

h_da

HOCHSCHULE DARMSTADT
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
DARMSTÄDTER INSTITUT FÜR WIRTSCHAFTSPSYCHOLOGIE

Nr.
3

Batterien für Elektroautos – Klimabilanz als Einflussfaktor auf die Kaufpräferenz für Elektroautos in Deutschland

Silke Fett & Ingo Hamm

Batterien für Elektroautos – Klimabilanz als Einflussfaktor auf die Kaufpräferenz für Elektroautos in Deutschland

Schlüsselbegriffe:

Elektromobilität, Klimabilanz als Einflussfaktor, Kaufpräferenzen für Elektroautos

Silke Fett & Ingo Hamm

Hochschule für angewandte Wissenschaften Darmstadt

Korrespondenz:

Silke Fett: info@silkefett.de

Zusammenfassung

Diese Studie prüft den Einfluss der wahrgenommenen Klimabilanz von Batterien für Elektroautos auf Kaufpräferenzen. Es wird angenommen, dass Elektrofahrzeuge mit verbesserten Klimabilanzen für Batterieherstellung und Batterierecycling präferiert werden. Im Rahmen einer Conjoint Analyse wurden Kaufpräferenzen in Deutschland untersucht. Die Befragten ($N = 104$) trafen Auswahlentscheidungen zu batterieelektrischen Fahrzeugen über einen Online-Fragebogen. Die Ergebnisse zeigen, dass Aussagen zur Batterieherstellung einen ähnlich hohen Einfluss wie der Verkaufspreis haben und auch wichtiger als Reichweite sind. Eine verbesserte Klimabilanz in der Batterieherstellung unter Verwendung von 100% Grünstrom könnte Kaufpräferenzen für Elektrofahrzeuge – über attraktive Verkaufspreise und Reichweiten hinaus – deutlich erhöhen. Batterierecycling ist im Vergleich zu den anderen Merkmalen unbedeutend.

Keywords:

Electromobility, carbon footprint as an influencing factor, purchasing preferences for electric cars

Abstract

This study examines the influence of the perceived carbon footprint of batteries for electric cars on purchase preferences. It is assumed that buyers prefer electric vehicles with improved carbon footprints in battery production and battery recycling. Purchase preferences in Germany were evaluated in a conjoint analysis. Respondents ($N = 104$) made decisions on battery electric vehicles via an online questionnaire. The results show that statements on battery production have a similar high influence as sales price and are more important compared to range. An improved carbon footprint in battery manufacturing using 100% green power could significantly increase purchase preferences for electric vehicles beyond attractive selling prices and ranges. Battery recycling is insignificant compared to the other characteristics.

Kaufpräferenzen für Elektroautos in Deutschland

Elektromobilität gilt als Schlüsseltechnologie, um die Treibhausgasemissionen im Verkehrssektor in Deutschland bis 2030 drastisch zu senken. Für die Zielerreichung muss sich die Nachfrage nach Elektrofahrzeugen zeitnah vervielfachen. Zielsetzung dieser Untersuchung ist es, Erkenntnisse über zusätzliche Stellschrauben zu erhalten, die die Nachfrage nach Elektroautos in Deutschland zeitnah steigern könnten. Dazu werden Kaufpräferenzen potentieller Käufer*innen für Elektroautos in Deutschland untersucht. Präferenzen repräsentieren eine vergleichende Beurteilung über den relativen Nutzen der zur Verfügung stehenden Optionen oder Konsequenzen. Nutzen drückt aus, wie positiv oder negativ eine Option oder Konsequenz bewertet wird. Nutzen und Präferenz können durch Wahlen beobachtbar werden (Pfister, Jungermann & Fischer, 2017). Kaufpräferenzen für Elektrofahrzeuge zeigen sich folglich durch den Vergleich unterschiedlicher Fahrzeuge, wobei diejenige Option gewählt wird, die den vergleichsweise subjektiv höchsten Nutzen stiftet.

Als relevante Einflussfaktoren auf die Kaufentscheidung sind bislang hauptsächlich Preis und Reichweite identifiziert (Bauer, 2015; Degirmenci & Breitner, 2017; Helveston et al. 2015; Higuera-Castillo, Molinillo, Coca-Stepaniak & Liébana-Cabanillas, 2020; Peters & Dütschke, 2014; Rezvani, Jansson & Bodin, 2015; Schuitema, Anable, Skippon & Kinnear, 2013; Wolbertus, Kroesen, Van den Hoed & Chorus, 2018; Ziegler, 2012). Die Ladesäuleninfrastruktur hat ebenfalls einen Einfluss (Higuera-Castillo et al., 2020; Wolbertus et al., 2018). Zusätzlich sind Personenfaktoren

und sozio-ökonomische Einflüsse belegt (Higuera-Castillo et al., 2020; Ziegler, 2012). Daneben spielen Faktoren im Kontext Umweltschutz eine nicht unerhebliche Rolle. Zahlreiche Studien belegen einen positiven Zusammenhang zwischen umweltfreundlicher Einstellung und Akzeptanz bzw. Kaufintention für Elektroautos (Bauer, 2015; Degirmenci & Breitner, 2017; Higuera-Castillo et al., 2020; Peters & Dütschke, 2014; Rezvani et al., 2015; Schuitema et al., 2013; Ziegler, 2012). Peters und Dütschke (2014) zeigen auf, dass Personen, die ein Elektroauto besitzen, sowie potentielle Käufer*innen die Optimierung der Umweltvorteile von Elektroautos sowie finanzielle Kaufanreize als wichtige Maßnahmen bewerten, um die Fahrzeuge in Deutschland zu vermarkten.

Für diese Untersuchung leitet sich folgende Forschungsfrage ab: Welchen Einfluss hat die Bewertung der Klimabilanz für die Batterieherstellung sowie das Batterierecycling von Elektrofahrzeugen auf die Kaufpräferenz potentieller Neuwagenkäufer*innen für Elektroautos in Deutschland? Es wird vermutet, dass Elektrofahrzeuge mit verbesserten Klimabilanzen im Vergleich zu umweltschädlicheren Produktalternativen präferiert werden. Folgende Hypothesen werden überprüft:

- H1: Die Bewertung der Klimabilanz für a) die Batterieherstellung bzw. b) für das Batterierecycling könnte im Vergleich zu anderen Fahrzeugmerkmalen einen größeren Einfluss auf die Kaufpräferenz potentieller Neuwagenkäufer*innen in Deutschland haben.

- H2: Eine verbesserte Klimabilanz a) in der Batterieherstellung bzw. b) für das Batterierecycling könnte die Kaufpräferenz potentieller Neuwagenkäufer*innen in Deutschland erhöhen.

Methode

Stichprobe: Die Stichprobe im Umfang von $N=104$ umfasste potentielle Käufer*innen für Elektrofahrzeuge in Deutschland, wobei die Kaufbereitschaft selektiert wurde über folgende Merkmale: 18 Jahre oder älter, Führer-

scheinbesitz, Planung des Erwerbs eines Neuwagens in den kommenden 24 Monaten, Intention zum Kauf eines Elektroautos.

Die Gewinnung der Teilnehmenden erfolgte im persönlichen Umfeld, über einen Post in einer Social Media Gruppe sowie über Multiplikatoren aus dem Bereich der Elektromobilität, z. B. Redakteure von Online Magazinen und Blogs über Elektrofahrzeuge. Alle Probanden und Multiplikatoren erhielten als Anreiz die Zusage für die Pflanzung von Bäumen.

Als Ergebnis ergab sich eine Stichprobe mit folgenden Strukturmerkmalen: 83% männliche und 17% weibliche Probanden; das Alter wurde in fünf Altersgruppen erhoben, und der Median lag in der Altersklasse der 41 bis 50 Jährigen, der Modus in der Altersklasse der 51 bis 60 Jährigen.

Ansatz: Die Kaufpräferenzen wurden über Auswahlentscheidungen im Rahmen einer Choice Based Conjoint Analyse erhoben und analysiert. Dabei wurde aus den getroffenen Wahlentscheidungen (AV) auf den Nutzen einzelner Merkmalsausprägungen (UVs) geschlossen. Zur Testung der Hypothesen wurden mittels Nutzenschätzungen Merkmalswichtigkeiten und Präferenzanteile für simulierte Elektroautos berechnet (vgl. Backhaus, Erichson, Plinke & Weiber, 2015; Fiedler, Kaltborn, Lanwehr & Melles, 2017).

Messinstrument: Die Erhebung erfolgte über einen Online Fragebogen in der webbasierten Software Sawtooth Discover (2020). Der Fragebogen umfasste soziodemographische Items zu Alter und Geschlecht, Filterfragen zur Bestimmung der Zielgruppe sowie die Abfrage zu Erfahrung mit Elektroautos. Im Anschluss erfolgte die Erhebung der Kaufpräferenzen. Für die Auswahlentscheidungen wurden Choice Sets definiert, die reale Kaufsituationen simulierten. Den Probanden wurden in jeder Auswahl Aufgabe drei Fahrzeugalternativen dargeboten. Das Item lautete für alle Auswahlentscheidungen gleichbleibend: „Wenn Sie lediglich diese Alternativen an batterieelektrischen Fahrzeugen zur Auswahl hätten, welches Fahrzeug würden Sie am ehesten

auswählen?“ Zusätzlich gab es eine None Option, sofern die Probanden keine der drei Alternativen wählen wollten.

Für die Choice Sets wurden vier relevante Merkmale ausgewählt und definiert (siehe Abbildung 1). Im Anschluss wurden je drei Merkmalsausprägungen festgelegt. Insgesamt ergaben sich 81 unterschiedliche Fahrzeugalternativen. Die Merkmalsausprägungen wurden von drei realen batterieelektrischen Fahrzeugen abgeleitet, um eine realitätsnahe Kaufentscheidung zu simulieren. Dazu wurden Modelle herangezogen, die laut Statistik des Kraftfahrtbundesamtes 50% der Zulassungen in 2020 ausmachten (KBA, 2020). Zur Untersuchung der relevanten Einflussfaktoren wurden die Merkmale Batteriebilanz und Recycling festgelegt. Die Batteriebilanz wurde in t CO₂-Äquivalent angegeben und als Emissionswert

definiert, der durch die Herstellung der Batterien für Elektrofahrzeuge entsteht. Für die Festlegung der Merkmalsausprägungen wurden zunächst Haupttreiber der CO₂ Emissionen identifiziert, und zwar die Batteriekapazität sowie die verwendete Stromquelle in der Batteriezellfertigung (Helms et al., 2019). Die Emissionswerte berechneten sich aus dem Produkt der Batteriekapazität in kWh und Schätzwerten in t CO₂-Äquivalent/kWh für die jeweilig verwendete Stromquelle in der Batterieproduktion (Emilsson & Dahllöf, 2019; Helmers, Dietz & Weiss, 2020; Helms et al., 2019; Hoekstra & Steinbuch, 2020). So ergab sich z. B. ein Emissionswert von 2.0 t CO₂-Äquivalent aus der Kombination einer 50 kWh Batterie und Verwendung von 100% Grünstrom in der Fertigung.

Batteriebilanz	8.7 t CO ₂ -Äquivalent	2.0 t CO ₂ -Äquivalent	4.0 t CO ₂ -Äquivalent
Recycling	Käuferabgabe	gesetzliche Regelung	Herstelleraabgabe
Reichweite	316 km	426 km	409 km
Verkaufspreis abzgl. 9000 €	35600 €	29200 €	42900 €
	1. Wahl	1. Wahl	1. Wahl
	Ich würde nicht kaufen.		
	1. Wahl		

Abbildung 1. Beispiel eines Choice Sets (eigene Darstellung in Anlehnung an die Darstellungsart bei Sawtooth, 2020)

Recycling wurde als Konzept beschrieben, um Rohstoffe aus den Batterien wiederzuverwerten. Durch hohe Recyclingquoten ergibt sich die Möglichkeit zur Senkung von Emissionen, die durch die Gewinnung der Rohstoffe entstehen. Zu den Ausprägungen zählten die gültige gesetzliche Regelung mit einer Recyclingquote von 50% sowie zwei mögliche Produktkonzepte, die eine Recyclingquote >90%

erzielen könnten. Die Umsetzung würde über eine Abgabe realisiert, die entweder bei Käufer*in oder beim Hersteller erfolgen müsste (SRU 2020).

Um den Einfluss der untersuchten Merkmale zu prüfen, wurden zum Vergleich zwei weitere Faktoren herangezogen, die einen signifikanten Einfluss auf Kaufentscheidungen haben: Verkaufspreis und Reichweite. Der

Verkaufspreis war in Euro ausgewiesen und beinhaltete die gesetzliche Mehrwertsteuer vor Abzug des gültigen Umweltbonus in Höhe von 9000 €. Die Reichweite wurde in km angegeben und erfolgte gemäß WLTP Standard, der neben Labormessungen auch reale Verbrauchsangaben berücksichtigt.

Datenauswertung: Die Teilnutzenwerte der Merkmalsausprägungen wurden mittels Maximum Likelihood Prinzip auf individueller Ebene geschätzt. In die Nutzenschätzungen flossen zusätzlich Informationen aller erhobenen Präferenzdaten ein. Dadurch wurden heterogene Präferenzen berücksichtigt und die Prognosegenauigkeit erhöht (Sawtooth, 2018). Aus den Teilnutzenwerten ließen sich relative Merkmalswichtigkeiten ableiten. Prognosen zu Auswahlwahrscheinlichkeiten für simulierte Produktalternativen wurden auf Basis eines Randomized First Choice Modells ermittelt. Dieses Modell berücksichtigte bei der Berechnung von Präferenzanteilen Ähnlichkeiten zwischen Produktoptionen und basierte auf der Annahme, dass Probanden nicht rein rational entscheiden (Fiedler et al., 2017).

Ergebnisse

Ca. 90% der Teilnehmenden zeigen eine sehr hohe bzw. hohe Intention zum Kauf eines Elektrofahrzeugs. So gaben 51.9% der Befragten an, „ganz sicher“ als nächsten Neuwagen

ein Elektroauto auszuwählen. 37.5% der Teilnehmenden bewerteten die Wahl eines Elektroautos als „ziemlich wahrscheinlich“. 10% der Befragten zeigen eine geringere Bereitschaft; sie wählten die Antwortoption „vielleicht“. Fast alle Probanden haben Erfahrung im Umgang mit Elektroautos. So sind 94 Probanden bereits ein Elektroauto selbst oder als Beifahrer gefahren, und ca. ein Drittel besitzt bereits ein Elektrofahrzeug.

Einflussfaktoren: Die geschätzten Nutzenwerte sind relative Kennwerte und verstehen sich im Verhältnis zu den erhobenen Merkmalen bzw. Merkmalsausprägungen. Der Einfluss der Merkmale auf die Wahlentscheidung ergibt sich aus der Schätzung der relativen Merkmalswichtigkeiten (siehe Abbildung 2). Diese liegen zwischen 12.09% und 32.63%. Die Merkmale Verkaufspreis (32.63%, *SD* 14.46%) und Batteriebilanz (32.01%, *SD* 14.71%) sind gleichermaßen wichtig im Verhältnis zu den anderen Merkmalen. Recycling ist das vergleichsweise unwichtigste Merkmal mit 12.09% (*SD* 9.73%). Die Reichweite ist vergleichsweise ebenfalls wichtig mit 23.26% (*SD* 13.04%). Die Streuung ist für alle vier Merkmale extrem hoch. Dies spricht für eine große Heterogenität der Präferenzen in der Stichprobe.

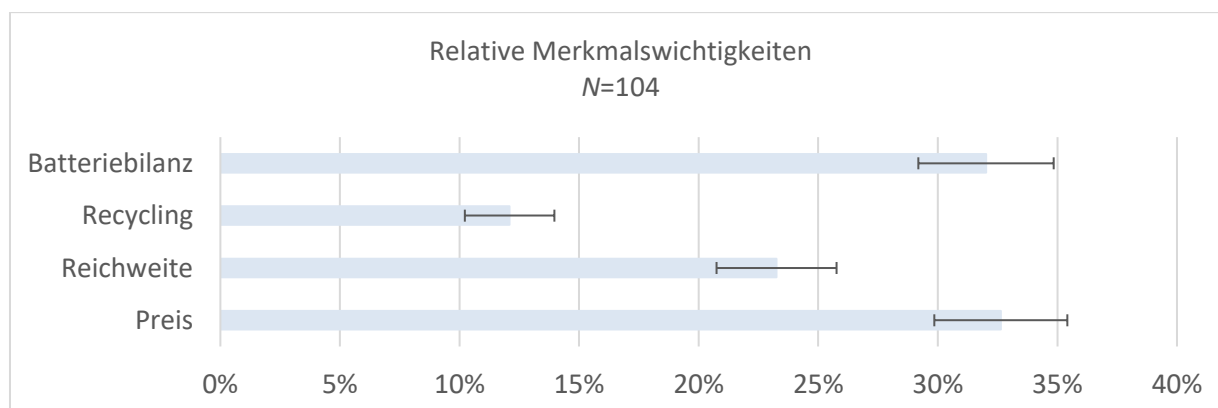


Abbildung 2. Schätzung der relativen Merkmalswichtigkeiten auf Basis 95% KI (eigene Darstellung in Anlehnung an die Darstellungsart bei Sawtooth, 2020)

Es zeigt sich, dass die Bewertung der Batteriebilanz eine höhere Wichtigkeit hat im Vergleich zur Reichweite und Recycling, jedoch

nicht gegenüber dem Verkaufspreis. Die relative Wichtigkeit der Merkmale Batteriebilanz und Verkaufspreis ist ähnlich hoch. Hypothese

1a kann teilweise gestützt werden. Recycling ist das unwichtigste Merkmal im Vergleich zu Verkaufspreis, Batteriebilanz und Reichweite. Die Daten stützen Hypothese 1b nicht.

Kaufpräferenzen: Kaufpräferenzen potentieller Käufer*innen ergeben sich aus den Präferenzanteilen für simulierte batterieelektrische Fahrzeuge (BEV) mit Fokus auf Batteriebilanz und Recycling (siehe Abbildung 3). Für die Definition der Produktalternativen wurden unterschiedliche Ausprägungen je Merkmal zugrunde gelegt. Produkt (1) beinhaltet die vier Merkmalsausprägungen, die am wenigsten präferiert werden: Batteriebilanz über 8.7 t CO₂-Äquivalent, Recycling mittels Käuferabgabe, Reichweite von 316 km und Verkaufspreis in Höhe 42900 € vor Abzug des Umweltbonus. Produkt (2) beinhaltet dagegen die Ausprägungen mit den vergleichsweise höchsten

Teilnutzenwerten der Merkmale Reichweite (426 km) und Verkaufspreis (29200 €). Die Ausprägungen der Produkte (3) bis (6) variieren im Vergleich zu Produkt (2) hinsichtlich der Merkmale Batteriebilanz und Recycling. Es werden jeweils die mittleren (4.0 t CO₂-Äquivalent / gesetzliche Regelung) bzw. höchsten Teilnutzenwerte (2.0 t CO₂-Äquivalent / Herstellerabgabe) der Merkmalsausprägungen verwendet. Zur Beurteilung der Hypothesen 2a und 2b werden die Produkte (3) bis (6) mit Produkt (2) verglichen. Durch diesen Vergleich zeigt sich, welchen zusätzlichen Einfluss die Batteriebilanz bzw. das Recycling über verhältnismäßig attraktive Verkaufspreise und Reichweiten hinaus auf die Präferenzen potentieller Käufer*innen haben.

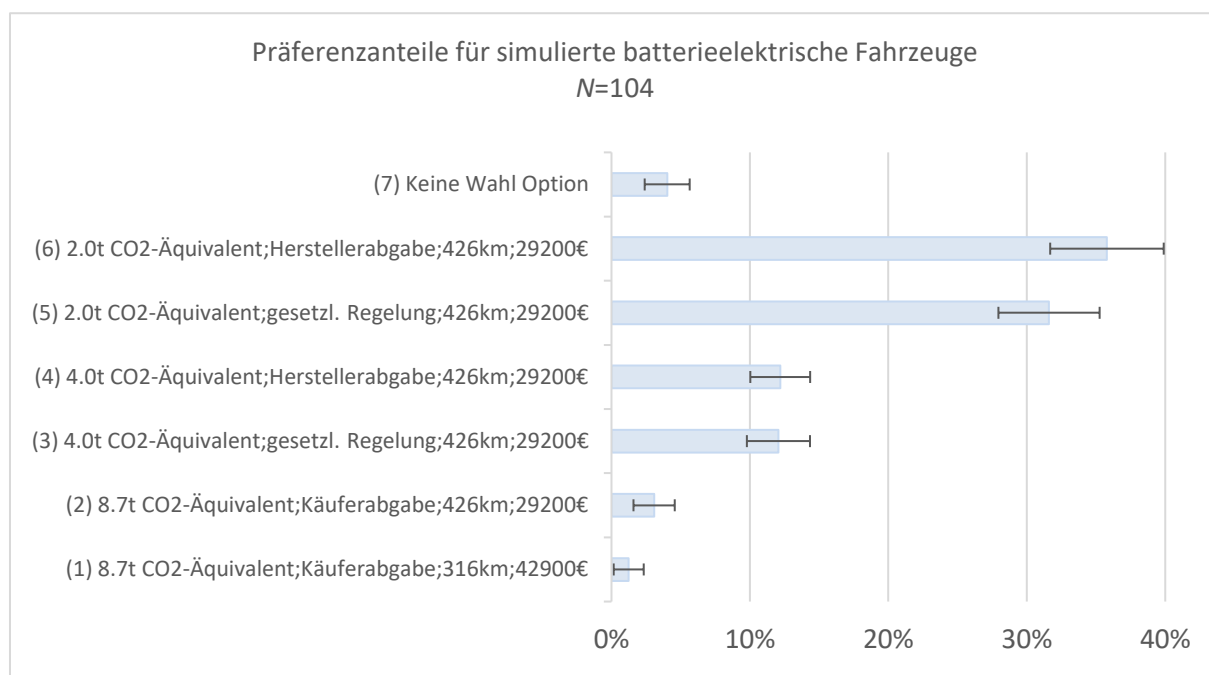


Abbildung 3. Präferenzanteile für simulierte batterieelektrische Fahrzeuge (BEV) mit Fokus auf Batteriebilanz und Recycling auf Basis 95% KI. Die Produktoptionen (1 bis 6) sind durch je vier Merkmale mit variierenden Ausprägungen definiert (eigene Darstellung in Anlehnung an die Darstellungsart bei Sawtooth, 2020).

Die Präferenzanteile sind für das Produkt (1) mit 1.24% und Produkt (2) mit 3.08% minimal und marginal geringer als der Präferenzanteil für die „Keine Wahl“ Option mit 4.03%. Das könnte andeuten, dass diese Fahrzeuge nicht für einen Kauf in Frage kämen. Die

größten Präferenzanteile entfallen mit 35.79% auf Produkt (6) und mit 31.60% auf Produkt (5); beide Produkte zeichnen sich aus durch eine Batteriebilanz von 2.0 t CO₂-Äquivalent. Geringere Präferenzen zeigen sich mit fast identischen Präferenzanteilen für die Produkte (3)

mit 12.06% und (4) mit 12.19% Beiden Produkten liegt eine Batteriebilanz von 4.0 t CO₂-Äquivalent zugrunde. Die Unterschiede der Präferenzanteile bei Vergleich des Produktes (3) mit Produkt (4) sind sehr gering und bei Betrachtung von Produkt (5) mit Produkt (6) gering. Diese ergeben sich jeweils durch die Ausprägungen der Recyclingkonzepte gesetzliche Regelung und Herstellerabgabe, wobei letztere die vergleichsweise höheren Präferenzanteile bestimmt.

Es zeigen sich deutlich höhere Präferenzanteile für Elektrofahrzeuge mit einer vergleichsweise verbesserten Klimabilanz in der Batterieherstellung (Produkte (3) bis (6)) gegenüber dem BEV Fahrzeug mit der vergleichsweise schlechtesten Batteriebilanz (Produkt (2)). Die Daten stützen Hypothese 2a.

Allerdings zeigt sich bei den Präferenzanteilen keine grundsätzlich höhere Kaufpräferenz für Fahrzeuge mit vergleichsweise verbesserter Klimabilanz für das Batterierecycling. Die Präferenzanteile der Produkte (3) und (5) mit einer Recyclingquote von 50% sind höher im Vergleich zu Produkt (2) mit Recyclingquote von 90% unter Anwendung einer Käuferabgabe. Im Vergleich zwischen Produkten mit einer Recyclingquote von 90% unter Anwendung einer Herstellerabgabe zu Fahrzeugen mit gesetzlicher Recyclingquote zeigen sich minimal höhere Präferenzanteile. Im Vergleich der Präferenzanteile von Produkt (4) mit Produkt (3) sowie von Produkt (6) mit Produkt (5) überlappen sich die Konfidenzintervalle. Das deutet darauf hin, dass sich die entsprechenden Präferenzanteile nicht signifikant unterscheiden und zufällig zustande gekommen sein könnten. Die Daten stützen Hypothese 2b nicht.

Diskussion

Zusammenfassend lässt sich zur Beantwortung der Forschungsfrage auf der vorliegenden empirischen Datenbasis feststellen, dass eine Kommunikation der Klimabilanz für die Batterieherstellung einen vergleichsweise hohen Einfluss auf die Kaufpräferenz für ein batterieelektrisches Fahrzeug hat. Der Einfluss ist ähnlich hoch wie der Verkaufspreis

und höher im Vergleich zur Reichweite und einer Information zu Batterierecycling.

Die ähnliche Gewichtung der beiden Merkmale Verkaufspreis sowie Klimabilanz in der Batterieherstellung legt den Schluss nahe, dass die Befragten eine hohe Kaufpräferenz für den Erwerb eines BEV Fahrzeuges mit vergleichsweise verbesserter Klimabilanz in der Batterieherstellung haben, sofern der Verkaufspreis attraktiv erscheint.

Auch wenn Hersteller bislang keine CO₂ Bilanz für die Batterieherstellung ausweisen müssen, scheint es auf Basis der Ergebnisse vielversprechend, ergänzend zu Kaufprämie, Verkaufspreis und Reichweite entsprechende Aussagen zur Batterieherstellung in die werbliche Kommunikation einzubinden. Als Differenzierungsmerkmal könnte eine verbesserte Klimabilanz in der Batterieherstellung unter Verwendung von 100% Grünstrom betont werden. Dies könnte ein Hebel sein, um die Akzeptanz und Nachfrage nach Elektroautos in der Gesamtbevölkerung in Deutschland zusätzlich zu steigern.

Die Klimabilanz für das Batterierecycling scheint im Vergleich zu Verkaufspreis, Klimabilanz für die Batterieherstellung und Reichweite bei der Bewertung keine entscheidende Rolle zu spielen. Die Schätzung für das Batterierecycling basiert auf einer statistischen Unsicherheit. Es wird vermutet, dass die Recyclingausprägungen keinen signifikanten Effekt auf die Kaufpräferenzen haben.

Einschränkend soll festgehalten werden, dass die Untersuchung keine für die Gesamtbevölkerung Deutschland repräsentative Stichprobe erzielen konnte. Jedoch spiegelt die Erhebung ein Stimmungsbild eines fachkundigen und kaufinteressierten Publikums wider, eben mit hoher geäußelter Bereitschaft zum Erwerb eines Elektrofahrzeuges. Die Befragten verfügen über große Erfahrung im Umgang mit Elektrofahrzeugen. Es zeigt sich eine große Heterogenität hinsichtlich der Bewertung der Merkmale.

Auch ist es naheliegend, dass die Merkmale und deren Ausprägungen aus den vorgegebenen Choice Sets nicht alle relevanten Auswahlkriterien potentieller Käufer*innen für

Elektrofahrzeuge abbilden können. Bei den methodischen Überlegungen wurde abgewogen zwischen dem Anspruch auf Realitätsnähe und Reduktion der Komplexität bzw. Sparsamkeit der Merkmale und Ausprägungen. Aus der Interpretation der relativen Merkmalswichtigkeiten lassen sich keine Schlüsse auf die absolute Relevanz eines Merkmals ziehen. Alleine durch Aufnahme weiterer bzw. Wegfallen vorhandener Merkmale können sich die Wichtigkeiten verschieben ebenso wie durch Änderungen in den Bandbreiten der Merkmalsausprägungen. Die Wichtigkeiten sind immer im Verhältnis zu den vorgegebenen Merkmalen zu verstehen (Fiedler et al., 2017).

Die Ergebnisse dieser Studie lassen keinen sicheren Schluss auf eine reale Kaufentscheidung zu, denn dazu sind die Auswahlentscheidungen in solch einem Experiment – bei all der Realitätsnähe einer Wahlentscheidung – immer noch zu abstrakt und eingeschränkt. Neben den individuell relevanten Merkmalen und Ausprägungen fehlen weitere Einflussfaktoren, z. B. Marken, Produkterfahrung (Probefahrt...), Verkaufsort etc. Diese Gründe können Unterschiede zwischen simulierten Präferenzanteilen und realen Kaufsituationen erklären (Fiedler et al., 2017).

Literatur

- Backhaus, K., Erichson, B., Plinke, W., & Weiber, R. (2015). Fortgeschrittene Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung (3. Auflage). Berlin: Springer Gabler. DOI:10.1007/978-3-662-46087-0
- Bauer, R. (2015). Präferenzmessung für Automobile mit alternativen Antriebssystemen-Eine Anwendung adaptiver hybrider Verfahren der Choice-based-Conjoint-Analyse [Unveröffentlichte Dissertation]. Technische Universität München.
- Degirmenci, K., & Breitner, M. H. (2017). Consumer purchase intentions for electric vehicles: Is green more important than price and range? *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 51, 250-260. DOI: 10.1016/j.trd.2017.01.001
- Emilsson, E., & Dahllöf, L. (2019). Lithium-Ion Vehicle Battery Production Status 2019 on Energy Use, CO₂ Emissions, Use of Metals, Products Environmental Footprint, and Recycling (Report Number C, 444). Stockholm: IVL Swedish Environmental Research Institute Ltd.
- Fiedler, H., Kaltenborn, T., Lanwehr, R., & Melles, T. (2017). Conjoint-Analyse. In W. Matiaske, M. Spieß et al. (Hrsg.), *Sozialwissenschaftliche Forschungsmethoden* (S. 7-117). Augsburg: Rainer Hampp. DOI: 10.978.395710/1945
- Helmers, E., Dietz, J., & Weiss, M. (2020). Sensitivity Analysis in the Life-Cycle Assessment of Electric vs. Combustion Engine Cars under Approximate Real-World Conditions. Verfügbar unter: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/3/1241/pdf>
- Helms, H., Kämper, C., Biemann, K., Lambrecht, U., Jöhrens, J., & Meyer, K. (2019). Klimabilanz von Elektroautos: Einflussfaktoren und Verbesserungspotential. *Agora Verkehrswende*. Verfügbar unter: <https://www.agora-verkehrswende.de/veroeffentlichungen/klimabilanz-von-elektroautos/>
- Helveston, J. P., Liu, Y., Feit, E. M., Fuchs, E., Klampfl, E., & Michalek, J. J. (2015). Will subsidies drive electric vehicle adoption? Measuring consumer preferences in the US and China. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 73, 96-112. DOI: 10.1016/j.tra.2015.01.002
- Higueras-Castillo, E., Molinillo, S., Coca-Stefaniak, J. A., & Liébana-Cabanillas, F. (2020). Potential Early Adopters of Hybrid and Electric Vehicles in Spain—Towards a Customer Profile. DOI: 10.3390/su12114345
- Hoekstra, A., & Steinbuch, M. (2020). Comparing the lifetime green house gas emissions of electric cars with the emissions of cars using gasoline or diesel. TU/e Eindhoven University of Technology. Verfügbar unter: https://www.oliver-krischer.eu/wp-content/uploads/2020/08/English_Studie.pdf
- Kraftfahrt-Bundesamt (KBA) (2020). Fahrzeugzulassungen (FZ). Neuzulassungen von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern – Monatsergebnisse August 2020. Verfügbar unter: https://www.kba.de/SharedDocs/Publikationen/DE/Statistik/Fahrzeuge/FZ/2020_monatlich/FZ8/fz8_202008_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=4
- Peters, A., & Dütschke, E. (2014). How do consumers perceive electric vehicles? A comparison of German consumer groups. *Journal of Environmental Policy & Planning*, 16(3), 359-377. DOI: 10.1080/1523908X.2013.879037

- Pfister, H.-R., Jungermann, H., & Fischer, K. (2017). *Die Psychologie der Entscheidung. Eine Einführung* (4. Auflage). Berlin: Springer. DOI: 10.1007/978-3-662-53038-2
- 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. DOI: 10.1016/j.trd.2014.10.010
- Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) (2020). *Für eine entschlossene Umweltpolitik in Deutschland und Europa. Umweltgutachten 2020*. Verfügbar unter: https://www.umwelt-rat.de/SharedDocs/Downloads/DE/01_Umweltgutachten/2016_2020/2020_Umweltgutachten_Entschlossene_Umweltpolitik.pdf;jsessionid=959FF575C9E8521C089E1C6B184D4C7C.2_cid284?__blob=publicationFile&v=27
- Sawtooth (2018). *Discover-CBC: How and Why It Differs from Lighthouse Studio's CBC Software*. Verfügbar unter: <https://sawtoothsoftware.com/resources/technical-papers/discover-cbc-how-and-why-it-differs-from-lighthouse-studios-cbc-software>
- Sawtooth (2020). *Welcome to Discover*. Verfügbar unter: <https://sawtoothsoftware.com>
- Schuitema, G., Anable, J., Skippon, S., & Kinnear, N. (2013). The role of instrumental, hedonic and symbolic attributes in the intention to adopt electric vehicles. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 48, 39-49. DOI: 10.1016/j.tra.2012.10.004
- Wolbertus, R., Kroesen, M., van den Hoed, R., & Chorus, C. G. (2018). Policy effects on charging behaviour of electric vehicle owners and on purchase intentions of prospective owners: Natural and stated choice experiments. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 62, 283-297. DOI: 10.1016/j.trd.2018.03.012
- Ziegler, A. (2012). Individual characteristics and stated preferences for alternative energy sources and propulsion technologies in vehicles: A discrete choice analysis for Germany. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 46(8), 1372-1385. DOI:10.1016/j.tra.2012.05.016