

Feldreport: "Ergebnisse im Projekt Fostering the Transition Towards More Fuel-Efficient Cars"

Report**Author(s):**

Brückmann, Gracia ; Bernauer, Thomas 

Publication date:

2021-07-15

Permanent link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-b-000495388>

Rights / license:

In Copyright - Non-Commercial Use Permitted

Originally published in:

ISTP Paper Series 7

Feldreport: Ergebnisse im Projekt Fostering the Transition Towards More Fuel-Efficient Cars

AutorInnen:

Gracia Brückmann

Thomas Bernauer

Feldreport: Ergebnisse im Projekt Fostering the Transition Towards More Fuel-Efficient Cars

Gracia Brückmann
ISTP & CIS
ETH Zürich
Phone: +41 44 632 03 42
gracia.brueckmann@istp.ethz.ch

Prof. Dr. Thomas Bernauer
ISTP & CIS
ETH Zürich
Phone: +41 44 632 67 71
thbe0520@ethz.ch

14. Juli 2021

Zusammenfassung

In diesem Forschungsprojekt untersuchen wir politische Präferenzen und Kaufentscheidungen in Bezug auf Personenwagen in der Schweiz, da der Automobilverkehr eine der Hauptquellen von Treibhausgasemissionen in der Schweiz ist. Aktuell auf dem Markt verfügbare Fahrzeugmodelle, insbesondere rein batterieelektrisch betriebene Fahrzeuge (BEV), haben das Potenzial die Treibhausgasemissionen im Verkehrssektor zu senken. Um die von einem geringen Niveau aus steigende Nachfrage nach solchen Personenwagen weiter zu erhöhen, benötigt es Verhaltensänderungen in der Bevölkerung hin zum Kauf von energieeffizienteren Fahrzeugen, sowie politische Rahmenbedingungen und gegebenenfalls Anreize.

In diesem Projekt haben wir untersucht, welche politischen Anreize durch die öffentliche Meinung akzeptiert werden und ob die Bereitstellung von Informationen und direkte Erfahrungen mit Elektrofahrzeugen die Nachfrage nach diesen erhöhen. Zu diesem Zwecke erhoben wir exklusive Umfragedaten in mehreren Panelbefragungen von einer Stichprobe von zufällig ausgewählten Schweizer AutohalterInnen und führten ein randomisiert-kontrolliertes Feldexperiment durch. Bei diesem wurden entweder nur Informationen zu BEVs bereitgestellt oder die gleichen Informationen zusätzlich zu einer mehrtägigen Probefahrt mit einem rein batterieelektrisch betriebenen Fahrzeug zugeteilt.

Die Ergebnisse dieses Projektes zeigen die Notwendigkeit von Ladeinfrastruktur und die öffentliche Unterstützung für deren Bereitstellung. Das Informationstreatment und das kombinierte Treatment aus Informationen mit Testfahrten ändern die Politikpräferenzen nicht signifikant, aber sie erhöhen das Wissen über Elektrofahrzeuge und verbessern die Einschätzung über diese. Die Kaufabsichten steigen, aber kurzfristig erhöhen die Treatments die realisierte Anschaffung von Elektrofahrzeugen nicht signifikant.

Content

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Hintergrund und Motivation | 4 |
| 2 | Vorgehen und Methode | 6 |
| | Erste Panelbefragung | 6 |
| | Zweite Panelbefragung | 7 |
| | Ausgewählte Experimentalmethoden | 7 |
| 3 | Ergebnisse und Diskussion | 9 |
| | Politikmassnahmen | 9 |
| | Annahme von BEVs | 14 |
| | Treiber und Hemmnisse für die BEV Annahme | 15 |
| | Aufgabe eines BEV | 23 |
| 4 | Schlussfolgerungen und Fazit | 24 |
| | Literaturverzeichnis | 25 |

1 Hintergrund und Motivation

Der Verkehr macht momentan 32% der Schweizer Emissionen von Treibhausgasen (THG) aus (BAFU, 2021b). Während einige Sektoren der Schweizer Wirtschaft über die letzten Jahre ihre Energieeffizienz erhöht und ihre THG-Emissionen sowie ihre Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen reduziert haben, hinkt der Verkehrssektor bei der Reduktion des Ausstosses von THG-Emissionen und bei der Reduktion der Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen hinterher. Die Emissionen des Verkehrssektors liegen immer noch 1% über den Emissionen von 1990. Damit unterscheidet sich der Verkehrssektor von den anderen Wirtschaftssektoren, die ihre Emissionen im Laufe der Zeit reduziert haben. Einen grossen Anteil an den Verkehrsemissionen hat der motorisierte Individualverkehr.

Der Personenverkehr (Personenwagen, Motorräder, Reisebusse) macht knapp 74% der Schweizer THG-Emissionen des Verkehrs aus (BAFU, 2021). Die Fahrleistungen des privaten motorisierten Personenverkehrs, die zurückgelegten Kilometer, erhöhten sich signifikant seit 1990, siehe Abbildung 1 (BAFU & BFS, 2021). Ebenfalls stieg der Fahrzeugbestand von knapp 3,8 Mio. in 1990 auf knapp 5,6 Mio. in 2019 (BAFU, 2021). Nur durch geringere THG-Emissionen pro km Fahrleistung konnte der lediglich moderate Anstieg der Verkehrsemissionen realisiert werden. Allerdings reichen diese Reduktionen noch nicht aus, um die THG-Emissionen des Verkehrssektors zu senken.

Trotz der Anstrengungen die pro gefahrenen Kilometer ausgestossenen CO₂-Emissionen zu

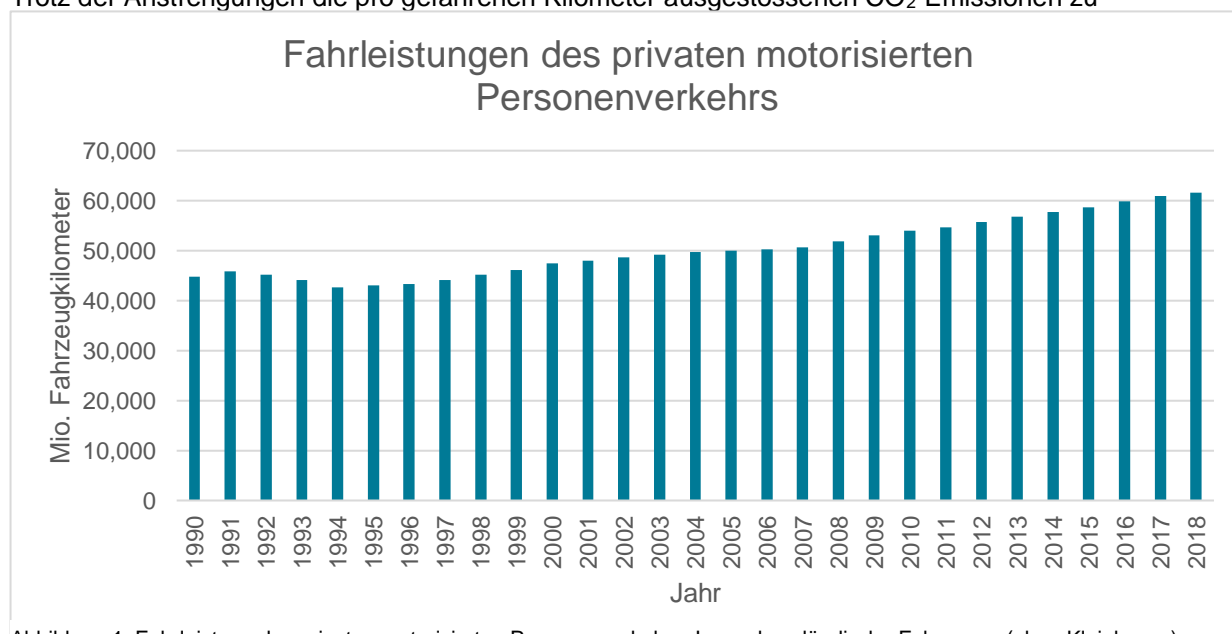


Abbildung 1: Fahrleistung des privaten motorisierten Personenverkehrs: In- und ausländische Fahrzeuge (ohne Kleinbusse): Personenwagen, Privatcars, Motorräder, Motorfahrräder; ab 2008: Extrapolation (Datenquelle: BFS)

reduzieren, sind diese noch über dem Grenzwert von 95 g CO₂/km für Neuwagen ab 2020. Die zuletzt gemessenen Werte von 2019 lagen noch über dem Grenzwert von damals 130 g CO₂/km, nämlich bei 138,1 g CO₂/km (BFE, 2020). Insbesondere der Anstieg durch sehr hohe Werte (ab 200 g CO₂/km) kann vor allem durch die anhaltende Zunahme von Allradfahrzeugen und dem damit einhergehenden Anstieg des Leergewichts der Fahrzeuge erklärt werden (BFE, 2020). Das Ziel von 95 g CO₂/km und weitere Reduktionen können nur durch sogenannte «Nullemissionsfahrzeuge» wie zum Beispiel ausschliesslich batterieelektrisch angetriebene Fahrzeuge (BEVs) erreicht werden. Deren Anzahl ist zwar in den letzten Jahren gestiegen, aber nur 1% der gesamten Schweizer PW-Flotte ist, per 2020, rein batterieelektrisch angetrieben (BFS, 2020).

Bisher sind die Gründe für das eher zurückhaltenden Kaufinteresse an Elektrofahrzeugen in der Schweiz weitgehend unbekannt. Diese Zurückhaltung könnte sogar etwas verwundern, da die Schweiz einige Eigenschaften aufweist, die mit höherem Interesse an Elektrofahrzeugen einhergehen (siehe z.B. Sierzchula, Bakker, Maat, & van Wee, 2014). Die Schweizer Bevölkerung hat ein

vergleichsweise hohes Level an Umweltsorge (Diekmann & Franzen, 2019; Franzen & Vogl, 2013; Tranter & Booth, 2015) und ein hohes Einkommen, sowie schnelle Technologieannahme (Herberz, Hahnel, & Brosch, 2020). Kurze Distanzen führen dazu, dass mit BEVs 99% aller Wege zurückgelegt werden können (Herberz et al., 2020; Melliger, van Vliet, & Liimatainen, 2018). Vergleichsweise günstige Strompreise sowie ein hoher Anteil an erneuerbaren Energien im Schweizer Strommix sollten BEVs attraktiv machen (Global Petrol Prices, 2021; SFOE, 2020). Auch selbsterzeugter Solarstrom, erlaubt es, Elektrofahrzeuge CO₂-neutral aufzuladen und macht BEVs im Unterhalt noch günstiger (Araújo et al., 2019; Coffman et al., 2017b; Kaufmann et al., 2021; Stauch, 2021; Webb et al., 2019).

Demgegenüber stehen einige Hinderungsgründe, wie zum Beispiel der grosse Anteil an Personen, die in Wohnungen zur Miete wohnen (Eurostat, 2021), da BesitzerInnen von Elektroautos bisher gerne zu Hause ihre BEVs aufladen (Hardman, S. J. et al., 2018; Patt et al., 2019). Überdies sind in der Schweiz bisher, ausser z.B. die Flottenemissionsziele, lediglich (in manchen Kantonen) kantonale Politiken zur Förderung der Annahme von Elektroautos in Kraft. Politiken, die Elektroautokäufe (monetär und nicht-monetär) inzentivieren sind, wie Studien aus anderen Jurisdiktionen zeigen, positiv korreliert mit dem Absatz von Elektrofahrzeugen (Barton & Schütte, 2017; Beresteanu & Li, 2011; Browne et al., 2012; Gass et al., 2014; Hardman, S. J., 2019; Helveston et al., 2015; Holtmark & Skonhoft, 2014; Jenn et al., 2018; Langbroek et al., 2016; Lieven, 2015; Lutsey et al., 2018; Mabit & Fosgerau, 2011; Mersky et al., 2016; Narassimhan & Johnson, 2018; Sierzchula et al., 2012; Turrentine et al., 2018). Bisher haben allerdings nur sehr wenige Studien untersucht, ob und wenn ja, welche politischen Massnahmen Zustimmung in der Schweizer Bevölkerung finden würden (Brückmann & Bernauer, 2020; Huber & Wicki, 2021; Huber et al., 2020; Wicki et al., 2019).

Es liegt aber gleichzeitig in der Natur von Demokratien, dass politische Unterstützung wichtig ist für die Durchsetzung politischer Massnahmen, besonders in der Direkten Demokratie der Schweiz. Schweizer BürgerInnen haben bisher einige grüne Politiken verwehrt, insbesondere die Einführung von Politiken, die sichtbare Kosten für die VerbraucherInnen impliziert haben (Stadelmann-Steffen, 2011; Stadelmann-Steffen & Dermont, 2018; Thalmann, 2004). Allerdings können Politiken die, in effektiver Höhe, nur Anreize bieten (z.B. Subventionen, Unterstützung des Ausbaus öffentlicher Ladestationen) sehr teuer für die öffentliche Hand sein (Heres et al., 2017), und diese Kosten würden am Ende doch wieder auf (zukünftige) SteuerzahlerInnen umgelegt werden. Deshalb werden ambitionierte Mobilitätspolitikern oft in Form von mehreren Politikmassnahmen umgesetzt (z. B. Wicki et al., 2019).

Neben den Makrofaktoren, wie zum Beispiel der Politik, sind auch individuelle Faktoren für die Kaufentscheidung von Elektrofahrzeugen ausschlaggebend. Hier sind neben Fahrzeugcharakteristika und technischen Faktoren auch finanzielle und soziodemographische Faktoren, so wie politische Anreize relevant (Coffman et al., 2017a; Hardman, S. J. et al., 2018; Lane & Potter, 2007; Li et al., 2017; Liao et al., 2017; Rezvani et al., 2015). Überdies ist aber auch Wissen über und Erfahrung mit Elektrofahrzeugen bedeutsam und wurde bereits sehr oft als wichtiger Einflussfaktor und privatwirtschaftlicher sowie politischer Hebel zur Verstärkung des Interesses an Elektrofahrzeugen genannt (Carley et al., 2019; Daramy-Williams et al., 2019; Haustein et al., 2021; Herberz et al., 2020; Kim et al., 2019; Santos & Davies, 2020; Sierzchula et al., 2014; Thøgersen & Ebsen, 2019; Wang et al., 2018; Ye et al., 2021). Diese Faktoren wurden bisher teilweise nur durch Korrelation in ihrer Wirkung auf Elektrofahrzeuge belegt. Die wenigsten Studien nutzen bisher experimentelle Methoden, um die Kausalität verschiedener Einflussfaktoren zu bestimmen. Eine unter anderem von uns angefertigte Überblicksarbeit ergab, dass von 94 Studien zur Akzeptanz von BEVs zwischen 2010 und 2019 nur zwei in der Schweiz durchgeführt worden sind. Insgesamt arbeiten bisher noch sehr wenige Studien mit experimentellen Ansätzen, um kausale Einflussfaktoren auf den Kauf von Elektrofahrzeugen (EVs) zu bestimmen (Wicki et al., 2021).

Durch das vorliegende Projekt sollen Erkenntnisse darüber generiert werden, welche Menschen ohne starke Politikmassnahmen Elektrofahrzeuge annehmen und welche Politiken zur Förderung von Elektrofahrzeugen in der Bevölkerung akzeptiert werden würden. Es wird überprüft, ob die Bereitstellung von Informationen über Elektroautos und Probefahrten mit BEVs helfen können, die

Kaufbereitschaft für batterieelektrische Fahrzeuge zu steigern. Dadurch sollen politisch machbare Wege zur Verringerung der THG-Emissionen im Verkehr aufgezeigt werden.

In diesem Projekt untersuchten wir zuerst wie sich HalterInnen von Elektrofahrzeugen und HalterInnen von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren hinsichtlich soziodemographischer und wohnortbezogener Merkmale sowie ihren Einstellungen zu verschiedenen Politiken zur Förderung von Elektroautos unterscheiden. Dieser erste Schritt zielt darauf ab zu analysieren, wer Elektroautos ohne starke politische Massnahmen wählt. Die öffentliche Meinung über Politikmassnahmen zur Förderung der Elektromobilität zeigt auf, welchen Spielraum die Politik durch die Akzeptanz dieser Massnahmen hat.

Im nächsten Schritt untersuchten wir, ob sich durch die Bereitstellung von Informationen zu Elektroautos der Wissensstand über Elektroautos kausal verändert und wie sich das auf Kaufabsichten für Elektrofahrzeuge auswirkt. Darauf baute die Fragestellung auf, wie sich diese experimentellen Treatments auf die Beschaffung eines Elektrofahrzeuges und auf die Präferenzen für Politiken, die Elektroautos fördern, auswirken. Die Ergebnisse dieser Fragestellung zeigen auf, ob und wie durch diese wenig einschränkenden Politikoptionen Elektromobilität gefördert werden könnte.

2 Vorgehen und Methode

Das Projekt wurde im Ganzen von der Ethikkommission der ETH Zürich (EK 2017-N-85) genehmigt. Für dieses Projekt haben wir zwei Panels aufgesetzt.

Erste Panelbefragung

Das erste Panel besteht aus einer Zufallsstichprobe von 20'000 PW-HalterInnen, die im Frühjahr 2018 noch kein BEV immatrikuliert hatten. Je 5'000 HalterInnen wurden aus den Kantonen Aargau, Schwyz, Zug und Zürich dafür ausgewählt, per Post angeschrieben und zu einer Befragung namens «Mobilitätsverhalten und zukünftige Mobilitätspolitik» eingeladen. Diese Befragung wurde vom 31. Mai 2018 bis 16. Oktober 2018 durchgeführt. Die erste Befragung konnte sowohl online als auch auf Papier durchgeführt werden und erreichte eine Rücklaufquote von 21% (The American Association for Public Opinion Research, 2016). In dieser ersten Befragung wurden von den 4'149 Teilnehmenden soziodemographische Merkmale, so wie Daten zum Mobilitätsverhalten erhoben und ein Entscheidungsexperiment (Brückmann & Bernauer, 2020) zu Politikpräferenzen bezüglich reduzierter Verkehrsemissionen durchgeführt. In dieser Befragung wurden auch alle TeilnehmerInnen randomisiert einer von drei Gruppen zugeordnet: Entweder zur Gruppe *Bereitstellung von Informationen*, zur Gruppe *Informationen und eine mehrtägige Testfahrt mit Elektrofahrzeugen*, oder in die *Kontrollgruppe*, die weder Informationen noch Testfahrten bekommen hat. Da das Treatment mit Testfahrten die Zustimmung der TeilnehmerInnen benötigte, wurden diese bereits am Ende dieser ersten Panelwelle befragt, ob sie eine solche Testfahrt machen würden, wenn ihnen eine solche offeriert werden würde. Von 1'350 Teilnehmern, die dem Treatment mit Testfahrt vorher randomisiert zugeordnet wurden, nahmen dieses Angebot 845 UmfrageteilnehmerInnen an, und erklärten sich auch dazu bereit, an der nächsten Befragung, der zweiten Panelwelle, teilzunehmen. (Weiterführende Informationen zur ersten Befragung sind im Jahresbericht 2018 unter <https://www.aramis.admin.ch/Texte/?ProjectID=41021> genauer beschrieben.)

Die zweite Befragungswelle startete am 29.11.2018, drei Wochen nach dem Ende der ersten Testfahrten für die TeilnehmerInnen des Experimentaltreatments. Jede Person aus der Experimentalgruppe, die sich zu einer Testfahrt bereiterklärt hatte, wurde drei Wochen nach deren Ende zur Befragung eingeladen und konnte die zweite Befragungswelle bis zum Befragungsende am 15.08.2019 ausfüllen. TeilnehmerInnen aus den Gruppen *Informationstreatment* und *Kontrollgruppe* wurden vom 15.03.2019 ausgehend zur Befragung eingeladen. Zu diesem Zeitpunkt wurden auch alle Mitglieder der *Treatmentgruppe mit Testfahrten* eingeladen, die entweder bereits in der ersten

Panelwelle die Teilnahme an einer Testfahrt ausgeschlossen hatten, oder die bereits in randomisierter Reihenfolge zu einer Testfahrt eingeladen wurden und diese dann abgelehnt hatten. Diese TeilnehmerInnen wurden zufällig der *Kontrollgruppe* oder dem *Informationstreatment* zugeteilt. Nach dem Ende der Testfahrten am 31.05.2019 wurden alle übriggebliebenen TeilnehmerInnen aus der Treatmentgruppe mit Testfahrten, die entweder auf unsere Einladung zur Testfahrt nicht reagierten, oder die aus Kapazitätsgründen nicht mehr eingeladen werden konnten, zur Befragung eingeladen und ebenfalls in einer der beiden anderen Gruppen randomisiert zugeteilt. (Weiterführende Ergebnisse der zweiten Befragung sind im Jahresbericht 2019 unter <https://www.aramis.admin.ch/Texte/?ProjectID=41021> detailliert beschrieben.) Am Ende der zweiten Panelwelle erlaubten 2'292 TeilnehmerInnen von 2'424 TeilnehmerInnen mit vollständig beendeten Umfragen, dass wir sie für die dritte Panelwelle kontaktieren dürfen und 76 machten keine Angabe dazu.

Die dritte und letzte Befragungswelle des ersten Panels erfolgte vom 01.09.2020 bis 31.10.2020 und wurde auf Grund der anhaltenden Coronapandemie ausschliesslich online durchgeführt (da a priori unklar war, ob man die Büroräume zum Drucken, Versenden und Empfangen, sowie Digitalisieren der Papierversionen betreten kann). An der dritten Welle nahmen 2'039 von 2'368 Eingeladenen teil, was bei einer Kontaktrate von 97% einer AAPOR Rücklaufquote von knapp 85 entspricht. In dieser Umfrage wurde unter anderem die aktuelle Zusammenstellung des Haushaltsfuhrparks abgefragt, sowie die individuellen Einschätzungen bezüglich BEVs und Politiken, die deren Verbreitung stärken. Das Panel 1 ist in Abbildung 2 dargestellt:.



Abbildung 2: Überblick Panel 1 mit Feldexperiment, siehe 2.3

Zweite Panelbefragung

Das zweite Panel besteht aus HalterInnen von BEVs und hat lediglich zwei Wellen, eine im Jahr 2018 und eine zweite im Jahr 2020. Im Jahr 2018 wurden aus den Registern der kantonalen Strassenverkehrsämter Aargau, Schwyz, Zug und Zürich alle 2'627 nicht-gesperrten BEV HalterInnen angeschrieben und zu einer Befragung bezüglich «Elektromobilität und zukünftige Mobilitätspolitiken» eingeladen. Diese Befragung wurde online und auf Papier durchgeführt und es nahmen 1'207 TeilnehmerInnen daran teil. Diese Befragung ist genauer beschrieben in Brückmann, Willibald, & Blanco (2021) und Brückmann und Bernauer (2020). Mit Ausnahme von Fragen zur Nutzung von Elektrofahrzeugen ist die Umfrage identisch zur ersten Umfrage des ersten Panels, bei welchem HalterInnen von nicht ausschliesslich batterieelektrisch angetriebenen Fahrzeugen befragt wurden.

Die zweite und somit letzte Welle des zweiten Panels aus BEV-HalterInnen wurde im gleichen Zeitraum wie die dritte und letzte Welle des ersten Panels durchgeführt. Das Befragungsinstrument war für beide Panels in dieser Welle komplett identisch. Von 1'140 eingeladenen Personen nahmen 1'007 an der Umfrage teil, womit eine AAPOR Response Rate von etwas über 88%, bei einer Kontaktrate von 98%, erzielt wurde. Das Befragungsinstrument befindet sich im Anhang.

Ausgewählte Experimentalmethoden

In diesem Projekt nutzen wir Entscheidungsexperimente, oft vom Typ Conjoint-Analyse (Hainmueller, Hopkins, et al., 2014), da diese Methode es erlaubt, Präferenzen als mehrdimensionale Entscheidungen zu konzeptualisieren (Stadelmann-Steffen und Dermont, 2020). Dies nutzen wir zur Analyse der Politikpräferenzen und zur Identifikation von bevorzugten, öffentlichen Ladestationen.

Wir nutzen die jeweils ersten Befragungen beider Panels um zu untersuchen, ob Erkenntnisse aus dem Ausland, von anderen Arten von EVs (zum Beispiel (Plug-in-) Hybride), sowie aus der Literatur zu Kaufabsichten bei registrierten BEV-Haltern gefunden werden können. Da wir auf eine Stichprobe aus offiziellen Fahrzeugregistern der Schweizer Kantone Aargau, Schwyz, Zug und Zürich zugreifen, ist eine hohe Qualität der Stichprobe gewährleistet. Die gewonnenen administrativen Daten erlauben die Kombination von Umfragedaten mit Daten zum Wohnort, wie z.B. Dichte von öffentlichen Ladestationen, sowie der Bevölkerungsdichte in der Umgebung des Wohnortes der Befragten. Diese Studie ist die erste, die zwei parallele und fast gleichzeitig durchgeführte Umfragen (die erste Welle beider Panels) nutzt, um soziodemografische Merkmale, individuelle Einstellungen und räumliche Faktoren von Fahrzeughaltern mit und ohne BEV zu vergleichen. Wir nutzen ein Gemischte-Effekte-Modell, um die wichtigsten Treiber beim BEV Kauf zu identifizieren (Brückmann et al., 2021). In einer weiteren Forschungsarbeit haben wir uns genauer angesehen, wie sich die Nutzung der Fahrzeuge mit bzw. ohne Elektromotor zwischen den beiden Panels unterscheidet. Dafür haben wir ebenfalls auf die Daten aus der ersten Panelwelle beider Panels zugegriffen. Die durchgeführte Forschungsarbeit ergänzt bestehende Arbeiten, die Präferenzen bezüglich des (hypothetischen) zukünftigen Besitzes von Elektrofahrzeugen durch einen detaillierten Blick, gleichzeitig sowohl auf die aktuellen BesitzerInnen von batterieelektrischen Fahrzeugen, als auch von konventionellen Fahrzeugen ergänzt und detailliert berichten, wie BEVs genutzt und geladen werden.

Das individuelle Verhalten von KonsumentInnen kann eine zentrale Rolle bei der Reduzierung von Verkehrsemissionen spielen, z.B. wenn sie sich für den Umstieg auf ein BEV entscheiden. Dieser Umstieg könnte durch verlässliche Informationen über BEVs und ausgedehnte Testfahrten begünstigt werden. Bisher wurden diese möglichen politischen Anreize in der Literatur fast ausschliesslich isoliert untersucht (z.B. Dumortier et al., 2015; Skippon et al., 2016) und nur im Vorher-Nachher-Design (z.B. Bühler et al., 2014; Hinnüber et al., 2019; Jensen et al., 2013). Ausserdem geschah dies zumeist nur unter Leuten, die sich für eine solche Studie mit Testfahrten angemeldet haben (z.B. Franke & Krems, 2013; Graham-Rowe et al., 2012; Labeye et al., 2016; Roberson & Helveston, 2020). Es ist überdies nicht klar, ob Testfahrten und Informationen tatsächlich die Bereitschaft zur Nutzung eines BEVs erhöhen (Daramy-Williams et al., 2019). Daher nutzen wir in diesem Projekt eine randomisierte Kontrollstudie, in der untersucht wird, ob die Absicht zum Kauf bzw. Leasing von BEVs durch Informationen über, sowie Erfahrungen mit BEVs erhöht wird. Durch die Verwendung eines Panel-Studien-Designs wurden die individuellen Charakteristika derjenigen, die einer Testfahrt zustimmten, berücksichtigt. Wir sind die ersten, die diese Methode in der Forschung zur Akzeptanz und zum Kauf von BEV einsetzen.

Dieses Feldexperiment, ausschliesslich in Panel 1 durchgeführt, haben wir wie folgt designt: Alle TeilnehmerInnen wurden zu Beginn der ersten Panelwelle zufällig in einer von drei Gruppen (Informationen zu BEVs, Testfahrt mit einem BEV plus dieselben Informationen, oder eine Kontrollgruppe) zugeordnet. Nur denjenigen, die der Gruppe «Testfahrt mit einem BEV plus Informationen» zugeordnet worden sind, wurden am Ende der ersten Panelwelle gefragt, ob Sie generell eine Testfahrt (ohne Angaben zum Fahrzeug bzw. Antriebsstrang) machen würden, wenn Ihnen eine solche angeboten wird. Zwischen der ersten und der zweiten Panelwelle wurden Mitgliedern dieser Treatmentgruppe, die eine Testfahrt in der ersten Welle nicht kategorisch ablehnten in randomisierter Reihenfolge mittels Einladungsbrief zu einer Testfahrt eingeladen. Im Gegensatz zu Studien mit sehr kurzen Testfahrten (z.B. Roberson & Helveston, 2020), wurden hier alle ProbandInnen eingeladen, eine Testfahrt für zwei Tage zu machen. Damit das Treatment vergleichbar blieb haben wir generell keine Testfahrten unter 24 Stunden durchgeführt, aber längere Testfahrten, vorrangig übers Wochenende durchgeführt, um die Anzahl der Testfahrten zu maximieren. ProbandInnen die sich für eine Testfahrt bereit erklärt hatten, trafen Mitglieder des Projektteams in der ETH Garage und haben dort ein aufgeladenes BEV quasi-zufällig zugeteilt bekommen, sowie die gleichen Informationen wie die Gruppe *Bereitstellung von Informationen* in Papierform erhalten. Nach kurzen fahrzeugspezifischen Einführungen und einer kleinen, begleiteten Probefahrt, durften die ProbandInnen das Elektrofahrzeug nutzen, als wäre es ihr eigenes. Während dieser Zeit stand ihnen auch eine Ladekarte zur Verfügung, die ihnen erlaubte, an vielen öffentlichen Ladestationen (gebührenpflichtig) zu laden. Dadurch entfiel für die Nutzenden die Anmeldung und Bezahlung an

diesen Ladestationen. Sie bekamen von uns später eine Rechnung, da das Laden zu Hause, falls möglich, natürlich auch von den ProbandInnen bezahlt werden musste. Die Fahrzeuge wurden nach der Testfahrt wieder zurück zu uns an die ETH gebracht und die ProbandInnen erhielten eine pauschale Entschädigung in Höhe von CHF 20. Jeweils 3 Wochen nach den Testfahrten wurden die ProbandInnen zur zweiten Panelwelle eingeladen. Mitglieder der anderen beiden Experimentalgruppen (Gruppe *Bereitstellung von Informationen* und *Kontrollgruppe*) wurden ab Mitte März zur zweiten Panelwelle eingeladen, wie oben bereits beschrieben, und Personen, die keine Testfahrt machen wollten oder aus Kapazitätsgründen nicht mehr machen konnten, wurden nach Randomisierung zur Gruppe *Bereitstellung von Informationen* oder der *Kontrollgruppe* zugeordnet. In der zweiten Panelwelle wurden die Effekte des Treatments bezüglich des Wissen über BEV, Akzeptanz von BEVs und Akzeptanz von Politikmassnahmen zur Förderung von BEVs untersucht.

Die letzte Welle beider Panels hat mehrere Funktionen. Wir erhoben, ob sich nach der Panelbefragung bereits Präferenzen für Elektrofahrzeuge materialisiert haben, und sich TeilnehmerInnen aus den Treatmentgruppen nach dem Feldexperiment im Vergleich zur Kontrollgruppe öfters Elektrofahrzeuge angeschafft haben (nur in Panel 1). Wir nutzen diese beiden letzten Befragungen auch, um Präferenzen für öffentliche Ladeinfrastrukturen für das Unterwegsladen zu analysieren und analysieren experimentell, ob die Angst vor zu geringem Wiederverkaufswert bei Elektrofahrzeugen ein Hinderungsgrund für deren Anschaffung ist. Überdies dienten die letzten Panelwellen zur Erzeugung von deskriptive Ergebnissen, zum Beispiel über häusliche Stromerzeugung und Interesse an bzw. Aufgabe von Elektrofahrzeugen, die in Zukunft weiter untersucht werden sollten.

3 Ergebnisse und Diskussion

Wir diskutieren hier in Kürze die wichtigsten Ergebnisse dieses Projektes und gehen dabei im Speziellen auf die Ergebnisse der letzten Panelwelle beider Panels ein. Zuerst wenden wir uns der öffentlichen Unterstützung für Politikmassnahmen zu, welche die Verbreitung von Elektrofahrzeugen begünstigen sollen. Im Folgenden stellen wir die Annahme von Elektrofahrzeugen, inklusive der Ergebnisse des Feldexperiments und die Wirkung auf Wissen, Kaufabsichten und Kauf von Elektrofahrzeugen vor. Danach gehen wir auf andere vermeintliche Hinderungsgründe und Verstärker für die Annahme von Elektrofahrzeugen ein. Dieser Teil schliesst mit den Ergebnissen der Analyse warum manche BEV-HalterInnen ihr Elektroauto wieder aufgegeben haben.

Politikmassnahmen

Zuerst analysieren wir, basierend auf Daten der jeweils ersten Panelwelle beider Panels, die öffentliche Meinung in Bezug auf Politiken für die Marktdurchdringung von Elektrofahrzeugen (Brückmann & Bernauer, 2020). In diesem Umfrageexperiment haben wir eine Bevölkerungsgruppe betrachtet, die wahrscheinlich in hohem Masse von neuen politischen Massnahmen zur Reduktion der Verkehrsemissionen betroffen sein wird (HalterInnen von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren, siehe Abschnitt 21, erste Panelbefragung). Es ist wahrscheinlich, dass Besitzer von Autos mit Verbrennungsmotoren von den vorgeschlagenen Massnahmen negativ betroffen sein werden, da das Ausmass der (gefühlten) Auswirkungen einer Politik auf die eigene Person wahrscheinlich die Unterstützung für diese Politiken verringert (Huber & Wicki, 2021). Wir befragen um einen direkten Vergleich zu haben auch die BEV-HalterInnen aus dem zweiten Panel. In dieser Arbeit nutzen wir die Conjoint-Analyse (Hainmueller, Hopkins, et al., 2014) um herauszufinden, wie die Ausgestaltung der Politiken kausal die öffentliche Meinung zu diesen Politiken erklärt. Wir variieren experimentell, ob die Befragten auch über die Finanzierung von EV-Politiken entscheiden können, insbesondere für teurere Massnahmen (Pull-Massnahmen), wie z.B. der starke Ausbau der

öffentlichen Ladeinfrastruktur. Wir sind in der Lage, Befunde aus der bisherigen Literatur zu überprüfen, nämlich dass Pull-Massnahmen (Kaufpreissubventionen und vor allem neue Ladeinfrastruktur) mehr öffentliche Unterstützung erhalten als Push-Massnahmen (wie Fahrverbote und autospezifische Informationspflichten). Darüber hinaus gibt es unter Autobesitzern, die bereits ein BEV haben, eine stärkere Unterstützung sowohl für Pull- als auch für Push-Massnahmen als bei HalterInnen von PW mit Verbrennungsmotor. Diese Forschungsarbeit zeigt die politische Durchführbarkeit einer stark ausgebauten Ladeinfrastruktur, insbesondere in städtischen Wohngebieten («Blaue Zone»), sowie eine strengere Regulierung in Bezug auf die Energie- und Verbrauchsinformationen («Energieetikette») neuer Personenwagen (Brückmann & Bernauer, 2020). Ein, im internationalen Vergleich sehr geringes Mass (CHF 1000), an Subventionen wäre ebenfalls möglich. Generell werden aber höhere Beträge (CHF 3000 oder 5000) von der Öffentlichkeit kaum unterstützt. Überraschenderweise finden wir kein starkes Absinken der Unterstützung für Politikoptionen, wenn die Finanzierungsoptionen in das Entscheidungsexperiment eingebaut sind, und somit die Finanzierungsseite stärker hervorgehoben wird. Da die Zahl der BEV-HalterInnen Schweizweit seit dem Ende der Umfrage angestiegen ist, könnte die Unterstützung durch die Gesamtbevölkerung inzwischen sogar noch höher sein, wenn das Muster der höheren Unterstützung unter BEV-Besitzern fortgesetzt würde (Brückmann & Bernauer, 2020).

In der letzten Panelwelle jedes Panels sind wir das Thema Politikmassnahmen nochmal genauer angegangen. Wir haben ein Vignettenexperiment zu drei verschiedenen, potenziellen Politikmassnahmen durchgeführt. Diese wurden den ProbandInnen zufällig wie eine Initiative mit (ebenfalls zufälliger) Gegeninitiative vorgestellt. Sie konnten dann den beiden Vorschlägen zustimmen oder diese ablehnen und eine Stichfrage beantworten. Aus diesen Daten ergibt sich, dass lediglich die Zuschüsse für die Ladestationen in Mietshäusern Unterstützung bei allen ProbandInnen finden. Dies ist in Abbildung 3 dargestellt.

Ein weiteres Entscheidungsexperiment, ebenfalls in der jeweils letzten Panelwelle durchgeführt, untersucht die öffentliche Unterstützung für Vorschriften zum Aufbau von Ladeinfrastruktur. Wir wollten von den Befragten wissen, ob der Bund, ihr Kanton oder ihre Wohngemeinde Vorschriften für grössere Liegenschaften so anpassen soll, dass in allen Wohn- und Bürobauten ein bestimmter Anteil (alle, jeder zweite, jeder fünfte, jeder zehnte) Parkplatz mit Ladestationen für Steckerfahrzeuge ausgestattet werden müsste. Im Gegensatz zu dem Entscheidungsexperiment aus der ersten Panelwelle zeigt sich hier nur eine geringe öffentliche Unterstützung für diese Verordnungen. Abbildung 4 zeigt wie sich Haushalte (mit und ohne BEV zum Zeitpunkt der letzten Befragung) im Hinblick auf diese Politiken positionieren. Da es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gebietskörperschaften gibt, werden diese hier aggregiert dargestellt.

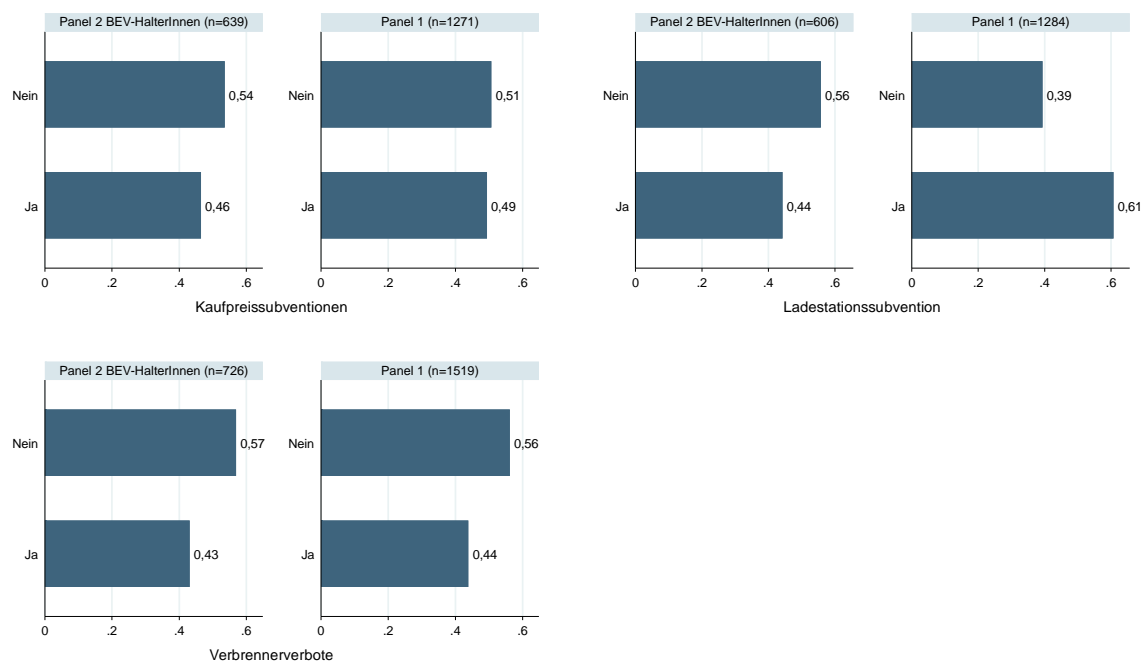


Abbildung 3: Ergebnisse eines Vignettenexperiments (im Stile einer Abstimmung) für die verschiedenen Politikmassnahmen «Finanzielle Unterstützung vom Bund für die Anschaffung eines Elektroautos (BEV)», «Finanzielle Unterstützung vom Bund für die Schaffung der Basisinfrastruktur für Ladestationen in Mietshäusern» und «Verbot des Verkaufs von Autos mit Verbrennungsmotoren ab 2035».

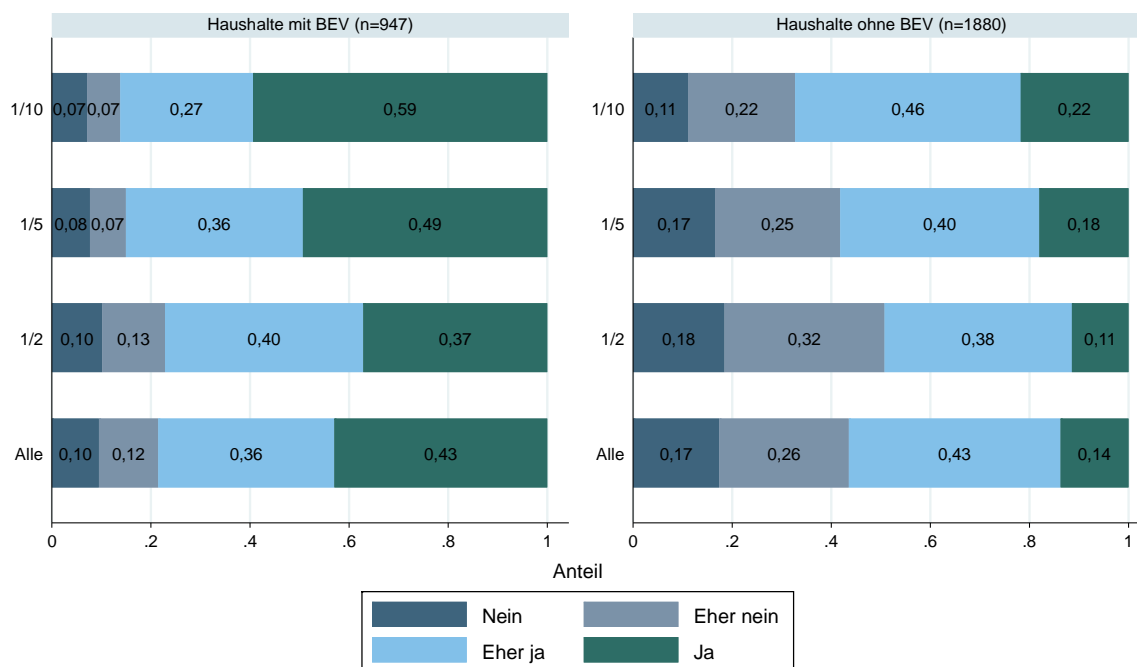


Abbildung 4: Anteil der TeilnehmerInnen beider Panels (letzte Welle) die finden, man sollte die Vorschriften so verändern, dass Parkplätze (alle, die Hälfte (1/2), ein Fünftel (1/5) oder ein Zehntel (1/10) mit Ladeinfrastruktur für BEV ausgestattet werden müssen.

Die besondere Bedeutung von Ladestationen im Bereich der Politikmassnahmen, welche die Akzeptanz von BEV steigern sollen, haben wir auch in Bezug auf das sogenannte «Unterwegsladen» nochmal genauer betrachtet. Wir wollten wissen, wo die Befragten am liebsten laden würden, wenn beide Ladestationen in Fahrtrichtung gleich weit vom aktuellen Standort auf der Fahrstrecke entfernt

liegen. Hierfür haben wir ein (Conjoint) Entscheidungsexperiment genutzt, welches in der letzten Welle beider Panels implementiert wurde. Wir haben den TeilnehmerInnen dafür folgende Situation beschrieben:

Im Folgenden möchten wir Ihnen ein paar Fragen zum Laden von Elektroautos stellen.

Bitte lesen Sie zuerst den folgenden Text. Wir stellen Ihnen dann einige Fragen dazu.

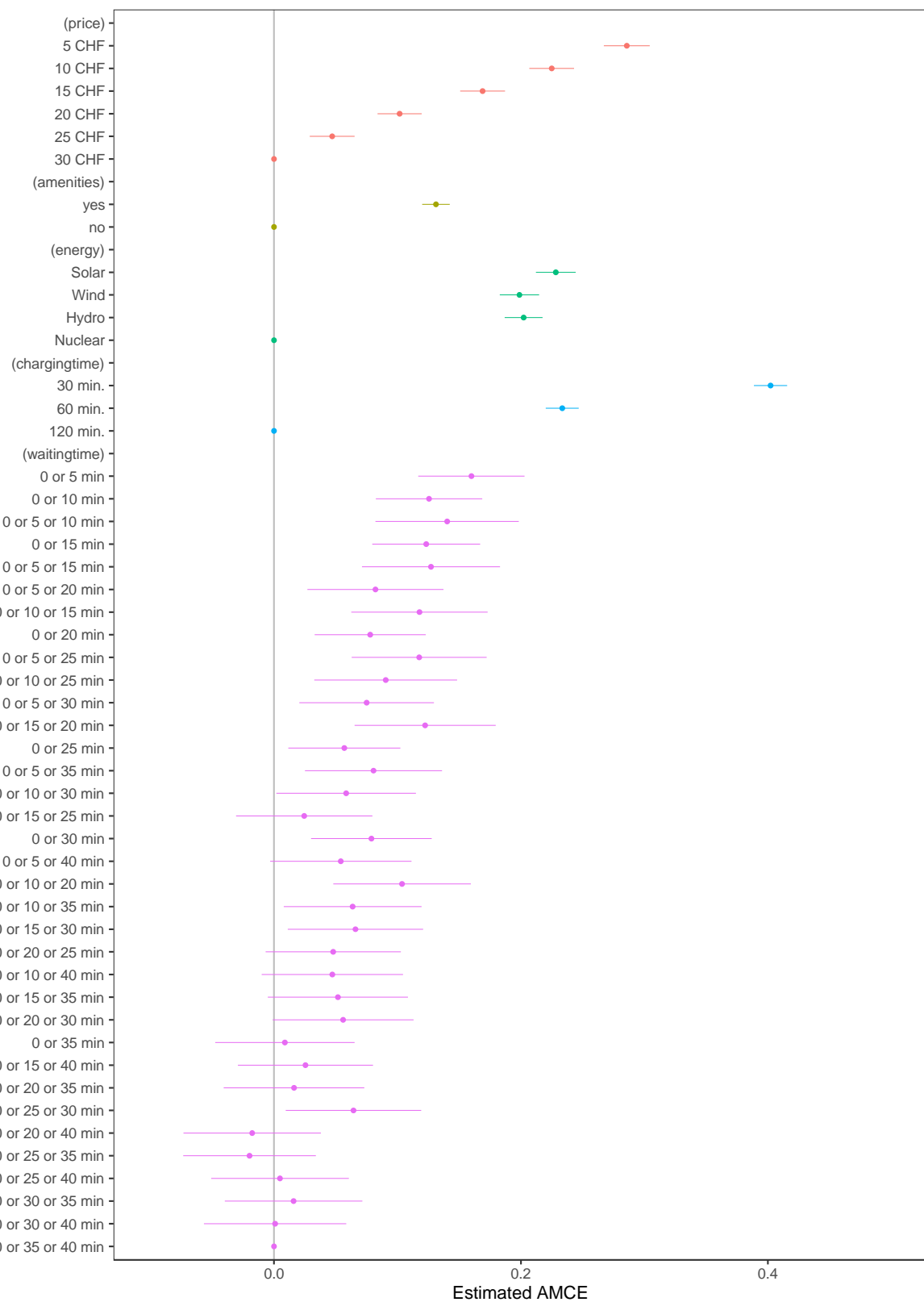
Stellen Sie sich folgende Situation vor. Sie fahren mit einem Elektroauto (rein batterieelektrisch betrieben, kein Hybrid) und haben einen sehr tiefen Ladestand Ihrer Batterie (unter 25 km Restreichweite) erreicht. Dieser Batteriestand reicht nicht mehr für die verbleibende Entfernung zu Ihrem Ziel. Ihr Navigationsgerät schlägt Ihnen nun zwei Ladestationen zum Laden ihres Elektroautos vor, die Sie mit Ihrem aktuellen Batteriestand erreichen können, um Ihr Fahrzeug dort aufzuladen. Beide Ladestationen befinden sich in Fahrtrichtung und sind jeweils beide gleich weit (10 km) von Ihrem momentanen Standort entfernt. Sie müssen sich jetzt für eine der beiden Ladestationen entscheiden. An beiden Ladestationen können Sie mit Karte (z.B. EC, Postfinance oder Kreditkarte), per Smartphone (z.B. TWINT) oder bar bezahlen. Eine Voranmeldung oder App auf Ihrem Mobiltelefon ist nicht erforderlich.

Nach diesem Einleitungstext haben wir den TeilnehmerInnen alle Attribute vorgestellt.

Die folgende Tabelle zeigt mögliche Eigenschaften der zur Auswahl stehenden Ladestationen, um deren Vergleich wir Sie im Folgenden bitten werden.

| | |
|---|---|
| Wartezeit bis die Ladestation frei wird | kann zwischen 0 und 40 Minuten betragen |
| Ladezeit, bis Batterie vollständig geladen ist | kann zwischen 30 und 120 Minuten betragen |
| Energiequelle | kann aus Wasserkraft, Solarkraft, Windkraft oder Atomkraft bestehen |
| Umgebung | kann aus Shop, Café und kleiner Rasenfläche mit Parkbank und WC oder einem geteerten Parkplatz bestehen |
| Preis für vollständige Batterieladung | kann zwischen 5 und 25 Franken betragen |

Die TeilnehmerInnen wurden gebeten jeweils 5 Entscheidungen in diesem Experiment durchzuführen. Die Ergebnisse sind in Abbildung 5 dargestellt. Wie in dieser Abbildung ersichtlich ist, sind vor allem solche Ladesäulen gewünscht, welche das Elektroauto in kürzerer Zeit und zu günstigeren Preisen aufladen. Ladestationen sollten mit erneuerbaren Energien betrieben werden. Ebenfalls positiv wahrgenommen, aber weniger wichtig als Ladezeiten unter einer Stunde und erneuerbarer Strom sind Annehmlichkeiten wie Shops, Cafés und kleine Rasenflächen mit Parkbänken sowie ein WC, im Vergleich zu einem geteerten Parkplatz.



Feature price amenities energy chargingtime waitingtime

Abbildung 5: Durchschnittliche marginale Komponenteneffekte für die Auswahl von öffentlichen Ladestationen (Panel 1, Welle 3 und Panel 2, Welle 2 kombiniert)

Insgesamt zeigt sich, dass TeilnehmerInnen wie erwartet schnelles Unterwegsladen zu günstigen Preisen bevorzugen. Für eine Zeitersparnis von einer Stunde (120 auf 60 Minuten) beträgt die

Zahlungsbereitschaft nahezu CHF 15. Im Vergleich dazu sind die möglicherweise entstehenden Wartezeiten für die ProbandInnen nahezu irrelevant. Es ist ihnen somit wichtiger, dass der Strom aus erneuerbaren Energien, nicht beispielsweise aus Atomstrom, besteht. Werden TeilnehmerInnen aber im Gegensatz zum Entscheidungsexperiment, direkt danach gefragt, dann werden in absteigender Reihenfolge zuerst die Stromquelle, die Ladezeit, die Wartezeit und zum Schluss die Umgebung und der Preis genannt. Dies deutet darauf hin, dass die Antworten auf eine direkte Frage (im Vergleich zum Entscheidungsexperiment) durch soziale Erwünschtheit verzerrt werden. Die Leute wollen sich im besseren Licht darstellen und geben demnach an, dass ihnen erneuerbare Energiequellen wichtiger sind als der Preis. Wir analysierten genauer, wie sich Zeit und Geld verhalten. Beispielsweise könnte man die Wartezeit durch eine gebührenpflichtige Reservation eliminieren. Hierfür gaben wir den ProbandInnen zufällig eine möglicherweise auftretende Wartezeit und einen zufälligen Geldbetrag (CHF 15,10,5, oder 2,5) und fragten Sie, ob Sie zu dem gegebenen Betrag einen Ladeplatz reservieren würden. Die Resultate dieses Umfrageexperimentes zeigen, dass grundsätzlich nur Zustimmung für Reservierungskosten unter CHF 5 mehrheitlich gebucht werden würden, und dies eher dann, wenn die erwartete Wartezeit länger ist (siehe Abbildung 6).

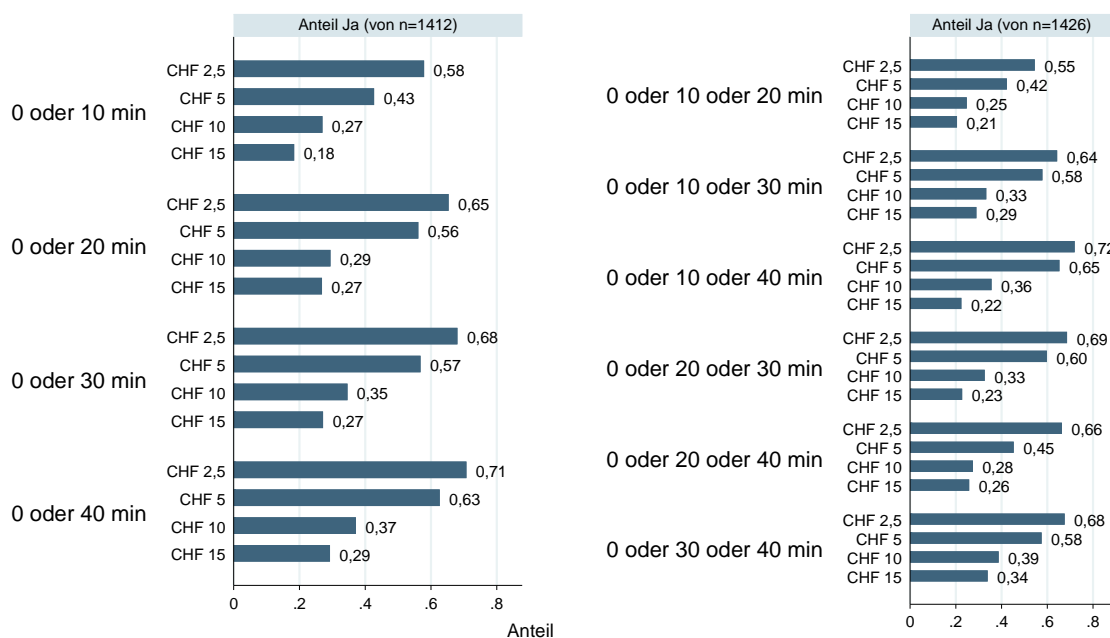


Abbildung 6: Anteil der Personen die bei bestimmten erwarteten Wartezeiten zu gegebenen Preisen reservieren würden. (Panel 1, Welle 3 und Panel 2, Welle 2 kombinier, n = 2838.)

Annahme von BEVs

Insgesamt haben sich bislang nur wenige Autobesitzer dazu entschlossen, ein umweltfreundlicheres Auto (in diesem Fall ein BEV) zu kaufen oder zu leasen. Wir bauen auf der bisherigen Forschung auf und analysieren wer ein BEV annimmt und wie sich die Nutzung von BEVs von konventionellen Fahrzeugen unterscheidet. Mit Hilfe eines Gemischte-Effekte-Modells finden wir heraus, dass Technologieaffinität der stärkste Prädiktor für die Haltung eines BEVs im Haushalt ist. Ebenso erhöhen die politische Unterstützung für die grüne Partei und der Besitz von Wohneigentum die Wahrscheinlichkeit, ein BEV zu haben. Es gibt jedoch keine signifikanten Effekte von räumlichen Merkmalen wie der Einwohnerdichte des Wohnorts oder der Dichte an öffentlichen Ladestationen am Wohnort. Diese Ergebnisse stehen im Einklang mit früheren Untersuchungen, die zeigen, dass bisherige Nutzer von BEVs eher dazu neigen, ihre Elektroautos zu Hause aufzuladen (siehe z.B.

Hardman, S. J. et al., 2018 für einen Überblick). Wir finden keine Unterschiede in der Wahrscheinlichkeit ein BEV zu haben zwischen urbanen und ländlichen Gebieten, was daran liegen könnte, dass die Stichproben aus den Fahrzeugregistern selbstverständlich ausschliesslich FahrzeughalterInnen umfasst und somit generelle Unterschiede im PW-Besitz zwischen Stadt und Land keinen Einfluss haben können. Das Gemischte-Effekte-Modell erlaubt die Kontrolle für kantonsspezifische nicht beobachtbare Variablen. Hier fällt auf, dass im Kanton Zürich, welcher BEV in der Energieeffizienzklasse A und B von den Verkehrsabgaben befreit, etwas mehr BEV-Interesse bestand. Zusammengefasst bietet diese Arbeit eine gross angelegte Untersuchung und Neubewertung der einzelnen Faktoren für Elektroautobesitz in einem Gebiet ohne starke politische Anreize für Elektroautos. Sie zeigt auf, dass nur die begrenzte Population der technikbegeisterten AutomobilistInnen, welche vermehrt im Eigenheim bzw. in einem Einfamilienhaus wohnt, bisher BEV ohne das Vorhandensein von politischen Massnahmen zur BEV-Förderung angenommen hat (Brückmann et al., 2021).

Die Verteilung der Nutzung von Autos mit Verbrennungsmotor, bzw. Elektromotor durch die Umfrageteilnehmer ist ähnlich, wie in früheren Untersuchungen. So ist die Verteilung beispielsweise durch geschlechtsspezifische Unterschiede bei der BEV-Akzeptanz und die höheren BEV-Adoptionsraten in Haushalten mit höherem Bildungs- und Einkommensniveau, sowie umweltfreundlicheren und technologiefreundlicheren Einstellungen beeinflusst. Bisherige ElektrofahrzeughalterInnen tendieren dazu, zusätzlich einen Zweitwagen, oft einen Verbrenner, zu besitzen. Sie nutzen BEVs an den meisten Tagen der Woche und laden sie zumeist nachts in der eigenen Garage. Ausserdem deuten unsere Ergebnisse darauf hin, dass Haushalte mit einem BEV oder Haushalte mit einem BEV und einem oder mehreren zusätzlichen Nicht-BEVs auf dem Weg zu einem reinen BEV-Haushalt sein könnten, denn BEV Haushalte wollen deutlich öfter als nächstes Fahrzeug wieder ein BEV kaufen. Es zeigt sich auch der dringende Bedarf und eine Nachfrage nach einem schnellen und grossflächigen Ausbau der Ladeinfrastruktur in Mietgebäuden und öffentlichen Parkplätzen.

Treiber und Hemmnisse für die BEV Annahme

Ein Hinderungsgrund für die Nutzung von BEV, ist der Mangel an Informationen und Erfahrungen mit batterieelektrisch betriebenen Fahrzeugen. Um dies zu überprüfen, führten wir in der zweiten Panelwelle des ersten Panels ein Feldexperiment durch. Damit konnten zum ersten Mal die Effekte von Informationen und Testfahrten direkt miteinander verglichen werden. Dies erlaubte es uns, Auswirkungen solcher Massnahmen zur Steigerung der Akzeptanz von BEVs sowie des Wissens über BEVs bei HalterInnen von Fahrzeugen mit konventionellen Verbrennungsmotoren zu bestimmen. Durch diese beiden Treatments wurde herausgefunden, dass das Wissen über Elektrofahrzeuge durch die Bereitstellung von Informationen und Testfahrten erhöht wird, beispielsweise bezüglich der höheren Energieeffizienz von BEVs. Bei der Gruppe, die nur Informationen erhielt, ist das Wissen sogar insgesamt etwas höher angestiegen. Interessanterweise schätzten vor allem diejenigen Umfrageteilnehmer, die eine Testfahrt machten, die Reichweite von Elektrofahrzeugen nach der Testfahrt kürzer ein. Die deutliche Vergrösserung des Wissens bezüglich BEVs bei der Informationsgruppe kann dadurch erklärt werden, dass die Informationen direkt mit der Befragung an diese Gruppe geliefert wurden. Im Gegensatz dazu erhielten die TestfahrerInnen die Informationen bei der Testfahrt, die mindestens drei Wochen vor der Befragung, stattgefunden hat. Die Ergebnisse dieses Feldexperimentes deuten auf ein deutlich erhöhtes Interesse an BEVs unter den TestfahrerInnen hin, wobei die Selbstselektion durch ein Instrumentalvariablendesign berücksichtigt wurde. Der positive Effekt der Informationen auf die Kaufabsichten ist wesentlich geringer. Diese positiven Ergebnisse legen nahe, dass diese Massnahmen ein effektiver Weg sein könnten, um die Unterstützung für BEVs zu erhöhen. Überdies untersuchten wir in der zweiten Panelwelle des ersten Panels, ob die Treatments des Feldexperiment (Informationen zu Elektroautos, Testfahrten mit Elektroautos plus Informationen) dazu führen, dass sich die Politikpräferenzen bezüglich BEV-fördernde Politiken verändern. Es stellte sich heraus, dass dies nicht der Fall ist und sich die Zustimmung zu diesen Politiken durch die experimentellen Interventionen nicht gruppenspezifisch

verändert hat. (Dies ist ausführlicher im Jahresbericht 2019 unter <https://www.aramis.admin.ch/Texte/?ProjectID=41021> beschrieben.)

Soweit wir wissen, ist dies die erste Studie, welche untersucht, ob durch die zufällig zugeteilte Bereitstellung von Informationen und Testfahrten mit Informationen eine Steigerung des tatsächlichen Besitzes von Elektrofahrzeugen erzielt werden kann. Die Ergebnisse zum BEV-Besitz nach Treatmentstatus sind in Abbildung 7 zu finden. Von 180 TeilnehmerInnen, die das Treatment aus Testfahrt mit Informationen bekommen haben, haben nach dem Treatment nun 8 (das sind 4,4 %), ein Elektrofahrzeug angeschafft. Aus den 807 TeilnehmerInnen, die das Informationstreatment bekommen haben, sind dies hingegen 24 TeilnehmerInnen (2.9%) und in der Kontrollgruppe (n=921) haben 2,7% ein BEV erworben. 18 Monate nach der Exposition mit Informationen und Testfahrten deuten diese Ergebnisse nicht auf signifikante Effekte hin. Auch das Einfügen von Kontrollvariablen oder die Nutzung von Instrumentalvariablenschätzern (oder beides) führt nicht zu signifikant veränderten Effekten.

Über 98% der TeilnehmerInnen in der Testfahrtengruppe, die in der letzten Welle kein BEV im Haushalt hatten, haben sich zwischen dem Treatment und der letzten Panelwelle weiterhin selbstständig über Elektrofahrzeuge informiert. In den anderen beiden Gruppen haben das hingegen nur rund die Hälfte der Teilnehmer ohne BEV getan. Insgesamt schätzten sich die TeilnehmerInnen,

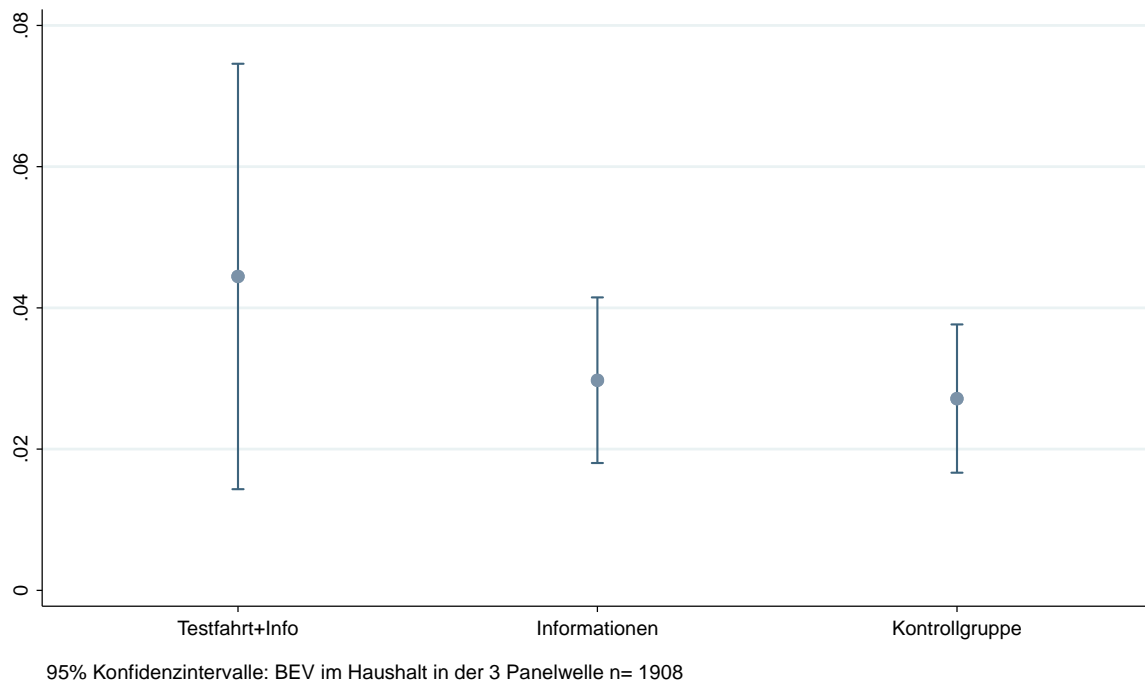


Abbildung 7: Deskriptive Statistik zu BEV-Besitz in der Dritten Welle des ersten Panels, je nach erhaltenem Treatment.

die eine Testfahrt gemacht hatten, auch deutlich informierter ein, als diejenigen, die lediglich Informationen bekamen oder in der Kontrollgruppe waren. Abbildung 8 verdeutlicht dies. Am häufigsten holten TeilnehmerInnen über alle Gruppen hinweg Informationen in Printmedien oder über soziale Kontakte ein (Mehrfachnennungen erlaubt). Darauf folgten Dokumentationen und das Internet, weniger TeilnehmerInnen informierten sich im Handel oder unternahmen eine Probefahrt. Diese hohe Rate der Informationseinholung zeigt die Stärke des Treatments mit Testfahrten deutlich, und die Informationsquellen zeigen insgesamt, dass sich FahrzeughalterInnen bevorzug über Artikel und persönliche Beziehungen zum Thema Elektrofahrzeuge informieren. Dadurch wird die Bedeutung dieser Kanäle unterstrichen.

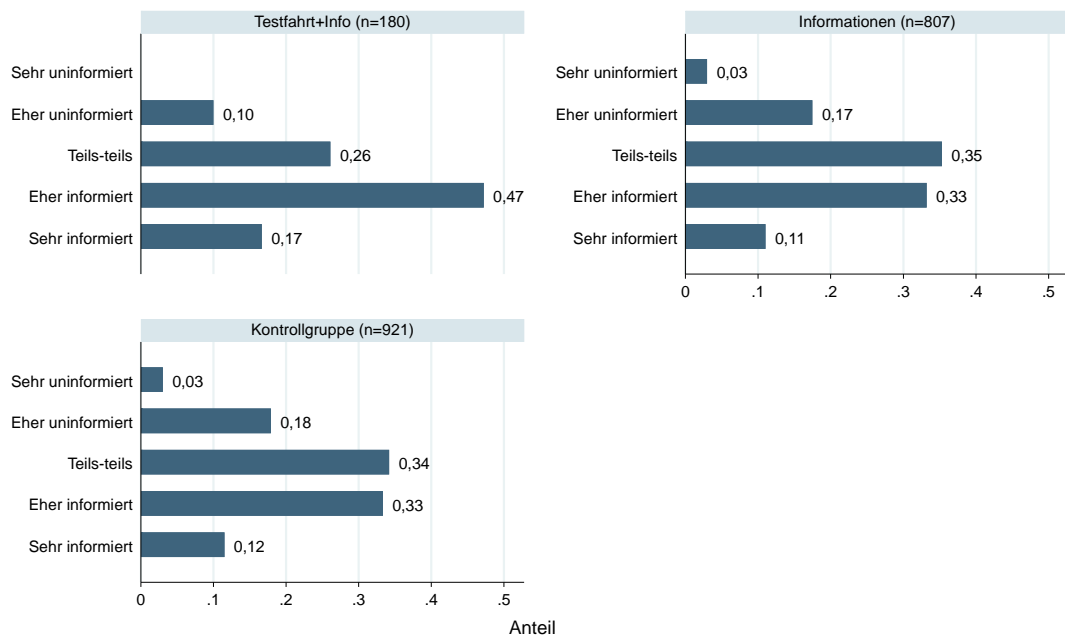


Abbildung 8: Selbsteinschätzung des Wissens über BEV (Panel 1, Welle 3), nur Personen ohne BEV im Haushalt.

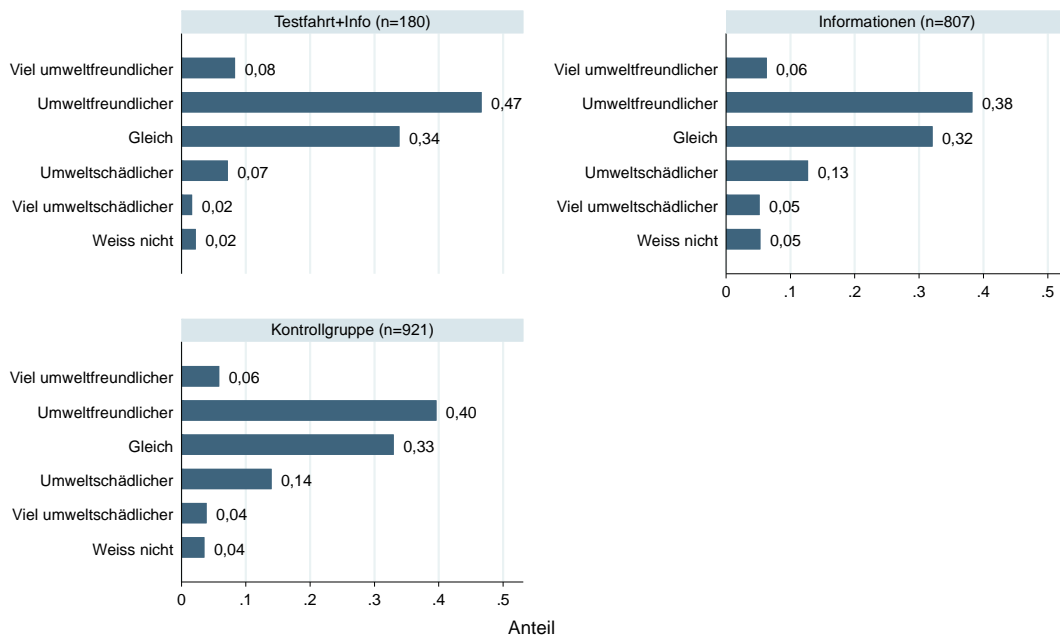


Abbildung 9: Einschätzung der Lebenszyklusunweltbelastung eines BEV im Vergleich zu Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor. Personen aus Panel 1, Welle 3, die zum Zeitpunkt der Welle 3 über kein BEV im Haushalt verfügen.

Neben der gefühlten Information, ist bei einigen TeilnehmerInnen auch der Wissenstand nach den Treatments gestiegen. Wieder anhand der TeilnehmerInnen aus Panel 1, Welle 3, die kein BEV haben, zeigt sich ein sehr ähnliches Muster, wie bei der Selbsteinschätzung des Informationsstandes: Umso mehr Erfahrungen (Testfahrt mit Informationen, Informationstreatment) mit dem BEV gesammelt wurden, umso eher wird das BEV als Umweltfreundliche eingeschätzt. Abbildung 9 stellt dies grafisch dar.

Positive Effekte, vor allem beim Treatment mit Testfahrten, könnten von denjenigen stammen, die das Angebot einer Testfahrt wahrnehmen und bereits vor dem Treatment an BEVs interessiert waren,

obwohl der Antriebsstrang für das Testfahrzeug den TeilnehmerInnen vorab nicht offengelegt worden ist. Die Schätzung des Interesses an einer Testfahrt wird in Abbildung 10 dargestellt. Hier zeigt sich, dass die Faktoren, welche in der Literatur bereits als Verstärker des Interesses an Elektrofahrzeugen herausgearbeitet wurden, auch das Einverständnis für die Teilnahme an einer Testfahrt erklären.

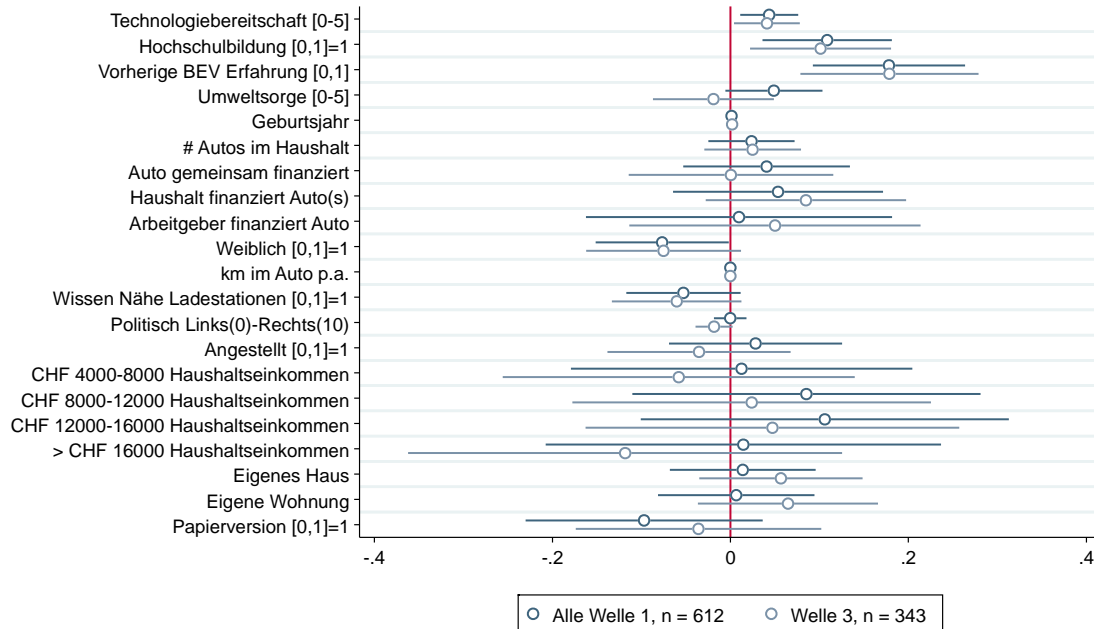


Abbildung 10: Durchschnittliche, marginale Effekte eines Logit-Modelles zur Annahme (1=ja, 0=nein) des Angebotes einer Testfahrt in Panel 1, Welle 1 unter den TeilnehmerInnen, die in die Treatmentgruppe *Testfahrten mit Informationen* randomisiert worden sind. Die oberen, dunkleren Kreise (mit Linien, den 95% Konfidenzintervalle) zeigen alle TeilnehmerInnen aus der Welle 1 an, die einwilligten, die nächste Welle mitzumachen. Die unteren, helleren Punkte (mit helleren Linien als 95% Konfidenzintervalle) zeigen nur die ProbandInnen auf, die bis zur 3. Welle im Panel verbleiben. Hier wird das in der ersten Welle ausgedrückte Interesse an einer Testfahrt erklärt, nicht aber die Teilnahme an einer angebotenen Testfahrt.

In diesem Projekt wurden ProbandInnen eingeladen, die eine Testfahrt für zwei Tage machen sollten. Damit das Treatment vergleichbar blieb haben wir generell keine Testfahrten unter 24 Stunden durchgeführt; im Schnitt gingen die Testfahrten 56 Stunden. Die Teilnehmenden legten darin im Schnitt 198 km zurück. Dies ist ein weit höheres Engagement im Vergleich zu einer kurzen Probefahrt, weshalb die Selbstselektion ein grösseres Problem sein könnte, und somit vielleicht keine signifikant positiven Effekte gefunden werden können. Wir haben absichtlich versucht die Ergebnisse nicht nach oben zu verzerren und haben die Testfahrten im Winter durchgeführt und auch TeilnehmerInnen ausgeschlossen, die sich am Ende der ersten Panelwelle für die Testfahrten interessierten, aber uns dann mitteilten, dass sie bereits ein Elektrofahrzeug haben und deshalb keine Probefahrt im Elektroauto machen wollten. Wir haben zwar niemanden gegenüber erwähnt, dass es sich bei den Testfahrten um Elektrofahrzeuge handeln würde, aber wir haben diesem Wunsch der BEV-BesitzerInnen entsprochen. Es ist nicht verwunderlich, dass wir ein paar BEV-BesitzerInnen in diesem Panel aus HalterInnen konventioneller Fahrzeuge haben, da zum Beispiel das BEV auf andere Haushaltsmitglieder oder auf den Arbeitgeber/die eigene Firma immatrikuliert gewesen sein könnte, oder erst nach der Datenübertragung von den Strassenverkehrsämtern angeschafft worden ist. In diesem Bericht berücksichtigen wir retrospektiv das Timing des BEV Kaufs und stellen fest, dass einige Leute aus der Treatmentgruppe mit Testfahrten bereits zum Zeitpunkt der Testfahrt ein BEV hatten, wie Abbildung 11 zeigt.

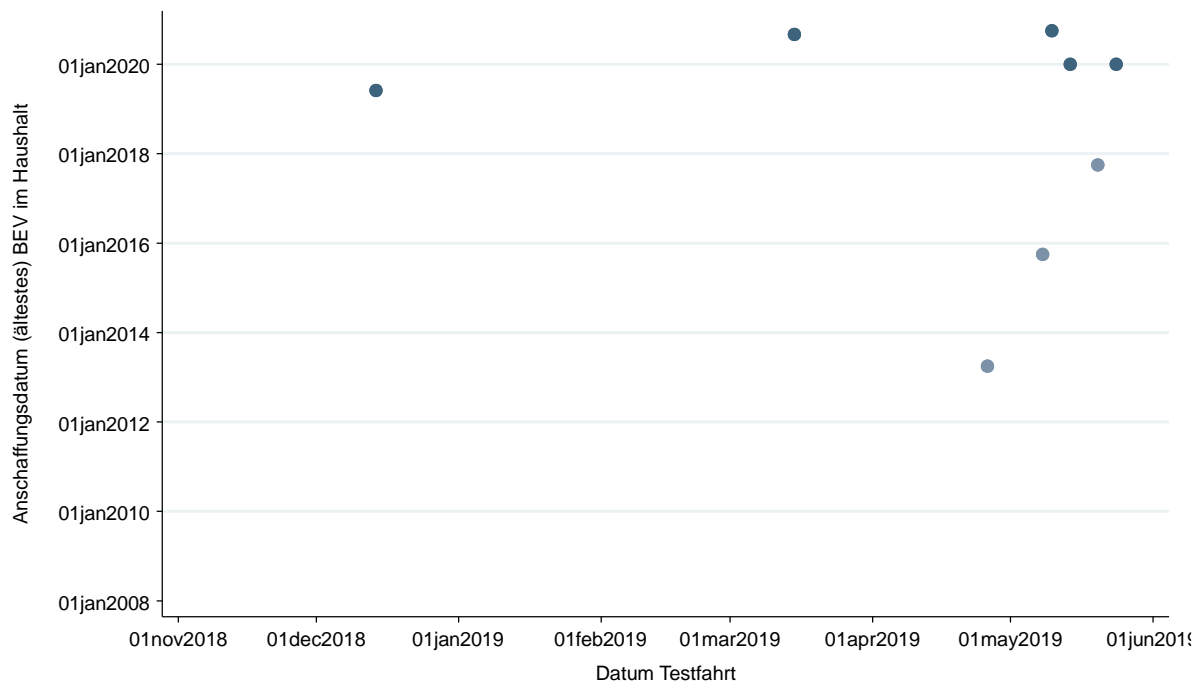


Abbildung 11: Datum der Testfahrt und genannte Anschaffung des (falls mehrere: ersten) BEVs im Haushalt (Panel 1, Welle 3). Dunkle Kreise geben an, dass das BEV nach der Testfahrt angeschafft wurde, wohingegen helle Kreise anzeigen, dass das BEV schon vor der Testfahrt im Haushalt war.

Wir haben in unseren Befragungen nicht nur in die Vergangenheit geschaut, sondern auch in die Zukunft. Wir haben alle TeilnehmerInnen gefragt, ob sie sich in Zukunft ein weiteres Fahrzeug kaufen wollen und wenn ja, mit welchem Antriebsstrang. Unabhängig davon, dass bereits einige Leute aus der Gruppe des Panels 1 (HalterInnen konventioneller Fahrzeuge in 2018) ein BEV haben, siehe oben, ist bei dieser Gruppe noch weit mehr Unsicherheit über den Antriebsstrangs eines Autos in der Zukunft vorhanden. Die geplante nächste Antriebsart wird in Abbildung 12 abgebildet. Es wollen immerhin 15% der TeilnehmerInnen aus Panel 1, über alle Treatmentgruppen hinweg, als nächstes ein BEV kaufen.

Der Kauf bzw. Nicht-Kauf eines BEV liegt nicht nur an Informationen und Erfahrungen, sondern auch an finanziellen Aspekten. Wir haben im Speziellen ein Argument aus der Literatur experimentell überprüft, welches besagt, dass die Unsicherheit über zu geringe Restwerte von Elektrofahrzeugen dazu führt, dass Elektroautos kaum nachgefragt werden (Graham-Rowe et al., 2012; Lim et al., 2015). Da der Occasionsmarkt aber dem Neuwagenmarkt für Elektroautos nachläuft, ist er noch weit kleiner als für konventionelle Fahrzeuge und die Befragten haben möglicherweise noch weniger Erfahrung mit dem Wertverlauf von BEVs. Möglicherweise haben sich aber schon durch die bereits verkauften Elektroautos die kollektiven Erfahrungen mit der Langlebigkeit von Batterien, sowie deren technische und preisliche Verbesserungen, diese Unsicherheiten gelegt. Um dies zu analysieren führten wir ein Vignettenexperiment durch. Allen TeilnehmerInnen wurden gebeten den Restwert eines Autos zu schätzen, dass zwischen den TeilnehmerInnen in verschiedenen, randomisiert zugeteilten Attributen variiert. Diese variierenden Attribute sind PW-Alter, Anschaffungspreis und Antriebsstrang. Allen TeilnehmerInnen wurde der gleiche Text mit veränderten Attributen gezeigt, daraufhin wurden die TeilnehmerInnen gebeten, den Restwert des PWs in Prozent anzugeben. Abbildung 13 zeigt den geschätzten Restwert für Panel 1 und Abbildung 14 für Panel 2. Beide Grafiken deuten stark darauf hin, dass für Elektrofahrzeuge eine positive Prämie auf dem Wiederverkaufswert erwartet wird. Umfrageteilnehmer aus dem Panel 2, welche im Jahr 2018 ein BEV immatrikuliert hatten, schätzen den Wiederverkaufswert für BEVs sogar noch höher.

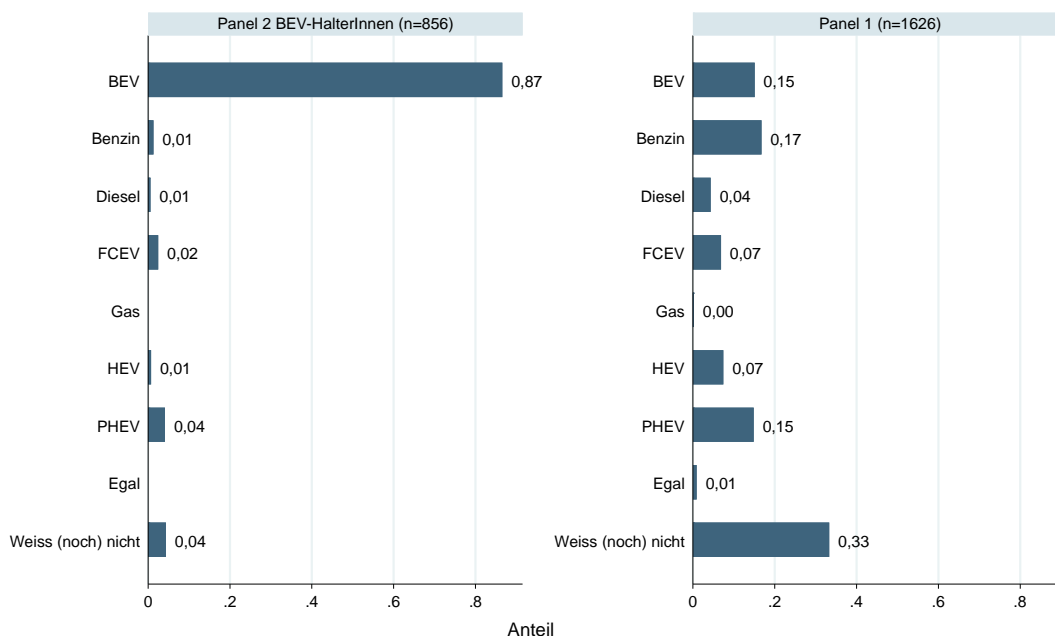


Abbildung 12: Geplante nächste Antriebsart, falls in Zukunft wieder ein Fahrzeug angeschafft werden sollte. Links: Panel 2, Welle 2, Rechts: Panel 1, Welle 3.

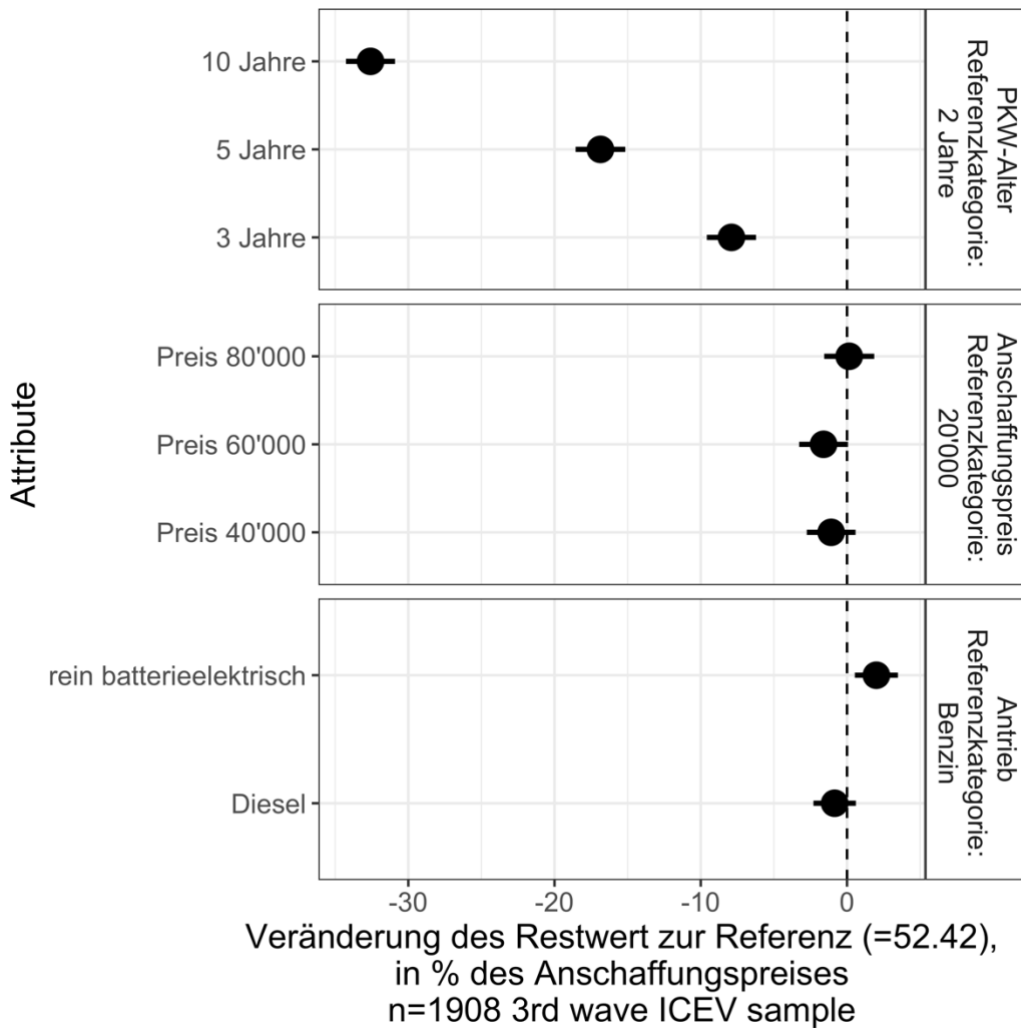


Abbildung 13: Resultate des Vignettenexperiments zum geschätzten, erwarteten Wiederverkaufswert in Panel 1, Welle 3 als Antwort auf die Frage: «Nehmen Sie an, Sie kaufen heute ein neues [benzinbetriebenes; dieselbetriebenes; rein batterieelektrisch betriebenes] Auto zum Preis von CHF [20'000; 40'000; 60'000; 80'000]. Wenn Sie dieses Auto in [2; 3; 5; 10] Jahren in perfektem Zustand (regelmässiger Service, keine Beschädigungen) verkaufen, was denken Sie, wie viel Prozent des ursprünglichen Kaufpreises würden Sie bei einem Wiederverkauf erhalten?» Die Zahlen können im Vergleich zum Referenzszenario (2 Jahre, Anschaffungspreis CHF 20'000, benzinbetrieben) interpretiert werden und zeigen die Veränderung zum Wiederverkaufswert von 52,42% für dieses Szenario. Die Fehlerbalken zeigen 95% Konfidenzintervalle an.

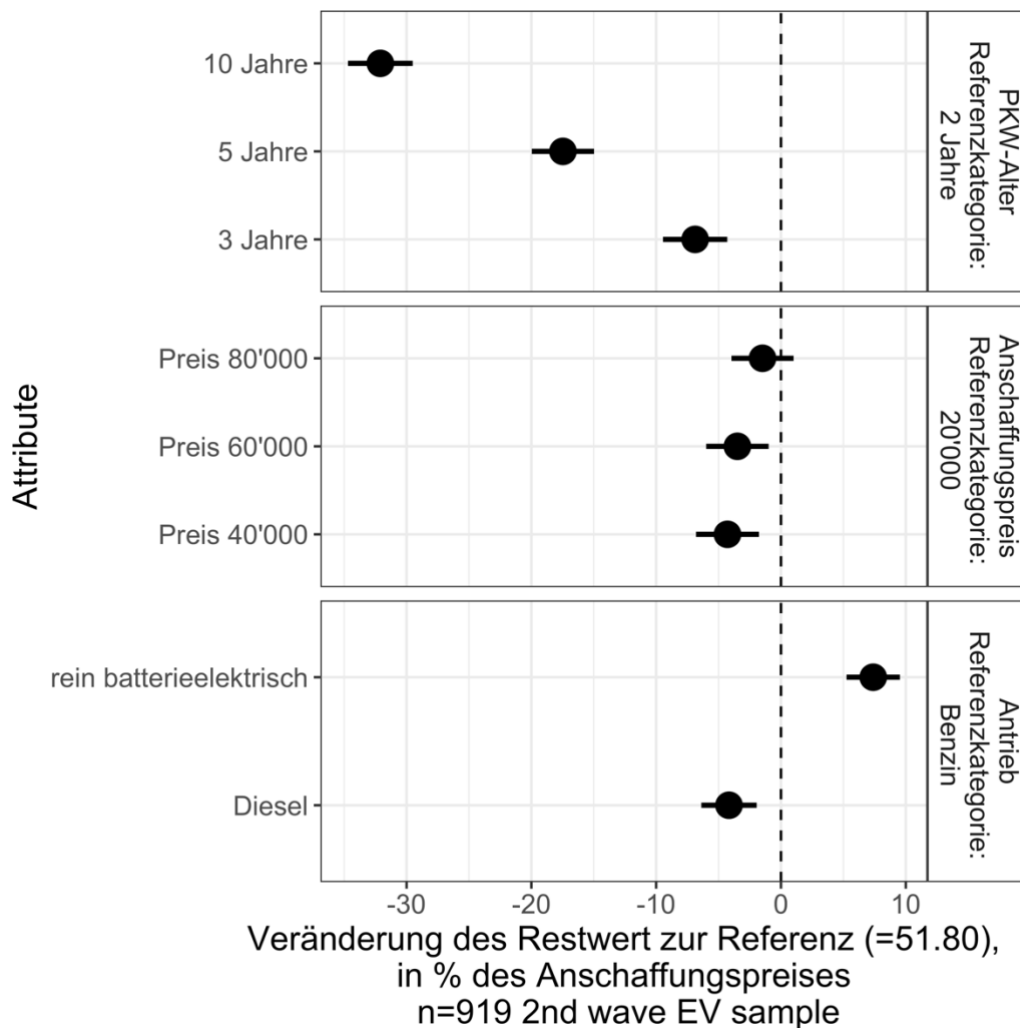


Abbildung 14: Resultate der Antworten des Vignettenexperiments in Panel 2, Welle 2 zu der Frage : «Nehmen Sie an, Sie kaufen heute ein neues [benzinbetriebenes; dieselbetriebenes; rein batterieelektrisch betriebenes] Auto zum Preis von CHF [20'000; 40'000; 60'000; 80'000]. Wenn Sie dieses Auto in [2; 3; 5; 10] Jahren in perfektem Zustand (regelmässiger Service, keine Beschädigungen) verkaufen, was denken Sie wie viel Prozent des ursprünglichen Kaufpreises würden Sie bei einem Wiederverkauf erhalten?» Die Zahlen können im Vergleich zum Referenzszenario (2 Jahre, Anschaffungspreis CHF 20'000, benzinbetrieben) interpretiert werden und zeigen die Veränderung zum Wiederverkaufswert von 51,80% für dieses Szenario. Die Fehlerbalken zeigen 95% Konfidenzintervalle an.

Ein weiterer finanzieller Aspekt der BEVs ist das Vorhandensein von einer Photovoltaikanlage. Dies erlaubt es Elektrofahrzeuge CO₂-neutral aufzuladen und reduziert die Unterhaltskosten von BEVs weiter. In der letzten Welle beider Panels haben wir alle TeilnehmerInnen danach befragt, ob Sie in Ihrem Haushalt Solarstrom mittels Photovoltaik erzeugen. In Abbildung 15 sind diejenigen FahrzeughalterInnen aus dem Panel 1 dargestellt, die angeben, noch kein BEV im Haushalt zu haben. Ihre Präferenzen in Bezug auf die Antriebsart ihres nächsten Autos in Abhängigkeit davon, ob sie zuhause Solarstrom erzeugen. Wir konnten unter den Teilnehmenden aus Panel 1 herausfinden, dass ein Unterschied in der Absicht ein BEV zu kaufen von über 10 Prozentpunkten besteht, wenn laut eigenen Angaben zu Hause bereits eine Photovoltaikanlage installiert ist.

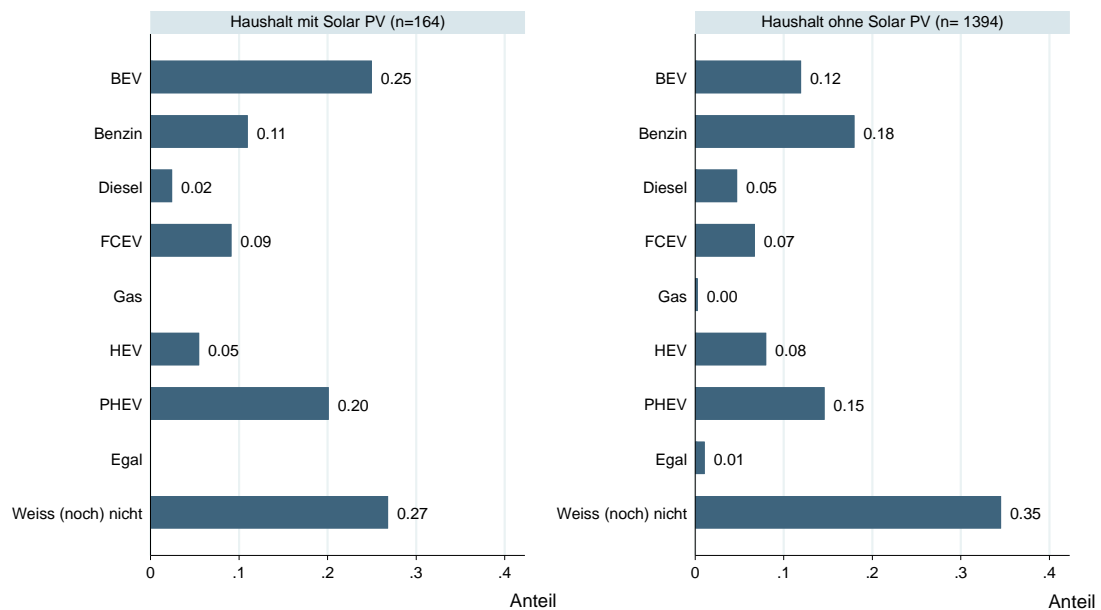


Abbildung 15: Haushalte ohne BEV aus Panel 1, Welle 3, die entweder Solarstrom zu Hause generieren (links, ja) oder nicht (rechts, nein). Dargestellt sind 1'558 Teilnehmende ohne BEV und ihre geplante, nächste Antriebsart für ihr nächstes Auto.

Aufgabe eines BEV

Zuletzt möchten wir uns noch der Frage widmen, wie viele HalterInnen von Elektrofahrzeugen, diese wieder aufgegeben haben. Es bietet sich an, sich dafür das Panel 2 mit den HalterInnen von BEVs in 2018 anzusehen. Von den 1'007 BEV-HalterInnen, welche an der 2. Panelwelle teilgenommen haben, haben 29 (2.9%) ihr BEV aufgegeben. Wir haben deshalb in die Einladung für diese zweite Panelbefragung geschrieben, dass eine Teilnahme auch gewünscht wird, wenn die Person kein BEV mehr haben. Davon hatten neun Teilnehmende angegeben, nur temporär kein BEV zu haben. Nehmen wir an, dass von den 1'207 UmfrageteilnehmerInnen der ersten Welle, die aber in der zweiten Welle nicht mehr teilnahmen, keiner mehr ein BEV hat, hätten theoretisch 14% (also 229 von 1'207) der BEV HalterInnen ihr BEV innert 3 Jahren das BEV aufgegeben (ohne Berücksichtigung der temporären Aufgabe). Bei den Personen, die wir in Panel 1 befragt haben, den HalterInnen von konventionellen Fahrzeugen, die in 2018 kein BEV registriert hatten, haben 0.9% angegeben, dass sie bereits zu einem früheren Zeitpunkt ein BEV hatten und es wieder aufgegeben haben. Bisher sind äusserst wenige Daten zur Aufgabe von BEV vorhanden, mit der Ausnahme von 18% Aufgabe zwischen 2012 und 2019 in Kalifornien (Hardman, S. & Tal, 2021). Wir baten alle TeilnehmerInnen, die kein BEV mehr hatten, anzugeben, welche Gründe (maximal 3) dafür ausschlaggebend waren. Die am häufigsten genannten Gründe für die Aufgabe des BEVs sind zu kurze Reichweiten (mit 13 Nennungen), keine Möglichkeiten für das Laden zu Hause (8), zu hohe Anschaffungskosten (8) und dass die Technologie für noch nicht ausreichend ausgereift empfunden wird (ebenfalls 8 mal genannt).

Gründe wie zu umständlicher Zugang zu öffentlichen Lademöglichkeiten (4), oder zu hohe Unterhaltskosten (4) wurden genauso oft genannt wie, dass der Haushalt nun autofrei lebt (mit 4 Nennungen). Erst danach kommen weitere Gründe wie zu wenig öffentliche Ladestationen oder zu kleine Karosserien, Umweltgründe, keine Ersatzteile oder Defekte, die Gefahr von Batteriebränden, die Nutzung von Geschäftsautos oder nur eines (Plug-in Hybrid-) Autos im Haushalt. Somit stimmen die Gründe für die Aufgabe des BEVs mit bereits bekannten, häufigen Hinderungsgründen für die Anschaffung eines BEV nahezu überein.

4 Schlussfolgerungen und Fazit

In diesem Projekt haben wir gelernt, dass sich BEV HalterInnen bisher primär durch ihr Technikinteresse und durch die Möglichkeit ihr BEV zu Hause aufzuladen von konventionellen FahrzeughalterInnen unterscheiden. Es ist auch aufgefallen, dass BEV-HalterInnen eine starke Umweltsorge haben und das BEV als umweltfreundlicher wahrnehmen.

Auch wenn die Treatments aus dem Feldexperiment (Informationen zu Elektroautos, Testfahrten mit Elektroautos plus Informationen) nicht dazu führen, dass sich die Politikpräferenzen in Bezug auf Elektroautos fördernde Politiken stark verändern, kann doch bereits jetzt eine schwache Mehrheit für manche Politiken gefunden werden. Vor allem der Ausbau öffentlicher Ladeinfrastruktur ist hier hervorzuheben. Allerdings sind die meisten Politikmassnahmen stark umstritten, insbesondere Kaufpreissubventionen oder Subventionen für die Installation von Ladeinfrastruktur in Mietliegenschaften, oder die Verbote von stark CO₂-emittierenden Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren.

Es zeigt sich, dass Informationen zu Elektroautos und Probefahrten mit Elektroautos zu mehr Wissen über BEVs führen und einige Einschätzungen, wie zum Beispiel die Umweltfreundlichkeit, revidiert werden. Dies führt auch zu einer Steigerung des Kaufinteresses. Allerdings ist es uns in der kurzen Zeit zwischen den Befragungen im Panel von HalterInnen konventioneller PW nicht möglich gewesen, signifikante Veränderungen in der realisierten BEV Nutzung zu beobachten.

Aus den Ergebnissen des Feldexperiments ergibt sich, dass KonsumentInnen durch Kommunikationsmassnahmen über die Vorteile von Elektrofahrzeugen überzeugt werden können, sich mehr für BEVs zu interessieren. Testfahrten plus zusätzliche Informationen schaffen das noch stärker, allerdings werden diese Angebote wohl nur von bereits sehr interessierten Personen wahrgenommen. Diese Massnahmen haben zwar nur leicht positive Effekte, aber scheinen auf keinen Fall das Interesse an BEVs zu verringern. Ein Fokus muss in zukünftiger Forschung und Praxis darauf liegen, wie man Leute mit geringem Technologieinteresse und geringer Umweltsorge für BEVs begeistert. Dies könnte über die geringeren laufenden Kosten von BEVs im Vergleich zu konventionellen Fahrzeugen, vor allem in Kombination mit Photovoltaik, eventuell möglich sein.

Die Bedeutung von öffentlichen Ladestationen, vor allem dort, wo Autos lange parkieren, wie z.B. in Wohngebieten und am Arbeitsplatz, kann nicht genug betont werden. In Zukunft muss man sich Möglichkeiten der Nutzung von BEVs, die bidirektionales Laden ermöglichen, genauer ansehen und hierfür spezielle Lademöglichkeiten und Tarife anbieten. Für den grossflächigen Ausbau von Ladeinfrastruktur haben wir eine sehr hohe Zustimmung in der Bevölkerung gefunden. Diese Ladestationen müssen sorgfältig platziert werden, so dass Fuss- und Velowege nicht verschmälert werden. In Mietshäusern und vermieteten Garagen müssen gesetzliche Regelungen den Einbau von Ladestationen ermöglichen.

Literaturverzeichnis

- Araújo, K., Boucher, J. L., & Aphale, O. (2019). A clean energy assessment of early adopters in electric vehicle and solar photovoltaic technology: Geospatial, political and socio-demographic trends in New York. *Journal of Cleaner Production*, 216, 99–116. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.208>
- BAFU. (2021). Kenngrößen zur Entwicklung der Treibhausgasemissionen in der Schweiz 1990-2019, (April), 95.
- BAFU, & BFS. (2021). Indikator Luft. Retrieved April 27, 2021, from <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/thema-luft/luft--daten--indikatoren-und-karten/luft--indikatoren/indikator-luft.pt.html/aHR0cHM6Ly93d3cuaW5kaWthdG9yZW4uYWRtaW4uY2gvUHVibG/ljL0FibURldGFpbD9pbmQ9UVUwMDgmbG5nPWRIJIBhZ2U9aHR0/cHMIM2EIMmYIMmZ3d3c>
- Barton, B., & Schütte, P. (2017). Electric vehicle law and policy: a comparative analysis. *Journal of Energy & Natural Resources Law*, 35(2), 147–170. <https://doi.org/10.1080/02646811.2017.1262087>
- Beresteanu, A., & Li, S. (2011). Gasoline Prices, Government Support, And The Demand For Hybrid Vehicles In The United States*. *International Economic Review*, 52(1), 161–182. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2354.2010.00623.x>
- BFE, B. für E. (2020). Kennzahlen Fahrzeuge. Retrieved September 11, 2020, from <https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/versorgung/statistik-und-geodaten/kennzahlen-fahrzeuge.exturl.html/aHR0cHM6Ly9wdWJkYi5iZmUuYWRtaW4uY2gvZGUvcHVibGljYX/Rpb24vZG93bmxvYWQvMTAxMjg=.html>
- BFS, B. für S. (2020). Strassenfahrzeugbestand: Personenwagen ab 2015. Neuchâtel.
- Browne, D., O'Mahony, M., & Caulfield, B. (2012). How should barriers to alternative fuels and vehicles be classified and potential policies to promote innovative technologies be evaluated? *Journal of Cleaner Production*, 35, 140–151. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.05.019>
- Brückmann, G., & Bernauer, T. (2020). What drives public support for policies to enhance electric vehicle adoption? *Environmental Research Letters*, 15(9), 094002. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab90a5>
- Brückmann, G., Willibald, F., & Blanco, V. (2021). Battery Electric Vehicle adoption in regions without strong policies. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 90, 102615. <https://doi.org/10.1016/J.TRD.2020.102615>
- Bühler, F., Cocron, P., Neumann, I., Franke, T., & Krems, J. F. (2014). Is EV experience related to EV acceptance? Results from a German field study. *Transportation Research Part F: Psychology and Behaviour*, 25, 34–49. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2014.05.002>
- Carley, S. R., Siddiki, S., & Nicholson-Crotty, S. (2019). Evolution of plug-in electric vehicle demand: Assessing consumer perceptions and intent to purchase over time. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 70, 94–111. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.04.002>
- Coffman, M., Bernstein, P., & Wee, S. (2017a). Electric vehicles revisited: a review of factors that affect adoption. *Transport Reviews*, 37(1), 79–93. <https://doi.org/10.1080/01441647.2016.1217282>
- Coffman, M., Bernstein, P., & Wee, S. (2017b). Integrating electric vehicles and residential solar PV. *Transport Policy*, 53, 30–38. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2016.08.008>
- Daramy-Williams, E., Anable, J., & Grant-Muller, S. (2019). A systematic review of the evidence on plug-in electric vehicle user experience. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 71, 22–36. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.01.008>
- Dumortier, J., Siddiki, S., Carley, S. R., Cisney, J., Krause, R. M., Lane, B. W., ... Graham, J. D. (2015). Effects of providing total cost of ownership information on consumers' intent to purchase a hybrid or plug-in electric vehicle. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 72, 71–86. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2014.12.005>

- Eurostat. (2021). Housing statistics - Statistics Explained. Retrieved March 2, 2021, from https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Housing_statistics#type_of_dwelling
- Franke, T., & Krems, J. F. (2013). What drives range preferences in electric vehicle users? *Transport Policy*, 30, 56–62.
- Gass, V., Schmidt, J., & Schmid, E. (2014). Analysis of alternative policy instruments to promote electric vehicles in Austria. *Renewable Energy*, 61, 96–101. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2012.08.012>
- Graham-Rowe, E., Gardner, B., Abraham, C., Skippon, S., Dittmar, H., Hutchins, R., & Stannard, J. (2012). Mainstream consumers driving plug-in battery-electric and plug-in hybrid electric cars: A qualitative analysis of responses and evaluations. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 46(1), 140–153. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2011.09.008>
- Hardman, S. J. (2019). Understanding the impact of reoccurring and non-financial incentives on plug-in electric vehicle adoption – A review. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 119, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.11.002>
- Hardman, S. J., Jenn, A., Tal, G., Axsen, J., Beard, G., Daina, N., ... Witkamp, B. (2018). A review of consumer preferences of and interactions with electric vehicle charging infrastructure. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 62, 508–523. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2018.04.002>
- Hardman, S., & Tal, G. (2021). Understanding discontinuance among California's electric vehicle owners. *Nature Energy*, 6(5), 538–545. <https://doi.org/10.1038/s41560-021-00814-9>
- Haustein, S., Jensen, A. F., & Cherchi, E. (2021). Battery electric vehicle adoption in Denmark and Sweden: Recent changes, related factors and policy implications. *Energy Policy*, 149, 112096. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.112096>
- Helveston, J. P., Liu, Y., Feit, E. M. D., Fuchs, E., Klampfl, E., & Michalek, J. J. (2015). Will subsidies drive electric vehicle adoption? Measuring consumer preferences in the U.S. and China. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 73, 96–112. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2015.01.002>
- Herberz, M., Hahnel, U. J. J., & Brosch, T. (2020). The importance of consumer motives for green mobility: A multi-modal perspective. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 139, 102–118. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2020.06.021>
- Heres, D. R., Kallbekken, S., & Galarraga, I. (2017). The Role of Budgetary Information in the Preference for Externality-Correcting Subsidies over Taxes: A Lab Experiment on Public Support. *Environmental and Resource Economics*, 66(1), 1–15. <https://doi.org/10.1007/s10640-015-9929-6>
- Hinnüber, F., Szopik-Depczynska, K., & Szarucki, M. (2019). The Effects of a First-Time Experience on the Evaluation of Battery Electric Vehicles by Potential Consumers. *Sustainability (Switzerland)*, 11(24). <https://doi.org/10.3390/su11247034>
- Holtmark, B., & Skonhoft, A. (2014). The Norwegian support and subsidy policy of electric cars. Should it be adopted by other countries? *Environmental Science and Policy*, 42, 160–168. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2014.06.006>
- Huber, R. A., & Wicki, M. (2021). What explains citizen support for transport policy? the roles of policy design, trust in government and proximity among Swiss citizens. *Energy Research & Social Science*, 75, 101973. <https://doi.org/10.1016/J.ERSS.2021.101973>
- Huber, R. A., Wicki, M., & Bernauer, T. (2020). Public support for environmental policy depends on beliefs concerning effectiveness, intrusiveness, and fairness. *Environmental Politics*, 29(4), 649–673. <https://doi.org/10.1080/09644016.2019.1629171>
- Jenn, A., Lee, J. H., Hardman, S. J., & Tal, G. (2018). An in-depth examination of electric vehicle incentives: Consumer heterogeneity and changing response over time. In *31st International Electric Vehicle Symposium and Exhibition, EVS 2018 and International Electric Vehicle Technology Conference 2018, EVTeC 2018*. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.11.004>

- Jensen, A. F., Cherchi, E., & Mabit, S. L. (2013). On the stability of preferences and attitudes before and after experiencing an electric vehicle. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 25, 24–32. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2013.07.006>
- Kaufmann, Robert. K., Newberry, D., Xin, C., & Gopal, S. (2021). Feedbacks among electric vehicle adoption, charging, and the cost and installation of rooftop solar photovoltaics. *Nature Energy*, 1–7. <https://doi.org/10.1038/s41560-020-00746-w>
- Kim, J. H., Lee, G., Park, J. Y. J., Hong, J., & Park, J. Y. J. (2019). Consumer intentions to purchase battery electric vehicles in Korea. *Energy Policy*, 132(June), 736–743. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.06.028>
- Labeye, E., Hugot, M., Brusque, C., & Regan, M. A. (2016). The electric vehicle: A new driving experience involving specific skills and rules. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 37, 27–40. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2015.11.008>
- Lane, B., & Potter, S. (2007). The adoption of cleaner vehicles in the UK: exploring the consumer attitude-action gap. *Journal of Cleaner Production*, 15(11–12), 1085–1092. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.05.026>
- Langbroek, J. H. M. M., Franklin, J. P., & Susilo, Y. O. (2016). The effect of policy incentives on electric vehicle adoption. *Energy Policy*, 94, 94–103. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.03.050>
- Li, W., Long, R., Chen, H., & Geng, J. (2017). A review of factors influencing consumer intentions to adopt battery electric vehicles. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 78, 318–328. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.04.076>
- Liao, F., Molin, E., & van Wee, B. (2017). Consumer preferences for electric vehicles: a literature review. *Transport Reviews*, 37(3), 252–275. <https://doi.org/10.1080/01441647.2016.1230794>
- Lieven, T. (2015). Policy measures to promote electric mobility - A global perspective. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 82, 78–93. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2015.09.008>
- Lim, M. K., Mak, H. Y., & Rong, Y. (2015). Toward mass adoption of electric vehicles: Impact of the range and resale anxieties. *Manufacturing and Service Operations Management*, 17(1), 101–119. <https://doi.org/10.1287/msom.2014.0504>
- Lutsey, N., Grant, M., Wappelhorst, S., Zhou, H., Berlin, B. J., & Brussels, J. (2018). *POWER PLAY: HOW GOVERNMENTS ARE SPURRING THE ELECTRIC VEHICLE INDUSTRY*.
- Mabit, S. L., & Fosgerau, M. (2011). Demand for alternative-fuel vehicles when registration taxes are high. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 16(3), 225–231. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2010.11.001>
- Mersky, A. C., Sprei, F., Samaras, C., & Qian, Z. S. (2016). Effectiveness of incentives on electric vehicle adoption in Norway. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 46, 56–68. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2016.03.011>
- Narassimhan, E., & Johnson, C. (2018). The role of demand-side incentives and charging infrastructure on plug-in electric vehicle adoption: analysis of US States. *Environmental Research Letters*, 13(7), 074032. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aad0f8>
- Patt, A., Aplyn, D., Weyrich, P., & van Vliet, O. (2019). Availability of private charging infrastructure influences readiness to buy electric cars. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 125, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.05.004>
- Rezvani, Z., Jansson, J., & Bodin, J. (2015). Advances in consumer electric vehicle adoption research: A review and research agenda. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 34, 122–136. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2014.10.010>
- Roberson, L. A., & Helveston, J. P. (2020). Electric vehicle adoption: can short experiences lead to big change? *Environmental Research Letters*, 15(9), 0940c3. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aba715>
- Santos, G., & Davies, H. (2020). Incentives for quick penetration of electric vehicles in five European countries: Perceptions from experts and stakeholders. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 137, 326–342. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.10.034>

- Sierzchula, W., Bakker, S., Maat, K., & Van Wee, B. (2012). Technological diversity of emerging eco-innovations: A case study of the automobile industry. *Journal of Cleaner Production*, 37, 211–220. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.07.011>
- Sierzchula, W., Bakker, S., Maat, K., & van Wee, B. (2014). The influence of financial incentives and other socio-economic factors on electric vehicle adoption. *Energy Policy*, 68, 183–194. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.01.043>
- Skippon, S. M., Kinnear, N., Lloyd, L., & Stannard, J. (2016). How experience of use influences mass-market drivers' willingness to consider a battery electric vehicle: A randomised controlled trial. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 92, 26–42. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2016.06.034>
- Stadelmann-Steffen, I. (2011). Citizens as veto players: Climate change policy and the constraints of direct democracy. *Environmental Politics*, 20(4), 485–507. <https://doi.org/10.1080/09644016.2011.589577>
- Stadelmann-Steffen, I., & Dermont, C. (2018). The unpopularity of incentive-based instruments: what improves the cost–benefit ratio? *Public Choice*, 175(1–2), 37–62. <https://doi.org/10.1007/s11127-018-0513-9>
- Stauch, A. (2021). Does solar power add value to electric vehicles? An investigation of car-buyers' willingness to buy product-bundles in Germany. *Energy Research & Social Science*, 75, 102006. <https://doi.org/10.1016/J.ERSS.2021.102006>
- Thalmann, P. (2004). The Public Acceptance of Green Taxes: 2 Million Voters Express Their Opinion. *Public Choice*, 119(1/2), 179–217. <https://doi.org/10.1023/B:PUCH.0000024165.18082.db>
- Thøgersen, J., & Ebsen, J. V. (2019). Perceptual and motivational reasons for the low adoption of electric cars in Denmark. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 65, 89–106. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2019.07.017>
- Turrentine, T., Hardman, S. J., Kurani, K. S., Allen, J., Beard, G., Figenbaum, E., & Jakobsson, N. (2018). *Driving the Market for Plug-in Vehicles : Increasing Consumer Awareness and Knowledge Lessons from Academic Research and Empirical Data Increasing Knowledge and Awareness of PEVs*.
- Wang, S., Wang, J. J. J., Li, J., Wang, J. J. J., & Liang, L. (2018). Policy implications for promoting the adoption of electric vehicles: Do consumer's knowledge, perceived risk and financial incentive policy matter? *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 117, 58–69. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.08.014>
- Webb, J., Whitehead, J., & Wilson, C. (2019). Who Will Fuel Your Electric Vehicle in the Future? You or Your Utility? In *Consumer, Prosumer, Prosumager* (pp. 407–429). London: Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-816835-6.00018-8>
- Wicki, M., Brückmann, G., Quöß, F., & Bernauer, T. (2021). What do we really know about the acceptance of battery electric vehicles? – Turns out, not much. *Revise and Resubmit with Transport Reviews*, 1–30.
- Wicki, M., Huber, R. A., & Bernauer, T. (2019). Can Policy-Packaging Increase Public Support for Costly Policies? Insights from a Choice Experiment on Policies against Vehicle Emissions. *Journal of Public Policy*, 1–27. <https://doi.org/10.1017/s0143814x19000205>
- Ye, F., Kang, W., Li, L., & Wang, Z. (2021). Why do consumers choose to buy electric vehicles? A paired data analysis of purchase intention configurations. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 147, 14–27. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2021.02.014>

Kontakt

ETH Zürich
Institut für Wissenschaft, Technologie und Politik (ISTP),
Universitätsstrasse 41
Building: UNO
8092 Zürich

<https://istp.ethz.ch/research/mobility/electric-mobility.html>

Herausgeber: Institute of Science, Technology and Policy

© ETH Zürich, Juli 2021