

Determinanten der Mobilitätsänderung in der Pandemie und ihre Emissionswirkungen

Florian Teurezbacher, IMC Fachhochschule Krems

Abstract. Durch die multiplen Krisen, die sich ab 2020 teilweise überlagert haben, gab es substantielle Einschränkungen für die individuelle Mobilität. Insbesondere die Covid19-Pandemie hat zahlreiche Mobilitätseinschränkungen und möglicherweise dauerhafte Änderungen des Mobilitätsverhaltens herbeigeführt. Mittels Primärdatenerhebung wurden einige potenzielle Einflussfaktoren auf die pandemiebedingten Änderungen abgefragt. Die Analyse der Hauptgruppe der PendlerInnen wurde nach ihren geänderten Häufigkeiten differenziert. Grundsätzlich sind die Einschränkungen und die damit einhergehenden Änderungen offenbar derart undifferenziert passiert, dass – bis auf zwei erwähnenswerte Ausnahmen – keine signifikanten Ergebnisse festzustellen sind. Die Regressionen weisen für PendlerInnen mit mehr Fahrten als vor der Pandemie den Wirtschaftssektor als signifikant aus und für PendlerInnen mit weniger häufigen Fahrten den Arbeitsort. Auch bei näherer Analyse lassen sich wenig Aufschlüsse über spezifische Quellen der Mobilitätsänderungen gewinnen. Daraus lässt sich schließen, dass die kollektiven Beschränkungen kaum anhand spezieller Kriterien vorgenommen wurden. Auf die Emissionen umgelegt sind die Rückgänge positiv, sind doch die Emissionen im Verkehrssektor Ende 2021 um 10% niedriger gelegen als 2019. Dennoch zeigt sich, dass dieser Trend nur bei Policyänderungen nachhaltig genug ist um die angestrebte Klimaneutralität im Verkehr 2040 zu erreichen.

Keywords: Pandemie, Mobilität, Pendeln, Emissionen

1 EINLEITUNG

Drei wesentliche Veränderungen haben die Diskussionen um die Zukunft der Mobilität intensiviert: Die Covid19-Pandemie hat den Individualverkehr und den öffentlichen Verkehr temporär auf ein absolutes Minimalmaß reduziert, aber auch das kaum eingedämmte Fortschreiten der Klimaerwärmung bewirkt vor allem bei jüngeren Kohorten eine stärkere Abkehr von emissionsintensiven Lebensweisen, während der russische Überfall auf die Ukraine das Thema Energieknappheit erstmals seit langem für breite Bevölkerungsschichten erlebbar gemacht hat. Binnen kürzester Zeit überlagerten sich diese wirtschaftlichen, gesundheitlichen und ökologischen Krisen. Speziell die erste Pandemie nach über hundert Jahren hatte einen signifikant negativen Einfluss auf die Treibhausgasemissionen, weshalb die Einflüsse auf diesen an sich wünschenswerten Effekt zu überprüfen sind.

In Österreich sind die Treibhausgasemissionen im ersten Pandemiejahr 2020 um 7,7% gefallen, wobei speziell der Verkehrssektor überproportional viel dazu beigetragen hat [1]. Hier sind die Emissionen um gleich 13,5% gesunken. Die Verkehrsleistung der privaten PKW-Fahrten ist dabei überproportional gefallen, da das Inlandstransportaufkommen des Güterverkehrs nur um 7,6% gefallen ist [1]. Der Absatz von Mineralölzeugnissen ist laut Eurostat von 2019 auf 2020 um 17,4% gefallen. Das Vorkrisenniveau wurde bis Ende 2022 noch nicht wieder erreicht.

In einem Mobilitätssurvey wurden daher verschiedene Szenarien abgefragt, die die Verkehrspolitik nachhaltig beeinflussen können. Da die Erhebung während des zweiten Pandemiejahres durchgeführt wurde, wurden zusätzlich potenziell verzerrende Faktoren der Pandemie abgefragt. Anders als bei den Szenarien konnten für das Mobilitätsverhalten nach der Pandemie tatsächliche Veränderungen deklariert werden. Diese Änderungen und die Einflüsse sollen in diesem Paper diskutiert werden und mit den stattgefundenen Emissionsreduktionen während der Pandemie in Einklang gebracht werden.

2 METHODEN

Die Daten der Primärdatenerhebung wurden in allen Stufen der Analyse verwendet, zusätzlich wurden Sekundärdaten für die Emissionen herangezogen [2][3]. Die Methodik wurde auf die Ergebnisse der ersten Analyse mit der ordinalen logistischen Regressionsanalyse abgestimmt. Die wenigen signifikanten Ergebnisse der Regressionsanalyse wurden mittels Korrelationsanalyse und Kruskal-Wallis-Test (H-Test) im Detail betrachtet.

2.1 DATEN

Die Primärdatenerhebung fand im Jahr 2021 in zwei Wellen statt (16.08.2021 bis 31.08.2021 und 22.November bis 12.Dezember 2021), insgesamt konnten 405 vollständig ausgefüllte Online-Fragebögen, die mittels einer Clickworker-Plattform generiert wurden, verwendet werden. In Abhängigkeit von der Fragestellung wurden allerdings immer wieder Antworten aussortiert. Die regionale Verteilung weist auf eine Überrepräsentanz Ostösterreichs hin – speziell des Burgenlands, auch der Arbeitsort Wien ist überproportional genannt worden. Die Altersstruktur der Befragten ist mit 31 Jahren unterdurchschnittlich. Jüngere Kohorten sind sehr gut vertreten, die älteren Kohorten dagegen kaum. Der Dienstleistungssektor wird öfter genannt als im österreichischen Durchschnitt, während die nichtbeschäftigten Personen demgegenüber weniger vorkommen. Frauen sind ebenso überproportional vertreten.

2.2 REGRESSIONSANALYSE

Die Veränderung der Mobilität wird mittels ordinal logistischer Regressionen analysiert. Als abhängige Variable wurde der relevanteste Fahrtzweck Pendeln eingesetzt und anhand der Antwortmöglichkeiten „mehr“, „gleich“ und „weniger“ unterteilt. Als Referenzkategorie wurde „gleich“ definiert. Unter den abhängigen Variablen wird zunächst der Modal Split herangezogen, hierfür wurden die deklarierten Anteile pro Mobilitätsform (Auto, öffentlicher Verkehr, Park&Ride, sonstige Mobilität) übernommen. Als Dummyvariablen wurden die Wohn- und Arbeitsorte, das Geschlecht, der Beruf und das Alter integriert. Die Wohn- und Arbeitsorte wurden sowohl nach Bundesländern als auch anhand der Stadt-Land-Typologie kategorisiert. Der Beruf musste anstatt der Branchen auf die drei Sektoren reduziert werden.

Forschungsfrage: Welche Faktoren erklären die Zu- oder Abnahme von Pendeln im Laufe der Pandemie?

3 ERGEBNISSE

3.1 EFFEKTE AUF DAS PENDELVERHALTEN

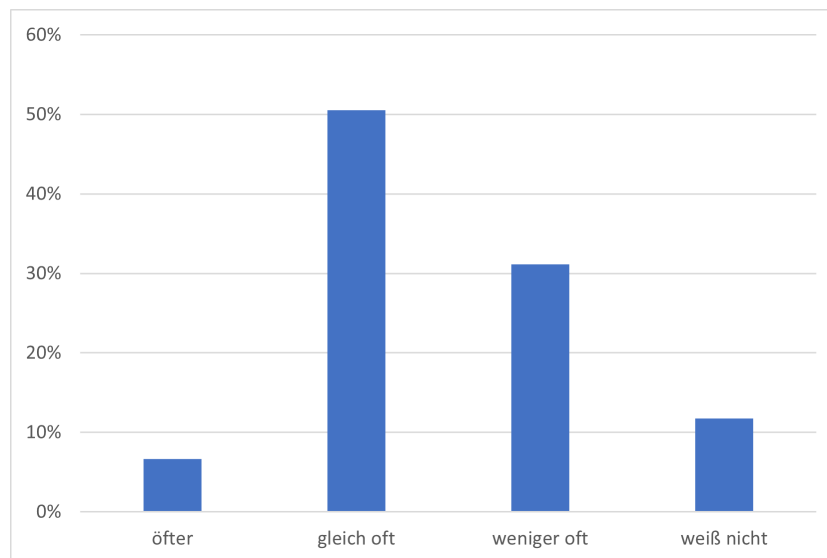


Abbildung 1: Effekte auf die Häufigkeiten zu pendeln

Bei knapp 7% der Befragten sind mehr Fahrten als vor der Pandemie notwendig, bei 31% weniger und bei knapp 51% hat sich die Häufigkeit nicht verändert (siehe Abbildung 1). Diese Entwicklung lässt sich aber nicht anhand der eingesetzten Variablen erklären, da fast alle hochgradig insignifikant sind. Das ist angesichts der umfassenden Restriktionen während der Pandemie plausibel, da es für die Mehrheit und nicht nur für Subgruppen breite Änderungen gab. Andererseits sind zwei Aspekte signifikant, die konkretere Hinweise auf die Ursachen geben können. Die Regressionen weisen für „Mehr“-PendlerInnen den Wirtschaftssektor als signifikant aus, während bei „Weniger“-PendlerInnen der Arbeitsort signifikant ist (siehe Abbildung 2).

Die nähere Analyse liefert zwar mögliche Erklärungen, eine finale Antwort lässt sich allerdings nicht geben. Während die H-Tests auf keinerlei signifikante Unterschiede zwischen Subgruppen hindeuten, weisen die Korrelationen einen Zusammenhang mit der Pendeldestination Wien aus. Da der Dienstleistungssektor und der öffentliche Sektor in Wien in den Beschäftigtenzahlen substantiell überrepräsentiert sind, müsste ein möglicher

Zusammenhang noch separat analysiert werden. Hinsichtlich des Einflusses der Branchen bzw. Sektoren lässt sich auf Basis der vorhandenen Daten nämlich kein relevanter Faktor isolieren.

Ich pendle jetzt ... als vor der Pandemie. ^a		B	Standard Fehler	Wald	Freiheitsgrade	Signifikanz	Exp(B)	95% Konfidenzintervall für Exp(B)		
								Untergrenze	Obergrenze	
mehr	Konstanter Term	2,405	2,801	,737	1	,391				
	Welches Verkehrsmittel verwenden Sie zum Pendeln? Auto	-1,109	1,320	,706	1	,401	,330	,025	4,384	
	Welches Verkehrsmittel verwenden Sie zum Pendeln? Öffentlicher Verkehr	-,747	1,454	,264	1	,607	,474	,027	8,187	
	Welches Verkehrsmittel verwenden Sie zum Pendeln?Park&Ride *	-,865	6,992	,015	1	,902	,421	4,702E-7	376990,293	
	Welches Verkehrsmittel verwenden Sie zum Pendeln? Sonstiges **	0 ^b	.	.	0	
	Ihr Wohnort (Bundesland):	-,249	,213	1,372	1	,241	,779	,513	1,183	
	Ihr Arbeitsort (Bundesland):	,112	,195	,327	1	,567	1,118	,763	1,638	
	Ihr Alter:	-,028	,016	3,236	1	,072	,972	,942	1,003	
	Ihr Geschlecht:	,335	,430	,606	1	,436	1,398	,602	3,248	
	Ihr Wohnort (Typologie):	,209	,595	,123	1	,725	1,233	,384	3,960	
	Ihr Arbeitsort (Typologie):	,477	,639	,559	1	,455	1,612	,461	5,635	
	Ihr Beruf (nach Sektoren):	-1,483	,521	8,117	1	,004	,227	,082	,629	
	weniger	Konstanter Term	-1,778	1,721	1,067	1	,302			
		Welches Verkehrsmittel verwenden Sie zum Pendeln? Auto	,383	,905	,179	1	,672	1,466	,249	8,636
Welches Verkehrsmittel verwenden Sie zum Pendeln? Öffentlicher Verkehr		1,043	,945	1,218	1	,270	2,838	,445	18,085	
Welches Verkehrsmittel verwenden Sie zum Pendeln?Park&Ride *		3,123	2,899	1,161	1	,281	22,725	,077	6665,994	
Welches Verkehrsmittel verwenden Sie zum Pendeln? Sonstiges **		0 ^b	.	.	0	
Ihr Wohnort (Bundesland):		-,037	,103	,127	1	,721	,964	,788	1,179	
Ihr Arbeitsort (Bundesland):		,241	,115	4,364	1	,037	1,272	1,015	1,595	
Ihr Alter:		-,005	,011	,180	1	,671	,995	,973	1,018	
Ihr Geschlecht:		,067	,068	,981	1	,322	1,070	,936	1,222	
Ihr Wohnort (Typologie):		-,009	,326	,001	1	,977	,991	,523	1,876	
Ihr Arbeitsort (Typologie):		,688	,407	2,858	1	,091	1,989	,896	4,414	
Ihr Beruf (nach Sektoren):		-,579	,370	2,444	1	,118	,561	,271	1,158	

Abbildung 2: Einflussfaktoren auf das Pendlerverhalten während der Pandemie (Referenzkategorie „gleich oft“)

3.2 EMISSIONSEFFEKTE

Der Mobilitätsmasterplan 2030, der einen nahezu emissionsfreien Verkehrssektor bis 2040 vorsieht, würde derart substanzielle Rückgänge, wie sie 2020 und 2021 gegenüber 2019 stattgefunden haben, über lange Zeit bedingen [4]. In absoluten Zahlen müssten die Emissionen ab 2019 um 1,1 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente pro Jahr fallen. Bereits 2021 sind die Gesamtemissionen aber wieder um 3,5 Mio. Tonnen gestiegen, wozu der Verkehr 0,9 Mio. Tonnen beigetragen hat [5]. Ein noch stärkerer Rebound-Effekt würde den günstigen Einfluss der Pandemie zunichtemachen. Die Abnahme von -10% bis Ende 2021 gegenüber 2019 bedarf einer Fortschreibung. Der Ukraine-Krieg hat bei den abgesetzten Mineralölzerzeugnissen 2022 wiederum einen Rückgang bewirkt, die Emissionswirkung wurde bis dato noch nicht eruiert.

Der Verkehr ist ein großer Hebel um direkte und eingebettete Emissionen in Österreich nachhaltig zu senken [6], wie auch Abbildung 3 verdeutlicht. Seit 1990, das als Ausgangsbasis der Kyoto-Ziele diente, hat der Verkehrssektor um 57% mehr Treibhausgase ausgestoßen. Durch diesen substanziellen Zuwachs werden die Rückgänge in den anderen Sektoren nahezu

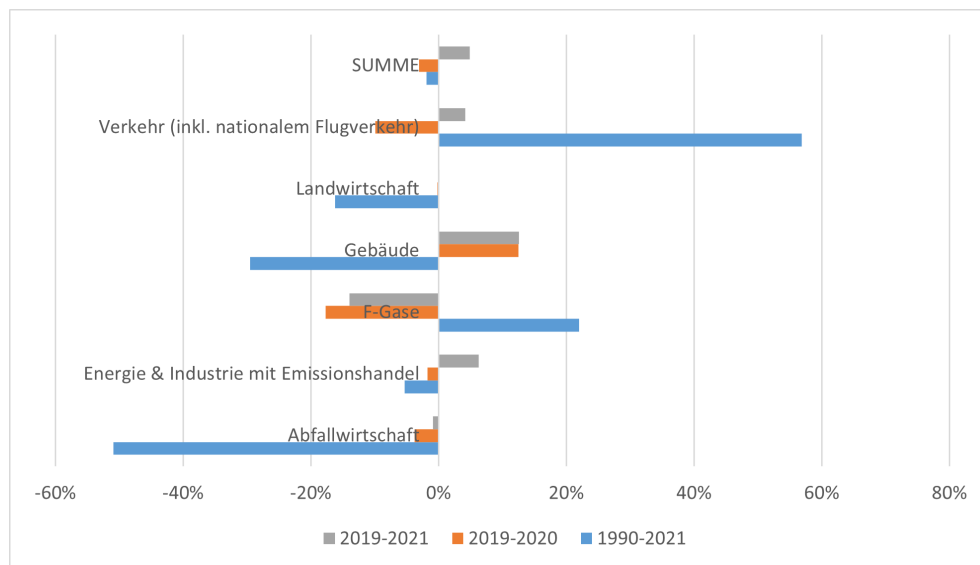


Abbildung 3: Summe von Mio. t CO₂-Äquivalent nach Sektor

ausgeglichen, wodurch der Gesamtrückgang bei gerade 2% Ende 2021 liegt. Die signifikante Reduktion der Transportleistung wurde durch einen wirtschaftlichen Einbruch ermöglicht, der ohne Abbruch der Liefer- und Wertschöpfungsketten kaum vorstellbar ist. Die Verkehrsbeschränkungen reduzierten das BIP innerhalb der EU um mehrere Prozentpunkte [7].

3.3 OFFENE FRAGEN UND LIMITATIONEN

Einige Erklärungsfaktoren fehlen in der Analyse, insbesondere die berufliche Stellung der Befragten. Da ArbeiterInnen tendenziell schwieriger auf das Pendeln verzichten können als Angestellte oder Beamte kann dies ein Faktor bei beiden signifikanten Variablen sein. Dennoch lässt sich die Fragestellung insofern aus der Analyse und den weiteren Daten beantworten, dass die Reduktion durch die Verkehrsbeschränkungen während der Pandemie kollektiv und nicht differenziert vorstattenging

Eine weitere Implikation aus den Grenzen der Analyse ist, dass für nachhaltige Mobilitätsänderungen politische Eingriffe notwendig sind, die Maßnahmen wie etwa Home-Office zur Norm werden lassen. Auch das KlimaTicket ist ein derartiger Schritt. Hervorzuheben ist aber auch, dass dem sehr starken Rückgang der PKW-Fahrleistung, von umgerechnet in etwa einem Arbeitstag pro Woche, nur ein mäßiger Rückgang des Güterverkehrs während der ersten beiden Pandemiejahre gegenüberstand. Stärkere Anstrengungen auf Seiten des LKW-Verkehrs sind daher ein nächster wichtiger Hebel für emissionswirksame Maßnahmen.

3.4 IMPLIKATIONEN

Wie nachhaltig ist dieser Trend? Ist der insgesamt Rückgang in der Mobilität von Dauer oder nur ein temporäres Phänomen? Angesichts der Öffnungen während des Abklingens der Pandemie ergibt sich noch ein weiteres Szenario, dass es gar einen Rebound-Effekt – also ansteigende Emissionen durch gesteigerte „Reiselust“ – geben könnte. Die Individuen würden demnach vieles nachholen. Die Indizien, dass gesteigertes Einkommen zu höheren Ausgaben für (emissionsintensivere) Freizeitaktivitäten gab es bereits zuvor [8][9]. Angesichts der offenen Fragen zur Nachhaltigkeit ist die Reaktion auch auf andere Policies relevant, inwiefern

sich Home-Office und Mobile Working etabliert haben. Daran anschließend, nachdem Pendeln gerne als “stress that doesn’t pay off” eingestuft wird, stellt sich die Frage, wie die Individuen mehr Freizeit verwenden würden [10][11]. Da weniger Zeit für unproduktive Tätigkeiten aufgewendet werden muss, bleibt Zeit für andere Verwendung übrig – etwa zur Steigerung des individuellen Wohlbefindens [12].

Aus Umweltperspektive ist darüber hinaus der Trend zu mehr alternativen Antrieben bei den PKW-Neuzulassungen zu berücksichtigen. Ab 2019 sind diese sprunghaft angestiegen und machten 2021 bereits 37,6% aus, da insbesondere Elektrofahrzeuge als Firmenfahrzeuge stark gefördert werden. Da aber nicht nur die Pandemie eine gegenwärtige Krise darstellt, sondern auch der Ukraine-Krieg Verwerfungen an den Energiemärkten ausgelöst hat, werden die Inputkosten aber auch für nicht-fossile Antriebsarten relevant. Die Annahme dauerhaft günstigen Stroms ist eine fehlerhafte Auffassung. Bei der Elektromobilität ist auffällig, dass die Individuen oft verzerrte oder unzureichende Informationen über die Stromkosten beispielsweise [13][14]. Die historischen Erfahrungen mit Treibstoffpreisen lassen diese transparenter und mit weniger Ungewissheit in die Reiseentscheidungen einplanen [15]. Durch das Verbot des Verbrennungsmotors in der Europäischen Union ab 2035 ist – wenn auch verwässert – perspektivisch die Unsicherheit der Kostenfaktoren relevant.

4 CONCLUSIO

Zusammenfassend ist bei den pandemiebedingten Verhaltensänderungen im Bereich Verkehr festzustellen, dass die breite und über lange Zeit flächendeckende Mobilitätseinschränkung auf Grund von Regierungserlassen kaum differenziert hat zwischen unterschiedlichen Bevölkerungsgruppen. Von Seiten der PendlerInnen konnten bis auf zwei Indizien für mögliche Unterschiede hinsichtlich mehr und weniger Pendeln keine signifikanten Ergebnisse gefunden werden. Die Analyse der Primärdatenerhebung für das Mobilitätsverhalten weist für Mehr-PendlerInnen den Wirtschaftssektor als signifikant aus, für Weniger-PendlerInnen den Arbeitsort. Weitere statistische Tests können die Details zwar nicht restlos klären, auch da einige wesentliche sozioökonomische Charakteristika nicht abgefragt wurden, aber zumindest reduzierte Pendelfahrten korrelieren mit dem Arbeitsort Wien.

Für nachhaltige Mobilitätsänderungen sind politische Eingriffe notwendig [16], wie auch die Wellenbewegungen bei den Emissionen während der Pandemiejahre nahelegen. Der Verkehrssektor ist in Österreich Hauptträger der Stagnation beim Treibhausgasausstoß. Um die Emissionsziele im Sektor erreichen zu können, würde bis 2040 eine Reduktion, die exakt jener der beiden Jahre 2020 und 2021 entspricht (-10%), dauerhaft vonstattengehen müssen. Das bedeutet der Verkehrssektor sollte durchschnittlich 1,1 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente pro Jahr einsparen. Die Gesamtentwicklung der Emissionen in Abbildung 3 legt nahe, dass die Politik beim Verkehr – im Gegensatz zu anderen Sektoren – bisher zu wenig wirksame Maßnahmen ergriffen hat.

5 REFERENZEN

- [1] Umweltbundesamt (2021): Nahzeitprognose der österreichischen Treibhausgas-Emissionen für 2020, S.5.
- [2] Tomschy, R., Herry, M., Sammer, G., Klementsitz, R., Riegler, S., Follmer, R., ... & Spiegel, T. (2016). Österreich unterwegs 2013/2014: Ergebnisbericht zur österreichweiten Mobilitäts-erhebung „Österreich unterwegs 2013/2014“.
- [3] Krutzler, T., Zechmeister, A., Stranner, G., Wiesenberger, H., Gallauner, T., Gössl, M., ... & Winter, R. (2017). Energie- und Treibhausgas-Szenarien im Hinblick auf 2030 und 2050. Umweltbundesamt: Vienna, Austria.
- [4] Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (2021): Mobilitätsmasterplan 2030 für Österreich.
- [5] Umweltbundesamt (2022): Nahzeitprognose der österreichischen Treibhausgas-Emissionen für 2021.
- [6] Steininger, K. W., Munoz, P., Karstensen, J., Peters, G. P., Strohmaier, R., & Velázquez, E. (2018). Austria's consumption-based greenhouse gas emissions: Identifying sectoral sources and destinations. *Global environmental change*, 48, 226-242.
- [7] Vukić, L., Mikulić, D., & Keček, D. (2021). The Impact of Transportation on the Croatian Economy: The Input–Output Approach. *Economies*, 9(1), 7.
- [8] Druckman, A., & Jackson, T. (2009). The carbon footprint of UK households 1990–2004: a socio-economically disaggregated, quasi-multi-regional input–output model. *Ecological economics*, 68(7), 2066-2077.
- [9] Theine, H., Humer, S., Moser, M., & Schnetzer, M. (2022). Emissions inequality: Disparities in income, expenditure, and the carbon footprint in Austria. *Ecological Economics*, 197, 107435.
- [10] Stutzer, A., & Frey, B. S. (2008). Stress that doesn't pay: The commuting paradox. *Scandinavian Journal of Economics*, 110(2), 339-366.
- [11] Van Ommeren, J., & Rietveld, P. (2005). The commuting time paradox. *Journal of Urban Economics*, 58(3), 437-454.
- [12] Lorenz, O. (2018). Does commuting matter to subjective well-being?. *Journal of transport geography*, 66, 180-199.
- [13] Bushnell, J. B., Muehlegger, E., & Rapson, D. S. (2022). Energy Prices and Electric Vehicle Adoption (No. w29842). National Bureau of Economic Research.
- [14] Bennett, R., & Vijaygopal, R. (2018). An assessment of UK drivers' attitudes regarding the forthcoming ban on the sale of petrol and diesel vehicles. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 62, 330-344.
- [15] Schmidt, C. (2014). Optimal commuting and migration decisions under commuting cost uncertainty. *Urban Studies*, 51(3), 477-492.
- [16] Koch, N., Naumann, L., Pretis, F., Ritter, N., & Schwarz, M. (2022). Attributing agnostically detected large reductions in road CO2 emissions to policy mixes. *Nature Energy*, 7(9), 844-853.