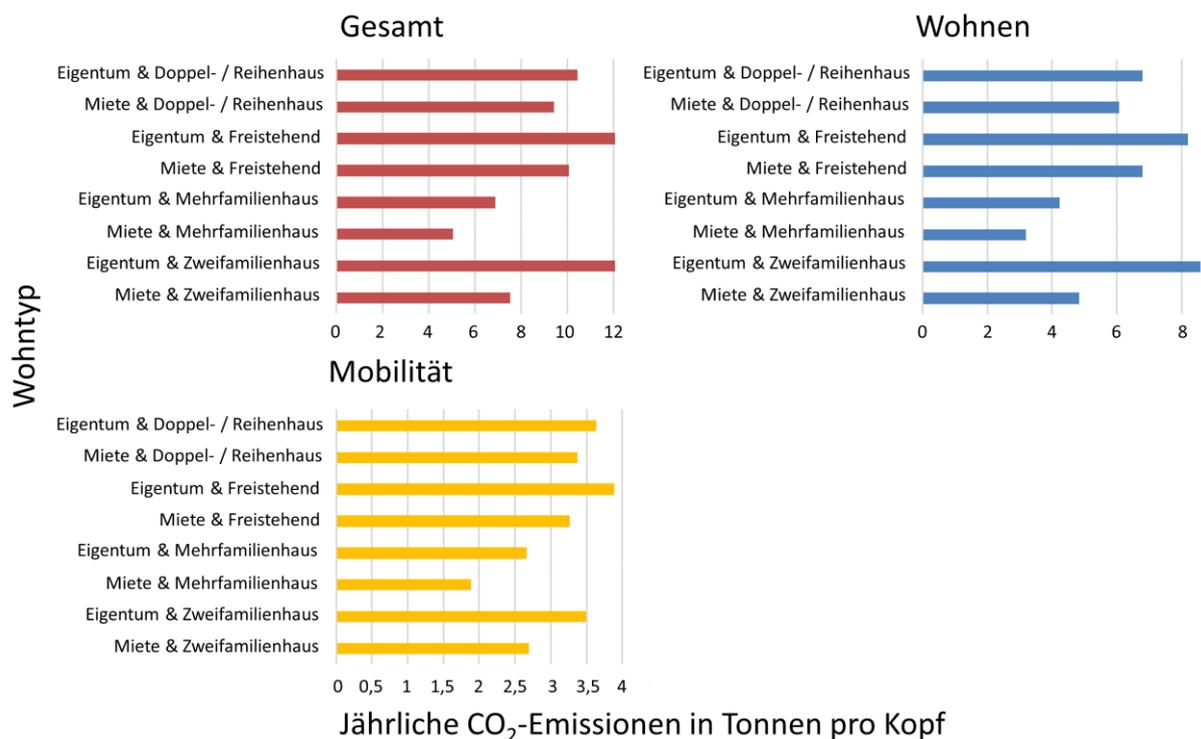
Zu erwarten war, dass die Stadtstaaten im Bereich Mobilität auffällig wären. Mit Blick auf die hohe Zentralität und die geringe Angewiesenheit auf den PKW wären hier sehr niedrige Emissionen zu erwarten. Hamburg hat hier mit 1.600 kg CO₂eq jedoch den dritthöchsten aller

Werte. Berlin und Bremen liegen im Durchschnitt. Ein direkter Einfluss der Zentralität auf die Mobilität zeigt sich hier also nicht. Mobilitätsemissionen scheinen daher stärker von anderen Faktoren getrieben zu sein. Ein möglicher Einflussfaktor könnte Flugaktivität sein, da Stadtstaaten zum Teil über große nationalbedeutende Flughäfen verfügen, wodurch sie häufig Ausgangspunkte für Reisen bilden.

Mit Einschränkungen erlaubt die EVS auch eine Betrachtung der unterschiedlichen Wohnarten (Haustyp bzw. Wohnung) und Eigentumsverhältnisse (Miete vs. Eigentum). Die hierfür notwendigen Angaben sind allerdings nicht in der EVS-NGT, sondern nur in der allgemeinen EVS-AAGSHB verfügbar. Daher können die Emissionen der Nahrungsmittel hier nicht berücksichtigt werden. Da die relevanten Unterschiede zwischen Haushalten in Miete oder Eigentum allerdings auch nicht im Bereich der Nahrungsmittel zu erwarten sind, versprechen die Analysen trotzdem interessante Einblicke.

Abbildung 50 zeigt bedeutende Unterschiede sowohl zwischen den unterschiedlichen Wohntypen (Wohnung, Doppel-/Reihenhaus, Zweifamilienhaus und Einfamilienhaus) als auch zwischen den Eigentumsverhältnissen (Miete/Eigentum). Die Emissionen im Bereich Wohnen liegen in Wohnungen von Mehrfamilienhäusern nur etwa halb so hoch wie die Emissionen bei freistehenden Einfamilienhäusern. Ähnlich hoch liegen auch die Emissionen der Zweifamilienhäuser, was die großen Differenzen bei den Energieverbräuchen der einzelnen Wohnarten verdeutlicht.

Abbildung 50: CO₂-Emissionen nach Wohnarten



Anmerkung: Jährliche Emissionen in Tonnen CO₂eq pro Kopf aus verschiedenen Konsum-Bereichen.

Quelle: Eigene Berechnung, RWI aus EVS (AAGSHB) und den in Kapitel 4.2 angegebenen Quellen der Emissionen.

Ebenso deutlich zeigen sich aber auch Unterschiede bei den Eigentumsverhältnissen. Über alle Wohnarten hinweg zeigen sich bei Miethaushalten deutlich niedrigere Emissionen als bei Eigentümerinnen und Eigentümern. Diese einfachen Gegenüberstellungen von Gruppenmittelwerten können nicht als kausale Analyse von Einsparmöglichkeiten angesehen werden. Allerdings scheint die öffentliche Debatte, in der vor allem Einsparpotenziale (aufgrund

fehlender Investitionsanreize) bei den Miethaushalten dargestellt werden, sehr verengt zu sein. Es ist in unserer Analyse nicht möglich, Ursachen für höhere Emissionen nachzuvollziehen. Wenn aber Miethaushalte weniger effiziente Dämmungen und Heizsysteme haben, dann scheinen die konsumierten Mengen bei den Eigentümerinnen und Eigentümern sehr viel höher zu sein.

Regressionsanalyse

Die bisher dargestellten deskriptiven Auswertungen einzelner erklärender Faktoren und ihrer Einflüsse auf die Emissionsmengen geben ein plastisch darstellbares und einfach zu erfassendes Bild einzelner Zusammenhänge. Allerdings sind die Analysen explizit nicht in der Lage, die Korrelationen der erklärenden Faktoren untereinander zu berücksichtigen. So kann es sein, dass in der Einzelbetrachtung von erklärenden Faktoren Einflüsse gefunden werden, die jedoch allein auf den Einflüssen weiterer Faktoren beruhen. Anschaulich dargestellt werden kann das an den erklärenden Faktoren Eigentum und Einkommen und deren zuvor gefundenen Effekten auf die Emission. Möglicherweise ist tatsächlich aber gar nicht die Tatsache entscheidend, ob ein Haushalt in Eigentum oder zur Miete wohnt, sondern die scheinbar höheren Emissionen der Haushalte mit Eigentum basieren eigentlich darauf, dass diese Haushalte höhere Einkommen beziehen.

An dieser Stelle können Regressionsanalysen helfen, tatsächliche Einflussfaktoren zu identifizieren. Die Ergebnisse dieser Analysen zeigen, wie sich die Veränderung von lediglich einem erklärenden Faktor auswirkt, während alle anderen Faktoren hypothetisch konstant gehalten werden können. Im dahinterliegenden Algorithmus (Kleinstquadrat-Methode) werden die Koeffizienten so geschätzt, dass die zu erklärenden Emissionswerte möglichst gut beschrieben werden. Dabei wird im Modell die minimale Summe der quadrierten Abstände zwischen dem tatsächlichen und dem geschätzten Emissionswert gebildet.

Im hier genutzten Modell werden die Emissionswerte auf der linken Seite, wie in den vorherigen Analysen, als absolute Pro-Kopf-Emissionen genutzt. Die Variablen auf der rechten Seite sind weitestgehend binäre Variablen⁶² – sie erlauben daher Aussagen zu treffen, wie sich die Emissionen ändern, wenn ein bestimmter Faktor zutreffend ist oder nicht. Die Einflüsse werden dann immer im Verhältnis zu einer jeweiligen Referenzgruppe bestimmt. Die Regressionen werden für alle drei Emissionsgruppen einzeln durchgeführt. Da die Emissionen der Nahrungsmittel (aus der EVS-NGT) nicht auf Ebene der einzelnen Haushalte vorliegen und daher nicht mit den Emissionen der Mobilität und des Wohnens (EVS-AAGSHB) verbunden werden können, sind Regressionen über alle Emissionsbereiche hinweg nicht möglich.

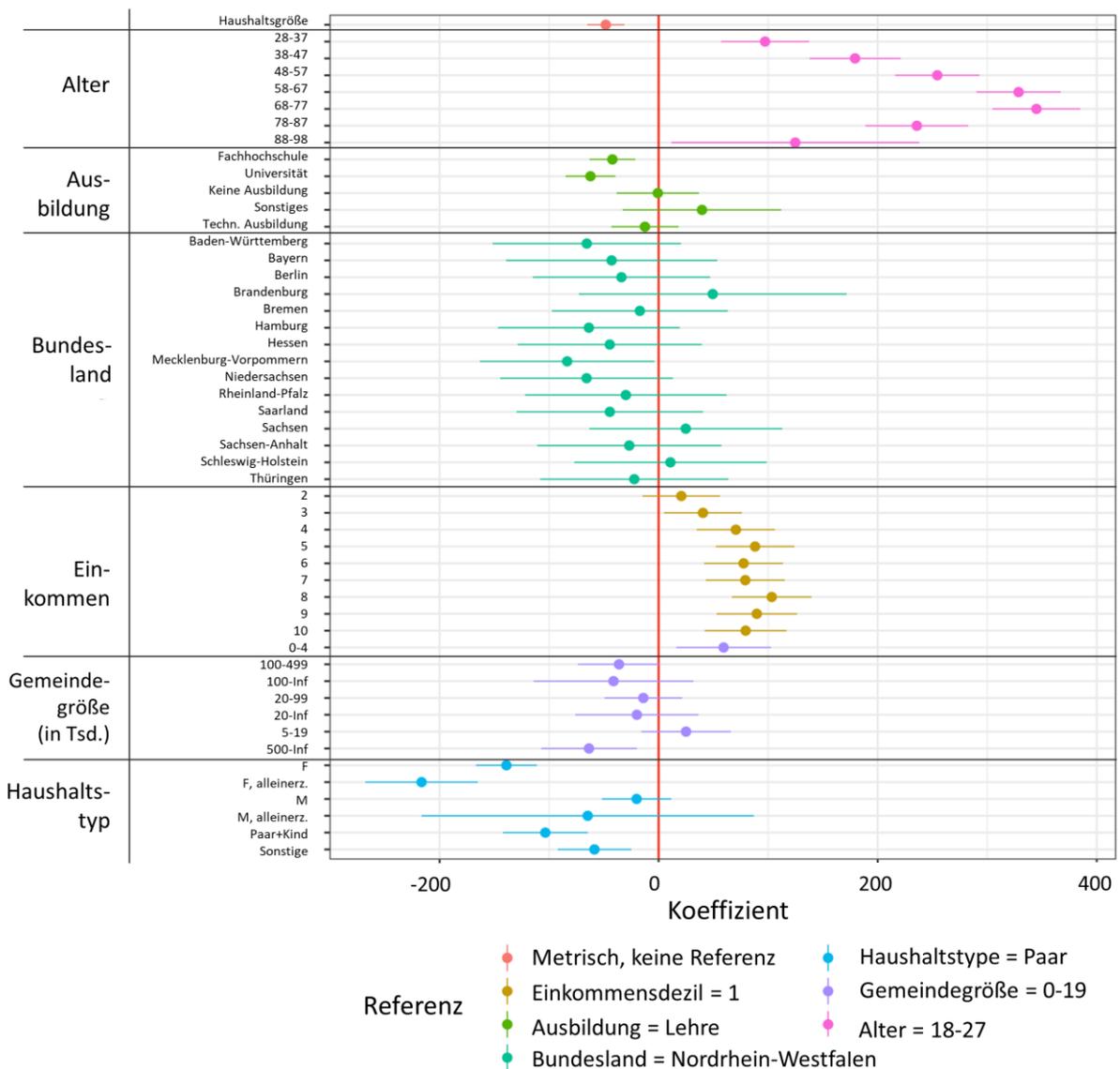
Emissionen durch Nahrungsmittel

Abbildung 51 zeigt die Ergebnisse der Regressionsanalyse für die Emissionen durch Nahrungsmittel.⁶³ Hier bestätigen sich die Ergebnisse der deskriptiven Analysen weitestgehend. Die Einflüsse der Bundesländer und der Gemeindegrößen sind gering und insignifikant (p-Wert = 0,95). Gegenüber der Vergleichsgruppe (die bei den Bundesländern durch NRW gebildet ist) liegen die Emissionen in Brandenburg, Sachsen und Schleswig-Holstein um jeweils etwa 100kg CO₂-Äquivalente höher.

⁶² Ausnahmen bilden hier die Anzahl der Personen im Haushalt und die Wohnfläche, die als kontinuierliche Variablen aufgenommen sind.

⁶³ Die Ergebnisse der durchgeführten Regressionen finden sich als Tabelle auch im Anhang (Tabelle C2).

Abbildung 51: Ergebnisse der Regressionsanalyse: CO₂-Emissionen durch Nahrungsmittel



Anmerkung: Emissionen in CO₂eq. Abbildung der geschätzten Koeffizienten (Punkte) und 95%-Konfidenzintervalle (Linien). Emissionen in Kilogramm pro Person als abhängige Variable.

Quelle: Eigene Berechnung, RWI aus EVS (AAGSHB & NGT) und den in Kapitel 4.2 angegebenen Quellen der Emissionen.

Die Emissionen durch Nahrungsmittel werden am stärksten durch die Altersgruppen determiniert. Gegenüber der Referenzgruppe der 18- bis 28-Jährigen sind die Emissionen der 68- bis 78-Jährigen um über 340 kg CO₂eq höher. Zwar mag die Vergleichsgruppe der 18 bis 28-Jährigen auch dadurch geprägt sein, dass sie vergleichsweise oft außer Haus (bspw. in Universitätsmensen) isst, was in den Daten nicht als Nahrungsmittelkonsum erfasst werden kann. Allerdings wird diese Erklärung den hohen Konsum der älteren Gruppen nur sehr bedingt erklären können, da sie auch gegenüber den mittleren Altersgruppen wesentlich höhere Emissionen aufweisen.

Mit Blick auf die Haushaltstypen haben Frauen (Alleinerziehend und als Singlehaushalt) und Paare mit Kindern um bis zu 200 kg niedrigere CO₂-Emissionen gegenüber der Referenzgruppe „Paarhaushalte ohne Kind“. Single (Männer) und alleinerziehende Männer weichen nicht von der Referenzgruppe ab. Je mehr Personen in einem Haushalt leben, desto geringer ist die Emission pro Person. Mit jedem weiteren Haushaltsmitglied sinkt die Emission pro Kopf um 49 kg CO₂-

Äquivalente. Die Ergebnisse stehen weitestgehend im Einklang mit den vorherigen deskriptiven Analysen.

Emissionen durch Mobilität

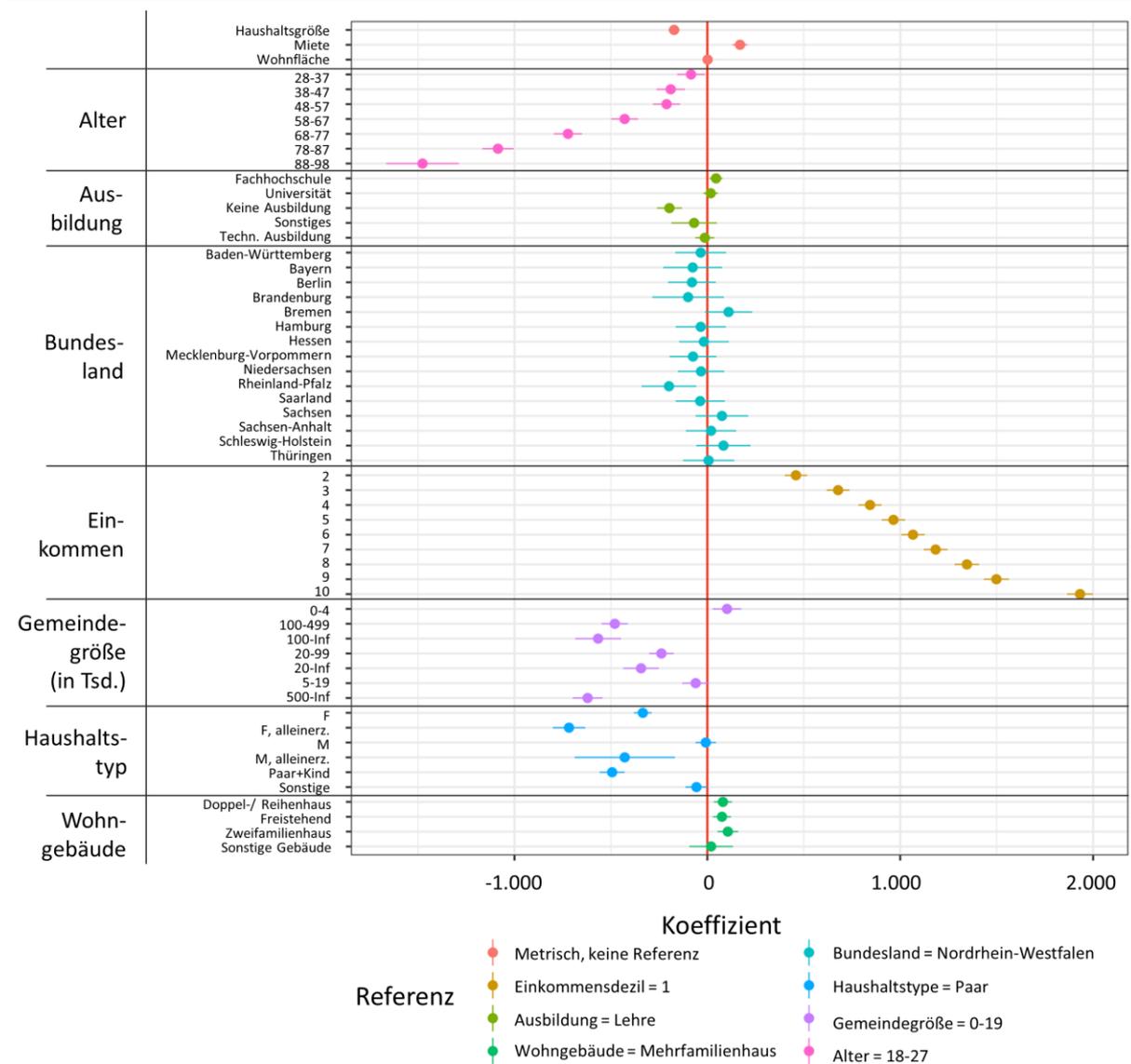
Mit Blick auf die Emissionen durch Mobilität in Abbildung 52 bestätigen sich die Ergebnisse aus den deskriptiven Auswertungen ebenfalls weitestgehend. Bundesländer zeigen hier keinen Einfluss auf die Mobilität. Die jeweiligen Emissionen der Haushalte werden dagegen maßgeblich vom Alter und Einkommen der Haushalte geprägt. Unter der Voraussetzung, dass alle anderen Faktoren konstant gehalten sind, zeigen sich die höchsten Emissionen im Bereich Mobilität bei der jüngsten Gruppe der 18- bis 28-Jährigen, die hier die Referenzgruppe darstellen. Gegenüber den beiden Altersgruppen zwischen 58 und 78 Jahren ist die Emission pro Kopf um 500 kg bzw. etwa 750 kg CO₂-Äquivalente höher. Gegenüber den hochbetagten Haushalten (78 bis 88 Jahre und 88 bis 98 Jahre) sind es sogar gut 1.000 bis 1.500 kg CO₂-Äquivalente.

Bei den Einkommensdezilen sind die Unterschiede noch deutlicher. Gegenüber dem niedrigsten Dezil hat bereits das zweite Dezil um 500 kg höhere CO₂-Emissionen. Dieser Effekt vergrößert sich mit jedem weiteren Dezil bis auf etwa 1.500 kg CO₂-Äquivalente im neunten Dezil. Die höchste in der EVS betrachtete Einkommensgruppe (zehntes Dezil) zeigt noch einmal eine deutliche Erhöhung der Emissionen durch Mobilität, die mehr als 2.000 kg CO₂-Äquivalente über den Emissionen des ersten Dezils liegen. Auch wenn die tatsächlichen höchsten Einkommen der Gesellschaft in der EVS nicht abgebildet sind, lässt der Trend darauf schließen, dass die Mobilitätsemissionen in diesen Gruppen noch weiter steigen würde.

Die Gemeindegrößen haben auch deutliche Einflüsse auf die Emissionen durch Mobilität. Gegenüber den kleinsten Gemeinden liegen die CO₂-Emissionen der Haushalte in den größten Städten etwa 600 kg niedriger. Alle anderen Haushalte haben signifikant niedrigere Emissionen. Haushaltstypen haben gegenüber der Referenzgruppe (Paarhaushalte) nur wenig Einfluss auf die Mobilitäts-Emissionen. Die Emissionen von Frauen (Single und Alleinerziehend) sind ebenso niedriger wie auch die Emissionen der Paare mit Kindern.

Die unterschiedlichen Wohnarten haben keinen Einfluss auf Emissionen durch Mobilität. Während die Einzelbetrachtung der Wohnarten noch darauf hindeutete, dass Haushalte in Ein- und Zweifamilienhäusern höhere Emissionen hätten, zeigen die Regressionsanalysen, dass die Wohnart nicht der Grund für die höheren Emissionen sind. Wahrscheinlich korreliert die Wohnart sehr stark mit dem Einkommen und die zuvor gefundenen Einflüsse der Wohnart gehen vollständig auf die Effekte des Einkommens zurück. Der Effekt der Miethaushalte dreht sich sogar um. Miethaushalte haben im Gegensatz zu den deskriptiven Analysen tatsächlich höhere Emissionen, wenn alle anderen Charakteristiken der Haushalte konstant gehalten werden.

Abbildung 52: Ergebnisse der Regressionsanalyse: CO₂-Emissionen durch Mobilität



Anmerkung: Abbildung der geschätzten Koeffizienten (Punkte) und 95%-Konfidenzintervalle (Linien). Emissionen in Kilogramm CO₂eq pro Person als abhängige Variable.

Quelle: Eigene Berechnung, RWI aus EVS (AAGSHB & NGT) und den in Kapitel 4.2 angegebenen Quellen der Emissionen.

Emissionen durch Wohnen

Abbildung 53 zeigt die Einflussfaktoren auf die Emissionen aus dem Bereich Wohnen. Wie zu Beginn dieses Kapitel dargestellt, verursacht dieser Bereich mit etwa 55% den größten Teil der berücksichtigten CO₂-Emissionen.

Die größten Einflussfaktoren bilden hier die Altersgruppen, die Gemeindegrößen und die Wohnarten. Haushalte in Gemeinden mit über 100.000 Einwohnern verursachen etwa 1.000 kg weniger CO₂-Emissionen als die Haushalte in den kleinsten Gemeinden. Zwar liegt der Unterschied zwischen den größten und kleinsten Gemeinden in der Regressionsanalyse niedriger als in den deskriptiven Auswertungen (hier waren es 1,3 t CO₂-Äquivalente), zu beachten ist allerdings, dass diese Mehr-Emissionen auch gelten, wenn wir für die unterschiedlichen Wohnarten und Wohnraumgrößen (und auch unterschiedliche Haushaltstypen) kontrollieren. Technisch werden in der Regression somit (gemäß aller anderen beobachtbaren Faktoren) identische Haushalte verglichen, die sich nur darin unterscheiden, ob

sie in Klein- und Großstädten leben. Trotzdem haben die Haushalte in den kleinen Städten wesentlich höhere Emissionen.

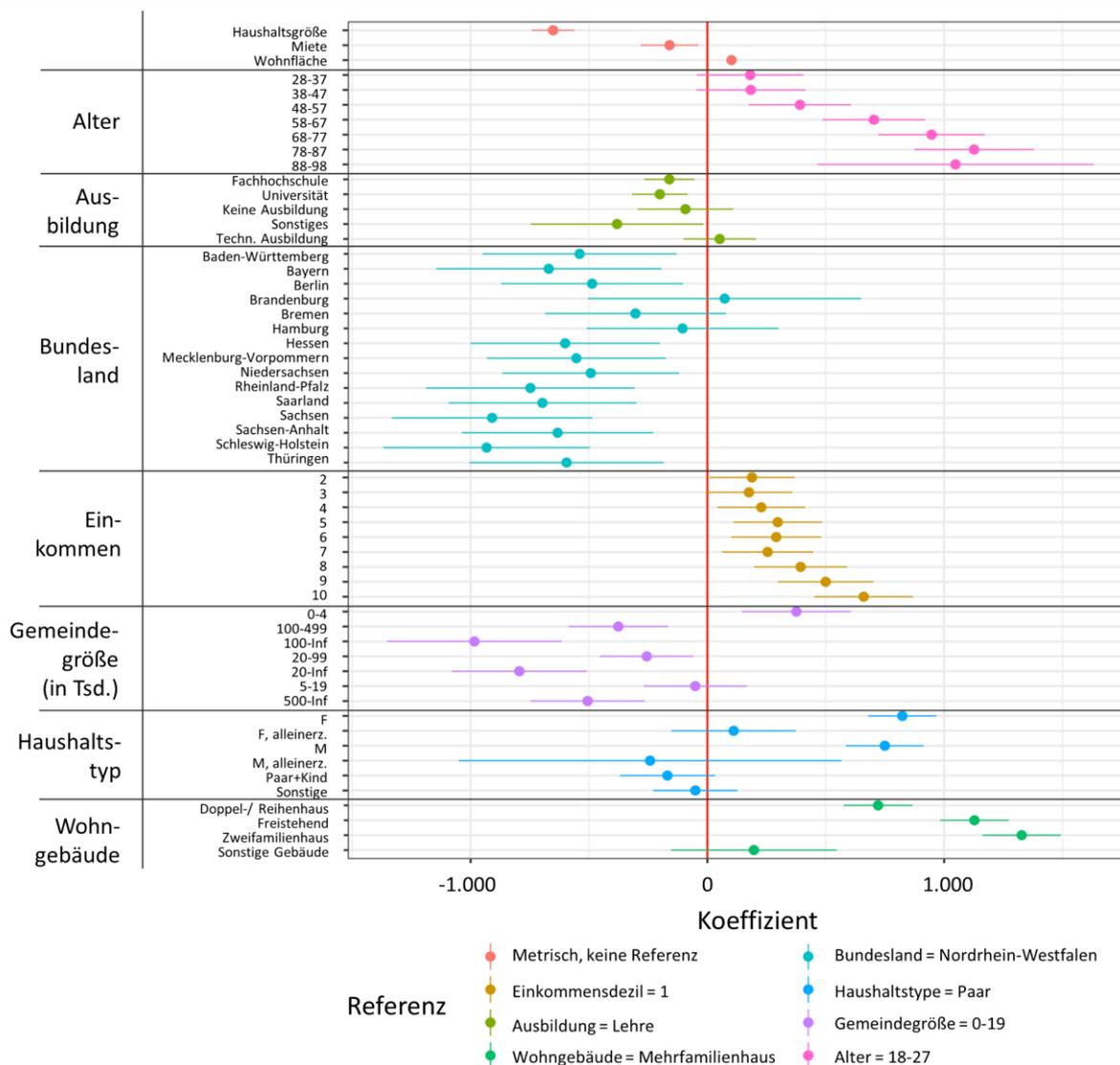
Ähnlich groß (bzw. in Teilen noch größer) sind die Unterschiede zwischen den Altersgruppen. Im Vergleich zur Referenzgruppe der 18- bis 28-Jährigen sind die CO₂-Emissionen der drei Altersgruppen über 67 Jahre um etwa eine Tonne höher (Maximalwert bei den 78- bis 88-Jährigen mit 1,16 t). Die größten Unterschiede entstehen durch die unterschiedlichen Wohnarten. Gegenüber den Haushalten in Mehrfamilienhäusern haben Haushalte in Ein- und Zweifamilienhäusern um etwa 1.200 bis 1.400 kg höhere CO₂-Emissionen pro Person.

Bei den Emissionen im Bereich Wohnen sind auch die Bundesland-Unterschiede deutlich erkennbar. Die Referenz bildet hier NRW als größtes Bundesland. Demgegenüber haben Haushalte in Schleswig-Holstein und Sachsen um etwa 900 kg niedrigere CO₂-Emissionen pro Person. Auch in Bayern, Rheinland-Pfalz, dem Saarland und Sachsen-Anhalt sind die CO₂-Emissionen signifikant niedriger (um mehr als 500 kg pro Person). Da für unterschiedliche Arten der Wohngebäude kontrolliert wird, kann die Erklärung nicht darin liegen, dass in den Ländern unterschiedliche Gebäudearten präsenter sind. Eine Erklärung kann in strukturell unterschiedlichem Verhalten der Bürgerinnen und Bürger in den Bundesländern liegen. Allerdings können auch unterschiedliche energetische Zustände der Gebäude oder unterschiedliche Bauarten⁶⁴ eine Erklärung für die Bundesland-Unterschiede liefern. So gibt die EVS keine Informationen über Baujahre oder energetisch relevante Sanierungen der Gebäude. Wenn Sanierungen oder Baujahre strukturelle Unterschiede zwischen den Bundesländern aufweisen, ergibt sich daraus auch eine mögliche Erklärung für die Unterschiede, die von den Haushalten selbst nur indirekt beeinflusst werden kann.

Mit Blick auf die Haushaltstypen zeigen insbesondere Singlehaushalte erhöhte Pro-Kopf-Emissionen. Bei Männern liegt dieser Wert bei etwa 850 kg, bei Frauen bei nur knapp 700 kg CO₂eq.

⁶⁴ Beispielsweise werden hohe Altbauwohnungen mit einem wesentlich höheren Wohnungsvolumen deutlich höhere Emissionen als neuere Gebäude verursachen, selbst wenn der Stand der Sanierungen ähnlich gut ist.

Abbildung 53: Ergebnisse der Regressionsanalyse: CO₂-Emissionen durch Wohnen



Anmerkung: Abbildung der geschätzten Koeffizienten (Punkte) und 95%-Konfidenzintervalle (Linien). Emissionen in Kilogramm CO₂eq pro Person als abhängige Variable.

Quelle: Eigene Berechnung, RWI aus EVS (AAGSHB & NGT) und den in Kapitel 4.2 angegebenen Quellen der Emissionen.

Insgesamt geben die Regressionsanalysen einen sehr guten Eindruck darüber, welche individuellen Faktoren der Haushalte zu mehr Emissionen in den einzelnen Bereichen führen.

Bei den Emissionen durch Nahrungsmittel stehen in der Regressionsanalyse insbesondere die Altersgruppen heraus. Während die Altersgruppen allein betrachtet kaum einen relevanten Einfluss gezeigt haben, zeigen die Regressionsanalysen Korrelationen, die durch die gleichzeitige Kontrolle für weitere Charakteristiken entdeckt werden können. Zudem zeigen bei den Haushaltstypen alleinerziehende Frauen deutlich niedrigere CO₂-Emissionen.

Bei den CO₂-Emissionen durch Mobilität hat das Einkommen den größten Einfluss auf die Emissionen. Auch das Alter hat einen deutlichen Einfluss. Höhere Altersgruppen weisen deutlich niedrigere Emissionen durch Mobilität auf. Dieser Zusammenhang wird vor allem in den Altersgruppen deutlich, in denen der Anteil an Rentner*innen steigt (ab der Gruppe 58-68 Jahre).

Bei den CO₂-Emissionen aus dem Bereich Wohnen sind neben den Gebäudetypen wiederum die Altersgruppen der entscheidende Faktor. Während es naheliegend ist, dass Ein- und Zweifamilienhäuser im Gebäudesektor höhere Emissionen zeigen, war der Einfluss der Altersgruppen vorab nicht klar vorhersehbar. Haushalte über 68 Jahre zeigen hier eine um etwa 1000 kg höhere Emission als die Vergleichsgruppe der 18 bis 28-jährigen Haushalte. Auch die Gemeindegröße hat einen deutlichen Einfluss. Hier liegt die Emission von Haushalten in großen Gemeinden (mit über 100.000 Einwohnern) etwa 1000 kg niedriger.

Weitestgehend bestätigen sich dabei die Ergebnisse der deskriptiven Auswertungen. Hervorzuheben sind gerade die Ergebnisse, die sich bestätigen, obwohl der Regressionsansatz in der Lage ist, für unterschiedliche Lebensverhältnisse zu kontrollieren. Insgesamt schaffen es die durchgeführten Regressionen aber nur bedingt, die Emissionen der einzelnen Haushalte präzise zu erklären. Ein Indikator dafür ist das jeweils angegebene R² zu jeder Regression, welches der Tabelle C2 im Anhang C entnommen werden kann. Es kann zwischen Werten von 0 (die berücksichtigten Variablen haben überhaupt keinen Erklärungswert für die Ergebnisgröße auf der linken Seite) und 1 (die berücksichtigten Variablen erklären die Ergebnisgröße auf der linken Seite perfekt) liegen. Beide Extremwerte sind nur von theoretischer Natur. Die tatsächlichen R²-Werte zwischen 0,1 und 0,21 sind aber vergleichsweise niedrig. Letztlich mindert das nicht die Qualität der gefundenen Ergebnisse, es zeigt lediglich, dass es relevante Faktoren auf Ebene der Haushalte gibt, die in der EVS nicht abgedeckt werden. Mögliche Faktoren wären die Arbeitsstrecken, die verwendeten Heiz- oder Dämmsysteme in Wohnungen oder auch Einstellungen zu Umweltfragen, die allerdings schwer in quantitativen Befragungen dargestellt werden können.

4.5 Einkommensbelastung durch nachhaltig produzierte Nahrungsmittel

Dieses Kapitel befasst sich mit finanziellen Auswirkungen eines hypothetischen emissionsärmeren Konsums. Im vorherigen Kapitel wurde dargestellt, welche sozialen Faktoren zu höheren CO₂-Emissionen in verschiedenen Bereichen (Wohnen, Mobilität und Nahrung) führen. Dieses Kapitel kehrt die Betrachtung um. Im Fokus steht dabei nicht die komplette Veränderung des Warenkorbs hin zu anderen Produkten, die in heutiger Produktionsweise nachhaltiger sind (siehe hierzu beispielsweise RNE (2012)). Dieses Kapitel setzt an der Annahme an, dass die gleichen konsumierten Produkte und Produktmengen nachhaltig (im Sinne von emissionsarm oder gar emissionsfrei) produziert werden können, dafür aber höhere Produktionskosten und somit auch höhere Preise anfallen.⁶⁵ Der Fokus liegt dann auf den Budgeteffekten für unterschiedliche soziale Gruppen und den Analysen, wie hoch die Mehrbelastungen des Einkommens in sozialen Gruppen ist, wenn Preise für nachhaltig produzierte Produkte gezahlt werden (müssen).

Wir fokussieren uns dabei auf den Bereich der Nahrungsmittel. Dieser Bereich ist in der Literatur zu Emissionen bislang weitgehend unbeachtet geblieben (da die Daten nicht im Hauptteil der EVS sind, fallen sie weniger ins Auge). Die EVS-NGT enthält – im Gegensatz zur EVS Hauptuntersuchung – zusätzlich zu Informations über Konsumausgaben auch Informationen zu Konsummengen von Lebensmitteln. Dadurch kann zusätzlich der Lebensmittelpreis geschätzt werden, indem die Konsumausgaben durch die Konsummengen dividiert werden. Trotz der besseren Datenlage unterliegt die Analyse strengen Annahmen, die in der Realität kaum zu halten sein werden, die zur Darstellung von Ergebnissen aber getroffen werden müssen. Diese lassen sich wie folgt zusammenfassen:

⁶⁵ Siehe hierzu Schoenheit (2016) hinsichtlich einer Einordnung nachhaltigen Konsums in die Sustainable Development Goals.

Preise für nachhaltig produzierte Lebensmittel lassen sich im Durchschnitt durch heutige Preise für Bio-Produkte approximieren. Diese Annahme bedeutet im Umkehrschluss nicht, dass Bio-Produkte mit Blick auf die Emissionen nachhaltig produziert sind.

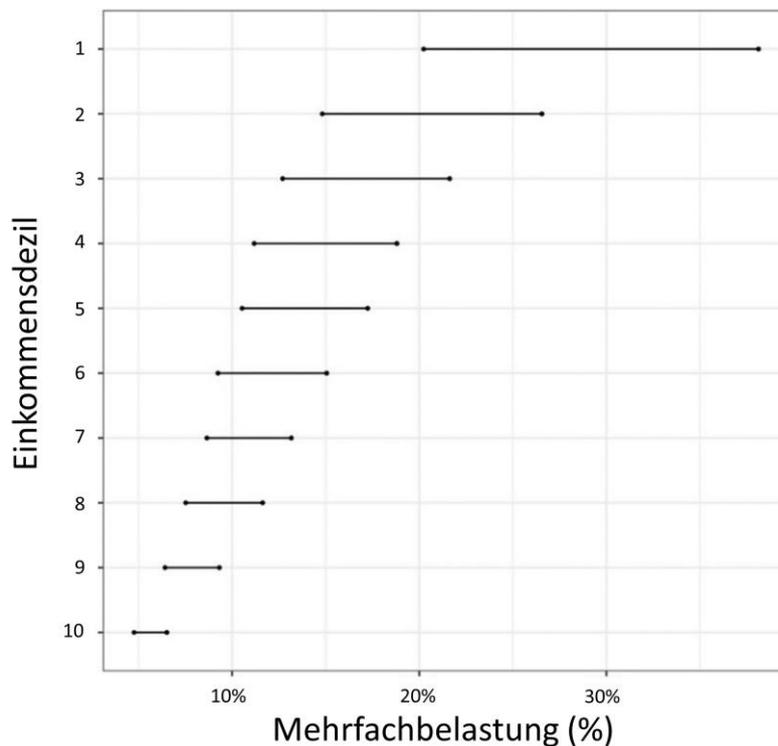
Die für Bio-Produkte recherchierten Preise ändern sich nicht, auch wenn alle Haushalte die Produkte konsumieren und alle Anbieter diese Produkte herstellen. Diese Annahme würde sich in der Realität nicht bestätigen. Wenn alle Haushalte entsprechend nachhaltig produzierte Lebensmittel konsumieren würden, dann würde die Nachfrage danach deutlich steigen (was auch die Preise steigen lassen würde). Auf der anderen Seite würden alle Produzierende herkömmlicher Nahrungsmittel auf solche nachhaltigen Produkte umschwenken (müssen), wenn die konventionellen Produkte keine Nachfrage mehr hätten. Somit würde das Angebot deutlich steigen (und der Preis entsprechend sinken). A priori lässt sich hier nicht sagen, welcher Effekt größer ist.

Trotz der höheren Preise, die für die nachhaltig produzierten Lebensmittel gelten, würden die Haushalte ihren Konsum nicht anpassen. Auch diese Annahme ist nicht auf die Realität übertragbar. Konsumanpassungen (mit unterschiedlicher Intensität) sind die Grundlage aller von der Politik angewandten Lenkungssteuern (bspw. Alkohol- oder Tabaksteuern sowie CO₂-Preise). Masson und Leßmann (2016) zeigen, dass insbesondere Haushalte mit niedrigem Einkommen einen Wunsch nach ökologisch produzierten Gütern aufgrund von finanziellen Restriktionen nicht realisieren.

Die hier präsentierten Ergebnisse können damit maximal eine „Day-After“-Situation abbilden, einen Erstrunden-Effekt nach einer abrupten Änderung, der noch keine weiteren Anpassungsschritte (Preisanpassungen und Mengenanpassungen) berücksichtigen kann. Die Ergebnisse dürfen deshalb nicht als Prognose aufgefasst werden, in welcher genauen Höhe nachhaltiger Nahrungsmittelkonsum die unterschiedlichen sozialen Gruppen treffen wird. Es ist lediglich eine Projektion, wie sich Mehrbelastungen zwischen den betrachteten sozialen Gruppen verteilen würden. Die Belastungen können in zwei Formen auftreten – in Form der hier im Fokus stehenden Budgetbelastungen oder in Form eines Anpassungsdrucks mit Blick auf die konsumierbaren Mengen.

Grundsätzlich liegen für alle Unterteilungen, die im vierten Kapitel genutzt wurden, auch die Mehrbelastungen bei nachhaltigem Konsum vor. Die Darstellung der Ergebnisse im Text ist aber auf zentrale Faktoren mit relevanten Unterschieden in der (Mehr-)Belastung fokussiert.

Abbildung 54: Mehrbelastung durch Konsum nachhaltiger Produkte nach Einkommensdezilen



Anmerkung: Prozentuale Belastung & Mehrbelastung des Einkommens

Quelle: Eigene Berechnung, RWI aus EVS-NGT und den in Kapitel 4.2 angegebenen Quellen der Preisdaten.

Es liegt nahe, dass die Belastungen insbesondere nach Einkommensdezilen variieren. Abbildung 54 verdeutlicht diese Unterschiede. Die dargestellte Grafik zeigt die Belastung des Haushalts-Nettoeinkommens durch Nahrungsmittelkäufe. Zum einen mit den (aktuell) tatsächlich gezahlten Preisen (aus der EVS) am linken Ende des jeweiligen Balkens und die Belastung bei hypothetischen Preisen für nachhaltig produzierte Nahrungsmittel am rechten Ende der Balken. Der Balken zwischen den beiden Punkten gibt damit die hier im Fokus stehende Höhe der Mehrbelastung in Prozentpunkten an. Bereits mit den heute gezahlten Preisen liegt die Belastung des Einkommens im höchsten Einkommensdezil deutlich niedriger (bei knapp 5%) als im niedrigsten Einkommensdezil. Diese Haushalte geben etwa 20% ihres Einkommens für die berücksichtigten Nahrungsmittel aus.

Während die Mehrbelastung durch nachhaltige Produkte im höchsten Dezil unter 2 Prozentpunkten liegt, ist die Mehrbelastung im niedrigsten Dezil bei knapp 18 Prozentpunkte. Drei Erklärungsmuster kommen für diese großen Unterschiede in Frage. Erstens ist der Warenkorb der höheren Einkommensgruppen möglicherweise anders, nämlich aus emissionsärmeren Produkten, zusammengesetzt. Dies wäre ein ursächlicher Zusammenhang. Die vorherigen Analysen haben bereits gezeigt, dass diese Haushalte mit ihrem heutigen Konsum weniger CO₂ verursachen als niedrigere (mittlere) Einkommensdezile. Da sie bereits heute mehr nachhaltige Produkte konsumieren, ist somit auch die Betroffenheit von Preissteigerungen bei nachhaltigen Produkten weniger groß. Zweitens könnten die Haushalte mit höherem Einkommen bereits heute im Schnitt höherpreisige Produkte konsumieren. Daher ist die Preissteigerung durch die approximierten Preise für nachhaltige Produkte nicht mehr so hoch wie bei Haushalten, die heute mehr günstige Produkte konsumieren. In diesem Fall läge die Erklärung der geringeren Mehrbelastung nicht in einem heute schon emissionsärmeren Warenkorb, sondern in den heute schon verschiedenen Preissegmenten, die abweichend einkommensstarke Haushalte favorisieren.

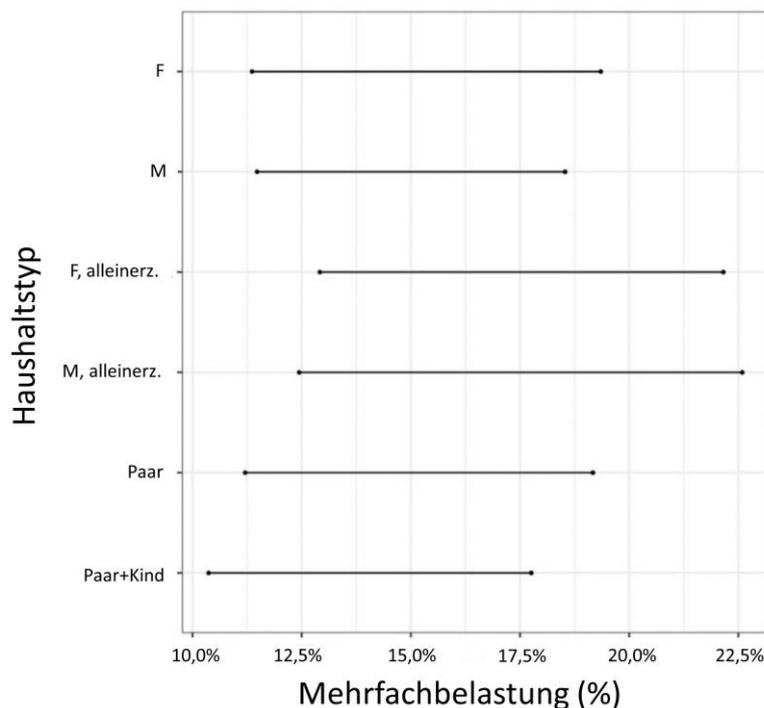
Ein dritter Grund kann technisch in der Betrachtung der Effekte in Prozentpunkten liegen. Das Nettoeinkommen wird im höchsten Dezil durch nachhaltigen Konsum nur um 1,7 Prozentpunkte zusätzlich belastet wird, im untersten Dezil um 18 Prozentpunkte. Diese geringe Änderung in Prozentpunkten unterschlägt zum einen, dass dahinter größere prozentuale Änderungen und zum anderen auch größere absolute Änderungen stehen können.

Detailliertere Einblicke in die Daten (siehe Tabelle C3 im Anhang C) zeigen, dass der dritte Kanal keine relevante Erklärung liefert. Haushalte im untersten Dezil haben auch in absoluten Zahlen höhere Mehrbelastungen (216 €) als die Einkommen im höchsten Dezil (123 €). Im mittleren Dezil liegt die absolute Mehrbelastung ähnlich wie im untersten Dezil bei etwa 220 €.

Die Veränderung der absoluten Ausgaben spricht dafür, dass reichere Haushalte heute bereits einen emissionsärmeren Warenkorb konsumieren (erste Erklärung). Während die Ausgaben für Nahrungsmittel heute im mittleren und im höchsten Dezil fast gleich bei etwa 350 € liegen, steigen die Ausgaben im mittleren Dezil auf etwa 570 €, während sie im höchsten Dezil nur auf etwa 470 € steigen. Das spricht dafür, dass diese reicheren Haushalte weniger Produkte konsumieren, die bei nachhaltiger Produktion deutlich teurer werden.

Die Differenzierung nach Einkommensdezilen zeigt bereits, wie stark die Mehrbelastungen allein im Bereich der Nahrungsmittel über die verschiedenen Einkommensgruppen variieren. Zwar können aus den Betrachtungen der Nahrungsmittel keine direkten Rückschlüsse auf andere Bereiche des Konsums gezogen werden. Allerdings verdeutlicht die Abbildung die sozialen Herausforderungen, die mit verstärkt nachhaltigen Produktionsprozessen einhergehen, unter der Einschränkung, dass es sich hierbei nur um eine Projektion handelt, wie sich die Mehrbelastung verteilen würde (siehe Kapitalanfang für Details zu der Annahme).

Abbildung 55: Mehrbelastung durch Konsum nachhaltiger Produkte nach Haushaltstypen



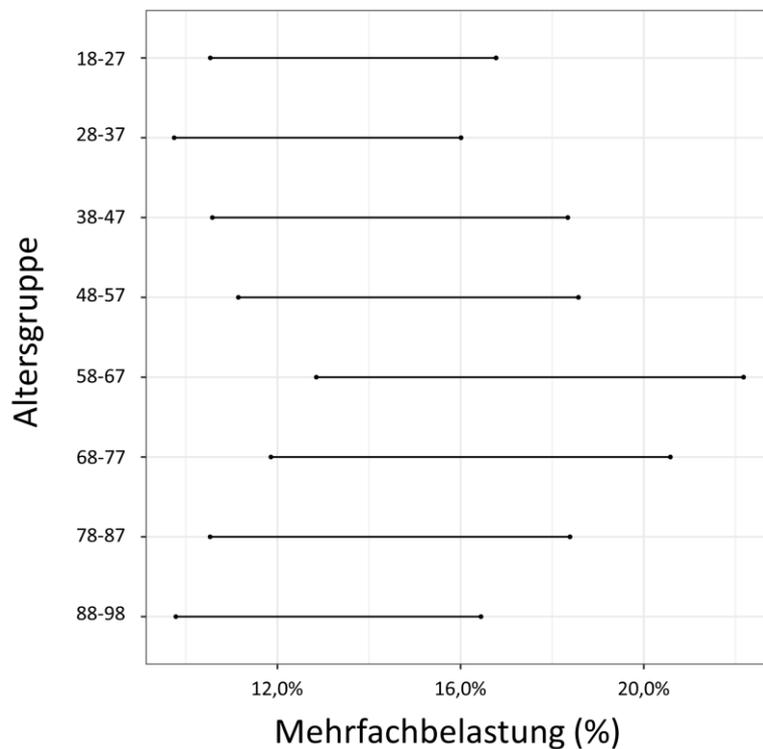
Anmerkung: Prozentuale Belastung & Mehrbelastung des Einkommens.

Quelle: Eigene Berechnung, RWI aus EVS-NGT und den in Kapitel 4.2 angegebenen Quellen der Preisdaten.

Mit Blick auf die Haushaltstypen (Abbildung 55) sind die Unterschiede zwischen den sozialen Gruppen bei weitem weniger ausgeprägt als beim Einkommen. Auch hier gibt es allerdings

Unterschiede in den Mehrbelastungen durch nachhaltige Nahrungsmittel, naturgemäß beeinflusst durch die Unterschiede der Einkommen. Mit knapp 13% haben im Status quo die Alleinerziehenden (Männer und Frauen) die höchsten Einkommensbelastungen. Bei einem Wechsel zu den Preisen nachhaltig produzierter Nahrungsmittel steigt die Belastung in diesen Gruppen um knapp 10 Prozentpunkte. Deutlich (wenn auch nur mit geringen Unterschieden) wird, dass alleinerziehende Männer heute eine knapp niedrigere Belastung als Frauen haben, diese aber bei den Preisen nachhaltiger Produkte am Ende höher liegen würden. Ursache hierfür wird der stärkere Konsum emissionsreicher Produkte sein. Die niedrigsten Belastungen zeigen hier Paarhaushalte mit Kindern. Die Belastung im Status quo liegt bei etwa 10% und würde um etwa 7 Prozentpunkte steigen.

Abbildung 56: Mehrbelastung durch Konsum nachhaltiger Produkte nach Altersgruppe



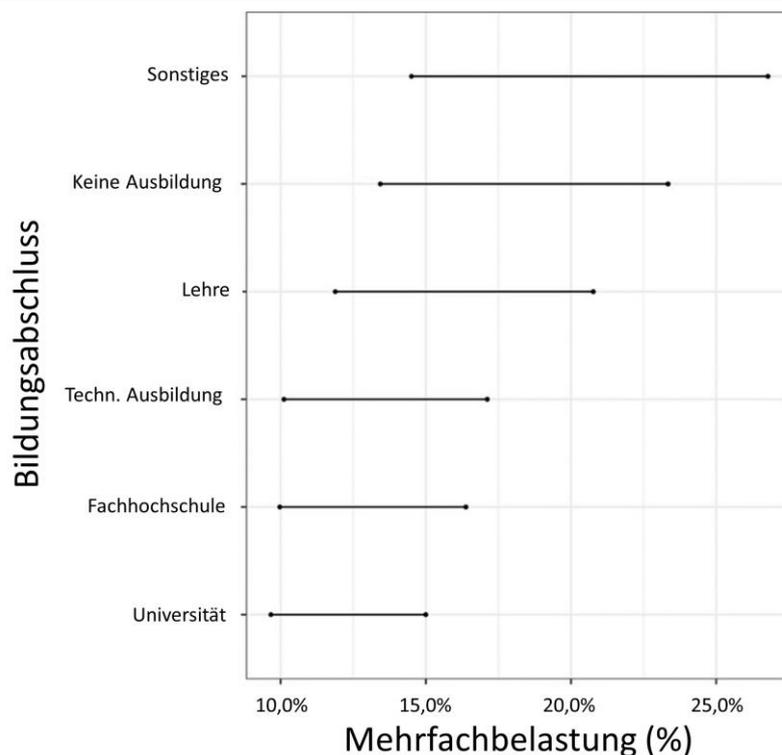
Anmerkung: Prozentuale Belastung & Mehrbelastung des Einkommens.

Quelle: Eigene Berechnung, RWI aus EVS-NGT und den in Kapitel 4.2 angegebenen Quellen der Preisdaten.

Bei der Betrachtung der Altersgruppen (Abbildung 56) weisen die Haushalte, deren Haupteinkommensbeziehe im Alter zwischen 58 und 67 Jahren liegen, die höchsten heutigen Belastungen (knapp 13%) und auch die höchsten Steigerungen der Belastungen (um etwa 9 Prozentpunkte) auf. In der Altersgruppe der 28- bis 37-Jährigen sowie der 88- bis 98-Jährigen⁶⁶ ist die heutige Belastung und auch die Steigerung am niedrigsten. Die Steigerung bei den jüngsten Haushalten liegt bei 6,2 Prozentpunkte. Allerdings sind auch hier die Änderungen im Vergleich zu den ursprünglich betrachteten Einkommensdezilen sehr gering.

⁶⁶ Ergebnisse dieser Gruppe sind in der Teilstichprobe EVS-NGT eher mit Vorsicht zu betrachten, da insgesamt nur etwa 10.000 Personen befragt wurden, sodass die Randgruppen eher schlecht abgedeckt sein können.

Abbildung 57: Mehrbelastung durch Konsum nachhaltiger Produkte nach Bildungsabschluss



Anmerkung: Prozentuale Belastung & Mehrbelastung des Einkommens.

Quelle: Eigene Berechnung, RWI aus EVS-NGT und den in Kapitel 4.2 angegebenen Quellen der Preisdaten.

Bei den Mehrbelastungen nach Bildungsabschlüssen (Abbildung 57) zeigen sich wiederum größere Unterschiede, sowohl in der Belastung des Einkommens im Status quo als auch in der Mehrbelastung durch die hypothetischen Preise nachhaltig produzierter Nahrungsmittel. Das niedrigste Belastungslevel im Status quo haben die Haushalte, deren Haupteinkommensbezieher*in einen Universitätsabschluss (9,7%) hat. Die höchste Belastung liegt bei sonstigen Abschlüssen vor (etwa 14,5%). Dies sind Personen mit Anlernausbildungen, in beruflichen Praktika (mindestens 12 Monate) oder im Berufsvorbereitungsjahr.

Während diese Status-quo-Belastungen relativ nah beieinander liegen, unterscheiden sich die Mehrbelastungen deutlich stärker. Diese liegen bei den Universitätshaushalten bei nur gut 5 Prozentpunkte, bei sonstigen Haushalten liegen sie bei 12,3 Prozentpunkte. Auch hier können (wie bei den Einkommensdezilen) zwei Ursachen für die Diskrepanzen aufgeführt werden – der heute schon bio-lastigere (teurere) Konsum der höheren Bildungsabschlüsse und ein weniger emissionsreicher Ernährungs-Mix.

4.6 Fazit

Die vorliegenden Analysen richten den Blick auf die unterschiedliche Verursachung von konsumbedingten Emissionen (in CO₂eq) durch verschiedene soziale Gruppen. Konsum wird dabei für drei Teilbereiche näher betrachtet: (1) den Bereich Wohnen, in den insbesondere Heiz- und Stromverbräuche fallen, (2) den Bereich Mobilität, in den der Kraftstoffverbrauch, aber auch Verbräuche durch Reisen (z.B. Flugreisen) eingehen, sowie (3) den Bereich Nahrungsmittel.

Die darauf aufbauenden Analysen sind in zwei Unterbereiche aufgeteilt. Erstens wird betrachtet, wie sich die Verursachung von Emissionen nach sozialen Gruppen aufteilt. Diese Analysen werden detailliert nach Einzelfaktoren vorgenommen, die die einzelnen Unterschiede der

Gruppen sehr gut illustrieren. Darüber hinaus werden Regressionsanalysen genutzt, die die Einflussfaktoren der Emissionsverursachung insbesondere dann identifizieren können, wenn die Einflussfaktoren selbst stark miteinander korreliert sind.

Zweitens werden Mehrbelastungen des Einkommens projiziert, die sich bei einer Transformation zum Konsum von nachhaltigen Nahrungsmitteln ergeben würde. Diese Analysen beschränken sich auf den Konsum von Nahrungsmitteln, weil in der Einkommens- und Verbrauchstichprobe (EVS), die als Grundlage der Analyse dient, nur für diese Untergruppe an Gütern tatsächliche Konsummengen vorliegen. Zudem ergeben sich methodische Schwierigkeiten, die die Analyse beschränken. Beispielsweise ist die Annahme, dass die Preise für nachhaltige Lebensmittel auch unter starker Ausweitung von Angebot und Nachfrage konstant blieben, nicht realistisch.

Zudem werden die Haushalte bei höheren Preisen nicht mehr die gleichen Konsummuster aufweisen, sondern auf die steigenden Preise reagieren. So werden deutlich teurere Produkte entsprechend gegen Produkte mit geringeren Preisanstiegen substituiert, ggf. wird (freiwillig oder aufgrund des fehlenden Budgets) der Konsum auch eingeschränkt. Die hierzu durchgeführten Analysen können deshalb nur skizzieren, wie sich Mehrbelastungen beim Konsum nachhaltiger Produkte zwischen Gruppen verteilen. Sie dürfen daher nicht als präzise Einschätzungen der jeweiligen Gruppen missverstanden werden.

Mit Blick auf die Verursachung von Emissionen (erster Analysebaustein) haben verschiedene soziale Faktoren besonders starke Einflüsse. Bei den Emissionen durch Nahrungsmittel haben insbesondere die Altersgruppen einen starken Einfluss auf die Emissionsmengen. Im Vergleich zu den jüngsten Haushalten (zwischen 18 und 28 Jahren) haben höhere Altersgruppen einen sehr deutlichen Einfluss auf die Emissionen. Dieses Ergebnis gibt einen Hinweis darauf, dass die jüngeren Altersgruppen den Konsum von emissionsintensiven Nahrungsmitteln reduzieren und auch insgesamt weniger Nahrungsmittel konsumieren.

Auch die Haushaltstypen haben einen deutlichen Einfluss auf die Emissionen durch Nahrungsmittel. Im Gegensatz zur Referenzgruppe der Paarhaushalte haben Frauen (Single und Alleinerziehende) deutlich niedrigere Emissionen. Ein solcher Effekt, der nicht durch unterschiedliche Einkommen der Haushaltstypen verzerrt ist, verdeutlicht die wesentlich unterschiedlichen Kaufgewohnheiten bei Nahrungsmitteln zwischen Männern und Frauen.

Die Emissionen durch Mobilität werden insbesondere durch die Einkommensgruppen dominiert. Höhere Einkommensgruppen haben wesentlich höhere Emissionen durch Mobilität. In jedem höheren Dezil steigen die Emissionen durch Mobilität weiter an. Dieses Ergebnis lässt vermuten, dass die Emissionen bei den höheren Einkommensgruppen, die in der EVS nicht berücksichtigt werden, deutlich höher sind als die Emissionen der hier berücksichtigten reicheren Haushalte. Hier ist zu erwarten, dass die reichsten Haushalte mit mehr als 18.000€ monatlichen Nettoeinkommen deutlich höhere Emissionen verursachen.

Auch Haushalte aus kleineren Gemeinden haben höhere Emissionen durch die Mobilität als die Haushalte in größeren Städten. Dieser Effekt erscheint allerdings erwartbar aufgrund der wesentlich höheren Nutzungsrate des PKWs in kleinen Gemeinden. Im Gegensatz zu den Emissionen durch Nahrungsmittel haben die älteren Haushalte bei der Mobilität deutlich niedrigere Emissionen gegenüber dem Referenzwert der jüngsten Haushalte. Dieser Effekt ist über die Altersgruppen zunächst schwach ausgeprägt, verstärkt sich aber deutlich, sobald ein größerer Teil der jeweiligen Altersgruppe aus dem Arbeitsleben ausscheidet.

Im Bereich Wohnen sind die Einflussfaktoren breiter verteilt. Den größten Einfluss hat die Art des Wohngebäudes. Gegenüber den Wohnungen, die als Vergleichsgruppe genutzt werden,

haben Haushalte in Ein- und Zweifamilienhäusern wesentlich höhere Emissionen. Auch Haushalte in Reihenhäusern haben deutlich erhöhte Emissionen.

Einen weiteren bedeutenden Einflussfaktor stellt das Alter der Haushalte dar. Dabei weisen höhere Altersgruppen und insbesondere Haushalte zwischen 50 und 60 Jahren höhere Emissionen auf. Da die Emissionen pro Person betrachtet werden, ist naheliegend, dass die Verkleinerung von Haushalten (bspw. durch Auszug von Kindern) ohne gleichzeitige Anpassung der Wohnsituation zu deutlich höheren Emissionen führt. Ähnlich aber wesentlich schwächer ausgeprägt ist der Einfluss unterschiedlicher Haushaltstypen. Singlehaushalte verursachen wesentlich höhere Emissionen als Paare und Paare mit Kindern.

Bei den Emissionen durch Wohnen sind zudem auch die Gemeindetypen von hoher Bedeutung. Haushalte in kleineren Gemeinden haben wesentlich höhere Emissionen als vergleichbare Haushalte in großen Städten. Dieser Befund hält auch dann, wenn für unterschiedliche Wohnarten kontrolliert wird, sodass der Effekt nicht darauf zurückzuführen ist, dass auf dem Land mehr Haushalte in freistehenden Häusern leben. Möglicherweise waren energetische Investitionen in kleinen Gemeinden in den vergangenen Jahren weniger lukrativ, weil sie sich aufgrund unterschiedlicher Preisentwicklungen zwischen Stadt und Land weniger gut amortisieren.

Die Analysen zum nachhaltigen Konsum verdeutlichen eine sehr klare Botschaft. Insbesondere die Einkommensgruppen und deren Konsumverhalten entscheiden darüber, wie stark das Einkommen der verschiedenen Haushalte mehr belastet wird, wenn der Konsum auf nachhaltige Nahrungsmittel umgestellt wird. Das liegt insbesondere daran, dass die höhere Einkommensgruppen bereits heute höherpreisige Lebensmittel konsumieren, sodass Preisaufschläge für nachhaltige Produktion eine geringere Preissteigerung zum Status quo darstellen. Zudem konsumieren höhere Einkommensgruppen (insbesondere gegenüber mittleren Einkommensgruppen) weniger emissionsreiche Lebensmittel.

Auch im Bereich der Mehrbelastungen durch nachhaltigen Konsum lassen die Belastungsmuster Rückschlüsse auf die Belastung der höchsten (in der EVS nicht erfassten) Einkommen zu. In jedem höheren Dezil werden die Belastungen und auch die Mehrbelastung latent geringer. Dieser sukzessive Verlauf deutet darauf hin, dass Mehrbelastungen bei den in der EVS nicht berücksichtigten Haushalten mit den höchsten Einkommen kaum mehr als einen Prozentpunkt beträgt. Im Vergleich dazu liegt die Mehrbelastung des untersten Dezils bei fast 20 Prozentpunkten.

4.7 Defizitanalyse

Abschließend wird auch in diesem Zwischenbericht die aktuelle Datenlage in den Blick genommen, die für die Analyse verwendet werden konnte. Die einzige hier verwendete Quelle der Verbräuche und der sozialen Gruppierungen ist die Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (EVS 2018), herausgegeben von den Statistischen Ämtern des Bundes und der Länder. Dieser Fokus auf eine einzelne Datengrundlage ist anzuraten, weil so eine einheitliche Stichprobe vorliegt, weshalb eine gute Vergleichbarkeit der Emissionen aus verschiedenen Bereichen möglich ist. Mit dem Fokus auf einen Datensatz müssen keine weiteren Annahmen zur Vergleichbarkeit der Beobachtungen aus verschiedenen Datensätzen getroffen werden.

Grundsätzlich wäre es möglich, weitere Datensätze in die Betrachtung einzubeziehen, die dann unter der Akzeptanz einer schlechteren Vergleichbarkeit ergänzt werden können. Es fehlen allerdings sinnvolle alternative Datensätze, die Verbräuche und Konsum ebenso abdecken wie Informationen zu sozialen Charakteristiken.

Das Hauptproblem der EVS liegt darin, dass sie keine echte Verbrauchsstichprobe über die tatsächlich konsumierten Mengen ist, sondern eine Befragung der Ausgaben. Ob Haushalte mehr Produkte konsumieren oder für die gleiche Produktmenge höhere Preise zahlen und ob diese höheren Preise auf Qualitätsunterschiede oder Unterschiede der Nachhaltigkeit zurückzuführen sind, all das bleibt in der allgemeinen EVS (EVS-AAGSHB) unberücksichtigt. Dieses Grundproblem führt dazu, dass die Verlinkung zu spezifischen Emissionen der einzelnen Güter immer an starke Annahmen über die tatsächlich konsumierten Mengen gekoppelt ist.

Die EVS ist zudem restriktiv in der Berücksichtigung der Haushalte (insbesondere nach Einkommen). Die Gruppe der höchsten Einkommen (über 18.000€ monatliches Haushalts-Nettoeinkommen) ist in der EVS per se ausgeschlossen. Diese Einschränkung betrifft zwar nur einen Bruchteil aller Haushalte (geschätzt weit weniger als 0,5% aller Haushalte), sodass die Gesamtemissionen nicht maßgeblich verfälscht sind. Im Sinne einer Debatte um Emissionen, die den Verteilungs- und Gerechtigkeitsgedanken einschließt, wäre aber auch ein Einblick in die Emissionen dieser Haushalte erforderlich.

Mit Blick auf bessere Daten für die Einzel-Emissionen wäre der Datensatz „Mobilität in Deutschland“ (MID) eine Alternative. Das MID ist ein sehr breit angelegter Datensatz, der die individuelle Mobilität der Haushalte sehr gut erfasst. Insbesondere Informationen zu den einzelnen Zwecken der zurückgelegten Strecken werden gegeben. Diese Informationen sind aber letztlich irrelevant für die durchgeführten Analysen. Die EVS bietet keine tiefgehenden Informationen zu den verwendeten Kraftstoffen oder separate Informationen über verbrauchte Kraftstoffmengen und die dafür gezahlten Preise. In diesem Sinne wäre eine vertiefte Befragung innerhalb der EVS wesentlich zielführender.

Alternative Daten zu den Stromverbräuchen in der EVS könnten die Daten von stromsparcheck.de sein. Diese Daten geben umfassende Informationen zu individuellen Stromverbräuchen (nicht nur Preisen). Sie umfassen aber nur Haushalte, die staatliche Sozialleistungen empfangen und sich freiwillig einem Check unterziehen. Damit kann der Anspruch des Projektes, die Verursachung von Emissionen über zumindest den Großteil der Haushalte und der sozialen Gruppen in Deutschland zu analysieren, per se nicht erfüllt werden.

Das RWI selbst hat sehr detaillierte Daten zum Energieverbrauch der Haushalte in Deutschland (RWI-GRECS). Diese Daten beinhalten sowohl die Verbräuche als auch die Preise sowie soziale Aspekte und Wohnverhältnisse der befragten Haushalte. Die Daten beruhen auf einer Befragung auf Basis eines Panels, das von forsa durchgeführt wird und sind entsprechend der Angaben von forsa repräsentativ für die Haushalte in Deutschland. Letztlich ist der Umfang des Panels aber deutlich kleiner als die EVS, sodass zwar der Gesamtdatensatz repräsentativ ist, die einzelnen Untergruppen, nach denen die Analysen im vorliegenden Bericht durchgeführt werden konnten, im Datensatz aber jeweils nur dünn besetzt sind.

Mit Blick auf die Nahrungsmittel wären auch Scannerdaten von Supermärkten oder Einkaufsdaten von Prämienanbietern (bspw. Payback) interessante Grundlagen. Diese bieten sehr detaillierte Informationen zu den genauen Produkten, den Mengen und den dafür gezahlten Preisen. Allerdings erlauben die Daten keine genauen Analysen der sozialen Hintergründe. Die Scannerdaten bieten hier überhaupt keine direkten Informationen, die Payback-Daten (oder Daten ähnlicher Anbieter) bieten entsprechende Information wesentlich gröber bzw. nur aus approximierten Annahmen für die einzelnen Haushalte. Eine entsprechend tiefgreifende Analyse nach den sozialen Merkmalen, wie sie hier durchgeführt wurde, hätte nicht vorgenommen werden können.

Eine Mischung der Datensätze hätte es insbesondere nicht erlaubt, die Regressionen durchzuführen, die darauf beruhen, dass für ein und denselben Haushalt die genauen Informationen vorliegen.

Ein idealer Datensatz für diese Analysen würde konsequent für alle Untergruppen den Preis und die jeweils verbrauchte Menge getrennt auflisten. Die Untergruppen der Produkte wären in einem solchen Datensatz zumindest insoweit aufgeteilt, dass die entsprechenden CO₂-Lasten, die mit den Produkten einhergehen, abgebildet werden können. Das gilt unter anderem für Kraftstoffe, die in der EVS nur als Obergruppe abgebildet sind. Auch Pauschalreisen müssten wesentlich detaillierter (zumindest nach Zielländern) erfasst werden, damit die individuellen Emissionen dahinter kalkuliert werden können. Auch eine Erfassung der Produktarten im Bereich der Nahrungsmittel wäre hilfreich für die Bestimmung der CO₂-Emissionen. So wäre auch die Erfassung getrennt nach Bioprodukten oder regionalen Produkten sinnvoll.

Hinter all den Möglichkeiten stehen Probleme in der Umsetzung. Die EVS als bereits jetzt sehr tiefgehender Datensatz (dessen Teilnahme freiwillig ist) würde kaum mehr Teilnehmende attrahieren, wenn die abgefragten Informationen deutlich detaillierter werden. Daher wäre eher zu betrachten, ob die Erfassung einzelner Ausgaben stark digitalisiert vorgenommen werden könnte. Denkbar wäre die Erfassung von Kassenzetteln, die (ähnlich wie Rechnungen beim Onlinebanking) abfotografiert und automatisch digitalisiert erfasst werden. Solche Veränderungen unterliegen letztlich aber den Einschätzungen der statistischen Ämter.

Arbeitspaket 4: Innovative Ansätze zur Erschließung neuer Datenbestände

5.1 Identifikation von Themenfeldern

Mit der zunehmenden Digitalisierung der Gesellschaft geht auch eine wachsende Verfügbarkeit von Daten einher. Hieraus ist auch ein breites Anwendungsfeld zur Einbindung innovativer Daten in die Forschung entstanden. Gleichwohl ist die Verwendung solcher neu verfügbaren Daten nicht auch gleichsam eine gute Grundlage für die Beantwortung von spezifischen Forschungsfragen. Genau wie bei der Nutzung konventioneller Daten ist zu prüfen, ob die Daten zur Beantwortung der Fragestellung geeignet sind und ggf. auch, ob traditionelle Datenquellen nicht besser geeignet wären.

Aufgabe des vierten Arbeitspaketes war die Erzeugung von innovativen Datensätzen und deren Erprobung zu unterschiedlichen Aspekten der sozialen Auswirkungen von Umweltmaßnahmen. Dabei wurden zunächst verschiedene Konzepte entwickelt und die Anwendbarkeit geprüft. Letztendlich wurden Arbeitspapiere erstellt, die sich insbesondere dadurch auszeichnen, dass sie relativ neue Daten so miteinander kombinieren, dass Kausalanalysen möglich sind. Zudem handelt es sich in drei Fällen um Evaluationen umweltpolitischer Maßnahmen, die sich auch dadurch auszeichnen, dass die untersuchten Maßnahmen vor allem die Situation einkommensschwächerer Haushalte verbessern.

Insgesamt wurden vier Arbeitspapiere erstellt, die spezifische Fragestellungen zu den Effekten von umweltpolitischen Maßnahmen bzw. von Klimaveränderungen auf verschiedene soziale Aspekte in den Fokus stellen. Diese vier Arbeitspapiere werden im Bericht zusammengefasst und die sozialen Wirkungen der betrachteten umweltpolitischen Maßnahmen werden dargestellt.

Die Arbeitspapiere umfassen im Einzelnen:

- ▶ eine Arbeit zum Einfluss einer politischen Maßnahme zur Schienenlärmreduktion und deren Einfluss auf Immobilienpreise,
- ▶ ein Papier zum Einfluss eines erhöhten Überflutungsrisikos auf die Risikowahrnehmung in Flutrisikogebieten gemessen in Änderungen der Immobilienpreise,
- ▶ Eine Studie zum Einfluss von verbesserter Luftqualität (Einführung von Umweltzonen) auf die akademische Laufbahn von Schülerinnen und Schülern,
- ▶ sowie ein Papier zum Einfluss der Einführung von Umweltzonen auf die Entwicklung von Mietpreisen.

Die verwendeten Preise für Immobilien werden dabei als Approximation der lokalen Lebensqualität (im Sinne einer Zahlungsbereitschaft zum Wohnen an einem bestimmten Ort) verwendet.

Bestehende Arbeiten zur Betroffenheit und Verursachung von Emission und Verschmutzung (wie in den Projektteilen aus Arbeitspaket 3 beschrieben) sind vielfältig von Datendefiziten geprägt. Durch eine unzureichende Datenlage sind Detailanalysen teils nicht möglich, da der Umfang der erhobenen Daten zu gering ist oder die Daten zu ungenau sind. Oftmals sind Analyseergebnisse aufgrund der Datenlage an Annahmen gekoppelt. Die Analysen in Arbeitspaket 3 zeigen das beispielsweise hinsichtlich der Repräsentativität, der regionalen Unterteilung oder der Detailtiefe der enthaltenen Informationen (beispielsweise durch das

Nutzen von Altersgruppen statt genauen Altersjahren). Das vierte Arbeitspaket geht aus diesen Gründen über die Nutzung standardmäßiger administrativer oder umfragebasierter Daten hinaus und stellt den innovativen Charakter der verwendeten Daten bzw. deren Verknüpfung in den Vordergrund.

Dieses Kapitel stellt zunächst die möglichen Datenquellen zur Erarbeitung innovativer Analysen dar. Auf den Datenquellen aufbauend wird die Entwicklung des gewählten Oberthemas „Umweltfaktoren, Wohnortentscheidungen und Gesundheit“ sowie die daraus hervorgegangene Entscheidung für die spezifischen Forschungsfragen skizziert.

Einordnung innovativer Daten

Im Rahmen dieses Arbeitspaketes werden „innovative“ Daten dadurch definiert, dass sich neue Daten durch die zunehmende Digitalisierung ergeben. Diese können über zwei Arten der Innovation entstehen. Erstens können es Daten sein, die zwar schon länger bestehen, aber frühere analog (nicht maschinenlesbar) vorliegende Informationen mittlerweile in digitaler Form vorliegen. Beispiele hierfür sind unter anderem Kartierungen von Behörden. Während beispielsweise Daten zur Lärmbelastung oder zu lokalen Flutrisiken in früheren Jahren lokal verwaltet in analogen Karten vorlagen, sind sie im Rahmen von unterschiedlichen OpenData-Policies mittlerweile digital verfügbar und für die Forschung nutzbar.

Zweitens entstehen durch digitale Lebenswelten neue Datenquellen. Hierzu zählen zum Beispiel Informationen aus Social Media, Webseiten oder Nutzungsverhalten von spezifischen Apps. Aber auch Daten aus unternehmerischen Prozessen (beispielsweise Bewegungsdaten auf Basis von Mobiltelefonen) oder auch aus Produkten direkt generierte Daten („Internet der Dinge“) können Datenquellen für spezifische Fragestellungen bilden. Diese können es erlauben, Rückschlüsse auf Nutzende, Preise, Objekte, und Messungen in Kombination mit spezifischen Orts- und Zeitangaben zu gewinnen. Neben den zentralen Social Media Plattformen (bspw. Twitter) können selbstgenerierte (von Nutzenden generierte) Daten auch von anderen Online-Plattformen Grundlage für Analysen sein. Mit Blick auf die lokale Luftqualität bestehen beispielsweise Datenbanken, die die Daten selbstgebauter Luftmessstellen veröffentlichen.

Nutzung von Social Media Daten

Zur Verwendung von Social Media Daten im Projekt wurde im Vorfeld einer möglichen Themenfeldentwicklung die Datenverfügbarkeit von verschiedenen Plattformen eruiert. Eine zentrale Plattform zur Nutzung von Social Media Daten ist Twitter. Twitter stellt eine eigene API (Application Programming Interface) zur Verfügung, die den transparenten Zugang und die einfache Nutzung der Daten erlaubt. Dabei lassen sich Abfragen nach bestimmten Zeiträumen, Hashtags, Suchwörtern oder anderen Kriterien gestalten. Diese gute Verfügbarkeit von Daten hat dazu geführt, dass insbesondere in den USA viele Forschungspublikationen auf Basis von Twitter-Daten veröffentlicht wurden.

Anhand einer (noch nicht konkret definierten) Forschungsfrage zu den Auswirkungen der sommerlichen Hitzewellen wurde die Nutzbarkeit der Twitterdaten in diesem Projekt getestet. Insgesamt lässt sich feststellen, dass allein der Datenumfang kaum geeignet ist, um eine solide Analyse darauf aufzubauen. Im Jahr 2020, in dem Deutschland unter einer sehr intensiven Hitzeperiode lag, gab es unter dem Stichwort „Hitzewelle“ insgesamt 185 deutschsprachige Tweets im Zeitraum von Januar bis Dezember 2020. Diese Beobachtungszahl kann keine Basis einer soliden Analyse darstellen. Im Gegensatz zu den USA, wo im gleichen Zeitraum nach dem gleichen Suchschemata über 4000 Tweets zum Stichwort „heat wave“ gefunden wurde, zeigt sich daran die wesentlich geringere Verbreitung und geringere Anzahl an Gesamtnutzern dieser Plattform im deutschsprachigen Raum.

Neben der insgesamt sehr eingeschränkten Aussagekraft aufgrund des geringen Umfangs der Daten in Deutschland, stellt der selektive Charakter der Daten (unabhängig von der Größe) ein Problem dar. Twitter-Daten können selbstredend nur von Nutzenden der entsprechenden Plattform erhoben werden. Im Falle von Twitter (aber auch von allen anderen Social Media Diensten) sind dies insbesondere jüngere Personen. Analysen, die auf Twitterdaten (und anderen Social Media Diensten) beruhen, können keine Übertragbarkeit der Ergebnisse auf die gesamte Grundgesamtheit der Bevölkerung gewähren.

Zudem hat die weitere Betrachtung der Tweets zum Stichwort „Hitzewelle“ gezeigt, dass nur in wenigen Fällen tatsächlich eine Information über die Betroffenheit der jeweils vorherrschenden Hitzewelle gegeben wurde. Ein großer Teil der Tweets wurde von Prominenten, Nachrichtenplattformen oder Organisationen abgesetzt. Ein weiterer Teil der knapp 200 Tweets hatte eindeutig einen humoristischen Hintergrund und wäre für eine weitere Analyse der Betroffenheit durch die Hitzewelle nicht in Frage gekommen. Vor diesem Hintergrund drängt sich die Frage auf, ob im Falle einer ausreichenden Fallzahl überhaupt sinnvolle Analysen möglich gewesen wären.

Aufgrund der dargestellten Probleme wurden Twitter-Daten (und auch Daten anderer Social Media Dienste) nicht weiter als Grundlage für Analysen im Arbeitspaket in Betracht gezogen. Andere Dienste (bspw. Facebook von Meta) umfassen zwar größere Fallzahlen, bleiben aber weiterhin eine Informationsquelle aus einem stark selektiven Ausschnitt der Grundgesamtheit. Zudem bestehen hier wesentlich größere Hürden hinsichtlich des legalen und datenschutzkonformen Datenzugangs für Forschende.

Konzeptentwicklung „Innovative Ansätze zur Erschließung neuer Datenbestände“

Aufgrund der aufgeführten Probleme wird der innovative Charakter der Datengewinnung nicht über Social Media Daten definiert. Insgesamt wurden drei Konzepte zur Nutzung innovativer Daten erarbeitet und dem UBA zur Auswahl gestellt. Diese drei Konzepte greifen jeweils einen anderen innovativen Charakter von Daten auf und stellen darauf aufbauende Forschungsfelder dar. Diese bildeten die Grundlage um anschließend konkrete Forschungsfragen innerhalb des ausgewählten Konzepts zu entwickeln.

Das erste Konzept „Umweltfaktoren, Wohnortentscheidungen und Lebensqualität“ greift den zu Anfang genannten Zweig innovativer Daten auf, in dem kartographisch dargestellte Informationen mit weiteren Daten kombiniert werden. Hier werden Kartierungen von positiven oder negativen lokalen Umweltfaktoren genutzt und mit weiteren Sozialdaten kombiniert. Diese weiteren Daten umfassen Informationen zu Wohnortentscheidungen und Wohnwerten sowie Informationen zur Lebensqualität. Dieser zunächst auf die Datenerzeugung gerichtete Blick wird dann mit innovativen Methoden zur Identifikation kausaler Auswirkungen von Umweltfaktoren kombiniert.

Das zweite Konzept „Umweltbewusstsein und Luftqualitätsmessung“ greift den Aspekt Citizen Science auf. Hier stehen Daten im Fokus, die von Nutzenden generiert werden. Das Konzept baut auf privat betriebenen Messstationen zur Luftqualität auf. Die Informationen dieser Messstationen werden auf Internetseiten bereitgestellt und stehen aktuell zur Verfügung. Im Fokus des Konzepts stehen allerdings nicht die tatsächlichen Messwerte dieser Stationen. Die Daten, die diese Messstationen liefern, können qualitativ nicht an die Daten des offiziellen Luftmessnetzes der Umweltämter heranreichen. Daher sollen nicht die Messdaten selbst, sondern die Verortung der Messstationen, Informationen über die jeweiligen Nachbarschaften sowie ggf. Informationen zu den Betreibenden im Fokus der Untersuchungen stehen.

Das dritte Konzept „Auswirkungen der Umweltqualität auf Gesundheit“ nutzt innovative Daten in der Verbindung verschiedener Datensätze. Zum einen werden, wie im ersten Konzept,

kartographische Informationen zu lokalen Luftverschmutzungen genutzt. Diese werden mit umfangreichen Registerdaten über Versicherte bei Krankenkassen zusammengebracht. Die Krankenkassendaten müssen dafür georeferenziert werden, sodass sie mit Informationen zur Luftqualität zusammengebracht werden können. Ebenso lassen sich potenziell andere Datensätze (bspw. aus Befragungen) zum Gesundheitszustand von Befragten georeferenzieren und mit Daten zur Luftqualität verknüpfen. Hieraus können Auswirkungen der Luftqualität auf den Gesundheitszustand getroffen werden.

Alle drei Konzepte umfassen auch weitere Aspekte der innovativen Datengenerierung in unterschiedlichem Umfang. So sind auch beim ersten und zweiten Konzept Georeferenzierungen zur Verknüpfung unterschiedlicher Daten notwendig. Zudem finden auch im ersten Konzept (genau wie im zweiten) selbst generierte Daten der Nutzenden von Internetplattformen Einzug in die Analysen. Im Fall des ersten Konzepts sind das insbesondere Daten der Immobilienplattform ImmobilienScout24, die zur Bestimmung von Wohnwerten genutzt werden. Im Anhang D finden sich die drei (hier in kurzer Form dargestellten) Konzepte, die zur thematischen Eingrenzung vorgestellt wurden. Seitens des UBAs ist die Entscheidung zur Umsetzung auf das erste Konzept gefallen.

5.2 Inhaltliche Ausgestaltung

Die Festlegung auf eines der Konzepte bildet eine notwendige Grundlage zur Erarbeitung von spezifischen Forschungsfragen. Diese eher breit gehaltenen Konzepte können allerdings noch keine abgeschlossene Fragestellung zur konkreten Umsetzung einer Forschungsfrage darstellen. Hierzu war eine weitere thematische Priorisierung innerhalb des gewählten Konzepts „Umweltfaktoren, Wohnortentscheidungen und Lebensqualität“ notwendig. Diese Priorisierungen wurden in einem Projekttreffen weiter ausdifferenziert.

Dieses Treffen bildete den Startschuss für den Beginn der empirischen Arbeiten im Arbeitspaket 4. Anknüpfend an die Fokussierung auf das Konzept „Umweltfaktoren, Wohnortentscheidungen und Lebensqualität“ entwickelte das Projektteam eine Reihe konkreter Forschungsfragen

Im Fokus der Diskussion zur Entwicklung von Forschungsfragen stand die Maßgabe, nicht nur eine einzelne Fragestellung zur Umsetzung zu definieren. Ziel war es, ein Set an Fragestellungen zu erarbeiten, das aus einer gemeinsamen Definition von relevanten Forschungsaspekten entsteht.

Zur Identifikation geeigneter Forschungsfragen wurden zunächst drei separate Schwerpunkte in zwei verschiedenen Dimensionen aufgestellt: Zum einen in der Dimension von Umweltfaktoren und zum anderen in der Dimension sozialer Aspekte.

Die Umweltfaktoren wurden anhand folgender Kriterien identifiziert und ausgewählt:

- ▶ kleinräumige Datenverfügbarkeit,
- ▶ politische Relevanz und
- ▶ eine ausreichende räumliche und zeitliche Variation, um kausale Effekte einer Änderung messen zu können.

Anhand dieser Kriterien wurden Lärmbelastung, Klimafolgen bzw. Wetterereignisse (Hitze, Waldbrand, Flut) sowie lokale Luftverschmutzung/Umweltzonen als potenzielle Umweltbelastungen (bzw. Politikmaßnahmen) identifiziert.

Nutzbare soziale Faktoren zu Wohnpräferenzen und Lebensqualität wurden anhand von

- ▶ kleinteiliger Verfügbarkeit,
- ▶ Abhängigkeit von Umweltfaktoren und
- ▶ ausreichender zeitlicher und räumlicher Variation ausgewählt.

Anhand dieser Kriterien wurden Immobilienpreise (bzw. Zuzugsverhalten), Lernerfolg (gemessen an Schulübergangsraten) und Lebenszufriedenheit als relevante Ergebnisvariablen identifiziert.

Die Optionen für Fragestellungen im Schnittbereich von Umwelt- und Sozialfaktoren lassen sich anhand einer Matrix aufstellen. Aus diesen entlang der Spalten und Zeilen miteinander verbundenen Schwerpunkten lassen sich systematische und konzeptionelle Klammern fassen, an denen entlang mögliche Synergieeffekte infolge gemeinsamer Datenaufbereitung zwischen den einzelnen Teilprojekten genutzt werden können.

Die nach diesem Vorgehen erstellte Matrix aus der Kombination von Umwelt- und Sozialfaktoren ist in Tabelle 15 abgebildet und stellt potenzielle Forschungsideen dar, die vom Projektteam entwickelt wurden. Aufgrund der Zeit- und Ressourcenbeschränkungen musste die Anzahl an Fragestellungen reduziert werden. Zwei zentrale Kriterien wurden bei der Auswahl prioritärer Fragestellungen verwendet. Zum einen wurde die Relevanz aus Sicht des Auftraggebers beachtet. Zum anderen wurde die Innovation und die Relevanz der jeweiligen Forschungsfrage, insbesondere in Bezug auf den Wissensstand im wissenschaftlichen Umfeld und der damit einhergehenden Chance zur Veröffentlichung in wissenschaftlichen Fachzeitschriften, evaluiert.

Tabelle 15: Potenzielle Fragestellungen und deren Bewertung anhand der Auswahlkriterien

	Lärmbelastung	Klimafolgen/ Wetterereignisse	Lokale Luftverschmutzung/ Umweltzonen
Immobilienpreise / Zuzugsraten	Lärmreduktion im Schienenverkehr und Hauspreise	Waldbrandgefahr und Hauspreise/-angebote Einfluss von Hochwassergefahr auf Hauspreise	Einfluss von Umweltzonen auf Hauspreise oder Veränderung sozialer Gruppen
Schulübergangsraten	Einfluss von Lärm auf Übergang auf das Gymnasium	Einfluss von Hitzebelastung auf Übergang auf das Gymnasium (heiße Tage)	Einfluss von Umweltzonen (reduzierte Luftverschmutzung) auf Übergang auf das Gymnasium
Lebenszufriedenheit	Fluglärm und Lebenszufriedenheit: reduzierter Flugleistung und -lärm durch Schließung Tegel oder Flugverbote durch Vulkanausbruch	Einfluss von Hitzebelastung auf Lebenszufriedenheit	Einführung von Umweltzonen & Lebenszufriedenheit

Quelle: Eigene Darstellung, RWI.

Insgesamt wurden im Auswahlprozess vier Forschungsideen aus dieser Matrix aufgegriffen:

- ▶ Lärmreduktion im Schienenverkehr und Immobilienpreise
- ▶ Einfluss von Hochwassergefahr auf Immobilienpreise
- ▶ Einfluss von Umweltzonen auf Immobilienpreise
- ▶ Einfluss von Umweltzonen (reduzierte Luftverschmutzung) auf Leistung von Grundschüler*innen

Immobilienpreise als Ergebnisvariablen erfüllen bei diesen Forschungsfragen keinen Selbstzweck. Immobilien sind untrennbar an den jeweiligen Ort, an dem sie errichtet sind, gebunden. Zudem bilden Wohnimmobilien die Orte ab, an denen Einwohnerinnen und Einwohner einen großen Teil ihrer Lebenszeit verbringen. Auch wenn diese beiden Aspekte sehr trivial sind, vermitteln sie den Kern der Bedeutung von Immobilienpreisen in der Sozialforschung (ausgearbeitet ist dieser Zusammenhang im grundlegenden Papier Rosen (1974) und im Rosen-Roback-Model oder in aktuelleren Anwendungen in Albouy (2016)). Immobilienpreise spiegeln den Wert der spezifischen Orte (Nachbarschaften), die von der Bevölkerung beigemessen werden. Wird eine Wohnlage aufgrund der dort gegebenen Umgebungsfaktoren (z.B. Lärmbelastungen) stärker präferiert, steigt der Wohnwert einer Nachbarschaft.

In den oben dargestellten Forschungsfragen wird die Wirkung politischer Veränderungen der Umgebungsfaktoren Lärm und Luftqualität auf die Wohnwerte untersucht. In gleicher Weise wird die klimatisch bedingte Veränderung des Hochwasserrisikos und dessen Auswirkung auf die Wohnwerte analysiert.

Immobilienpreise bilden dabei keine einzelne direkte Auswirkung von Umweltmaßnahmen auf die Bevölkerung ab. So kann in einer reinen Analyse von Wohnwerten kein Rückschluss gezogen werden, ob belastende Umgebungsfaktoren zu Veränderungen der Gesundheit, der Lebenszufriedenheit, dem Erholungswert oder anderen persönlichen Empfindungen führen. Hierzu wären spezifische Einzelinformationen der Personen notwendig. Allerdings können Wohnwerte dieses Bündel an Auswirkungen gut approximieren. Zudem stehen sie in einer gut messbaren Einheit und sehr umfangreich zur Verfügung. Während Befragungs- und Gesundheitsdaten insbesondere aus datenschutzrechtlichen Gründen nicht ausreichend detailliert und (im Falle von Befragungsdaten) nicht im ausreichenden Umfang zur Verfügung stehen, gelten diese Restriktionen bei Immobilienpreisen zumeist nicht. Durch Internetportale stehen sie georeferenziert und über den Zeitverlauf zur Verfügung, sodass Umgebungsfaktoren und deren (politische bedingte) Veränderung spezifisch zugeordnet werden können.

5.3 Überblick der Ergebnisse

Zu allen vier ausgewählten Forschungsideen wurden Umsetzungsarbeiten begonnen. Mit Blick auf das Auswahlkriterium „Innovation und Relevanz“ der Forschungsideen wurden die Arbeiten in jeweilige Diskussionspapiere eingebracht, die darauf abzielen, in referierten, internationalen Fachzeitschriften veröffentlicht zu werden. Die folgenden englischsprachigen Diskussionspapiere wurden im Rahmen des Projekts verfasst und anschließend hier im Bericht kurz auf Deutsch zusammengefasst:

- ▶ Einfluss von Umweltzonen auf Schulleistung von Grundschüler*innen
- ▶ Brehm, J. et al. (2022): From low emission zone to academic track: Environmental policy effects on educational achievement in elementary school, Ruhr Economic Papers No. 980, Essen, [doi:10.4419/96973145](https://doi.org/10.4419/96973145)
- ▶ Lärmreduktion im Schienenverkehr und Immobilienpreise
Thiel, P. (2022): Evaluation of railroad noise: The proximity to railroads and its effect on house prices, Ruhr Economic Papers No. 981, Essen, [doi:10.4419/96973146](https://doi.org/10.4419/96973146)
- ▶ Einfluss von Hochwassergefahr auf Immobilienpreise
aus dem Moore, N. et al. (2022): Flood risk perception after indirect flooding experience: Null results in the German housing market, Ruhr Economic Papers No. 976, Essen, [doi:10.4419/96973141](https://doi.org/10.4419/96973141)
- ▶ Einfluss von Umweltzonen auf Immobilienpreise
Gruhl, H. et al. (2022): Air Pollution and the Housing Market: Evidence from Germany's Low Emission Zones, Ruhr Economic Papers No. 977, Essen, [doi:10.4419/96973142](https://doi.org/10.4419/96973142)

5.3.1 Lärmreduktion im Schienenverkehr und Hauspreise

Hintergrund

Lärmbelastung ist, neben Luftverschmutzung, eine der zentralen negativen Externalitäten des Transportsektors. Die Forschung hat gezeigt, dass hohe Lärmbelastungen mit einem erhöhten Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen, erhöhtem Blutdruck und gesteigerter Herzfrequenz einhergehen. Auch die möglichen Auswirkungen des Lärms auf die Schlafdauer kann indirekt zu einem Gesundheitseffekt führen, da sich dauerhafte Schlafstörungen zusätzlich auf die mentale Gesundheit auswirken können (vgl. Babisch et al., 2005; Münzel et al., 2014; Vienneau et al., 2015).

Diese Studie widmet sich der Bewertung von Schienenlärm und konzentriert sich dabei auf den Güterverkehr als Teil des Transportsektors. Die Lärmstatistik des Eisenbahn-Bundesamtes gibt an, dass ungefähr 6,7% der deutschen Bevölkerung tagsüber von Schienenlärm betroffen ist (vgl. Eisenbahn-Bundesamt 2020). Allerdings wollen Menschen weniger gern in der Nähe von Lärm wohnen, weshalb Wohnraum mit Lärmbelastung günstiger ist als vergleichbarer Wohnraum ohne Lärmbelastung (siehe u.a. Theebe (2004) für die Niederlande, Andersson et al. (2010) für Schweden, und Ahlfeldt et al. (2019) für Deutschland). Lärmbelastungen wirken sich also negativ auf die Gesundheit der Anwohnenden aus und verringern den Wert des Wohnraums.

Zur Verringerung der Lärmbelastung durch den Schienenverkehr wurde 2017 für den Güterverkehr das sogenannte Schienenlärmschutzgesetz verabschiedet. Es sieht die Reduktion von Lärm durch die Modernisierung von Güterzügen vor. Menschen, die nah an Schienen wohnen und daher von regelmäßiger Lärmbelastung betroffen sind, sollten von dieser Maßnahme besonders profitieren. Diese Gesetzesanpassung wird in der Studie genutzt, um zu zeigen, dass die Reduzierung des Lärms tatsächlich einen Einfluss auf den Wert hat, den Menschen einer lärmbelasteten Umgebung zuweisen, unabhängig von urbanen oder ländlichen Wohnlagen.

Empirische Analyse

Schienenlärm ist von einer intensiven, aber lokal sehr begrenzten Lärmausbreitung geprägt. Spezifische Daten zu direkten Auswirkungen (Gesundheitsdaten) oder Bewertung (Befragungsdaten) von Lärm sind auf so lokalerer Ebene nicht verfügbar. Daher wird die Bewertung des Lärms anhand des Wohnwerts in einer spezifischen Lage in der vorliegenden

Studie untersucht. Hierfür werden Immobilienpreisentwicklungen mithilfe einer hedonischen Preisfunktion geschätzt. Diese legt zugrunde, dass sich alle Umgebungsfaktoren (wie Lärm, Luftverschmutzung oder auch Nachbarschaftseffekte) in dem Immobilienpreis widerspiegeln. Mittels dieser Funktion und einem Differenz-von-Differenzen-Ansatz (siehe Erklärung in Tabelle 19) kann der Effekt der seitens des Gesetzgebers vorgeschriebenen Lärmreduktion erfasst werden⁶⁷.

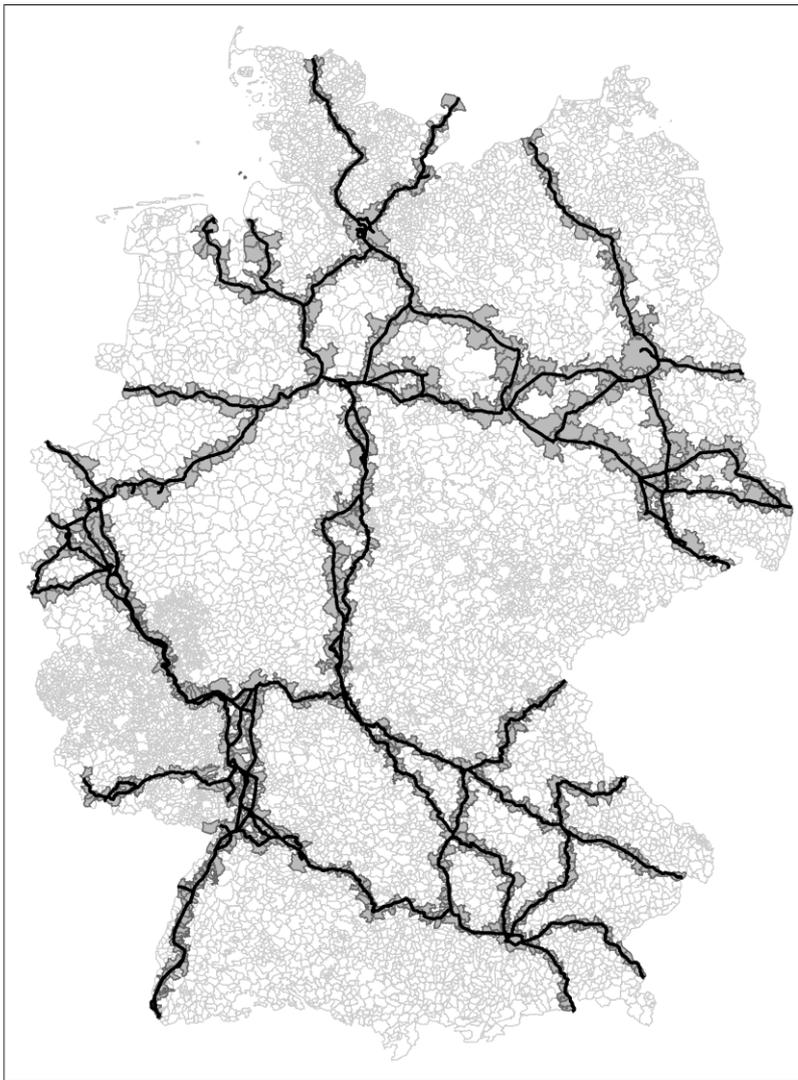
Die Datengrundlage hierfür bildet der RWI-GEO-RED Datensatz, welcher das Hausangebot in Deutschland auf der Website ImmobilienScout24.de abbildet (RWI, 2021). Diese Häuserdaten werden mit sogenannten Güterverkehrskorridoren⁶⁸ verbunden, um Standorte zu definieren, die in der Nähe zu Schienen (Maßnahmengruppe) oder weiter entfernt liegen (Kontrollgruppe).

Für den gewählten methodischen Ansatz ist es wichtig, dass Häuser in der Nähe von Bahngleisen mit Häusern verglichen werden, die dem Lärm nicht ausgesetzt sind (und somit auch nicht von der Lärmreduktion profitieren), aber dennoch ähnliche Charakteristiken hinsichtlich der regionalen Gegebenheiten haben. Dazu beschränkt sich die Analyse auf Immobilien, die in Gemeinden liegen, durch welche entsprechende Güterverkehrskorridore verlaufen – d.h. alle Immobilien sowohl in der Maßnahmen- als auch der Kontrollgruppe liegen in den gleichen Gemeinden, unterscheiden sich aber in der Nähe bzw. der Lärmbelastung durch den Güterverkehrsweg.

⁶⁷ Die Studie überprüft auch, inwieweit die Ergebnisse durch städtische Regionen getrieben sind, wie sich andere Lärmschutzmaßnahmen wie Lärmschutzwände auswirken, oder wie die Berücksichtigung anderer Schienen die Ergebnisse beeinflussen.

⁶⁸ Die Güterverkehrskorridore basieren auf der Darstellung der European Commission: Mobility and Transport – TENtec Interactive Map Viewer (2021).

Abbildung 58: Schienenverlauf und berücksichtigte Gemeinden



Quelle: Eigene Darstellung, RWI.

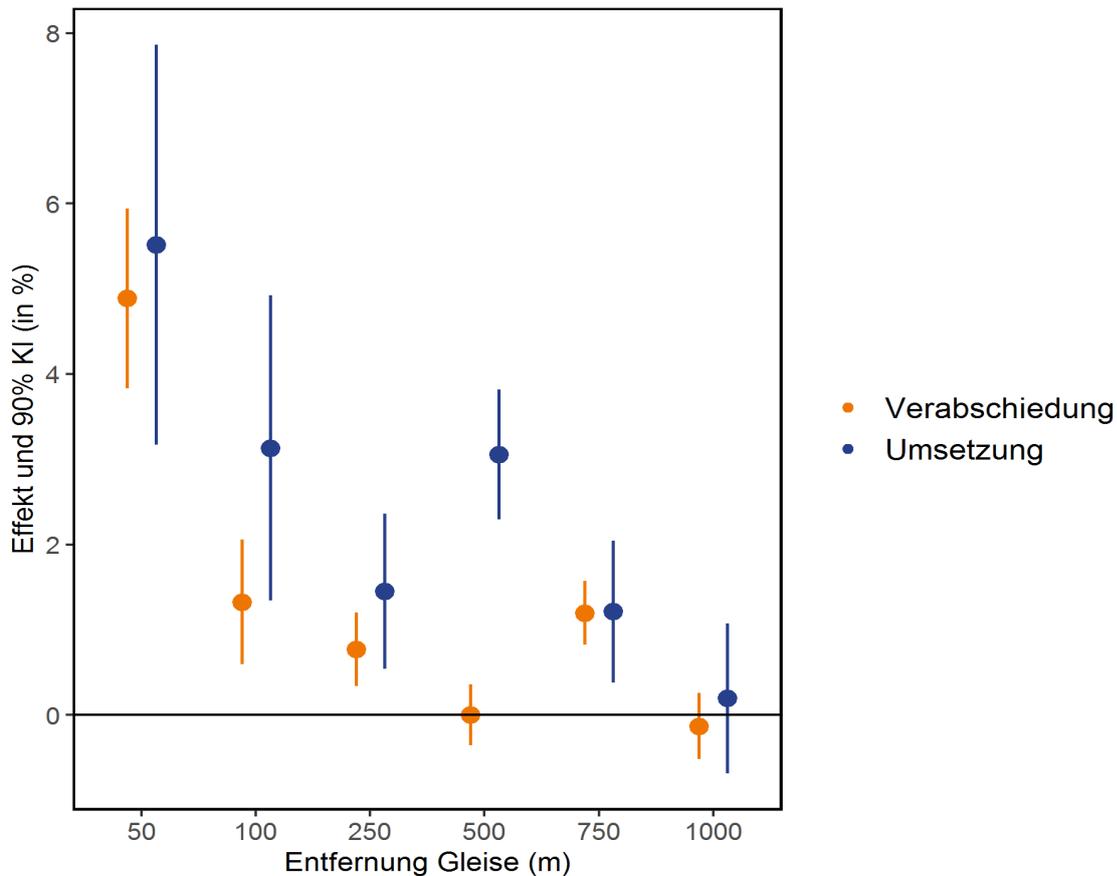
Abbildung 58 zeigt den Verlauf des verwendeten Schienensystems (in schwarz) und die analysierten Gemeinden (in dunkelgrau). Die Karte verdeutlicht außerdem, dass die Studie einen deutschlandweiten Fokus hat und sich nicht nur beispielsweise auf urbane Räume konzentriert.

Im Basisansatz liegt die maximale Distanz der Maßnahmengruppe zur Schiene bei 500 m. In den in Abbildung 59 dargestellten Ergebnissen werden die Effekte räumlich differenzierter in sechs verschiedene Distanzklassen unterteilt und der Effekt des Schienenlärmschutzgesetzes in Abhängigkeit dieser Entfernungen geschätzt.

Ergebnisse

Die Ergebnisse zeigen, dass die Verabschiedung und Umsetzung des Schienenlärmschutzgesetzes zu einem Anstieg der Immobilienpreise nahe den Gleisen führen. Die tatsächliche Einführung des Gesetzes hat zu deutlichen Effekten in Abhängigkeit der Entfernung geführt. Die Ergebnisse des differenzierten Ansatzes (siehe Abbildung 59) zeigen weiterhin, dass Häuser in unmittelbarer Gleisnähe, d.h. jene mit der höchsten Lärmbelastung, durch das Schienenlärmschutzgesetz am meisten an Wert gewinnen.

Abbildung 59: Auswirkung des Schienenlärmschutzgesetzes auf Immobilienpreise in Abhängigkeit von Entfernung



Anmerkung: Die Y-Achse stellt die Effektgröße und die entsprechenden 90% Konfidenzintervalle (KI) dar.

Quelle: Eigene Darstellung, RWI.

Abbildung 59 zeigt die geschätzten Punktkoeffizienten und das 90%-Konfidenzintervall (KI) für die Einführung (in Orange) und die Umsetzung des Gesetzes (in Blau). Es ist zu erkennen, dass der Wert der Immobilien in 50 m Entfernung zu Gleisen in beiden Perioden um etwa 5% steigt. Der Einfluss des Schienenlärmschutzgesetzes nimmt mit zunehmender Entfernung ab (mit Ausnahme bei einer Distanz von 500 m) und ist schließlich ab 1.000 m nicht mehr existent. Im hier nicht abgebildeten statischen Basismodell mit einer einheitlich festgelegten Maßnahmengruppe (maximale Distanz bei 500 m) liegt der Effekt der Verabschiedung bei 0,5% und der Effekt der Umsetzung bei 2,5%.

Insgesamt verdeutlichen die Ergebnisse der Studie, dass Maßnahmen, die zu einer Lärmreduktion führen, positiv assoziiert werden können, d.h. mit einer Verbesserung der lokalen Situation einhergeht, sodass die negativen externen Effekte der Lärmbelastung abgeschwächt werden.

5.3.2 Einfluss von Hochwassergefahr auf Hauspreise

Hintergrund

Mit den Veränderungen des Klimas steigt die Wahrscheinlichkeit von Überflutungsereignissen in der Nähe von Flüssen (IPCC Working Group I, 2021). Damit geht wahrscheinlich eine steigende Häufigkeit entsprechender Flutereignisse als auch eine steigende Intensität dieser Ereignisse einher (Schäfer et al., 2021; Kreienkamp et al., 2021). In Deutschland waren in den vergangenen Jahren insbesondere sehr lokale Starkregenereignisse für Überflutungen verantwortlich. Entsprechende Starkregenereignisse können überall in Deutschland auftreten, wodurch Risiken für Überflutungen in Deutschland in allen Flutrisikogebieten steigen (Kreienkamp et al., 2021, IPCC Working Group I, 2021).

Unklar ist hingegen, inwieweit sich Anwohnerinnen und Anwohner den steigenden Risiken von Überflutungen bewusst sind. Diese höheren Risiken sollten sich in geringeren Wohnwerten niederschlagen. Die Einschätzung des Flutrisikos sollte sich in Häuserpreisen widerspiegeln, da der potenzielle Schaden zukünftiger Überschwemmungen den Wert von gefährdeten Häusern senkt. Daher bieten Immobilienpreise einen sehr guten Indikator zur Abschätzung von Reaktionen auf Fluten. Vorhandene Studien haben gezeigt, dass das Flutrisiko zwar eingepreist ist, allerdings nicht in einem ausreichenden Maße (Bakkensen und Barrage, 2022; Hino und Burke, 2021; Muller und Hopkins, 2019).

Eine große Zahl an Studien zeigt, dass die konkrete Betroffenheit einer Region von Überflutungen dazu führt, dass Immobilienpreise in diesen Lagen zurückgehen (unter anderem Beltrán *et al.*, 2019; Arteya and Ferreira, 2015; Bin and Landry, 2013; Kousky, 2010). Dieser Effekt kann auf drei grundlegende Weisen erklärt werden. So können erstens die Objekte, die in solchen Lagen verkauft werden, beschädigt worden sein. Für diese Effekte können empirische Modelle, die ausreichend Informationen der jeweiligen Gebäude nutzen, kontrollieren. Zweitens können Infrastrukturen im unmittelbaren Umfeld zerstört sein. Und drittens schließlich kann das Eintreten einer Flut dazu führen, dass das Bewusstsein der Bevölkerung für die Risiken steigt.

Es ist eine offene Frage, ob sich die Risikobewertung nach dem Auftreten einer Flut, im Sinne einer Plausibilisierung der Gefahr, ändert. In dieser Studie wird daher untersucht, ob eine katastrophale Flut einen Effekt auf die Immobilienpreise in nicht direkt betroffenen Flutrisikogebiete im gleichen Land hat. Im dafür genutzten Fall der Ahrtal-Flut im Juli 2021 stand zudem der Einfluss des Klimawandels stark im Fokus der Berichterstattung, was neben der Plausibilisierung der Risiken auch eine Erhöhung des Risikos veranschaulicht (Kahle et al., 2022).

Empirische Analyse

Die im Rahmen dieses Projekts durchgeführte Studie setzt ein Forschungsdesign ein, das genau diese letztgenannten Veränderungen der Risikobewertung analysieren und von Effekten der direkten oder indirekten Zerstörungen unterscheiden soll. Als maßgebliches Ereignis werden die Flutereignisse in Deutschland im Juli 2021 genutzt. Mit 186 Todesopfern war es eine der schwersten Naturkatastrophen in Deutschland (Thieken *et al.*, 2022). Der Deutsche Wetterdienst hat die Regenmengen für einige Regionen schon unmittelbar als „Jahrhundertereignis“ eingestuft⁶⁹. Entsprechend groß war die mediale Berichterstattung, die vor allem die klimawandelbedingte Häufung solcher Ereignisse in Deutschland in der Zukunft dargestellt hat (Kahle *et al.*, 2022).

⁶⁹ Siehe: https://twitter.com/dwd_klima/status/1415602859643711488. Der Tweet des DWD zeigt die Wiederkehrwahrscheinlichkeit von über 100 Jahren eingeordnet.

Zur Analyse einer veränderten Risikobewertung durch das steigende Flutrisiko werden die Immobilienpreisentwicklungen vor und nach dem Flutereignis im Juli 2021 innerhalb der Flutrisikogebiete betrachtet, die nicht vom Hochwasser betroffen waren (Maßnahmengruppe). Diese werden mit der Preisentwicklung solcher Immobilien verglichen, die nicht in Flutrisikogebieten liegen (Kontrollgruppe). Dieser Differenz-von-Differenzen Ansatz ermöglicht die Identifikation einer angepassten Risikobewertung, auch wenn sich die Immobilienpreise insgesamt auf einem Aufwärtstrend befinden und sich die beiden Gruppen (Maßnahmen- und Kontrollgruppe) im Niveau unterscheiden. Der gewählten Kontrollgruppe kommt damit in diesem Ansatz eine besondere Bedeutung zu, weil sie die Referenzgröße darstellt, wie sich die Preise in Flutrisikogebieten entwickelt hätten, wenn kein Flutereignis stattgefunden hätte. In dieser Analyse wird sie durch die Immobilien gebildet, die in der Nähe der Flutrisikogebiete (zwischen 0,5 und 3 km) liegen, aber selbst kein eigenes Flutrisiko haben. Somit ist sichergestellt, dass die Kontrollgruppe den gleichen regionalen Immobilientrends folgt.

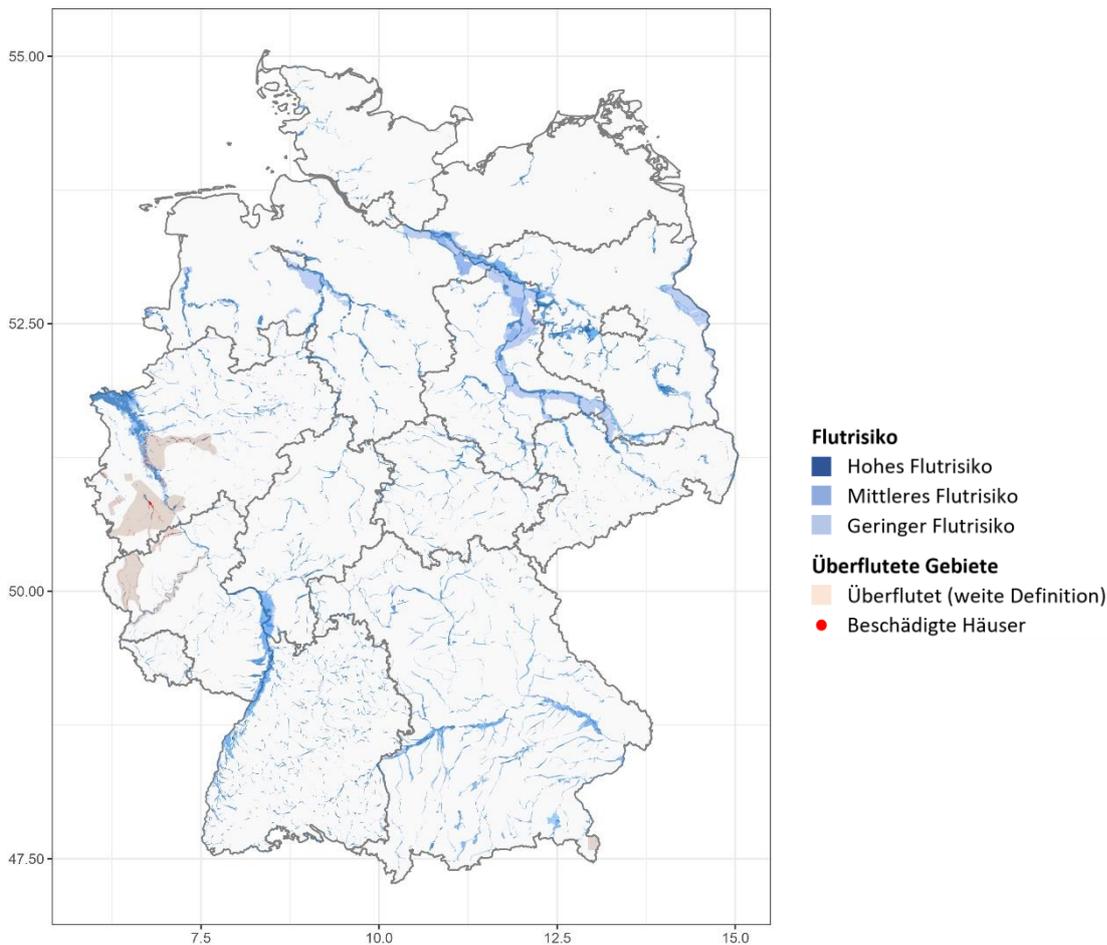
Das RWI hat Zugriff auf die Angebotsdaten von Immobilienscout24.de (Datensatz: RWI-GEO-RED). In der Analyse werden Häuser genutzt, die zum Verkauf angeboten werden. Insbesondere beim Verkauf (anstelle von Vermietung) sollten sich Risikoabschläge für Immobilien zeigen.⁷⁰ Diese georeferenziert vorliegenden Daten zu einzelnen Verkaufsobjekten können anhand ihrer Adresskoordinate der Maßnahmengruppe (Lage in einem Flutrisikogebiet) oder der Kontrollgruppe (Lage zwischen 0,5 und 3km von einem Flutrisikogebiet entfernt) zugeordnet werden. Objekte außerhalb dieser beiden Gruppen werden nicht in die Analyse aufgenommen.

In Abbildung 60 sind die nicht an der Küste gelegenen Flutrisikogebiete in Deutschland dargestellt⁷¹. Regional bilden sich einige Schwerpunkte von Flutrisikogebieten heraus. Überdurchschnittlich viele Flutrisikogebiete liegen entlang der großen Flüsse (Rhein, Weser, Donau, Elbe und Oder). Allerdings existieren kleinere Risikogebiete in allen Teilen Deutschlands, die üblicherweise an kleinen Gewässern und in Tälern liegen. Die Flutrisikogebiete basieren auf Daten der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG, 2020) und wurden in drei Klassen unterteilt: geringes, mittleres und hohes Flutrisiko. Diese Klassen definieren in einem theoretischen Wert, wie häufig mit einer Überflutungsereignis zu rechnen ist. Die Abbildung bildet außerdem die im Juli 2021 überfluteten Gebiete ab, die auf Basis von Satellitenbildern identifiziert wurden (Copernicus Emergency Management Service, 2021).

⁷⁰ Im Gegensatz dazu könnten Mietobjekte eher unberührt bleiben, weil die Risiken einer Zerstörung durch Überflutung weiterhin beim Vermieter verbleiben.

⁷¹ Die Flutrisikogebiete an den Küsten sind ausgenommen, da sich hier durch die im Fokus stehenden Starkregenereignisse keine veränderte Risikobewertung ergeben sollte.

Abbildung 60: Immobilienangebote in Flutrisikogebieten in Deutschland



Anmerkung: Flutrisikozonen in Deutschland und überflutete Gebiete der Flut im Juli 2021.

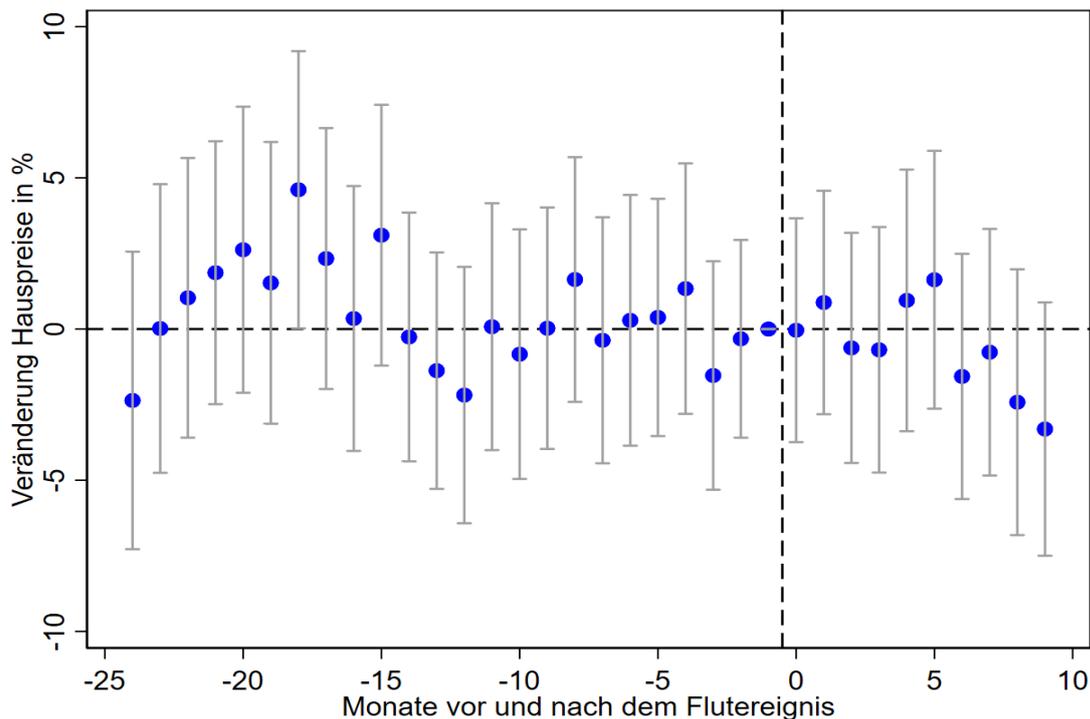
Quelle: Eigene Darstellung, RWI.

Ergebnisse

Während die theoretischen Überlegungen einen negativen Effekt des gesteigerten Bewusstseins für Flutrisiken erwarten lassen, zeigen die empirischen Auswertungen keinerlei Evidenz dafür. Nach den Flutereignissen im Juli 2021 und der umfangreichen Berichterstattungen mit Blick auf steigende Flutrisiken in der Nähe von Flüssen zeigen sich keine Anpassungen der Preise von Häusern, die diesen Risiken ausgesetzt sind.

Abbildung 61 zeigt die monatliche Entwicklung der Quadratmeterpreise von Häusern in Flutrisikogebieten in Abweichungen zu den Entwicklungen in der Kontrollgruppe. Die dahinterliegenden Modelle kontrollieren in der Berechnung für die Qualitätscharakteristika der einzelnen Häuser. Die blau eingezeichneten Punktschätzer zeigen die geschätzte monatliche Abweichung und die grauen Konfidenzintervalle (95%) geben die Präzision des Punktschätzers an. Es zeigt sich, dass die Monatswerte vor dem Zeitpunkt des Flutereignis (Event time = 0; gekennzeichnet mit der vertikal gestrichelten Linie) fast nie eine signifikante Abweichung zwischen Treatment- und Kontrollgruppe zeigen (die Konfidenzintervalle schneiden die Nulllinie der y-Achse). Diese unauffälligen Entwicklungen vor dem Ereignis (Ahrtalflut), sind ein Indikator dafür, dass die gewählte Kontrollgruppe gut geeignet ist, um die Entwicklungen in der Maßnahmengruppe über die Zeit zu beschreiben.

Abbildung 61: Verlaufsanalyse (Event Study) der Hauspreise in Flutrisikogebieten



Quelle: Eigene Darstellung, RWI.

Es zeigt sich allerdings auch, dass die Flutereignisse (Monatswerte nach der Flut im Juli 2021) keinen Einfluss auf die Entwicklung der Immobilienpreise in Flutrisikogebieten hatte. Die Ergebnisse geben einen Hinweis, dass keine Neubewertung der Risiken in der Bevölkerung stattgefunden hat. Dies zeigt sich auch über verschiedene Untergruppen hinweg. Es zeigen sich weder Effekte für die Immobilien in Gebieten mit besonders hohem Flutrisiko (vgl. Abbildung 60) noch zeigen sich Unterschiede der Ergebnisse nach sozialen Milieus der Bevölkerung (vgl. Vollversion des Diskussionspapiers). Es kann weitgehend ausgeschlossen werden, dass das genutzte Modell nicht in der Lage ist, einen Effekt zu identifizieren. Neben den Preisen selbst reagieren auch die Laufzeiten der Anzeigen nicht auf das Flutevent (vgl. Vollversion des Diskussionspapiers). Dies ist ein weiterer Indikator, dass sich die Attraktivität der Wohnlagen in Flutrisikogebieten nicht geändert hat.

Bei einer alternativen Schätzung für die direkt betroffenen Flutrisikogebiete zeigen sich deutliche negative Effekte auf die Häuserpreise. Allerdings kann hier nicht identifiziert werden, ob das gestiegene Risiko oder die Zerstörung der Infrastruktur den Effekt treibt.

Einordnung der Ergebnisse

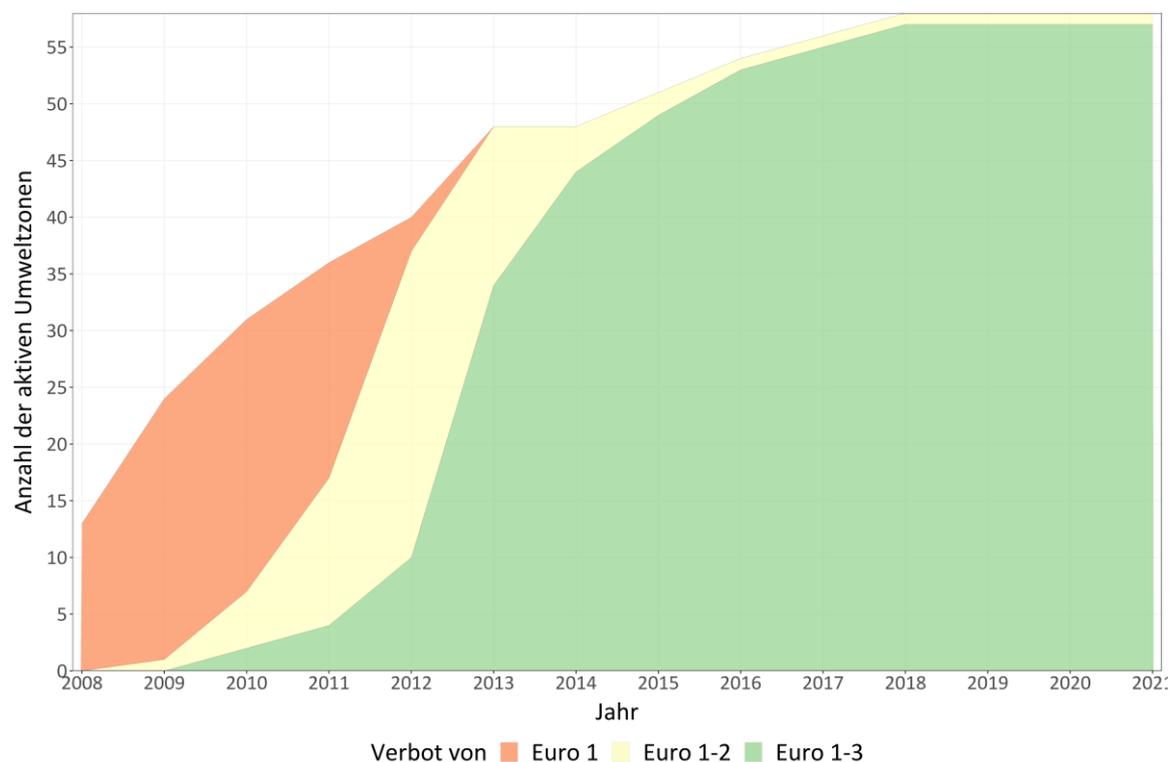
Zu den Ursachen der Nullergebnisse lassen sich drei Erklärungswege darstellen: Erstens könnte die indirekte Erfahrung einfach zu schwach wirken, um zu einer Anpassung der Zahlungsbereitschaft zu führen. Zweitens könnte die Verlinkung einer veränderten Risikobewertung zu einer tatsächlichen Veränderung des Verhaltens zu schwach sein. Drittens könnte auch die ursprüngliche Risikobewertung in Deutschland, im starken Gegensatz zu anderen Ländern, bereits korrekt gewesen sein. Dann würde eine Realisierung des Risikos an anderer Stelle (Flutereignis im Juli 2021) nicht zu einem Update der Risikobewertung (und damit der Zahlungsbereitschaft) führen.

5.3.3 Einfluss von Umweltzonen auf Hauspreise

Hintergrund

Luftverschmutzung hat starke negative Folgen für die Bevölkerung. Feinstaubbelastung führt unter anderem zu Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen (Pestel und Wozny, 2021; Margaryan, 2021). Aus diesem Grund gibt es europaweite Grenzwerte für Luftverschmutzung. Falls diese überschritten werden, müssen lokale Maßnahmen eingeführt werden, um die Verschmutzung zu verringern. In Deutschland wird seit 2008 regelmäßig auf Umweltzonen als Maßnahme zurückgegriffen. Diese untersagen das Befahren mit Kraftfahrzeugen, die nicht die Mindestanforderungen an Emissionswerten erfüllen.

Abbildung 62: Umweltzonen und EURO-Kategorien in Deutschland



Quelle: Eigene Darstellung, RWI.

Abbildung 62 zeigt die Entwicklung der Anzahl der deutschen Umweltzonen hinsichtlich ihrer Grenzwerte (Euro1, Euro 1-2, Euro 1-3) über die Zeit. Aktuell gibt es 56 aktive Umweltzonen, welche in ihrer Stringenz zugenommen haben, sodass alle Städte (mit Ausnahme Neu-Ulm) mit Umweltzone nur noch Fahrzeuge mit einer grünen Plakette zulassen. Das heißt, dass Dieselfahrzeuge mit EURO 1-3 Bewertung grundsätzlich verboten sind, Ausnahmen bilden EURO 3 Diesel mit einem Partikelfilter.

Es wurde nachgewiesen, dass die Umweltzonen zu einer Verbesserung der Luftqualität beigetragen haben (Gehrsitz, 2017; Margaryan, 2021; Pestel und Wozny, 2021; Sarmiento et al., 2021; Wolff, 2014). Die aktuell vorliegende Studie analysiert, ob sich diese Verbesserung der Luftqualität (als positive Externalität) in Wohnungsmieten innerhalb der regulierten Gebiete widerspiegelt. Wohnungsmieten spiegeln dabei – in Abhängigkeit der Wohnungscharakteristiken - den Wert wider, den es hat, in einer spezifischen Umgebung zu leben. Dies ist einerseits relevant, da es zeigt, ob die Bevölkerung diese Verbesserungen positiv einschätzt. Andererseits lassen sich Folgen für den Wohnungsmarkt abschätzen, wenn sich die Luftverschmutzung in Zukunft weiter reduziert, bspw. durch ein Verbot von

Verbrennerfahrzeugen. Für die USA und China wurde gezeigt, dass sich Luftverschmutzung in Immobilienpreisen niederschlägt (z.B. Chay und Greenstone, 2005; Liu et al., 2018). Allerdings ist unklar, ob sich Verbesserungen durch Umweltzonen auch in Europa in höheren Wohnwerten niederschlagen, da die Luftqualität im internationalen Vergleich in Deutschland bzw. Europa allgemein auch vor Einführung der Maßnahmen relativ gut war. So ist die Verschmutzung bspw. im Gegensatz zu manchen chinesischen Städten nicht unmittelbar wahrnehmbar.

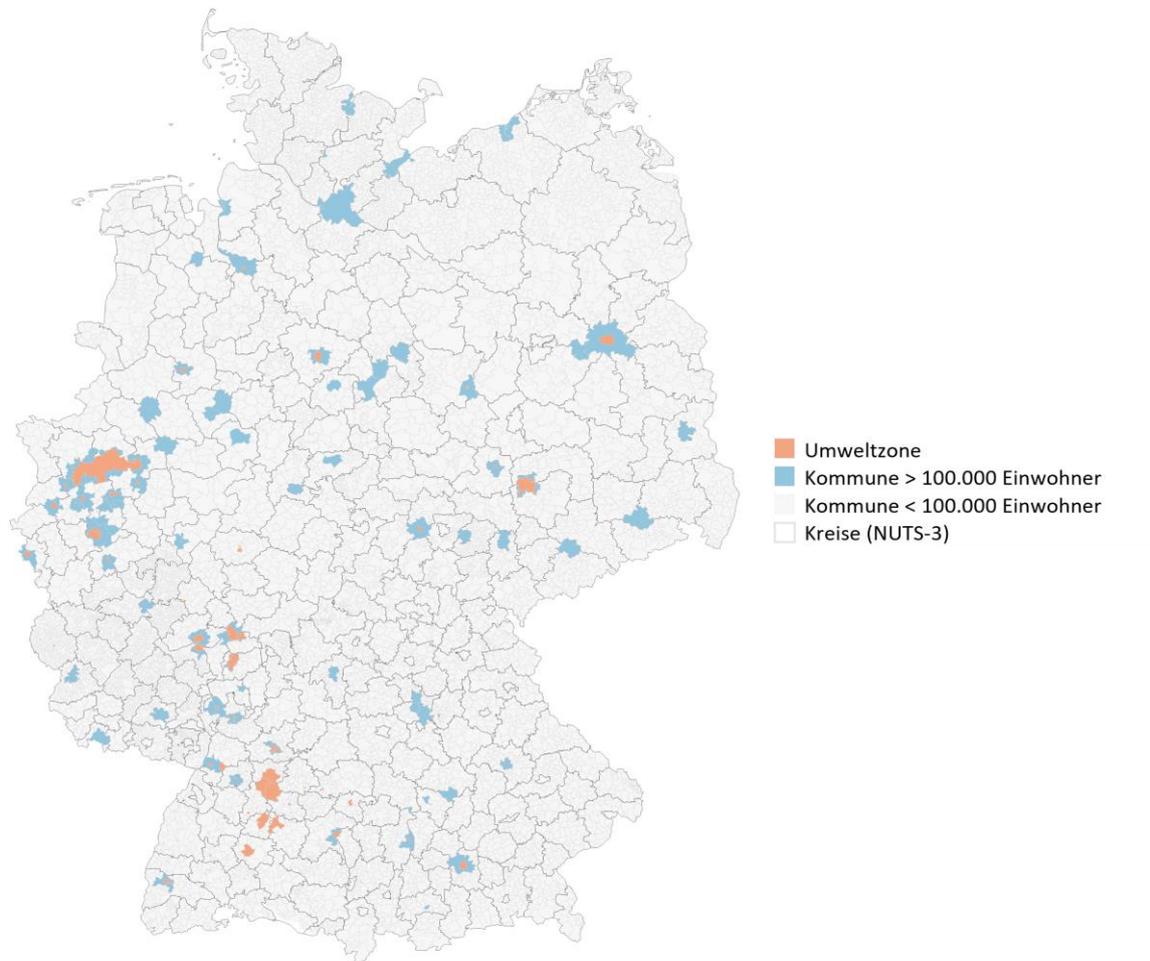
Empirische Analyse

Um die Wirkung von Umweltzonen auf Wohnungsmieten kausal zu schätzen, werden die geografischen Daten von Umweltzonen mit georeferenzierten Wohnungsdaten und Daten zur Feinstaubbelastung verbunden. Zur Identifizierung des Effekts wird ein Differenz-von-Differenzen Ansatz benutzt, der die Effekte nach den jeweiligen (zeitlich versetzten) Einführungen der Umweltzonen misst. Zusätzlich wird dafür kontrolliert, dass die Effekte über die unterschiedlichen Einführungszeitpunkte von Umweltzonen variieren können. Hierbei werden Wohnungen in Umweltzonen mit Wohnungen in vergleichbaren Gebieten vor und nach der Einführung von Umweltzonen verglichen. Die Entwicklung der Mietpreise in dieser Maßnahmengruppen muss mit der Entwicklung in einer ähnlichen Gruppe ohne entsprechende Maßnahme (Kontrollgruppe) verglichen werden. Da Umweltzonen insbesondere in urbanen Gebieten liegen, wird die Kontrollgruppe auf Städte mit mindestens 100.000 Einwohnern beschränkt.⁷²

Abbildung 63 zeigt die Regionen, welche zum Ende des Beobachtungszeitraums die Maßnahmengruppe (Umweltzonen) und die Kontrollgruppe darstellen. In Orange sind die Umweltzonen abgebildet. Diese Stadtgebiete bilden die Maßnahmengruppe. In blau werden die Regionen in der vergleichbaren Kontrollgruppe gezeigt. Die Abbildung verdeutlicht, dass sich die Kontrollgruppe aus zwei Arten zusammensetzt. Zum einen sind es Städte ohne Umweltzone, die entsprechend der obigen Definition über 100.000 Einwohner haben. Zum anderen fallen auch Städte in die Kontrollgruppe, die eine Umweltzone eingeführt haben, hier allerdings nur die Stadtgebiete, die außerhalb der Umweltzone liegen.

⁷² Auch in die Maßnahmengruppe werden nur Städte mit der entsprechenden Größe aufgenommen.

Abbildung 63: Umweltzonen und Kontrollgruppe



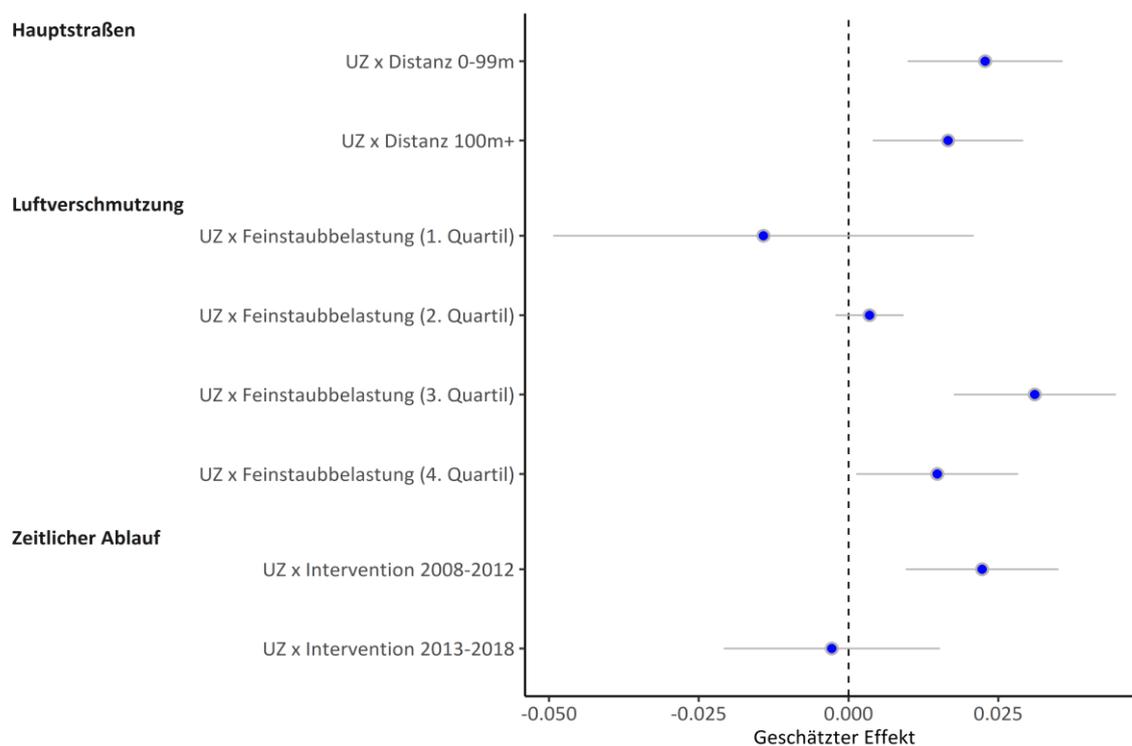
Quelle: Eigene Darstellung, RWI.

Ergebnisse

Nach Einführung der Umweltzone steigen Mieten innerhalb der Zonen im Durchschnitt um etwa 2 Prozent. Das Ergebnis impliziert, dass die Bevölkerung diese Verbesserungen positiv bewertet. Obwohl die Hauptanalyse sich auf Mietwohnungen beschränkt, da diese in Deutschland den größten Anteil an bewohnten Immobilien ausmachen, wird zusätzlich untersucht, ob dieser Effekt auch bei Wohnungen und Häusern, die zum Verkauf stehen, gefunden wird. Für sie wird ebenso ein Effekt gefunden, allerdings ist dieser halb so groß (etwa 1 Prozent).

Die Durchschnittseffekte werden vor allem durch Unterschiede zwischen Einführungswellen beeinflusst. Abbildung 64 zeigt die Ergebnisse verschiedener Heterogenitätsanalysen. In der ersten Obergruppe ist zu sehen, dass die Effekte insbesondere in den Umweltzonen auftreten, in denen die Luftverschmutzung vor Einführung besonders hoch war (drittes und viertes Quartil). Die Verteilung deutet darauf hin, dass tatsächlich die sinkende Luftbelastung den positiven Effekt auslöst. Würde die Einführung von Umweltzonen lediglich positive Signalwirkungen erzielen, wäre ein gleichmäßiger Effekt über alle Umweltzonen zu erwarten gewesen. Hauptsächlich haben diejenigen Umweltzonen einen Effekt, die zeitlich früher eingeführt wurden. Die Effekte scheinen sich jedoch nicht innerhalb einer Zone zwischen Wohnungen mit unterschiedlicher Feinstaubbelastung zu unterscheiden. Wohnungen, die nah an Hauptverkehrsstraßen liegen (Approximation der lokalen Belastung) haben keinen stärkeren Effekt als die Wohnungen außerhalb dieser akut belasteten Bereiche liegen.

Abbildung 64: Zugrundeliegende Heterogenität des Durchschnittseffekts



Quelle: Eigene Darstellung, RWI.

5.3.4 Einfluss von Umweltzonen (reduzierte Luftverschmutzung) auf Leistung von Grundschüler*innen

Hintergrund

Schadstoffbelastungen der Luft können die menschliche Gesundheit negativ beeinflussen. Insbesondere Atemwegserkrankungen und Lungenkrebs können durch Feinstaubbelastungen hervorgerufen werden (Jayachandran, 2009; Knittel et al., 2016). Kinder gehören neben anderen Risikogruppen zur vulnerablen Gruppe für Krankheiten durch schlechte Luftqualität (Stafford, 2015). Neben direkten Gesundheitseffekten zeigen Forschungsarbeiten, dass schlechte Luftqualität die Hirnleistung (Aguilar-Gomez, im Erscheinen) und die kognitiven Fähigkeiten (Künn et al., im Erscheinen; Archsmith et al., 2018) negativ beeinflussen kann. Vor diesem Hintergrund ist es nicht überraschend, dass sich auch ein Zusammenhang zwischen der Luftqualität und schulischen Testergebnissen beobachten lässt (vgl. Marcotte, 2017; Ebenstein et al., 2016; Roth, 2016; Stafford, 2015; Lavy et al., 2014).

In diesem Forschungsprojekt wird untersucht, inwieweit eine politische Umweltmaßnahme zur Verbesserung der Luftqualität den Schulerfolg von Schülerinnen und Schülern beeinflusst. Im Detail werden die Auswirkungen der deutschen Umweltzonen auf die Übergangswahrscheinlichkeit von Grundschulkindern auf das Gymnasium untersucht. Die Art der Umweltmaßnahme und die Datenlage erlauben es hier, eine Kausalanalyse zu sozialen Aspekten durchzuführen, was nur in wenigen Fällen gegeben ist. Zudem sind Umweltzonen in der Hinsicht besonders, weil sie insbesondere in Umgebungen eingeführt wurden, die von höherer Arbeitslosigkeit, geringerem Einkommen und höherem Ausländeranteil geprägt sind als vergleichbare städtische Nachbarschaften außerhalb der Umweltzonen. Der Übergang zwischen Grundschule und weiterführender Schule stellt in allen deutschen Bundesländern einen wichtigen Schritt für den Bildungserfolg der Kinder dar. Obwohl sowohl in der Sekundarstufe 1 als auch im Übergang zwischen Sekundarstufe 1 und 2 theoretisch Durchlässigkeit zwischen den

Schularten herrscht, wechseln in der Realität nur sehr wenige Schülerinnen und Schüler die jeweilige Schulform. So wechseln in den Schuljahren 7-9 nur 2,2% aller Schülerinnen und Schüler die Schulform⁷³. Entsprechend ist die Wahrscheinlichkeit, das Abitur zu machen und zu studieren, abhängig von der gewählten Schulart sehr unterschiedlich. Dies spiegelt sich dann auch im späteren Lebensinkommen wider (Dustmann, 2004). Während eine Vielzahl empirischer Studien bereits zeigt, welche Eigenschaften der Kinder und deren Eltern die Wahrscheinlichkeit ein Gymnasium zu besuchen, beeinflussen,⁷⁴ gibt es noch keine Analysen zum Zusammenhang mit der Luftqualität.

Um die Luftqualität zu erhöhen, wurden europaweit Grenzwerte für Feinstaub und Stickstoffoxid gesetzt. Städte, die diese Grenzwerte überschritten, mussten Luftreinhaltepläne erstellen, die unter anderem auch Umweltzonen als Politikmaßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität umfassen können. In Umweltzonen dürfen nur Fahrzeuge einfahren, die definierte Abgasstandards einhalten. Insgesamt werden vier Gruppen eingeteilt (grüne, gelbe, rote oder keine Plakette). Während zu Beginn nur die vierte Gruppe einem Fahrverbot unterlag, gilt in 55 der aktuell 56 Umweltzonen, dass nur noch Fahrzeuge mit dem höchsten Standard (grüne Plakette) fahren dürfen. Die Einführung der Umweltzonen hatte einen großen Einfluss auf die Verbesserung der Luftqualität in Deutschland (Wolff, 2014; Klauber et al., 2021; Sarmiento et al., 2021; Pestel und Wozny 2021).

Empirische Analyse

Für die Analyse, inwieweit Umweltzonen den Anteil der Kinder beeinflussen, die nach der Grundschule auf das Gymnasium wechseln, werden zum einen umfangreiche Daten und zum anderen innovative Methoden benötigt. Die Datengrundlage der Analyse setzt sich aus verschiedenen Datenquellen zusammen. Es werden Daten zu Übergangsraten aller Grundschulen aus Nordrhein-Westfalen geokodiert für alle Schulstandorte für die Schuljahre 2005/2006 bis 2018/2019 genutzt. Diese Daten werden den einzelnen Umweltzonen zugeordnet sowie mit Messwerten von Luftmessstandorten und kleinräumigen (1 x 1 km²) Daten zur Bevölkerung kombiniert.

Zur Bestimmung eines Kausalzusammenhangs ist es wichtig, die Ergebnisse mit einer adäquaten Kontrollgruppe zu vergleichen. Als Kontrollgruppe dienen Schulen außerhalb von Umweltzonen aber in Städten mit mindestens 100.000 Einwohnern. Abbildung 65 zeigt alle Schulen in NRW als Punkte. Die grauen Flächen bilden die Kontrollgruppe und die schraffierten Flächen sind die Umweltzonen (Maßnahmengruppe).

⁷³ Landesdatenbank NRW 21111-123is Allgemeinbildende Schulen (D12.3): Schulformwechsel in den Jahrgängen 7 bis 9 nach Geschlecht, Nationalität, Schulform und Schulform der Zielschule - Gemeinden - Schuljahr, 2021/2022

⁷⁴ So haben beispielsweise Jungen und jüngere Schüler geringere Chancen, aufs Gymnasium zu gehen (Hendrik und Kerstin, 2011; Mühlenweg und Puhani, 2010). Das Gleiche gilt für Kinder mit Migrationshintergrund (Hendrik und Kerstin, 2011), selbst nach Kontrolle des Notendurchschnitts (Kristen und Dollmann, 2010). Während sozioökonomischer Hintergrund (Dustmann, 2004) und Risikopräferenzen (Wölfel und Heineck, 2012) der Eltern die Entscheidung für den Besuch des Gymnasiums beeinflussen, gibt es keinen kausalen Effekt des elterlichen Einkommens (Tamm, 2008) und deren Erwerbsstatus (Schildberg-Hoerisch, 2011).

Abbildung 65: Schulstandorte, Umweltzonen und Kontrollgruppe (NRW, 2018)



Anmerkung: Alle Grundschulen in NRW sind mit einem Punkt dargestellt. Die Kontrollgruppe (Städte mit mindestens 100.000 Einwohnern) sind in grau ohne Schraffierung und die Maßnahmengruppe/Umweltzonen (Stand des Jahres 2018) zusätzlich schraffiert dargestellt.

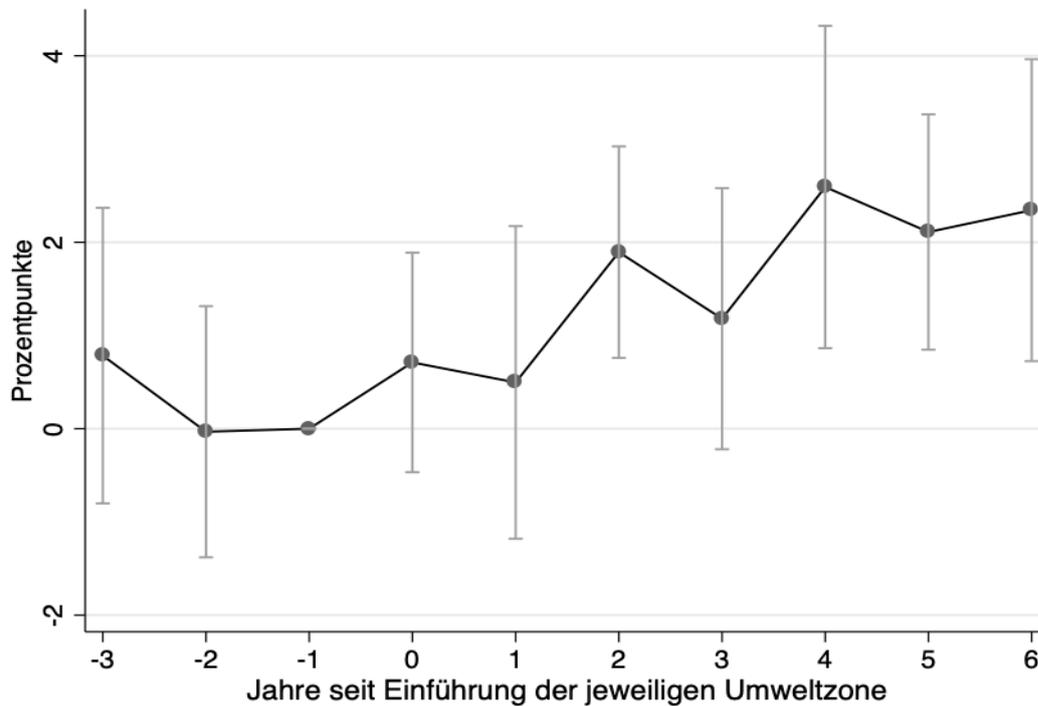
Quelle: Eigene Darstellung, RWI.

Ergebnisse

Die direkte Nachbarschaft (1x1 km² Grids) in welcher die Grundschulen innerhalb der Umweltzonen liegen, ist durch höhere Arbeitslosigkeit (4,6 Prozentpunkte), einem deutlich höheren Anteil an Nichtdeutschen (5,2 Prozentpunkte) und einer geringeren Kaufkraft (2.800€ weniger pro Kopf und Jahr) geprägt als die Grids von Grundschulen in den Großstädten außerhalb der Umweltzonen. Zudem ist der Anteil der Schülerinnen und Schüler, die nach der Grundschule auf ein Gymnasium wechseln, innerhalb der Umweltzonen deutlich geringer. Es lässt sich festhalten, dass die Gegenden in welchen Umweltzonen eingeführt wurden, im Durchschnitt einen geringeren sozio-ökonomischen Status aufweisen.

Wie auch schon bereits existierende Studien zeigen, wirkt sich die Einführung der Umweltzonen positiv auf die Luftqualität aus: sowohl Feinstaub (PM₁₀) als auch Stickstoffdioxid (NO₂) werden innerhalb der Umweltzonen stärker reduziert als außerhalb der Umweltzonen. In der Kausalanalyse zeigt sich zudem, dass die Wahrscheinlichkeit für Kinder auf das Gymnasium zu wechseln, innerhalb einer Umweltzone um 1,6 Prozentpunkte zunimmt im Vergleich zu Kindern, die außerhalb einer Umweltzone eine Grundschule besuchen. Werden die Effekte auf die einzelnen Jahre nach Einführung der jeweiligen Umweltzone aufgeteilt, steigen die Effekte und sind vier bis sechs Jahre nach Einführung bei etwas über 2 Prozentpunkten. Dieses Ergebnis verdeutlicht, dass nicht nur die Luftverschmutzung in der vierten Klasse einen Einfluss hat, sondern vor allem, ob die Schülerinnen und Schüler bereits in der kompletten Grundschulzeit weniger Luftverschmutzung ausgesetzt waren.

Abbildung 66: Verlaufsanalyse (Event study) der Effekte von Umweltzonen auf Schulübergangsraten



Anmerkung: Vergleichsgruppe sind Großstädte mit mind. 100.000 Einwohnern. Die Grafik zeigt den dynamischen Differenz-von-Differenzen Schätzer nach Chaisemartin und D’Hautefoeuille (2020). Die Schätzung umfasst lineare Zeittrend, kreispezifische Trends und Kontrollvariablen (Kaufkraft pro Einwohner, Arbeitslosenquote, Anteil der Nichtdeutschen und Anteil der Familien) auf 1km² Rasterzellenebene. Standardfehler sind gebootstrapp (100 Replikationen) und auf Kreisebene geclustert.

Quelle: Eigene Darstellung, RWI.

Weiterführende Analysen zeigen, dass der Effekt insbesondere beim klassischen akademischen Weg zum Gymnasium auftritt. Der Anteil der Übergänge zu Gymnasien steigt, während der Anteil der Übergänge zu Haupt- oder Realschulen sinkt. Demgegenüber zeigen sich keine Auswirkungen auf den Übergang in Gesamt-, Gemeinschafts-, Sekundar- und Primusschulen (Schulen mit einem gymnasialen Zweig). Wird die Analyse separat nach Geschlecht der Kinder durchgeführt, zeigt sich, dass nur für Jungen signifikant positive Auswirkungen nachgewiesen werden können. Für sie steigt die Wahrscheinlichkeit um durchschnittlich 2,1 Prozentpunkte, während die Ergebnisse für Mädchen insignifikant sind. Ein Grund für diesen Unterschied könnte darin liegen, dass Jungen häufiger an Asthma erkranken als Mädchen (vgl. Bjornson und Mitchell, 2000; Postma, 2007) und deswegen stärker unter schlechter Luftqualität leiden, was sich auf die schulischen Leistungen und/oder die Fehltage auswirken kann. Von einer Maßnahme zur Verbesserung der Luftqualität profitiert diese Gruppe entsprechend. Befragungsdaten des sozioökonomischen Panels (SOEP) unterstreichen dies, da Kinder in Umweltzonen weniger häufig an Atemwegserkrankungen leiden als gleichaltrige Kinder in Großstädten aber außerhalb der Umweltzonen.

Eine weitergehende Analyse auf Kreisebene für Deutschland (Daten auf Schulebene sind hier nicht erhältlich) unterstreicht die Ergebnisse aus NRW: Auch in Deutschland insgesamt zeigen sich positive Auswirkungen hinsichtlich des Übergangs auf das Gymnasium, obwohl der Effekt aufgrund der ungenauen Zuordnung zu Umweltzonen (bei Städten, die nicht komplett aus einer Umweltzone bestehen) nach unten verzerrt wird.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass Umweltzonen in stärker von Luftverschmutzung belasteten Gebieten mit geringerem sozio-ökonomischen Status eingeführt wurden. Die Einführung hat positive Auswirkungen auf die Schulübergangsraten, was dazu führt, dass sich die Schulübergangsraten innerhalb einer Umweltzone und vergleichbarer Städte ohne Umweltzonen angleichen und sich diese Ungleichheit reduziert.

5.4 Fazit & Datendefizite

Die Analysen zeigen, dass die Wohnwerte zum Teil auf umweltpolitische Maßnahmen bzw. Veränderungen der Umweltbedingungen reagieren. Mit Blick auf die Überflutungen im Juli 2021, die viel (mediale) Aufmerksamkeit erzeugte, zeigen sich keine Preiseffekte in den nicht direkt von der Flut betroffenen Risikogebieten. Zudem reagieren auch die Anzeigelaufzeiten nicht, die ein Indiz dafür wären, dass Preiseffekte sich lediglich deshalb nicht zeigen, weil Verkäufer die Marktentwicklungen ignorieren. Während andere negative Veränderungen (bspw. steigender Lärm oder eine schlechtere Arbeitsmarktsituation) auch direkte Einflüsse auf die lokalen Wohnwerte haben, scheint der gefundene Nulleffekt in der Art der Risikosteigerung hinsichtlich der Flutrisiken zu liegen. Die genutzten Angebotsdaten können keinen Aufschluss darüber geben, warum Personen nicht auf die veränderten Risiken in Flutrisikogebieten reagieren. Es kann nur vermutet werden, dass solche abstrakten Gefahren, wie Risikoveränderungen durch den Klimawandel von der Bevölkerung zunächst ignoriert werden. Um Fehlallokationen (fehlende Anpassungen durch klimabedingte Risiken) bestmöglich zu verhindern, müssen Veränderungen der Risikostrukturen (z.B. hinsichtlich Flutrisiken) stärker und klarer von der Politik kommuniziert werden.

Mit Blick auf die hier durchgeführten Analysen hinsichtlich umweltpolitischer Maßnahmen zeigen sich Effekte der Maßnahmen auf die Wohnwerte. Untersucht wurden dazu die Effekte einer Schienenlärmreduktion auf Wohnungspreise und die Effekte einer Reduktion von Luftverschmutzung auf die Entwicklung von Mietpreisen. In beiden Analysen zeigen sich positive Effekte zwischen etwa 2% und 2,5%. Mit Blick auf die Einführung der Umweltzonen werden positive Effekte auch über die weitere Schullaufbahn von Schülerinnen und Schülern von Grundschulen dargestellt. Diese wechseln mit der Einführung einer Umweltzone häufiger an ein Gymnasium, wenn ihre vorherige Grundschule in einer Umweltzone liegt. Die Analysen zeigen, dass sich Politikmaßnahmen zur lokalen Verbesserung der Umweltbedingungen auch unmittelbar positiv auf die Bevölkerung auswirken.

Ein Kernelement des Projektes ist die Bewertung umweltpolitischer Maßnahmen hinsichtlich ihrer sozialen Wirkungen. Diese Fragestellung steht insbesondere im Fokus der durchgeführten Synopse im Arbeitspaket 5. Dort zeigt sich unter anderem das Ergebnis, dass der Großteil der betrachteten Studien zu umweltpolitischen Maßnahmen im Gebäude- und Verkehrssektor eine regressive Wirkung hinsichtlich der sozialen Lastenverteilung haben. Die Ursachen liegen darin, dass finanzielle Belastungen (bspw. Steuern und Abgaben auf Emissionen) die Einkommen der ärmeren Haushalte anteilig stärker belasten als es bei reicheren Haushalten der Fall ist. Zum anderen haben ärmere Haushalte häufig aufgrund begrenzter Investitionskapazitäten nicht die Möglichkeit von technologiebezogenen Förderungen (Kaufprämie für E-Autos, Förderung von PV-Anlagen etc.) zu profitieren. Ärmere Haushalte profitieren damit weniger von umweltpolitischen Förderungen und werden von umweltpolitischen Belastungen im Verhältnis zum Einkommen stärker belastet, wenn keine umfangreichen Ausgleichsmechanismen geschaffen werden.

Die hier untersuchten politischen Maßnahmen zur Senkung der lokalen Umweltbelastungen erzeugen solche sozialen Unterschiede nicht oder in umgekehrtem Maße. Von den Maßnahmen zur Reduzierung der Lärm- und Luftbelastungen profitieren insbesondere die weniger gut

situierten Haushalte. Dies hat sich bereits in den Analysen der Mehrfachbelastungen in Arbeitspaket 3a gezeigt. Unter hohen Mehrfachbelastungen leiden insbesondere Haushalte mit niedrigeren Einkommen. Haushalte mit hohem Einkommen leben vermehrt in Wohngebieten, die durch niedrigere Mehrfachbelastungen gekennzeichnet sind.

Wie im Kapitel „Inhaltliche Ausgestaltung“ ausgeführt, bieten Immobilienpreise in ihrer Funktion als Wohnwert-Indikator eine sehr gute Basis zur Beurteilung von positiven und negativen lokalen Umweltfaktoren. Ein Kritikpunkt an den Studien, die Wohnwerte als Ergebnisgröße nutzen, mag in den gewählten Bemessungen des jeweiligen Maßnahmen Erfolgs (bei positiv wirkenden Umweltmaßnahmen) liegen. Verkürzt dargestellt lässt sich daraus das Problem ableiten, dass Bewohnerinnen und Bewohner der Wohnlagen, die von den Maßnahmen profitieren, gleichzeitig durch höhere Immobilienpreise (zum Beispiel höhere Mieten) entsprechend mehr belastet werden. Der Vorteil, den diese Haushalte an Lebensqualität gewinnen, würde ihnen damit (zumindest teilweise) durch höhere Mieten wieder genommen. Diese Kritik gilt zunächst in der kurzen und mittleren Frist nicht. Bei den zur Analyse betrachteten Mieten handelt es sich um Angebotspreise für Neuvertragsmieten. Die Entwicklungen der Neuvertragsmieten sind generell nicht staatlich reguliert.⁷⁵ Im Gegensatz dazu sind Bestandsmieten (laufende Mietverträge) der bereits am Ort wohnenden Bevölkerung sehr stark durch den Gesetzgeber reglementiert. Bestandsmieten dürfen nicht über das Niveau der ortsüblichen Vergleichsmiete erhöht werden und Erhöhungen dürfen nicht höher als 20% in drei Jahren liegen. Die Entwicklung der Neuvertragsmieten lässt daher kaum einen direkten Rückschluss auf die Mietentwicklungen zu, mit denen die Einwohnerinnen und Einwohner konfrontiert sind, die bereits vor der Durchführung der Maßnahmen dort gewohnt haben.

Trotz der Möglichkeit, die Forschungsfragen an den bestehenden Daten auszurichten, sind auch die in diesem Arbeitspaket durchgeführten Analysen durch Datendefizite limitiert. Diese sollen kurz mit Blick auf die jeweiligen Studien dargestellt werden. Alle drei Analysen der Wohnwertentwicklungen (Immobilienpreise) würden von einer rigorosen Nutzbarkeit von echten Transaktionsdaten profitieren. Transaktionsdaten beinhalten tatsächlich gezahlte Preise, die im Gegensatz zu den genutzten Angebotsdaten auch direkt die Zahlungsbereitschaft der Kaufenden abbilden. Gleichwohl sind auch Transaktionsdaten nicht frei von Problemen, da sie auch sehr marktferne Transaktionen (bspw. zwischen Familienmitgliedern oder Freunden, bzw. mit weiteren nicht-monetären Leistungen, wie Wohnrecht) umfassen. Eine direkte Verlinkung der marktnahen Angebote, also derjenigen Objekte, die auf Onlineplattformen angeboten werden, mit den dafür schließlich tatsächlich gezahlten Preisen, würde die optimale Datenbasis darstellen. Leider sind die jeweiligen Individualdaten der Transaktionen den Gutachterausschüssen der jeweiligen Kommunen vorbehalten. Eine Schnittstelle zur institutionellen Nutzbarkeit durch Forschende besteht nicht. Technische Voraussetzungen für eine solche Verlinkung ließen sich schaffen.

Auch die Schulübergangsanalysen können nicht in der gewünschten Detailtreue durchgeführt werden. Zunächst ist zu beachten, dass die schulspezifischen Analysen (Verlinkung von individuellen Schulübergangsraten zu Umweltzonen) nur für NRW durchgeführt werden konnten. Trotz der Vergleichbarkeit über die einzelnen Bundesländer werden die Daten nicht überall erhoben und es bestehen sehr unterschiedliche Restriktion der Datennutzung. Eine Verbindung mit Testergebnissen und Fehltagen auf Ebene der Schulen würde zudem erlauben, tiefer in die zugrundeliegenden Wirkungskanäle zu blicken. Leider ist eine Nutzung der Fehltagdaten aber nicht möglich, eine Nutzung von Testergebnissen der einheitlichen Schultests (VERA-3) war zum Zeitpunkt des Projektabschlusses noch nicht sichergestellt. Dies ist insbesondere

⁷⁵ Eine Ausnahme bildet die in vielen Großstädten seit 2015/2016 geltende Mietpreisbremse im Rahmen des Mietrechtsnovellierungsgesetzes.

deshalb zu bedauern, weil sich entsprechende Datenerhebungen seit Jahren etabliert haben. Der erkenntnisbringende Einsatz der Daten in der Forschung hat sich gleichwohl noch nicht durchgesetzt.

Arbeitspaket 5: Empirische Informationen zu sozialen Effekten und Umweltwirkungen ausgewählter umweltpolitischer Instrumente, Maßnahmen und Strategien

6.1 Einleitung

Der Fokus des fünften Arbeitspakets liegt auf einer strukturierten Übersicht über die Literatur und deren Forschungsergebnisse im Hinblick auf die sozialen Effekte ausgewählter umweltpolitischer Instrumente und Maßnahmen. Diese bestehen aus vielfältigen Ansätzen (z.B. Steuern, Subventionen, ordnungspolitische Eingriffe) und zielen insbesondere darauf ab, die Emission klimaschädlicher Stoffe sowie lokaler Luft- und Lärmverschmutzungen zu verringern oder zu vermeiden. Evaluationen zur Wirkung von Instrumenten und Maßnahmen in der Umweltpolitik liegen – sowohl mit Blick auf Deutschland als auch im internationalen Kontext – sehr umfangreich vor. Die hier vorgelegte Arbeit liefert eine strukturierte Übersicht über die relevante Literatur in den Bereichen Verkehr und Gebäude.

Basierend auf der dazu nötigen umfangreichen Literaturrecherche und der daran anknüpfenden Literaturanalyse wurde aus dieser Übersicht im Projekt eine Synopse entwickelt. In der vorliegenden Synopse werden Studien und Analysen zu den sozialen Effekten (insb. Verteilungseffekten) von umweltpolitischen Instrumenten und Maßnahmen, welche innerhalb der letzten zwölf Jahre veröffentlicht wurden, aufbereitet. Der zentrale Fokus der Synopse liegt auf den verwendeten Daten und Methoden, um eine Wissensbasis für potenzielle zukünftige Arbeiten zu schaffen.

Die Synopse gibt somit einen Überblick über den aktuellen Stand der Forschung in diesem Bereich. Ihr liegen 55 Studien zugrunde, die direkt in die Ergebnisse eingeflossen sind. Der thematische Schwerpunkt liegt auf dem Transport-/Verkehrssektor sowie dem Wohn-/Gebäudesektor. Diese beiden Sektoren verursachen nicht nur einen erheblichen Teil der Treibhausgasemissionen, sondern sind auch im Wesentlichen für lokale Luftverschmutzung verantwortlich. Insbesondere im Verkehrssektor in Deutschland haben sich die klimaschädlichen Emissionen zumeist nicht oder nur wenig verringert, daher sind nationale oder regionale Politikmaßnahmen notwendig, um die Erreichung der klimapolitischen Ziele der Bundesregierung zu gewährleisten.

Der Analysefokus der Synopse liegt dabei sehr spezifisch darauf, inwieweit die verschiedenen Maßnahmen dazu beitragen, Ungleichheit zwischen einkommensschwachen und -starken Haushalten zu vergrößern (regressive Wirkung) oder zu verringern (progressive Wirkung). Eine progressive Wirkung kann sich beispielsweise dadurch einstellen, dass einkommensstarke Haushalte im Verhältnis zu ihren Einkommen höhere Abgaben (bei Steuern etc.) zahlen müssen. Eine in diesem Sinne progressive Wirkung entsteht auch, wenn einkommensschwächere Haushalte bezuschusste Maßnahmen stärker nutzen.

Der Fokus der meisten betrachteten Studien liegt auf den finanziellen Auswirkungen der Maßnahmen und Instrumente (Veränderung der Einkommensbelastungen). Diesen finanziellen Auswirkungen (bspw. höherer Besteuerungen von umweltschädlichen Konsumgütern) werden eher einkommensschwächere Haushalte durch Konsumverzicht begegnen. Aus finanzieller Sicht vermindert dieser Konsumverzicht zwar die Belastung der Haushalte, auf einer breiteren Betrachtungsebene des individuellen Nutzens tragen diese Haushalte aber durch den Verzicht zusätzliche (nicht-monetäre) Belastungen. Diese Belastungen durch Verhaltensanpassungen

stehen nicht im Fokus der vorliegenden Synopse, weil sie nur in einem kleinen Teil der Studien systematisch berücksichtigt werden.

Die Synopse bereitet den Wissensstand über die sozialen Effekte umweltpolitischer Instrumente, Maßnahmen und Strategien auf. Diese hier bereitgestellte Übersicht kann in drei unterschiedlichen Kontexten verwendet werden. Zum einen können zukünftige Arbeiten (z.B. in Form politikberatender oder wissenschaftlicher Forschungstätigkeiten) auf den gewonnenen Erkenntnissen aufbauen. Dieser kann sowohl in der Forschung als auch in der Verwaltung helfen, einen schnellen Überblick über den bisherigen Stand der Forschung zu geben. Zudem kann der Literaturüberblick in der Synopse auch helfen, bisher gewählte Ansätze zur Evaluation im Kontext umweltpolitischer Maßnahmen zu eruieren und mögliche Herangehensweisen für zukünftige Evaluationen zu gestalten.

Zum anderen kann diese Synopse aber auch eine direkte Anknüpfung an die aktive Politikgestaltung finden. Durch den strukturierten Aufbau der entstandenen Datenbank können mögliche Effekte von jeweils aktuell in der Diskussion stehenden konkurrierenden Politikvorschlägen abgeschätzt werden. Die Literaturgrundlage der Synopse bietet hierfür hinsichtlich der unterschiedlichen Kategorien an Maßnahmen, der Kurzübersicht über die jeweiligen Studienergebnisse und der Verbindung zu den zugrundeliegenden Forschungspapieren eine solide Grundlage. Durch den einfachen Informationszugang zur aktuellen Forschung kann die vorgelegte Synopse eine hilfreiche Grundlage für die Berücksichtigung sozialer Effekte in zukünftigen umweltpolitischen Maßnahmen bilden.

6.2 Systematik der Literatursynopse

Die Identifikation potenziell relevanter Publikation war der erste Arbeitsschritt zur Erarbeitung der Synopse. Dazu wurden verschiedene Forschungs- und Literaturdatenbanken (siehe Tabelle 16) mithilfe von strukturierten Abfragen (beispielhaft in Tabelle 17 gelistet) durchsucht (Juli-August 2022). Die Datenbanken decken einen weiten Teil der ökonomischen sowie interdisziplinären Literatur in Deutsch und Englisch ab. Zur Auswahl der einschlägigen Schlagworte wurden zunächst Kategorien entworfen, welche dabei helfen, die passenden Schlagworte zu identifizieren. Die gewählten Kategorien sind: *Sektor*, um Studien, die den relevanten ökonomischen Sektor betreffen, abzugreifen; *Umweltfokus*, um Studien zu identifizieren, welche einen dezidierten Fokus auf Umweltfaktoren legen; *Politikmaßnahmen*, um Studien zu finden, welche eine (umweltpolitische) Politikmaßnahme untersuchen; *Verteilungseffekte*, da der Fokus dieser Arbeit auf den sozialen Verteilungseffekten verschiedener umweltpolitischer Maßnahmen liegt; *Ergebnisvariable*, um (weit) einzuschränken welche Ergebnisse in die Synopse aufgenommen werden und schließlich *Länderfokus*, in welcher wir uns zur besseren Vergleichbarkeit mit dem deutschen Kontext auf OECD Länder fokussieren. Die einschlägigen Schlagworte dieser Kategorien wurden anschließend basierend auf vorliegender Literatur in einem iterativen Prozess so gewählt, dass ein möglichst großer Teil der vorhandenen Literatur identifiziert wird. Tabelle 17 veranschaulicht beispielhaft die Kategorien sowie die gewählten Schlagwörter (Englisch) für die Datenbanksuche für den Transportsektor. Die Schlagwortsuche wurde auf Englisch und Deutsch durchgeführt. Darüber hinaus wurden Publikationen anhand der Referenzlisten relevanter und einschlägiger Papiere identifiziert (Schneeballsystem). So entstand eine Grundgesamtheit an potenziell zu berücksichtigenden Studien.

Tabelle 16: Überblick über die Verwendeten Literaturdatenbanken

Datenbanken	Details/Fokus der Datenbank
EconLit	volkswirtschaftlicher Fokus
EconStor	auch deutschsprachige Literatur
EBSCO Discovery	interdisziplinär
EconBiz	enthält auch "graue" Literatur (Konferenzpapiere, etc.)
Google Scholar	interdisziplinär

Quelle: Eigene Darstellung, RWI.

In einem zweiten Schritt wurden für die Synopse nicht relevante Papiere anhand der gegebenen Informationen der Abstracts identifiziert. Ausschlusskriterien waren hierbei, wenn die Papiere offensichtlich nicht zu den in Tabelle 17 gelisteten Kategorien gehörten. So wurden trotz der sorgfältigen Auswahl der Schlagworte bspw. viele Studien außerhalb der untersuchten Sektoren bei der Datenbanksuche ausgegeben. Diese Studien wurden für die weitere detaillierte Untersuchung nicht weiter berücksichtigt. In einem dritten Schritt wurden die verbliebenen potenziell relevanten Papiere vollständig durchgearbeitet und so die letztendlich passenden Papiere identifiziert. Hierunter fallen Studien auf Englisch oder Deutsch, die anhand von deskriptiven und quasi-experimentellen Analysen, ökonomischen Simulationen und Meta-Analysen den Effekt von Umweltmaßnahmen im Transport- oder Gebäudesektor auf soziale Größen untersuchen. Basierend auf dieser Vorgehensweise wurden 37 Papiere im Bereich Verkehr sowie 27 Papiere aus dem Gebäudebereich, welche in den letzten zwölf Jahren publiziert oder veröffentlicht wurden, in die Synopse aufgenommen.

Tabelle 17: Beispiel -Schlagwortkombinationen für die englische Datenbanksuche im Transportsektor

Kategorie	Schlagwortkombination
Sektor: Transport	("transport" OR "mobility" OR "transportation" OR "transit" OR "traffic") AND
Umweltfokus	("carbon" OR "CO2" OR "gasoline" OR "emission*" OR "environment*" OR "ecologic*" OR "energy" OR "fuel" OR "pollution" OR "particulate matter" OR "nitrogen oxides" OR "NO2" OR "NO" OR "NOX" OR "PM10" OR "mitigation") AND
Politikmaßnahmen	("tax*" OR "allowance*" OR "subsid*" OR "policy" OR "price*" OR "efficiency standard*" OR "standard*" OR "ban*" OR "feebate" OR "vehicle tax" OR "low emission zone*" OR "LEZ") AND
Verteilungseffekte	("distribution*" OR "impact*" OR "effect*" OR "inequality" OR "regressive" OR "progressive" OR "proportional" OR "incidence" OR "disadvantage*" OR "socio-economic" OR "socioeconomic" OR "equity") AND
Ergebnisvariable	("household income" OR "income" OR "noise" OR "health" OR "life satisfaction" OR "commut*" OR "decile" OR "spatial" OR "rural" OR "urban" OR "wellbeing" OR "pollution")

Kategorie	Schlagwortkombination
OECD-Länder ⁷⁶	(“OECD“ OR „Austria“ OR „Australia“ OR „Belgium“ OR „Canada“ OR „Chile“ OR „Colombia“ OR „Czech Republic“ OR „Denmark“ OR „Estonia“ OR „Finland“ OR „France“ OR „Germany“ OR „Greece“ OR „Hungary“ OR „Iceland“ OR „Ireland“ OR „Israel“ OR „Italy“ OR „Japan“ OR „South Korea“ OR „Latvia“ OR „Lithuania“ OR „Luxembourg“ OR „Mexico“ OR „Netherlands“ OR „New Zealand“ OR „Norway“ OR „Poland“ OR „Portugal“ OR „Slovak Republic“ OR „Slovakia“ OR „Slovenia“ OR „Spain“ OR „Sweden“ OR „Switzerland“ OR „Turkey“ OR „United Kingdom“ OR „GBR“ OR „United States“ OR „USA“)

Quelle: Eigene Darstellung, RWI.

Auf diesem dreistufigen Auswahlprozess aufbauend wurde anschließend eine systematische Kategorisierung der Papiere durchgeführt (Vorlage in Tabelle 18). Die Kategorisierung beinhaltet eine Zusammenfassung der in diesem Kontext relevanten Aspekte der Forschungsfrage sowie die geographische Abdeckung, den Beobachtungszeitraum und die verwendeten Datensätze der jeweiligen Studie. Darüber hinaus orientiert sie sich an dem international vielfach verwendeten PICOS-System zur systematischen Erfassung der Literatur. Das PICOS-System beinhaltet die Erfassung der Informationen

1. zu den Teilnehmenden bzw. den Betroffenen einer empirischen Analyse („Population“),
2. über die konkret implementierte politische Maßnahme („Intervention“),
3. den Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen verwendeten Kontrast („Comparison“),
4. die Ergebnis-Variable, deren Veränderung infolge der Intervention im Zentrum des jeweiligen Studieninteresses steht („Outcome“), und
5. die Art des in der empirischen Analyse eingesetzten Forschungsdesigns („Study Design“).
6. Ergänzend werden auch die Kernaussagen des Papiers zusammengefasst und die Ergebnisse zu den Verteilungseffekten umweltpolitischer Maßnahmen detailliert beschrieben.

Diese Erweiterungen des etablierten PICOS-Systems ermöglichen es, die hier erstellte Synopse zukünftig auch (akademisch) weiterzuentwickeln. So wäre beispielsweise die Erstellung einer strukturierten Überblickstudie („structured review“) möglich. Eine Meta-Regressionsstudie scheint aufgrund der großen Heterogenität der untersuchten Instrumente und der meist geringen Anzahl an empirischen Studien zu spezifischen Instrumenten nicht umsetzbar. Eine Ausnahme bilden Preisinstrumente im Transportsektor, hier wurden solche Studien bereits angefertigt (bspw. Ohlendorf et al. 2021).

Tabelle 18: Vorlage zur Kategorisierung der Synopse

Referenz [Quellennachweis]
Forschungsfrage
Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum
Daten
Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

⁷⁶ Während der Fokus der Synopse auf OECD-Ländern liegt, um eine gewisse Übertragbarkeit der Ergebnisse zu ermöglichen, wurden einzelne Studien aus Nicht-OECD Ländern aufgenommen, da sie interessante Informationen enthielten.

Referenz [Quellennachweis]

Politische Maßnahme („Intervention“)

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Forschungsdesign („Study Design“)

Kernaussagen

Verteilungseffekte

Quelle: Eigene Darstellung, RWI.

Ziel der Synopse ist es, einen gleichermaßen detaillierten, aber auch übersichtlichen Überblick über die einzelnen Studien zu geben. Aus diesem Grund werden die Charakteristika der einzelnen Studien kompakt dargestellt. Ein wichtiger Unterschied der verschiedenen Studien ist die Methodik („Study Design“), mit der die Effekte von Maßnahmen in den jeweiligen Studien bestimmt werden. Eine Übersicht über weit verbreitete methodische Herangehensweisen wird in Tabelle 19 knapp zusammengefasst.

Tabelle 19: Erklärung statistischer und quasi-experimenteller Methoden

Name der Methode	Erläuterung der Methode
Simulation (z.B. Mikrosimulationsmodell, Allgemeines Gleichgewichtsmodell, Angebots/Nachfrage Modell)	In einer Simulationsstudie wird der Status Quo mit simulierten Politikmaßnahmen verglichen. Die Reaktion auf diese hypothetischen Politikmaßnahmen wird beispielsweise durch in der Vergangenheit beobachtete Einflüsse solcher Maßnahmen auf Preise oder die Nachfrage (Elastizitäten) abgeschätzt. Die Modelle unterscheiden sich sowohl in bestimmten Annahmen als auch in der Art der Simulation. Beispielsweise beziehen manche Studien Angebotseffekte (z.B. Arbeitsangebot) und die Effekte dieser Handlungen (Zweitrundeneffekte) mit ein, während andere ausschließlich Nachfragereaktionen einer Politikmaßnahme wie einer CO2-Steuer betrachten. Der Vorteil von Simulationsstudien ist, dass Effekte auch bereits vor Umsetzung geschätzt werden können. Nachteil ist hingegen, dass die geschätzten Effekte auf vielen Annahmen basieren. Insbesondere bei sehr einschneidenden Reformen ist die Annahme, dass sich Elastizitäten nicht verändern, sehr restriktiv.
Berechnung eines Ungleichheitsindex (Suits-Index, Kakwani-Index, Konzentrationsindex, Gini-Index, Theils-Index)	Ungleichheitsindizes beschreiben die Verteilung der Steuerlast zwischen verschiedenen Einkommensgruppen. Sie gelten als Maß für die Regressivität/Progressivität (prozentuale Steuer- oder Beitragsbelastung nimmt mit zunehmendem Einkommen ab bzw. zu) steuerpolitischer Maßnahmen und werden durch eine geometrische Summierung der Steuerlast über die gesamte Einkommensverteilung berechnet. Die Indizes funktionieren alle nach dem gleichen Prinzip und reichen von -1 bis +1. Ein Wert von +1 stellt dar, dass die gesamte Steuerlast von der höchsten Einkommensgruppe getragen wird. Eine stark regressive Maßnahme hat einen Index-Wert von -1, wenn die gesamte Steuerlast von der untersten Einkommensgruppe getragen wird. Eine proportionale Maßnahme hat einen Wert von 0.
(Multivariate) Regressionsanalyse	Eine Regressionsanalyse ist ein statistisches Instrument, um den Zusammenhang zwischen zwei oder mehreren Variablen zu quantifizieren. In der Analyse wird untersucht, welche Auswirkung die

Name der Methode	Erläuterung der Methode
	unabhängigen (Erklär-)Variablen auf die abhängige (Ergebnis-)Variable haben. Die Koeffizienten der Analyse geben die Größe und Richtung der Effekte der Erklärvariablen auf die Ergebnisvariablen an. Wenn es sehr unwahrscheinlich ist, dass die beobachteten Effekte durch Zufall gefunden wurden, wird das Ergebnis als statistisch signifikant beschrieben. Bei dieser Methodik kann lediglich der statistische Zusammenhang (Korrelation) beobachtet werden. Eine Kausalbeziehung ist hingegen nicht unbedingt gegeben.
Differenz-von-Differenzen (difference in differences)	Bei dem Differenz-von-Differenzen Ansatz werden einerseits zwei Gruppen (Maßnahmen- und Kontrollgruppe) und andererseits verschiedene Zeitpunkte verglichen. Namensgebend bildet man hierbei die Differenz zwischen den zeitlichen Entwicklungen (Differenzen) der Gruppen vor und nach einer Intervention (Maßnahme). Diese Differenz ist der Effekt der Intervention. Die essenzielle Annahme dieser Methode ist, dass sich die Ergebnisvariable über die Zeit in Abwesenheit einer Intervention in beiden Gruppen gleich entwickelt hätte („Parallel Trends Assumption“). Ein Vorteil der Methode ist daher, dass Verzerrungen durch ungleiche Gruppen umgangen werden, da nur die Trends der Gruppen übereinstimmen müssen. Der Nachteil ist, dass Daten zu beiden Gruppen vor und nach der Maßnahmeneinführung vorliegen müssen.

Quelle: Eigene Darstellung, RWI.

6.3 Überblick Inhalt der Synopse im Verkehrs- und Gebäudesektor

In Tabelle 20 werden die in der Synopse aufgeführten Papiere nach der jeweiligen umweltpolitischen Instrumentenkategorie aufgelistet. Hierbei werden die umweltpolitischen Maßnahmen und Instrumente in die fünf Kategorien „Steuern/Abgaben“, „Förderung/Subventionen“, „Ordnungsrechtliche Maßnahmen“, „Kombination aus Maßnahmen“ und „Sonstige Maßnahmen“ eingeteilt. Wie anhand der Tabelle 20 ersichtlich wird, liegt wesentlich mehr empirische Evidenz für den Transport-/Verkehrssektor vor im Vergleich zum Wohn-/Gebäudesektor, wobei sich diese vor allem auf die Preisinstrumente und Subventionen beziehen. Im Wohn- und Gebäudesektor ist die empirische Studienlage weniger umfangreich, zudem ist die Heterogenität über die verschiedenen Kategorien der umweltpolitischen Maßnahmen größer.

Tabelle 20: Überblick Literatur Politikmaßnahmen Verkehrs- und Gebäudesektor

Transport/Verkehr	Wohnen/Gebäude
Steuern/Abgaben	
<i>CO2-Preis</i>	
Alvarez (2019)	Bach et al. (2019)
Bach et al. (2019)	Berry (2019)
Baldenius et al. (2021)	Buechs et al. (2011)
Berry (2019)	Farrell (2017)
Bureau (2011)	Schaffrin (2013)

Transport/Verkehr	Wohnen/Gebäude
Farrell (2017)	Zachmann et al. (2018)
Ohlendorf et al. (2021)	
Energie- und Kraftstoffsteuern	
Agostini & Jiménez (2015)	Flues & Thomas (2015)
Bach et al. (2018)	Flues & Van Dender (2017)
Blackman et al. (2010)	Pizer & Sexton (2020)
Datta (2010)	
Flues & Thomas (2020)	
Gillingham & Munk-Nielsen (2019)	
Jiang & Ouyang (2017)	
Levinson (2019)	
Nikodinoskaa & Schröder (2016)	
Pizer & Sexton (2020)	
Rosas-Flores et al. (2017)	
Sterner (2012)	
Teixidó & Verde (2017)	
Tovar Reaños & Sommerfeld (2018)	
Zachmann et al. (2018)	
Förderung/Subventionen	
<i>ÖPNV/Elektroauto</i>	<i>Renovierungen zur Verbesserung der Energieeffizienz</i>
Bach et al. (2018)	Bach et al. (2018)
Baldenius et al. (2021)	Borenstein & Davis (2016)
Borenstein & Davis (2016)	Drivas et al. (2019)
Börjesson et al. (2020)	Guske et al. (2016)
Bureau & Glachant (2011)	Lihtmaa et al. (2018)
Camara et al. (2021)	McCoy & Kotsch (2020)
Fearnley & Aarhaug (2019)	Weber & Wolff (2018)
Kaul et al. (2016)	Xu & Chen (2019)
Matas et al. (2020)	<i>Subventionen für energieeffiziente Geräte/kohlenstoffarme Technologien</i>
Ohlendorf et al. (2021)	Cludius et al. (2017)
Rosas-Flores et al. (2017)	Jacobsen (2019)

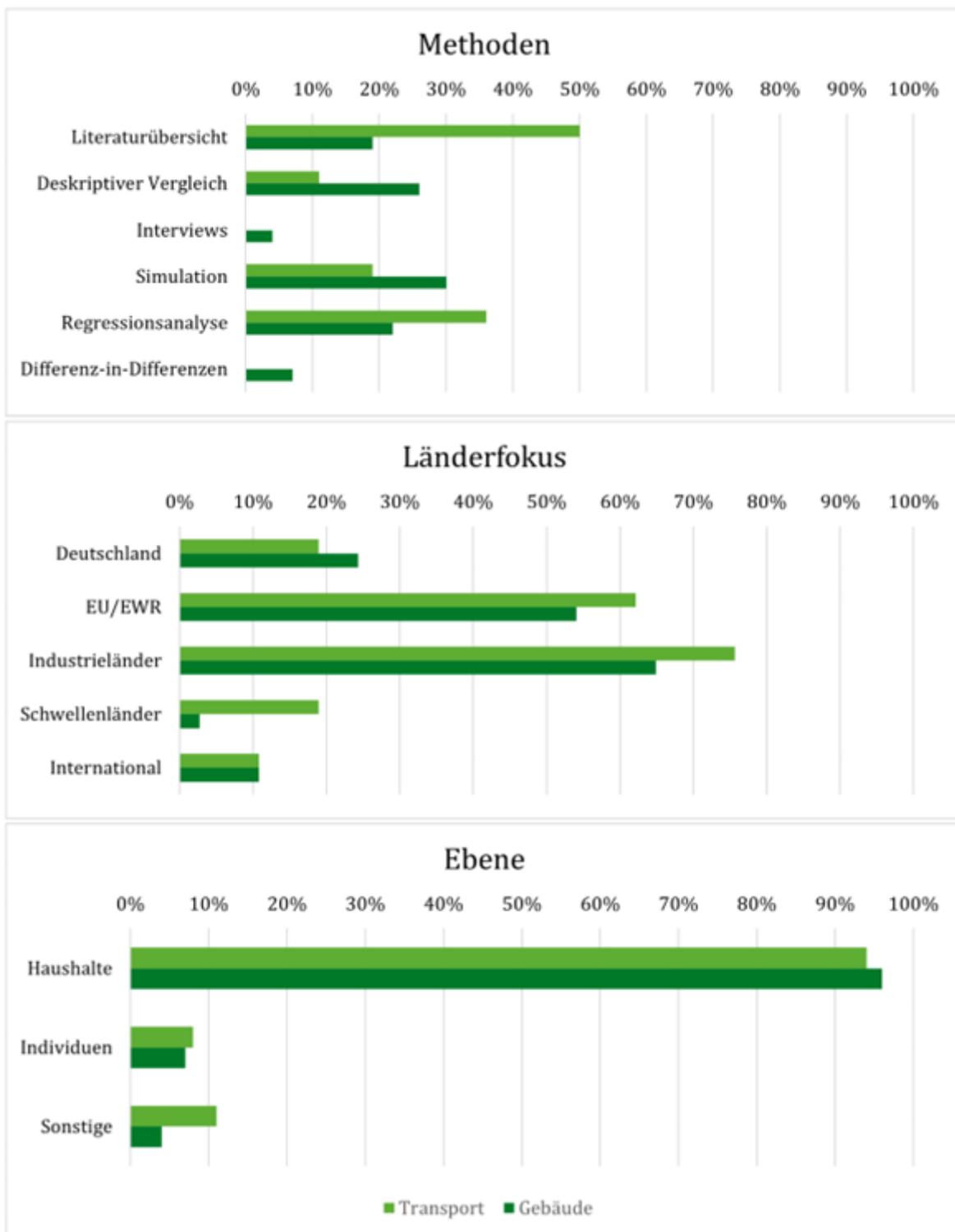
Transport/Verkehr	Wohnen/Gebäude
Tovar Reaños & Sommerfeld (2018)	Rivers & Shiell (2016)
Zachmann et al. (2018)	Schaffrin (2013)
	Sovacool (2015)
	Xu & Chen (2019)
	Zachmann et al., 2018
	<i>Rückerstattung gestiegener Energiekosten</i>
	Cludius et al. (2017)
	Tovar Reaños & Wölfing (2018)
Ordnungsrechtliche Maßnahmen	
<i>Kraftstoffverbrauchs-/Effizienzstandards</i>	<i>Energieeffizienz-/Isolationsstandards</i>
Baldenius et al. (2021)	Bruegge et al. (2019)
Davis & Knittel (2019)	Schaffrin (2013)
Jacobsen (2013)	<i>Energieeinsparungsverordnung</i>
Levinson (2019)	Moser (2013)
Zachmann et al. (2018)	
<u>Veränderung der Infrastruktur</u>	
Pereira et al. (2019)	
<u>Fahrverbote Metropolregionen</u>	
Baldenius et al. (2021)	
<u>Benutzerabgabe/Maut</u>	
Eliasson (2016)	
Raub at al. (2013)	
Santos & Caranzo (2022)	
West & Börjesson (2018)	
Kombination aus Maßnahmen	
<i>Bonus-Malus-System</i>	<i>Erneuerbare-Energien-Gesetz und Ausbau</i>
Baldenius et al. (2021)	Grösche & Schröder (2014)
<i>CO2-Preis, Effizienzstandards und Straßennutzungsgebühren</i>	Kockat et al. (2015)
Dugan et al. (2022)	Lutz & Breitschopf (2016)
Sonstige Maßnahmen	Zachmann et al. (2018)
<i>Investitionen klimafreundliche Infrastruktur</i>	<i>Informationsmaterial und Verbrauchsdísplays</i>

Transport/Verkehr	Wohnen/Gebäude
Zachmann et al. (2018)	Schaffrin (2013)
<i>Erhöhung der Geschwindigkeit des ÖPNV</i>	
Bureau & Glachant (2011)	

Quelle: Eigene Darstellung, RWI.

Abbildung 67 veranschaulicht die in der Synopse enthaltenen Studien nach Länderfokus, Methodik („Study Design“) und Datenebene des beobachteten Effekts, während Tabelle 21 die zugrundeliegenden Daten detailliert beschreibt. Für den Verkehrssektor umfasst die Synopse 37 Studien. Von diesen Studien befassen sich sieben Studien (19%) mit Deutschland, während 23 Studien (62%) Länder der EU bzw. des EWR zum Untersuchungsgegenstand haben. 28 Studien (78%) befassen sich mit Industrieländern und vier Studien (11%) haben einen international vergleichenden Fokus mit mehreren Ländern. Methodisch überwiegen Simulationsstudien (50%) vor deskriptiven Vergleichsstudien (36%) und Regressionsanalysen (19%). 11% der Studien basieren auf Literaturübersichten. Der überwiegende Teil der Studien (94%) befasst sich mit Verteilungswirkungen auf Haushaltsebene und 8% der Studien befasst sich zumindest teilweise mit Verteilungswirkungen auf Individualebene, während 11% sonstige Ebenen berücksichtigen (z.B. Produzenten).

Abbildung 67: Überblick über den Länderfokus, die angewandte Methode und Effektebene



Anmerkung: Die Abbildung veranschaulicht, die in der Synopse untersuchten Studien im Transport- und Gebäudesektor hinsichtlich der geographischen Aufteilung (Länderfokus), der angewandten Methoden und hinsichtlich der Effektebene. Da eine Studie mehrere Länder, Methoden und Datenebenen verwenden kann sind Mehrfachnennungen möglich und die Balken addieren sich nicht auf 100% auf.

Quelle: Eigene Darstellung, RWI.

Die vorliegende Synopse umfasst 27 Studien im Gebäudesektor. Davon fokussieren sich neun Studien (33%) auf Deutschland, während 20 Studien (74%) einen Fokus auf EU/EWR Länder

legen. Vier Studien (15%) vergleichen mehrere Länder. Auch im Gebäudesektor liegt der Fokus des Großteiles der vorliegenden Studien auf Industrieländern (89%). Auch im Gebäudesektor sind Simulationen weit verbreitet (30%), vor deskriptiven Vergleichen (26%) und Regressionsanalysen (22%). Literaturübersichten (19%), Differenz-in-Differenz Studien (7%) und eine interviewbasierte Studie folgen. Wie auch im Transportsektor basiert der überwiegende Teil der Studien (96%) auf Haushaltsdaten und zwei Studien basieren auf Individualdaten.

Tabelle 21: Länderfokus, methodische Aufteilung und Effektebene der Studien der Synopse

Studie	Land	Methode	Effektebene
<u>Transport</u>			
Agostini & Jiménez (2015)	Chile	Deskriptiver Vergleich (Suits-Index)	Haushalte
Borenstein & Davis (2016)	USA	Deskriptiver Vergleich (Gini-Index)	Haushalte
Börjesson et al. (2020)	Schweden	Deskriptiver Vergleich (Konzentrationsindex)	Individuen
Davis & Knittel (2019)	USA	Deskriptiver Vergleich	Haushalte
Eliasson (2016)	Schweden, Frankreich, Finnland	Deskriptiver Vergleich (Suits Index)	Individuen
Fearnley & Aarhaug (2019)	Norwegen	Deskriptiver Vergleich	Haushalte
Jiang & Ouyang (2017)	China	Deskriptiver Vergleich (Suits-Index, Kakwani-Index)	Haushalte
Raub et al. (2013)	Deutschland	Deskriptiver Vergleich	Haushalte
Sternner (2012)	7 EU Staaten (auch Deutschland)	Deskriptiver Vergleich (Suits-Index)	Haushalte
Teixidó & Verde (2017)	USA	Deskriptiver Vergleich (Suits-Index)	Haushalte
West & Börjesson (2020)	Schweden	Deskriptiver Vergleich	Haushalte Individuen
Alvarez (2019)	International	Literaturübersicht Regressionsanalyse	Haushalte
Ohlendorf et al. (2021)	International	Literaturübersicht	Haushalte
Pizer & Sexton (2020)	International Fokus: UK und Mexiko	Literaturübersicht	Haushalte
Zachmann et al. (2018)	Industrieländer	Literaturübersicht	Haushalte
Camara et al. (2021)	Norwegen	Regressionsanalyse	Haushalte
Farell et al. (2017)	Irland	Regressionsanalyse Deskriptiver Vergleich (Konzentrationsindex)	Haushalte

Studie	Land	Methode	Effektebene
Gillingham & Munk-Nielsen (2019)	Dänemark	Regressionsanalyse	Haushalte Fahrzeugbestand
Kaul et al. (2016)	Deutschland	Regressionsanalyse	Autosegmente
Pereira et al. (2019)	Brasilien	Regressionsanalyse	Haushalte
Bach et al. (2018)	Deutschland	Simulation	Haushalte
Bach et al. (2019)	Deutschland	Simulation	Haushalte
Baldenius et al. (2021)	Deutschland	Simulation	Haushalte
Berry (2019)	Frankreich	Simulation	Haushalte
Blackmann et al. (2010)	Costa Rica	Simulation	Haushalte
Bureau & Glachant (2011)	Frankreich	Simulation	Haushalte
Bureau (2011)	Frankreich	Simulation	Haushalte
Datta (2010)	Indien	Simulation	Haushalte
Dungan et al. (2022)	Österreich	Simulation	Haushalte Produzent*innen
Flues & Thomas (2015)	OECD Länder	Simulation	Haushalte
Jacobsen (2013)	USA	Simulation	Haushalte Produzenten
Levinson (2019)	USA	Simulation	Haushalte
Matas et al. (2020)	Spanien	Simulation	Haushalte
Nikodinoska & Schröder (2016)	Deutschland	Simulation Deskriptiver Vergleich (Gini- und Theils-Index)	Haushalte
Rosas-Flores et al. (2017)	Mexiko	Simulation	Haushalte
Santos & Caranzo (2022)	UK	Simulation	Haushalte
Tovar Reaños & Sommerfeld (2018)	Deutschland	Simulation Regressionsanalyse	Haushalte
<u>Gebäude</u>			
Borenstein & Davis (2016)	USA	Deskriptiver Vergleich (Gini-Index)	Haushalte
Grösche & Schröder (2014)	Deutschland	Deskriptiver Vergleich (versch. Ungleichheitsindizes)	Haushalte
Sovacool (2015)	England	Deskriptiver Vergleich	Haushalte
Weber & Wolff (2018)	Deutschland	Deskriptiver Vergleich Interviews	Haushalte
Xu & Chen (2019)	USA	Deskriptiver Vergleich	Haushalte

Studie	Land	Methode	Effektebene
Kockat et al. (2015)	Deutschland	Differenzkostenansatz	Sektor Region Gebäudetyp
Drivas et al. (2019)	Griechenland	Differenz-von-Differenz	Haushalte
Bruegge et al. (2019)	USA	Differenz-von-Differenz	Haushalte
Buechs et al. (2011)	International	Literaturübersicht	Haushalte
Lutz & Breitenhopf (2016)	Deutschland	Literaturübersicht	Haushalte
Moser (2013)	EU	Literaturübersicht	Haushalte
Pizer & Sexton (2020)	International Fokus: UK und Mexiko	Literaturübersicht Deskriptiver Vergleich	Haushalte
Zachmann et al. (2018)	Industrieländer	Literaturübersicht	Haushalte
Farell (2017)	Irland	Regressionsanalyse	Haushalte
Flues & Van Dender (2017)	OECD Länder	Regressionsanalyse	Haushalte
Jacobsen (2019)	USA	Regressionsanalyse Deskriptiver Vergleich (Konzentrationsindex)	Haushalte
Lihntmaa et al. (2018)	Estland	Regressionsanalyse	Haushalte
McCoy & Kotsch (2021)	UK	Regressionsanalyse	Haushalte
Schaffrin (2013)	EU	Regressionsanalyse	Haushalte
Bach et al. (2018)	Deutschland	Simulation	Haushalte Individuen
Bach et al. (2019)	Deutschland	Simulation	Haushalte
Berry (2019)	Frankreich	Simulation	Haushalte
Cludius et al. (2017)	Deutschland	Simulation	Haushalte
Flues & Thomas (2015)	OECD Länder	Simulation	Haushalte
Guske et al. (2017)	Deutschland	Simulation	Haushalte Individuen
Rivers & Schiell (2016)	Kanada	Simulation	Haushalte
Tovar Reaños & Wölfing (2018)	Deutschland	Simulation	Haushalte

Quelle: Eigene Darstellung, RWI.

6.4 Fazit

Der größere Teil der hier betrachteten Studien befasst sich mit den Verteilungswirkungen klimapolitischer Maßnahmen im Transportsektor. Dabei sind Bepreisungsmaßnahmen, wie Kraftstoffsteuern oder ein CO₂-Preis, die am häufigsten untersuchten Maßnahmen. In Studien zu Industrieländern herrscht Einigkeit über die prinzipiell regressive Wirkung der Bepreisung. Haushalte mit niedrigem Einkommen geben einen größeren Anteil ihres Einkommens für

Kraftstoffe aus, sodass sie relativ gesehen von einem Preisanstieg stärker betroffen sind als Haushalte mit hohem Einkommen (Bach et al., 2018; Baldenius et al., 2021).⁷⁷ Eine Rückverteilung der zusätzlichen Steuereinnahmen kann die regressive Wirkung der CO₂-Bepreisung abmildern und ermöglicht teilweise eine soziale Ausgestaltung des Instruments durch Umverteilung an einkommensschwächere Haushalte (Bach et al., 2019; Bureau, 2011). Einige Studien merken an, dass sich die Bepreisung in Ländern mit geringem Einkommen als progressiv erweist, da hier (anders als in den Industrieländern) fast ausschließlich die reichen Haushalte über mindestens ein Auto verfügen (Datta 2010; Pizer und Sexton 2020). Innerhalb der Länder zeigt sich eine unterschiedliche Betroffenheit bei städtischen, suburbanen und ländlichen Haushalten. Ländliche Haushalte werden durch erhöhte Kraftstoffpreise eher belastet als städtische, da die Alternativen zum Auto (ÖPNV, etc.) oft fehlen (Berry, 2019; Flues und Thomas, 2015).

Ein wichtiger Baustein der Verkehrswende vieler, insbesondere europäischer, Länder ist der Ausbau grüner Mobilität. Die vorliegenden Studien analysieren staatliche Subventionen von Elektroautos und Hybridfahrzeugen, wie auch Preissenkungen im ÖPNV. Dabei stellt sich die Förderung zum Kauf eines Elektroautos als nachteilig für einkommensschwache Haushalte heraus (Lévy et al., 2017). Die zu tragenden Investitionskosten für diese Fahrzeuge bleiben trotz Subvention für einkommensschwache Haushalte nicht erschwinglich. Diese Subventionen kommen demnach hauptsächlich einkommensstarken Gruppen zu. Für Preissenkungen im ÖPNV wird ein gegenteiliger Effekt gefunden, da untere Einkommensgruppen den ÖPNV stärker nutzen. Studien, die regionale Unterschiede betrachten (Bureau und Glachant, 2011; Fearnley und Aarhaug, 2019), zeigen, dass die Verteilungswirkungen in urbanen und ländlichen Gegenden von der Art des subventionierten ÖPNVs abhängt.

Einige Studien beschäftigen sich mit ordnungsrechtlichen Maßnahmen im Verkehr. Eine City Maut oder Vignette für Autobahnen benachteiligt Haushalte mit geringem Einkommen, da diese anteilig mehr für die Nutzung der Straßen ausgeben (Eliasson, 2016; Santos und Caranzo, 2022; Raub et al., 2013; West und Börjesson, 2018). Nur wenige Studien beschäftigen sich mit Fahrzeugeffizienzstandards, welche über die Zeit eine eher regressive Wirkung aufweisen (Jacobsen, 2013; Levinson, 2019). Als einzige gefundene Studie untersucht Baldenius et al. (2021) die gleichzeitige Implementierung einer Steuer für ineffiziente Fahrzeuge und einer Förderung von effizienten Fahrzeugen (Bonus-Malus System), welche in Kombination eine progressive Wirkung aufweisen.

Für den Gebäudesektor wird in den betrachteten Studien hauptsächlich die Subventionierung energieeffizienter Sanierungen und Haushaltsgeräte untersucht. Studien finden hier überwiegend regressive Verteilungseffekte hin zu einkommensstärkeren Haushalten. Einkommensstarke Haushalte sind eher in der Lage, die zumeist hohen Investitionskosten zu decken, die mit der Gebäudesanierung oder dem Kauf von Haushaltsgeräten verbunden sind. Um eine gegenteilige Wirkung zu realisieren, müssen die Förderprogramme gezielt auf einkommensschwache Haushalte ausgerichtet werden, wie einzelne Studien zeigen (Sovacool, 2015; Tovar Reaños und Wölfling, 2018).

Wie im Transportsektor, wirkt auch ein CO₂-Preis und eine Steuer auf Strom oder Wärmeenergie in allen betrachteten Studien regressiv, sofern keine zusätzlichen Entlastungsmaßnahmen für einkommensschwache Haushalte eingesetzt werden (Berry, 2019; Buechs et al., 2011; Flues & Van Dender, 2017). Da einkommensschwache Haushalte einen größeren Anteil ihres Einkommens für Heizen und die Stromnutzung ausgeben, sind diese relativ gesehen stärker von

⁷⁷ Eine CO₂-Bepreisung wirkt bei Kraftstoffen weniger regressiv als bei Heizstoffen, da einkommensschwache Haushalte seltener Pkws besitzen oder sie weniger intensiv nutzen als Haushalte mit mittlerem und hohem Einkommen (Bach et al. 2019).

Preissteigerungen getroffen. Außerdem haben untere Einkommensgruppen auf Grund begrenzter finanzieller Ressourcen weniger Möglichkeiten ihren Energieverbrauch durch Investitionen in energieeffizientere Geräte zu senken (Schaffrin, 2013; Zachmann et al., 2018).

Zusätzlich untersuchen einige Studien die Kombination verschiedener Instrumente. Ein Beispiel ist die EEG-Umlage, die zum einen eine Einspeisevergütung für die Produzenten von erneuerbarer Energie garantiert und gleichzeitig erhöhte Stromkosten für Endverbraucher bedeutet. Sie verstärkt die Ungleichheit zwischen Haushalten, da einkommensschwache Haushalte einen größeren Teil ihres Einkommens für Energiekosten ausgeben und somit stärker unter höheren Stromkosten leiden. Gleichzeitig haben hauptsächlich einkommensstarke Haushalte die finanzielle Kapazität zur Investition in eine eigene PV-Anlage. Sie profitieren von der Einspeisevergütung, während diese den einkommensschwachen Haushalten weitgehend verwehrt bleibt (Grösche und Schröder, 2014; Lutz und Breitschopf, 2016).

Bis jetzt haben ordnungsrechtliche Maßnahmen wie Effizienzstandards oder Verbrauchsbeschränkungen wenig Aufmerksamkeit in der Fachliteratur bekommen. Die Studien, die diese Maßnahmen untersuchen, finden Verteilungseffekte hin zu stärkerer Ungleichheit (Bruegge et al., 2019; Schaffrin, 2013).

Zusammenfassend zeigt sich im Verkehrssektor, dass viele Maßnahmen Haushalte mit niedrigem Einkommen vergleichsweise stärker belasten als Haushalte mit mittleren und hohen Einkommen. Nur die Preissenkung im ÖPNV führt zu gegenteiligen Effekten. Hier profitieren einkommensschwache Haushalte am stärksten. Allerdings lässt sich auch feststellen, dass es eine Vielzahl von Maßnahmen gibt, zu denen keine Analysen der Verteilungswirkungen existieren. Beispielsweise seien hier weitere ordnungsrechtliche Maßnahmen wie Umweltzonen, der Ausbau klimafreundlicher Verkehrsinfrastruktur, Investitionen in Forschung und Entwicklung als auch in Informations- und Bildungsangebote genannt. Diese Maßnahmen könnten von Interesse für zukünftige Forschung sein.

Im Gebäudesektor lässt sich zusammenfassend feststellen, dass die meisten Studien zu Verteilungseffekten der untersuchten Maßnahmen zu größeren Belastungen der einkommensschwachen und zu größeren Entlastungen der einkommensstarken Haushalte führen. Sowohl ordnungsrechtliche Instrumente als auch Preisinstrumente wirken tendenziell regressiv, da einkommensschwächere Haushalte einen größeren Teil ihres Einkommens für Energie ausgeben bzw. sich subventionierte Investitionen nicht leisten können.

Die Ergebnisse der Synopse zeigen auf, dass umweltpolitische Maßnahmen oft mit regressiven Verteilungswirkungen einhergehen. Dies deutet darauf hin, dass die Verteilungswirkungen umweltpolitischer Maßnahmen bereits beim Design der Maßnahme mitgedacht werden sollten. So zeigen die ausgewerteten Studien, dass insbesondere Rückerstattungsmechanismen zu progressiveren Ergebnissen führen können (z.B. Baldenius et al., 2021; Alvarez, 2019; Bach et al., 2019; Berry, 2019).

Insbesondere im eingangs aufgeführten Verkehrssektor wurden in den vergangenen Jahren kaum Verminderungen der Emissionen erreicht. Mit Blick auf die notwendigen Senkungen der Emissionen zur Erreichung der Klimaziele leitet sich daraus ein hoher Bedarf an politischen Maßnahmen und Instrumenten in diesem Sektor ab. Gerade hierfür liefern die Ergebnisse der Synopse, die die regressiv Wirkung vieler Maßnahmen unterstreicht, einen wichtigen Beitrag zur verteilungspolitischen Ausgestaltung notwendiger Politikmaßnahmen.

Im Hinblick auf die den Studien der Synopse zugrundeliegenden Datenquellen lässt sich zusammenfassen, dass der überwiegende Teil der Studien im Transport- und Gebäudesektor (>

90%) auf Haushaltsdaten beruht. Während Studien mit mehr Individualdaten interessant wären, bieten Haushaltsdaten eine erste gute Approximation für individuelle Verteilungseffekte.

Im Hinblick auf die Datenverfügbarkeit und -nutzung, welche das Fundament robuster empirischer Forschung darstellen, lässt sich festhalten, dass z.T. erhebliche Datendefizite bestehen, was zu den folgend genannten Forschungslücken führen kann. Wie jüngst auch durch die Gaskommission festgestellt, ist die Verfügbarkeit detaillierter Daten essenziell, um Politikmaßnahmen und -instrumente progressiv ausgestalten zu können. Insbesondere im Gebäudesektor werden die Daten nicht erfasst bzw. sind nicht verfügbar. Die Synopse liefert in diesem Bereich einen wertvollen Beitrag, da sie die verfügbaren Datenquellen, auf denen die Studien der Synopse beruhen, nennt und beschreibt. Der Überblick an verfügbaren Daten kann dazu beitragen, dass Politikanalyt*innen und Forschende zeitnahe Analysen und akademische Studien zu den Verteilungseffekten umweltpolitischer Maßnahmen erstellen können.

Die Synopse zeigt zudem auf, zu welchen umweltpolitischen Maßnahmen noch Forschungsbedarf besteht. So scheinen im Verkehrssektor insbesondere die Verteilungswirkungen ordnungsrechtlicher Maßnahmen und des Ausbaus klimafreundlicher Verkehrsinfrastruktur in der Forschung wenig Aufmerksamkeit zu erhalten. In beiden untersuchten Sektoren sind zudem die Verteilungswirkungen von u.a. Informationsmaßnahmen, Energieeffizienzstandards sowie Investitionen in die Forschung und Entwicklung kaum von empirischer Seite analysiert. Auch zu den Verteilungswirkungen von indirekten Effekten politischer Maßnahmen, wie der Verbesserung der Luftqualität oder der Lärmreduzierung, bedarf es weiterer Forschung.

6.5 Synopse Studien im Transportsektor

6.5.1 Steuern und Abgaben

CO₂-Preis

Alvarez, M. (2019): Distributional Effects of Environmental Taxation: An Approximation with a Meta-Regression Analysis. In: Economic Analysis and Policy, 62, 382-401.

Forschungsfrage

Welche Verteilungseffekte haben Umweltsteuern auf unterschiedliche Einkommensgruppen?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

Verschiedene Länder (vor allem Industrieländer, USA, Kanada, EU-Staaten, etc.) (Meta-Analyse), Studien zwischen 1991 und 2018

Daten

Zusammenfassung von 68 Studien (insgesamt 205 Schätzungen zu der Verteilungswirkung)
Betroffene der empirischen Analyse („Population“)
Unterschiedliche Haushalte, die in 68 verschiedenen Studien betrachtet werden.

Politische Maßnahme („Intervention“)

Verschiedene Formen von Umweltsteuern z.B. CO₂-Steuer und Steuern auf Treibstoffe und anschließende Rückverteilungsmaßnahmen → Meta-Studie

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Alvarez, M. (2019): Distributional Effects of Environmental Taxation: An Approximation with a Meta-Regression Analysis. In: Economic Analysis and Policy, 62, 382-401.

Ergebnisse und Methoden der Studien werden verglichen. Bei der Untersuchung der Verteilungswirkung in den einzelnen Studien werden verschiedene Einkommensgruppen in Hinblick auf die Auswirkungen durch die Umweltsteuer untereinander verglichen.

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Wahrscheinlichkeit, dass eine Umweltsteuer regressiv/neutral oder progressiv ist.

Forschungsdesign („Study Design“)

Zusammenfassung der Literatur (Meta-Analyse)

Regressionsanalyse

Kernaussagen

Zusammenfassung der Studien:

Umweltsteuern haben eine erwartete Wahrscheinlichkeit der regressiven Wirkung (progressiven Wirkung) von 0,84 (0,10), wenn sie nicht (wenn sie) von Umverteilungsmaßnahmen begleitet werden.

Umweltsteuern allgemein (mit und ohne Rückverteilung: 108 von 205 Schätzungen (52,7%) geben eine regressive Wirkung an, 24 (11,7%) Neutralität oder sprechen von Unbestimmtheit und 73 der Schätzungen (35,6%) finden eine progressive Wirkung der Maßnahmen.

Verkehrssektor:

Ohne Rückverteilung: 21 finden eine regressive, 4 eine neutrale und 13 eine progressive Wirkung

Mit Kapital- oder Einkommensbezogener Steuersenkung (Rückverteilung): 12 finden eine regressive, 2 eine neutrale und 2 eine progressive Wirkung

Mit Pauschalbetrag oder Arbeitssteuersenkung (Rückverteilung): 3 finden eine regressive, 2 eine neutrale und 6 eine progressive Wirkung.

Auswirkungen von Umweltsteuern auf die Ungleichheit hängen stark vom Kontext ab und können demnach nicht pauschal abgeschätzt werden. Insbesondere spielt es eine Rolle, was die Regierung mit den eingenommenen Mitteln macht, auf welchem Entwicklungsstand die betrachtete Wirtschaft ist, in der die Steuer erhoben wird, und wie die Ungleichheit gemessen wird.

Im Gegensatz dazu haben die zu besteuerten Güter oder Schadstoffe und die Frage, ob die Auswirkungen in einem partiellen oder allgemeinen Gleichgewichtsrahmen modelliert werden, die Ergebnisse nicht wesentlich beeinflusst.

Verteilungseffekte

Größtenteils regressiv, aber starke Variation abhängig von Kontext

Bach, S., Isaak, N., Kiefert, C., Kunert, U., Schill, W.-P., Schmalz, S., Wägner, N., Zaklan, A. (2019): CO₂-Bepreisung im Wärme- und Verkehrssektor: Diskussion von Wirkungen und Alternativen Entlastungsoptionen. Endbericht des Gleichnamigen Forschungsvorhabens im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Nukleare Sicherheit (BMU). DIW Berlin: Politikberatung kompakt 140.

Forschungsfrage

Welche Verteilungseffekte hat eine CO₂-Bepreisung im Wärme- und im Verkehrssektor unter aufkommensneutraler Rückvergütung der Steuereinnahmen?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

Deutschland, 2015

Daten

Repräsentative Längsschnittbefragung von Haushalten (sozio-ökonomisches Panel, SOEP)

Bach, S., Isaak, N., Kemfert, C., Kunert, U., Schill, W.-P., Schmalz, S., Wägner, N., Zaklan, A. (2019): CO2-Bepreisung im Wärme- und Verkehrssektor: Diskussion von Wirkungen und Alternativen Entlastungsoptionen. Endbericht des Gleichnamigen Forschungsvorhabens im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Nukleare Sicherheit (BMU). DIW Berlin: Politikberatung kompakt 140.

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)
16.000 Haushalte mit 41.000 Personen (SOEP)

Politische Maßnahme („Intervention“)

CO2-Preis auf fossile Energieträger (Benzin, Diesel, Heizöl, Erdgas), welcher im Zeitverlauf linear ansteigt (von 30 Euro/tCO2 im Jahr 2020 auf 180 Euro/tCO2 in 2030)
Aufkommensneutrale Rückverteilung der Steuereinnahmen durch
pauschale Pro-Kopf-Klimapremie von 100 Euro pro Einwohner und Jahr
Senkung der Stromsteuer und der EEG-Umlage

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Vergleich zwischen:
Einkommensgruppen (in Dezilen)
verschiedenen sozio-ökonomische Personengruppen (Haushaltstypen/Form des Zusammenlebens (Paar ohne Kinder, Single...))

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Veränderung des Nettoeinkommens der Haushalte

Forschungsdesign („Study Design“)

Mikrosimulation

Kernaussagen

Kernaussagen zu Verteilungseffekten siehe nächste Spalte

Verteilungseffekte

Wirkung der CO2-Bepreisung grundsätzlich regressiv, wobei die Bepreisung im Verkehrssektor weniger regressiv wirkt als im Wärmesektor (einkommensschwache Haushalte besitzen seltener einen Pkw bzw. weisen geringere Pkw-Nutzung auf).
Durch aufkommensneutrale Rückverteilung der Steuereinnahmen kann eine progressive Wirkung über die gesamte Einkommensverteilung erzielt werden (pauschale Pro-Kopf-Klimapremie überkompensiert die CO2-Bepreisung vor allem in den unteren Einkommensgruppen).

Baldenius, T., Bernstein, T., Kalkuhl, M., von Kleist-Retzow, M., & Koch, N. (2021): Ordnungsrecht oder Preisinstrumente? Zur Verteilungswirkung von Klimaschutzmaßnahmen im Verkehr. Wie fair ist die Energiewende? Ifo schnelldienst, 16, 7, 6.

Forschungsfrage

Welche mikro-empirischen Verteilungswirkungen haben verschiedene generische Politikinstrumente im deutschen Verkehrssektor

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

Deutschland, 2017

Daten

Baldenius, T., Bernstein, T., Kalkuhl, M., von Kleist-Retzow, M., & Koch, N. (2021): Ordnungsrecht oder Preisinstrumente? Zur Verteilungswirkung von Klimaschutzmaßnahmen im Verkehr. Wie fair ist die Energiewende? Ifo schnellendienst, 16, 7, 6.

»Mobilität in Deutschland«-Umfrage 2017 (MiD) des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur. Sie umfasst 156.420 Haushalte mit 216.844 Autos.

Politische Maßnahme („Intervention“)

CO₂-Preis ohne Rückerstattung
CO₂-Preis mit pro-Kopf Rückerstattung
Effizienzstandard
Bonus-Malus-System
Subvention für Elektrofahrzeuge
Fahrverbote Metropolregionen

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Andere Einkommensquintile

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Belastungen durch politische Maßnahmen auf Haushaltseinkommen

Forschungsdesign („Study Design“)

Mikrosimulation des Transportsektors

Verteilungseffekte

CO₂-Preis ohne Rückerstattung

Verteilungswirkung: regressiv, niedrige horizontale Ungleichheit

Mechanismus: Hebt Energiekosten gleichmäßig an, dabei werden ärmere Haushalte stärker belastet, da diese einen höheren Anteil ihrer Konsumausgaben für Energie aufwenden.

CO₂-Preis mit pro-Kopf Rückerstattung

Verteilungswirkung: Stark progressiv, ausgewogene horizontale Ungleichheit

Mechanismus: Da ärmere Haushalte unterdurchschnittlich viel Kraftstoff verbrauchen, profitieren sie netto von der gleichmäßigen Rückerstattung.

Effizienzstandard

Verteilungswirkung: Regressiv, niedrige horizontale Ungleichheit

Mechanismus: Obwohl ärmere Haushalte tendenziell kleinere und dadurch sparsamere Autos fahren, ist die Belastung eines Effizienzstandards für sie relativ zum Einkommen höher.

Bonus-Malus-System

Verteilungswirkung: progressiv, hohe horizontale Ungleichheit

Mechanismus: Auch das Bonus-Malus-System fußt auf der Kraftstoffeffizienz, daher erhalten ärmere Haushalte tendenziell eher einen Bonus, welcher für sie relativ zum Einkommen höher ist.

Subvention für Elektrofahrzeuge

Verteilungswirkung: regressiv

Mechanismus: Da bisher vor allem reichere Haushalte Elektrofahrzeuge besitzen, wären diese auch die Profitierenden einer Subvention.

Fahrverbote Metropolregionen

Verteilungswirkung: Teurer als CO₂-Preis für alle Gruppen; hohe Kosten v.a. für ländliche Bevölkerung

Mechanismus: Aufgrund der schlechteren Ausstattung des ländlichen Raums mit öffentlichen Nahverkehrsmitteln erfährt die ländliche Bevölkerung höhere Zeitkosten bei einem Umstieg vom MIV auf den ÖPNV.

Berry, A. (2019): The Distributional Effects of a Carbon Tax and Its Impact on Fuel Poverty: A Microsimulation Study in the French Context. In: Energy Policy, 124, 81-94.

Forschungsfrage

Wie wirkt sich eine CO₂-Steuer in Frankreich auf Energiearmut aus und welche Rückverteilungsmechanismen können die Verteilungseffekte ausgleichen?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

Frankreich, Simulation mit Daten von 2012

Daten

Phebus 2012 Umfrage zum Energieverbrauch von Haushalten durch die französische Regierung
Familienbudgetumfrage, 2011

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

5.122 befragte französische Haushalte

Politische Maßnahme („Intervention“)

CO₂-Steuer auf Gebäude und Transport

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Vergleich zwischen Haushalten zehn verschiedener Einkommensgruppen

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Suits-Index als Index für die Verteilung der Steuerlast zwischen verschiedenen Einkommensgruppen

Forschungsdesign („Study Design“)

Mikrosimulation der Energie- und Kraftstoffsteuer in einem statischen Model. Es wird simuliert, wie sich die Steuerlast und das Mobilitätsverhalten der Haushalte ändert.
Preise für das Energie- und Kraftstoffsteuersystems von 2012 werden angenommen. Das Haushaltverhaltens wird auf Basis von Daten der Familienbudgetumfrage simuliert.

Kernaussagen

Bei einem CO₂-Preis von 30,50€/tCO₂ steigt die durchschnittliche Steuerlast mit dem Einkommen (132€ für die unteren 10%, 187€ für mittleren Einkommen, 256€ für die oberen 10%). Für Transportausgaben ist der Suits-Index negativ (-0,148). Das impliziert Regressivität. Kaufverhaltensänderungen der Haushalte als Antwort auf erhöhte Preise ändern die Regressivität nicht.
Für Haushalte in ländlichen Regionen sind die regressiven Auswirkungen eines CO₂ -Preises besonders stark, da diese eher auf das Auto angewiesen sind.

Verteilungseffekte

Regressiv für untere Einkommensklassen und die ländliche Bevölkerung.
Durch Rückverteilung von 18% der Steuereinnahmen an die unteren drei Einkommensklassen wird die Steuer progressiv.

Bureau, B. (2011): Distributional Effects of a Carbon Tax on Car Fuels in France. In: Energy Economics, 33, 1, 121–130.

Forschungsfrage

Welche Verteilungswirkung auf verschiedene Einkommensgruppen und Wohnstandorte haben verschiedenen hohe CO₂-Preise auf Autokraftstoffe in Frankreich?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

Frankreich, 2003-2006

Daten

Paneldaten des "Panel Parc Auto TNS-Sofres 2003-2006" erfassen Angaben zu der Anzahl der Fahrzeuge der Haushalte, die technischen Merkmale dieser Fahrzeuge (z.B., Alter, Typ, Kraftstoff), ihre Nutzung und sozioökonomische und geografische Merkmale der Haushalte
Paneldaten des „2001–2002 Paris Region Global Transport Survey“ erfassen Abfahrts- und Ankunftszeit, Zweck der Reise, Herkunft, Ziel, benutzte(r) Verkehrsträger und allgemeine Merkmale des Haushalts
Jährlich Durchschnittspreise für Kraftstoffe, vom französischen Energieministerium

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

6.500 befragte Haushalte pro Jahr für das "Panel Parc Auto TNS-Sofres 2003-2006", wobei 2/3 im nächsten Jahr wiederbefragt werden und 1/3 neue Haushalte dazukommen. Die Haushalte haben ein bis zwei Autos.
10.500 Haushalte für das „2001–2002 Paris Region Global Transport Survey“

Politische Maßnahme („Intervention“)

CO₂-Preis auf Autokraftstoffe (mit und ohne Rückverteilung) (31€ und 38€)

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Vergleich zwischen Haushalten mit niedrigem und hohem Einkommen und in ländlichen und städtischen Gebieten lebenden Haushalten.

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Verteilung der Wohlfahrtsverluste

Forschungsdesign („Study Design“)

Mit Hilfe eines Autonutzungsmodelles werden die individuellen Änderungen in gefahrenen Kilometern durch eine Kraftstoffsteuer berechnet. Die unterschiedlichen Reaktionen von Haushalten auf die Kraftstoffsteuer werden simuliert. Auf Basis der Veränderung in gefahrenen Kilometern, werden die individuellen Wohlfahrtsveränderungen berechnet. Diese individuellen Veränderungen dienen, um die Wohlfahrtsänderungsverteilung zwischen Haushalten zu zeigen.

In einer zweiten Simulation werden die positiven Effekte von verringerter Autonutzung in die Wohlfahrtsberechnung miteinbezogen. Die positiven Effekte werden als monetären Wert der gesparten Fahrzeit durch weniger Verkehrsstockung eingerechnet.

Weitere Szenarios beziehen eine Rückverteilung der Steuereinnahmen mit ein. Diese sind pauschale Rücküberweisung, Rücküberweisung basierend auf Haushalts- oder Einkommensgröße.

Kernaussagen

Ein CO₂-Preis ist regressiv, wenn Steuereinnahmen nicht rückverteilt werden. Haushalte mit niedrigem Einkommen haben höhere Wohlfahrtsverlust (6.3% des Einkommens) durch eine Kraftstoffsteuer als Haushalte mit einem höheren Einkommen (1.9% des Einkommens). Eine höhere Besteuerung ändert nichts an der Verteilungswirkung, sondern nur an der Größe des Wohlfahrtsverlustes. Die regressiv Wirkung ist abgeschwächt, wenn die Vorteile durch Verkehrsüberlastungsverringerungen berücksichtigt werden.

Bureau, B. (2011): Distributional Effects of a Carbon Tax on Car Fuels in France. In: Energy Economics, 33, 1, 121–130.

Haushalte, die in stadtnahen oder ländlichen Gebieten leben, haben höhere Wohlfahrtsverluste durch eine Kraftstoffsteuer. Diese Verluste sind verstärkt, wenn ein Haushalt ein geringes Einkommen hat. Eine Umverteilung der Einnahmen gemäß Haushaltsgröße oder eine pauschale Rückzahlung haben einen progressiven Effekt. Haushalten mit niedrigem Einkommen haben einen Nettogewinn (11 - 19€ pro Jahr), während die wohlhabendsten Haushalte verlieren (12 - 16€ pro Jahr). Dabei ist der progressive Effekt einer Umverteilung der Einnahmen gemäß Haushaltsgröße größer. Dieser Effekt vergrößert sich, wenn die Kraftstoffsteuer höher wird. Eine Umverteilung gemäß Einkommensgruppe ist stark regressiv. Haushalte, die in städtischen Gebieten leben, sind Nettogewinner einer Kraftstoffsteuer unter allen Rückverteilungsmaßnahmen, während Haushalte, die in stadtnahen oder ländlichen Gebieten leben, Nettoverlierer sind. Dieses Phänomen vergrößert sich mit steigender Steuer

Verteilungseffekte

CO₂-Preis auf Kraftstoffe ohne Rückverteilung: Regressiv

CO₂-Preis auf Kraftstoffe mit Rückverteilung gemäß Haushaltsgröße oder pauschale Rückzahlung: Progressiv

CO₂-Preis auf Kraftstoffe mit Rückverteilung gemäß Einkommensgruppe: stark regressiv

Durch einen CO₂-Preis auf Kraftstoffe mit Rückverteilung wird Wohlfahrt von ländlichen Regionen in städtische Regionen umverteilt.

Farrell, N. (2017): What Factors Drive Inequalities in Carbon Tax Incidence? Decomposing Socioeconomic Inequalities in Carbon Tax Incidence in Ireland. In: Ecological Economics, 142, 31-45.

Forschungsfrage

Welche sozioökonomischen Unterschiede gibt es in den Verteilungswirkungen einer CO₂-Steuer auf Elektrizität, Kraftstoffe und andere Brennstoffe für den Hausgebrauch?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

Irland, 2009-2010

Daten

Irische Haushaltseinkommensbefragung 2009/10

durchschnittliche Einzelhandelspreise für die einzelnen Brennstoffe von der Behörde für nachhaltige Energie in Irland

Dauergebühr für den Standardstromtarif des Electricity Supply Boards

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

5.891 befragte irische Haushalte

Politische Maßnahme („Intervention“)

CO₂-Steuer auf Autokraftstoffe, Heizungsbrennstoffe und Elektrizität (angenommene 20€/tCO₂)

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Vergleich zwischen:

Zehn verschiedenen Einkommensgruppen

Haushalten, die in verschiedenen Gebieten wohnen,

verschiedenen Berufen

verschiedenen Haushaltsgrößen

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Farrell, N. (2017): What Factors Drive Inequalities in Carbon Tax Incidence? Decomposing Socioeconomic Inequalities in Carbon Tax Incidence in Ireland. In: Ecological Economics, 142, 31-45.

Konzentrationsindex: Grad der Ungleichheit einer Steuer

Forschungsdesign („Study Design“)

Für die Quelle der CO₂-Steuer Ausgabe wird in Elektrizität, Autokraftstoffe und andere Brennstoffe für den Hausgebrauch unterschieden.

Erster Schritt zur Berechnung der Größe der Ungleichheitseffekte der CO₂-Steuer aus verschiedenen Quellen (Elektrizität, Autokraftstoff, andere Brennstoffe):

Der Konzentrationsindex zeigt den Vergleich der CO₂-Steuer Ausgabe mit dem verfügbaren und an Haushaltsgröße angepassten Einkommen

Unterteilung der Ungleichheitseffekte in verschiedene Quellen durch Kombination des Konzentrationsindex mit einer Regressionsanalyse

Zweiter Schritt zur Analyse der sozioökonomischen Faktoren, die Ungleichheitseffekte beeinflussen:

Multivariate Regressionsanalyse, um zu untersuchen welche Faktoren die CO₂-Steuer Ausgaben und ungleiche Verteilung bestimmen (sozioökonomische und Haushalts-Charakteristika)

Kernaussagen

Einkommen: Eine CO₂-Steuer hat eine regressive Wirkung, wobei der Effekt für Autokraftstoffe kleiner ist als für andere Kraftstoffe, die im Haushalt verwendet werden und auf Elektrizität bezogene Steuerausgaben.

Standort: Haushalte, die in ländlichen Regionen leben, geben mehr für die auf Autokraftstoffe bezogene CO₂-Steuer aus, da diese mehr das Auto nutzen. Dies hat eine regressive Wirkung mit Blick auf Einkommensverteilung.

Beruf: Landwirte und Selbstständige haben die höchsten Ausgaben für eine elektrizitäts-bezogene CO₂-Steuer. Da diese Berufe oft ein niedriges Einkommen haben, sind die Effekte regressiv.

Haushaltsgröße: Die Ausgaben für eine CO₂-Steuer für Autokraftstoffe hängt von der Zusammensetzung des Haushaltes ab.

Haushalte mit drei oder mehr Erwachsenen geben mehr für die CO₂-Steuer aus als andere Haushaltskonstellationen. Dieser Effekt ist progressiv, da Haushalte mit mehr Erwachsenen eher ein höheres Einkommen haben.

Wenn eine oder mehrere Personen im Haushalt in Rente ist, sind die Steuerausgaben für Autokraftstoffe kleiner. Dies hat einen progressiven Effekt.

Verteilungseffekte

Eine CO₂-Steuer, die durch Autokraftstoffe wirkt, hat eine regressive Wirkung.

Einkommen: regressiv

Ländliche Regionen: regressiv

Landwirte und Selbstständige: regressiv

Haushalte mit mehr als drei Erwachsenen oder mind. einem/einer Rentner*in: progressiv

Ohlendorf, N., Jakob, M., Minx, J. C., Schröder, C., & Steckel, J. C. (2021): Distributional Impacts of Carbon Pricing: A Meta-Analysis. In: Environmental and Resource Economics, 78, 1, 1-42.

Forschungsfrage

Welche Verteilungseffekte eines CO₂-Preises und einer Subventionsreformen für fossile Brennstoffe werden in empirischen Studien gefunden und warum variieren diese?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

International

Daten

Daten aus 53 empirische Studien

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

Haushalte aus verschiedenen Ländern

Politische Maßnahme („Intervention“)

CO₂-Preis

Reformen von Subventionen für fossile Brennstoffe

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Vergleich zwischen verschiedenen Einkommensgruppen

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Verteilungseffekt zwischen Haushalten verschiedener Einkommensgruppen (progressiv, proportional, regressiv)

Forschungsdesign („Study Design“)

Systematische Analyse der vorhandenen empirischen Literatur durch eine geordnete Probit-Meta-Analyse. Im geordneten Probit Model wird der gefundene Verteilungseffekte als Ergebnis-Variable und verschiedene Erklärungs-Variablen (z.B. die untersucht Maßnahme, ob die Studie im Transportsektor durchgeführt wurde, welche wirtschaftlichen Effekte untersucht wurden, die Eigenschaften des untersuchten Landes) genutzt, um eine Regressions-Analyse der Studien durchzuführen.

Kernaussagen

Effekte eines CO₂-Preises und Reformen von Subventionen für fossile Brennstoffe sind eher progressiv, wenn sie in Ländern mit niedrigem Einkommensniveau oder dem Transportsektor eingesetzt werden. Ein progressiver Effekt dieser Maßnahmen kann eher festgestellt werden, wenn indirekte Effekte, nachfrageseitige Anpassungen der Verbraucher*innen oder das Lebenseinkommen berücksichtigt werden. Reformen von Subventionen für fossile Brennstoffe sind nicht von Natur aus progressiver als Bepreisungsmaßnahmen.

Verteilungseffekte

Eher progressiv

Energie- und Kraftstoffsteuern

Agostini, C. A., & Jiménez, J. (2015): The Distributional Incidence of the Gasoline Tax in Chile. In: Energy Policy, 85, 243-252.

Forschungsfrage

Welche Verteilungswirkung hat die Verbrauchsteuer auf Benzin in Chile?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

Chile, 1996-1997 und 2006-2007

Daten

Zwei Befragungen zu Haushaltseinkommen (Household Budget Survey V und VI) der nationalen Statistikbehörde

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

18.538 befragte Haushalte

Politische Maßnahme („Intervention“)

Verbrauchsteuer auf Benzin

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Vergleich zwischen Haushalten mit unterschiedlichen Einkommen

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Einkommens- und Ausgabenverteilung, um die Unterschiede zwischen vorübergehendem und dauerhaftem Einkommen zu untersuchen

Forschungsdesign („Study Design“)

Berechnung des Suits-Index, der die Verteilung der Steuerlast zwischen verschiedenen Einkommensgruppen zeigt. Der Suits-Index wird anhand einer Lorenzkurve der kumulativen Verteilung der Steuereinnahmen nach Dezilen im Verhältnis zur kumulativen Einkommens-/ Ausgabenverteilung berechnet. Es wird das Szenario vor der Steuerverringerung um 25% berechnet und das Szenario danach simuliert.

Kernaussagen

Die Ergebnisse zeigen, dass ein großer Teil der Bevölkerung Zugang zu einem eigenen Auto hat und dass die Verbrauchsteuer keine regressiven Effekte entwickelt, sondern eher progressive Effekte in der langfristigen Betrachtung von Haushaltseinkommen (Ausgabenverteilung) hat.

Verteilungseffekte

Die Verbrauchssteuer zeigt mäßig progressive Effekte, wenn die Ausgabenverteilung betrachtet wird. Das wird durch das langfristige Haushaltseinkommen widerspiegelt. Die Progressivität ist allerdings sehr gering und nicht relevant, wenn die Einkommensverteilung betrachtet wird.

Die Senkung der Steuer hat zur Verringerung der progressiven Effekte beigetragen, jedoch sind die Veränderungen nicht statisch signifikant.

Bach, S., Harnisch, M., & Isaak, N. (2018): Verteilungswirkungen der Energiepolitik - Personelle Einkommensverteilung. Endbericht. DIW Berlin–Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung.

Forschungsfrage

Welche Verteilungseffekte hat die aktuelle Kraftstoffsteuer und wie wirkt sich eine hypothetische Kraftstoffsteuererhöhung und eine Senkung der ÖPNV-Preise auf die Verteilung auf?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

Deutschland, 2013 - 2015

Daten

Grundlage bilden Haushaltsbefragungen. Konkret werden Daten des Sozio-ökonomischen Panel (SOEP) 2015 sowie die Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (EVS) aus 2013 genutzt. Beim SOEP handelt es sich um eine repräsentative Längsschnittbefragung des DIW Berlin.

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

16.000 Haushalte mit 41.000 Personen (SOEP), 40.000 Haushalte (EVS).

Politische Maßnahme („Intervention“)

Erhöhung der aktuellen (2015) Kraftstoffsteuer um 5 Cent/Liter und 15 Cent/Liter
Senkung der ÖPNV-Preise um 5%

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Es werden folgende Gruppen verglichen:

urbane und ländliche Regionen

verschiedene Personengruppen (Haushaltstypen/Form des Zusammenlebens (Paar ohne Kinder, Single...)

soziale Stellung im Berufsleben (Rentner*innen, Selbstständige...)

Einkommensgruppen (in Dezilen)

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Veränderung des Nettoeinkommens der Haushalte nach Einführung der energiepolitischen Instrumente nach verschiedenen Gruppen z.B. Einkommensgruppen.

Forschungsdesign („Study Design“)

Mikrosimulation

Kernaussagen

Aktuelle Kraftstoffbesteuerung wirkt regressiv, da Haushalte mit geringem Einkommen einen größeren Anteil ihres Einkommens für Kraftstoffe ausgeben.

Bei einer Erhöhung der Steuer:

um 5 Cent: Belastung des Haushaltsnettoeinkommens um durchschnittlich 0,12% + regressiv (0,15% untersten Dezil, 0,08% oberstes Dezil)

um 15 Cent: Belastung des Haushaltsnettoeinkommens um durchschnittlich 0,36% + regressiv (0,46% unterstes Dezil, 0,25% oberstes Dezil)

wird der ländliche Raum mehr belastet als Ballungsräume. Berufspendelnde und Vielfahrende werden deutlich stärker belastet (und dort insbesondere die unteren Einkommenschichten). Es gibt keine besonderen Unterschiede bei sozialer Stellung oder Haushaltstyp.

Senkung des ÖPNV-Preises führt zu einer geringen Einkommenswirkung (Erhöhung des Haushaltsnettoeinkommens um 0,04%) + progressiv (0,08% Entlastung unteres Dezil, 0,03% oberes Dezil).

Studierende und Auszubildende werden besonders entlastet (0,11% Entlastung)

Verteilungseffekte

Bach, S., Harnisch, M., & Isaak, N. (2018): Verteilungswirkungen der Energiepolitik - Personelle Einkommensverteilung. Endbericht. DIW Berlin–Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung.

Kraftstoffsteuer: regressiv
Senkung ÖPNV-Preise: geringer Effekt, progressiv

Blackman, A., Osakwe, R., & Alpizar, F. (2010): Fuel Tax Incidence in Developing Countries: The Case of Costa Rica. In: Energy Policy, 38, 5, 2208-2215.

Forschungsfrage

Welche Verteilungswirkung hat eine Kraftstoffsteuer in Costa Rica?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

Costa Rica, 2004 - 2005

Daten

Umfrage des National Statistics and Census Institute (Instituto Nacional de Estadística y Censos, INEC) von 2004–2005 zum Haushaltseinkommen und den -ausgaben.

Daten zu den Ausgaben für Bustransporte von der Aufsichtsbehörde des öffentlichen Dienstes in Costa Rica (Autoridad Reguladora de Servicios Públicos, ARESEP)

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

4.231 Haushalte

Politische Maßnahme („Intervention“)

Fiktive Steuer von 10% auf die Kraftstoffe Diesel und/oder Benzin.

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Vergleich verschiedener Einkommensgruppen (Dezile)

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Prozentuale Veränderung der Kosten für Kraftstoffe an den Gesamtkosten nach Einkommensgruppe

Forschungsdesign („Study Design“)

Es werden vier verschiedene Ausgabetypen betrachtet:

direkte Ausgaben für Benzin

direkte Ausgaben für Diesel

indirekte Ausgaben für Diesel über die Ausgaben für den Bustransport

indirekte Ausgaben für Kraftstoffe (Diesel und Benzin) über die Ausgaben für sechs verschiedene andere Güter und Services (Nahrung, Kleidung, Bildung, ...)

Diese Ausgaben werden addiert und in Abhängigkeit zur Einkommensgruppe (in Dezilen) gesetzt.

Mit Hilfe dieser Gleichung können Preissteigerungen simuliert werden.

Steigen die Ausgaben bei niedrigen Einkommensgruppen anteilmäßig zu den Gesamtausgaben stärker an als bei hohen Einkommensklassen, gilt die Steuer als regressiv und umgekehrt als progressiv.

Berechnung des Suits-Indexes für jede einzelne Intervention (Steuererhöhung).

Kernaussagen

Blackman, A., Osakwe, R., & Alpizar, F. (2010): Fuel Tax Incidence in Developing Countries: The Case of Costa Rica. In: Energy Policy, 38, 5, 2208-2215.

Die Erhöhung der Gesamtausgaben durch die Erhöhung der Kraftstoffe um 10% ist in allen Einkommensklassen relativ gering. Der größte Gesamteffekt kann im vierten Dezil beobachtet werden. Die Gesamtausgaben steigen um 0,86% (1,07\$ pro Monat). Im Durchschnitt aller Dezile steigen die Ausgaben um 0,75%.

Unterschiedliche Verteilungseffekte für Diesel und Benzin.

Die mittleren Einkommensklassen geben relativ und im Schnitt am meisten für Kraftstoffe aus.

Verteilungseffekte

10%ige direkte Erhöhung des Benzinpreises: progressiv

Die Erhöhung des Dieselpreises (sowohl direkte Besteuerung als auch über die Verteuerung des Bustransports): regressiv (insbesondere da ärmere Haushalte stärker auf Busse angewiesen sind).

Der Effekt einer Erhöhung der Abgaben auf andere Güter als Kraftstoffe und auf den Bustransport ist relativ gering und regressiv.

Der Gesamteffekt einer 10%igen Kraftstoffpreiserhöhung über alle Arten von direkten und indirekten Ausgaben ist neutral, die Größenordnung dieses kombinierten Verteilungseffekts ist gering.

Datta, A. (2010): The Incidence of Fuel Taxation in India. In: Energy Economics, 32, 26- 33.

Forschungsfrage

Welche Verteilungswirkung hat eine Steuer auf fossile Energieträger in Indien?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

Indien, Juli 2004 – Juni 2005

Daten

Daten zu den Ausgaben für Brenn- und Kraftstoffe und andere Güter: 61ste Runde der nationalen Stichprobenbefragung, erhoben vom Statistischen Institut (National Sample Survey Organization) der indischen Regierung.

Daten zu dem Verbrauch fossiler Energie aus unterschiedlichen Sektoren: Input-Output-Koeffizient-Matrix 2003–2004 von der zentralen Statistikbehörde Indiens erhoben

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

124.584 Haushalte in Indien (79.258 im urbanen Raum und 45.326 im ländlichen Raum)

Politische Maßnahme („Intervention“)

Simulierte Steuer auf fünf unterschiedliche fossile Energieträger (Kohle, Flüssiggas (LPG), Benzin, Diesel und Kerosin)

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Vergleich von Einkommensgruppen in Dezilen

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Unterschiede im prozentualen Anteil des Einkommens, der für den jeweiligen Brennstoff nach Einkommensgruppe ausgegeben wird.

Forschungsdesign („Study Design“)

Datta, A. (2010): The Incidence of Fuel Taxation in India. In: Energy Economics, 32, 26- 33.

Bevölkerung wird in Einkommensdezile unterteilt.

Es wird aufgeschlüsselt wie viel die Dezile jeweils für die verschiedenen Energieträger (Kohle, Flüssiggas (LPG), Kraftstoffe (Benzin und Diesel) und Kerosin) ausgeben und auf die Hintergründe eingegangen. Simulationsstudie mit Sensitivitätsanalyse, die unterschiedliche Kraftstoff-Preiselastizitäten von Haushalten mit hohem und geringem Einkommen berücksichtigt.

Kernaussagen

Steuer auf die betrachteten Kraft- und Brennstoffe ist, mit Ausnahme auf Kerosin, stark progressiv (Haushalte mit hohem Einkommen geben im Durchschnitt einen 4% höheren Anteil ihres Einkommens für Kraft- und Brennstoffe aus als Haushalte mit geringem Einkommen), sowohl im urbanen als auch im ruralen Raum.

Diese Ergebnisse lassen sich vor dem sozio-ökonomischen Hintergrund Indiens verstehen und setzen sich klar von Ergebnissen zu den Verteilungswirkungen ähnlicher Steuern in Ländern mit hohem Einkommen ab.

Verteilungseffekte

Größtenteils progressiv

Flues, F., & Thomas, A. (2015): The Distributional Effects of Energy Taxes. OECD Taxation Working Papers No. 23

Forschungsfrage

Welche Verteilungswirkung haben Kraftstoffsteuern?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

21 OECD-Länder, Daten von 2004 bis 2012

Daten

Mikrodaten zum Einkommen und den Ausgaben der Haushalte von Umfragen der nationalen statistischen Ämter der verschiedenen Länder werden verwendet.

Daten der International Energy Agency (IEA World Energy Balances) zum Kraftstoffkonsum der Länder

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

Haushalte der 21 OECD-Länder

Politische Maßnahme („Intervention“)

Steuer auf Kraftstoffe (Diesel und Benzin)

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Vergleich der Einkommensgruppen in Dezilen

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Prozentualer Anteil am Einkommen und an den Ausgaben, der jeweils für die Kraftstoffsteuer aufgewandt wird.

Forschungsdesign („Study Design“)

Flues, F., & Thomas, A. (2015): The Distributional Effects of Energy Taxes. OECD Taxation Working Papers No. 23

Mikro-Simulationsmodell für Kraftstoffsteuern.

Matching der Daten zu dem Einkommen/Ausgaben der Haushalte und den Steuern, um den prozentualen Anteil der Steuern am gesamten Einkommen/Ausgaben festzustellen.

Berechnet werden: Die Steuerbelastung für einzelne Haushalte, die durchschnittliche Steuerbelastung für Nettoäquivalenzeinkommen und Äquivalenzausgaben vor Steuern sowie für die Gesamtbevölkerung.

Kernaussagen

Die Kraftstoffsteuer wirkt bei Betrachtung der Ausgaben der Haushalte im Durchschnitt über die Länder proportional oder progressiv.

Kraftstoffsteuer wirkt im Durchschnitt über die Länder regressiv auf Haushaltseinkommen, allerdings gibt es eine große Heterogenität: Einige Länder zeigen progressive Auswirkungen, andere leicht regressiv, in einigen Ländern werden die mittleren Einkommen relativ stärker belastet.

Die Wirkung bei Ländern mit relativ geringem BIP ist meist progressiv, während in Ländern mit relativ hohem BIP verstärkt eine proportionale oder leicht regressiv Wirkung erkennbar ist (Einkommensbasis).

Größe des Haushaltes ist relevant: Größere Haushalte geben einen größeren Teil ihrer Ausgaben für Kraftstoffsteuern aus als kleine.

Unterschiede zwischen Land und Stadt: Haushalte in ländlichen Gegenden geben im Durchschnitt einen größeren Teil ihrer Ausgaben für Kraftstoffsteuern aus als in urbanen Gegenden.

Das Alter ist relevant: Wenn der Haushaltsvorstand über 60 Jahre alt ist, dann wird im Durchschnitt weniger für Steuern auf Kraftstoffe ausgegeben.

Verteilungseffekte

Eher progressiv, aber Heterogenität über Länder hinweg.

Gillingham, K., & Munk-Nielsen, A. (2019): A Tale of Two Tails: Commuting and the Fuel Price Response in Driving. In: Journal of Urban Economics, 109, 27-40.

Forschungsfrage

Wie reagieren Haushalte mit unterschiedlich langen Arbeitswegen auf eine Kraftstoffsteuer und welche Verteilungseffekte sind damit verbunden?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

Dänemark, 1998-2011

Daten

Daten aus dänischen Registern:

Kfz-Kennzeichenregister

Fahrzeugprüfungsdatenbank

Haushaltsregister

Daten für tatsächliche Arbeitswege für 2000-2008 von „Statistics Denmark“

Daten täglicher Kraftstoffpreise von der „Danish Oil Industry Association“

Einzelquerschnittsdaten aller Bus- und Zughaltstellen 2013 in Dänemark von „Journey Planner“

Daten über weitere Fahrzeugmerkmale vom dänischen Automobilhändlerverband (DAF)

Historische Bevölkerungsdaten auf Gemeindeebene 1916 von „Statistics Denmark“

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

Gesamter Bestand an Fahrzeugen und Haushalten in Dänemark (5.855.446 Fahrzeitbeobachtungen)

Politische Maßnahme („Intervention“)

Gillingham, K., & Munk-Nielsen, A. (2019): A Tale of Two Tails: Commuting and the Fuel Price Response in Driving. In: Journal of Urban Economics, 109, 27-40.

Kraftstoffsteuer

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Vergleich zwischen Haushalten, die in Randbezirken (längere Arbeitswege) und in der Stadt wohnen.

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Änderung der Konsumentenrente
Preiselastizität der Kraftstoffnachfrage

Forschungsdesign („Study Design“)

Regressionsanalyse, um die Einflussfaktoren der Kraftstoffpreiselastizität zu bestimmen, z.B., wie sich der Ausbau des ÖPNV auf die Kraftstoffpreiselastizität auswirkt.
Die Verteilungseffekte werden anhand der Konsumentenrente bestimmt. Der Verlust der Konsumentenrente wird aus den Abgaben an den Staat durch Steuerzahlung und direkte Verluste durch weniger Fahrkilometer berechnet.

Kernaussagen

Zwei Gruppen von Haushalten reagieren wesentlich stärker auf Kraftstoffpreisänderungen: am unteren Ende der Arbeitswegverteilung (Autofahrer*innen, die in der Stadt leben) und am oberen Ende (Autofahrer*innen, die in Randbezirken leben und gute Anbindung zum ÖPNV haben). Ein guter Zugang zum ÖPNV reduziert die Steuerlast der Gruppe mit längeren Arbeitswegen, da diese einfacher auf den ÖPNV umsteigen können.

Verteilungseffekte

Autofahrer*innen, die in Randbezirken leben und einen langen Arbeitsweg haben, erfahren die größte Steuerlast. Haushalte, die nah an ihrer Arbeit wohnen, profitieren von der Steuer.
Die größte Steuerlast fällt auf wohlhabendere Haushalte, weshalb die Kraftstoffsteuer progressiv ist.

Jiang, Z. & Ouyang, X. (2017): Analyzing the Distributional Effects of Fuel Taxation in China. In: Energy Efficiency, 10, 5, 1235–1251

Forschungsfrage

Welche Verteilungseffekte hat eine Kraftstoffsteuer auf urbane Haushalte mit unterschiedlichem Einkommen in China?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

China, 2012

Daten

„China Urban Life and Price Yearbook“ für Daten zur Pro-Kopf-Ausgabe für Kraftstoffe im Verkehr für verschiedenen Einkommensgruppen und zum Energieverbrauch von städtischen Haushalten auf verschiedenen Einkommensstufen
„China Energy Statistical Yearbook“ für Daten zum Kraftstoffverbrauch der Haushalte und der verschiedenen Sektoren

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

Chinesische städtische Haushalte

Jiang, Z. & Ouyang, X. (2017): Analyzing the Distributional Effects of Fuel Taxation in China. In: Energy Efficiency, 10, 5, 1235–1251

Politische Maßnahme („Intervention“)

Kraftstoffsteuer, die 2009 eingeführt wurde

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Vergleich zwischen Haushalten aus sieben Einkommensgruppen

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Verteilungseffekte bei Haushaltsausgaben (anstelle von Haushaltseinkommen) über den Anteil der Kraftstoffsteuerausgabe an den gesamten Haushaltsausgaben.

Berechnung des Suits-Index und Kakwani-Index

Forschungsdesign („Study Design“)

Kalkulation der direkten Effekte:

Direkte Effekte = Steuersatz * Kraftstoffverbrauch

Kalkulation der indirekten Effekte:

Die indirekten Effekte beschreiben die Effekte auf Haushaltsausgaben unter der Inbezugnahme von Preiserhöhung von anderen Gütern, die Kraftstoffe in der Produktion benötigen.

Berechnung auf Basis des Kraftstoffsteuersatzes, der Kraftstoffintensität eines Sektors, intersektorale Warenbewegungen, des Anteils an den Bewegungen des jeweiligen Sektors, und den Verbrauchsausgaben von Haushalten.

Mit Hilfe eines Input-Output-Modells und einer Leontief-Inversen-Matrix können die Kraftstoffintensitäten und Warenbewegung definiert werden.

Suits-Index und Kakwani-Index

Auftragen des kumulierten Prozentsatzes des Einkommens gegen den kumulierten Prozentsatz der Steuerbelastung (ähnlich zu bewerten wie der Gini-Koeffizient)

Kernaussagen

Die direkten und indirekten Effekte sind moderat progressiv. 0,606% der totalen Ausgaben von einkommensschwachen Haushalten werden für die Kraftstoffsteuer ausgegeben und 0,875% für einkommensstarke Haushalte. Ein Grund für die Progressivität der Steuer ist, dass Haushalte mit niedrigem Einkommen fast keine Kraftstoffe konsumieren und sich hauptsächlich Haushalte mit höherem Einkommen ein Auto leisten können.

Direkte Effekte der Kraftstoffsteuer auf Haushaltsausgaben sind moderat progressiv (Anstieg um 0,048% der Ausgaben für Haushalte mit niedrigem Einkommen; Anstieg um 0,299% der Ausgaben für Haushalte mit hohem Einkommen). Indirekte Effekte sind sehr gering progressiv/ fast neutral (0,557% für niedriges Einkommen; 0,575% für hohes Einkommen).

Auch die Indizes (Suits: 0,206 und Kakwani: 0,191) zeigen beide eine progressive Wirkung für die direkten Effekte. Für die indirekten Effekte zeigen die Indizes eine sehr leicht regressive/ fast neutral Wirkung der Steuer (Suits: -0,042; Kakwani: -0,039). Für eine gemeinsame Bewertung der Effekte sind die Ergebnisse der Indizes sehr leicht progressiv/ fast neutral (0,055; 0,05).

Verteilungseffekte

Moderat progressiv

Levinson, A. (2019): Energy Efficiency Standards are More Regressive Than Energy Taxes: Theory and Evidence. In: Journal of the Association of Environmental and Resource Economists, 6, 1, 7-36.

Forschungsfrage

Levinson, A. (2019): Energy Efficiency Standards are More Regressive Than Energy Taxes: Theory and Evidence. In: Journal of the Association of Environmental and Resource Economists, 6, 1, 7-36.

Ist eine Steuer auf Kraftstoffe mehr oder weniger regressiv als Verbrauchsstandard für Fahrzeuge?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

USA, 2009

Daten

Nationale Erhebung über den Personenverkehr privater Haushalte, 2009
Daten zu den Fahrzeugen von der Internetseite „CarQuery“

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

101.232 befragte US-amerikanische Haushalte

Politische Maßnahme („Intervention“)

Simulation von:
Kraftstoffsteuer
Verbrauchsstandards für Fahrzeuge

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Vergleich von Einkommensgruppen (10 Gruppen)

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Steuerlast pro Einkommensgruppe

Forschungsdesign („Study Design“)

Verbrauchsstandards für Fahrzeuge werden als Steuern auf Autos mit zu hohem Verbrauch simuliert. Eine Kraftstoffsteuer und Verbrauchssteuer werden als äquivalent in ihren Umverteilungsmaßnahmen angenommen, um sie vergleichen zu können.

Vergleich der Steuerlast der Kraftstoff- und Verbrauchssteuer für verschiedene Einkommensgruppen. Die Steuerlast wird anhand der verfügbaren Daten zu Fahrzeugbesitz, -nutzung und -verbrauch berechnet. Unter Betrachtung der Tatsache, dass die Verbrauchsstandards nur für neue Autos gelten, wird das Alter der Autos miteinberechnet.

Kernaussagen

Eine Kraftstoffsteuer ist weniger regressiv als Verbrauchsstandards für Fahrzeuge. Der Unterschied in der Regressivität zwischen Steuern und Standards ergibt sich daraus, dass der Autobesitz weniger stark mit dem Einkommen ansteigt als die gefahrenen Kilometer.

Unter Inbetrachtung der Fahrzeugalter, sind die Kraftstoffsteuer und Verbrauchsstandards ähnlich regressiv. Dies liegt daran, dass Verbrauchsstandards nur für neue Autos gelten und Haushalte mit niedrigem Einkommen eher alte, gebrauchte Autos kaufen.

Verteilungseffekte

Kraftstoffsteuer: regressiv (weniger regressiv als Verbrauchsstandards, wenn das Fahrzeugalter nicht beachtet wird)

Verbrauchsstandards: regressiv

Nikodinoska, D., & Schröder, C. (2016): On the Emissions–Inequality and Emissions–Welfare Trade-Offs in Energy Taxation: Evidence on the German Car Fuels Tax. In: Resource and Energy Economics, 44, 206–233.

Forschungsfrage

Wie verändert die deutsche Autokraftstoffsteuer den Lebensstandard und die Netto-Einkommensverteilung?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

Deutschland, 1993 bis 2008 (alle 5 Jahre wurden Daten in diesem Zeitraum erhoben)

Daten

Deutsche Einkommens- und Ausgabenumfrage (IES) → Mikrolevel-Daten zu Einkommen und Ausgaben erhoben vom Statistischen Bundesamt

Verbraucherpreisdaten für verschiedene Ausgabenkategorien erhoben vom Statistischen Bundesamt

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

169.486 Haushalte

Politische Maßnahme („Intervention“)

Simulation einer Erhöhung/Senkung der Steuer auf Autokraftstoffe (Diesel, Benzin) um 1%, 5%, 25% und 50%.

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Vergleich von Einkommensklassen in Dezilen

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Variablen von Interesse:

Entwicklung der Emissionen

Ungleichheit, anhand verschiedener Verteilungsindizes

Wohlfahrt der Haushalte und der Steuerbelastungen über die Dezile der Einkommensverteilung

Forschungsdesign („Study Design“)

Schätzung der demografischen Spezifikation des “Quadratic Almost Ideal Demand System” → Dieses beschreibt die Preiselastizität der Nachfrage.

Von Verbraucherpreisen und den Ausgaben der Haushalte über verschiedene Einkommensklassen werden Stone Price Indices (SPI) abgeleitet. Diese geben Unterschiede in den Konsummustern unterschiedlicher Haushaltseinheiten wieder.

Ableitung der Ausgaben und Nachfrage der Haushalte im Jahr 2008 für verschiedene Niveaus der Kraftstoffbesteuerung aus den DQUAIDS-Schätzungen. Anschließend werden außerdem die aggregierten CO₂-Emissionen im Zusammenhang mit Kraftfahrzeugen, die Ungleichheit in der Einkommensverteilung nach den Steuern und die materielle Wohlfahrt der Haushalte abgeleitet, um die potenziellen Zielkonflikte zwischen Emissionen und Ungleichheit sowie zwischen Emissionen und materiellem Wohlstand der Haushalte zu quantifizieren.

Simulation verschieden starker Anstiege und Senkungen der Kraftstoffpreise (1%, 5%, 25% und 50%).

Gini- und Theils-Index werden berechnet, um die Verteilungswirkung der Steuer(-änderungen) darzustellen.

Kernaussagen

Geringe Preiselastizität der Nachfrage bei Autokraftstoffen.

Wird die Steuerrate für Kraftstoffe für Autos um 50% erhöht (von 0,606 EUR/Liter zu 0,909 EUR/Liter), dann sinken die CO₂-Emissionen um 8,2%, der Gini-Index steigt um 0,2% und der Wohlfahrtsverluste beträgt pro Jahr im Durchschnitt 283 Euro. Für das erste Dezil beträgt der Wohlfahrtsverlust 148 Euro.

Werden die Steuern gesenkt, so sinkt auch die Ungleichheit leicht, wobei die Emissionen steigen.

Nikodinoska, D., & Schröder, C. (2016): On the Emissions–Inequality and Emissions–Welfare Trade-Offs in Energy Taxation: Evidence on the German Car Fuels Tax. In: Resource and Energy Economics, 44, 206-233.

Verteilungseffekte

Regressiv und allgemein relativ gering (Der Anteil des Einkommens, der für Autokraftstoffe ausgegeben wird, liegt im Durchschnitt bei nur 3,75%).

Pizer, W. A., & Sexton, S. (2020): The Distributional Impacts of Energy Taxes. In: Review of Environmental Economics and Policy, 13, 1.

Forschungsfrage

Welche direkten Verteilungseffekte hat eine Kraftstoffsteuer?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

International mit Fokus auf das Vereinigte Königreich und Mexiko

Daten

Daten aus empirischen Studien.

Daten für den Vergleich von Ausgabenanteilen

Nationale Erhebung über Einkommen und Ausgaben, Mexiko 2012

Erhebung über Lebenshaltungskosten und Lebensmittel, Vereinigtes Königreich 2014

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

Haushalte

Politische Maßnahme („Intervention“)

Kraftstoffsteuer

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Vergleich von Einkommensgruppen

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Prozentualer Anteil der Kraftstoffsteuer am Einkommen

Forschungsdesign („Study Design“)

Zusammenstellung der empirischen Literatur.

Vergleich der anteiligen Ausgaben für Kraftstoffe verschiedener Einkommensgruppen in Mexiko und dem Vereinigten Königreich.

Kernaussagen

Kraftstoffsteuern sind weniger regressiv als eine Stromsteuer.

In Ländern mit einem geringen Durchschnittseinkommen sind Kraftstoffsteuern eher progressiv, da eher Haushalte mit einem hohen Einkommen ein Auto besitzen. In Ländern mit einem höheren Durchschnittseinkommen reichen die Verteilungseffekte von progressiv bis regressiv, wobei öfter ein regressiver Effekt festgestellt wird. Die Effekte sind abhängig von der Fahrzeugbesitzquote und Pendlerstruktur.

Verteilungseffekte

Abhängig vom Durchschnittseinkommen des Landes.

Pizer, W. A., & Sexton, S. (2020): The Distributional Impacts of Energy Taxes. In: Review of Environmental Economics and Policy, 13, 1.

In einkommensstärkeren Ländern: regressiv
In einkommensschwächeren Ländern: leicht progressiv

Rosas-Flores, J. A., Bakhat, M., Rosas-Flores, D., & Zayas, J. L. F. (2017): Distributional Effects of Subsidy Removal and Implementation of Carbon Taxes in Mexican Households. In: Energy Economics, 61, 21-28.

Forschungsfrage

Welche Verteilungswirkung haben die Preisänderungen auf Grund der Abschaffung von Subventionen für fossile Brennstoffe und die Einführung von Autokraftstoff-Steuern auf Haushalte in Mexiko?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

Mexiko, 1994-2010

Daten

Nationale Erhebung über Einkommen und Ausgaben von Haushalten, 1994-2010
Es werden die Kraft- und Brennstoffpreise, die von der mexikanischen Regierung bestimmt werden, genutzt.

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

13.567 befragte mexikanische Haushalte

Politische Maßnahme („Intervention“)

Abbau der Energiesubventionen für Elektrizität, Flüssiggas und Benzin
Einführung einer Steuer (25\$/Tonne) auf Benzin und Flüssiggas

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Vergleich von Einkommensgruppen in Dezilen

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Steuerlast proportional zum Einkommen

Forschungsdesign („Study Design“)

Das statische Nahezu-Ideale-Nachfragesystem (Almost Ideal Demand System) Model wird genutzt, um die Auswirkungen von veränderten Energiepreisen auf Haushaltseinkommen zu simulieren. Dabei werden gegenseitigen Abhängigkeiten von verschiedenen Energiequellen und -nutzung abgebildet.
Es werden drei Szenarien simuliert: vollständiger Abbau der Energiesubventionen für Elektrizität, Flüssiggas und Benzin, ein 50% Abbau der Subventionen, keine Abschaffung der Subventionen und die Einführung einer Steuer (25\$/Tonne) auf Benzin und Flüssiggas.

Kernaussagen

Den höchsten Anteil an einer Subvention für Benzin erhält die acht höchste Einkommensgruppe und den kleinsten Anteil, die unteren Einkommensgruppen. Ohne eine Subvention von Benzin, passen Haushalte mit niedrigem Einkommen ihren Benzinverbrauch am wenigsten an.
Eine Steuer auf Benzin ist weniger progressiv als die Mehrwertsteuer und eine Sondersteuer auf Produktion und Dienstleistung.

Verteilungseffekte

Rosas-Flores, J. A., Bakhat, M., Rosas-Flores, D., & Zayas, J. L. F. (2017): Distributional Effects of Subsidy Removal and Implementation of Carbon Taxes in Mexican Households. In: Energy Economics, 61, 21-28.

Subvention von Benzin: regressiv
Steuer auf Benzin: leicht progressiv

Sternier, T. (2012): Distributional Effects of Taxing Transport Fuel. In: Energy Policy, 41, 75-83.

Forschungsfrage

Welche Verteilungswirkungen hat eine Kraftstoffsteuer in verschiedenen europäischen Ländern?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

Sieben europäische Staaten: Frankreich, Deutschland, Vereintes Königreich, Italien, Serbien, Spanien, Schweden; 2004-2008

Daten

Verschiedene Länder:

Frankreich: "Enquête Budget de Famille" (Institut national de la statistique et des études économiques, 2006)

Deutschland: „Wirtschaftsrechnungen“ (Statistisches Bundesamt Deutschland, 2006)

Italien; „I consumi delle famiglie“ (Istituto nazionale di statistica, 2006)

Serbien: „Living Standard Measurement Study“ (Republički Zavod Za Statistiku – Republike Srbije, 2007)

Spanien: "Encuesta de Presupuestos Familiares" (Instituto Nacional de Estadística, 2006)

Schweden: "Hushållens utgifter" (Statistiska Centralbyrån, 2004–2006)

Vereinigtes Königreich: "Family Spending" (Office For National Statistics, 2006)

Preise und Steuern:

IEA Energy Prices and Statistics (2008), für Serbien: UNECE (2007a), GTZ (2007)

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

Haushalte in verschiedenen europäischen Ländern

Politische Maßnahme („Intervention“)

Kraftstoffsteuer

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Vergleich von temporärem Einkommen und Lebenszeiteinkommen (gemessen an Gesamtausgaben)

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Suits-Index als Maß für Steuerprogression

Forschungsdesign („Study Design“)

Berechnung des Suits-Index.

Der indirekte Effekt einer Kraftstoffsteuer durch die Nutzung des öffentlichen Nahverkehrs wird mit eingerechnet.

Kernaussagen

Sternner, T. (2012): Distributional Effects of Taxing Transport Fuel. In: Energy Policy, 41, 75-83.

Es gibt eine schwache Evidenz für die regressive Wirkung der Kraftstoffsteuer, abhängig von dem gewählten Land und der Methodik. Es gibt eine Tendenz zur Steuerprogression in einkommensschwachen Ländern und Steuerregression in einkommensstarken Ländern.

Ein regressiver Effekt kann nicht festgestellt werden, wenn die Ausgaben anstelle des Einkommens als Proxy für das Lebenseinkommen betrachtet werden.

Verteilungseffekte

Ungefähr proportional, abhängig vom Land

Teixidó, J. J., & Verde, S. F. (2017): Is the Gasoline Tax Regressive in the Twenty-First Century? Taking Wealth Into Account. In: Ecological Economics, 138, 109-125.

Forschungsfrage

Welche Verteilungswirkung hat eine Benzinsteuer (bei unterschiedlichen Methoden zur Messung der Zahlungsbereitschaft) in den USA?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

USA, 2012 und 2013

Daten

Daten von der US-Verbraucherumfrage (Consumer Expenditure Survey, CE) 2012 und aus der Erhebung über die Finanzen der Verbraucher*innen (Survey of Consumer Finances, SCF) 2013.

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

2.179 Haushalte

Politische Maßnahme („Intervention“)

Bundesweite Erhöhung der Benzinsteuer

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Haushalte werden je nach Einkommen und vermögensbereinigtem Einkommen in Dezile eingeteilt und verglichen.

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Prozentualer Anteil, der je nach Einkommensgruppe für Benzin gezahlt wird.

Forschungsdesign („Study Design“)

Auf der Grundlage der jährlichen Benzinausgaben wird die wirtschaftliche Belastung durch die Benzinsteuer im Verhältnis zu drei alternativen Maßen der Zahlungsfähigkeit: a) jährliche Gesamtausgaben, als Proxy für das Lebenseinkommen, b) Jahreseinkommen und c) vermögensbereinigtes Jahreseinkommen, d. h. Jahreseinkommen, das um eine Vermögensrente und unterstellte Mieteinnahmen (für Hausbesitzer) erhöht wird, geschätzt.

Statistischer Abgleich (statistical matching) → Harmonisierung der gemeinsamen Variablen aus den zwei verwendeten Datensätzen.

Propensity-Score-Matching → Beobachtetes Vermögen in der SCF wird den Haushalten im CE-Datensatz zuzuordnen

Mahalanobis-Distanzfunktion → Haushalte in den beiden Datensätzen werden schlussendlich gepaart
Ansatz: Je stärker die Ungleichheit in der Zahlungsfähigkeit, desto ungleicher die relative Steuerbelastung.
Haushalte werden dafür in Dezile unterteilt.

Teixidó, J. J., & Verde, S. F. (2017): Is the Gasoline Tax Regressive in the Twenty-First Century? Taking Wealth Into Account. In: Ecological Economics, 138, 109-125.

Einteilung der Haushalte in verschiedene Altersgruppen, um die Verteilungswirkung der Steuer über das Alter hinweg vergleichen zu können
Berechnung des Suits-Index

Kernaussagen

Unterschätzung der regressiven Wirkung der Benzinsteuern in vielen Studien: Wird das vermögensbereinigte Einkommen anstelle des jährlichen Einkommens verwendet, ist die Steuer noch regressiver als in vielen Studien bei Betrachtung des jährlichen Einkommens beobachtet wird.
Jüngere Haushalte werden relativ gesehen deutlich stärker belastet (ca. 2,5% des Einkommens) als ältere Haushalte (ca. 1% des Einkommens). Dieser Effekt ist noch stärker zu beobachten, wenn das vermögensbereinigte Einkommen anstelle des jährlichen Einkommens verwendet wird.

Verteilungseffekte

Regressiv

Tovar Reaños, M. A., & Sommerfeld, K. (2018): Fuel for Inequality: Distributional Effects of Environmental Reforms on Private Transport. In: Resource and Energy Economics, 51, 28–43.

Forschungsfrage

Welche Verteilungseffekte und Wohlfahrtseffekte (privat und gesellschaftlich) haben Kraftstoffsteuern?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

Deutschland, 2002-2014

Daten

Panel Data zusammengestellt aus:
Deutsches Mobilitätspanel (MOP): Daten über Personen, Haushalte und Fahrzeuge; über bezahlte Benzinpreise, Menge Benzinverbrauch und gefahrene Kilometer pro Fahrzeug (2002-2014)
Deutsches Sozio-ökonomisches Panel: Haushaltseinkommen
ECOCAR Datensatz aus Umfrage (2007-2008) (Verwendete Variablen: Kleinkinder, Vollzeit, Mann, ländlicher Haushalt, gefahrene Kilometer, Unter 45, Einkommen, Bildung)
Daten über Kaufpreise und Benzinkosten für konventionelle und für elektrische und Erdgas-Fahrzeuge
Experimentelle Daten aus Simulationen

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

8.200 Haushalte, davon besitzen 6.259 mindestens ein Auto

Politische Maßnahme („Intervention“)

Simulation einer:
Erhöhung der Kraftstoffsteuer
Pauschale Ausgleichszahlungen
Subventionen für den Kauf alternativer Fahrzeuge

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Vergleich der Reduktion von CO₂-Emissionen durch verschiedene politische Maßnahmen
Vergleich von Einkommensgruppen in Quintilen
Vergleich zwischen urbanen und ländlichen Haushalten

Tovar Reaños, M. A., & Sommerfeld, K. (2018): Fuel for Inequality: Distributional Effects of Environmental Reforms on Private Transport. In: Resource and Energy Economics, 51, 28–43.

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Fahrverhalten (gemessen an gefahrenen Kilometern)
Wahl der Technologie
Veränderung der sozialen Wohlfahrt und Ungleichheit → gemessen über das Gleichverteilte Äquivalenzeinkommen Maß (Equally-Distributed Equivalent (EDE) Income measure (EDE)) basierend auf dem Atkinson's Index
Preiselastizität in verschiedenen Einkommensgruppen

Forschungsdesign („Study Design“)

Fahrverhalten: Lineare Nachfragefunktion nach gefahrenen Kilometern zur Messung der Wohlfahrtsverluste nach Steuern und Subventionen.

2-Stufen-Verfahren:

Diskretes Wahlmodell zur Schätzung der Wahrscheinlichkeit für den Kauf eines alternativen Fahrzeugs für verschiedene Haushaltstypen

Haushalte bestimmen Entfernungen, die sie mit einem Fahrzeug zurücklegen

Mit Hilfe der Daten wurde eine Regressionsanalyse durchgeführt.

Mikrosimulation:

Simulation der Fahrzeugwahl

Simulation der Wohlfahrtsverluste anhand einer Haushaltsausgabenfunktion auf Grundlage von Verhaltensparametern und Haushaltseinkommen und unter Verwendung einer Kennzahl für äquivalente Variation

Simulation von Szenarien, wo potenzielle Käufer alternativer Fahrzeuge verschiedenen politischen Maßnahmen gegenüberstehen

Kernaussagen

Zusätzliche Steuer auf Kraftstoffe wirkt regressiv, die Wirkung kann aber durch pauschale Ausgleichszahlungen abgeschwächt werden.

Es kommt zu einer Reduzierung von Ungleichheit und Steigerung der Wohlfahrt, wenn diese Pauschalzahlungen auch an Menschen ohne Fahrzeug gezahlt werden.

Wenn die zusätzlichen Steuereinnahmen zur Subventionierung von alternativen Fahrzeugen genutzt werden, verstärkt das die Ungleichheit und mindert die gesellschaftliche Wohlfahrt; dieser Effekt ist kleiner, wenn effizientere Fahrzeuge/Technologien subventioniert werden.

Eine effiziente Maßnahme mit Blick auf Gerechtigkeit und Minderung von CO₂-Emissionen ist eine starke Erhöhung der Kraftstoffsteuer und die anschließende Umverteilung der zusätzlichen Steuereinnahmen.

Die Umweltverschmutzung kann durch eine Kraftstoffsteuererhöhung von 30% um 9% gesenkt werden.

Verteilungseffekte

Zusätzliche Kraftstoffsteuern: regressiv

Rückzahlungen der zusätzlichen Steuereinnahmen an Haushalte: eher progressiv

Subventionen für den Kauf alternativer Fahrzeuge: regressiv

Zachmann, G., Fredriksson, G., & Claeys, G. (2018): The Distributional Effects of Climate Policy. Brussels: Bruegel.

Forschungsfrage

Welche Verteilungseffekte wurden für verschiedene Maßnahmen in verschiedenen Sektoren in Industrieländern von empirischen Studien gefunden?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

Zachmann, G., Fredriksson, G., & Claeys, G. (2018): The Distributional Effects of Climate Policy. Brussels: Bruegel.

International (verschiedene Industrieländer)

Daten

Daten verschiedener empirischer Studien

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

Haushalte in Industrieländern

Politische Maßnahme („Intervention“)

CO₂-Preis für Kraftstoffe und Flugkraftstoffe
Subventionen für kohlenstoffarme Technologien
Öffentliche Investitionen in kohlenstoffarme öffentliche Infrastruktur
Fahrzeugstandards

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Vergleich von Einkommensgruppen

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Anteil der erhöhten Kosten am Einkommen
Stärke der Begünstigung einer Einkommensgruppe

Forschungsdesign („Study Design“)

Zusammenstellung selektierter Studien zu den Verteilungseffekten von verschiedenen politischen Maßnahmen in unterschiedlichen Sektoren

Kernaussagen

Siehe Verteilungseffekte

Verteilungseffekte

CO₂-Preis für Kraftstoffe: eher regressiv
Gemischte Ergebnisse, da Haushalte mit geringem Einkommen eher weniger Autos besitzen. Allerdings geben sie einen größeren Anteil ihres Einkommens für Kraftstoffe aus.
CO₂-Preis auf Flugkraftstoffe: progressiv
Flugtransport wird stärker von Haushalten mit hohem Einkommen genutzt.
Subventionen für kohlenstoffarme Technologien: regressiv
Haushalte mit höherem Einkommen könne sich eher die Investition in kohlenstoffarme Technologien, wie E-Autos, leisten.
Öffentliche Investitionen in öffentliche kohlenstoffarme Infrastruktur
Gemischte Ergebnisse, da es von dem Ziel der Investition abhängt. Von mehr Bussen könnten eher einkommensschwache Haushalte profitieren und von Schnellzügen eher einkommensstarke Haushalte. Allerdings gibt es wenige Studien, die sich mit der Verteilungswirkung beschäftigt.
Fahrzeugstandards: regressiv
Hersteller*innen können höhere Preise für weniger effiziente Fahrzeuge verlangen und den Preis für effizientere Fahrzeuge senken. Da Haushalte mit höherem Einkommen sich effizientere Fahrzeuge eher leisten können und kaufen, profitieren sie stärker von den Auswirkungen der Effizienzstandards.

6.5.2 Förderungen und Subventionen

ÖPNV/ Elektroauto

Bach, S., Harnisch, M., & Isaak, N. (2018): Verteilungswirkungen der Energiepolitik - Personelle Einkommensverteilung. Enderbericht. DIW Berlin–Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung.

Siehe 6.5.1.2 Energie- und Kraftstoffsteuern

Baldenius, T., Bernstein, T., Kalkuhl, M., von Kleist-Retzow, M., & Koch, N. (2021): Ordnungsrecht oder Preisinstrumente? Zur Verteilungswirkung von Klimaschutzmaßnahmen im Verkehr. Wie fair ist die Energiewende? Ifo schnelldienst, 16, 7, 6.

Siehe 6.5.1.1 CO2-Preis

Borenstein, S., & Davis, L. W. (2016): The Distributional Effects of US Clean Energy Tax Credits. In: Tax Policy and the Economy, 30, 1, 191-234.

Forschungsfrage

Welche Verteilungseffekte haben verschiedene Programme zur Förderung von Elektro- und Hybridautos in den USA?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

USA, 2006-2014

Daten

Daten aus dem Finanzministerium der USA (2005-2012) - Einkommensdaten und Daten zu den Steuerausgaben/-gutschriften

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

US-amerikanische Haushalte

Politische Maßnahme („Intervention“)

Nicht-erstattungsfähige Steuergutschrift für den Kauf von Hybrid- und Elektroautos.

Im Jahr 2006 startete das Programm "Alternative Motor Vehicle Credit" (AMVC). Die Gutschrift betrug zwischen 400\$ und 4.000\$, abhängig von Modell des Autos. Für Fahrzeuge, die mit „sauberem Treibstoff“ (Hybrid, Erdgas, Wasserstoff, Brennstoffzelle) fahren, gab es eine Prämie von 2.000\$.

2009 begann das Programm "Qualified Plug-In Electric Drive Motor Vehicle Credit" (PEDVC), dass den Kauf von Hybrid- und Elektroautos förderte. Die Gutschrift betrug zwischen 2.500\$ und 7.500\$, abhängig von der Kapazität der Batterie.

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Verschiedene Einkommensgruppen werden verglichen

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Anteil der Antragstellenden nach Einkommensgruppe im Vergleich

Forschungsdesign („Study Design“)

Borenstein, S., & Davis, L. W. (2016): The Distributional Effects of US Clean Energy Tax Credits. In: Tax Policy and the Economy, 30, 1, 191-234.

Zuordnung der Antragstellenden zu den unterschiedlichen Einkommensgruppen. Konzentrationskurven (Lorenzkurve), für die beiden Programme und Konzentrationsindizes (Gini-Index) werden erstellt, um die Verteilung der Inanspruchnahme der Förderungen über die Einkommensgruppen hinweg zu verstehen.

Vergleich der Ergebnisse mit den Verteilungseffekten anderer Steuergutschriften (z.B. Kindersteuergutschrift, Einkommenssteuergutschrift), die erstattungsfähig sind → Berechnung des Konzentrationsindex (Gini-Index) und Vergleich mit Gini-Index der Energieeffizienzsteuern.

Kernaussagen

PEDV-Programm: Die unteren 80% der Einkommen bekommen nur weniger als 10% aller Gutschriften, die unteren 90% der Einkommen etwa 40% der Gutschriften.

Gini-Index AMVC: 0,584

Elektroauto allgemein: Das obere Quintil erhält 90% der Steuergutschriften → stark regressiv

Der Anteil der Antragstellenden steigt mit dem Einkommensquintil an.

Mögliche Erklärungen dafür sind, dass das Elektroauto trotz Förderung relativ teuer ist und damit vor allem den höheren Einkommensklassen vorbehalten bleibt. Eine weitere Option ist, dass sich das Elektroauto zu einer Art Statussymbol der Reichen entwickelt hat.

Außerdem spielt die Nicht-Erstattungsfähigkeit der Gutschriften eine entscheidende Rolle: Millionen von Steuerzahlern mit meist niedrigerem Einkommen sind nicht förderfähig, weil sie keine positive Steuerschuld haben. Erstattungsfähige Gutschriften haben im Gegensatz einen deutlich weniger regressiven Effekt.

Verteilungseffekte

Regressiv

Börjesson, M., Eliasson, J., & Rubensson, I. (2020): Distributional Effects of Public Transport Subsidies. In: Journal of Transport Geography, 84, 102674.

Forschungsfrage

Wie wirkt sich die Verteilung von Subventionen für den öffentlichen Nahverkehr auf unterschiedliche Bevölkerungsgruppen unter verschiedenen Preismodellen aus?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

Stockholm, 2015

Daten

Umfrage zu den Reisen am Tag

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

45.467 Befragte zwischen 16 und 84 Jahren, die in Stockholm leben

Politische Maßnahme („Intervention“)

Subventionen des öffentlichen Nahverkehrs unter differenzierten und Einheitspreismodellen

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Vergleich zwischen:

Sieben Einkommensgruppen

Stadt/Peripherie

Studierende/Arbeitende/Rentner*innen

Börjesson, M., Eliasson, J., & Rubensson, I. (2020): Distributional Effects of Public Transport Subsidies. In: Journal of Transport Geography, 84, 102674.

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Konzentrationsindex, der misst, wie Subventionen zwischen Einkommensgruppen verteilt sind.

Forschungsdesign („Study Design“)

Es wird die Subvention pro Fahrt ausgerechnet, indem der Fahrpreis von den Produktionskosten für die Fahrt abgezogen wird. Die Verteilung der Subventionen auf die Einkommensgruppen wird durch das Fahrverhalten der Einkommensgruppen bestimmt. Die Berechnungen werden auf verschiedene Fahrpreismodelle angewendet.

Kernaussagen

Die Unterschiede zwischen verschiedenen Gruppen sind gering. Untere Einkommensgruppen profitieren leicht von den Subventionen. Allerdings haben Subventionen kein Umverteilungspotential, da nur die höchste Einkommensgruppe etwas weniger von Subventionen profitiert.

Studierende bekommen einen dreifachen Anteil an Subventionen als Arbeitende. Junge Menschen profitieren am meisten von Subventionen auf Grund eines Studierendenrabattes und der hohen Anzahl an Fahrten. Rentner*innen nehmen die Subventionen am wenigsten in Anspruch.

Den bedeutendsten Unterschied gibt es zwischen Menschen, die in der Peripherie leben, und denen, die in der Stadt wohnen. Die Peripherie bekommt fünfmal mehr Subventionen pro Person. Pro Fahrt profitiert die Peripherie 10-fach von den Subventionen. Ein distanzbasierendes Preismodel würde die Unterschiede zwischen den Regionen ausgleichen.

Verteilungseffekte

Preismodel mit einem Einheitspreis mit Rabatten für Studierende und Rentner*innen: leicht progressiv.

Es gibt keine unterschiedlichen Verteilungseffekte zwischen differenzierten Preisen und Einheitspreismodellen. Nur wenn die Studierenden und Rentner*innen Rabatte wegfallen, ist das Preismodel regressiv.

Bureau, B., & Glachant, M. (2011): Distributional Effects of Public Transport Policies in the Paris Region. In: Transport Policy, 18, 5, 745-754.

Forschungsfrage

Welche Verteilungswirkung hat die Reduzierung der Fahrpreise im ÖPNV und die Erhöhung dessen Geschwindigkeit?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

Region Paris, 2001 - 2002

Daten

Globale Transportumfrage (Enquête Globale Transport Ile-de-France) 2001 - 2002

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

10.500 befragte Haushalte, sowohl in Paris Stadt, im äußeren und inneren suburbanen Paris

Politische Maßnahme („Intervention“)

Simulation verschiedener Maßnahmen:

Reduktion der Fahrpreise für alle öffentlichen Transportmittel um 10%

Zunahme der Geschwindigkeit der Metro 5 (Mobilität hauptsächlich in Paris Stadt) um 5%

Bureau, B., & Glachant, M. (2011): Distributional Effects of Public Transport Policies in the Paris Region. In: Transport Policy, 18, 5, 745-754.

Zunahme der Geschwindigkeit des RER und Transilien Netzwerks (Mobilität in den suburbanen Regionen und Anschluss der Stadt an die suburbanen Regionen) um 5%

Zunahme der Geschwindigkeit von Bussen in Paris Stadt um 10%

Zunahme der Geschwindigkeit von Bussen in suburbanen Regionen von Paris um 10%

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Vergleich zwischen Einkommensgruppen (in Quintilen)

Vergleich zwischen städtischen Gebieten sowie inneren und äußeren suburbanen Regionen

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Prozentueller Gewinn am Einkommen nach Einkommensklasse in Quintilen

Forschungsdesign („Study Design“)

Berechnung der individuellen jährlichen Fahrtkosten und der Reduktion der Kosten (Gewinn) durch die simulierte Preisreduktion

Berechnung des individuellen Zeitgewinns durch die simulierte Erhöhung der ÖPNV-Geschwindigkeit und Monetarisierung der Werte über den Wert der Reisezeit (Value of Travel Time (VOT))

Gewinne werden in Bezug zum Einkommen gesetzt und die Personen in Einkommensgruppen (Quintile) unterteilt.

Kernaussagen

Haushalte mit geringem Einkommen (erstes Quintil) geben 8% ihres Einkommens für den ÖPNV aus; im Gesamtdurchschnitt sind es nur 3%. Einkommensklassen mit geringem Einkommen profitieren sowohl von der Senkung der Fahrpreise als auch von der Erhöhung der Geschwindigkeit des ÖPNVs, wobei sie noch stärker von der Senkung der Fahrpreise profitieren (progressiver).

Insgesamt sparen die Nutzer*innen in allen Einkommensgruppen jeweils zwischen 27 und 28 Euro. In Prozent sind das bei der unteren Einkommensgruppe 0,7%, bei der oberen 0,08% → progressiv

Der Anteil der Menschen, die ÖPNV nutzen, variiert kaum zwischen den Einkommensgruppen, daher sind die Effekte bei ÖPNV-Nutzenden und Nicht-Nutzenden ähnlich progressiv.

Viel entscheidender als das Einkommen ist die Region, in der eine Person lebt (suburban oder urban).

Individuen in suburbanen Gebieten profitieren stärker von der Förderung der suburbanen Busse und Züge, während Personen aus Paris Stadt, stärker von einer Subventionierung der Metro 5 und weiteren urbanen Verkehrsmitteln profitieren.

Verteilungseffekte

Senkung des Fahrpreises: progressiv

Erhöhung der Geschwindigkeit des ÖPNVs: progressiv, unabhängig von Verkehrsmittel (am progressivsten Busse in suburbanen Regionen)

Camara, Y., Holtmark, B., & Misch, F. (2021): Electric Vehicles, Tax Incentives and Emissions: Evidence from Norway. IMF Working Paper WP/21/162.

Forschungsfrage

Wie kosteneffizient sind die norwegischen Steueranreize zum Kauf eines E-Fahrzeugs und wie viele Emissionen werden eingespart?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

Norwegen, 2010-2019

Camara, Y., Holtmark, B., & Misch, F. (2021): Electric Vehicles, Tax Incentives and Emissions: Evidence from Norway. IMF Working Paper WP/21/162.

Daten

Daten aus dem Kfz-Register und Steuerunterlagen
Norwegens Pkw-Register (enthält Daten zu Fahrzeugmerkmalen) (Statistics Norway)
Informationen über Preise von Neuwagen vor Steuern (norwegische Steuerverwaltung ab 2012)

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

Haushalte und deren Autos; 16,4 Millionen Beobachtungen auf Haushalt-Jahr-Ebene

Politische Maßnahme („Intervention“)

Subventionierung von/Steueranreize für E-Autos. Die norwegische Regierung hat sich das Ziel gesetzt bis 2025 nur noch emissionsfreie (Auspuffemissionen) Autos zuzulassen.

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Vergleich zwischen Einkommensgruppen (in Quintilen)
Vergleich Emissionsausstoß pro Haushalt vor der Subvention und nach der Subvention

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Veränderung der Emissionen abhängig vom Eigentum von E-Autos auf Haushaltsebene

Forschungsdesign („Study Design“)

Verschiedene (unvollkommene) Benchmarks:
Simulierte Grenzkosten der Vermeidung von Treibhausgasen
Simulierte Grenzkosten der Emissionsvermeidung in Norwegen
Regressionsanalyse

Kernaussagen

Der Kauf von E-Autos führt zu einem signifikanten Rückgang der Emissionen auf Haushaltsebene. Die Emissionseinsparungen sind allerdings begrenzt, was zu hohen indirekten Kosten der Steueranreize im Verhältnis zu Emissionseinsparungen führt.
Die Höhe der Emissionseinsparungen ist abhängig davon, welche Art von Fahrzeug ersetzt wird.

Verteilungseffekte

Regressiv
Subventionierung neuer Fahrzeuge bevorzugt reichere Haushalte
Kann durch Umverteilung ausgeglichen werden, wenn dabei die Höhe des Einkommens und tatsächlicher Gasverbrauch berücksichtigt werden

Fearnley, N., & Aarhaug, J. (2019): Subsidising Urban and Sub-Urban Transport - Distributional Impacts. In: European Transport Research Review, 11, 1, 1-10.

Forschungsfrage

Welche Verteilungswirkung haben unterschiedliche Ausgestaltungsarten einer ÖPNV-Subvention in Norwegen?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

Großraum um Oslo – sowohl ruraler als auch urbaner Raum, Daten von 2013 – 2014 und 2018

Daten

Fearnley, N., & Aarhaug, J. (2019): Subsidising Urban and Sub-Urban Transport - Distributional Impacts. In: European Transport Research Review, 11, 1, 1-10.

Daten auf nationaler Ebene: Statistisches Amt Norwegen (Statistics Norway)

Daten auf regionaler Ebene zu Ticketpreisen, Fahrgastanzahl, etc. von der lokalen ÖPNV-Behörde Ruter und aus Studien von Nore et al. (2014) und Aarhaug et al. (2018) für eine breitere geografische Abdeckung.

Daten zum Reiseverhalten stammen von der nationalen Reiseerhebung 2013/14 (NTS).

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

Haushalte im Großraum Oslo

Politische Maßnahme („Intervention“)

Bezuschussung des ÖPNVs – aktueller Subventionsmix in Norwegen

Subvention einer ÖPNV-Saisonkarte

Subvention verschiedener Transportmittel in verschiedenen Regionen zu unterschiedlichem Grad (Bus, Metro, Fähre, Zug, S-Bahn jeweils in der Stadt und in ländlicher Gegend)

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Vergleich Oslo (Stadt) mit Akershus (suburbanen und ruralen Gegend um Oslo)

Vergleich Einkommensgruppen

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Welche Einkommensklassen nutzen den ÖPNV?

Beziehung zwischen der Nutzung unterschiedlicher Transportmittel durch verschiedene Einkommensklassen und der relativen Höhe der Subventionierung der verschiedenen Transportmittel.

Forschungsdesign („Study Design“)

Alle Subventionen für die verschiedenen Transportmittel werden nach Regionen (Oslo und der umliegenden Region Akershus) erfasst.

Die Transportmittelnutzung der Haushalte wird nach Art des Transportmittels und nach Einkommensgruppen erfasst.

Diese beiden Informationen werden in Relation gesetzt, so kann gezeigt werden, welche Einkommensgruppe am stärksten vom aktuellen norwegischen Subventionsmix profitiert.

Kernaussagen

Beobachtungen:

Busse werden vor allem von Haushalten mit geringem Einkommen genutzt

Bahnen, Züge und Fähren werden eher von Haushalten mit höheren Einkommen genutzt

In der Stadt (in Oslo) ist die Nutzung des ÖPNV in allen Einkommensklassen höher als in den suburbanen und ruralen Gegenden (in Akershus)

In Akershus wird der ÖPNV deutlich stärker von niedrigen Einkommensklassen genutzt als von höheren Einkommensklassen

Ergebnisse (allgemein):

Insgesamt wird der ÖPNV deutlich stärker von geringen Einkommensklassen als von Haushalten mit höherem Einkommen genutzt, d.h. die Subvention wirkt allgemein progressiv

Eine Erhöhung der Subvention ist regressiv, da die Kosten für die Gewinnung eines weiteren (marginalen) ÖPNV-Fahrgastes höher als die durchschnittlichen Fahrgastkosten sind. Diese diskretionären Fahrgäste sind in der Regel relativ wohlhabend.

Ergebnisse (Effekte innerhalb des Mixes):

Subvention von Saisonfahrkarten ist regressiv, da die meisten Nutzenden einer solchen Karte höhere Einkommen haben. Einzelne Tickets, die vor allem von Personen mit geringeren Einkommen genutzt werden, sind hingegen teurer.

Besonders stark subventioniert werden die Verkehrsmittel, die von Personen mit höherem Einkommen genutzt werden (Fähre, Zug) → Daher: regressiv

Fearnley, N., & Aarhaug, J. (2019): Subsidising Urban and Sub-Urban Transport - Distributional Impacts. In: European Transport Research Review, 11, 1, 1-10.

Verteilungseffekte

Moderat progressive, allerdings auch abhängig von der Art des subventionierten ÖPNV

Kaul, A., Pfeifer, G., & Witte, S. (2016): The Incidence of Cash for Clunkers: Evidence from the 2009 Car Scrapage Scheme in Germany. In: International Tax and Public Finance, 23, 6, 1093-1125.

Forschungsfrage

Welche Auswirkungen hat die deutsche Abwrackprämie auf verschiedene Autosegmente?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

Deutschland, 2007 - 2010

Daten

Repräsentative Mikrotransaktionsdaten, 8.156 Beobachtungen von Autokäufen (Neuwagen), Informationen von sechs zufällig gewählten Autohändlern über das Auto (Marke, Fahrzeugklasse, Modell), Transaktion (MSRP, Preis, Preisnachlass, Datum) und zum Käufer (u. A. Geschlecht, Alter, mit oder ohne Subvention)

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

8.156 Autokäufe

Politische Maßnahme („Intervention“)

Anfang 2009 wurde die deutsche Abwrackprämie eingeführt und lief bis Ende des Jahres. Gefördert wurde der Kauf von Neu- oder Jahreswagen mit einer Subvention von 2.500 bzw. 3.500€ pro Fahrzeug (Gesamtbudget bei 5 Mrd. Euro). Voraussetzung für die Förderung war die Abgabe eines Gebrauchtwagens (mindestens neun Jahre seit Erstzulassung).

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Vergleich verschiedener Preissegmente bei Autos

Vergleich des Preisnachlasses von subventionierten Käufen und nicht-subventionierten Käufen

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Prozentualer Preisnachlass auf die unverbindliche Preisempfehlung des Herstellers (MSRP) in Abhängigkeit vom Abwrack-Dummy und weiteren Kontrollvariablen

Forschungsdesign („Study Design“)

Regressionsanalyse: (1) Schätzung des durchschnittlichen Effekts der Subvention auf den prozentualen Preisnachlass und (2) Zulassen von Heterogenität in den Autopreisen

Kernaussagen

Der Effekt der Subvention in den verschiedenen Preissegmenten variiert stark und signifikant: Käufer*innen, die von der Abwrackprämie Gebrauch machen und relativ günstigere Autos kaufen, zahlen weniger als Personen, die einen vergleichbaren Neuwagen kaufen, aber keine Subvention erhalten (7-21%), was auf eine Inzidenz von etwas unter 100 % hindeutet. Bei teureren Fahrzeugen wurde den Kund*innen, die von der Subvention Gebrauch machen zusätzlich zur staatlichen Prämie ein hoher Nachlass gewährt (27-30%), sodass die Inzidenz deutlich über 100% liegt → regressiv

Inzidenzbetrag von ca. 7% (352 Mio. Euro) des Subventionsbudgets (5 Mio. Euro), was darauf hindeutet, dass der positive Effekt bei teuren Fahrzeugen den negativen Effekt bei Kleinwagen überkompensiert.

Kaul, A., Pfeifer, G., & Witte, S. (2016): The Incidence of Cash for Clunkers: Evidence from the 2009 Car Scrappage Scheme in Germany. In: International Tax and Public Finance, 23, 6, 1093-1125.

Verteilungseffekte

Unter der Annahme, dass teure Autos üblicherweise von einkommensstärkeren Haushalten gekauft werden: regressiv

Matas, A., Raymond, J. L., & Ruiz, A. (2020): Economic and Distributional Effects of Different Fare Schemes: Evidence from the Metropolitan Region of Barcelona. In: Transportation Research Part A: Policy and Practice, 138, 1-14.

Forschungsfrage

Welche Auswirkungen auf Gerechtigkeit haben unterschiedliche Tarifniveaus und Systemdesigns des öffentlichen Verkehrs in Barcelona?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

Barcelona, Simulation mit Daten von 2006

Daten

Tägliche Mobilitätsbefragung der Metropolregion Barcelona

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

19.111 befragte Personen in Barcelona

Politische Maßnahme („Intervention“)

Subventionen des öffentlichen Nahverkehrs mit verschiedenen Tarifniveaus und -designs
Tarife nach Zonen
Einheitspreise für alle Tarifzonen
Tarife basierend auf der Fahrtlänge
Keine Tarifintegration zwischen Verkehrsmitteln

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Vergleich zwischen Haushalten aus sechs verschiedenen Einkommensgruppen

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Subvention pro Person

Forschungsdesign („Study Design“)

Berechnung der tatsächlichen Subvention pro Person abhängig von der Anzahl an Fahrten. Dafür wird der Fahrpreis von den allgemeinen Fahrtkosten abgezogen.

Kernaussagen

Die Subventionen eines Tarifs pro Zone verringern sich mit steigendem Einkommensniveau, da untere Einkommensgruppen mehr den öffentlichen Nahverkehr nutzen.
Ein Einheitspreis für alle Tarifzonen ist leicht regressiv, da untere Einkommensgruppen eher kürzere Fahrten innerhalb einer Zone machen. Daher ist ein Tarif basierend auf der Fahrtenlänge leicht progressiv.
Abschaffung der Tarifintegration zwischen Verkehrsmitteln hat einen leicht regressiven Effekt.

Verteilungseffekte

Tarife nach Zonen: leicht progressiv

Matas, A., Raymond, J. L., & Ruiz, A. (2020): Economic and Distributional Effects of Different Fare Schemes: Evidence from the Metropolitan Region of Barcelona. In: Transportation Research Part A: Policy and Practice, 138, 1-14.

Einheitspreise für alle Tarifzonen: leicht regressiv
Tarife basierend auf der Fahrlänge: leicht progressiv
Keine Tarifintegration zwischen Verkehrsmitteln: leicht regressiv

Ohlendorf, N., Jakob, M., Minx, J. C., Schröder, C., & Steckel, J. C. (2021): Distributional Impacts of Carbon Pricing: A Meta-Analysis. In: Environmental and Resource Economics, 78, 1, 1-42.

Siehe 6.5.1.1 CO₂-Preis

Rosas-Flores, J. A., Bakhat, M., Rosas-Flores, D., & Zayas, J. L. F. (2017): Distributional Effects of subsidy removal and implementation of carbon taxes in Mexican households. Energy Economics, 61, 21-28.

Siehe 6.5.1.2 Energie- und Kraftstoffsteuer

Tovar Reaños, M. A., & Sommerfeld, K. (2018): Fuel for Inequality: Distributional Effects of Environmental Reforms on Private Transport. In: Resource and Energy Economics, 51, 28–43.

Siehe 6.5.1.2 Energie- und Kraftstoffsteuer

Zachmann, G., Fredriksson, G., & Claeys, G. (2018): The Distributional Effects of Climate Policy. Brussels: Bruegel.

Siehe 6.5.1.2 Energie- und Kraftstoffsteuer

6.5.3 Ordnungsrechtliche Maßnahmen

Kraftstoffverbrauchs-/ Effizienzstandards

Baldenius, T., Bernstein, T., Kalkuhl, M., von Kleist-Retzow, M., & Koch, N. (2021): Ordnungsrecht oder Preisinstrumente? Zur Verteilungswirkung von Klimaschutzmaßnahmen im Verkehr. Wie fair ist die Energiewende? Ifo schnelldienst, 16, 7, 6

Siehe 6.5.1.1 CO₂-Preis

Davis, L. W., & Knittel, C. R. (2019): Are Fuel Economy Standards Regressive? In: Journal of the Association of Environmental and Resource Economists, 6, 1, 37-63.

Forschungsfrage

Welche Verteilungswirkung haben Kraftstoffverbrauchsstandards?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

USA, 2012

Daten

Daten der DataOne Software zu Fahrzeugen, die zwischen 1979-2012 verkauft wurden.

Davis, L. W., & Knittel, C. R. (2019): Are Fuel Economy Standards Regressive? In: Journal of the Association of Environmental and Resource Economists, 6, 1, 37-63.

Daten des Unternehmens Polk Automotive zu Fahrzeugen, die in den USA registriert sind.
Daten des American Community Survey (ACS) zum Einkommen der Haushalte in den USA.

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

2.179 Haushalte

Politische Maßnahme („Intervention“)

Einführung von Kraftstoffverbrauchsstandards → Regulation, die auch als indirekte Subvention für kraftstoffverbrauchssarme Fahrzeuge und Steuer für kraftstoffintensive Fahrzeuge gesehen werden kann. Das Corporate Average Fuel Economy (CAFE) Programm wurde 1975 in den USA eingeführt. Autoherstellende sind zur Einhaltung eines verkaufsgewichteten durchschnittlichen Kraftstoffverbrauchs ihrer Flotte verpflichtet. Die Verpflichtungen der Autoherstellenden sind handelbar, sprich hält ein*e Autohändler*in die Verpflichtungen nicht ein, kann dies kompensiert werden, indem ein*e anderen Händler*in den durchschnittlichen Kraftstoffverbrauch seiner*ihrer Flotte stärker proportional senkt. Je nach Größe des Fahrzeugs unterscheidet sich der „CO₂-Fußabdruck“ des Autos der angestrebt werden soll. Es geht also primär um die Energieeffizienz und den relativen Verbrauch der Autos. Der Anreiz zum Bau/Kauf eines kleineren Fahrzeugs besteht nicht. Elektrische Fahrzeuge werden mit Null-Emissionen angesetzt und auch Hybride Fahrzeuge werden präferenziell behandelt.

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Vergleich von Einkommensgruppen in Dezilen

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Durchschnittlicher Steueranteil am Einkommen, der nach Einkommensgruppe indirekt für das Fahrzeug des Haushalts gezahlt werden muss.

Forschungsdesign („Study Design“)

Gewinnmaximierungsfunktion der Autohersteller*innen aufstellen unter der Bedingung der CAFE-Standards (unter perfektem Wettbewerb und bei Oligopolen).

Es wird gezeigt, wie jedes Fahrzeugmodell im Vergleich zu seinem Emissionsziel abschneidet -> Welche Modelle werden subventioniert, welche besteuert?

Kombinierung des Gewinnmaximierungsproblems von Autoherstellenden mit Daten über Fahrzeugzulassungen, um zu sehen, wie die durchschnittlichen Auswirkungen der CAFE-Normen zwischen Bezirken mit hohem und niedrigem Einkommen variieren

Vergleich der Verteilungseffekte mit bereits vorhandenen Schätzungen zu den Verteilungseffekten einer CO₂-Steuer.

Kernaussagen

Werden nur neue Fahrzeuge betrachtet, dann wirkt der CAFE-Standard leicht progressiv, was vor allem daran liegt, dass Haushalte mit höherem Einkommen mehr neue Fahrzeuge kaufen.

Werden auch gebrauchte Fahrzeuge miteinbezogen (wie es bei CAFE die Regel ist), ist die Maßnahme leicht regressiv.

CAFE-Standards sind progressiver im Vergleich zu einer CO₂-Steuer ohne Rückverteilung. Wird das Geld aber rückverteilt, ist die Steuer progressiver als die Standards.

Verteilungseffekte

Siehe Kernaussagen

Jacobsen, M. R. (2013): Evaluating US Fuel Economy Standards in a Model with Producer and Household Heterogeneity. In: American Economic Journal: Economic Policy, 5, 2, 148-87.

Forschungsfrage

Wie wirken sich Verbrauchseffizienz-Standards auf die Verteilung von Produzenten- und Konsumentenrente zwischen verschiedenen Produzenten und verschiedenen Haushalten aus?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

USA, 2001

Daten

Nationale Erhebung über den Personenverkehr privater Haushalte, 2001
Ward's Automotive Yearbook für Informationen über Fahrzeug Charakteristika
National Automobile Dealer's Association (NADA) Car Guide für Autopreise

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

Autoproduzent*innen und Haushalte, die Autos kaufen

Politische Maßnahme („Intervention“)

Verbrauchseffizienz-Standards für die Autoflotte von Produzenten

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Vergleich zwischen Produzent*innen und Konsument*innen
Vergleich zwischen verschiedenen Produzent*innen
Vergleich zwischen Haushalten mit verschiedenen Einkommensgruppen

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Verluste in Produzenten- und Konsumentenrente

Forschungsdesign („Study Design“)

Es wird ein Model erstellt, das das Optimierungs-Verhalten der Produzent*innen als Reaktion auf die Emissions-Standards erfasst. Das Verhalten der Firmen wird in drei Gruppen aufgeteilt: die Flotte ist im Durchschnitt besser als die Standards; die Flotte ist im Durchschnitt schlechter als die Standards und Firmen zahlen Strafe; im Durchschnitt erfüllt die Flotte die Standards.

Ein Nachfrage Model wird erstellt, welches die Wahl des Fahrzeugs und der gefahrenen Kilometer schätzt, sowie die Nachfrage nach Gebrauchtwagen abbildet. Ein Angebot-Model wird erstellt, das die Produktion in Reaktion auf die Kostenverteilung für die drei Produzentengruppen abbildet.

Ein Gleichgewicht zwischen Angebot und Nachfrage wird mit dem Angebot-Nachfrage-Model simuliert und somit das Verhalten auf dem Neu- und Gebrauchtwagen Markt pro Jahr gezeigt. Daraus werden die Erzeuger- und Konsumentenrente berechnet. Um die Verteilungseffekte auf Haushalte zu bestimmen, werden die Wohlfahrtsverluste in Konsumentenrente anteilig vom Einkommen berechnet.

Kernaussagen

Vergleich zwischen Produzent*innen und Konsument*innen

Die Rentenverluste der Produzent*innen sinken über die Zeit und die Rentenverluste der Konsument*innen steigen stark an über die Zeit an. Dies liegt daran, dass die Effizienz-Standards sich auch auf den Gebrauchtwagenmarkt auswirken und dabei die Konsument*innen die höchsten Kosten der Wohlfahrtsverluste tragen.

Vergleich zwischen verschiedenen Produzent*innen

Inländische Produzent*innen verlieren 4-21% Gewinn im ersten Jahr und ausländische Firmen können ihren Gewinn vergrößern. Die Wohlfahrtsverluste betreffen hauptsächlich inländische Firmen.

Vergleich zwischen Haushalten mit verschiedenen Einkommensgruppen

Jacobsen, M. R. (2013): Evaluating US Fuel Economy Standards in a Model with Producer and Household Heterogeneity. In: American Economic Journal: Economic Policy, 5, 2, 148-87.

In den ersten Jahren der Standards sind die Wohlfahrtsverluste proportional zum Einkommen. Über die Jahre steigen die Wohlfahrtsverluste für einkommensschwache Haushalte stark an.

Einkommensschwache Haushalte erfahren Verluste, die mehr als dreimal so groß sind, wie die von einkommensstarken Haushalten. Der Grund dafür ist, dass Effizienz-Standards über die Zeit Preise von Gebrauchtwagen anheben und die Zusammensetzung des Gebrauchtwagenmarktes verändern.

Verteilungseffekte

Über die Zeit steigende Regressivität

Levinson, A. (2019): Energy Efficiency Standards Are More Regressive Than Energy Taxes: Theory and Evidence. In: Journal of the Association of Environmental and Resource Economists, 6, 1, 7-36.

Siehe 6.5.1.2 Energie- und Kraftstoffsteuer

Zachmann, G., Fredriksson, G., & Claeys, G. (2018): The Distributional Effects of Climate Policy. Brussels: Bruegel.

Siehe 6.5.1.2 Energie- und Kraftstoffsteuer

Veränderung der Infrastruktur

Pereira, R. H., Banister, D., Schwanen, T., & Wessel, N. (2019): Distributional Effects of Transport Policies on Inequalities in Access to Opportunities in Rio de Janeiro. In: Journal of Transport and Land Use, 12, 1, 741-764.

Forschungsfrage

Wie können Investitionen in den öffentlichen Verkehr sozialräumliche Ungleichheiten durch die Veränderung der Erreichbarkeit und Zugang zu Chancen umgestalten?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

Rio de Janeiro, Brasilien, 2014-2017

Daten

Brasilianische Bevölkerungszählung, 2010

Schulzählung des Bildungsministeriums, 2015

Daten zu den offiziellen Beschäftigungsverhältnissen, 2015 des Arbeitsministeriums

Öffentliches Verkehrsnetz für April 2014 und März 2017 vom Fetranspor (Verband der Personenbeförderungsunternehmen in Rio de Janeiro)

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

Haushalte in Rio de Janeiro

Politische Maßnahme („Intervention“)

Neuorganisation der Buslinien und Rückbau des Betriebes der erweiterten Infrastruktur für die Fußballweltmeisterschaft und die Olympischen Spiele

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Vergleich zwischen verschiedenen Einkommensgruppen

Pereira, R. H., Banister, D., Schwanen, T., & Wessel, N. (2019): Distributional Effects of Transport Policies on Inequalities in Access to Opportunities in Rio de Janeiro. In: Journal of Transport and Land Use, 12, 1, 741-764.

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Zugang zu Schulen und Arbeitsplätzen für verschiedene Einkommensgruppen

Forschungsdesign („Study Design“)

Vorher-Nachher-Vergleich der Erreichbarkeit von Schulen und Arbeitsplätzen durch das veränderte Verkehrsnetz in Rio (2014-2017). Die räumliche Verteilung der Schulen und Arbeitsplätze wurde konstant gehalten, um den alleinigen Effekt der Veränderung des Verkehrsnetzes zu untersuchen.

Mithilfe eines kumulativen Möglichkeitsmaßes werden die Schulen und Arbeitsplätze in einem Umkreis von 60 Minuten zu Fuß oder mit dem öffentlichen Nahverkehr erfasst.

Ein räumliches Regressionsmodell wurde genutzt, um zu untersuchen, wie sich die Transportmaßnahmen auf den Zugang zu Schulen und Arbeitsplätzen für verschiedene Einkommensgruppen auswirken

Kernaussagen

Vom Rückbau des Betriebes und der Neuorganisation der Buslinien haben hauptsächlich reiche Viertel profitiert, deren Erreichbarkeit ausgebaut wurde. Ärmere Regionen mussten teilweise ihre Erreichbarkeit aufgeben.

Die Ungleichheit der Erreichbarkeit von Arbeitsplätzen zwischen den oberen 20% und den unteren 20% hat sich von 85% auf 116% erhöht.

Verteilungseffekte

Regressiv

Fahrverbote Metropolregionen

Baldenius, T., Bernstein, T., Kalkuhl, M., von Kleist-Retzow, M., & Koch, N. (2021): Ordnungsrecht oder Preisinstrumente? Zur Verteilungswirkung von Klimaschutzmaßnahmen im Verkehr. Wie fair ist die Energiewende? Ifo schnelldienst, 16, 7, 6.

Siehe 6.5.1.1 CO₂-Preis

Benutzerabgabe/ Maut

Eliasson, J. (2016): Is Congestion Pricing Fair? Consumer and Citizen Perspectives on Equity Effects. In: Transport Policy, 52, 1-15.

Forschungsfrage

Von welchen Einkommensschichten wird eine City Maut aus einer Konsumierenden und Bürger*innen Perspektive fair/unfair empfunden?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

Stockholm, Lyon, Helsinki (2011) und Göteborg (2012 (vor Einführung) und 2013 (nach Einführung)).

Daten

Umfragedaten von

Börjesson, M., Eliasson, J., Hamilton, C., 2016. Why experience changes attitudes to congestion pricing: the case of Gothenburg.

Hamilton, C. J., Eliasson, J., Brundell-Freij, K., Raux, C., Souche, S., 2014. Determinants of congestion pricing acceptability.

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

Eliasson, J. (2016): Is Congestion Pricing Fair? Consumer and Citizen Perspectives on Equity Effects. In: Transport Policy, 52, 1-15.

Jeweils um die 1.500 Personen pro Stadt

Politische Maßnahme („Intervention“)

City- Maut (zum Teil hypothetisch, zum Teil tatsächlich implementiert)

Stockholm System: eingeführt 2006 → 1 bis 2 Euro müssen gezahlt werden für die Fahrt in der Innenstadt zu bestimmten Tageszeiten. Die Einnahmen werden für den Ausbau von Umgehungsstraßen genutzt.

Göteborg System: eingeführt 2013 → 0,08 bis 1,80 Euro müssen gezahlt werden für die Fahrt in der Innenstadt zu bestimmten Tageszeiten. Die Einnahmen werden für den Bau eines Tunnels genutzt.

Helsinki: hypothetische Situation: Dort wurde zur Zeit der Umfrage intensiv über eine kilometerbezogene City Maut diskutiert (2 Zonen innerhalb und außerhalb des Stadtkerns)

Lyon: hypothetische Situation: 3 Euro pro Tag, maximal 50 Euro im Monat unabhängig von der Tageszeit

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Einkommensgruppen werden untereinander verglichen

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Prozentualer Anteil des Einkommens, der für die City-Maut anfällt

Forschungsdesign („Study Design“)

Allgemein: Unterscheidung zwischen: Was betrachten Personen aus Konsument*innen Perspektive als „fair“ (→ Nutzen maximieren) und was betrachten Personen aus Bürgersicht als gesellschaftlich „fair“?

Part 1: Berechnung der Verteilungseffekte:

Umfrage (Frage 1): „Wie viel zahlen Sie aktuell (Stockholm, Göteborg) oder würde Sie bei der Einführung einer City Maut zahlen müssen (Lyon und Helsinki)?“ Betrachtung der Verteilung der Beträge über die unterschiedlichen Einkommensgruppen (absolut und im Verhältnis zum Einkommen).

Berechnung des Suits-Index für die jeweilige Stadt

Berechnung des Verteilungseffekts, wenn Firmenwagen von der City-Maut erstens ausgeschlossen und zweitens inkludiert sind → Vergleich

Betrachtung der Verteilung anhand sozio-ökonomischer Faktoren, für Einkommen wird kontrolliert

Part 2: Berechnung des individuellen Eigennutzens einer City Maut (Konsument*innen Perspektive):

Umfrage (Frage 2): „Wie würden Sie im hypothetischen Fall eines Referendums zu einer Citymaut entscheiden?“ → Berechnung der Akzeptanz der Maut über verschiedene Einkommensgruppen hinweg

Umfrage (Frage 3): „Wie viel würden Sie für einen Zeitersparnis von 20 min auf einem Weg zahlen?“ → Berechnung des Wertes für Fahrzeit über verschiedene Einkommensgruppen

Kombination der gesparten Fahrzeit, der Anzahl der Autos pro Haushalt, die Anzahl der Fahrten und der finanziellen Belastung, um den individuellen Eigennutzen einer Person durch die Einführung einer Maut nach Einkommensgruppe zu berechnen.

Part 3: Berechnung des Nutzens auf Bürger*innen Perspektive:

Umfrage (Frage 4): „Beurteilen Sie XY als fair?“ und ähnliche Fragen zum Vertrauen in Staat, der Bepreisung als Umweltschutzzinstrument, etc. → Versuch das Verständnis von gesellschaftlicher Fairness der Individuen zu beschreiben

Überprüfung, ob diese Werte mit der Ablehnung/Befürwortung der Maut übereinstimmen

Vergleich dieser Wert/Perspektiven über die Einkommensschichten hinweg.

Kernaussagen

Part 1:

Göteborg und Helsinki: Hohe Einkommensklassen zahlen absolut gesehen weniger als mittlere Einkommensklassen, da sie Zugriff auf Firmenwagen haben, die von der Steuer ausgenommen sind (Göteborg) oder im Durchschnitt eher zentraler in der Stadt leben und daher weniger Kilometer zurücklegen (Helsinki).

Eliasson, J. (2016): Is Congestion Pricing Fair? Consumer and Citizen Perspectives on Equity Effects. In: Transport Policy, 52, 1-15.

In allen Städten: Haushalte mit höheren Einkommen zahlen relativ gesehen weniger Steuern als Haushalte mit geringerem Einkommen → regressiv

In Lyon und Göteborg: moderat regressiv; In Stockholm und Helsinki: schwach regressiv

Die Unterschiede zwischen den Einkommensgruppen in den Städten sind ähnlich, obwohl die Maut, immer unterschiedlich ausgestaltet ist.

Durch den Ausschluss von Firmenwagen von der Maut steigt die Regressivität.

Verteilungseffekte über sozio-ökonomische Faktoren:

Lyon, Göteborg: Haushalte mit Kindern unter 18 Jahren zahlen mehr als kinderlose Haushalte

Lyon, Helsinki, Stockholm: Männer zahlen mehr als Frauen

Lyon: Personen über 65 zahlen weniger, im Vergleich zu anderen Altersgruppen

Bildung beeinflusst die Ergebnisse nicht systematisch

Part 2:

Je mehr eine Person für die City-Maut absolut gesehen zahlen muss, desto weniger Zustimmung erhält deren Einführung.

Die größte Differenz in der Zustimmung besteht zwischen Menschen, die gar nichts zahlen müssen, und denen, die ein bisschen zahlen müssen.

Die Akzeptanz der Maut ist in Göteborg nach der Einführung über alle Einkommensgruppen hinweg gleichermaßen gestiegen → Erfahrungseffekt

Die Zahlungsbereitschaft für Zeitersparnis unterscheidet sich nicht signifikant nach Einkommensgruppen.

Das mag daran liegen, dass die maximale wählbare Zahlungsbereitschaft relativ niedrig angesetzt wurde (5 Euro für 20 min).

Die Maut ist progressiv aus Perspektive des individuellen Eigennutzens (außer in Lyon)

Part 3:

Bei der Perspektive als Bürger*in gewinnen vor allem die Haushalte mittleren Einkommens. Sie empfinden die City Maut als „fair“.

Verteilungseffekte

Relativ zum Einkommen zahlen Haushalte mit geringem Einkommen mehr: regressiv

Aus individueller Eigennutzperspektive: größtenteils progressiv

Raub, K. R., Scholz, A. B., & Liedtke, G. T. (2013): Impacts of Road User Charges on Individual Welfare - A Pre-Inauguration Exploration for Germany. In: Case Studies on Transport Policy, 1, 1-2, 46-52.

Forschungsfrage

Wie hoch ist die finanzielle Belastung der Haushalt durch eine Benutzungsgebühr für Straßen zwischen verschiedenen Einkommensgruppen?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

Deutschland, 2008

Daten

Deutsches Mobilitätspanel 2009 im Auftrag des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr, Daten von 2008

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

584 Haushalte und 1.374 Personen

Politische Maßnahme („Intervention“)

Raub, K. R., Scholz, A. B., & Liedtke, G. T. (2013): Impacts of Road User Charges on Individual Welfare - A Pre-Inauguration Exploration for Germany. In: Case Studies on Transport Policy, 1, 1-2, 46-52.

Szenario 1: Pflicht zum Kauf einer Vignette, die die Benutzung der Autobahn jeweils für ein Jahr erlaubt (Preis: 140 Euro)

Szenario 2: Wie Szenario 1 bei gleichzeitiger Senkung der Energiesteuer um 0,05 Euro pro Liter und der Senkung der Kraftfahrzeugsteuer um 4,50 Euro pro 100 cm³

Szenario 3: Distanzabhängige Nutzergebühren auf Autobahnen von 0,04 Euro pro Kilometer

Szenario 4: Wie Szenario 3 bei gleichzeitiger Senkung der Energiesteuer um 0,05 Euro pro Liter und der Senkung der Kraftfahrzeugsteuer um 4,50 Euro pro 100 cm³

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Haushalte werden nach ihrem verfügbaren Äquivalenzeinkommen in fünf Gruppen eingeteilt und untereinander verglichen.

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Prozentualer Einkommensverlust nach Einkommensgruppe

Forschungsdesign („Study Design“)

Berechnung der Kilometer, die die von den Autonutzenden täglich auf der Autobahn zurückgelegt werden
Durchschnittliche prozentuale Einkommensverluste nach Einkommensgruppen werden modelliert

Kernaussagen

Szenario 1–3: regressiv (am stärksten regressiv ist Szenario 1). Hier muss die obere Einkommensklasse 0,64% ihres verfügbaren Äquivalenzeinkommens mehr bezahlen, bei den unteren Einkommensklassen ist der prozentuale Anteil bis zu dreimal so hoch.

Szenario 4: leicht progressiv, fast neutral (minimale Entlastung der unteren Einkommensklassen und minimale Belastung der oberen Einkommensklassen)

Verteilungseffekte

Siehe Kernaussagen

Santos, G., & Caranzo, A. (2022): Potential Distributional Impacts of Road Pricing: A Case Study. In: Case Studies on Transport Policy, 10, 1, 1-31.

Forschungsfrage

Wie verändern sich die Gesamtkosten, das Verkehrsaufkommen und welche Verteilungseffekte ergeben sich durch die Einführung einer Maut für Nachbargemeinden um Cardiff?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

Cardiff, (UK) und 19 Nachbargemeinden, 2018 - 2019

Daten

Verschiedene Transportdaten vom Nationalen Statistischen Amt, vom Verkehrsministerium, der statistischen Behörde von Wales (StatsWales) und dem Globalen Verkehrsanzeiger INRIX.

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

Haushalte aus 20 Gemeinden, inklusive Cardiff

Politische Maßnahme („Intervention“)

Simulation einer £2 City Maut für Pendelnde aus den umliegenden Gemeinden

Santos, G., & Caranzo, A. (2022): Potential Distributional Impacts of Road Pricing: A Case Study. In: Case Studies on Transport Policy, 10, 1, 1-31.

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Auswirkung auf die verschiedenen Gemeinden um Cardiff wird verglichen, Verkehrsaufkommen (nur Pendler*innen) vor und nach Maut wird verglichen

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Veränderung des Einkommensanteil durch Maut nach Gemeinde

Forschungsdesign („Study Design“)

Schätzung der allgemeinen Kosten für das Pendeln nach Cardiff mit dem Auto aus verschiedenen lokalen Gemeinden vor der Maut im Jahr.

Schätzung der Kosten pro Jahr mit der Maut (Addition von £2).

Durchschnittliches Einkommen pro Gemeinde wird berechnet.

Reduktion des durchschnittlichen Einkommens durch Maut wird pro Gemeinde berechnet, um

Verteilungseffekte darzustellen

Nachfrageelastizität wird geschätzt und Zeit monetarisiert -> Um die Zeiteinsparung und dann die geschätzte Reduktion des Verkehrs zu messen.

Kernaussagen

Die Gesamtkosten für Pendelnde nach Cardiff steigen durchschnittlich um 21,3%.

Die Anzahl der Fahrten aus anderen Gemeinden nach Cardiff nehmen zwischen 3,7% und 11,1% ab. Würden auch Fahrten die in Cardiff starten und enden mit einer Maut belegt, könnte das Verkehrsaufkommen um 14,6% bis zu 43,7% reduziert werden. Durchschnittlich belaufen sich die Mehrkosten eines Pendlerhaushaltes auf £522 pro Jahr.

Die Verteilungseffekte sind von der jeweiligen Gemeinde abhängig.

Bewohner*innen Cardiffs erzeugen den meisten Pendlerverkehr, sind aber von der Maut ausgenommen → Die Reduktion des Verkehrs und der Emissionen wird nicht von den Hauptverursachenden getragen.

Verteilungseffekte

Regressiv: Haushalte, die in Gemeinden mit einem geringeren durchschnittlichen Einkommen leben, zahlen im Schnitt einen größeren Anteil ihres Einkommens als Haushalte aus Gemeinden mit höherem durchschnittlichem Einkommen

West, J., & Börjesson, M. (2018): The Gothenburg Congestion Charges: Cost-Benefit Analysis and Distribution Effects. In: Transportation, 47, 1, 145-174.

Forschungsfrage

Wie hoch sind die Kosten und Gewinne einer City-Maut und wie sind sie verteilt?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

Region um Göteborg, Schweden, 2012 und 2013

Daten

Nationale Reise-/Verkehrsumfragedaten 1994 - 2001

Eigene qualitative Umfrage in Göteborg Nov. 2012 und Nov. 2013, siehe dafür Börjesson, M., Eliasson, J., Hamilton, C., 2016. Why experience changes attitudes to congestion pricing: the case of Gothenburg.

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

1.582 Befragte (2012) und 1.426 Befragte (2013)

West, J., & Börjesson, M. (2018): The Gothenburg Congestion Charges: Cost-Benefit Analysis and Distribution Effects. In: Transportation, 47, 1, 145-174.

Politische Maßnahme („Intervention“)

Die Göteborger City-Maut wurde 2013 eingeführt → 0,08 bis 1,80 Euro müssen gezahlt werden für die Fahrt in der Innenstadt zu bestimmten Tageszeiten. Die Einnahmen werden für Infrastrukturmaßnahmen, hauptsächlich zur Finanzierung eines Zugtunnels genutzt. Firmenwagen sind von den Steuern ausgenommen.

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Verschiedene Regionen, zwölf Einkommensklassen und Geschlechter werden untereinander verglichen

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Veränderung des absoluten und relativen Einkommens durch die Einführung einer City-Maut

Forschungsdesign („Study Design“)

Berechnung der Konsumentenrente unter Berücksichtigung der Veränderung der Reisezeit und des Verkehrsvolumens durch die Maut.

Berechnung der Verteilungseffekte der Wohlfahrt (Reisezeit, Preis, etc.) über verschiedene sozio-ökonomische Gruppen hinweg (zwölf verschiedene Einkommensklassen und Regionen).

Gewinne und Verluste durch die Einführung der Maut werden gegenübergestellt.

Kernaussagen

Die Gewinne durch die Maut überkompensieren die finanziellen Verluste bei Haushalten der höchsten Einkommensgruppe, da hier ein sehr hoher Anteil Zugriff auf Dienstwagen hat und der marginale Nutzen von Geld geringer ist.

Insgesamt verlieren alle anderen Einkommensklassen mehr als sie gewinnen. In der Tendenz verlieren höhere Einkommen mehr als Haushalte mit geringem Einkommen (in absoluten Werten).

Wird die Wohlfahrt leicht anders gemessen und die relative Belastung betrachtet (in Abhängigkeit vom Einkommen), ist der Effekt regressiv.

Gewinne und Verluste sind etwa gleich über verschiedene Altersgruppen verteilt. Frauen verlieren im Durchschnitt mehr durch die Maut als Männer, da sie weniger oft einen Firmenwagen besitzen als Männer.

Personen in Göteborg selbst sind weniger belastet als Personen aus den angrenzenden Gebieten.

Verteilungseffekte

Abhängig von der Messung der Wohlfahrt und der Perspektive (relativ oder absolut)

Standard-Wohlfahrtsmessung: Regressiv

6.5.4 Kombination aus Maßnahmen

Bonus-Malus-System

Baldenius, T., Bernstein, T., Kalkuhl, M., von Kleist-Retzow, M., & Koch, N. (2021): Ordnungsrecht oder Preisinstrumente? Zur Verteilungswirkung von Klimaschutzmaßnahmen im Verkehr. Wie fair ist die Energiewende? Ifo schnelldienst, 16, 7, 6.

Siehe 6.5.1.1 CO₂-Preis

6.5.5 CO₂-Preis, Effizienzstandards und Straßennutzungsgebühren

Dugan, A., Mayer, J., Thaller, A., Bachner, G., & Steininger, K. W. (2022): Developing Policy Packages for Low-Carbon Passenger Transport: A Mixed Methods Analysis of Trade-Offs and Synergies. In: Ecological Economics, 193, 107304.

Forschungsfrage

Welche ökonomischen Auswirkungen und Verteilungseffekte haben verschiedene politische Maßnahmenpakete zur Elektrifizierung des Individualverkehrs in Österreich?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

Österreich, Zukunftssimulation

Daten

Haushaltsbefragung 2014, der Statistik Austria

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

Österreichische Haushalte und Produzenten

Politische Maßnahme („Intervention“)

Elektrifizierung des Individualverkehrs durch verschiedene Politikszenerarien:

Szenario 1: CO₂-Preis mit Effizienzverbrauchsstandards

Szenario 2: CO₂-Preis mit Effizienzverbrauchsstandards und Gebühren für die Straßennutzung

Szenario 3: CO₂-Preis mit Effizienzverbrauchsstandards, Gebühren für die Straßennutzung und weichen Maßnahmen, um öffentliche Akzeptanz zu erhöhen (z.B. Verbesserungen der Dienstleistungen öffentlicher Verkehrsmittel, Informationen über lokale Umwelt- und gesundheitliche Auswirkungen, umweltfreundliche Werbung)

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Vergleich zwischen Haushalten unterschiedlicher Einkommensgruppen und mit verschiedenen Wohnorten (urban, ländlich, Peripherie)

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Änderungen des privaten Verbraucherpreisindex

Änderungen des verfügbaren Einkommens

Änderungen der Wohlfahrt (privater und öffentlicher Verbrauch)

Forschungsdesign („Study Design“)

Gespräche mit Experten über die Wirksamkeit und Akzeptanz von verschiedenen politischen Maßnahmen und Maßnahmenpaketen, um ein realistisches Maßnahmenpaket zusammenzustellen.

Die wirtschaftlichen Auswirkungen der politischen Maßnahmen, wie Änderungen der relativen Preise und Reaktionen bei Nachfrage und Angebot, werden mithilfe eines allgemeinen Gleichgewichtsmodell (computable general equilibrium model) simuliert. Im Speziellen wurde das WEGDYN-AT Model gewählt, welches die rekursiv-dynamisch, multisektoral und kleine offene Wirtschaft von Österreich beschreibt. Auf der Produktionsseite wird zwischen 81 Sektoren unterschieden und der Transportsektor wird in sechs kleinere Bereiche unterteilt. Bei den Endkonsumenten wird zwischen privaten und öffentlichen Akteuren unterschieden. Private Haushalte werden differenziert nach Einkommensgruppen und Wohnort betrachtet. Es wird angenommen, dass Haushalte mit niedrigem Einkommen in städtischen Gebieten flexibler zwischen Individual- und öffentlichem Verkehr wählen können.

Kernaussagen

Szenario 1: Einführung von Verbrauchsstandards zusätzlich zu einem CO₂-Preis

Dugan, A., Mayer, J., Thaller, A., Bachner, G., & Steininger, K. W. (2022): Developing Policy Packages for Low-Carbon Passenger Transport: A Mixed Methods Analysis of Trade-Offs and Synergies. In: Ecological Economics, 193, 107304.

Der Verbraucherpreisindex sinkt für alle Einkommensgruppen. Damit steigt die Kaufkraft der Haushalte, jedoch stärker für hohe Einkommensgruppen (-0,7 bis -1,7% im Vergleich zu -0,1 bis -0,7% für niedrige Einkommen) und Haushalte in der Peripherie.

Das verfügbare Einkommen von hohen Einkommensgruppen steigt stärker (0,35%) als für untere Einkommensgruppen (0,1%).

Wenn die negativen Effekte auf die Bereitstellung öffentlicher Güter miteinbezogen wird, dann sind untere Einkommensgruppen und Haushalte in Städten schlechter gestellt.

Szenario 2+3: CO₂ Preis mit Verbrauchsstandards und Straßennutzungsgebühr (+ weiche Maßnahmen)
Der Verbraucherpreisindex steigt für alle Einkommensgruppen leicht an und die Kaufkraft sinkt (0,1 bis 0,2%). Das verfügbare Einkommen von hohen Einkommensgruppen steigt etwas stärker (0,2%) als für untere Einkommensgruppen (0,1%).

Die Straßennutzungsgebühren haben einen ausgleichenden Effekt.

Die Einführung von weichen Maßnahmen verändert den Effekt kaum. Die Wohlfahrtsänderungen sind sehr gering und zeigen einen minimalen Unterschied zwischen Einkommensgruppen und Wohnorten.

Ländliche Haushalte und untere Einkommensgruppen sind stärker negativ von Verbrauchsstandards betroffen als Haushalte in Städten.

Die indirekten Effekte einer Verringerung von motorisiertem Individualverkehr, wie verringerte Luft- und Lärmverschmutzung, kompensieren leicht regressive Effekte der Maßnahmenpakete. Besonders städtische und ärmere Haushalte profitieren von diesen indirekten Effekten, da diese eher in staubelasteten und verschmutzten Gegenden wohnen.

Haushalte mit hohem Einkommen an allen Wohnorten und Haushalte mit mittlerem Einkommen in der Peripherie sind am stärksten positiv von einer Elektrifizierung des Individualverkehrs betroffen. Alle anderen Haushalte und im Besonderen städtische Haushalte sind eher negativ betroffen.

Verteilungseffekte

CO₂-Preis mit Effizienzverbrauchsstandards: regressiv

CO₂-Preis mit Effizienzverbrauchsstandards und Gebühren für die Straßennutzung (+ weiche Maßnahmen, um öffentliche Akzeptanz zu erhöhen): leicht regressiv

Verbrauchsstandards: regressiv und nur vorteilhaft für die Peripherie

Gebühren für die Straßennutzung: leicht progressiv

6.5.6 Sonstige Maßnahmen

Investitionen klimafreundliche Infrastruktur

Zachmann, G., Fredriksson, G., & Claeys, G. (2018): The Distributional Effects of Climate Policy. Brussels: Bruegel.

Siehe 6.5.1.2 Energie- und Kraftstoffsteuern
Erhöhung der Geschwindigkeit des ÖPNV

6.6 Synopse Studien im Gebäudesektor

6.6.1 Steuern und Abgaben

CO₂-Preis

Bach, S., Isaak, N., Kemfert, C., Kunert, U., Schill, W.-P., Schmalz, S., Wägner, N., Zaklan, A. (2019): CO₂-Bepreisung im Wärme- und Verkehrssektor: Diskussion von Wirkungen und Alternativen Entlastungsoptionen. Endbericht des Gleichnamigen Forschungsvorhabens im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Nukleare Sicherheit (BMU). DIW Berlin: Politikberatung kompakt 140.

Siehe 6.5.1.1 CO₂-Preis im Transportsektor

Berry, A. (2019): The Distributional Effects of a Carbon Tax and Its Impact on Fuel Poverty: A Microsimulation Study in the French Context. In: Energy Policy, 124, 81-94.

Forschungsfrage

Wie wirkt sich die CO₂-Steuer in Frankreich auf Energiearmut aus und welche Ruckverteilungsmechanismen können die Verteilungseffekte ausgleichen?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

Frankreich, Simulation mit Daten von 2012

Daten

Phebus 2012 Umfrage zum Energieverbrauch von Haushalten durch die französische Regierung
Familienbudgetumfrage

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

befragte französische Haushalte

Politische Maßnahme („Intervention“)

CO₂-Steuer auf Gebäudeenergie und Transport

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Vergleich zwischen Haushalten zehn verschiedener Einkommensgruppen

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Suits-Index als Index für die Verteilung der Steuerlast zwischen verschiedenen Einkommensgruppen

Forschungsdesign („Study Design“)

Mikrosimulation der Energie- und Kraftstoffsteuer in einem statischen Model. Es wird simuliert, wie sich die Steuerlast und das Haushaltsverhalten ändert.

Reise für das Energie- und Kraftstoffsteuersystems von 2012 werden angenommen. Das Haushaltverhaltens wird auf Basis von Daten der Familienbudgetumfrage simuliert.

Um Energiearmut zu messen, werden drei Indikatoren genutzt: ein Haushalt gibt mehr als 10% des Einkommens für Energie aus; die Energieausgaben sind höher als der nationale Mittelwert und das Einkommen liegt unter der Armutsgrenze.

Kernaussagen

Berry, A. (2019): The Distributional Effects of a Carbon Tax and Its Impact on Fuel Poverty: A Microsimulation Study in the French Context. In: Energy Policy, 124, 81-94.

Die durchschnittliche Steuerlast bei einem CO₂ Preis von 30,5€/tCO₂ steigt mit dem Einkommen (132€ für die unteren 10%, 187€ für mittleren Einkommen, 256€ für die oberen 10%). Für Wärmeausgaben ist der Suits-Index -0,15, was Regressivität bedeutet.

Haushalte, die in Energiearmut leben, sind am stärksten CO₂ Steuer betroffen, diese können sich dann nicht mehr leisten zu heizen. Durch die CO₂ Steuer erhöht sich der Anteil an in Energiearmut lebenden Haushalten um 6,4%. 78% der Haushalte, die auf Grund des CO₂ Preises in Energiearmut fallen, wohnen in der Stadt.

Verteilungseffekte

Regressiv für untere Einkommensklassen und die ländliche Bevölkerung.

Durch Rückverteilung von 18% der Steuereinnahmen an die unteren drei Einkommensklassen wird die Steuer progressiv.

Buechs, M., Bardsley, N. & Duwe, S. (2011): Who Bears the Brunt? Distributional Effects of Climate Change Mitigation Policies. In: Critical Social Policy, 31, 2, 285–307.

Forschungsfrage

Welche Verteilungswirkungen hat ein CO₂-Preis und verschiedene Rückverteilungsmaßnahmen?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

International

Daten

Aus vorherigen Studien

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

Haushalte

Politische Maßnahme („Intervention“)

CO₂-Preis auf Energie (nachgelagert und vorgelagert)

Rückverteilungsmaßnahmen (Energieeffizienz Programme, Steuererleichterungen, pauschale Rücküberweisungen)

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Vergleich zwischen Haushalten mit unterschiedlichem Einkommen

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Verteilungswirkungen

Forschungsdesign („Study Design“)

Literatur Zusammenstellung

Kernaussagen

Die Verteilungswirkung hängt von dem genauen Design der Maßnahme und dem Zielsektor der Emissionseinsparungen ab.

Verteilungseffekte

Buechs, M., Bardsley, N. & Duwe, S. (2011): Who Bears the Brunt? Distributional Effects of Climate Change Mitigation Policies. In: Critical Social Policy, 31, 2, 285–307.

Ein nachgelagerter CO₂-Preis ist regressiv, wenn die erhöhten Kosten nicht umverteilt werden. Insbesondere ein CO₂-Preis auf Strom und Wärme ist regressiv, da die Nutzung von Strom und Wärme relativ ähnlich zwischen Einkommensgruppen ist.

Ein vorgelagerter CO₂-Preis zeigt sich neben höheren Energiepreisen auch in einer Preiserhöhung von allen anderen Gütern und Dienstleistungen, die mit höheren Energiekosten produziert werden. Daher hat ein vorgelagerter CO₂-Preis zusätzliche regressive Effekte. Der regressive Effekt ist abgeschwächt, wenn der vorgelagerte CO₂-Preis nicht an die Endkonsument*innen weitergegeben werden kann.

Die Abschwächung der regressiven Wirkung eines CO₂-Preises hängt von der Nutzung der Einnahmen aus dem CO₂-Preis ab:

Wenn diese Einnahmen gezielt zur finanziellen Entlastung einkommensschwacher Haushalte genutzt werden, dann kann die regressive Verteilungswirkung abgeschwächt werden.

Eine Nutzung für finanzielle Anreize zum Kauf von energieeffizienten Geräten verstärkt die regressive Wirkung, da solche Programme hauptsächlich von einkommensstarken Haushalten genutzt werden. Zusätzlichen Einnahmen können genutzt werden, um andere Steuererleichterungen zu finanzieren. Diese Wirkung ist nur progressiv, wenn die Steuererleichterungen Haushalten mit geringem Einkommen zugutekommen (z.B. verringerte Einkommenssteuern für geringe Einkommensklassen).

Pauschale Rücküberweisungen der CO₂-Preis Einnahmen haben progressive Wirkungen, da die Pauschale einen größeren Anteil des Einkommens für einkommensschwache Haushalte ausmacht als für einkommensstarke.

Farrell, N. (2017): What Factors Drive Inequalities in Carbon Tax Incidence? Decomposing Socioeconomic Inequalities in Carbon Tax Incidence in Ireland. In: Ecological Economics, 142, 31–45.

Forschungsfrage

Welche sozioökonomischen Unterschiede gibt es in den Verteilungswirkungen einer CO₂-Steuer unter der Betrachtung von verschiedenen Quellen dieser Steuer (Elektrizität, Kraftstoffe und alle anderen Brennstoffe für den Hausgebrauch)?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

Irland, 2009-2010

Daten

Irische Haushaltseinkommens Befragung 2009/10

durchschnittliche Einzelhandelspreise für die einzelnen Brennstoffe von der Behörde für nachhaltige Energie in Irland

Dauergebühr für den Standardstromtarif des Electricity Supply Board

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

befragte irische Haushalte

Politische Maßnahme („Intervention“)

CO₂-Steuer auf Autokraftstoffe, Heizungsbrennstoffe und Elektrizität (20€/tCO₂)

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Vergleich zwischen zehn verschiedenen Einkommensgruppen

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Konzentrationsindex: Grad der Ungleichheit einer Steuer

Farrell, N. (2017): What Factors Drive Inequalities in Carbon Tax Incidence? Decomposing Socioeconomic Inequalities in Carbon Tax Incidence in Ireland. In: Ecological Economics, 142, 31–45.

Forschungsdesign („Study Design“)

Für die Quelle der CO₂-Steuer Ausgabe wird in Elektrizität, Kraftstoffe und Brennstoffe für den Hausgebrauch unterschieden.

Erster Schritt zur Berechnung der Größe der Ungleichheitseffekte der CO₂-Steuer aus verschiedenen Quellen (Elektrizität, Autokraftstoff, andere Brennstoffe):

Der Konzentrationsindex spiegelt einen Vergleich der CO₂-Steuer Ausgaben mit dem verfügbaren und an die Haushaltsgröße angepassten Einkommen wider

Unterteilung der Ungleichheitseffekte in verschiedene Quellen durch Kombination des Konzentrationsindex mit einer Regressionsanalyse

Zweiter Schritt zur Analyse der sozioökonomischen Faktoren, welche die Ungleichheitseffekte beeinflussen: Multivariate Regressionsanalyse, um die Einflussfaktoren der CO₂-Steuer Ausgaben sowie deren Verteilung zu bestimmen (sozioökonomische Charakteristika)

Kernaussagen

Die regressive Wirkung einer CO₂-Steuer ist stärker für Steuerausgaben für Nutzung von Elektrizität und anderen Brennstoffen als von Fahrzeugkraftstoffen.

Standort: Die ländliche Bevölkerung hat höhere CO₂-Steuer Ausgaben für andere Brennstoffe auf Grund von Unterschieden in Heizungsmethode, Haushaltgerätebesitz und Wohnungsmerkmalen. Mit Blick auf Einkommen hat dieser Ausgabenunterschied einen leichten progressiven Effekt.

Beruf: Landwirte und Selbstständige haben die höchsten Ausgaben für eine elektrizitätsbezogene CO₂-Steuer, was einen regressiven Effekt hat.

Haushaltsgröße:

Haushalte mit 3 oder mehr Kindern haben höhere CO₂-Steuer Ausgaben für Elektrizität und andere Brennstoffe. Die Anwesenheit von Kindern könnte zum Verbringen von mehr Zeit Zuhause und damit zu einem höheren Stromverbrauch für Heizen, Kochen, etc. führen. Dieser Effekt ist regressiv, da Haushalte mit mehr Kindern eher ein niedriges Einkommen haben.

Wenn eine oder mehrere Personen im Haushalt in Rente ist, sinken die Steuerausgaben für Elektrizität, dies hat einen progressiven Effekt.

Einkommen: Eine CO₂-Steuer hat eine regressive Wirkung, wobei der Effekt für andere Brennstoffe als Elektrizität am größten ist.

Wohnungssituation: Da höhere Einkommensgruppen eher in Häusern und in größeren Wohnungen leben und diese höheren Ausgaben für die CO₂-Steuer aus Elektrizität und anderen Brennstoffen haben, ist die Wirkung progressiv.

Heizungsmethode: In Bezug auf elektrische Heizungen, erhöhen Haushalte mit Öl, Backboilern oder festen Brennstoffen den Ungleichheitseffekt, während Haushalte mit Gas diese Ungleichheit verringern, da Gasheizungen mit höherem Einkommen korrelieren.

Verteilungseffekte

Eine CO₂-Steuer hat eine regressive Wirkung auf Einkommensgruppen.

Der Verteilungseffekt ist:

Für die ländliche Bevölkerung: progressiv

Für Landwirte und Selbstständige: regressiv

Für Haushalte mit Kindern: regressiv

Für Haushalte mit Rentner*innen: progressiv

Für Haushalte, die in Häusern und großen Wohnungen wohnen: progressiv

Für den Besitz von Spülmaschinen und Trocknern: regressiv

Schaffrin, A. (2013): Who Pays for Climate Mitigation? An Empirical Investigation on the Distributional Effects of Climate Policy in the Housing Sector. In: Energy and Buildings, 59, 265-272.

Forschungsfrage

Schaffrin, A. (2013): Who Pays for Climate Mitigation? An Empirical Investigation on the Distributional Effects of Climate Policy in the Housing Sector. In: Energy and Buildings, 59, 265-272.

Wie beeinflussen nationale Klimapolitikstrategien die Beziehung zwischen Einkommen und Nebenkosten von Haushalten innerhalb von EU-Staaten?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

EU, 2007

Daten

2007 Community Statistics on Income and Living Conditions (EU SILC) Household File mit dem Modul 'Housing Conditions', die Stichproben von über 14-jährigen aus 18 EU-Mitgliedsstaaten nutzt. Für die länderspezifischen Faktoren werden Daten von Eurostat und der International Energy Agency (IEA) für das Jahr 2007 genutzt.

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

166.368 befragte Haushalte in EU-Mitgliedstaaten

Politische Maßnahme („Intervention“)

Unterteilung in drei Bereiche:

Informationsmaßnahmen: Informationsmaterial und Verbrauchsdisplays

Ordnungsrechtliche Maßnahmen: Effizienzstandards

Wirtschaftliche Maßnahmen: Steuererleichterungen, niedrige Zinssätze, CO₂-Steuer

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Vergleich zwischen Haushalten mit 5 verschiedenen Einkommensgruppen

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Nebenkosten eines Haushaltes gemessen in Strombezugspreisen in Euro/kWh und angepasst an Haushaltsmitglieder und die Anzahl der Zimmer in der Wohnung

Forschungsdesign („Study Design“)

Multilevel Regressionsanalyse, die verschiedenen Erklärungsvariablen für die entstandenen Nebenkosten untersucht.

Null Model zur Analyse der Variation in Nebenkosten die durch Variation zwischen Haushalten und zwischen Ländern entstehen.

In weiteren Schritten werden Regressionsmodelle aufgestellt, die haushalts- und länderspezifische Indikatoren berücksichtigen.

Der Effekt von progressiven/ neutralen/ regressiven Politikinstrumenten auf Nebenkosten für die verschiedenen Einkommensgruppen wird unter Berücksichtigung von individuellen Faktoren und den sozialen Effekten berechnet.

Es wird angenommen, dass Informationsmaßnahmen in den meisten Ländern keine sozialen Effekte haben, ordnungsrechtliche Maßnahmen einen progressiven Effekt haben und die wirtschaftlichen Maßnahmen sowohl progressive wie auch regressive Effekte in den verschiedenen EU-Ländern haben.

Kernaussagen

Folgende Grundprobleme im Wohnungssektor führen dazu, dass Haushalte mit hohem Einkommen gegenüber Haushalten mit niedrigem Einkommen im Energieverbrauch bevorteilt sind.

Haushalte mit niedrigem Einkommen wohnen eher in Mietwohnungen, in denen sie kein Mitbestimmungsrecht haben. Diese Wohnungen sind seltener energetisch saniert sind und besitzen oft keine energieeffizienten Haushaltsgeräte.

Außerdem können sich diese Haushalte oft keine Investitionen in energieeffizientere Technologien leisten. Daher ist der Energieverbrauch von Haushalten mit niedrigem Einkommen oft höher.

Schaffrin, A. (2013): Who Pays for Climate Mitigation? An Empirical Investigation on the Distributional Effects of Climate Policy in the Housing Sector. In: Energy and Buildings, 59, 265-272.

Maßnahmen zur individuellen Sensibilisierung für Energieeffizienz (Informationsmaterial oder Verbrauchsdspays) können die obengenannten Probleme nicht bewältigen, da Haushalte mit geringem Einkommen oft die finanziellen Mittel fehlen, die Informationen in die Praxis umzusetzen. Haushalte mit hohem Einkommen zahlen insgesamt mehr Nebenkosten als Haushalte mit niedrigem Einkommen. Wenn man für den Lebensstil kontrolliert, zahlen Haushalte mit niedrigem Einkommen am meisten Nebenkosten auf Grund von ineffizienter Isolierung und Haushaltsgeräten. Der absolute Kostenunterschied ist signifikant kleiner in Ländern mit neutralen oder regressiven Maßnahmen als in Ländern mit progressiven Maßnahmen. Unter progressiven Maßnahmen zahlen Haushalte mit hohem Einkommen 45,62€ mehr an Nebenkosten, wobei unter regressiven Maßnahmen der Unterschied nur 20,35€ beträgt.

Insgesamt sind die Ausgaben für Nebenkosten ungefähr 21,00€ höher unter progressiven Maßnahmen als unter regressiven Maßnahmen unabhängig vom Einkommen.

Haushalte, die an der Armutsgrenze leben, zahlen 3,90€ mehr Nebenkosten pro Raum und Haushaltsmitglied als ein Haushalt, der nicht an der Armutsgrenze lebt; dies verstärkt die Armutslast.

Verteilungseffekte

Ordnungsrechtliche Maßnahmen, wie Energieeffizienzstandards: regressiv, wenn die steigenden Immobilienpreise nicht durch Sozialleistungen ausgeglichen werden
 Förderungen von kleinen Anlagen von erneuerbaren Energien (bspw. EEG-Umlage): regressiv, da die Preiserhöhung des Stroms hauptsächlich von Haushalten mit geringem Einkommen getragen wird
 Bepreisungsstrategien: regressiv, da Haushalten mit geringem Einkommen nicht die Ressourcen haben dem Preisanstieg durch energieeffizientere Technologien entgegenzuwirken. Diese Haushalte müssten oft ihren Lebensstil ändern, was zu Einschränkungen des Wohlbefindens führt.

Zachmann, G., Fredriksson, G., & Claeys, G. (2018): The Distributional Effects of Climate Policy. Brussels: Bruegel.

Forschungsfrage

Welche Verteilungseffekte wurden für verschiedene Maßnahmen in verschiedenen Sektoren in Industrieländern von empirischen Studien gefunden?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

Industrieländer

Daten

Daten verschiedener empirischer Studien

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

Haushalte

Politische Maßnahme („Intervention“)

CO₂-Preis für Heizstoffe
 Subventionen für kohlenstoffarme Technologien
 EEG-Umlage

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Vergleich zwischen einkommensstarken und -schwachen Haushalten

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Zachmann, G., Fredriksson, G., & Claeys, G. (2018): The Distributional Effects of Climate Policy. Brussels: Bruegel.

Anteil der erhöhten Kosten am Einkommen

Forschungsdesign („Study Design“)

Zusammenstellung selektierter Studien zu den Verteilungseffekten von verschiedenen politischen Maßnahmen in unterschiedlichen Sektoren

Kernaussagen

CO₂-Preis auf Heizen/ Strom: Stark regressiv

Haushalte mit geringem Einkommen geben einen größeren Anteil ihres Einkommens für Heiz- /Stromkosten aus und haben weniger Möglichkeit ihre Wärme-/ Energieeffizienz zu verbessern.

Subventionen für kohlenstoffarme Technologien: regressiv

Haushalte mit höherem Einkommen können sich eher Technologien wie Solarpanels oder Dämmungen, leisten.

EEG-Umlage: Regressiv, da Strompreise sich erhöhen

Verteilungseffekte

Regressiv

Energie- und Kraftstoffsteuern

Flues, F., & Thomas, A. (2015): The Distributional Effects of Energy Taxes. OECD Taxation Working Papers No. 23.

Forschungsfrage

Welche Verteilungswirkung haben Steuern auf Heizbrennstoffe?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

21 OECD-Länder, Daten von 2004 bis 2012

Daten

Mikrodaten zum Einkommen und den Ausgaben der Haushalte von Umfragen der nationalen statistischen Ämter der verschiedenen Länder werden verwendet. Die Daten stammen aus 2004 (Niederlande) bis 2012 (Finnland).

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

Haushalte der 21 OECD-Länder

Politische Maßnahme („Intervention“)

Steuer auf Erdgas, Heizöl und feste fossile Brennstoffe für Heizzwecke (existiert bereits in den meisten europäischen Staaten)

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Haushalte werden in Dezile unterteilt und verglichen

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Prozentualer Anteil am Einkommen und an den Ausgaben, der jeweils für die Heizbrennstoffsteuer aufgewandt wird.

Forschungsdesign („Study Design“)

Flues, F., & Thomas, A. (2015): The Distributional Effects of Energy Taxes. OECD Taxation Working Papers No. 23.

Mikro-Simulationsmodell für Energiesteuern (hier: Heizbrennstoffsteuern)
Matching der Daten zu dem Einkommen/Ausgaben der Haushalte und den Steuern, um den prozentualen Anteil der Steuern am gesamten Einkommen/Ausgaben festzustellen.
Berechnet werden: Die Steuerbelastung für einzelne Haushalte, die durchschnittliche Steuerbelastung für Nettoäquivalenzeinkommen und Äquivalenzausgaben für Steuern sowie für die Gesamtbevölkerung.

Kernaussagen

Steuern, die auf Brennstoffe fürs Heizen verwendet werden, sind im Durchschnitt über die Länder leicht regressiv.
Größe des Haushaltes ist relevant.
Größere Haushalte geben einen größeren Teil ihrer Ausgaben für Steuern auf Heizbrennstoffe aus als kleine.
Unterschiede zwischen Land und Stadt
Haushalte in ruralen Gegenden geben im Durchschnitt einen größeren Teil ihrer Ausgaben für Heizbrennstoffsteuern aus als in urbanen Gegenden.

Verteilungseffekte

Regressiv

Flues, F., & Van Dender, K. (2017): The Impact of Energy Taxes on the Affordability of Domestic Energy. OECD Taxation Working Papers, No. 30, OECD Publishing, Paris.

Forschungsfrage

Wie wirkt sich die Besteuerung von Elektrizität, Heizöl und Erdgas auf die Bezahlbarkeit von Energie für den Haushalt aus?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

20 OECD-Länder, Daten von 2012 – 2018

Daten

Daten zu den Ausgaben der Haushalte auf Mikroebene aus Haushaltsbudgeterhebungen. Bei den Haushaltsbudgeterhebungen handelt es sich um Stichprobenerhebungen, die in regelmäßigen Abständen von den nationalen statistischen Ämtern durchgeführt werden.

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

Haushalte der 20 OECD-Länder

Politische Maßnahme („Intervention“)

Hypothetische Steuerreform: Einheitliche Steuer auf Erdgas, Heizöl und Elektrizität in allen betrachteten 20 OECD-Staaten → EUR 1/GJ and EUR 45/Tonne CO₂, alte bereits bestehende Steuern werden durch diese einheitliche Steuer ersetzt, wobei die gewählte Steuer etwa dem durchschnittlichen Steuersatz der OECD-Länder 2013 entspricht. Für die die meisten Länder würde der Steuersatz allerdings eine leichte Erhöhung der Steuern bedeuten.

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Situation vor der Steuerreform und nach der Steuerreform
Vergleich der Einkommensgruppen
Vergleich zwischen den Ländern

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Flues, F., & Van Dender, K. (2017): The Impact of Energy Taxes on the Affordability of Domestic Energy. OECD Taxation Working Papers, No. 30, OECD Publishing, Paris.

Veränderung der Bezahlbarkeit von Energie in verschiedenen definierten Risikogruppen (Gruppen, die der Gefahr ausgesetzt sind, die benötigte Energie für die Grundversorgung nicht bezahlen zu können).

Forschungsdesign („Study Design“)

Statistische Methode: lineare und multiple Regressionsanalysen

Indikatoren zur Bezahlbarkeit von Energie werden definiert → Vulnerable Gruppen sind Haushalte mit geringem Einkommen, die einen großen Anteil ihrer Ausgaben für Energie aufwenden

Exogene Variation: Einheitliche Steuer wird eingeführt → Steuer steigt in den meisten Ländern (und damit die Preise), in einigen Länder Steuersenkung. Ein Drittel der eingenommenen Steuern werden rückverteilt. Betrachtung eines einkommensabhängigen Geldtransfers und eines Pauschaltransfers.

Kernaussagen

Starke positive Korrelation BIP und Bezahlbarkeit von Energie

Höhere Energiesteuern, die in höheren Preisen resultieren korrelieren nicht mit einer geringeren Bezahlbarkeit von Energie. Grund dafür könnte eine höhere Energieeffizienz sein, die durch die Preise kommt oder aber Länder, die fürchten, dass niedrigere Einkommen stärker belastet sind, halten die Energiekosten gering.

Wird die Reform mit einem einkommensabhängigen Geldtransfer kombiniert, bei dem ein Drittel der aus der Steuerreform resultierenden Einnahmeveränderung verwendet wird, verbessert sie die Erschwinglichkeit von Energie bei den Risikogruppen, trotz gestiegener Energiekosten.

Im Durchschnitt sinkt der Prozentsatz der Haushalte, die mehr als 10% ihres Einkommens für Energie ausgeben, um 4,8%.

Bei der pauschalen Rückverteilung ist die Veränderung der Energieerschwinglichkeit abhängig von der definierten Risikogruppe. In der Tendenz sinkt sie aber.

Verteilungseffekte

Regressiv, wenn keine Rückverteilung stattfindet.

Pizer, W. A., & Sexton, S. (2020): The Distributional Impacts of Energy Taxes. In: Review of Environmental Economics and Policy, 13, 1.

Forschungsfrage

Welche direkten und indirekten Verteilungseffekte haben eine Stromsteuer und eine Heizstoffsteuer auf Haushalte mit unterschiedlichem Einkommen?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

International mit Fokus auf das Vereinigte Königreich und Mexiko

Daten

Daten aus empirischen Studien

Daten für den Vergleich von Ausgabenanteilen

Nationale Erhebung über Einkommen und Ausgaben, Mexiko 2012

Erhebung über Lebenshaltungskosten und Lebensmittel, Vereinigtes Königreich 2014

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

Haushalte verschiedener Einkommensgruppen

Politische Maßnahme („Intervention“)

Strom- und Heizstoffsteuer

Pizer, W. A., & Sexton, S. (2020): The Distributional Impacts of Energy Taxes. In: Review of Environmental Economics and Policy, 13, 1.

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Vergleich zwischen Haushalten verschiedener Einkommensgruppen
 Vergleich zwischen Haushalten derselben Einkommensgruppe

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Anteil der Strom-/ Heizausgaben vom Einkommen

Forschungsdesign („Study Design“)

Zusammenstellung der empirischen Literatur
 Direkte Effekte: Vergleich der anteiligen Ausgabe für Strom/ Heizstoffe verschiedener Einkommensgruppen in dem Vereinigten Königreich und Mexiko
 Für die indirekten Effekte berechnen Studien die Preiserhöhungen von anderen Gütern durch eine Energiesteuer mit Hilfe einer Input-Output-Matrix.

Kernaussagen

Direkte Effekte auf unterschiedliche Einkommensgruppen:
 Stromsteuern sind regressiv für die meisten OECD-Länder. Im Vereinigten Königreich geben Haushalte mit geringem Einkommen 11% für Stromkosten aus und Haushalte mit hohem Einkommen nur 3%. In Ländern mit einem geringeren Durchschnittseinkommen sind Stromsteuern eher progressiv, da einkommenschwächere Haushalte einen geringeren Elektrifizierungsgrad haben.
 Heizstoffsteuern sind schwach regressiv in den meisten OECD-Ländern.
 Wenn Haushalte mit geringem Einkommen in kleinen Mehrfamilienhäusern wohnen, verringert sich die Regressivität. Der gegenteilige Effekt liegt vor, wenn diese Haushalte in älteren Wohnungen/ Häusern leben mit energieineffizienten Haushaltsgeräten.
 Indirekte Effekte von Energiesteuern auf unterschiedliche Einkommensgruppen:
 Ältere Studien zeigen, dass die indirekten Effekte leicht progressiv sein können und somit den direkten regressiven Effekt ausgleichen.
 Neuere Studien finden einen leicht regressiven indirekten Verteilungseffekt. Die Haushaltsausgaben von einkommenschwachen Haushalten steigen um 2% und die Ausgaben von einkommensstarken Haushalten steigen um 1,3% durch eine Stromsteuer.
 Effekte auf Haushalte derselben Einkommensgruppe:
 Innerhalb von Einkommensgruppen variieren die Energieausgaben stark, weshalb eine Energiesteuer auch Auswirkungen auf horizontale Gerechtigkeit hat.
 Die Variation innerhalb von Einkommensgruppen ist teilweise größer als die Variation zwischen Einkommensgruppen. Allerdings gibt es wenig Forschung zu diesen horizontalen Auswirkungen.

Verteilungseffekte

Strom- und Heizstoffsteuer: direkter regressiver Effekt und gemischter indirekter Effekt

6.6.2 Subventionen und Förderungen

Renovierungen zur Verbesserung der Energieeffizienz

Bach, S., Harnisch, M., & Isaak, N. (2018): Verteilungswirkungen der Energiepolitik – Personelle Einkommensverteilung. Endbericht. DIW Berlin–Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung.

Forschungsfrage

Welche Verteilungswirkung haben energetischen Sanierungen auf Ebene der privaten Haushalte?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

Bach, S., Harnisch, M., & Isaak, N. (2018): Verteilungswirkungen der Energiepolitik – Personelle Einkommensverteilung. Endbericht. DIW Berlin–Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung.

Deutschland, Daten von 2013 – 2015

Daten

Grundlage bilden Haushalterhebungen. Konkret werden Daten des sozio-ökonomischen Panel (SOEP), sowie die Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (EVS) genutzt. Bei der SOEP handelt es sich um eine repräsentative Längsschnittbefragung des DIW Berlin. Die Befragung umfasst 16.000 Haushalte mit 41.000 Personen. Bei der EVS werden 40.000 Haushalte befragt, die letzten verfügbaren Daten stammen von 2013.

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

16.000 Haushalte mit 41.000 Personen (SOEP), 40.000 Haushalte (EVS)

Politische Maßnahme („Intervention“)

Simulation verschiedener Maßnahmen in Anlehnung an Erfahrungen aus dem Förderprogramm zur energetischen Sanierung von Gebäuden der KfW.

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Vergleich zwischen:

urbanen und ländlichen Regionen

verschiedenen Personengruppen (Haushaltstypen/Form des Zusammenlebens (Paar ohne Kinder, Single...))

soziale Stellung im Berufsleben (Rentner*innen, Selbstständige...)

Einkommensgruppen (in Dezilen)

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Veränderung des Nettoeinkommens der Haushalte nach energetischer Sanierung nach verschiedenen Gruppen z.B. nach Einkommen.

Forschungsdesign („Study Design“)

Mikrosimulation

Exogene Variation = Energetische Sanierung des gesamten Gebäudebestands -> Annahme einer Umlage der Investitionskosten von Vermietenden auf Mietende von 8%

Kernaussagen

Energetische Sanierung: Belastung des Haushaltseinkommens um durchschnittlich 0,22%. Die Belastung ist abhängig von der Annahme der Umwälzung der Kosten auf Mietende.

Verteilungseffekte

Belastung relativ gleichmäßig über die Einkommensgruppen verteilt, da die Sanierung bei Gebäuden in schlechterem Zustand eine größere Wirkung erzielt (größerer Unterschied zwischen vorher und nachher). Überdurchschnittlich belastet werden Alleinerziehende und Paare mit zwei und mehr Kindern, unterdurchschnittlich belastet werden Singles und Selbstständige, Arbeitslose und Grundsicherungsempfänger*innen.

Regionalen Verteilung: Höhere Belastungen für die ländlichen Räume und etwas niedrige Belastungen in Agglomerationsräumen.

Borenstein, S., & Davis, L. W. (2016): The Distributional Effects of US Clean Energy Tax Credits. In: Tax Policy and the Economy, 30, 1, 191-234.

Forschungsfrage

Borenstein, S., & Davis, L. W. (2016): The Distributional Effects of US Clean Energy Tax Credits. In: Tax Policy and the Economy, 30, 1, 191-234.

Welche Verteilungseffekte haben verschiedene Energieeffizienzprogramme in den USA?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

USA, 20–6 - 2014

Daten

Internal Revenue Service (IRS) data der U.S. - Einkommensdaten und Daten zu den Steuerausgaben/-gutschriften

Energieministerium der USA

US-amerikanische Solarindustrie Gesellschaft

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

US-amerikanische Haushalte

Politische Maßnahme („Intervention“)

Seit 2006 haben Haushalte nicht-erstattungsfähige Steuergutschrift über Investitionen in “saubere Energie bekommen” (Solarpanel, Heizung, etc.). Hier werden zwei Programme des Gebäudesektors genauer betrachtet:

Ein Hauptbaustein war der Nonbusiness Energy Property Credit (NEPC), der 2005 im Energiepolitikgesetz verabschiedet wurde. Die prozentuale nicht-erstattungsfähige Gutschrift schwankte in den Jahren zwischen 10% und 30%, wurde auf einen Maximalbetrag festgelegt und wurde zeitweise ausgesetzt. Nur Hausbesitzer*innen (Eigenbedarf, nicht Vermieter*innen und Mieter*innen sind förderfähig):

Maßnahmen in den folgenden Hauptkategorien konnten steuerlich abgesetzt werden:

Isolation

Energieeffiziente Fenster

Energieeffiziente Heizungen

Energieeffiziente Klimaanlage

Ein weiterer Baustein war der “Residential Energy Efficient Property Credit” (REEP)

Diese Gutschrift galt für Hausbesitzer*innen (Eigenbedarf), die ein Solarpanel, ein solarbetriebenes System für die Warmwasseraufbereitung oder eine Brennstoffzelle installieren wollen. Vermieter*innen und Mieter*innen sind nicht förderfähig. REEP lief von 2006 bis 2009 und wurde im letzten Jahr noch um kleine Windturbinen und Wärmepumpen erweitert.

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Vergleich von Einkommensgruppen

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Anteil der Antragstellenden nach Einkommensgruppe im Vergleich

Forschungsdesign („Study Design“)

Zuordnung der Antragstellenden zu den unterschiedlichen Einkommensgruppen.

Konzentrationskurven (Lorenzkurve), für die beiden Programme und Konzentrationsindizes (Gini-Index) werden erstellt, um die Verteilung der Inanspruchnahme der Förderungen über die Einkommensgruppen hinweg zu verstehen.

Vergleich der Ergebnisse mit den Verteilungseffekten anderen Steuergutschriften (z.B.

Kindersteuergutschrift, Einkommenssteuergutschrift), die erstattungsfähig sind → Berechnung des Konzentrationsindex (Gini-Index) und Vergleich mit Gini-Index der Energieeffizienzsteuern

Kernaussagen

Borenstein, S., & Davis, L. W. (2016): The Distributional Effects of US Clean Energy Tax Credits. In: Tax Policy and the Economy, 30, 1, 191-234.

Der Anteil der Antragstellenden steigt von 1% für Steuerpflichtige mit einem Einkommen unter \$20.000 auf etwa 6 % der Steuerpflichtigen mit einem Einkommen von über \$75.000.

Gini-Index REEPC: 0,606

Gründe für Regressivität: Hausbesitzer*innen sind vor allem in den oberen Einkommensklassen zu finden (50% im unteren Quintil, 90% im oberen Quintil), nur für diese ist das Programm zugänglich

Die Nicht-Erstattungsfähigkeit der Gutschriften spielt eine entscheidende Rolle, denn Millionen von Steuerzahlern mit meist niedrigerem Einkommen sind nicht förderfähig, weil sie keine positive Steuerschuld haben. Erstattungsfähige Gutschriften haben im Gegensatz einen deutlich weniger regressiven Effekt.

Verteilungseffekte

Regressiv

Drivas, K., Rozakis, S., & Xesfingi, S. (2019): The Effect of House Energy Efficiency Programs on the Extensive and Intensive Margin of Lower-Income Households' Investment Behavior. In: Energy Policy, 128, 607–15.

Forschungsfrage

Beeinflusst der Anreiz von erhöhter Sanierungsförderung für Haushalte mit niedrigem Einkommen die Anzahl an Haushalten mit niedrigem Einkommen, die an dem Förderprogramm teilnehmen?

Beeinflusst die Erhöhung der Sanierungsförderung für Haushalte mit niedrigem Einkommen den Betrag, den Haushalte mit niedrigem Einkommen in Sanierungen investieren?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

Griechenland, 2011

Daten

Daten über die Postleitzahl, Antragsbetrag, Zuschussbetrag und Einkommensart der Teilnehmenden des Sanierungsprogrammes, des Hellenischen Fonds für Unternehmertum und Entwicklung
Durchschnittliches Einkommen pro Postleitzahl im Jahr 2011 vom Generalsekretariat für Informationssysteme

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

44.021 Befragte des Energieeffizienzsanierungsprogramms, welches Förderungen für Sanierungen auszahlt

Politische Maßnahme („Intervention“)

Erhöhung von Sanierungsförderungen für einkommensschwache Haushalte

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Vergleich zwischen einkommensschwachen und -starken Haushalten

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Antragstellung auf Zuschüsse zur energieeffizienten Sanierung
Höhe des Betrages für die Sanierung

Forschungsdesign („Study Design“)

Es wird eine Differenz-von-Differenzen Analyse angewandt, welche auf Postleitzahlebene durchgeführt wird. Die Antragstellung auf Zuschüsse zur energieeffizienten Sanierung wird in zwei Schritten untersucht.

Drivas, K., Rozakis, S., & Xesfingi, S. (2019): The Effect of House Energy Efficiency Programs on the Extensive and Intensive Margin of Lower-Income Households' Investment Behavior. In: Energy Policy, 128, 607–15.

Zum einen wird die Teilnahme am Sanierungsprogram zwischen Haushalten mit geringem und hohem Einkommen vor und nach der Erhöhung der Förderung für einkommensschwache Haushalte verglichen. Zum anderen werden die Unterschiede zwischen einkommensschwachen und -starken Haushalte verglichen, welche zu unterschiedlichen Zeitpunkten einen Antrag gestellt haben. Das unterschiedliche Verhalten von Haushalten, die vor und nach der Förderungserhöhung ihren Antrag gestellt haben werden untersucht. Dieselben zwei Schritte werden angewandt, um den Unterschied in Antragsbetrag, Zuschussbetrag, Anteil an Budgets über 13.000 Euro und Anteil an bezuschussten Budgets über 13.000 Euro zu untersuchen.

Kernaussagen

Durch Erhöhung von Förderungen für Haushalte mit geringem Einkommen, nehmen mehr dieser Haushalte Sanierungsförderung in Anspruch. Außerdem geben einkommensschwache Haushalte 5-13% mehr Geld für die Sanierung aus als einkommensstarke Haushalte, die keine höheren Förderung erhalten.

Verteilungseffekte

Eine Erhöhung der Fördergelder für Sanierungen kann mehr einkommensschwache Haushalte dazu bewegen Energiesanierungsmaßnahmen zu ergreifen, was auf einen ausgleichenden Effekt hindeutet.

Guske, A. L., Jacob, K., Pestel, N., Range, C., & Sommer, E. (2017): Verteilungswirkungen Ökonomischer Anreize für Energetische Sanierungen. In: Energie und soziale Ungleichheit, 425-453, Springer VS, Wiesbaden.

Forschungsfrage

Welche Verteilungswirkung haben bestimmte Politikmixe im Bereich der energetischen Sanierung?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

Deutschland, 2012

Daten

Sozio-ökonomisches Panel (SOEP) 2012
 Daten der Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (EVS)
 EPISCOPE/TABULA Datenbank
 Daten des BMWi zu den Durchschnittspreisen je Energieträger
 Deutsche Energie-Agentur 2012

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

Unterschiedlich viele Haushalte (je nach Studie)

Politische Maßnahme („Intervention“)

Status Quo: Programm 151 „Energieeffizient sanieren“ der KfW. 12,5% der Sanierungskosten bis zu einem Maximum von 9.375€ je Wohneinheit werden übernommen.

Hypothetischer Policy-Mix: Einführung eines Zuschlags zur Energiesteuer auf Heizstoffe ab 2016, diese gilt bis 2020, dann Ablösung durch Klimaschutzabgabe, die im Jahr 2025 ansteigt und bis zum Ende des Simulationszeitraums 2030 gilt. Es gelten Härtefallregel: Gebäudeeigentümer*innen mit einem Bruttoeinkommen unter dem doppelten Grundfreibetrag sind ausgenommen.

Ausweitung des Programms 151 „Energieeffizient sanieren“ der KfW:

Szenario 1 (moderate Ausweitung): Höhe der Förderung (12,5% der Kosten bis zu 9.375 Euro/Wohneinheit) beibehalten, Gesamtbudget wird auf 1 Mrd. Euro festgelegt Steigerung der Sanierungsquote um 0,1 Prozent pro Jahr ausgehend von einer Sanierungsquote von 1 Prozent im Jahr 2015.

Guske, A. L., Jacob, K., Pestel, N., Range, C., & Sommer, E. (2017): Verteilungswirkungen Ökonomischer Anreize für Energetische Sanierungen. In: Energie und soziale Ungleichheit, 425-453, Springer VS, Wiesbaden.

Szenario 2 (gesetzlicher Anspruch): Erhöhung der Förderung auf 20% der energiebedingten Sanierungskosten und des Betrags insgesamt auf 20.000 Euro, Steigerung der Sanierungsquote auf bis zu 4,1%/Jahr im Jahr 2030 ausgegangen

Szenario 3: einkommensabhängige Ausgestaltung der Zuschüsse zur Sanierung, Höchstbetrag 20.000 Euro/Wohneinheit

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Vergleich zwischen
Verschiedenen Einkommensgruppen
Mietenden und Selbstnutzenden
verschiedenen Haustypen (Einfamilienhaus, Mehrfamilienhaus, etc.)

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Relative Einkommensänderung bei Mietenden und eigennutzenden Eigentümer*innen unterschiedlicher Einkommensgruppen (Quintile) bei der Implementierung des Politikmixes über die Zeit

Forschungsdesign („Study Design“)

Wirkungskettenanalyse
Mikrosimulation
Analyse des Status Quo (bestehende Ungleichheiten)

Kernaussagen

Status Quo: Haushalte mit geringerem Einkommen geben einen größeren Teil für Energiekosten aus als höhere Einkommen

Szenarien Nr. 1 + 2:

Der Anteil des Zuschlags der Energiekosten am Einkommen ist bei Selbstnutzer*innen umso höher, je niedriger das Einkommen ist (regressive Wirkung).

Progressive Wirkung innerhalb der Gruppe der Selbstnutzer*innen, der durch die Härtefallregel noch verstärkt wird.

Szenario 3:

Einkommenszuwächse der Mietenden über die Einkommensgruppen sind gleich verteilt und deutlich geringer als in Szenario 2.

Bevorzugung der drei untersten Quintile der Selbstnutzenden in Gegensatz zu Szenario 2.

Positive Auswirkungen auf die Beschäftigung durch den hohen Bedarf an Gebäudesanierung.

Reduktion der CO₂ Emissionen um 30% in Szenario 1 und um 54% in Szenario 2 und 3 bis 2030.

Positive Effekte für die Gesundheit, insbesondere für Haushalte mit geringem Einkommen, deren Häuser in vergleichsweise schlechtem Zustand sind.

Verteilungseffekte

Progressiv

Lihtmaa, L., Hess, D. B., & Leetmaa, K. (2018): Intersection of the Global Climate Agenda with Regional Development: Unequal Distribution of Energy Efficiency-Based Renovation Subsidies for Apartment Buildings. In: Energy Policy, 119, 327-338.

Forschungsfrage

Welche Verteilungseffekte haben Förderungen des Subventionsprogramms in Estland?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

Lihtmaa, L., Hess, D. B., & Leetmaa, K. (2018): Intersection of the Global Climate Agenda with Regional Development: Unequal Distribution of Energy Efficiency-Based Renovation Subsidies for Apartment Buildings. In: Energy Policy, 119, 327-338.

Estland, 20–0 - 2014

Daten

Daten zu dem ersten umfassenden öffentlichen Subventionsprogramm zwischen 2010 und 2014 in Estland, welches die Renovierung für eine höhere Energieeffizienz unterstützen wollte. Die Daten wurden aus der Fund KredEx Datenbank extrahiert.

Andere Daten z.B. zur sozio-ökonomischen Situation der einzelnen Kommunen stammen von dem Gebäude Register, dem Geschäfts Register, der Nationalen Zensus Datenbank und dem Land-Board Estlands.

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

„Betroffene“ sind 21.401 Gebäude, die mehr als zwei Wohnungen inkludieren und vor 1993 gebaut worden. Es werden dabei Gebäude in ganz Estland (bestehend aus 215 Kommunen, sowohl urbane als auch ländliche Gegenden) betrachtet.

Politische Maßnahme („Intervention“)

Das Hausrenovierungssubventionsprogramm ist unter dem Namen “KredEx scheme” (Fund KredEx) bekannt. Es wurde 2010 eingeführt und ist mit einem Volumen von 37,7 Millionen Euro zur Förderung ausgestattet.

Das Geld stammt aus dem CO₂-Emissionshandelsfonds. Der Fonds ist ein Mechanismus des Green Investment Scheme der den Verkauf von zugeteilten Mengeneinheiten (Assigned Amount Units, AAU) an Parteien des Kyoto-Protokolls, die ein Defizit an Kohlenstoffemissionszertifikaten haben, erlaubt.

Die Fördermittel sind begrenzt. Haushalte müssen sich darauf bewerben.

661 Haushalte konnten über 4 Jahre finanziert werden. Dabei deckte die Förderung insgesamt 25% der Kosten, die für die Renovierung der Gebäude notwendig waren.

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Einkommensgruppen sowie andere sozioökonomische Faktoren (u.a. Arbeitslosenquote) wurden verglichen.

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Ausgezahlte Zuschüsse pro Gegend und nach Einkommensgruppe

Forschungsdesign („Study Design“)

Es wird die Verteilung der Zuschüsse als Anteil der Renovierungszuschüsse in einer Region gemessen. Dabei wird zunächst das Potential zur Renovierung (Wie viele renovierungsbedürftige Gebäude gibt es?) mit der tatsächlich erfolgten Renovierung verglichen. Dieses Verhältnis wird über einen Index für jede Region gemessen.

Anschließend wird die Beziehung zwischen dem Ergebnis des Indexes und den sozio-ökonomischen Variablen der jeweiligen Kommune untersucht. Dafür wird sich der „canonical correlation analysis (CCA)“ bedient.

Als Erweiterung der CCA wird eine spezifische multiple lineare Regression verwendet, um zu verstehen, wie und in welchem Ausmaß sozio-ökonomische Faktoren die Verteilung der Zuschüsse in den Kommunen erklären kann.

Kernaussagen

Haushalte mit geringerem Einkommen haben nicht die sozialen und finanziellen Kapazitäten Subventionen zu beantragen (Beispiel: Weniger Vereine, die sich gemeinschaftlich um die Beantragung von Subventionen kümmern), deswegen fällt die beantragte staatliche Förderung in diesen Gegenden geringer aus als bei Haushalten mit relativ hohem Einkommen. Die Verteilung der Subventionen hängt also stark mit den sozio-ökonomischen Faktoren zusammen.

Verteilungseffekte

Lihtmaa, L., Hess, D. B., & Leetmaa, K. (2018): Intersection of the Global Climate Agenda with Regional Development: Unequal Distribution of Energy Efficiency-Based Renovation Subsidies for Apartment Buildings. In: Energy Policy, 119, 327-338.

Regressiv

McCoy, D., & Kotsch, R. A. (2021): Quantifying the Distributional Impact of Energy Efficiency Measures. In: The Energy Journal, 42, 6.

Forschungsfrage

Wie hoch ist die Energieeinsparung durch Energieeffizienzmaßnahmen und wie sind diese Einsparungen über die Zeit und über Haushalte verteilt?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

Vereinigtes Königreich, 20–5 - 2012

Daten

National Energy Efficiency Database (NEED)

Daten über das Einkommen und andere sozio-ökonomische Faktoren kommen von der English Housing Survey (EHS)

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

4 Mio. Haushalte, die von Energieversorgern im Vereinigten Königreich versorgt werden und an dem Energieeffizienzprogramm teilgenommen haben.

Politische Maßnahme („Intervention“)

In dem betrachteten Zeitraum gab es verschiedene Energieeffizienzprogramme.

Von 2005 bis 2008 galt das zweite Energy Efficiency Commitment (EEC2). Es wurde ersetzt durch das Emissionsreduktionsziel (Carbon Emissions Reduction Target (CERT)), dass bis 2012 lief. 2009 wurde außerdem das Community Energy Saving Programme (CESP) parallel zum CERT eingeführt.

All diesen Programmen liegt die 1994 beschlossene Energieversorgerverpflichtung (Supplier Obligation, SO) zu Grunde. Diese Verpflichtungen sind ein Beispiel für ein "handelbares weißes Zertifikat" (tradeable white certificate (TWC)). Dies sind regulatorische Mechanismen, die einen marktbasierten Ansatz zur Erzielung von Energieeinsparungen verwenden.

Sie können theoretisch gesehen als ein hybrides Subventions-/ Steuerinstrument betrachtet werden, bei dem die Versorger Subventionen für die Verbesserung der Energieeffizienz bereitstellen, die über höhere Energiepreise finanziert werden. Unternehmen werden bestimmte Energieeinsparungsverpflichtungen vorgegeben. Die Unternehmen können diese Verpflichtungen untereinander handeln.

Die Programme EEC2 und CERT unterscheiden sich in ihren Zielvorgaben, nicht aber hinsichtlich ihres Mechanismus.

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Einkommensgruppen werden in Quintile und Dezile eingeteilt und hinsichtlich der Implementierung von unterschiedlichen Energieeffizienzmaßnahmen untersucht.

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Energieeinsparung in Prozent nach Einkommensgruppe

Forschungsdesign („Study Design“)

Fixed-Effect Panelregression (y = Energieverbrauch pro Haushalt und Jahr, x = Durchschnittlicher Behandlungseffekt auf die betrachteten Haushalte (Average Treatment Effect on the Treated (ATT))).

McCoy, D., & Kotsch, R. A. (2021): Quantifying the Distributional Impact of Energy Efficiency Measures. In: The Energy Journal, 42, 6.

Eine Reihe von Event-Study-Analysen wird durchgeführt, um zu verstehen, wie die Implementierung von Energiesparmaßnahmen in Haushalten längerfristig wirken.

Paarweise Zuordnung (Statistical Matching): Da ein Selbstselektionsbias vorliegt und damit die Gefahr besteht, dass die Kontroll- und Treatmentgruppe sich systematisch unterscheiden. Diese unbeobachtete Heterogenität kann dazu führen, dass Haushalte unterschiedlich auch gemeinsame Schocks (z.B. hohe Energiepreise) reagieren. Die paarweise Zuordnung ist also notwendig für konsistente und unverzerrte Schätzer.

Quantilsregressionsanalyse

Kernaussagen

Sozial benachteiligte Haushalte erzielen geringere Energieeinsparungen (15% im untersten Quintil (bei der Kombination einer Reihe von Sparmaßnahmen)) als Haushalte mit hohem Einkommen (25%), dieser Unterschied besteht über die Zeit hinweg.

Die Maßnahmen waren weitgehend kosteneffizient.

Einsparungen sind viel geringer als frühere politische Evaluierungen unter Verwendung von ex-ante Schätzungen nahelegen würden.

Verteilungseffekte

Die höheren Energiepreise für Verbraucher*innen sind regressiv. Sie führen in Haushalten mit hohem Einkommen zu deutlich mehr (privater) Investition in Energieeffizienz als in sozial benachteiligten und einkommensschwachen Haushalten.

Weber, I., & Wolff, A. (2018): Energy Efficiency Retrofits in the Residential Sector - Analysing Tenants' Cost Burden in a German Field Study. In: Energy Policy, 122, 680-688.

Forschungsfrage

Wie entwickeln sich die Haushaltskosten (Miete + Heizkosten) im Zuge einer energetischen Sanierung bei Mieter*innen mit geringem Einkommen?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

Süddeutschland, 2000 - 2015

Daten

Daten einer Wohnungsbaugesellschaft in einer Stadt im Süden Deutschlands, erhoben von 2010 bis 2015. Betrifft die tatsächlichen Heizkosten jedes Haushalts, Größe der Wohnungen, Baujahr, etc.

Daten aus Interviews (2014-2015) mit 47 Haushalten zur Zufriedenheit mit den Maßnahmen und sozio-ökonomischen Merkmalen der Haushalte: Einkommen, Anzahl an Kindern, etc.

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

Haushalte mit niedrigem Einkommen, die in zehn Gebäuden eines Sozialbauunternehmens leben. Die Gebäude wurden alle zwischen 1931 und 1966 gebaut.

Politische Maßnahme („Intervention“)

Energetische Sanierung. Die Wohnungen der Gebäude wurden zwischen 2012 und 2014 auf einen moderaten Standard, d.h. auf KfW-Effizienzhaus-Standard 55-115, umgerüstet.

Basierend auf den europäischen Richtlinien der Energieperformance von Gebäuden wurde die Energieeinsparungsverordnung (EnEV) 2007 auf nationaler Ebene eingeführt. Die Bundesregierung hat das Ziel die Anzahl der energetischen Sanierungen bei Gebäuden um 2% zu steigern.

Weber, I., & Wolff, A. (2018): Energy Efficiency Retrofits in the Residential Sector - Analysing Tenants' Cost Burden in a German Field Study. In: Energy Policy, 122, 680-688.

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Vor- und nach der energetischen Sanierung.

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Veränderung der Heiz- und Gesamtkosten der Haushalte

Forschungsdesign („Study Design“)

Ermittlung des theoretischen Energiekonsums jeder einzelnen Wohnung vor und nach der Sanierung über die modifizierte EPR-Methode. Berücksichtigung des Baujahrs, der Fläche, etc. der Wohnung.

Semi-strukturiertes Interview der einzelnen Haushalte, um mehr über das Heizverhalten der einzelnen Haushalte in Erfahrung zu bringen.

Analyse der Energieeinsparung durch die energetische Sanierung

Analyse der Heizkostenveränderung und Gesamtkostenveränderung (Mietsteigerung einbezogen).

Vergleich der Kostenbelastung mit dem Verhältnis zwischen dem tatsächlichen und dem theoretischen Heizungsverbrauch, um festzustellen, ob die Haushalte höhere Kosten aufgrund eines verhaltensbedingten hohen Energieverbrauchs oder aufgrund der gestiegenen Mieten haben.

Vergleich zwischen dem Mietkostenanstieg und der Reduzierung der Heizkosten (insgesamt für 109 Haushalte gibt es vollständige Daten). Dabei wird einmal mit gleichbleibenden Energiekosten (Stand 2010) und einem Anstieg der Energiekosten gerechnet (Stand 2015).

Kernaussagen

Trotz einer Reduzierung des Energieverbrauchs um durchschnittlich 69%, steigen die Haushaltskosten für Haushalte nach einer energetischen Sanierung im Durchschnitt um über 50 % auf Grund gestiegener Mieten. Wird ein Anstieg der Energiepreise mitgedacht, steigen die Kosten immer noch für ein Drittel der Haushalte. Die Mieten sind pro Quadratmeter und Jahr um –6 - 13,20 Euro nach der Sanierung gestiegen.

Verteilungseffekte

Genaue Verteilungseffekte können nicht festgestellt werden, da es keine Vergleichsgruppe mit Haushalten mit hohem Einkommen gibt. Allerdings wird deutlich, dass Haushalte mit geringem Einkommen durch eine energetische Sanierung mit steigenden Kosten rechnen müssen. Das formulierte Ziel einer kostenneutralen Sanierung für Mieter*innen konnte in diesem Fall nicht erreicht werden.

Xu, X., & Chen, C. F. (2019): Energy Efficiency and Energy Justice for US Low-Income Households: An Analysis of Multifaceted Challenges and Potential. In: Energy Policy, 128, 763-774.

Forschungsfrage

Wie unterscheidet sich die Teilnahme an Energie-Effizienz Programme zwischen Haushalten mit unterschiedlichen Einkommen?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

USA, 2015-2016

Daten

Residential Energy Consumption Survey (2015) der U.S. Energy Information Administration (EIA)

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

10.493 befragte US-amerikanische Haushalte

Xu, X., & Chen, C. F. (2019): Energy Efficiency and Energy Justice for US Low-Income Households: An Analysis of Multifaceted Challenges and Potential. In: Energy Policy, 128, 763-774.

Politische Maßnahme („Intervention“)

Energie-Effizienz Programme wie Zuschüsse zu Energiekosten und Förderungen von Dämmung, energieeffizienten Haushaltsgeräten und Energieprüfungen

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Vergleich zwischen Haushalten mit niedrigem, mittlerem und hohem Einkommen

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Teilnahme und Zugang zu Energie-Effizienz Programmen wie Förderungen von Dämmungen, energieeffizienten Haushaltsgeräten und Energieprüfungen

Forschungsdesign („Study Design“)

Vergleich der Beteiligungsrate an Energie-Effizienz-Programmen und der Besitzrate von energieeffizienten Geräten

Kernaussagen

Haushalte mit niedrigem Einkommen nehmen seltener an Energie-Effizienz Programmen (Förderungen von Dämmungen, energieeffizienten Haushaltsgeräten und Energieprüfungen) teil. Haushalte mit höherem Einkommen profitieren überproportional von diesen Programmen, da sich diese Energieeffizienzverbesserungsmaßnahmen besser leisten können.

Förderung von Energieprüfung

(niedriges Einkommen: 1,6%; mittleres Einkommen: 2,4%; hohes Einkommen: 2,2%)

Förderung von energieeffizienten Haushaltsgeräten

(niedriges Einkommen: 1,9%; mittleres Einkommen: 4,0%; hohes Einkommen: 5,8%)

Programm zum Recycling von alten Haushaltsgeräten

(niedriges Einkommen: 3,2%; mittleres Einkommen: 6,3%; hohes Einkommen: 8,8%)

Ein Grund dafür sind hohe Investitionskosten, die mit Sanierungsarbeiten und dem Kauf neuer Haushaltsgeräte verbunden sind. Außerdem ist der Anteil an Mietenden höher für einkommensschwächere Haushalte, weshalb die Energieeffizienz des Haushaltsgerätes oft nicht mitbestimmt werden kann.

Verteilungseffekte

Regressiv

Energieeffizienten Geräten/ kohlenstoffarmen Technologien

Cludius, J., Hünecke, K., Schumacher, K., Kunert, D., Förster, H., Noka, V., & Fries, T. (2017): BMBF Perspektiven der Bürgerbeteiligung an der Energiewende unter Berücksichtigung von Verteilungsfragen.

Forschungsfrage

Welche Maßnahmen zur Bekämpfung von Energiearmut können aus anderen Ländern für Deutschland übernommen werden? Welche Verteilungseffekte hätten diese Maßnahmen in Deutschland?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

Deutschland, Simulation mit Daten von 2013

Daten

Studien zu Maßnahmen in anderen EU-Ländern

Deutschen Einkommens- und Verbrauchsstichprobe, 2013

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

Cludius, J., Hünecke, K., Schumacher, K., Kunert, D., Förster, H., Noka, V., & Fries, T. (2017): BMBF Perspektiven der Bürgerbeteiligung an der Energiewende unter Berücksichtigung von Verteilungsfragen.

rund 60.000 Haushalte in Deutschland

Politische Maßnahme („Intervention“)

Direkte finanzielle Unterstützung

Ausweitung der Heizkostenerstattung auf Haushalte mit geringer Rente und deren Haushaltsvorstand 70 Jahre oder älter ist

Einführung einer Kostenentlastung des Basisstromverbrauchs (für alle Haushalte)

Unterstützung von Energieeffizienzmaßnahmen (Subventionen)

Unterstützung von Sanierungsmaßnahmen für Haus- und Wohnungseigentümer mit geringem Einkommen/ Vermögen

Erweiterung des Stromspar-Checks auf Haushalte, die einen Kinderfreibetrag erhalten, sowie Haushalte mit niedrigem Einkommen oder Renten, die keine Transfers erhalten

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Vergleich zwischen Haushalten zehn verschiedener Einkommensgruppen

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Anteil der Strom- und Heizkosten am Haushaltseinkommen

Forschungsdesign („Study Design“)

Auswahl von Studien zu Best-Practice Beispielen der Maßnahmen in anderen EU-Ländern (Dänemark, Frankreich, Schweden, Irland und Vereinigtes Königreich), die Deutschland strukturell ähnlich sind. Die Hauptgründe für die Erfolge und Misserfolge der Maßnahmen in anderen Ländern werden mit Hilfe eines Bewertungskataloges analysiert.

Mikrosimulationsmodell des Öko-Instituts zur Bestimmung der Verteilungseffekte von Energieeinspar- und Effizienzmaßnahmen basierend auf dem durchschnittlichen Strom- und Heizenergieverbrauch der Einkommensgruppen.

Kernaussagen

Einkommensstarke Haushalte verbrauchen das Zweifache an Strom als einkommensschwache Haushalte und das Dreifache an Heizenergie. Einkommensstarke Haushalte haben eher ein physisches Einsparpotenzial und einkommensschwache Haushalte eher ein finanzielles Einsparpotenzial.

Eine Ausweitung der Heizkostenerstattung auf Haushalte mit geringer Rente und deren Haushaltsvorstand 70 Jahre oder älter vermindert die regressive Wirkung von höheren Wärmeenergiepreisen. Eine Ausweitung auf Haushalte mit geringer Rente entlastet Einkommensgruppen im unteren Einkommensdezil stark. Diese Maßnahme sollte mit Beratungs- und Informationsmaßnahmen oder Unterstützung von Sanierungsmaßnahmen kombiniert werden, um neben finanzieller Entlastung auch eine energetische Einsparung zu bewirken.

Eine Unterstützung von Sanierungsmaßnahmen hilft erheblich beim Einsparen von Heizenergie (energetisch und finanziell) für untere Einkommensdezile. Solch eine Maßnahme kann den unteren Einkommensgruppen allerdings nur helfen, wenn sie auch für Wohnungseigentümer*innen gilt.

Ausweitung des Stromsparchecks auf Haushalte, die einen Kinderfreibetrag erhalten, sowie Haushalte mit niedrigem Einkommen oder Renten, die keine Transfers erhalten hilft besonders den unteren Einkommensdezilen. 100% des ersten und 60% des zweiten Dezils können diese Leistung in Anspruch nehmen.

Verteilungseffekte

Kostenentlastung des Basisstromverbrauchs für alle Haushalte: leicht progressiv

Jacobsen, G. D. (2019): An Examination of How Energy Efficiency Incentives are Distributed Across Income Groups. In: The Energy Journal, 40, 6.

Forschungsfrage

Wie sind Anreize zur Steigerung von Energieeffizienz bei verschiedenen Arten der Subvention über Einkommensgruppen verteilt?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

USA, Daten von 2009 und 2015

Daten

Residential Energy Consumption Survey (RECS) 2009 und 2015, Umfrage erhoben von der U.S. Energy Information Administration

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

10.694 Haushalte

Politische Maßnahme („Intervention“)

Hypothetische Steuervergünstigung oder Rabatte auf energieeffiziente Geräte (Kühlschränke, Spülmaschinen, Waschmaschinen, Heizungen, Ventilatoren, Fenster, Energiesparglühbirnen und Isolierungen)

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Verschiedene Einkommensgruppen werden betrachtet

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Wahrscheinlichkeit, dass die entsprechenden Haushalte einen Anreiz zum Kauf von verschiedenen, ausgewählten Haushaltsgeräten mit höherer Energieeffizienz (als die alten Geräte) bekommen.

Forschungsdesign („Study Design“)

Lineares Regressionsmodell: Inanspruchnahme eines Energieeffizienzanzweizes für unterschiedliche Haushaltsgeräte wird in Abhängigkeit vom Einkommen geschätzt.

Ziel ist es, das Verhältnis zwischen der Wahrscheinlichkeit, dass ein Haushalt mit einem Einkommen von \$80.000 (Maximaleinkommen bei Förderungen in USA) einen Anreiz erhält, und der Wahrscheinlichkeit, dass ein Haushalt mit einem Einkommen von \$20.000 (föderale Armutsgrenze) einen Anreiz erhält, zu ermitteln.

Betrachtet werden: Kühlschränke, Spülmaschinen, Waschmaschinen, Heizungen, Ventilatoren, Fenster, Energiesparglühbirnen und Isolierungen

Konzentrationsrate (1 bis -1, wobei 0 perfekte Gleichheit impliziert, -1 zu Gunsten der geringen Einkommen und 1 ausschließlich zu Gunsten der hohen Einkommen).

Kernaussagen

Es ist dreimal wahrscheinlicher, dass ein Haushalt mit einem Jahreseinkommen von \$80.000 einen Anreiz zur Energieeinsparung bekommt, als ein Haushalt mit einem Einkommen von \$20.000 pro Jahr.

Große Heterogenität: Unterschiedliche Anreize kommen unterschiedlich gut bei den Einkommensgruppen an.

Die durchschnittliche Konzentrationsrate beträgt 0,3, die Rate bei den einzelnen Anreizen beträgt zwischen 0,2 (Subventionen (utility rebate)) und 0,36 (Steuerverleichterungen (tax credits)) -> regressiv

Die Konzentration auf hohe Einkommensgruppen lässt sich auch durch das Vorhandensein von Haushaltsgeräten, die Kaufbereitschaft ausgezeichneter Hocheffizienzgeräte und den Besitz von Wohneigentum erklären.

Wird für diese Faktoren kontrolliert, konzentriert sich der Subventionen (utility rebate) nicht mehr nur auf eine Einkommensgruppe, bei Steuervergünstigung und direkten Rabatten (manufacturer and retailer rebates) bleibt die Konzentration des Anreizes auf hohe Einkommensgruppen bestehen.

Jacobsen, G. D. (2019): An Examination of How Energy Efficiency Incentives are Distributed Across Income Groups. In: The Energy Journal, 40, 6.

Das Design und das Marketing der Förderungen tragen dazu bei, dass höhere Einkommensgruppen stärkere Anreize bekommen. Außerdem ist die Energieeffizienz für niedrige Einkommen nicht so auffällig wie der (hohe) Anfangspreis. Für höhere Einkommen sticht dieser Vorteil mehr ins Auge als für Haushalte mit geringerem Einkommen.

Fünf Prozent der Haushalte mit hohem Einkommen bekommen einen Anreiz zum Kauf aller betrachteten Geräte, während nur weniger als ein Prozent der Haushalte mit geringem Einkommen ein Anreiz zum Kauf der meisten Geräte bekommt.

Die Regressivität der Förderungen ist am größten bei Waschmaschinen und Spülmaschinen.

Verteilungseffekte

Regressiv, die Anreize konzentrieren sich unabhängig von der Art der Subvention auf die höheren Einkommensklassen.

Rivers, N., & Shiell, L. (2016): Free-Riding on Energy Efficiency Subsidies: The Case of Natural Gas Furnaces in Canada. In: The Energy Journal, 37, 4.

Forschungsfrage

Wie hoch ist die Trittbrettfahrer*innen-Quote bei der Subvention von Energieeffizienzmaßnahmen in Kanada?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

Kanada, 1. April 20–7 - 31. März 2011

Daten

Die Daten stammen vom Natural Resources Canada und umfassen alle teilnehmenden Haushalte des EEH Programms. Erfasst werden die physischen Charakteristika des Hauses und die Hauptenergieanwendungen. Ausgeschlossen werden Haushalte deren Gasheizung nicht betroffen war und die nicht in Ontario oder den westlichen Provinzen leben, sodass letztlich 328.688 Beobachtungen bleiben. Benötigte administrative Daten stammen aus Ministerien und anderen Einheiten, die für die Durchführung der Programme zuständig waren.

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

300.000 kanadische Haushalte, die an den Programmen der Regierungen teilgenommen haben.

Politische Maßnahme („Intervention“)

Zwischen 2007 und 2011 wurde die Nachrüstung der Erdgasheizung als Energieeffizienzmaßnahme bezuschusst. Dies geschah im Rahmen des EcoEnergy- Homes (EEH)- Programms. Diese Maßnahme setzte sowohl auf bundesstaatlicher an, aber auch auf provinzieller Ebene wurde in diesem Zeitraum subventioniert. 2009 wurde der "Federal Home Renovation Tax Credit (HRTC)" von der kanadischen Regierung implementiert.

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Eine kontrafaktische Situation wird konstruiert, um zu zeigen, was ohne die Förderung passiert wäre.

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Austausch der Erdgasheizung (ohne und mit Subvention) nach Einkommensgruppen

Forschungsdesign („Study Design“)

Rivers, N., & Shiell, L. (2016): Free-Riding on Energy Efficiency Subsidies: The Case of Natural Gas Furnaces in Canada. In: The Energy Journal, 37, 4.

Zunächst wird untersucht welche Haushalte das Programm anspricht. Dafür werden Volkszählungsdaten mit Verwaltungsdaten gekoppelt (Welche Einkommensschichten werden angesprochen? Wer kann die Energieeffizienzmaßnahmen umsetzen?).

Der Hauptfokus liegt auf dem diskreten Wahlmodell (Discrete Choice Modell). Dieses wird genutzt, um die Sensitivität der Wahl von (neuen) Erdgasheizungen auf Änderungen der Subventionssätze und Betriebskosten zu bestimmen.

Dafür wird eine Nutzenfunktion erstellt, bei der es darum geht herauszufinden ob und welche Art (Unterschiede in der Effizienzklasse) von Heizung für die verschiedenen Haushalte attraktiv scheint. Der Fokus wird auf die zwei Parameter 'Höhe der Betriebskosten' und 'Höhe der Zuschüsse' gelegt. Die Erhöhungen der Betriebskosten einer Heizung, verringert den Nutzen, während die Erhöhung der Zuschüsse den Nutzen erhöht. Beträgt die Höhe der Zuschüsse Null und der Nutzen der Investition in Energieeffizienz ist gegeben, weist das auf das Trittbrettfahrer*innenverhalten hin.

Um dynamische Effekte (zeitliche vorgezogene Investitionen -> auch Trittbrettfahrer*innenverhalten) zu analysieren werden Korrelationen in den unbeobachteten Komponenten der Nutzenfunktion angenommen und ein Nest Modell erstellt.

Abschließend wird die Wirkung des Programms auf den Energiekonsum und die Emission von Treibhausgasen geschätzt. Dies geschieht durch den direkten Vergleich des Energieverbrauchs ohne die Bezuschussung mit der Situation der Bezuschussung.

Kernaussagen

50% der ausgezahlten Fördergelder und Steuerbegünstigungen fallen unter das Trittbrettfahrer*innenproblem. In der langen Frist sind es sogar 80% der Menschen, die auch ohne die Subvention Energieeffizienzmaßnahmen ergriffen hätten. Damit wird diese Maßnahme als nicht kosteneffektiv eingeschätzt. Die Kosteneffizienz liegt laut der Autor*innen zwischen \$70/t und \$110/t CO₂.

Verteilungseffekte

Regressiv: Die Subventionen wurden hauptsächlich von mittleren und hohen Einkommensklassen bezogen. Dies liegt vor allem daran, vor allem hohe Einkommensklassen Eigentümer*innen von Häusern sind (und damit für die Renovierung verantwortlich sind).

Schaffrin, A. (2013): Who Pays for Climate Mitigation? An Empirical Investigation on the Distributional Effects of Climate Policy in the Housing Sector. In: Energy and Buildings, 59, 265-272.

siehe 6.5.1.1 CO₂-Preis

Sovacool, B. K. (2015): Fuel Poverty, Affordability, and Energy Justice in England: Policy Insights from the Warm Front Program. In: Energy, 93, 361-371.

Forschungsfrage

Wieso war das Programm 'Warm Front Home Efficiency Scheme' ein Erfolg und mit welchen Herausforderungen muss(te) das Programm umgehen?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

England, 2000-2013

Daten

Daten aus den jährlichen Programmberichten

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

Sovacool, B. K. (2015): Fuel Poverty, Affordability, and Energy Justice in England: Policy Insights from the Warm Front Program. In: Energy, 93, 361-371.

2,36 Millionen einkommensschwache Haushalte, die an dem 'Warm Front Home Efficiency Scheme' teilgenommen haben

Politische Maßnahme („Intervention“)

'Warm Front Home Efficiency Scheme': Ein Programm das Haushalten, die in Energiearmut leben, Maßnahmen zur Energieeffizienzverbesserung (z.B. Isolierungs- oder Heizungsverbesserungen) finanziert

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

(kein Vergleich, da nur einkommensschwache Haushalte betrachtet werden)

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Erreichte Haushalte
Eingesparte Energiekosten

Forschungsdesign („Study Design“)

Hochrechnung von Einsparungskosten auf Grund von erreichten Haushalten und eingesparter Energie

Kernaussagen

Das Warm Front Home Efficiency Scheme hat dazu beigetragen, dass weniger Haushalte in Energiearmut leben. In den ersten Jahren des Programms ist die Zahl der in Energiearmut lebenden Haushalte von 5,1 Millionen auf 1,2 Millionen gefallen. Auf Grund von steigenden Energiepreisen und reduzierten finanziellen Mitteln für das Programm, ist die Zahl der in Energiearmut lebenden Haushalte nach 2004 teilweise wieder gestiegen. Über den gesamten Zeitraum, wurden 2,36 Millionen Haushalte durch das Programm erreicht. Außerdem wurden eher Haushalte mit geringem Einkommen erreicht als Haushalte, die in Energiearmut leben, was die sinkenden Zahlen, der in Energiearmut lebenden erreichten Haushalte erklären kann. Aufgrund von fehlenden Leistungen und Kostenbedingungen konnten sich Haushalte, die in Energiearmut leben, teilweise nicht für das Programm, das für diese Haushalte entworfen wurde, qualifizieren. Außerdem wollten sich viele Haushalte nicht der sozial-stigmatisierten Bezeichnung ‚Energiearmut‘ zuschreiben. Die effizienzverbessernden Maßnahmen haben dazu beigetragen, dass Haushalte 3,85 U.S. cent/ kWh an Energiekosten sparen können.

Verteilungseffekte

Progressiv

Das Programm ist auf Haushalte, die in Energiearmut leben ausgerichtet und erleichtert ihnen die Verbesserung ihrer Energieeffizienz. Dadurch verringern sich die Energiekosten und ein kleinerer Teil des Einkommens muss für Energie ausgegeben werden. Allerdings haben eher Haushalte mit geringem Einkommen als Haushalte in Energiearmut von dem Programm profitiert.

Xu, X., & Chen, C. F. (2019): Energy Efficiency and Energy Justice for US Low-Income Households: An Analysis of Multifaceted Challenges and Potential. In: Energy Policy, 128, 763-774.

Siehe 6.6.2.1 Förderung von Renovierungen zur Verbesserung der Energieeffizienz

Zachmann, G., Fredriksson, G., & Claeys, G. (2018): The Distributional Effects of Climate Policy. Brussels: Bruegel.

Siehe 6.5.1.1 CO₂-Preis

Rückerstattung gestiegener Energiekosten

Cludius, J., Hünecke, K., Schumacher, K., Kunert, D., Förster, H., Noka, V., & Fries, T. (2017): BMBF Perspektiven der Bürgerbeteiligung an der Energiewende unter Berücksichtigung von Verteilungsfragen.

Siehe 6.6.2.2 Förderung von energieeffizienten Geräten/ kohlenstoffarmen Technologien

Tovar Reaños, M. A., & Wölfling, N. M. (2018): Household Energy Prices and Inequality: Evidence from German Microdata Based on the EASI Demand System. In: Energy Economics, 70, 84-97.

Forschungsfrage

Welche Verteilungswirkungen haben steigende Wärme- und Energiepreise?
Welche Verteilungswirkungen haben politische Maßnahmen, die dem regressiven Preisanstieg entgegenwirken sollen?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

Deutschland, 2002-2012

Daten

Laufende Wirtschaftsrechnungen, Haushaltsquerschnittserhebung des Statistischen Bundesamtes
Monatliche Verbraucherpreis-Indizes von den statistischen Ämtern auf Bundes- und Landesebene

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

72.361 befragte deutsche Haushalte

Politische Maßnahme („Intervention“)

Es werden folgende Maßnahmen simuliert:
Pauschale Rückerstattung der gestiegenen Energiekosten
Rückerstattung der gestiegenen Energiekosten nur für Haushalte im ersten Einkommensquintil
Rückerstattung der gestiegenen Energiekosten umgekehrt proportional zum Haushaltseinkommen
10% Verringerung der Energiepreise für Haushalte im ersten Einkommensquintil (gezielte Preisänderung)
Die Maßnahmen werden mit 50% Rückerstattung und 100% Rückerstattung angewendet.

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Vergleich zwischen einkommensschwachen und -starken Haushalten

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Ungleichheit gemessen mit dem Gini-Index und dem Sen-Index

Forschungsdesign („Study Design“)

Mithilfe der Exact Affine Stone Index (EASI) Model wird die Nachfrage im Energiesystem modelliert. Basierend auf diesen Berechnungen werden Engel-Kurven beschrieben, die die Ausgaben von Haushalten für eine bestimmte Ware oder Dienstleistung in Abhängigkeit vom Haushaltseinkommen zeigen. Soziale Wohlfahrt wird durch den Sen-Index abgebildet, der basierend auf der Zahlungsbereitschaft des Haushaltes, Haushaltsgröße und Gini-Index berechnet wird. Die Daten für diese Faktoren gehen dem EASI-Model hervor.

Kernaussagen

Eine 20% Preiserhöhung der Wärme- und Strompreise hat regressiv Effekte von einer 0,61% Erhöhung des Gini Indexes, was 29,55€ in 2012er Preisen im Monat an Wohlfahrtsverlusten sind. Einspeisevergütungen haben daher einen regressiven Verteilungseffekt. Diese regressiven Auswirkungen sind zwei bis dreimal höher für Wärmepreise als für Strompreise.

Tovar Reaños, M. A., & Wölfing, N. M. (2018): Household Energy Prices and Inequality: Evidence from German Microdata Based on the EASI Demand System. In: Energy Economics, 70, 84-97.

Eine pauschale Rückerstattung und die gezielte Preisänderung für einkommensschwache Haushalte haben ähnlich kleine Effekte gegen die Ungleichheit.

[50% Rückerstattung] Gini-Index: -0,13 bis -0,29% Veränderung; Sen-Index: 2,98 bis 7,92 Veränderung

[100% Rückerstattung] Gini-Index: -0,13 bis -0,43 % Veränderung; Sen-Index: 2,98 bis 15,82 Veränderung

Eine Rückerstattung nur für einkommensschwache Haushalte hat den stärksten Effekt der Ungleichheit entgegenzuwirken und resultiert in Überentschädigung.

[50% Rückerstattung] Gini-Index: -0,47 bis -1,04% Veränderung; Sen-Index: 10,78 bis 21,35 Veränderung

[100% Rückerstattung] Gini-Index: -0,92 bis -2,04% Veränderung; Sen-Index: 21,32 bis 42,38 Veränderung

Verteilungseffekte

Einspeisevergütungen: regressiv

Rückerstattung nur für einkommensschwache Haushalte: progressiv

Pauschale Rückerstattung: leicht progressiv

Gezielte Preisänderung für einkommensschwache Haushalte: leicht progressiv

6.6.3 Ordnungsrechtliche Maßnahmen

Energieeffizienz-/Isolationsstandards

Bruegge, C., Deryugina, T., & Myers, E. (2019): The Distributional Effects of Building Energy Codes. In: Journal of the Association of Environmental and Resource Economists, 6, 1, 95-127.

Forschungsfrage

Was sind die Verteilungseffekte von Energieeffizienzregeln für neue Gebäude?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

Kalifornien, Vereinigte Staaten

Daten

Daten zu Charakteristika der Wohnobjekte (z.B. Adresse, Geokoordinaten, Baujahr, Fläche in Quadratmeter, Anzahl der Schlafzimmer, und geschätzter Preis) und sozioökonomischen Charakteristika der entsprechenden Haushalte von ReferenceUSA.

Daten zum Energieverbrauch dieser Wohnobjekte (Erdgas in Therm und Elektrizität in Kilowattstunden) von vier großen kalifornischen Energieversorgern (San Diego Gas and Electric, Pacific Gas and Electric, Southern California Edison, and Southern California Gas) für 2009-2015.

Daten zu Heiz- und Kühl-Tagen in verschiedenen Gebieten (so genannten Klimazonen) in Kalifornien von der California Energy Commission.

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

Ungefähr 354.000 Wohnobjekt im Umkreis von 3km zu Grenzen von Klimazonen werden untersucht. Die „Betroffenen“ sind hierbei die Haushalte in Wohnobjekten, die zwischen 1982 und 2006 und somit nach Einführung der Energieeffizienzstandards gebaut wurden. Außerdem gibt es „Betroffene“, die von strikteren Standards betroffen sind, da sie in einer Klimazone mit extremerem Klima und somit durchschnittlich mehr Tagen in denen geheizt oder gekühlt werden muss, leben.

Politische Maßnahme („Intervention“)

„Building codes“ sind Energieeffizienzregeln für neue Gebäude (1976-1978 in Kraft getreten). In Kalifornien gibt es seit 1982 16 verschiedene Klimazonen, je nach dem „typischen meteorologischen Jahr“. Die Energieeffizienzregeln variieren je nach diesen Klimazonen. Generell gilt: Je weniger extrem das Klima in einer Zone (weniger Tage an denen Wohnobjekte geheizt oder gekühlt werden müssen), desto weniger strikt sind die Energieeffizienzregeln.

Bruegge, C., Deryugina, T., & Myers, E. (2019): The Distributional Effects of Building Energy Codes. In: Journal of the Association of Environmental and Resource Economists, 6, 1, 95-127.

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Die „Vergleichsgruppe“ sind hierbei die Wohnobjekte/Haushalte in Objekten, die zwischen 1947 und 1977 und somit vor Einführung der Energieeffizienzstandards gebaut wurden. Außerdem gibt es Objekte, die von weniger strikteren Standards betroffen sind als andere, da sie in einer Klimazone mit milderem Klima und somit durchschnittlich weniger Tagen in denen geheizt oder gekühlt werden muss, leben.

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Fläche des Wohnobjektes, Anzahl der Schlafzimmer, Energieverbrauch (Elektrizität und Gas separat), Energieverbrauch pro Fläche, Objektpreise, Objektpreise pro Fläche.

Forschungsdesign („Study Design“)

Die Studie nutzt generell einen Differenz-von-Differenzen-Ansatz, also ein quasi-natürliches Experiment zur ex-post Schätzung eines kausalen Effekts.

Hierbei werden Wohnobjekte nahe einer Klimazonengrenze angeguckt und angenommen, dass die betroffenen und Vergleichs-Objekte konditioniert auf Wohnungscharakteristika und verschiedene Fixeffekte die gleichen Trends in den Ergebnis-Variablen in Abwesenheit der Energieeffizienzmaßnahmen haben. Die Differenz der Stringenz der Energieeffizienzstandards auf beiden Seiten der Klimazonengrenze nach 1982 wird dann ausgenutzt, um zu berechnen, welchen Effekt die Energieeffizienzstandards haben.

Man berechnet die Differenz zwischen Gebäuden die vor (Baujahr 1947-1977) und denen, die nach (Baujahr 1982-2006) der Einführung der Standards gebaut worden sind auf beiden Seiten der Grenze.

Nun berechnet man die Differenz dieser Differenzen zwischen den Klimazonen. Klimazonen werden als Abschätzung der Stringenz der Effizienzstandards genommen. Unterschiede in der Stringenz werden mit der Differenz der Heiz- und Kühltage in den Klimazonen gemessen. Nun erhält man einen Effekt der politischen Maßnahme abhängig von der Differenz der Heiztage und einen abhängig von der Differenz der Kühltage. Wenn man anschließend die durchschnittliche Differenz der Heiz- und Kühltage zwischen den Zonen mit den zwei Effekten verrechnet erhält man den durchschnittlichen kausalen Effekt der politischen Maßnahme. In einer anschließenden Analyse wird dieser Effekt für die verschiedenen Quintile der Einkommensverteilung separat berechnet werden, um zu analysieren, was für Verteilungseffekte die Energieeffizienzstandards haben.

Die Einführung von Energieeffizienzstandards für Neubauten wird als exogene Variation genutzt. Außerdem wird die unterschiedliche Stringenz der Standards in verschiedenen Regionen ausgenutzt. Dies ist möglich ohne endogene Unterschiede zwischen Regionen aufzunehmen, da die Klimazonen abhängig von einer für die jeweilige Zone repräsentativen Stadt sind (bei Detailanalysen auch von weiteren Wetterstationen innerhalb einer Zone, um das Klima des Populationszentrums widerzuspiegeln).

Dadurch kann man annehmen, dass in Grenzregionen das Klima auf beiden Seiten der Grenze gleich ist und keine Unterschiede bestehen, die die Ergebnis-Variable beeinflussen und mit der unterschiedlichen Stringenz der politischen Maßnahme korrelieren.

Kernaussagen

Striktere Energieeffizienzstandards reduzieren die Fläche von Wohnobjekten und die Anzahl der Schlafzimmer am unteren Ende der Einkommensverteilung.

Eine Reduzierung der Energienutzung wird nur im zweitniedrigstem Einkommensquartil gefunden, die durch geringere Flächen der Objekte getrieben wird. Die Energienutzung pro Fläche erhöht sich im niedrigsten Einkommensquartil.

Der Wert der Wohnobjekte von Haushalten in niedrigeren Einkommensgruppen sinkt. Für höhere Einkommensgruppen steigt er. Diese Ergebnisse deuten auf unerwünschte Effekte für Haushalte in niedrigeren Einkommensgruppen hin.

Verteilungseffekte

Tendenziell regressiv

Bruegge, C., Deryugina, T., & Myers, E. (2019): The Distributional Effects of Building Energy Codes. In: Journal of the Association of Environmental and Resource Economists, 6, 1, 95-127.

Für Haushalte in niedrigeren Einkommensgruppen werden sozial unerwünschte Effekte ermittelt (kleinere Wohnobjekte, teilweise höhere Energienutzung pro Fläche, Wohnobjekte mit geringerem Wert).

Schaffrin, A. (2013): Who Pays for Climate Mitigation? An Empirical Investigation on the Distributional Effects of Climate Policy in the Housing Sector. In: Energy and Buildings, 59, 265-272.

Siehe 6.5.1.1 CO₂-Preis

Energieeinsparungsverordnung

Moser, S. (2013): Poor Energy Poor: Energy Saving Obligations, Distributional Effects, and the Malfunction of the Priority Group. In: Energy Policy, 61, 1003-1010.

Forschungsfrage

Welche Verteilungseffekte entstehen bei der Durchführung von Energieeffizienzmaßnahmen (Phase der Bereitstellung) und bei der Überwälzung der Kosten auf die Gesellschaft (Phase der Finanzierung)?
Bewertung der Umsetzung des Systems (Prioritärer Ansatz) in den UK.

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

EU, insbesondere UK

Daten

Metastudie -> keine eigenen Daten werden erhoben

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

Haushalte und Unternehmen in der EU (Diskussion)

Politische Maßnahme („Intervention“)

Energy Efficiency Obligation (EEO) wurde 2006 von der EU eingeführt und 2012 noch einmal verschärft. Energieverteiler und/oder Energieeinzelhandelsunternehmen sind verpflichtet, 1,5 % der an die Endkunden gelieferten Energie einzusparen, ausgenommen Energie für Transportzwecke. Die Anbieter*innen haben den Anreiz sich an große Unternehmen, bei denen viel Potential zur Einsparung ist und an einkommensstarke Haushalte zu wenden, die die Kosten für die Energieeffizienzmaßnahmen selbst tragen. Um dies zu verhindern, hat die UK vorgeschrieben, dass 40% der Effizienzsteigerungen in einkommensschwachen Haushalten durchgeführt werden müssen. Von EU-Mitgliedsstaat zu Mitgliedsstaat unterscheidet sich die genaue Ausgestaltung der Maßnahmen.

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Unterschiedliche Studien, die wiederum Einkommensgruppen vergleichen

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Zusammenfassung anderer Studien

Forschungsdesign („Study Design“)

Zusammenfassung anderer Studien und Diskussion

Kernaussagen

Die EEO benachteiligt einige Gruppen und bevorzugt andere (siehe Verteilungseffekte)

Moser, S. (2013): Poor Energy Poor: Energy Saving Obligations, Distributional Effects, and the Malfunction of the Priority Group. In: Energy Policy, 61, 1003-1010.

Das britische Modell (40% an Maßnahmen in der sozial benachteiligten Gruppe) schafft es nicht Energiearmut zu bekämpfen und kann nur sehr bedingt sozial benachteiligte Gruppen fördern (Verlagerung der Effizienzmaßnahmen von Haushalten knapp über der Schwelle zu Haushalten knapp unter der Schwelle) Alle Haushalte zahlen für den EEO, doch nur einige profitieren davon.

Verteilungseffekte

Regressiv

Anbietende geben ihre Kosten durch die Auflagen zur Energieeinsparung hauptsächlich an kleinen Kund*innen weiter (Privathaushalte und kleine Unternehmen). Das liegt daran, dass diese im Gegensatz zu großen Energieabnehmer*innen keine Verhandlungsmacht haben. Sie beziehen alle einen Standardtarif, sodass keine signifikanten Verteilungseffekte in dieser Gruppe zu erwarten sind. Kleine Nachfragende tragen also die "Last" der EEO.

Profitierende sind Haushalte mit hohem Einkommen und große Firmen (mit viel Einsparpotential). Belastete sind Haushalte mit niedrigem und hohem Einkommen und kleine Firmen (kleine Kund*innen siehe oben)

6.6.4 Kombination aus Maßnahmen

Erneuerbare-Energien-Gesetz und Ausbau

Grösche, P., & Schröder, C. (2014): On the Redistributive Effects of Germany's Feed-In Tariff. In: Empirical Economics, 46, 4, 1339-1383.

Forschungsfrage

Welche Verteilungseffekte hat das Erneuerbare-Energien-Gesetz auf Haushalte in Deutschland?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

Deutschland, 2008-2013

Daten

Erhebung des Energieverbrauchs der privaten Haushalte, des RWI mit Angaben zu Haushaltsmerkmale und Informationen über den jährlichen Stromverbrauch der Haushalte und den Besitz eines PV-Panels. Sozio-ökonomische Panel (SOEP), des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung mit Informationen über Haushalteinkommen

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

2.305 befragte Haushalte in Deutschland

Politische Maßnahme („Intervention“)

Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG): Abgabe auf Stromverbrauch (1,1ct/kWh plus 19% Mehrwertsteuer), um Einspeisende von erneuerbarer Energie zu bezuschussen (Subvention für das Erzeugen erneuerbarer Energie)

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Vergleich zwischen Haushalten verschiedener Einkommensgruppen

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Ungleichheitsindizes (Gini-Index, Theil-Index, Atkinson Index und das 90/10 Prozentverhältnis)

Forschungsdesign („Study Design“)

Grösche, P., & Schröder, C. (2014): On the Redistributive Effects of Germany's Feed-In Tariff. In: Empirical Economics, 46, 4, 1339-1383.

Im ersten Schritt werden die Ungleichheitsindizes berechnet und verglichen für den Zustand vor der Strompreis Abgabe und Bezuschussung von PV-Besitzern.

Im zweiten Schritt wird die Berechnung wiederholt für den Zustand nach dem Zahlen der Abgabe und dem Erhalt der Subventionen. Der Effekt des EEG wird dann innerhalb der Ungleichheitsindizes verglichen. Der gesamte Effekt der Abgabe plus Subvention und der alleinigen Effekten der Abgabe und der Subvention werden unterschieden.

Als Einspeisende werden nur Haushalte mit PV-Anlagen betrachtet, was den Verteilungseffekt eher unterschätzt. Außerdem werden Verhaltensreaktionen und allgemeine Gleichgewichtseffekte ausgeschlossen. Um Haushalte miteinander zu vergleichen, werden Faktoren, wie Haushaltgröße und materielle Bedürfnisse durch Gleichwertigkeitsskalen ausgeglichen.

Kernaussagen

Das Bezuschussen von Einspeisenden von ‚grüner‘ Energie durch eine Strompreis Abgabe ist eine regressive Umverteilung, da die bezuschussten Besitzer*innen von PV-Anlagen eher ein höheres Einkommen haben. Außerdem betrifft die pauschale Strompreis Abgabe einkommensschwache Haushalte stärker, da diese einen höheren Anteil ihres Einkommens für Energie ausgeben.

Die 2012 EEG-Umlage (Strompreis Abgabe und Subvention von Einspeisenden) vergrößert den Gini-Index um 0,56%.

75% des regressiven Effektes erfolgt auf Grund der Strompreis Abgabe.

Verteilungseffekte

Regressiv

Kockat, J., Treske, T., & Breitschopf, B. (2015): Wirkungen des Ausbaus Erneuerbarer Energien (ImpRES), Verteilungswirkungen im Wärmebereich, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI): Projektbericht.

Forschungsfrage

Wie verteilen sich Differenzkosten durch den Ausbau von Erneuerbaren Energien im Wärmebereich auf verschiedene Sektoren (Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie), Gebäudekategorien und Regionen?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

Deutschland, 2000-2012

Daten

Die Förderdaten und Evaluierungsbericht des staatlichen Marktanreizprogramms der BAFA Wärmebereitstellungskosten basierend auf der VDI 2067-1 (2012): „Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen - Grundlagen und Kostenberechnung“

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

Sektoren: Haushalte; Gewerbe, Handel, Dienstleistung (GHD); Industrie
Verschiedenen Regionen in Deutschland
Gebäudetypen (Einfamilien-, Mehrfamilien- und Reihenhäuser)

Politische Maßnahme („Intervention“)

Ausbau Erneuerbaren Energien im Bereich Wärme

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Kockat, J., Treske, T., & Breitschopf, B. (2015): Wirkungen des Ausbaus Erneuerbarer Energien (ImpRES), Verteilungswirkungen im Wärmebereich, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI): Projektbericht.

Es werden die Kosten für erneuerbare und fossile Wärmebereitstellung verglichen.

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Differenzkosten zwischen Erneuerbaren Energie und fossilen Wärmetechnologien

Forschungsdesign („Study Design“)

Differenzkostenansatz: Vergleich der Wärmebereitstellungskosten der EE-Technologien mit fossilen Technologien

Zur Kalkulation der Kosten werden die wichtigsten Technologien zu erneuerbarer und konventioneller Wärmebereitstellung als Referenztechnologie festgelegt. Die Anlagen- und Verbrauchstruktur für Haushalte und GHD werden ermittelt. Auf Grund dieser Strukturen werden die Erneuerbare Energietechnologiekosten und fossile Technologiekosten verglichen.

Der Industriesektor wird in Wirtschaftszweige mit relevantem Anteil Erneuerbarer Energien und Wirtschaftszweige mit vernachlässigbarem Anteil Erneuerbarer Energien eingeteilt. Die Berechnung der Differenzkosten erfolgt auf Basis der nach Energieträgern aufgeschlüsselten Energiemengen in den Wirtschaftszweigen.

In den Sektoren Haushalt, GHD und Industrie werden jeweilig 96%, 86% und 89% des Wärmebedarfs berücksichtigt.

Zur Berechnung der Verteilungswirkung werden die oben beschriebenen Differenzkosten genutzt. Außerdem werden Steuern und Förderungen berücksichtigt.

Gebäude- und Leistungsklassen: Auf Basis von Referenzgebäude werden Leistungsklassen (Größe) der Wärmebereitstellungssysteme festgelegt. Die installierten Anlagen werden den Leistungsklassen zugeordnet. Die Differenzkosten auf jedes Referenzgebäude werden Energieträger-spezifisch verteilt.

Regionen: Auf Basis der regionalen Anlagenstruktur und anlagenspezifischen Kosten werden PLZ-spezifische Differenzkosten ermittelt.

Kernaussagen

Den Großteil der Differenzkosten tragen mit steigendem Anteil die Haushalte. Teile der Industrien erfährt eine Entlastung durch den Einsatz von Erneuerbaren Energien (EE). Dies lässt sich auf unterschiedliche Motivationen zum Einsatz von EE zurückzuführen, die in der Industrie rein wirtschaftlich und in Haushalten auch ideell sind.

Verteilungseffekte

Gebäude:

Einfamilien- und Reihenhäusern tragen über alle Energieträger hinweg die Mehrheit der Differenzkosten (62%). Besitzer*innen von Einfamilienhäusern tragen mit rund 712 Mio. € den Großteil (56%) der jährlichen Belastungen im Jahr 2012.

Die meisten Differenzkosten werden von Einfamilien- und Reihenhäusern mit Solaranlagen (40%) getragen. Danach kommen kleine Mehrfamilienhäuser mit Solaranlage (12%) und Wärmepumpen (11%).

Regionen:

Ballungszentren, wie das Ruhrgebiet in Nordrhein-Westfalen und Großstädte wie Berlin oder München, zeigen relativ geringe Differenzkosten auf. Da Biomasse und Solarthermie schwieriger in dichtbesiedelten Flächen eingesetzt werden können und in Großstädten überwiegend Mietbestand besteht, ist der Einsatz von EE-Technologien in diesen Gebieten erschwert.

In den südlichen und westlichen Bundesländern fallen höhere Differenzkosten an. Es gibt ein Nord-Süd- und Ost-West-Gefälle, was an mehr installierten Anlagen in südlichen und westlichen Gebieten liegen kann.

Bayern (473 Mio. €), Baden-Württemberg (282 Mio. €), Nordrhein-Westfalen (249 Mio. €) tragen 61% der Differenzkosten im Jahr 2012.

Ein gesamtdeutsches Gefälle lässt sich für die Nutzung von Wärmepumpen nicht erkennen. Für Solarthermie gibt es ein starkes Gefälle vom Südwesten hin zum Nordosten. In Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern ist die Summe der ermittelten Differenzkosten weit unterdurchschnittlich, da dort wenige

Kockat, J., Treske, T., & Breitschopf, B. (2015): Wirkungen des Ausbaus Erneuerbarer Energien (ImpRES), Verteilungswirkungen im Wärmebereich, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI): Projektbericht.

Anlagen installiert sind. Bei Biomasseanlagen konzentrieren sich die Differenzkosten auf den Südosten Nordrhein-Westfalens und Süddeutschland, mit einem Schwerpunkt in Bayern.

Lutz, C., & Breitschopf, B. (2016): Systematisierung der Gesamtwirtschaftlichen Effekte und Verteilungswirkungen der Energiewende (No. 2016/01). GWS Research Report.

Forschungsfrage

Welche Verteilungseffekte resultieren aus dem Ausbau von Erneuerbaren Energien?

Geographische Abdeckung und Beobachtungszeitraum

Deutschland

Daten

Bestehende empirische Studien

Betroffene der empirischen Analyse („Population“)

Haushalte verschiedener Einkommensgruppen

Politische Maßnahme („Intervention“)

Ausbau Erneuerbarer Energien verbunden mit
CO₂-Steuer
EEG-Umlage
Förderung von umweltfreundlicher Wärmeerzeugung (Marktanreizprogramm)

Vergleichsmaßstab zur Ermittlung der Wirkungen („Comparison“)

Vergleich zwischen Haushalten mit unterschiedlichem Einkommen
Vergleich zwischen Endkund*innen und der Industrie

Ergebnis-Variable („Outcome“)

Berechnete Verteilungseffekte verschiedener empirischer Studien

Forschungsdesign („Study Design“)

Zusammenfassung der bestehenden Literatur

Kernaussagen

Energie- und CO₂-Steuern haben eine regressive Wirkung, sofern die Steuereinnahmen nicht progressiv rückverteilt oder durch andere Maßnahmen ausgeglichen werden.
Auch die EEG-Umlage hat eine regressive Wirkung, da durch sie der Energiepreis steigt. Durch solche Maßnahmen müssen Haushalte mit geringem Einkommen größere Einschränkungen ihres Lebensstils und ihrer Wohlfahrt vornehmen. Diese Haushalte werden relativ gesehen höher belastet als Haushalte mit hohem Einkommen, da ein größerer Anteil ihres Budgets für Wohnkosten ausgegeben wird.
Eine Förderung von umweltfreundlicher Wärmeerzeugung, unabhängig von der Einkommenshöhe, begünstigt einkommensstarke Haushalte, da diese mehr Mittel zur Verfügung haben die hohen Investitionen vorzunehmen. Einkommensschwache Haushalte werden dadurch von Energieeinsparmaßnahmen ausgeschlossen. Gezielte Förderprogramme für einkommensschwache können diese regressive Wirkung ausgleichen.

Lutz, C., & Breitschopf, B. (2016): Systematisierung der Gesamtwirtschaftlichen Effekte und Verteilungswirkungen der Energiewende (No. 2016/01). GWS Research Report.

Der Ausbau der Erneuerbaren Energien kann die Strompreise für Endkund*innen erheblich senken, wenn die Preissenkung an die Endkund*innen weitergegeben wird. Dabei sind die Verteilungseffekte für Endkund*innen gegenüber der Industrie nur positiv, wenn eine (EEG-)Umlage kleiner ist als die Preissenkung durch Erneuerbare Energiequellen und die Preissenkung vollständig durchgereicht wird.

Verteilungseffekte

Energie- und CO₂-Steuer: regressiv

EEG-Umlage: regressiv

Förderung von umweltfreundlicher Wärmeerzeugung: regressiv

Zachmann, G., Fredriksson, G., & Claeys, G. (2018): The Distributional Effects of Climate Policy. Brussels: Bruegel.

Siehe 6.5.1.1 CO₂-Preis

6.6.5 Sonstige Maßnahmen

Informationsmaterial und Verbrauchsdísplays

Schaffrin, A. (2013): Who Pays for Climate Mitigation? An Empirical Investigation on the Distributional Effects of Climate Policy in the Housing Sector. In: Energy and Buildings, 59, 265-272.

Siehe 6.5.1.1 CO₂-Preis

Quellenverzeichnis

- Aarhaug, J., Fearnley, N., Gregersen, F. A., & Norseng, R. B. (2018): 20 Years of Competitive Tendering in the Norwegian Bus Industry - An Analysis of Bidders and Winning Bids. In: *Research in Transportation Economics*, 69, 97-105.
- Agostini C. A., & Jiménez J. (2015): The Distributional Incidence of the Gasoline Tax in Chile. In: *Energy Policy*, 85, 243–252.
- Ahlfeldt, G. M., Nitsch, V., & Wendland, N. (2019): Ease vs. Noise: Long-Run Changes in the Value of Transport (Dis)Amenities. In: *Journal of Environmental Economics and Management*, 98, 102268
- Albouy, D. (2016). What are cities worth? Land rents, local productivity, and the total value of amenities. In: *Review of Economics and Statistics*, 98(3), 477-487.
- Alvarez, M. (2019): Distributional Effects of Environmental Taxation: An Approximation with a Meta-Regression Analysis. In: *Economic Analysis and Policy*, 62, 382-401.
- Andersson, H., Jonsson, L., & Ögren, M. (2010): Property Prices and Exposure to Multiple Noise Sources: Hedonic Regression with Road and Railway Noise. In: *Environmental and Resource Economics*, 45, 1, 73–89.
- Andor, M. A., Gerster, A., Gillingham, K., & Horvath, M. (2020): Running a Car Costs Much More Than People Think – Stalling the Uptake of Green Travel. In: *Nature*, 580, 453-455.
- Andrian-Werburg, S., & Schönthaler, K. (2017): Entwicklung Medienübergreifender Analysemodelle zur Räumlichen Darstellung von Gefährdungspotenzialen der Umwelt und Gesundheit. TEXTE 41/2017 – UBA-Endbericht. Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit.
- Archsmith, J., Heyes, A., & Saberian, S. (2018): Air Quality and Error Quantity: Pollution and Performance in a High-Skilled, Quality-Focused Occupation. In: *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 5, 827–863.
- Atreya, A. and Ferreira, S. (2015) Seeing is Believing? Evidence from Property Prices in Inundated Areas, *Risk Analysis*, 35, 828–848.
- Aus dem Moore, N., Brehm, J., Breidenbach, P., Ghosh, A., & Gruhl, H. (2022): Flood Risk Perception after Indirect Flooding Experience: Null Results in the German Housing Market. In: *Ruhr Economic Paper*, 976.
- Babisch, W., Beule, B., Schust, M., Kersten, N., & Ising, H. (2005): Traffic Noise and Risk of Myocardial Infarction. *Epidemiology*, 16, 1, 33–40.
- Bach, S., Harnisch, M., & Isaak, N. (2018): Verteilungswirkungen der Energiepolitik - Personelle Einkommensverteilung. Endbericht. DIW Berlin - Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung.
- Bach, S., Isaak, N., Kemfert, C., Kunert, U., Schill, W.-P., Schmalz, S., Wägner, N., & Zaklan, A. (2019): CO₂-Bepreisung im Wärme- und Verkehrssektor: Diskussion von Wirkungen und Alternativen Entlastungsoptionen. Endbericht des Gleichnamigen Forschungsvorhabens im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Nukleare Sicherheit (BMU). DIW Berlin: Politikberatung kompakt 140.
- Bakkensen, L. A., & Barrage, L. (2022): Going Underwater? Flood Risk Belief Heterogeneity and Coastal Home Price Dynamics. In: *The Review of Financial Studies*, 35, 3666-3709.
- Baldenius, T., Bernstein, T., Kalkuhl, M., von Kleist-Retzow, M., & Koch, N. (2021): Ordnungsrecht oder Preisinstrumente? Zur Verteilungswirkung von Klimaschutzmaßnahmen im Verkehr. Wie Fair ist die Energiewende? Ifo schnelldienst, 16, 7, 6.
- Bartha, G., & Kocsis, S. (2011): Standardization of Geographic Data: The European Inspire Directive. In: *European Journal of Geography*, 2, 79-89.

- Banzhaf, S., Ma, L., & Timmins, C. (2019): Environmental Justice: The Economics of Race, Place, and Pollution. In: *Journal of Economic Perspectives*, 33, 1, 185-208.
- Bauer, T. K., Braun, S.T., Kvasnicka, M. (2017): Nuclear Power Plant Closures and Local Housing Values: Evidence from Fukushima and the German Housing Market. In: *Journal of Urban Economics*, 99, 94-106.
- Beltrán, A., Maddison, D. and Elliott, R. J. R. (2018) Is flood risk capitalised into property values?, *Ecological Economics*, 146, 668–685.
- Berry, A. (2019): The Distributional Effects of a Carbon Tax and Its Impact on Fuel Poverty: A Microsimulation Study in the French Context. In: *Energy Policy*, 124, 81-94.
- BfG (2020). Wasserblick, Bundesamt für Gewässerkunde. Link: <https://geoportal.bafg.de/inspire/download/NZ/riskZoneflood/datasetfeed.xml>.
- Bin, O. and Polasky, S. (2004) Effects of flood hazards on property values: Evidence before and after hurricane Floyd, *Land Economics*, 80, 490–500.
- Bjornson, C. L., & Mitchell, I. (2000): Gender Differences in Asthma in Childhood and Adolescence. In: *The Journal of Gender-specific Medicine*, 3, 57-61.
- Blackman, A., Osakwe, R., & Alpizar, F. (2010): Fuel Tax Incidence in Developing Countries: The Case of Costa Rica. In: *Energy Policy*, 38, 5, 2208-2215.
- BMWi (2019): Ausgaben (Oberkategorien) nach Altersgruppe. Zahlen und Fakten: Energiedaten. Nationale und Internationale Entwicklung.
- BMUB (2016a): Den Ökologischen Wandel Gestalten - Integriertes Umweltprogramm 2030, Berlin.
- BMUB (2016b): Darstellung des Integrierten Umweltprogramms 2030. <https://www.bmu.de/themen/europa-internationales-nachhaltigkeit-digitalisierung/nachhaltige-entwicklung/integriertes-umweltprogramm-2030/>. [Zugriff November 2021].
- Bolund, P., & Hunhammar, S. (1999): Ecosystem Services in Urban Areas. In: *Ecological Economics*, 28, 293-301.
- Borenstein, S., & Davis, L. W. (2016): The Distributional Effects of US Clean Energy Tax Credits. In: *Tax Policy and the Economy*, 30, 1, 191-234.
- Börjesson, M., Eliasson, J., & Rubensson, I. (2020): Distributional Effects of Public Transport Subsidies. In: *Journal of Transport Geography*, 84, 102674.
- Breidenbach, P., & Eilers, L. (2018): RWI-GEO-GRID: Socio-economic Data on Grid Level. In: *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik*, 2018, 238, 6, 609-616.
- Brenke, K., & Pfannkuche, J. (2018). Household Consumption and Savings Rate Depend Strongly on Employment Status, Income, and Age. *DIW Weekly Report*, 8, 13/14, 125-135.
- Brehm, J., Pestel, N., Schaffner, S., & Schmitz, L. (2022): From Low Emission Zone to Academic Track: Environmental Policy Effects on Educational Achievement in Elementary School. In: *Ruhr Economic Papers*, 980.
- Brook, R. D., Sun, Z., Brook, J. R., Zhao, X., Ruan, Y., Yan, J., Mukherjee, B., Rao, X., Duan, F., Sun, L., Liang, R., Lian, H., Zhang, S., Fang, Q., Gu, D., Sun, Q., Fan, Z., & Rajagopalan, S. (2016): Extreme Air Pollution Conditions Adversely Affect Blood Pressure and Insulin Resistance: The Air Pollution and Cardiometabolic Disease Study. In: *Hypertension*, 67, 1, 77-85.
- Bruegge, C., Deryugina, T., & Myers, E. (2019): The Distributional Effects of Building Energy Codes. In: *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 6, 1, 95-127.
- Buechs, M., Bardsley, N. & Duwe, S. (2011): Who Bears the Brunt? Distributional Effects of Climate Change Mitigation Policies. In: *Critical Social Policy* 31, 2, 285–307.

- Bundeszentral für politische Bildung (BPB) (2023): Das Lexikon der Wirtschaft: engelsches Gesetz. <https://www.bpb.de/kurz-knapp/lexika/lexikon-der-wirtschaft/19204/engelsches-gesetz/#:~:text=von%20dem%20deutschen%20Statistiker%20Ernst,Zusammensetzung%20der%20Ausgaben%20of%C3%BCr%20Konsumg%C3%BCter> [Zugriff März 2023].
- Bunge, C., & Rehling, J. (2020): Umweltgerechtigkeit in Städten - Empirische Befunde und Strategien für mehr Gesundheitliche Chancengleichheit. In: Informationen zur Raumentwicklung, 47, 1, 70-83.
- Bureau, B. (2011): Distributional Effects of a Carbon Tax on Car Fuels in France. In: Energy Economics, 33, 1, 121–130.
- Bureau, B., & Glachant, M. (2011): Distributional Effects of Public Transport Policies in the Paris Region. In: Transport Policy, 18, 5, 745-754.
- Bushnell, J. B., Chong, H., & Mansur, E. T. (2013): Profiting from Regulation: Evidence from the European Carbon Market. In: American Economic Journal: Economic Policy, 5, 4, 78-106.
- Camara, Y., Holtmark, B., & Misch, F. (2021): Electric Vehicles, Tax Incentives and Emissions: Evidence from Norway. IMF Working Paper WP/21/162.
- Chaisemartin, C., & D’Haultfoeuille, X. (2020): Two-Way Fixed Effects Estimators with Heterogeneous Treatment Effects. In: American Economic Review, 110, 9, 2964-2996.
- Claßen, T., & Bunz, M. (2018): Einfluss von Naturräumen auf die Gesundheit - Evidenzlage und Konsequenzen für Wissenschaft und Praxis. In: Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz, 61, 6, 720-728.
- Carruthers, J & Clark, D. (2010): Valuing Environmental Quality: A Space-Based Strategy. In: Journal of Regional Science, 50, 4, 801-832.
- Chay, K. Y., & Greenstone, M. (2005): Does Air Quality Matter? Evidence from the Housing Market. In: Journal of Political Economy, 113, 376–424.
- Cludius, J., Hünecke, K., Schumacher, K., Kunert, D., Förster, H., Noka, V., & Fries, T. (2017): BMBF Perspektiven der Bürgerbeteiligung an der Energiewende unter Berücksichtigung von Verteilungsfragen.
- Copernicus Emergency Management Service (2021). EMSR517: Flood in Western Germany. <http://emergency.copernicus.eu/mapping/list-of-components/EMSR517> [Datensatz. Zugriff: April 2023].
- Currie, J., Davis, L., Greenstone, M., & Walker, R. (2015): Environmental Health Risks and Housing Values: Evidence from 1,600 Toxic Plant Openings and Closings. In: American Economic Review, 105, 2, 678-709.
- Datta, A. (2010): The Incidence of Fuel Taxation in India. In: Energy Economics, 32, 1, 26–S33.
- Davis, L. (2011): The Effect of Power Plants on Local Housing Values and Rents. In: The Review of Economics and Statistics, 93 ,4, 1391-1402.
- Davis, L. W., & Knittel, C. R. (2019): Are Fuel Economy Standards Regressive? In: Journal of the Association of Environmental and Resource Economists, 6, 1, 37-63.
- Drivas, K., Rozakis, S., & Xesfingi, S. (2019): The Effect of House Energy Efficiency Programs on the Extensive and Intensive Margin of Lower-Income Households’ Investment Behavior. In: Energy Policy, 128, 607–15.
- Dugan, A., Mayer, J., Thaller, A., Bachner, G., & Steininger, K. W. (2022): Developing Policy Packages for Low-Carbon Passenger Transport: A Mixed Methods Analysis of Trade-Offs and Synergies. In: Ecological Economics, 193, 107304.
- Dustmann, C. (2004): Parental Background, Secondary School Track Choice, and Wages. In: Oxford Economic Papers, 56, 209-230.

- Ebenstein, A., Lavy, V., & Roth, S. (2016): The Long-Run Economic Consequences of Highstakes Examinations: Evidence from Transitory Variation in Pollution. In.: American Economic Journal: Applied Economics, 8, 36-65.
- Eliasson, J. (2016): Is Congestion Pricing Fair? Consumer and Citizen Perspectives on Equity Effects. In: Transport Policy, 52, 1–15.
- Eisenbahn-Bundesamt (2020). Lärmstatistik für die Hauptstrecken. <https://www.mcloud.de/web/guest/suche/-/results/suche/relevance/l%5C%C3%5C%A4rmstatistik/0/detail/3DBC2837-63E9-4F16-BA0E-E6E64C19AF7A>. [Datensatz. Zugriff: Dezember 2021].
- European Commission – Mobility and Transport (2021): TENtec Interactive Map Viewer. <https://ec.europa.eu/transport/infrastructure/tentec/tentec-portal/map/maps.html#layersTab>. [Zugriff: November 2022].
- Farrell, N. (2017): What Factors Drive Inequalities in Carbon Tax Incidence? Decomposing Socioeconomic Inequalities in Carbon Tax Incidence in Ireland. In: Ecological Economics, 142, 31-45.
- Fearnley, N., & Aarhaug, J. (2019): Subsidising Urban and Sub-Urban Transport - Distributional Impacts. In: European Transport Research Review, 11, 1, 1-10.
- Fehr, R. (2020): Ökologische und humanökologische Perspektive. Leitbegriffe Der Gesundheitsförderung und Prävention: Glossar Zu Konzepten, Strategien und Methoden.
- Flues, F., & Thomas, A. (2015): The Distributional Effects of Energy Taxes. In: OECD Taxation Working Papers, 23. OECD Publishing, Paris.
- Flues, F., & Van Dender, K. (2017): The Impact of Energy Taxes on the Affordability of Domestic Energy. In: OECD Taxation Working Papers, 30. OECD Publishing, Paris.
- Foraster, M., Eze, I. C., Vienneau, D., Schaffner, E., Jeong, A., Héritier, H., Rudzik, F., Thiesse, L., Pieren, R., Brink, M., Cajochen, C., Wunderli, J., Rössli, M., & Probst-Hensch, N. (2018): Long-term Exposure to Transportation Noise and its Association with Adiposity Markers and Development of Obesity. In: Environment International, 121, 879-889.
- Fullerton, D. (2011): Six Distributional Effects of Environmental Policy. In: Risk Analysis: An International Journal, 31, 6, 923-929.
- Gehrsitz, M. (2017): The Effect of Low Emission Zones on Air Pollution and Infant Health. In: Journal of Environmental Economics and Management, 83, 121–144.
- Gillingham, K., & Munk-Nielsen, A. (2019): A Tale of Two Tails: Commuting and the Fuel Price Response in Driving. In: Journal of Urban Economics, 109, 27-40.
- Golley, J., & Meng, X., (2012): Income Inequality and Carbon Dioxide Emissions: The Case of Chinese Urban Households. In: Energy Economics, 34, 6, 1864-1872.
- Goulder, L. H., & Parry, I. W. (2020): Instrument Choice in Environmental Policy. In: Review of Environmental Economics and Policy, 2, 2, 152-74.
- Graff Zivin, J., & M. Neidell (2013): Environment, Health, and Human Capital. In: Journal of Economic Literature, 51, 3, 689-730.
- Griefahn, B., Marks, A., & Robens, S. (2006): Noise Emitted from Road, Rail and Air Traffic and Their Effects on Sleep. In: Journal of Sound and Vibration, 295, 1-2, 129-140.
- Grösche, P., & Schröder, C. (2014): On the Redistributive Effects of Germany's Feed-in Tariff. In: Empirical Economics, 46, 4, 1339-1383.

- Grubb, M., Hourcade, J.-C., & Neuhoff, K. (2014): *Planetary Economics: Energy, Climate Change and the Three Domains of Sustainable Development*, Routledge, Abingdon UK.
- Gruhl, H., Volkhausen, N., Pestel, N., & aus dem Moore, N. (2022): Air Pollution and the Housing Market: Evidence from Germany's Low Emission Zones. In: *Ruhr Economic Papers*, 977.
- Grunewald, K., & Bastian, O. (2013): *Ökosystemdienstleistungen: Konzept, Methoden und Fallbeispiele*. Springer: Heidelberg.
- Guske, A. L., Jacob, K., Pestel, N., Range, C., & Sommer, E. (2017): Verteilungswirkungen Ökonomischer Anreize für Energetische Sanierungen. In: *Energie und Soziale Ungleichheit*, 425-453. Springer VS, Wiesbaden.
- Hamanaka, R. B., & Mutlu, G. M. (2018): Particulate Matter Air Pollution: Effects on the Cardiovascular System. In: *Frontiers in Endocrinology*, 9, 680.
- Hendrik, J. and Kerstin, S. (2011) Why Young Boys Stumble: Early Tracking, Age and Gender Bias in the German School System. In: *German Economic Review*, 12, 371–394.
- Hesse, M., & Scheiner, J. (2010): Mobilität, Erreichbarkeit und Gesellschaftliche Teilhabe: Die Rolle von Strukturellen Rahmenbedingungen und Subjektiven Präferenzen. In: *Vierteljahrshefte zur Wirtschaftsforschung*, 74, 2, 99-112.
- Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) (2021): Rechnen mit Schallpegel. <https://www.hlnug.de/themen/laerm/akustische-grundlagen/rechnen-mit-schallpegeln> [Zugriff November 2021].
- Heymann, Y., Steenmans, C., Croisille, G., & Bossard, M. (1994): *Corine Land Cover Project-Technical Guide*. European Commission, Directorate General Environment. Nuclear safety and civil protection, ECSC-EEC-EAEC, Brussels-Luxembourg, 136.
- Hino, M., & Burke, M. (2021): The Effect of Information about Climate Risk on Property Values. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118, e2003374118, Publisher: Proceedings of the National Academy of Sciences.
- IPCC Working Group I (2021): *Climate change 2021: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou, (Eds.)]. Tech. rep., Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA.
- Jacob, K., Guske, A.-L., Weiland, S., Range, C., Pestel, N., & Sommer, E. (2016): *Verteilungswirkungen Umweltpolitischer Maßnahmen und Instrumente*. UBA Texte 73. Dessau-Roßlau.
- Jacobsen, G. D. (2019): An Examination of How Energy Efficiency Incentives are Distributed Across Income Groups. In: *The Energy Journal*, 40, 6.
- Jacobsen, M. R. (2013): Evaluating US Fuel Economy Standards in a Model with Producer and Household Heterogeneity. In: *American Economic Journal: Economic Policy*, 5, 2, 148-87.
- Jayachandran, S. (2009): Air Quality and Early-Life Mortality Evidence from Indonesia's Wildfires. In: *Journal of Human resources*, 44, 916-954.
- Jiang, Z. & Ouyang, X. (2017): Analyzing the Distributional Effects of Fuel Taxation in China. In: *Energy Efficiency*, 10, 5, 1235–1251.
- Kahle, M., Kempf, M., Martin, B. and Glaser, R. (2022) Classifying the 2021 "Ahrtal" flood event using hermeneutic interpretation, natural language processing, and instrumental data analyses, *Environmental Research Communications*, 4, 051002.

- Kaspar, F., Mächel, H., Jacob, D., & Kottmeier, C. (2017): Beobachtung von Klima und Klimawandel in Mitteleuropa und Ddeutschland. In: Klimawandel in Deutschland 17-26. Springer Spektrum, Berlin, Heidelberg.
- Kaul, A., Pfeifer, G., & Witte, S. (2016): The Incidence of Cash for Clunkers: Evidence from the 2009 Car Scrapage Scheme in Germany. In: International Tax and Public Finance, 23, 6, 1093-1125.
- Klauber, H., Holub, F., Koch, N., Pestel, N., Ritter, N., & Rohlf, A. (2021): Killing Prescriptions Softly: Low Emission Zones and Child Health from Birth to School, IZA Discussion Papers 14376, Institute of Labor Economics (IZA).
- Klimeczek, H. J. (2014): Umweltgerechtigkeit im Land Berlin - Zur Methodischen Entwicklung des Zweistufigen Berliner Umweltgerechtigkeitsmonitorings. UMID, 2, 16-21.
- Knittel, C. R., Miller, D. L., & Sanders, N. J. (2016): Caution, drivers! Children Present: Traffic, Pollution, and Infant Health. In: Review of Economics and Statistics, 98, 350-366.
- Kockat, J., Treske, T., & Breitschopf, B. (2015): *Wirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien (ImpRES)*, Verteilungswirkungen im Wärmebereich, Fraunhofer - Institut für System- und Innovationsforschung (ISI): Projektbericht.
- Kousky, C. (2010) Learning from Extreme Events: Risk Perceptions after the Flood, Land Economics, 86, 395–422, publisher: University of Wisconsin Press.
- Kristen, C. and Dollmann, J. (2010) Sekundäre Effekte der ethnischen Herkunft: Kinder aus türkischen Familien am ersten Bildungsübergang. In: Vom Kindergarten bis zur Hochschule, Springer, 117–144.
- Kristof, K. (2019): Soziale und gesellschaftliche Dimensionen des Umweltschutzes – Ansatzpunkte für eine Strukturierung des Themenfeldes. In: Berger, L. und A.W. Mues (Hrsg.): Soziale Dimensionen von Natur- und Umweltschutz – Ergebnisse einer DACH-Studie. Bonn: Bundesamt für Naturschutz, 11-15. Online verfügbar unter: <https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/service/Dokumente/skripten/Skript535.pdf>. [Zugriff April 2022].
- Künn, S., Palacios, J., & Pestel, N. (forthcoming): Indoor Air Quality and Strategic Decision-Making. In: Management Science.
- Lavy, V., Ebenstein, A., & Roth, S. (2014): The Impact of Short Term Exposure to Ambient Air Pollution on Cognitive Performance and Human Capital Formation. Tech. rep., National Bureau of Economic Research.
- Levinson, A. (2019): Energy Efficiency Standards Are More Regressive Than Energy Taxes: Theory and Evidence. In: Journal of the Association of Environmental and Resource Economists, 6, 1, 7-36.
- Lévay, P. Z., Drossinos, Y., & Thiel, C. (2017): The Effect of Fiscal Incentives on Market Penetration of Electric Vehicles: A Pairwise Comparison of Total Cost of Ownership. In: Energy Policy, 105, 524-533.
- Lihtmaa, L., Hess, D. B., & Leetmaa, K. (2018): Intersection of the Global Climate Agenda with Regional Development: Unequal Distribution of Energy Efficiency-Based Renovation Subsidies for Apartment Buildings. In: Energy Policy, 119, 327-338.
- Liu, R., Yu, C., Liu, C., Jiang, J., & Xu, J. (2018): Impacts of Haze on Housing Prices: An Empirical Analysis Based on Data from Chengdu (China). In: International Journal of Environmental Research and Public Health, 15, 1161.
- Lutz, C., & Breitschopf, B. (2016): Systematisierung der Gesamtwirtschaftlichen Effekte und Verteilungswirkungen der Energiewende (No. 2016/01). GWS Research Report.
- Maestre-Andrés, S., Drews, S., & van den Bergh, J. (2019): Perceived Fairness and Public Acceptability of Carbon Pricing: A Review of the Literature. In: Climate Policy, 19, 9, 1186-1204.
- Marcotte, D. E. (2017): Something in the Air? Air Quality and Children’s Educational Outcomes. In: Economics of Education Review, 56, 141-151.
- Margaryan, S. (2021): Low Emission Zones and Population Health. In: Journal of Health Economics, 76, 102402.

- Mariani, F., Pérez-Barahona, A., & Raffin, N. (2010): Life Expectancy and the Environment. In: *Journal of Economic Dynamics & Control*, 34, 4, 798-815.
- Masson, T., & Leßmann, O. (2016): Ökologisch Nachhaltiger Konsum und Ungleiche Teilhabe. In: *Berichterstattung zur Sozioökonomischen Entwicklung in Deutschland: Exklusive Teilhabe - Ungenutzte Chancen; dritter Bericht (S. 1-21)*. Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag.
- Matas, A., Raymond, J. L., & Ruiz, A. (2020): Economic and Distributional Effects of Different Fare Schemes: Evidence from the Metropolitan Region of Barcelona. In: *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 138, 1-14.
- Matzarakis, A., Muthers, S., & Koch, E. (2011): Human Biometeorological Evaluation of Heat-Related Mortality in Vienna. In: *Theoretical and Applied Climatology*, 105, 1, 1-10.
- McCoy, D., & Kotsch, R. A. (2021): Quantifying the Distributional Impact of Energy Efficiency Measures. In: *The Energy Journal*, 42, 6.
- microm (2019): *Microm Datenhandbuch*, Beineke Dickmanns, Korschbroich.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005): *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis*. Island Press, Washington.
- Miller, M. R., & Newby, D. E. (2020): Air Pollution and Cardiovascular Disease: Car Sick. In: *Cardiovascular Research*, 116, 2, 279-294.
- Moser, S. (2013): Poor Energy Poor: Energy Saving Obligations, Distributional Effects, and the Malfunction of the Priority Group. In: *Energy policy*, 61, 1003-1010.
- Mühlenweg, A. M. and Puhani, P. A. (2010) The Evolution of the School-Entry Age Effect in a School Tracking System. In: *Journal of Human Resources*, 45.
- Muller, N. Z., & Hopkins, C. A. (2019): Hurricane Katrina Floods New Jersey: The Role of Information in the Market Response to Flood Risk. In: *Working Paper 25984*, National Bureau of Economic Research.
- Müller-Westermeier, G. (1995): *Numerisches Verfahren zu Erstellung klimatologischer Karten*. Deutscher Wetterdienst.
- Münzel, T., Gori, T., Babisch, W., & Basner, M. (2014): Cardiovascular Effects of Environmental Noise Exposure. *European Heart Journal*, 35, 13, 829–836.
- Münzel, T., Kröller-Schön, S., Oelze, M., Gori, T., Schmidt, F. P., Steven, S., Hahad, O., Röösl, M., Wunderli, J., Daiber, A., & Sørensen, M. (2020): Adverse Cardiovascular Effects of Traffic Noise with a Focus on Nighttime Noise and the New WHO Noise Guidelines. In: *Annual Review of Public Health*, 41, 309-328.
- Münzel, T., Schmidt, F. P., Steven, S., Herzog, J., Daiber, A., & Sørensen, M. (2018): Environmental Noise and the Cardiovascular System. In: *Journal of the American College of Cardiology*, 71, 6, 688-697.
- Nikodinoska, D., & Schöder, C. (2016): On the Emissions-Inequality and Emissions-Welfare Trade-Offs in Energy Taxation: Evidence on the German Car Fuels Tax. In: *Resource and Energy Economics*, 44, 206-233.
- Nore, N., Aarhaug, J., & Gundersen, F. (2014): Areal- og transportutvikling i Osloregionen – faktagrunnlag. TØI rapport, 1378.
- Oberndorfer, U. (2009): EU Emission Allowances and The Stock Market: Evidence from the Electricity Industry. In: *Ecological Economics*, 68, 4, 1116-1126.
- Oehlmann, M., Linsenmeier, M., Kahlenborn, W., Götting, K., Klaas, K., Ciroth, A., Bunsen, J., & Rossbach, M. (2021): *Wirkungen Verändertes Einkommen auf den Ressourcenverbrauch*. UBA Texte, 04/2021.

- Ohlendorf, N., Jakob, M., Minx, J. C., Schröder, C., & Steckel, J. C. (2021): Distributional Impacts of Carbon Pricing: A Meta-Analysis. In: *Environmental and Resource Economics*, 78, 1, 1-42.
- O'Neill, D. W., Fanning, A. L., Lamb, W. F., & Steinberger, J. K. (2018): A Good Life for All Within Planetary Boundaries. In: *Nature Sustainability*, 1, 88-95.
- Pebesma, E. (2021): stars: Spatiotemporal Arrays, Raster and Vector Data Cubes. R Package Version 0.5-2. <https://CRAN.R-project.org/package=stars>.
- Pebesma et al. (2021): sf: Simple Features for R. R Package Version 1.0-2. <https://cran.r-project.org/web/packages/sf/>.
- Pereira, R. H., Banister, D., Schwanen, T., & Wessel, N. (2019): Distributional Effects of Transport Policies on Inequalities in Access to Opportunities in Rio de Janeiro. In: *Journal of Transport and Land Use*, 12, 1, 741-764.
- Pestel, N., & Wozny, F. (2019): Low Emission Zones for Better Health: Evidence from German Hospitals. IZA DP No. 12545.
- Pestel, N., & Wozny, F. (2021): Health Effects of Low Emission Zones: Evidence from German Hospitals. In: *Journal of Environmental Economics and Management*, 109, 102512.
- Pizer, W. A., & Sexton, S. (2020): The Distributional Impacts of Energy Taxes. In: *Review of Environmental Economics and Policy*, 13, 1.
- Preuß, M., Reuter, W. H., & Schmidt, C. M. (2019): Verteilungswirkung einer CO₂-Bepreisung in Deutschland (No. 08/2019). Arbeitspapier.
- Poore, J., & Nemecek, T. (2018): Reducing Food's Environmental Impacts Through Producers and Consumers. In: *Science*, 360, 6392, 987-992.
- Postma, D. S. (2007): Gender Differences in Asthma Development and Progression. In: *Gender Medicine*, 4, 133-146.
- Raub, K. R., Scholz, A. B., & Liedtke, G. T. (2013): Impacts of Road User Charges on Individual Welfare - A Pre-Inauguration Exploration for Germany. In: *Case Studies on Transport Policy*, 1, 1-2, 46-52.
- Rat für Sozial- und Wirtschaftsdaten (RatSWD) (2017): Qualitätssicherung der vom Rat für Sozial- und Wirtschaftsdaten (RatSWD) akkreditierten Forschungsdatenzentren (FDZ). Vol. 20.
- Rat für Sozial- und Wirtschaftsdaten (RatSWD) (2019): Big Data in den Sozial-, Verhaltens- und Wirtschaftswissenschaften: Datenzugang und Forschungsdatenmanagement; Web Scraping in der unabhängigen wissenschaftlichen Forschung. Vol. 52.
- Reinhardt, G., Gärtner, S., & Wagner, T. (2020): Ökologische Fußabdrücke von Lebensmitteln und Gerichten in Deutschland. Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (IFEU).
- Rhedanz, K., & Maddison, D. (2008): Local Environmental Quality and Life-Satisfaction in Germany. In: *Ecological Economics*, 64, 4, 787-797.
- Rivers, N., & Shiell, L. (2016): Free-Riding on Energy Efficiency Subsidies: The Case of Natural Gas Furnaces in Canada. In: *The Energy Journal*, 37, 4.
- RNE - Rat für Nachhaltige Entwicklung (Hrsg.) (2012): Der Nachhaltige Warenkorb. Einfach Besser Einkaufen. Ein Ratgeber. 4. komplett überarbeitete Auflage, Berlin.
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F. S., Lambin, E. F., Lenton, T. M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H. J., Nykvist, B., de Wit, C. A., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P. K., Costanza, R., Svedin, U., Falkenmark, M., Karlberg, L., Corell, R. W., Fabry, V. J., Hansen, J., Walker, B., Liverman, D., Richardson, K., Crutzen, P., & Foley, J. A. (2009): A Safe Operating Space for Humanity. In: *Nature* 461, 472-475.

- Rohlf, A., Holub, F., Koch, N., & Ritter, N. (2020): The Effect of Clean Air on Pharmaceutical Expenditures. In: *Economics Letters*, 192, 109-221.
- Rosas-Flores, J. A., Bakhat, M., Rosas-Flores, D., & Zayas, J. L. F. (2017): Distributional Effects of Subsidy Removal and Implementation of Carbon Taxes in Mexican Households. In: *Energy Economics*, 61, 21-28.
- Rosen, S. (1974). Hedonic prices and implicit markets: product differentiation in pure competition. In: *Journal of political economy*, 82(1), 34-55.
- Roth, S. (2016): The Contemporaneous Effect of Indoor Air Pollution on Cognitive Performance: Evidence from the UK. Unpublished manuscript.
- RWI - Leibniz Institute for Economic Research. (2021): RWI-GEO-RED: RWI Real Estate Data - Houses for Sale. <https://doi.org/10.7807/immo:red:hk:v5.1>. [Datensatz].
- Santos, G., & Caranzo, A. (2022): Potential Distributional Impacts of Road Pricing: A Case Study. In: *Case Studies on Transport Policy*, 10, 1, 1-31.
- Sarmiento, L., Wagner, N., & Zaklan, A. (2021): Effectiveness, Spillovers, and Well-Being Effects of Driving Restriction Policies. In: SSRN Scholarly Paper ID 3857614, Social Science Research Network, Rochester, NY.
- Schaffrin, A. (2013): Who Pays for Climate Mitigation? An Empirical Investigation on the Distributional Effects of Climate Policy in the Housing Sector. In: *Energy and Buildings*, 59, 265-272.
- Schildberg-Hoerisch, H. (2011) Does parental employment affect children's educational attainment? In: *Economics of Education Review*, 30, 1456–1467.
- Schoenheit, I. (2016): Indikatoren für den Nachhaltigen Konsum - Kurzstudie für den Rat für Nachhaltige Entwicklung (RNE).
- Schüle, S. A., Grabiell, K. M. A., & Bolte, G. (2017): Relationship Between Neighbourhood Socioeconomic Position and Neighbourhood Public Green Space Availability: An Environmental Inequality Analysis in a Large German City Applying Generalized Linear Models. In: *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 220, 4, 711-718.
- Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz (SenUVK) Berlin (2019): Basisbericht Umweltgerechtigkeit – Grundlagen für die sozialräumliche Umweltpolitik.
- Shrestha, R., Flacke, J., Martinez, J., & Van Maarseveen, M. (2016): Environmental Health Related Socio-Spatial Inequalities: Identifying “Hotspots” of Environmental Burdens and Social Vulnerability. In: *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13, 7, 691.
- Sovacool, B. K. (2015): Fuel Poverty, Affordability, and Energy Justice in England: Policy Insights from the Warm Front Program. In: *Energy*, 93, 361-371.
- Stafford, T. M. (2015): Indoor Air Quality and Academic Performance. In: *Journal of Environmental Economics and Management*, 70, 34-50.
- Statistisches Bundesamt (2018a): Teil II: Produktspezifische Informationen zur Nutzung der Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (EVS) 2018, Grundfile 3 (EVAS-Nummern: 63211 und 63221) als Scientific-Use-File.
- Statistisches Bundesamt (2018b): Umweltökonomische Gesamtrechnung: CO₂-Gehalt der Güter der Endverwendung, Berichtszeitraum 2008-2014, Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2020): 42% der Alleinlebenden wohnten 2019 in Großstädten. Pressemitteilung Nr. N 073.
- Statistisches Bundesamt (2021): Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen des Bundes - Private Konsumausgaben und Verfügbares Einkommen.

- Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S. E., Fetzer, I., Bennett, E. M., Biggs, R., Carpenter, S. R., de Vries, W., de Wit, C. A., Folke, C., Gerten, D., Heinke, J., Mace, G. M., Persson, L. M., Ramanathan, V., Reyers, B., & Sörlin, S. (2015): Planetary Boundaries: Guiding Human Development on a Changing Planet. In: *Science*, 347, 6223, 1259855.
- Sterner, T. (2012): Distributional Effects of Taxing Transport Fuel. In: *Energy Policy*, 41, 75-83.
- Szombathely, M., Albrecht, M., Augustin, J., Bechtel, B., Dwinger, I., Gaffron, P., Krefis, A., Oßenbrügge, J., & Strüver, A. (2018): Relation Between Observed and Perceived Traffic Noise and Socio-Economic Status in Urban Blocks of Different Characteristics. In: *Urban Science*, 2, 1, 20.
- Tamm, M. (2008) Does money buy higher schooling?: Evidence from secondary school track choice in Germany. In: *Economics of Education Review*, 27, 536–545.
- Teixidó, J. J., & Verde, S. F. (2017): Is the Gasoline Tax Regressive in the Twenty-First Century? Taking Wealth Into Account. In: *Ecological Economics*, 138, 109-125.
- Theebe, M. A. (2004): Planes, Trains, and Automobiles: The Impact of Traffic Noise on House Prices. In: *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 28, 2, 209–234.
- Thieken, A. H., Bubeck, P., Heidenreich, A., von Keyserlingk, J., Dillenardt, L. and Otto, A. (2022) Performance of the flood warning system in Germany in July 2021: Insights from affected residents, *EGUsphere*, pp. 1–26.
- Thiel, P. (2022): Evaluation of Railroad Noise - The Proximity to Railroads and Its Effect on House Prices. In: *Ruhr Economic Papers*, 981.
- Tovar Reaños, M. A., & Sommerfeld, K. (2018): Fuel for Inequality: Distributional Effects of Environmental Reforms on Private Transport. In: *Resource and Energy Economics*, 51, 28–43.
- Tovar Reaños, M. A., & Wölfing, N. M. (2018): Household Energy Prices and Inequality: Evidence from German Microdata Based on the EASI Demand System. In: *Energy Economics*, 70, 84-97.
- Umweltbundesamt (UBA) (2012): Methodenkonvention 2.0 zur Schätzung von Umweltkosten. Dessau-Roßlau.
- Umweltbundesamt (UBA) (2020a): Gesundheitliche Belastungen durch Umweltverschmutzung und Lärm – Ergebnisse der Umweltbewusstseinsstudien. Umweltbundesamt, Dessau. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2378/dokumente/ubs-2018-factsheet-gesundheitliche_belastungen_laerm_barrierefrei.pdf. [Zugriff Februar 2022].
- Umweltbundesamt (UBA) (2020b): Lärmbelastungssituation in Deutschland. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.
- Umweltbundesamt (UBA) (2020c): Kartographische Darstellung der flächenhaften Immissionsbelastung in Deutschland durch Kombination von Messung und Rechnung.
- Umweltbundesamt (UBA) (2021): Luftqualität 2020 - Hintergrund (Vorläufige Auswertung). Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/hgp_luftqualitaet_2020_bf.pdf. [Zugriff Februar 2022].
- Weber, I., & Wolff, A. (2018): Energy Efficiency Retrofits in the Residential Sector - Analysing Tenants' Cost Burden in a German Field Study. In: *Energy policy*, 122, 680-688.
- West, J. & Börjesson, M. (2018): The Gothenburg Congestion Charges: Cost-Benefit Analysis and Distribution Effects. In: *Transportation*, 47, 1, 145–174.
- Wölfel, O. and Heineck, G. (2012) Parental risk attitudes and children's secondary school track choice. In: *Economics of Education Review*, 31, 727–743.

Wolff, H. (2014): Keep Your Clunker in the Suburb: Low-Emission Zones and Adoption of Green Vehicles. In: *The Economic Journal*, 124, F481–F512.

Veith, S., Werner, J. R., & Zimmermann, J. (2009): Capital Market Response to Emission Rights Returns: Evidence from the European Power Sector. In: *Energy Economics*, 31, 4, 605-613.

Vienneau, D., Schindler, C., Perez, L., Probst-Hensch, N., & Rössli, M. (2015): The Relationship Between Transportation Noise Exposure and Ischemic Heart Disease: A Meta-Analysis. In: *Environmental Research*, 138, 372–380.

Vierunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Lärmkartierung - 34. BImSchV) (2016). *Bundesgesetzblatt*, 1, 12.

Xu, X., & Chen, C. F. (2019): Energy Efficiency and Energy Justice for US Low-Income Households: An Analysis of Multifaceted Challenges and Potential. In: *Energy Policy*, 128, 763-774.

Zachmann, G., Fredriksson, G., & Claeys, G. (2018): *The Distributional Effects of Climate Policy*. Brussels: Bruegel.

A Anhang: Fragebogen Workshop (AP 1)

Fragebogen

„Soziale Wirkungen der Umweltpolitik: Prioritäre Themen und Fragestellungen“

im Vorhaben (FKZ 3719 12 1040)

„Soziale Aspekte der Umweltpolitik: Teilvorhaben 2 – Gewinnung von Daten“

Liebe Teilnehmerin, lieber Teilnehmer,

mit dem Forschungsprojekt wollen wir die Datenlage zum Thema „Soziale Wirkungen der Umweltpolitik“ eruieren und verbessern. Unter anderem verfolgen wir das Ziel, konkrete **Themen und Fragestellungen** sowie bestehende Defizite in der **Datenverfügbarkeit** im Komplex der sozialen Dimension von Umweltpolitik herauszuarbeiten. So wird der Ausgangspunkt für die angestrebte Darstellung und Verbesserung der Datengrundlage gesetzt. Darüber hinaus liegt ein Fokus auf der Kombination von verschiedenen Datensätzen anhand überlappender Merkmale (Verschneidung von Datensätzen anhand von Zeitraum, regionaler Ebene, etc.). Zu beiden Anforderungen wollen wir in diesem Fragebogen ihre **Eindrücke aus der Praxis** sammeln und in das Projekt einfließen lassen.

Der Fragebogen bietet Ihnen die Chance prioritäre Fragestellungen, aber auch Expertise bezüglich verfügbarer Daten und möglicher Datendefizite (z.B. bezüglich des Inhalts, der Auflösung oder der Abdeckung) frühzeitig in das Vorhaben einzubringen und somit wichtige Impulse hinsichtlich der Verbesserung der Datengrundlagen zu geben.

Die beigefügte **Leistungsbeschreibung** liefert nähere Erläuterungen zum Vorhaben.

Der Fragebogen ist in drei kurze Blöcke unterteilt. Die Auswertung des Fragebogens erfolgt von den Auftragnehmern. Im Rahmen eines Workshops mit einem Projektbegleitkreis von BMU und UBA werden die Ergebnisse aufbereitet, vorgestellt und diskutiert. Wir bitten Sie den Fragebogen bis zum **29. Mai 2020** auszufüllen und an *christian.hoyer@uba.de* zu senden.

A: Hintergrundinformationen

1. In welchem Fachgebiet arbeiten Sie im UBA/BMU?

2. Welche Rolle spielen empirische Datensätze zu Umwelt- und Sozialdaten in ihrer eigenen Arbeit bzw. in den von ihnen vergebenen Forschungsprojekte?

- Empirische Datensätze sind zentraler Bestandteil der Arbeit
- Empirische Datensätze werden häufig verwendet
- Empirische Datensätze werden gelegentlich verwendet
- Empirische Datensätze spielen keine Rolle

3. Welche Datensätze sind dabei von besonderer Bedeutung?

B: Priorisierung von Themen und Fragestellungen

1. Welche **Handlungsfelder** im Thema soziale Aspekte der Umweltpolitik sind vom größten Interesse

Optionen: 1 = sehr groß, 2 = eher groß, 3 = eher gering, 4 = sehr gering

- Klimaschutz und Energiewende
- Nachhaltige Ressourcennutzung
- Verkehrswende und nachhaltige Mobilität
- Umweltgerechtigkeit (Umwelt, Gesundheit und soziale Lage)
- Bauen und Wohnen
- Agrar- und Ernährungswende
- Nachhaltige Entwicklung ländlicher Räume
- Nachhaltige Stadtentwicklung
- Nachhaltiger Konsum

Gibt es ergänzende Handlungsfelder und Kombinationen von Handlungsfeldern, die aus Ihrer Sicht von großem Forschungsinteresse sind?

2. Welche **Wirkungsmechanismen** sind für Ihre Themen von größtem Interesse?

Optionen: 1 = sehr groß, 2 = eher groß, 3 = eher gering, 4 = sehr gering

- Preis-, Einkommens- und Vermögenseffekte
- Beschäftigungseffekte
- Gesamtwirtschaftliche Effekte (Bspw. Bruttoinlandsprodukt, Wettbewerbsfähigkeit...)
- Bereitstellung öffentlicher Güter / Infrastruktur
- Effekte auf Umweltqualität bzw. -belastungen und daraus abgeleitete Effekte (Bspw. Gesundheitseffekte, Effekte auf Lebensqualität)

3. Gibt es weitere sozio-ökonomische Wirkungsmechanismen, die aus Ihrer Sicht berücksichtigt werden sollten?

4. Welche (sozialen) Parameter der Betroffenheit sind für Ihre Themen von größtem Interesse?

Optionen: 1 = sehr groß, 2 = eher groß, 3 = eher gering, 4 = sehr gering

- Einkommen, Sozialer Status
- Haushaltstypen (Single, Familien, Alleinerziehend etc.)
- Geschlecht, Alter, Bildung
- Regionale Betroffenheit (lokal, regional, urban, ländlich)
- Migrationshintergrund
- Soziokulturelle Milieus
- Personengruppen bei sektorspezifischen Politiken (Pendler/innen, Konsument, Wohnkosten am Einkommen)
- Belastete Wirtschaftssektoren oder Berufsgruppen

5. Gibt es weitere (soziale) Parameter, die aus Ihrer Sicht berücksichtigt werden sollten?

6. Gibt es aus Ihrer Sicht weitere **Anmerkungen**?

Diese könnten zum Beispiel auch konkrete Fragestellungen im Themenfeld beinhalten, zu denen eine Verbesserung der Datenlage wünschenswert wäre

C: Stand der Datenverfügbarkeit

Die folgenden offenen Fragen dienen der weiteren Einschätzung von Forschungsschwerpunkten, die durch Block B nicht abgefragt werden können.

1. Wo sehen Sie aus ihrer Erfahrung die größten Datenlücken?

Diese Datenlücken können beispielweise inhaltlich, hinsichtlich der zeitlichen oder räumlichen Auflösung bzw. Abdeckung oder hinsichtlich der Differenzierung nach sozialen Parametern begründet sein.

2. Bei welchen Arbeiten/Forschungen in Ihrem Gebiet spielen soziale Aspekte (hinsichtlich einer konkreten Hinterlegung mit Daten) eine zentrale Rolle?
Nennen Sie bitte beispielsweise stichpunktartig eigene Forschungsprojekte oder Fragestellungen.

3. Gibt es aus Ihrer Sicht Datensätze, die sich besonders für eine Verschneidung bzw. Kombination zum Gewinn neuer Erkenntnisse im Themenbereich eignen?
Verschneidungen ermöglichen Fragestellungen durch die Kombination zweier Datensätze zu bearbeiten, die mit den einzelnen Datensätzen jeweils nicht zu beantworten wären. Die stichpunktartige Beantwortung könnte beispielsweise Kombinationen von Datensätzen aus Umwelt- und Sozialforschung enthalten.

4. Haben Sie noch Hinweise bezüglich wichtiger Datensätze der sozialen Dimension von Umweltmaßnahmen?

Vielen Dank für Ihre Teilnahme!

Schlussbemerkung

Aus den Antwortmustern ergeben sich Forschungsstränge für das Projektteam. Ex ante kann das RWI die tatsächliche Beantwortung der aufgeworfenen Forschungslücken nicht vorhersagen. Das RWI wird aber im weiteren Projektverlauf dezidiert Stellung beziehen, wie die einzelnen Aspekte behandelt wurden, bzw. warum einzelne festgelegte Schwerpunkte nicht in konkrete empirische Forschungsdesign übersetzt wurde

B Anhang: Technische Ausgestaltung der Wissensplattform (AP2)

Die Wissensplattform basiert auf der Software Microsoft Excel. Die Funktionen innerhalb der Wissensplattform wurden durch Makros und selbst geschriebene Funktionen erstellt, die den Auftraggebenden zusammen mit der Plattform zur Verfügung gestellt werden.

Tabelle 22: Fehlermeldungen und Bearbeitungshinweise

	Fehlermeldung	Bearbeitungshinweise
Suche	Bitte geben Sie entweder Schlagwörter oder Soziale Merkmale ein, um die Suche zu starten.	Eine Suchabfrage ist nur möglich, wenn entweder nach Schlagwörtern oder sozialen Merkmalen gesucht wird. Eine Suche nur nach dem verfügbaren Zeitraum ist nicht möglich.
	„Keine Ergebnisse gefunden für folgende Schlagwörter: " & KeywordInput.	Diese Meldung tritt auf, wenn keine Ergebnisse basierend auf den angegebenen Schlagwörtern gefunden werden konnte. Überprüfen Sie bitte auch die Rechtschreibung. Diese wird nicht automatisch korrigiert.
	„Keine Ergebnisse gefunden für folgende Merkmale: " & SozInput.	Diese Meldung tritt auf, wenn keine Ergebnisse basierend auf den angegebenen sozialen Merkmalen gefunden werden konnte. Überprüfen Sie bitte auch die Rechtschreibung. Diese wird nicht automatisch korrigiert.
	Keine Ergebnisse gefunden für folgende Zeitraum: " & TimeframeInput. Bitte verwenden Sie mindestens einen gültigen Suchoperator.	Diese Meldung tritt auf, wenn keine Ergebnisse basierend auf dem angegebenen Zeitraum gefunden werden konnte. Es wurden keine oder nicht spezifizierte Suchoperatoren genutzt. Beispielsweise mehrere Schlagwörter mit Trennung durch Leerzeichen gesucht werden. Die Liste der zulässigen Suchoperatoren und deren Eigenschaften finden Sie auf Seite 37f. dieses Endberichtes.
Speichern einer Suche	Sie haben bereits das Limit an gespeicherten Suchen erreicht.	Die zulässige Anzahl an gespeicherten Suchen ist erreicht.
	Bitte verwenden Sie einen kürzen Namen.	Die zulässige Anzahl von Zeichen beim Tabellenblattnamen wird überschritten. Die Anzahl der Zeichen basiert auf den von MS Office zulässigen Zeichen und kann daher nicht angepasst werden.
	Verbotenes Zeichen wurde erkannt. Bitte überprüfen Sie ihre Eingabe.	Verwendung von durch Excel nicht zugelassenen Zeichen bei der Tabellenblattbenennung. (Eine Liste der nicht zulässigen Zeichen wird bei der Eingabemaske genannt.)
	Name bereits vergeben. Bitte wählen Sie einen anderen.	Der gewählte Name wurde bereits in der Speicherung der Suche genutzt. Wählen Sie bitte einen anderen Namen oder löschen Sie die Suche, die unter diesem Namen gespeichert wurde.
Löschen einer Suche	Suche endgültig löschen?	Dies ist eine doppelte Abfrage bevor eine gespeicherte Suche gelöscht wird und wird immer vor dem Löschen abgefragt. So soll eine vorschnelle Löschung von Suchen verhindert werden.

Quelle: Eigene Darstellung, RWI.

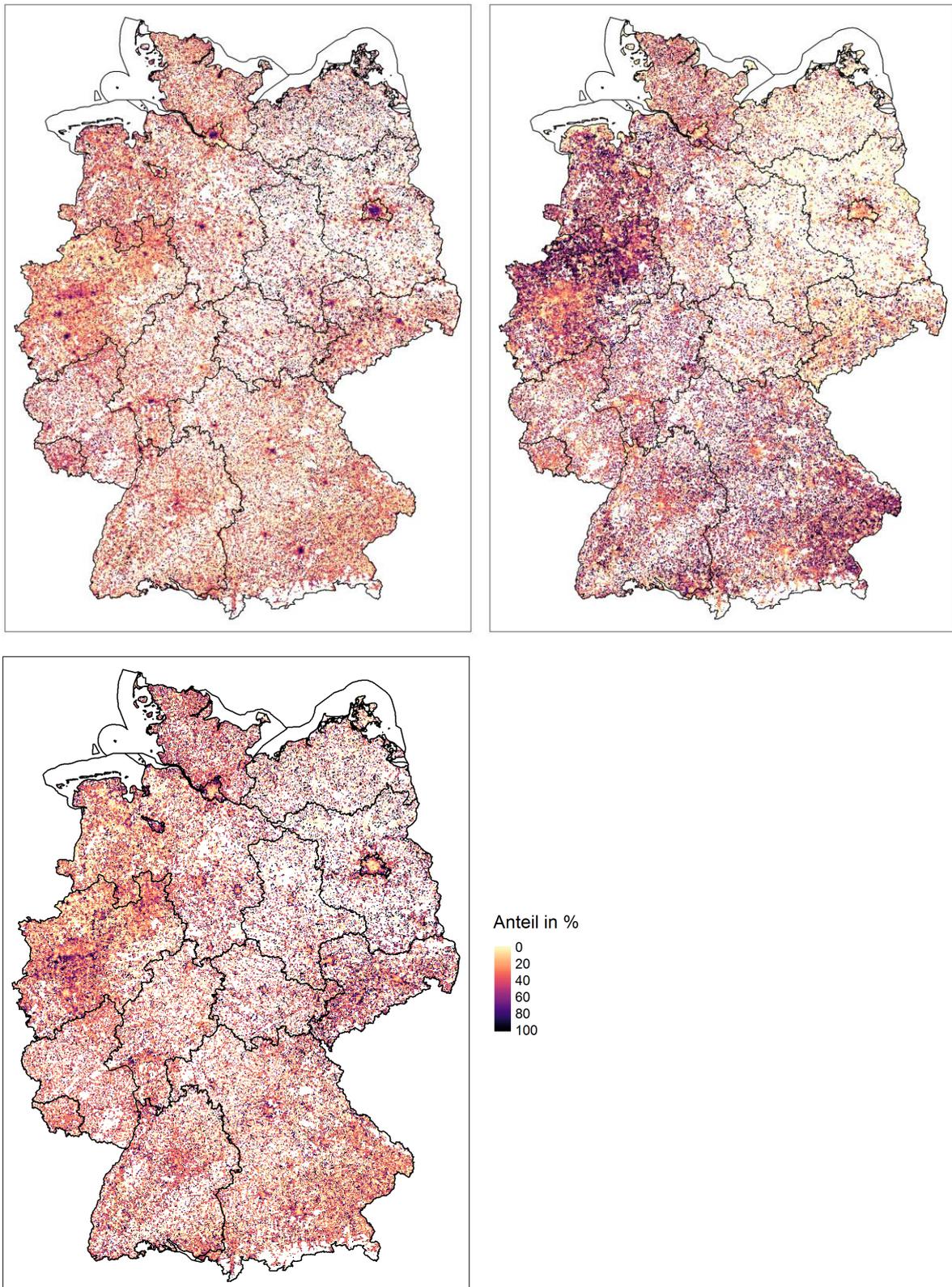
Der Suchablauf wurde mithilfe von Visual Basic for Application implementiert, wobei der Thesaurus über eine API-Anfrage (Application Programming Interface)⁷⁸ angesteuert wird. Sofern diese Abfrage von der IT innerhalb der Institutionslaufwerke freigegeben ist, können die Schlagwörter aller Metadaten sukzessiv nach den Einträgen der Synonymliste durchsucht werden. Die „Treffer“ werden dann entsprechend in der Übersicht dargestellt. Hier wird die eingestellte Behandlung der Groß- und Kleinschreibung berücksichtigt. Sofern diese Abfrage von der IT unterbunden wird, ist die Synonymabfrage eingeschränkt und die Ergebnisse der Suchabfrage berücksichtigen nur jene Wörter, die in der Suche explizit gelistet sind.

Ferner wurden verschiedene Fehlermeldungen definiert, damit die Nutzenden bei Falscheingaben die Ursache des Fehlers besser bestimmen können. Diese sind in Tabelle 22 dargestellt.

⁷⁸ Eine API kann als Zugang zu einem System verstanden werden. Über diesen Zugang können beispielsweise Daten bezogen oder eine Suchanfrage getätigt werden.

C Anhang: Betroffenheits-Perspektive (AP 3a)

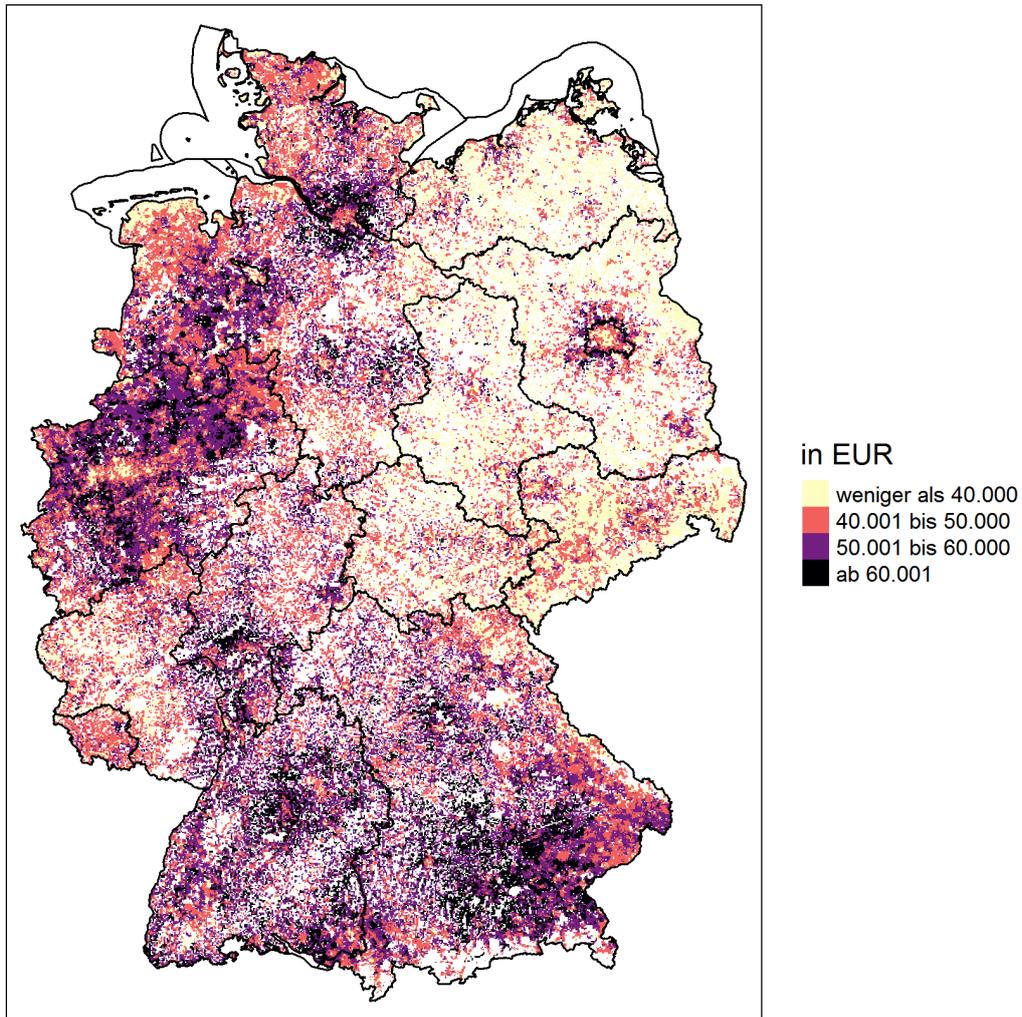
Abbildung B1: Haushaltstypen (Singles, Familien und Paare) auf Rasterebene



Anmerkung: Haushaltstypen auf Rasterebene (1 x 1 km) für das Jahr 2018. Anteile an Singles (erste Reihe, linkes Panel), Familien (erste Reihe, rechtes Panel) und Paare (zweite Reihe) in Prozent.

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, RWI. Auf Basis der RWI-GEO-GRID Daten.

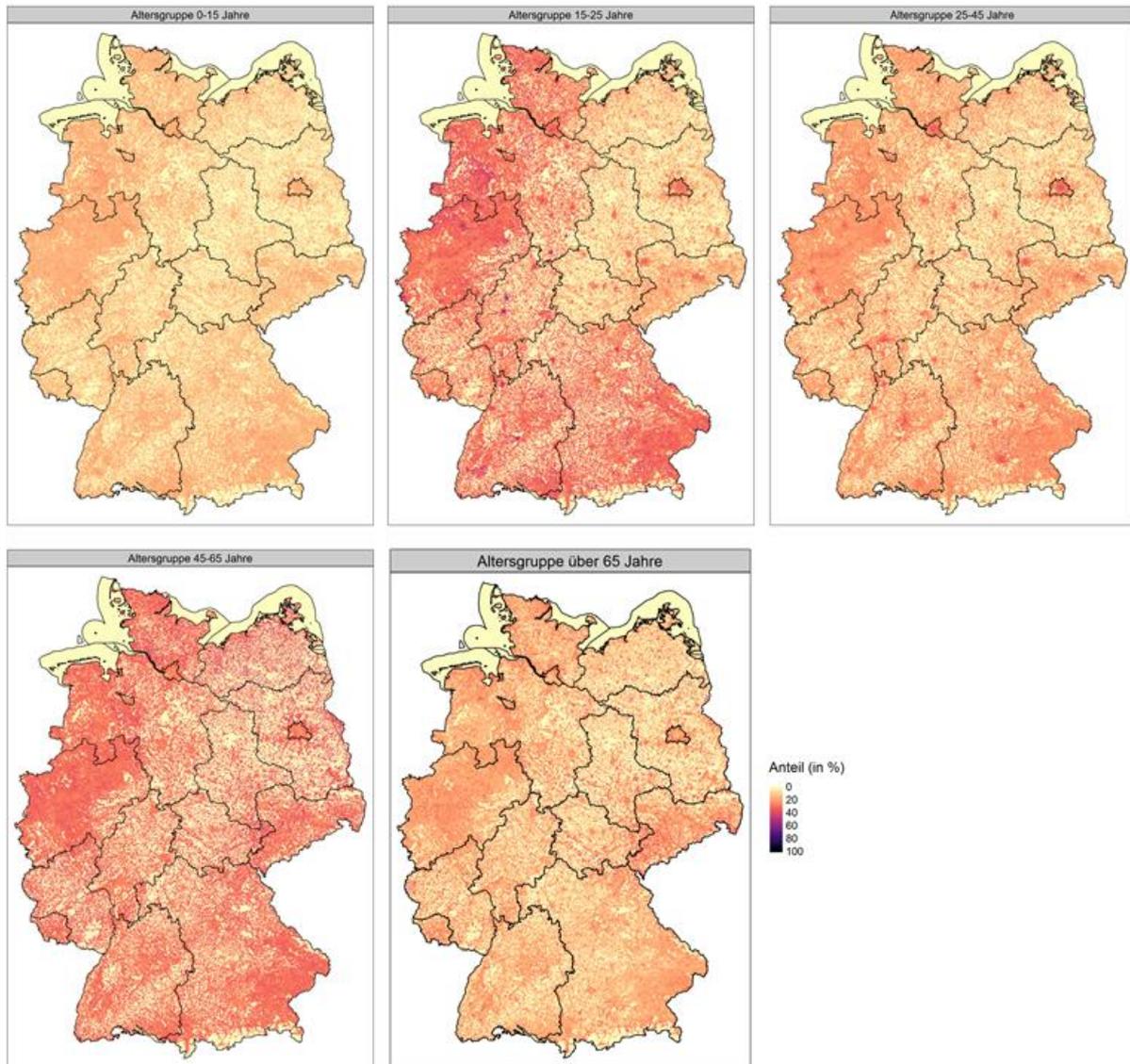
Abbildung B2: Haushaltskaufkraft auf Rasterebene



Anmerkung: Haushaltskaufkraft auf Rasterebene (1 x 1 km) für das Jahr 2018.

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, RWI. Auf Basis der RWI-GEO-GRID Daten.

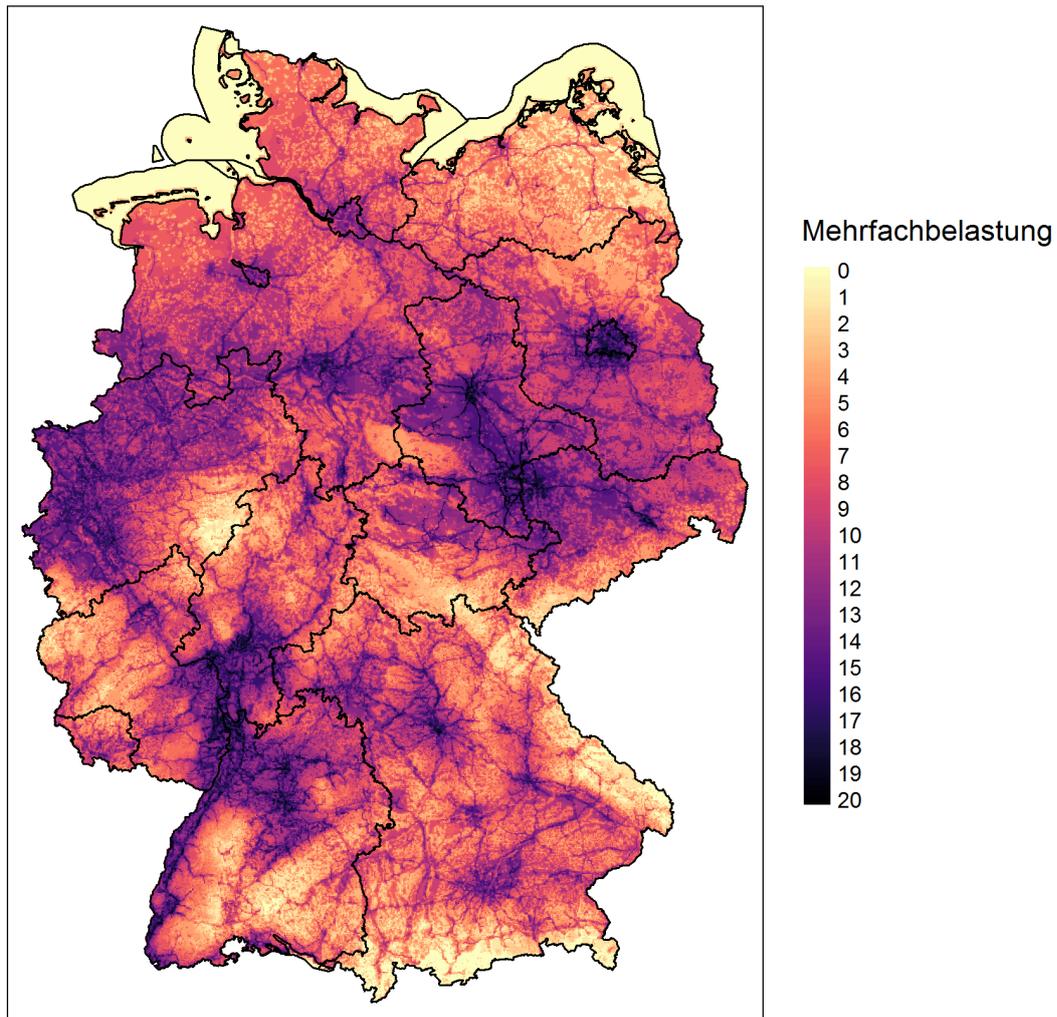
Abbildung B3: Altersgruppen auf Rasterebene



Anmerkung: Altersgruppen auf Rasterebene (1 x 1 km) für das Jahr 2018.

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, RWI. Auf Basis der RWI-GEO-GRID Daten.

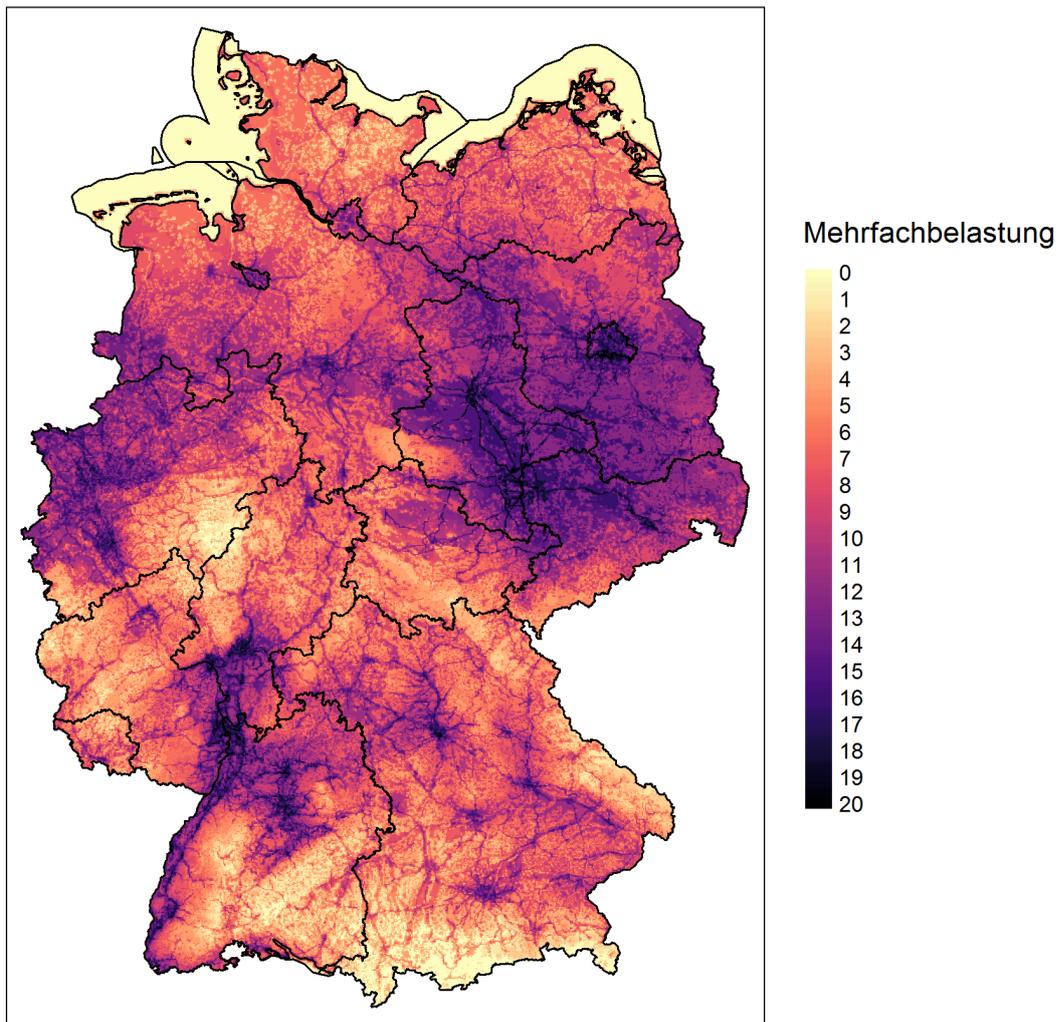
Abbildung B4: „Leave-one-out“ Mehrfachbelastung ohne Feinstaubbelastung



Mehrfachbelastung ohne Feinstaubbelastung für das Jahr 2018 auf einem 1 x 1km Raster. Die Mehrfachbelastung ergibt sich aus der Kombination von Einzelbelastungen (beschrieben in Kapitel 3.4.1).

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, RWI. Auf Basis der Daten der Einzelbelastungen (siehe Kapitel 3.2 und 3.4.1).

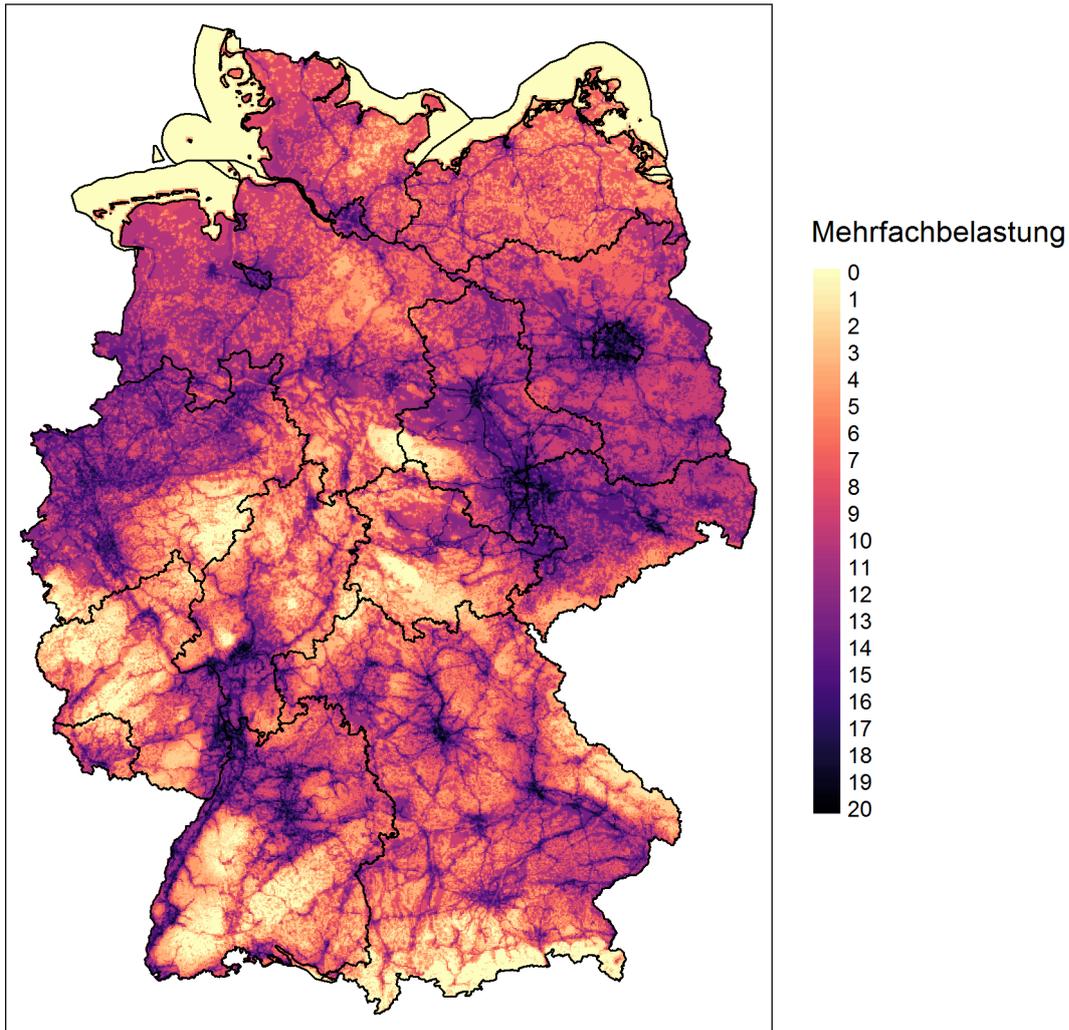
Abbildung B5: „Leave-one-out“ Mehrfachbelastung ohne Stickstoffdioxid



Mehrfachbelastung ohne Stickstoffdioxid für das Jahr 2018 auf einem 1 x 1km Raster. Die Mehrfachbelastung ergibt sich aus der Kombination von Einzelbelastungen (beschrieben in Kapitel 3.4.1).

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, RWI. Auf Basis der Daten der Einzelbelastungen (siehe Kapitel 3.2 und 3.4.1).

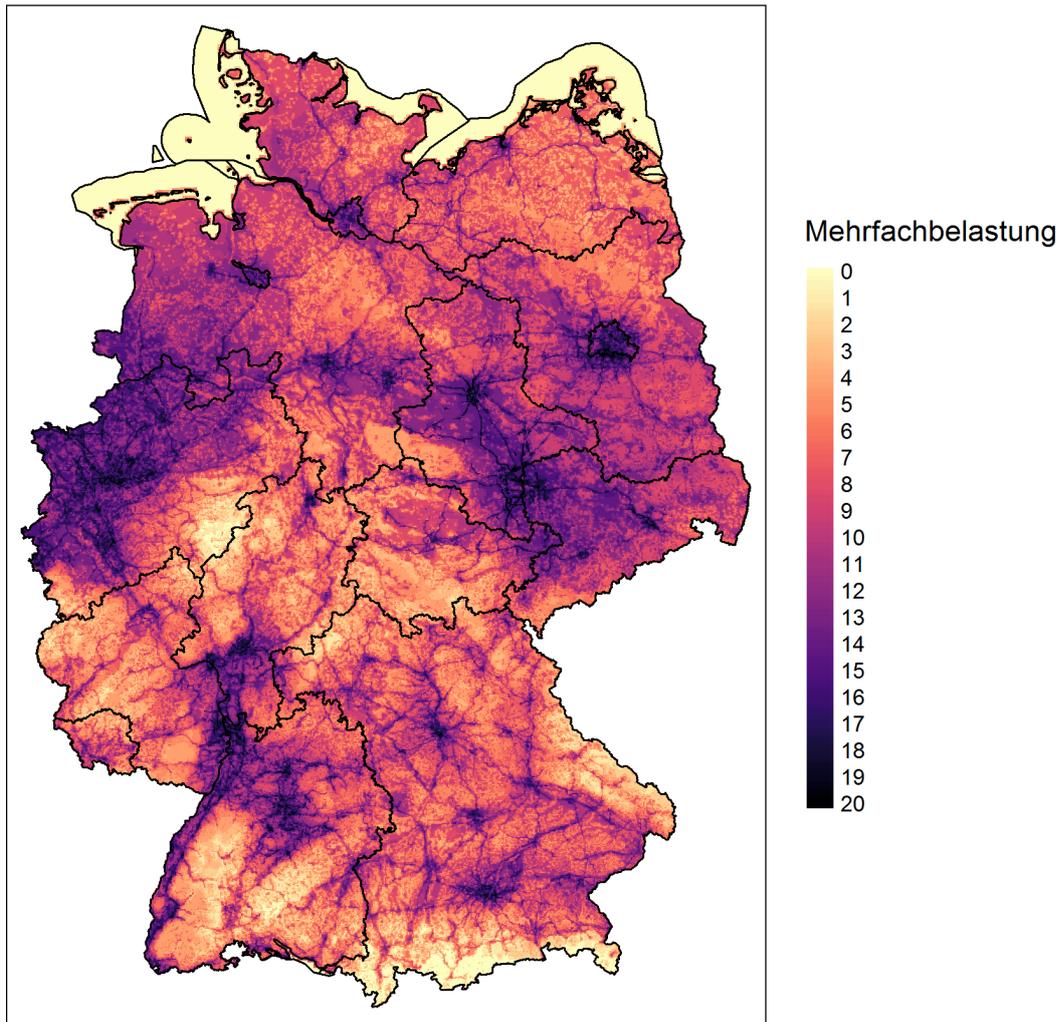
Abbildung B6: „Leave-one-out“ Mehrfachbelastung ohne Ozon



Mehrfachbelastung ohne Ozon (Überschreitungstage) für das Jahr 2018 auf einem 1 x 1km Raster. Die Mehrfachbelastung ergibt sich aus der Kombination von Einzelbelastungen (beschrieben in Kapitel 3.4.1).

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, RWI. Auf Basis der Daten der Einzelbelastungen (siehe Kapitel 3.2 und 3.4.1).

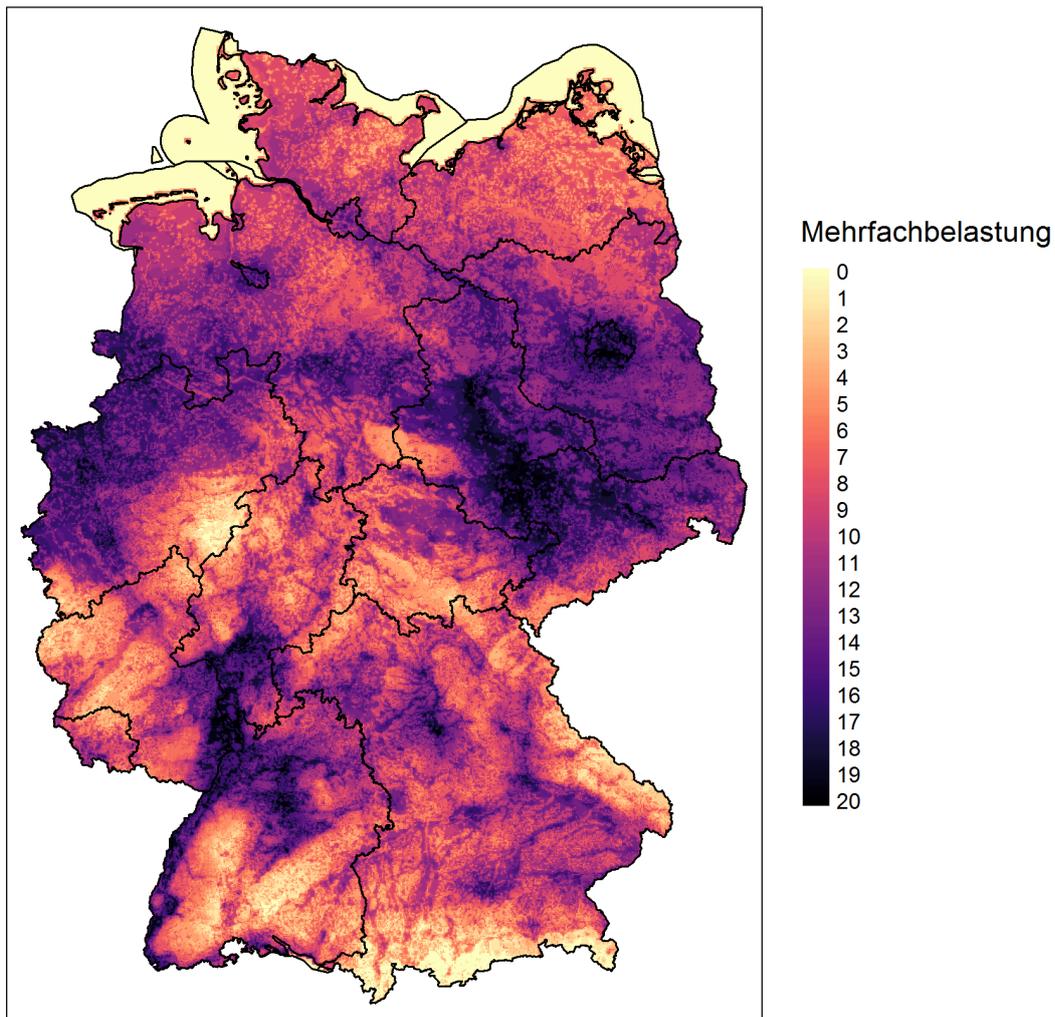
Abbildung B7: „Leave-one-out“ Mehrfachbelastung ohne Heiße Tage



Mehrfachbelastung ohne Heiße Tage für das Jahr 2018 auf einem 1 x 1km Raster. Die Mehrfachbelastung ergibt sich aus der Kombination von Einzelbelastungen (beschrieben in Kapitel 3.4.1).

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, RWI. Auf Basis der Daten der Einzelbelastungen (siehe Kapitel 3.2 und 3.4.1).

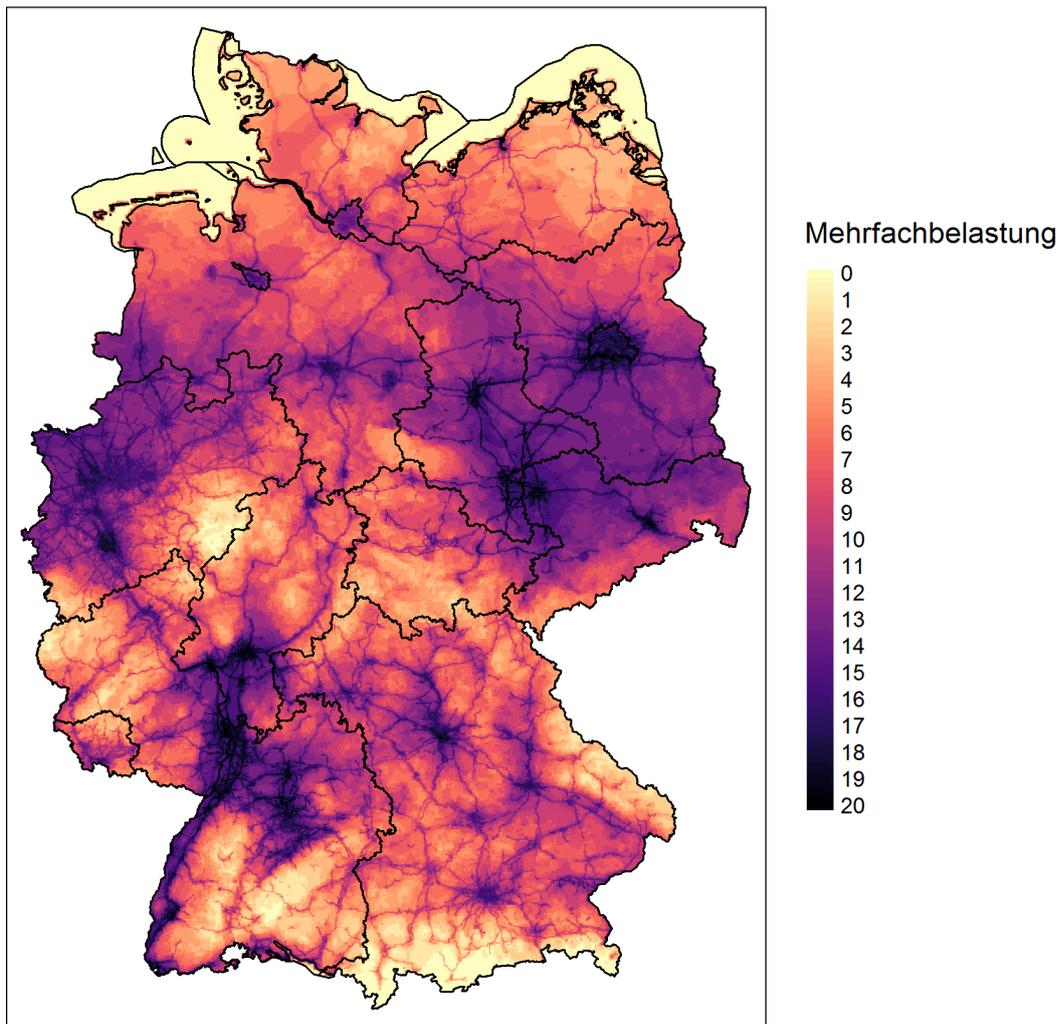
Abbildung B8: „Leave-one-out“ Mehrfachbelastung ohne Lärm



Mehrfachbelastung ohne Lärm für das Jahr 2018 auf einem 1 x 1km Raster. Die Mehrfachbelastung ergibt sich aus der Kombination von Einzelbelastungen (beschrieben in Kapitel 3.4.1).

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, RWI. Auf Basis der Daten der Einzelbelastungen (siehe Kapitel 3.2 und 3.4.1).

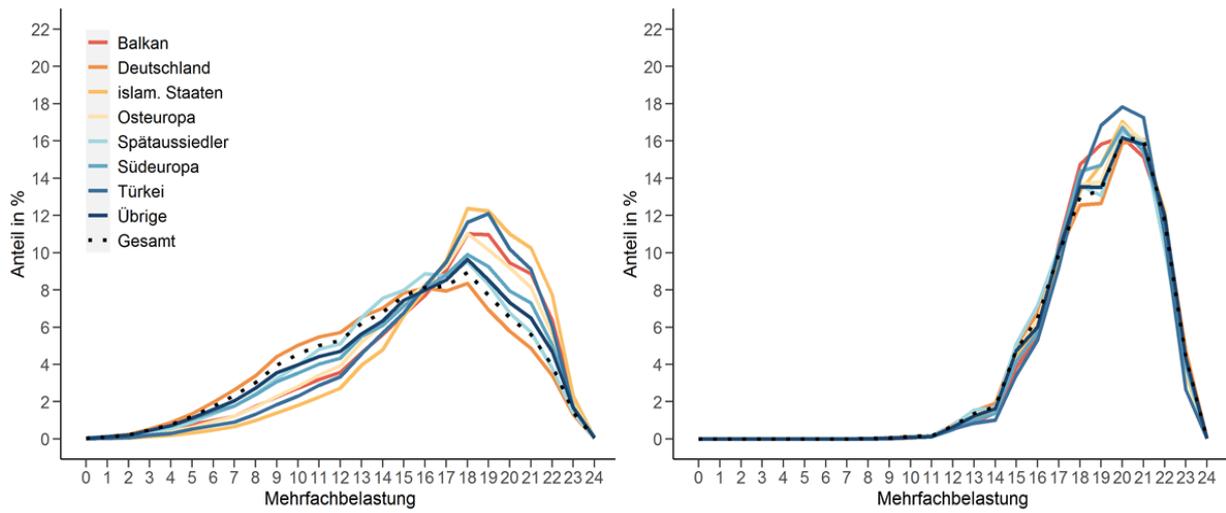
Abbildung B9: „Leave-one-out“ Mehrfachbelastung ohne Umweltressourcen



Mehrfachbelastung ohne Umweltressourcen für das Jahr 2018 auf einem 1 x 1km Raster. Die Mehrfachbelastung ergibt sich aus der Kombination von Einzelbelastungen (beschrieben in Kapitel 3.4.1).

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, RWI. Auf Basis der Daten der Einzelbelastungen (siehe Kapitel 3.2 und 3.4.1).

Abbildung B10: Mehrfachbelastung nach Migrationshintergrund und Herkunft



Mehrfachbelastung nach Migrationshintergrund und Herkunft für Gesamtdeutschland (linkes Panel) und für Großstädte (rechtes Panel) für das Jahr 2018 unterteilt nach Herkunftsländern.

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung, RWI. Einteilung der sozio-ökonomischen Gruppen gemäß dem Datensatz RWI-GEO-GRID.

D Anhang: Verursacher-Perspektive (AP 3b)

Tabelle C1: Liste von Quellen für Preise von Bio-Lebensmitteln

Website
https://biomarkt-karo.de
https://bioloewe.de
https://biofleisch-kaufen.com
https://bakenhus-biofleisch.de
https://pielers.de
https://bio-vom-bauernhof.com
https://e-biomarkt.de
https://lachskontor.de
https://deutschesee.de
https://shop.biolandhof-schuerdt.de
https://natur.com
https://bio-hoflieferant.de
https://bringmirbio.de
https://truebenecker.de
https://getraenkediens.com
https://biomarkt-vaterstetten.de
https://bioweinreich.com
https://alnatura.de
https://shop.rewe.de

Quelle: Eigene Zusammenstellung, RWI. Abruf der Preise im März 2021

Tabelle C2: Ergebnisse der Regressionsanalyse: CO₂-Emissionen

	Ernährung	Mobilität	Wohnen
(Intercept)	750,986***	1527,061***	2595,551***
	(50,145)	(85,003)	(263,951)
Alter: [28, 38)	97,202***	-84,429**	180,899
	(20,525)	(36,918)	(114,638)
Alter: [38, 48)	179,321***	-189,920***	183,104
	(21,227)	(37,826)	(117,457)
Alter: [48, 58)	254,407***	-211,213***	390,898***
	(19,631)	(35,546)	(110,378)
Alter: [58, 68)	328,621***	-428,646***	703,351***
	(19,616)	(35,595)	(110,529)
Alter: [68, 78)	344,902***	-722,408***	947,127***
	(20,467)	(36,968)	(114,793)
Alter: [78, 88)	235,701***	-1085,437***	1126,466***
	(23,955)	(41,492)	(128,839)
Alter: [88, 98]	124,761**	-1476,531***	1047,969***
	(57,729)	(95,954)	(297,955)
Fachhochschule	-42,210***	45,121***	-160,598***
	(10,671)	(17,429)	(54,119)
Universität	-62,229***	17,315	-200,574***
	(11,602)	(19,319)	(59,990)
keine Ausbildung	-0,761	-196,470***	-92,722
	(19,181)	(33,084)	(102,731)
Ausbildung: sonstiges	39,602	-68,765	-381,575**
	(36,921)	(60,020)	(186,372)
technische Ausbildung	-12,483	-12,936	51,836
	(15,642)	(25,154)	(78,109)
Einkommensdezil: 2	20,694	459,384***	188,457**
	(17,999)	(29,663)	(92,111)
Einkommensdezil: 3	40,446**	678,016***	175,622*
	(18,142)	(30,093)	(93,444)
Einkommensdezil: 4	70,506***	843,551***	227,791**

	Ernährung	Mobilität	Wohnen
	(18,234)	(30,429)	(94,487)
Einkommensdezil: 5	88,070***	964,930***	297,087***
	(18,272)	(30,857)	(95,815)
Einkommensdezil: 6	77,566***	1066,010***	290,834***
	(18,370)	(31,273)	(97,110)
Einkommensdezil: 7	79,113***	1183,614***	254,629***
	(18,412)	(31,642)	(98,253)
Einkommensdezil: 8	103,240***	1345,579***	393,923***
	(18,557)	(32,356)	(100,473)
Einkommensdezil: 9	89,609***	1498,572***	499,775***
	(18,746)	(33,141)	(102,910)
Einkommensdezil: 10	79,440***	1932,367***	660,218***
	(19,035)	(34,207)	(106,220)
Gemeindegröße: [0 – 5)	59,320***	102,166***	376,072***
	(22,053)	(37,774)	(117,296)
Gemeindegröße: [100 – 500)	-36,166*	-479,779***	-376,087***
	(19,160)	(34,600)	(107,439)
Gemeindegröße: [100 - ∞)	-41,193	-566,260***	-983,939***
	(37,188)	(60,562)	(188,056)
Gemeindegröße: [20 – 100)	-13,934	-238,196***	-255,862**
	(18,069)	(32,495)	(100,904)
Gemeindegröße: [20 – 500)		-343,603***	-793,875***
		(46,917)	(145,685)
Gemeindegröße: [20 - ∞)	-19,874		
	(28,680)		
Gemeindegröße: [5 – 20)	25,023	-60,426*	-50,958
	(20,845)	(35,858)	(111,346)
Gemeindegröße: [500 - ∞)	-63,564***	-620,729***	-505,713***
	(22,267)	(39,517)	(122,708)
Haushaltsgröße	-48,248***	-172,370***	-651,597***
	(8,647)	(14,847)	(46,102)
Haushaltstyp: F	-138,968***	-334,395***	823,532***

	Ernährung	Mobilität	Wohnen
	(14,191)	(23,618)	(73,338)
Haushaltstyp: F, alleinerz.	-216,379***	-717,059***	111,256
	(26,224)	(43,099)	(133,829)
Haushaltstyp: M	-20,117	-8,129	749,455***
	(16,160)	(26,947)	(83,676)
Haushaltstyp: M, alleinerz.	-64,739	-428,275***	-242,045
	(77,377)	(132,776)	(412,294)
Haushaltstyp: Paar+Kind	-103,444***	-493,393***	-168,502
	(19,780)	(33,030)	(102,564)
Haushaltstyp: Sonstige	-58,609***	-56,364*	-50,722
	(17,159)	(29,304)	(90,996)
Miete		169,279***	-159,771**
		(20,001)	(62,108)
Wohnfläche		1,585	102,101***
		(2,418)	(7,508)
Doppel-/Reihenhaus		80,766***	721,262***
		(23,974)	(74,443)
EFH (Freistehend)		75,804***	1128,170***
		(23,825)	(73,980)
Zweifamilienhaus		106,288***	1327,827***
		(27,184)	(84,410)
Sonstige Gebäude		19,485	196,676
		(57,540)	(178,673)
Baden-Württemberg	-65,598	-34,440	-539,626***
	(43,910)	(67,298)	(208,972)
Bayern	-42,906	-75,869	-670,038***
	(49,187)	(78,082)	(242,460)
Berlin	-33,957	-79,744	-486,819**
	(41,300)	(63,117)	(195,991)
Brandenburg	49,369	-99,871	73,034
	(62,338)	(94,781)	(294,312)
Bremen	-17,176	110,164*	-303,679

	Ernährung	Mobilität	Wohnen
	(40,956)	(62,675)	(194,618)
Hamburg	-63,699	-34,116	-104,945
	(42,328)	(66,551)	(206,653)
Hessen	-44,605	-17,729	-600,577***
	(42,922)	(65,708)	(204,035)
Mecklenburg-Vorpommern	-83,519**	-74,292	-553,660***
	(40,662)	(62,088)	(192,794)
Niedersachsen	-65,767	-32,519	-492,472***
	(40,244)	(61,384)	(190,610)
Rheinland-Pfalz	-29,920	-198,788***	-747,548***
	(46,920)	(72,433)	(224,917)
Saarland	-44,560	-37,110	-696,502***
	(43,431)	(65,173)	(202,374)
Sachsen	24,765	75,748	-909,167***
	(44,965)	(69,528)	(215,899)
Sachsen-Anhalt	-26,801	19,152	-632,804***
	(42,921)	(66,405)	(206,201)
Schleswig-Holstein	10,776	83,623	-932,519***
	(44,779)	(71,656)	(222,506)
Thüringen	-22,228	6,620	-594,592***
	(43,877)	(67,422)	(209,359)
Num. Obs.	10351	41151	41151
R2 Adj.	0,130	0,210	0,100

Anmerkung: Emissionen in CO₂eq. Emissionen in Kilogramm pro Person als abhängige Variable. Abbildung der geschätzten Koeffizienten (jeweils obere Zeile) und Standardfehler (jeweils zweite Zeile in Klammern). Angabe der Signifikanzniveaus: * p = 0,1; ** p = 0,05; *** p = 0,01.

Quelle: Eigene Berechnung aus EVS (AAGSHB & NGT) und den in Kapitel 4.2 angegebenen Quellen der Emissionen.

Tabelle C3: Übersicht über Mehrbelastungen durch nachhaltigen Konsum nach Dezilen

Dezil	Ausgaben1 (aktuell)	Ausgaben (nachhaltig)	Belastung in % des HNE2 (aktuell)	Belastung in % des HNE (nachhaltig)	Mehr- belastung (absolut)	Mehr- belastung - HNE (in %)	Mehr- belastung HNE (in %- Punkten)
1	241,5	457,4	20,2	38,1	215,9	88,4	17,9
2	278,9	507,9	14,8	26,6	228,9	79,2	11,7
3	308,3	526,7	12,7	21,6	218,4	70,3	8,9
4	335,3	564,8	11,2	18,8	229,5	68,2	7,6
5	344,9	568,8	10,5	17,2	223,9	63,7	6,7
6	344,9	564,0	9,2	15,1	219,2	62,8	5,8
7	363,0	551,8	8,7	13,2	188,8	52,2	4,5
8	347,2	534,5	7,5	11,6	187,3	54,7	4,1
9	348,1	508,3	6,4	9,3	160,2	45,3	2,9
10	347,6	470,8	4,8	6,5	123,2	36,7	1,7

¹ Alle Angaben in Euro, wenn nicht anders angegeben. ² Haushaltsnettoeinkommen.

Quelle: Eigene Berechnung, RWI aus EVS (AAGSHB & NGT).

E Anhang: Innovative Ansätze

E.1 Vorgestellte Konzepte der Forschungsschwerpunkte

E.1.1 Innovative Ansätze zur Erschließung neuer Datenbestände

Im Arbeitspaket 4 sollen mit innovativen Verfahren neue Datensätze erschlossen werden. Hierbei sollen subjektive Daten (bspw. aus App-gestützten Datenbanken oder Onlinedatenbanken) mit objektiven Daten zu Umweltbelastungen zusammengefügt werden. Ferner sollen darauf aufbauend konkrete Forschungsfragen bearbeitet werden. Im Folgenden werden Feinkonzepte zu drei möglichen Forschungsansätzen vorgestellt: i) Umweltfaktoren und Wohnortentscheidungen, ii) Umweltfaktoren und Gesundheitsauswirkungen sowie iii) Bewusstsein für Umweltbelastungen. Die Feinkonzepte beschreiben die vorgeschlagenen Strategien und die damit verbundenen Forschungsfragen. Es werden spezifische Informationen zu verfügbaren Datenzugängen, zum Innovationspotenzial und zu abgeschätzten Kosten dargestellt. Zusätzlich werden potenzielle Unwägbarkeiten bei der Umsetzung diskutiert.

E.1.2 Themenvorschlag 1: Umweltfaktoren, Wohnortentscheidungen und Lebensqualität

Forschungsthema

Wohnortentscheidungen (insbesondere langfristige Wohnortentscheidungen) stellen eine der zentralen Lebensentscheidungen dar. Wohnorte sind zumeist die Orte an denen Bewohner den Großteil ihrer Lebenszeit verbringen. Umwelteinflüsse, die am Wohnort herrschen, sind somit auch zentrale Faktoren der Lebensqualität. Dieses Schwerpunktthema soll daher untersuchen, wie sich Umwelteinflüsse auf Wohnortentscheidungen auswirken. Umwelteinflüsse werden dabei in drei Kategorien verstanden: als negative Umwelteffekte (bspw. Lärm, Schadstoffe), als Umwelt-Güter (bspw. Parks, Grünflächen, oder auch Radwegenetze) sowie als umweltpolitische Maßnahmen (hierunter fallen zum Beispiel eingerichtete Umweltzonen, errichtete oder abgeschaltete Kraftwerke, Schaffung oder Vernichtung von Grünflächen). Diese objektiven Informationen sollen zusammengestellt und georeferenziert aufgearbeitet werden.

Daten

Die individuelle Wohnortentscheidung hängt von verschiedenen Faktoren ab, die in der empirischen Untersuchung durch unterschiedliche Daten abgebildet werden. Wichtig ist, dass die Daten auf einer ausreichend kleinräumigen Ebene georeferenziert sind. So können beispielsweise Zuzugs- oder Fortzugsdaten, wie sie von den statistischen Ämtern zur Verfügung stehen, kaum genutzt werden, weil sie maximal bis auf Ebene der Gemeinden ausdifferenziert sind. Der Nutzen von Umweltgütern oder die Belastung durch Umweltbelastungen wird hingegen auf wesentlich kleinerer Ebene in der direkten Nachbarschaft wahrgenommen.

In diesem Vorhaben werden unterschiedliche Datenquellen zu Auswertungen in Betracht gezogen. Dies sind erstens kleinräumige Bevölkerungsdaten (RWI-GEO-GRID), die Informationen zur Anzahl der Bewohnerinnen und Bewohner auf Ebene von 1km²-Gitterzellen beinhalten sowie Informationen zur sozio-ökonomischen Zusammensetzung der dort jeweils wohnhaften Bevölkerung: die Haushaltstypen, die Altersverteilung, die Bebauung, die Einkommenssituation sowie Informationen zum Anteil von Migrantinnen und Migranten.

Die Daten erlauben zum einen Analysen zu Bevölkerungsgruppen, die besonders unter Umweltbelastungen leiden, bzw. zu Gruppen, die besonders von Umweltgütern profitieren. An

diese auf einen Zeitpunkt bezogenen Querschnittsanalysen anknüpfend könnte in einem zweiten Schritt analysiert werden, welche Gruppen von Veränderungen der Verteilung von Umweltgütern und Umweltbelastungen bzw. von politischen Umweltmaßnahmen profitieren. Dabei ist der Anspruch an die objektiven Umweltdaten ungleich höher, weil Veränderungen über die Zeit identifiziert werden müssen.

Eine mögliche Grundlage können Daten zur Landnutzung sein, die über die Zeit nachverfolgt werden. Ebenso können Daten zur Schadstoffbelastung der Luft über die Zeit verfolgt werden. Ergänzend hierzu können Politikmaßnahmen (bspw. Einrichtung von Umweltzonen) genutzt und zunächst der Einfluss auf die Luftqualität ermittelt werden. Mit Blick auf die Veränderungen können dann im Weiteren auch Auswirkungen auf die Änderung der Bevölkerungszusammensetzung analysiert werden. So ist zu vermuten, dass wegfallende Umweltbelastungen und der Aufbau von Umweltgütern zu einem verstärkten Zuzug führen. Insbesondere ist von einem Zuzug von besser situierten Haushalten auszugehen, was auch Gegenstand der Analysen sein kann.

Die RWI-GEO-GRID Daten bieten sehr gute und flächendeckende Informationen zum Bevölkerungsstand. Die Komposition von Zuzügen und Fortzügen auf kleinräumiger Ebene kann hingegen in der Regel nicht direkt beobachtet werden. Auswirkungen auf relevante Charakteristika der Bevölkerungszusammensetzung können jedoch indirekt aus Veränderungen der Durchschnittswerte der Bevölkerung abgeleitet werden. Dezidierte Analysen der Zusammensetzung von Zuziehenden sind nur partiell möglich. Hier können die Analysen mit Ergebnissen aus einem parallellaufenden Forschungsvorhaben des RWI in Kooperation mit dem Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung abgeglichen werden. Dieses Parallelprojekt verwendet kleinräumige Umzugsdaten mit dezidierten Informationen zu den Zu- und Fortzügen innerhalb der jeweiligen Gitterzelle. Hieraus können Forschungsergebnisse in unser Forschungsvorhaben (Soziale Aspekte der Umweltpolitik II) übertragen werden, wobei eine direkte Nutzung der Rohdaten in unserem Forschungsvorhaben nicht vorgesehen ist.

Indirekt können die Wohnortentscheidungen auch durch Preisentwicklungen am Immobilienmarkt sehr genau abgebildet werden. Attraktive Nachbarschaften mit verbesserten Umweltbedingungen weisen (im Vergleich zu anderen Stadtgebieten) steigende Immobilienpreise auf. Die Abbildung von Wohnwerten über Immobilienpreisentwicklungen ist ein stark etabliertes Verfahren in der Bewertung von Wohnattraktivität. Entsprechende Veröffentlichungen in renommierten Journals unterstreichen die Bedeutung dieser Daten (Carruthers & Clark 2010, Davis 2011, Currie et al 2015).

Das RWI verfügt mit dem Datensatz RWI-GEO-RED über sehr gut geeignete Daten zur Analyse von Immobilienpreisen. Der Datensatz basiert auf Kauf- und Mietangeboten, die auf der Internetplattform ImmobilienScout24 hochgeladen werden. Der Datensatz reicht bis zum Jahr 2007 zurück und wird laufend aktualisiert, sodass der aktuelle Rand sehr gut verfügbar ist. Insbesondere für die Analyse von lokalen Umweltgütern oder -belastungen eignen sich die Daten des RWI besonders gut. Da zu jedem Inserat die genaue Adresse hinterlegt ist, können die Daten punktgenau den Umwelteinflüssen zugeordnet werden. Zudem sind die Inserate zeitlich sehr genau erfasst, sodass sie im zeitlichen Verlauf sehr gut zu spezifischen Ereignissen zugeordnet werden können.

Forschungsfragen

Angesichts der breiten Informationen der kleinräumigen Datensätze wird beabsichtigt, nicht nur eine einzelne Forschungsfrage zu verfolgen. Stattdessen sollen unterschiedliche Fragestellungen, die auf ähnliche Forschungsstrategien und Datenbestände zurückgreifen, gleichzeitig vorangetrieben werden. Mit Blick auf die Betroffenheit unterschiedlicher sozialer

Gruppen durch Umweltbelastungen oder Umweltgüter sind (beispielsweise) folgende Fragestellungen vorstellbar:

- ▶ Betroffenheit unterschiedlicher sozialer Gruppen durch Luftschadstoffe,
- ▶ Betroffenheit unterschiedlicher sozialer Gruppen durch Lärm,
- ▶ Nähe unterschiedlicher sozialer Gruppen zu Umweltgütern,
- ▶ Auswirkungen von Kraftwerksnähe auf Häuserpreise,
- ▶ Zuzugs- und Fortzugsverhalten sowie Hauspreisentwicklung bei einer Verschlechterung oder einer Verbesserung der Umweltbelastung oder der Nähe zu Umweltgütern.

Mit Blick auf die Auswirkungen der Umweltpolitik sind bspw. folgende Fragestellungen vorstellbar:

- ▶ Auswirkungen von Umweltzonen und Fahrverboten auf das Zuzugs- und Fortzugsverhalten sowie die Hauspreisentwicklung,
- ▶ Auswirkungen von Kraftwerksschließungen und Schließungsankündigungen auf Häuserpreise.

Bei der Umsetzung dieses Ansatzes würde im Verlauf des Arbeitspakets geprüft, ob die Forschungsdesigns geeignet sind, auf eine Analyse der GerES V-Daten⁷⁹ (und den dahinter liegenden KIGGS-Daten)⁸⁰ übertragen zu werden. Wenn möglich, würden die Designs so angepasst, dass entsprechende Analysen möglich sind. Die georeferenzierten Informationen dieser Datensätze werden nicht durch das RWI nutzbar sein (die Scientific Use Files enthalten lediglich Stadt/Land- Unterscheidungen, die Daten der Gastwissenschaftlerarbeitsplätzen nur Bundeslandinformationen). Daher wird das RWI die aufbereiteten Daten zur Umweltbelastung, sowie deren Umsetzung in ein Forschungsdesign an das UBA übermitteln, sodass kongruente Analysen auf die direkten Gesundheitseinflüsse im UBA durchgeführt werden können. Im Workshop zum AP 3a sollen die Möglichkeiten hierzu präzisiert werden.

Innovation des Vorhabens

Die aufgeführten Fragestellungen haben insbesondere mit einem Fokus auf deutsche Daten einen hohen Innovationsgehalt. So gibt es bisher nur eine empirische Untersuchung zu den Auswirkungen von Atomkraftwerksnähe auf Immobilienpreise (Bauer et al. 2017). Zur Frage, welche sozialen Gruppen von Umweltbelastungen besonders stark belastet sind, gibt es Analysen aus den USA (vgl. Banzha et al. 2019). Die Übertragbarkeit der Rahmenbedingungen bezüglich der sozialen Ungleichheiten ist aber zwischen Deutschland und den USA aufgrund der wesentlich höheren Segregation zwischen sozialen Gruppen in den USA nur sehr bedingt gegeben. Darüber hinaus sind tiefergehende Fragestellungen bezüglich der Politikmaßnahmen, beispielsweise die Auswirkungen von Kohlekraftwerk-Schließungen oder der Einführung von Umweltzonen auf das Wanderungsverhalten, bisher nicht erforscht.

Insbesondere die Messung direkter Gesundheitsauswirkungen von umweltpolitischen Maßnahmen mithilfe der GERES-Daten verspricht sehr gute und neue Einblicke in die Gesundheitseffekte. Studien, die den Zusammenhang zwischen Gesundheitsoutcomes und Umweltbelastungen messen, sind zumeist nicht in der Lage zu unterscheiden, ob Personen wegen der höheren Umweltbelastung einen schlechteren Gesundheitszustand haben oder ob

⁷⁹ GerES V: Deutsche Umweltstudie zur Gesundheit, GerES V (2014-2017)

⁸⁰ KIGGS: Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland

anderson Personen mit weniger Gesundheitsbewusstsein in Wohnlagen mit höheren Belastungen ziehen. Durch die Beobachtung der politischen Eingriffe und ihrer Folgen können hier potenziell kausale Aussagen getroffen werden, die bisher nicht möglich waren. Aufbauend auf potenziellen Arbeiten mit GerES V in Arbeitspaket 3 können hier Methoden angestoßen und geprüft werden, die potenzielle Effekte von Umweltpolitik auf Gesundheit messbar machen. Diese Methoden müssen insbesondere auf die nur einmalige Erhebung der GerES-Daten eingehen.

E.1.3 Umweltbewusstsein und Luftqualitätsmessung

Forschungsthema

Im Fokus dieses Ansatzes stehen privat betriebene Luftmessstationen, die im Selbstbau erstellt werden können und deren Daten in öffentlich zugängliche Messnetze einfließen. Die Daten, die diese Messstationen liefern, können qualitativ jedoch nicht an die Daten des offiziellen Luftmessnetzes der Umweltämter heranreichen. Daher sollen nicht die Messdaten selbst, sondern die Verortung der Messstationen, Informationen über die jeweiligen Nachbarschaften sowie ggf. Informationen zu den Betreibenden im Fokus der Untersuchungen stehen.

Personen, die entsprechende Messstationen betreiben, haben vermutlich ein höheres Bewusstsein für lokale umweltpolitische Themen. Das Umweltbewusstsein in der Bevölkerung ist ein wichtiger Aspekt bei der Umsetzbarkeit von Maßnahmen des Umweltschutzes. Dieser Forschungsansatz bietet daher die Möglichkeit, nähere Informationen zu den Betreibern von Messstationen zu gewinnen. Ein Schwerpunkt kann in der Frage liegen, warum den Personen die lokale Belastung der Umwelt wichtig ist. Informationen zu den Beweggründen können dazu beitragen, zukünftig mehr Personen von der Wichtigkeit lokaler Umweltmaßnahmen zu überzeugen. Dazu können die subjektiven Eindrücke mit den gemessenen Belastungen des offiziellen Luftmessnetzes (bzw. mit den daraus generierten flächendeckenden Belastungsdaten) abgeglichen werden.

Auch in dieser Analyse sollen die Nachbarschaftsinformationen einfließen, sodass analysiert werden kann, ob die Wahrscheinlichkeit zum Betreiben derartiger Stationen von nachbarschaftlichen Prägungen abhängt. Diese nachbarschaftlichen Prägungen können zum Beispiel aus Wahlergebnissen abgeleitet werden. Diese Daten liegen dem RWI auf kleinräumiger Ebene vor. Basierend auf der Verschneidung der Wahlergebnisdaten und den Messstationen kann bspw. analysiert werden, ob Nachbarschaften, in denen Parteien mit ökologischen Schwerpunkten verstärkt gewählt werden, auch ein höheres lokales Umweltbewusstsein aufweisen.

Mit dem Fokus auf Umweltbewusstsein soll in dieser Analyse auch geprüft werden, inwieweit kleinräumige Information zur Nachbarschaft (oder zur lokalen Umweltbelastung) auch mit den Daten der Umweltbewusstseinsstudien verknüpft werden können.

Daten

Dieses Projekt speist sich aus einer Reihe an Datensätzen, die teils bereits bestehen, teils neu erhoben werden müssen. Die Basis sind die Standortdaten zu privat betriebenen Luftmessstellen. Diese Informationen sollen im Rahmen der rechtlichen Möglichkeiten per Webscraping von den Plattformen erfasst werden, auf denen die Stationsdaten verfügbar sind. Diese Standort-Informationen werden anschließend mit den Informationen des Luftmessnetzes verschnitten. Hierzu sollen die berechneten Rasterdaten zur Luftverschmutzung des Umweltbundesamtes verwendet werden. Sowohl diese offiziellen Daten als auch die Daten der user-betriebenen Stationen umfassen Informationen zu Feinstaub (PM10 & PM2,5). Zu den

Stationsdaten können Nachbarschaftsdaten angespielt werden. Diese Verknüpfung kann, ebenso wie die Verknüpfung mit offiziellen Luftqualitätsdaten, durch die Georeferenzierung der Stationsdaten vorgenommen werden.

Ein Kernelement zur Analyse des Umweltbewusstseins sind Informationen zu den Betreibenden. Diese sollen anhand von Onlinefragebögen erhoben werden. Die Betreibenden sollen über die Online- Plattformen der Messstationen, über Internet-Foren oder über Hashtags auf sozialen Netzwerken zur Teilnahme aktiviert werden. Hierüber können charakterisierende Eigenschaften der Person (Alter, Geschlecht, Haushaltsstatus, Bildung) sowie die Beweggründe zum Betreiben einer Messstation abgefragt werden. Darüber hinaus können nachhaltige Verhaltensweisen und Einschätzungen zur Klima- und Umweltpolitik abgefragt werden.

Forschungsfragen

Mithilfe der im Vorhaben erzeugten Daten kann ein gutes Bild über die unterschiedlichen Motivationen zur Bereitstellung von Messdaten erzeugt werden. Hierbei ergeben sich drei Perspektiven, aus denen die Bereitschaft betrachtet werden kann: Erstens die Belastungsperspektive, die aus den Rasterdaten des UBA gewonnen wird, zweitens die persönliche Perspektive, die aus der Befragung gewonnen wird und drittens die nachbarschaftliche Perspektive, die aus den sozio- ökonomischen Rasterdaten gewonnen wird. Letztere ermöglichen einen Einblick, inwieweit Peer- Group-Effekte durch die sozialen Kontakte existieren.

Aus der Gesamtbetrachtung sollen dann Rückschlüsse darauf gezogen werden, welche Bevölkerungsgruppen ein höheres Bewusstsein für lokalen Umweltschutz haben und ob (bzw. bei welchen Personengruppen) die stärkere lokale Belastung zu einem höheren Bewusstsein führt. In einer multivariaten Schätzung werden die sozio-ökonomischen Charakteristika eines Standortes und einer Person identifiziert, die den Aufbau einer user-basierten Messstation wahrscheinlicher machen. Gleichzeitig wird in diesem Ansatz für die langfristige, tatsächliche Luftverschmutzung kontrolliert, die über Satellitendaten abdeckbar sein sollte.

Unsere Hypothese ist, dass Bevölkerungsgruppen identifiziert werden können, die unter gleichen Umweltbedingungen wesentlich wahrscheinlicher eine eigene Messstation betreiben, da sie ein höheres Bewusstsein für Probleme der Luftverschmutzung haben. Potenziell kann anhand der identifizierten Bevölkerungsgruppen auch abgeleitet werden, welche Bevölkerungsgruppen eine höhere Bereitschaft haben, Einschränkungen für einen besseren Umweltschutz in Kauf zu nehmen.

Die Ergebnisse, insbesondere die Auswertungen aus Online-Befragungen, sollen mit Auswertungen aus den Umweltbewusstseinsstudien abgeglichen werden. Die Onlinebefragung soll dabei so erarbeitet werden, dass inhaltlich passende Elemente synchron zur Umweltbewusstseinsstudie gefragt werden können. Dieser Vergleichbarkeit ermöglicht Auswertungen gegenüber einer Kontrollgruppe.

Innovation des Vorhabens und Umsetzbarkeit

Dieses Vorhaben bietet die Möglichkeit, Unterschiede im Umweltbewusstsein innerhalb einer Nachbarschaft zu identifizieren. Wir gehen davon aus, dass insbesondere die nachbarschaftliche Prägung einen hohen Einfluss auf das Umweltbewusstsein hat. Dieser Ansatz bietet daher eine sehr gute Möglichkeit, Strukturelemente von Nachbarschaften zu identifizieren, die ein höheres Bewusstsein für Umweltbelastungen schaffen, wodurch letztlich die Grundlage für individuelles Engagement im Umweltschutz geschaffen bzw. verstärkt werden kann.

Eine kritische Annahme ist dabei, dass das Betreiben einer Luftmessstation ein geeigneter Indikator für das Umweltbewusstsein ist. Im Verlauf dieses Vorhabens würde auf Grundlage der

Befragungsdaten herausgearbeitet, ob diese Korrelation zwischen Betreiben und Bewusstsein belastbar ist. Wenn dem nicht so ist, würde das Vorhaben stärker darauf abzielen, die Daten der Umweltbewusstseinsstudie mit Nachbarschaftsdaten anzureichern und Analysen auf der Verknüpfung von umweltpolitischen Maßnahmen, nachbarschaftlichen Gegebenheiten und Ergebnisse der Umweltbewusstseinsstudie zu basieren.

E.1.4 Auswirkungen der Umweltqualität auf Gesundheit

Forschungsthema & Forschungsfrage

Aufbauend auf den Ergebnissen von Pestel und Wozny (2019), die zeigen, dass Umweltzonen zu weniger Krankenhauseinlieferungen führen, kann hier analysiert werden, ob Bewohner innerhalb von Umweltzonen (bzw. Personen, die höheren Verschmutzungen ausgesetzt sind) häufiger zum Arzt gehen. Grundlage dafür sind Krankenkassendaten. Die Messung von Gesundheitseffekten durch Arztbesuche erlaubt im Kontrast zur Messung mithilfe von Daten zu Krankenhausaufenthalten die Messung von gesundheitlich weniger gravierenden Auswirkungen der Umweltqualität. Gleichzeitig kann mithilfe der Indikationen von einzelnen Patienten untersucht werden, in welcher Form individuelle Gesundheitszustände beeinflusst werden.

Sehr spezifisch definiert für Herz-Kreislauf-Erkrankungen wurden solche Untersuchungen aktuell von Margaryan (2021) untersucht. Hier bietet sich die Möglichkeit auf den bestehenden Methoden Effekte bei anderen Krankheiten zu identifizieren. Dabei ist allerdings vorab nicht bekannt, ob Margaryan (2021) bereits andere Krankheiten untersucht hat und hier entweder bereits Veröffentlichungen vorbereitet oder nur unspezifische Ergebnisse gefunden hat und daher keine weiteren Untersuchungen vorgenommen hat. Einflüsse der Umweltqualität auf die Gesundheit können dabei sowohl durch allgemeine Veränderungen der Umweltqualität wie auch durch von Politikmaßnahmen hervorgerufene Veränderungen analysiert werden. Die Grundlage für diese spezifischen Analysen auf Individualebene können nur Individualdaten von Krankenkassen liefern.

Daten

Die möglichen Krankenkassendaten sollen geo-referenziert und mit Daten zur Luftverschmutzung verknüpft werden. Die Krankenkassendaten enthalten (im Originalzustand) Informationen zu Arztbesuchen nach Abrechnungstag bzw. Quartal, Diagnosen des Arztes (ICD-Codes) und Wohnorte des Patienten. Somit kann auf Basis der Originaldaten abgeschätzt werden, inwieweit Diagnosen, die mit Umweltbelastungen einhergehen, ansteigen, wenn die Belastungen besonders stark sind. Selbst wenn keine Detail-Diagnosen vorliegen, kann analysiert werden, ob die Versicherten, die besonders hohen Belastungen ausgesetzt sind, häufiger zum Arzt gehen.

Es kann allerdings nicht davon ausgegangen werden, dass die originären und vollständigen Krankenkassendaten zu Forschungszwecken zur Verfügung gestellt werden. Vielmehr ist zu klären, in welchem Umfang und mit welchem Detailgrad die Individualdaten potenziell genutzt werden können. Hier bietet sich bspw. die Verortung von Patientendaten auf PLZ-Ebene an, wodurch ausreichend lokale Information für die Verknüpfung mit Umweltdaten gegeben ist, andererseits aber der Datenschutz gewährleistet werden kann.

Das RWI hat in der Vergangenheit bereits mehrfach mit Krankenkassendaten gearbeitet. Entsprechende Daten der Krankenkassen stehen der Forschung aber nicht per se zur Verfügung, die Beschaffung entsprechender Daten wird daher in diesem Vorhaben eine der zentralen Herausforderungen, insbesondere unter Corona Bedingungen, sein. Grundsätzlich sind zwei Optionen zur Datenbeschaffung sind vorstellbar.

Zum einen können die Daten über eine Kooperation mit dem Leibniz-Institut für Präventionsforschung und Epidemiologie – BIPS ausgewertet werden. Das im BIPS gegründete Forschungsdatenzentrum GeParD hat eine Datenbank in Kooperation mit Krankenkassen aufgebaut. Der Zugriff auf die Datenbank ist allerdings nur für Beschäftigte des BIPS im Rahmen von behördlich genehmigten Forschungsprojekten möglich. Zudem basiert die Genehmigung von Projekten auf der Bewilligung des Vorhabens sowohl durch die Krankenversicherungen als auch durch die jeweils zuständigen Behörden (z.B. das Bundesversicherungsamt für bundesweit agierende Krankenversicherungen). Hierfür werden den Krankenversicherungen für jedes geplante Forschungsvorhaben projektspezifische Genehmigungsanträge vorgelegt. Der Prozess der Genehmigung durch die Krankenversicherungen und der zuständigen Behörde kann mehrere Wochen und manchmal auch länger dauern. Derzeit können in diesem Prozess auch pandemiebedingte Verzögerungen auftreten.

Zum anderen können Daten auch direkt bei Krankenkassen angefragt werden, wobei hier ein ähnlich aufwendiger Genehmigungsprozess zu bewältigen sein wird. Der Vorteil einer individuellen Bereitstellung liegt insbesondere in der genauen Spezifizierung der angefragten Daten. Hier kann der zu erzeugende Datensatz an die spezifischen Bedürfnisse des Projektes angepasst werden. Andererseits stünden dann nur die Daten einer Krankenkasse zur Verfügung, wodurch mögliche systematische Verzerrungen entstehen können.

Innovation und Umsetzbarkeit

Das skizzierte Vorhaben ist in hohem Maße innovativ. Entsprechend hoch aufgelöste Krankenkassendaten wurden bisher nur in wenigen Fällen mit Informationen zu umweltpolitischen Maßnahmen kombiniert Margaryan (2021). Allerdings sind auch einige kaum abzuschätzende Unwägbarkeiten zu überwinden. Die zugrundeliegenden Daten sind nur über Kooperationen mit anderen Forschungseinrichtungen oder mit Krankenkassen realisierbar. Wenn die direkte Kooperation mit einer Krankenkasse angestrebt wird, sollte auch hier ein zusätzlicher Kooperationspartner mit aktuell laufenden Nutzungsverträgen gewonnen werden, um auf bestehende Netzwerke aufbauen zu können. Es ist aktuell schwer einzuschätzen, wie lang der Prozess der Datenbeschaffung letztlich dauern wird. Die Datenbearbeitung selbst wird sich aktuell auch noch verzögern, da IT- Sicherheitsräume corona-bedingt zurzeit nicht zugänglich sind.