



INSTITUT FÜR ENERGIE-
UND UMWELTFORSCHUNG
HEIDELBERG

Neukauf eines Elektro-Pkw oder Weiternutzung des alten Verbrenners?

Ein Vergleich der Klimawirkung aus verschiedenen Bilanzierungsperspektiven



ifeu paper 02/2023

Hinrich Helms, Claudia Kämper und Udo
Lambrecht

Heidelberg, Dezember 2023

Dieses ifeu paper möchte Ergebnisse von Projektarbeiten, die am ifeu durchgeführt werden, der Öffentlichkeit zugänglich machen und damit den wissenschaftlichen Diskurs fördern. Der Inhalt spiegelt die Position des ifeu wider. Die Autoren und Autorinnen begrüßen Rückmeldungen zu den Inhalten.

Kontakt:

Claudia Kämpfer

claudia.kaemper@ifeu.de

Zitierweise: Helms, H.; Kämpfer, C.; Lambrecht, U. (2023): Neukauf eines Elektro-Pkw oder Weiternutzung des alten Verbrenners? Ein Vergleich der Klimawirkung aus verschiedenen Bilanzierungsperspektiven. ifeu paper 02. ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg. Heidelberg.

Bildnachweis, Titelseite: © kichigin19 - Fotolia

Inhalt

1	Hintergrund	3
2	Perspektiven der Bilanzierung und ihre Bilanzgrenzen	5
3	Klimabilanz aus Einzelfahrzeugperspektive (Bilanzgrenze Fahrzeugleben)	6
4	Klimabilanz aus Nutzungsperspektive (Bilanzgrenze Nutzungszeitraum)	9
5	Klimabilanz aus Flottenperspektive (Bilanzgrenze nationale Fahrzeugflotte)	13
6	Exkurs zur globalen Perspektive – Aspekte des deutschen Gebrauchtwagenstroms	14
7	Fazit	20
8	Quellen	22

1 Hintergrund

Der Markt der Elektrofahrzeuge sowie deren Ladeinfrastruktur wächst. Das verbessert auch die Klimabilanz des Verkehrs. Beim Neukauf ist klar, dass der Elektro-Pkw über den gesamten Lebensweg in der Regel klimafreundlicher ist als ein Verbrenner (Agora Verkehrswende 2019; Hill et al. 2020; Kämper et al. 2020). Zwar ist die mit der Fahrzeugherstellung verbundene Klimawirkung eines Elektroautos heute noch fast doppelt so groß wie die eines Verbrenners. Für die Klimabilanz über den gesamten Lebensweg ist jedoch vor allem die Energie für die Fahrzeugnutzung relevant¹.

Für das Elektroauto ist daher der Strommix entscheidend und hier haben Elektroautos einen deutlichen Vorteil gegenüber Verbrennern: 2022 wurden bereits 46 % des in Deutschland verbrauchten Stroms aus erneuerbaren Energien erzeugt. Im ersten Halbjahr 2023 waren es nach vorläufigen Zahlen sogar 52 %². Zusätzlich zu dem großen Anteil an fossilen Auspuffemissionen entstehen beim Verbrenner noch Emissionen bei der Kraftstoffbereitstellung (Erdölgewinnung, Transporte und Raffinierung).

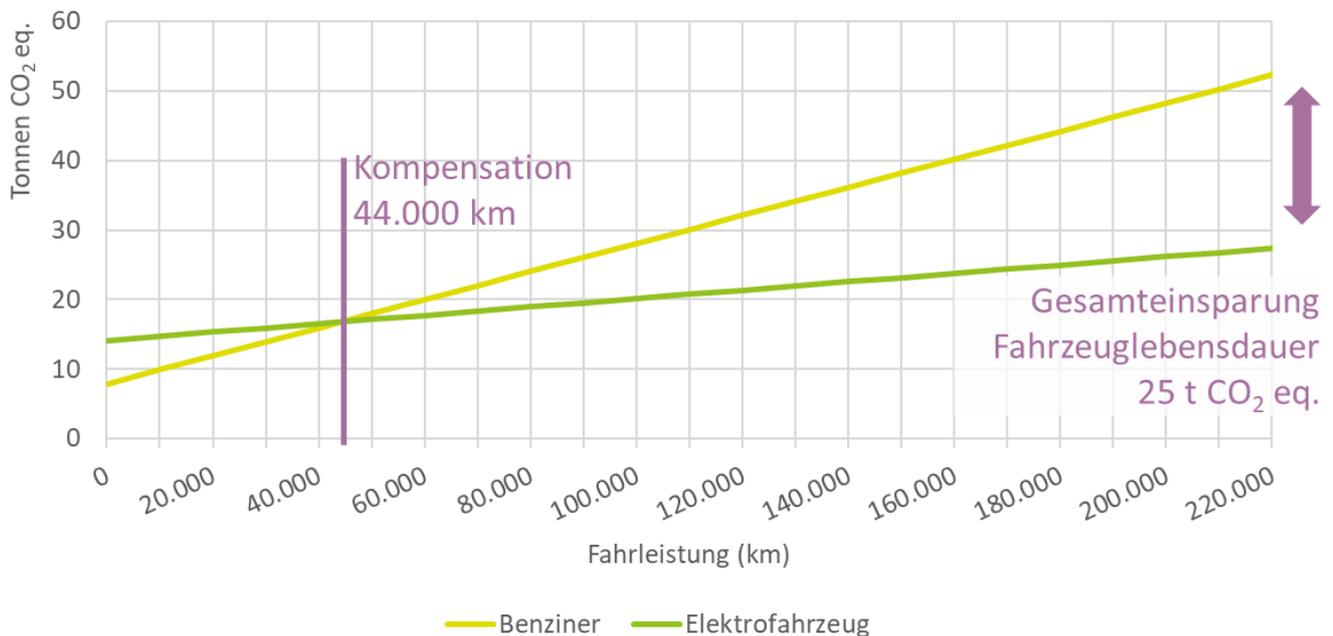
Daher können die höheren Klimagasemissionen aus der Herstellung eines Elektroautos über einen durchschnittlichen Pkw-Lebensweg in Deutschland in der Regel mehr als ausgeglichen werden. Über die durchschnittliche Pkw-Lebensfahrleistung von mittlerweile 220.000 Kilometern liegen die Gesamtemissionen eines Elektroautos mit Baujahr 2024³ – inklusive Herstellung, Wartung sowie Entsorgung und Recycling – am Lebensende etwa 48 % niedriger als bei einem Benziner.

Dabei ist der derzeit stark beschleunigte Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung bereits in einem gleitenden Strommix berücksichtigt (siehe hierzu (Biemann et al. o.J.)). Schließlich umfasst die Nutzungsphase heute produzierter Pkw in der Regel etwa 16 Jahre, in denen Elektroautos von einem sich stetig verbessernden Strommix profitieren. Bereits bei einer Lebensfahrleistung von 44.000 km entsteht unter diesen Bedingungen ein Klimavorteil gegenüber der Neuanschaffung eines Verbrenners (vgl. Abbildung 1). Nur für ausgemachte „Garagenwagen“, die im Jahr weniger als 3.000 km gefahren werden, kann der Kauf eines Verbrenners nach Berechnung von (Biemann et al. o.J.) unter Umständen tatsächlich heute noch die klimafreundlichere Alternative sein. Eine Jahresfahrleistung von weniger als 3.000 Kilometer wird aber nur von weniger als 8 % der Fahrzeugflotte erreicht (infrast et al. 2018), der Garagenwagen ist damit ein Nischenphänomen.

¹ Die Herstellungsemissionen machen bei Verbrennern etwa 13 % bis 15 % an den gesamten Emissionen über den Lebensweg aus (Biemann et al. o.J.).

² Nach ersten Schätzungen der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat). <https://www.umweltbundesamt.de/themen/1-halbjahr-2023-weniger-erneuerbarer-strom-aber> (04.09.2023)

³ Für den Strommix im Fahrbetrieb werden die Jahre 2024 bis 2040 berücksichtigt. Die Emissionsdaten der Fahrzeugproduktion beziehen sich auf der Produktionsjahr 2020 nach dem letzten Bericht des Umweltbundesamtes zu „Analyse der Umweltbilanz von Kraftfahrzeugen mit alternativen Antrieben oder Kraftstoffen auf dem Weg zu einem treibhausgasneutralen Verkehr“ (Biemann et al. o.J.).



Verbrauch: Benziner 7 l / 100 km; Elektrofahrzeug 21 kWh / 100 km. Batteriekapazität: 60 kWh.

Abbildung 1: Vergleich Neuwagenkauf Elektrofahrzeug und Verbrennerfahrzeug

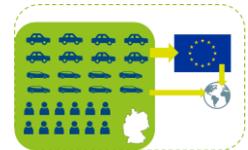
Aufgrund der höheren Herstellungsemissionen des Elektroautos stellen sich viele Menschen jedoch die Frage, ob es sinnvoll ist, die Anschaffung eines Elektroautos vorzuziehen oder ob es umgekehrt nicht besser ist, den alten Verbrenner einfach möglichst lange weiterzufahren. Denn der Verbrenner ist ja bereits produziert und die Herstellungsemissionen des Elektroautos können durch die Weiternutzung eines bereits produzierten Fahrzeugs zunächst vollständig eingespart werden. Die Fahrzeugnutzung führt dann aber aufgrund der Antriebstechnik zu höheren Emissionen, sogar gegenüber einem neuen Verbrenner. Es kommt also hier u.a. auf die konkreten Fahrzeug- und Nutzungsparameter an.

Nicht zuletzt hängt es aber auch von der gewählten Perspektive ab, ob eine solche Weiternutzung als besser für das Klima eingeordnet wird. Die Klimabilanz einer Weiternutzung alter Verbrenner soll in diesem Papier daher für verschiedene Bilanzgrenzen systematisch aufgezeigt werden. So sollen Fehlinterpretationen und Missverständnissen vorgebeugt werden. Zusätzlich werden die Einflüsse hinsichtlich der besonderen Marktstruktur im Gebrauchtwagensegment eingeordnet. **Wichtig: Wir analysieren hier den Fall, dass wirklich eine Weiternutzung des alten Verbrenners erwogen wird.** Wer schon die Entscheidung getroffen hat, dass sowieso ein Neufahrzeug angeschafft werden soll – etwa weil das Lebensende des Altfahrzeugs naht oder weil ein anderer Autotyp (z.B. Familien-Kombi) nötig ist – für den gelten die eingangs genannten und mittlerweile sehr gut belegten Aussagen über den Vergleich zwischen neuen Verbrenner- und Elektro-Pkw.

2 Perspektiven der Bilanzierung und ihre Bilanzgrenzen

Die Klimabilanz der Weiternutzung eines alten Verbrenners gegenüber der Neuanschaffung eines Elektroautos hängt nicht nur von vielen Detailfragen des genauen Herstellungsaufwands, Verbrauchs, Reparaturaufwands und der Nutzung ab, sondern auch von den Bilanzgrenzen die man in der Betrachtung setzt. Dabei sollte vor allem zwischen der Bilanzgrenze des Fahrzeuglebens, eines bestimmten Nutzungsausschnittes sowie der Bilanzierung der gesamten Flotte unterschieden werden:

- Die **Einzelfahrzeugperspektive** (Bilanzierung über ein einzelnes Fahrzeugleben) betrachtet den gesamten Lebensweg eines Fahrzeugs, unabhängig davon wer die Nutzer*innen sind. Sie liegt den meisten gängigen Ökobilanzen zu Elektroautos zugrunde, so auch dem Technologievergleich einer Fahrzeugneuanschaffung (siehe Kapitel 1). Über den Lebensweg eines Fahrzeugs wird dieses dabei in der Regel von mehreren Nutzern*innen gefahren. In wissenschaftlichen Studien werden häufig generische Fahrzeugtypen bilanziert, was sich für den Technologievergleich eignet. Es können aber auch individuelle Fahrzeuge bilanziert werden, was Autohersteller in der Regel für ihre Produkte machen.
- Die **Nutzungsperspektive** (Bilanzierung definierter Nutzungen verschiedener Fahrzeuge ist eine personenbezogene Perspektive, welche die Nutzung verschiedener Fahrzeuge umfassen kann, in der Regel aber nicht deren kompletten Lebensweg. Sie ist häufig der Ausgangspunkt von Überlegungen zur Weiternutzung des Verbrenners.
- Die **Flottenperspektive** (Bilanzierung der gesamten Flotten) nimmt dagegen die Gesamtzahl der Fahrzeuge und Nutzer*innen in den Blick. Dabei ist der Bezugsraum von Fahrzeugflotten oft auf die nationalen Perspektiven begrenzt. Mit der Betrachtung des Gebrauchtwagenmarktes erweitert sich der Bezugsraum jedoch in eine internationale Perspektive.



Die Perspektiven unterscheiden sich dabei einerseits durch die Bandbreite unterschiedlicher Fallbeispiele. Während in einer Einzelfahrzeug- oder Einzelnutzerperspektive sehr unterschiedliche technische Fahrzeugeigenschaften bzw. Nutzungsverhalten abgebildet werden können, bildet die Flottenperspektive naturgemäß den Durchschnitt in einem größeren Bezugsrahmen (Deutschland, EU oder Global) ab.

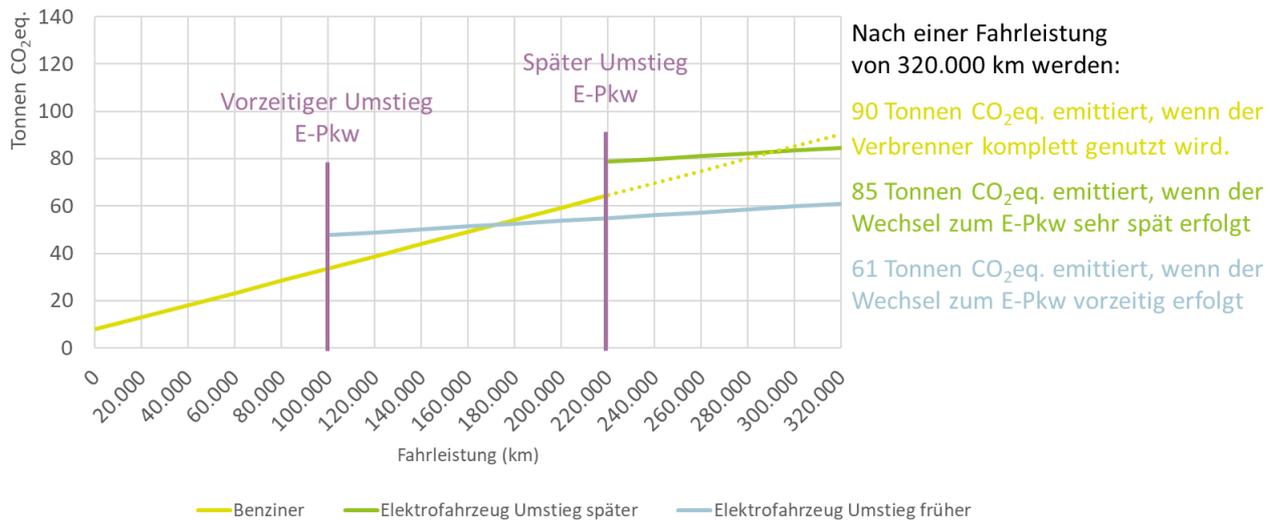
Ein weiterer Unterschied zwischen den drei Perspektiven liegt in der Berücksichtigung der Fahrzeugherstellung. Während in einer Bilanzierung über ein ganzes Fahrzeugleben diese in der Regel vollständig berücksichtigt wird, kann die Herstellung in der Bilanzierung eines bestimmten Nutzungsausschnittes aus dem zeitlichen Betrachtungsausschnitt herausfallen oder - bei Neuwagenkäufen - auch überbetont werden.

So ist der Neuwagenkäufer zwar ursächlich primär verantwortlich für die Herstellungsemissionen eines Elektroautos. Verkauft er aber das Fahrzeug nach kurzer Zeit – üblich für Neuwagenkäufer sind Haltedauern im Bereich von sechs Jahren (DAT Report 2021) – dann profitiert der Gebrauchtwagenkäufer von dem effizienten Elektroauto und der damit ermöglichten Nutzung erneuerbaren Stroms. In einer systemischen Perspektive gehen die individuellen Kaufentscheidungen, die zu bestimmten einzelnen Zeitpunkten erfolgen, dagegen in einem kontinuierlichen Erneuerungsprozess der Flotte auf.

In Kapitel 3 wird im Folgenden zunächst der häufig diskutierte Fall einer Weiternutzung eines Altfahrzeugs gegenüber einer Elektrofahrzeug-Neuanschaffung aus Fahrzeugperspektive beschrieben. Kapitel 4 beschreibt die Nutzungsperspektive mit Fokus auf den Nutzungszeitraum und dem bilanziellen Umgang mit den Herstellungsemissionen. Kapitel 5 stellt die Erweiterung der Perspektive in einer Systembetrachtung der gesamten Fahrzeugflotte dar.

3 Klimabilanz aus Einzelfahrzeugperspektive (Bilanzgrenze Fahrzeugleben)

Im Kontext der Umweltwirkungen von Elektroautos wird häufig die Frage gestellt, ob es aus Klimasicht wirklich sinnvoll ist ältere, aber noch fahrtüchtige Verbrenner für ein neues Elektroauto aus dem Verkehr zu nehmen und zu verschrotten. Schließlich ist die Fahrzeugherstellung gerade bei Elektrofahrzeugen mit hohen Emissionen verbunden. Abbildung 2 vergleicht die Weiternutzung eines alten Verbrenners (Altfahrzeug) gegenüber dem Austausch mit einem neuen Elektrofahrzeug¹.



Verbrauch: Benziner 9 l / 100 km; Elektrofahrzeug 21 kWh / 100 km. Batteriekapazität: 60 kWh. Weitere Annahmen zur Fahrzeugbilanzierung in (Biemann et al. o.J.).

Abbildung 2: Vergleich Weiternutzung eines Verbrenners gegenüber Neuwagen Elektrofahrzeug nach vorzeitigem Umstieg (nach 100 Tsd. km) und Umstieg am Lebensende (nach 220 Tsd. km)

Wir vergleichen drei Fälle: Einmal erfolgt Austausch des alten Verbrenners gegen das neue Elektroauto am üblicherweise erwartbaren Lebensende des Verbrenners nach 220.000 km. Die grüne Linie markiert dann ab Kilometer 220.000 die Emissionen des neuen Elektroautos, inklusive des „Sprungs“ durch dessen Herstellung². Im „blauen“ Fall erfolgt der Austausch sogar vor dem üblichen Lebensende des Verbrenners, und zwar bei 100.000 km. Auch hier zeigt die blaue Linie den Sprung bei der Neuanschaffung des Elektroautos. Genau wie die grüne Linie verläuft sie dann mit geringerer Steigung weiter, denn das Elektroauto hat in der Nutzung viel geringere Emissionen als der Verbrenner. Im dritten Fall erfolgt kein Austausch gegen ein Elektroauto, sondern der „noch gute“ alte Verbrenner wird weiter genutzt. Die gelbe Linie verläuft also ohne Sprung weiter. Die in den drei verschiedenen Fällen resultierenden Gesamtemissionen sind am Ende der Linien zu erkennen. Am günstigsten schneidet nicht die Weiternutzung des alten Verbrenners ab, sondern der (sogar vorzeitige) Austausch gegen das Elektroauto.

¹ Neben den hier getroffenen Annahmen zum Verbrauch der Fahrzeuge und den Emissionsfaktoren für den Fahrstrom (ab 2024) sind weitere Annahmen der Bilanzierung in (Biemann et al. o.J.) dokumentiert.

² Im „grünen Fall“ (Elektrofahrzeug, Umstieg am Lebensende) ist zu berücksichtigen, dass nach den dargestellten weiteren 100.000 gefahrenen Kilometern noch nicht das durchschnittliche Lebensende dieses neuen Fahrzeugs erreicht ist. Aus Gründen der Vergleichsbetrachtung wurde die x-Achse hier nur auf 320.000 Kilometer beschränkt.

Aus der Grafik lässt sich zusätzlich auch ablesen, wie lange ein neues Elektroauto genutzt werden muss, damit dessen Herstellungsemissionen gegenüber einem schon komplett „abgeschriebenen“ alten Verbrenner wieder aufgewogen werden. Die Herstellungsemissionen des Verbrenners liegen zum Zeitpunkt der potenziellen Kaufentscheidung ja schon lange zurück und werden hier für die Weiternutzung als bereits abgeschlossen angesehen. In diesem Fall würden dann gegenüber dem Neuwagenvergleich in Abbildung 1 nur bei einem Austausch gegen ein Elektrofahrzeug dessen komplette Herstellungsemissionen in die Klimabilanz eingehen. Folglich entsteht in dieser Sichtweise erst ein Klimavorteil ab einer - gegenüber einem jeweiligen Neuwagenkauf – etwas höheren Lebensfahrleistung von 72.000 Kilometern¹. Diese Fahrleistung ist jeweils am Schnittpunkt der grünen bzw. blauen (Elektroauto-)Linie mit der gelben (Verbrenner-)Linie erreicht.

Zwar vergrößert sich in dieser Rechnung die für eine Amortisation der Herstellungsemissionen des Elektrofahrzeugs notwendige Fahrleistung. Bei einer durchschnittlich üblichen Pkw-Jahresfahrleistung von 13.750 km (nach TREMOD (Allekotte et al. 2022)) führt aber auch in diesem Fall der Umstieg auf das Elektroauto bereits nach 5,2 Jahren zu einer besseren Klimabilanz als die Weiternutzung des Verbrenners.

Dabei ist zugleich offen, wie lange der Verbrenner tatsächlich noch weitergenutzt wird und wie groß der potenziell ansteigende Reparatur- und Wartungsaufwand in den weiteren Jahren ist. Tendenziell wird die neue Pkw-Anschaffung durch Weiternutzung ja nur aufgeschoben, in der Regel aber nicht aufgehoben. Selbst wenn der alte Verbrenner ein weiteres durchschnittliches Fahrzeugleben durchhält, wäre der Austausch gegen das Elektrofahrzeug die bessere Alternative gewesen.

Hintergrund der guten Klimabilanz eines solchen Austauschs ist, dass die Lebenszyklusemissionen von Pkw heute vor allem von den Nutzungsemissionen dominiert werden. Bei Verbrennern machen die Herstellungsemissionen in der Regel höchstens 15 % der gesamten Emissionen über den Lebensweg aus (Biemann et al. o.J.). Entsprechend wichtig ist es, frühzeitig auf eine neue Technologie mit geringen Nutzungsemissionen zu wechseln. **Der Vorteil des Elektroautos bei den Nutzungsemissionen gegenüber dem Verbrenner ist bereits heute so groß, dass selbst ein vorgezogener Austausch mit einem Elektroauto fast immer sinnvoll ist.** Die Herstellungsemissionen des Verbrenners sind bereits unwiderruflich emittiert und die Lebenszyklusbilanz wird durch die weitere Nutzung dieser Technologie mit besonders hohen Nutzungsemissionen auch nicht weiter verbessert.

Ähnliches gilt für viele Produkte bei denen die Emissionen über den Lebensweg stärker durch die Nutzung als die Herstellung bestimmt werden. Ist der Effizienzgewinn durch das neue Produkt groß genug, ist ein frühzeitiger Umstieg sinnvoll (z.B. häufig bei Kühlschränken oder Waschmaschinen). Wichtig ist dabei natürlich, dass das alte ineffiziente Produkt nicht trotzdem zusätzlich weiterbetrieben wird (siehe hierzu Kapitel 6). Dies unterscheidet Produkte deren Nutzung viel Energie verbrauchen auch grundsätzlich von Produkten die ohne weiteren Energiebedarf genutzt werden können, wie Kleidung oder Möbel. Bei Letzteren ist eine möglichst lange Nutzung in der Regel immer klimafreundlicher und bedarf keiner weiteren Abwägung des Effizienzgewinns. Bei Produkten deren Nutzung jedoch mit einem erheblichen Energieverbrauch verbunden ist, sollten diese idealerweise mit der Neuanschaffung eines effizienteren Produktes auch gleichzeitig aus dem Verkehr gezogen werden, damit diese nicht weitere (ggf. zusätzliche) Nutzungsemission an anderer Stelle produzieren.

¹ Bei einer gleichzeitigen Anschaffung eines neuen Verbrenners wären es 49.000 km, wie es auch der Technologievergleich in Abbildung 1 darstellt.

Für die Beispiele bedeutet dies, dass bei der Neuanschaffung eines Elektroautos das alte Fahrzeug aus dem Verkehr gezogen werden müsste und nicht als zusätzliches Fahrzeug weitergefahren wird. In der Praxis werden viele Altfahrzeuge am Ende ihres Lebenswegs in Deutschland jedoch exportiert (siehe hierzu den Ausblick in Kapitel 6).

4 Klimabilanz aus Nutzungsperspektive (Bilanzgrenze Nutzungszeitraum)

Jenseits der Einzelfahrzeugperspektive wird gelegentlich auch eine individuelle Nutzungsperspektive eingenommen, die dann häufig nur einen Teilausschnitt des Fahrzeuglebens betrachtet. Bei der Neuanschaffung eines Fahrzeugs werden die Herstellungsemissionen damit überbetont, wenn das Fahrzeug schon nach wenigen Jahren abgegeben wird. Im Falle des Kaufs eines Gebrauchtwagens werden die Herstellungsemissionen dagegen ausgeblendet. Fährt ein*e Nutzer*in den Neuwagen tatsächlich bis zur Verschrottung, fallen Nutzungs- und Einzelfahrzeugperspektive natürlich zusammen. Dies ist allerdings nur für einen geringen Anteil der Neuwagenkäufer*innen der Fall (siehe Infobox Statistik zu Haltedauern).



Statistik zu Haltedauern

Die durchschnittliche Haltedauer eines Pkws beträgt bei Neuwagen 5,9 Jahre und bei Gebrauchtwagen 6,75 Jahre (DAT Report 2021).

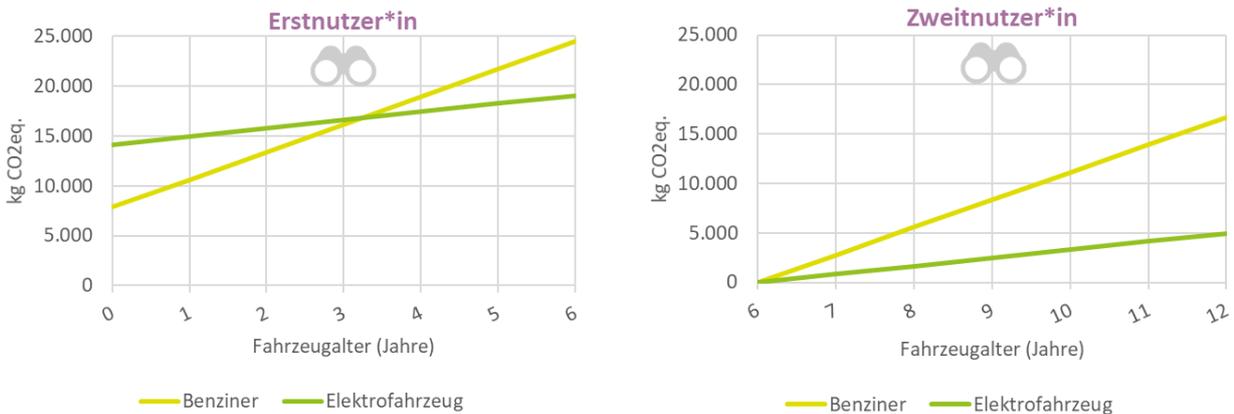
<i>In Monaten</i>	2020	2019
Neuwagen durchschnittlich	71	77
Neuwagen, wenn der Vorwagen ein Neuwagen war	74	74
Neuwagen, wenn der Vorwagen ein Gebrauchtwagen war	66	81
Gebrauchtwagen durchschnittlich	81	88
Gebrauchtwagen, wenn der Vorwagen ein Neuwagen war	124	122
Gebrauchtwagen, wenn der Vorwagen ein Gebrauchtwagen war	71	82

2014 kam eine Studie zu dem Ergebnis, dass knapp ein Drittel der deutschen Autofahrer (32 %) ihrem Auto sechs bis zehn Jahre lang treu bleibt. Mehr als ein Fünftel (22 %) der Befragten gibt an, den Wagen länger als zehn Jahre zu fahren. Ein weiteres Fünftel (19 %) fährt das Auto bis zur endgültigen Stilllegung (forsa 2014).

Der Effekt der ungleichen Gewichtung der Herstellungsemissionen zwischen Erstnutzer*in und Folgenutzer*in soll folgende Vergleichsbilanz darstellen. In einem Neuwagenvergleich mit einer begrenzten Haltedauer kompensiert das Elektrofahrzeug erst nach etwa vier Jahren seine zusätzlichen Herstellungsemissionen über die klimafreundlichere Nutzung (Abbildung 3 links). Die Klimabilanz aus Nutzungsperspektive fällt für den*die Erstnutzer*in daher naturgemäß deutlich schlechter aus als die Lebenszyklusbilanz des Fahrzeugs. Bei einer sehr kurzen Haltedauer von weniger als vier Jahren, wie sie in kurzen Leasingmodellen üblich ist, wäre die persönliche Bilanz für das Elektrofahrzeug sogar negativ. In dieser individuellen Betrachtung rechnet der*die Erstnutzer*in mit begrenzter Haltedauer die vollen Herstellungsemissionen sich selbst zu.

Der*Die Folgenutzer*in des Fahrzeugs könnte dann aber die Herstellungsemissionen ausblenden und würde in sein*ihrer Perspektive direkt von den niedrigeren Emissionen der Nutzung profitieren (Abbildung 3 rechts). Die Bilanz der Elektroautonutzung fällt damit be-

sonders positiv aus. Der*Die Erstnutzer*in könnte in dieser Bilanzlogik nur 5.400 kg Treibhausgasemissionen über eine Haltedauer von sechs Jahren einsparen, der*die Zweitnutzer*in hingegen im gleichen Zeitraum schon 11.700 kg Treibhausgasemissionen. In Summe über das Fahrzeugleben des Elektro-Pkw ergibt sich jedoch der gleiche Einspareffekt wie in der Einzelfahrzeugperspektive, wie zu Beginn des Papiers dargestellt.

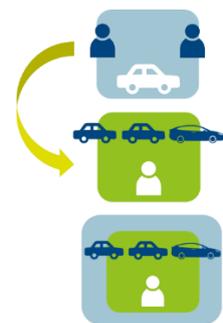


Verbrauch: Benziner 9 l / 100 km; Elektrofahrzeug 21 kWh / 100 km. Batteriekapazität: 60 kWh.

Abbildung 3: Nutzer*innenbilanz Verbrenner im Vergleich mit Elektrofahrzeug aus Perspektive Erstnutzer*in und Zweitnutzer*in (6 Jahre Haltedauer) ohne Verteilung der Herstellungsemissionen

An diesem Fallbeispiel wird deutlich, dass eine solche Nutzungsperspektive, die nur Ausschnitte von „klassischen“ Klimabilanzen von Elektrofahrzeugen betrachtet, zu einseitigen Analysen und Fehlschlüssen über die Emissionsbilanz führt.

Soll die Fahrzeugherstellung auch in einer individuellen Nutzungsperspektive gerecht berücksichtigt werden, muss die Fahrzeugherstellung auf die verschiedenen Fahrzeugnutzer*innen aufgeteilt werden. Dazu gibt es verschiedene Möglichkeiten der Abschreibung (vgl. Infobox „Abschreibung von Herstellungsemissionen“). Die persönliche Bilanz des Neukaufs eines Elektroautos wird dann auch bei kurzen Haltedauern deutlich stärker von der klimafreundlicheren Nutzung bestimmt. Der Gebrauchtkauf eines Elektroautos dagegen wird nicht als emissionsfrei verbucht. Für den*die Nutzer*in ergibt sich dagegen eine Kette von Nutzungsemissionen für verschiedene Fahrzeuge, auf die die Herstellungsemissionen jeweils anteilig umgelegt werden.



Abschreibung von Herstellungsemissionen

Abschreibung von Herstellungsemissionen meint die theoretische Umlegung des initialen Herstellungsaufwands auf die (gesamte) darauffolgende Nutzung. Als Kriterium können z.B. die gefahrenen Kilometer zu Grunde gelegt werden, es sind aber auch andere Abschreibungskriterien denkbar, z.B. die Nutzungsdauer oder der Fahrzeugwert. Der gefahrene Kilometer bildet jedoch eine gleichmäßig verteilte Last auf die Nutzer*innen ab. In einer Einzelbetrachtung entspricht diese Umlegung der Herstellungsemissionen auf die gefahrenen Kilometer des Fahrzeugs – eine Art Abschreibung der Herstellungsemissionen – natürlich nicht der physikalischen Entstehung der Emissionen am Lebensanfang des Fahrzeugs und bleibt daher eine theoretische Zuordnung auf die Nutzer*innen als Verursacher der Emissionen.

Aus Gründen der Transparenz und einer robusteren Berechnung mit wenigen Annahmen wird hier ein Fallbeispiel mit gleichmäßiger Abschreibung der Herstellungsemissionen über die Lebenslaufleistung in Kilometern betrachtet. Für eine individuelle Handlungsentscheidung kann eine solche theoretische Abschreibung von Herstellungsemissionen über die Lebensfahrleistung eine wertvolle Entscheidungsgrundlage bieten. Abbildung 4 zeigt zwei Vergleiche mit unterschiedlichen Nutzungsintensitäten.

Der erste Vergleich (Abbildung 4 links) zeigt nach 60.000 km mit einem Benzin-Pkw die Optionen des Elektrofahrzeug-Neuwagenkaufs gegenüber der Weiternutzung des Benziners bei durchschnittlicher Fahrzeugnutzung (durchschnittliche Jahresfahrleistung 13.750 km). In dieser Darstellung kommt es naturgemäß zu keinen Sprüngen durch die Anschaffung eines Fahrzeugs, weder bei Neuanschaffung des Benziners, noch des Elektro-Pkws.

Im direkten Vergleich ist die Weiternutzung des Benziners (gelbe Linie) bei durchschnittlicher Lebensfahrleistung mit etwa doppelt so hohen Treibhausgasemissionen verbunden wie die Neuanschaffung des Elektrofahrzeugs (grüne Linie). Dies zeigt noch einmal eindrücklich den Vorteil von Elektroautos in einem typischen Nutzungsmuster und dass es in der Regel immer sinnvoll ist, frühzeitig auf diese klimafreundliche Technologie zu wechseln. Ein Klimavorteil für den Umstieg auf das Elektroauto stellt sich gegenüber der Weiternutzung des Benziners in dieser Betrachtungsweise mit jedem gefahrenen Kilometer ein. Nach weiteren 60.000 Kilometern mit dem neuen Elektrofahrzeug beträgt er bereits 8.5 Tonnen Treibhausgasemissionen.

Der zweite Vergleich (Abbildung 4 rechts) zeigt eine deutlich geringere Nutzungsintensität des Fahrzeugs mit einer durchschnittlichen Jahresfahrleistung von nur 5.000 km über einen Zeitraum von 16 Jahren. Durch die Umlegung der Herstellungsemissionen auf eine Lebensfahrleistung von nur 80.000 km ist die Nutzung des Elektrofahrzeugs mit deutlich höheren Treibhausgasemissionen pro Kilometer verbunden. Doch auch dann bleibt ein Klimavorteil des Elektrofahrzeugs gegenüber dem Verbrenner erhalten.

Erst bei einer noch geringeren Nutzungsintensität von deutlich weniger als 3.000 km Jahresfahrleistung wäre die Nutzung des Verbrenners dann heute tatsächlich noch die klimafreundlichere Alternative (siehe Kapitel 3). Wie oben bereits beschrieben ist eine Jahresfahrleistung von 3.000 Kilometern in der Flotte jedoch selten (7,4 % nach MiD 2017 (infras et al. 2018)). Dass ein Fahrzeug tatsächlich nach 48.000 Kilometern oder auch 80.000 Kilometern endgültig stillgelegt und nicht weiterverkauft wird ist gerade im Hinblick auf die Flottenperspektive ein seltener Fall.

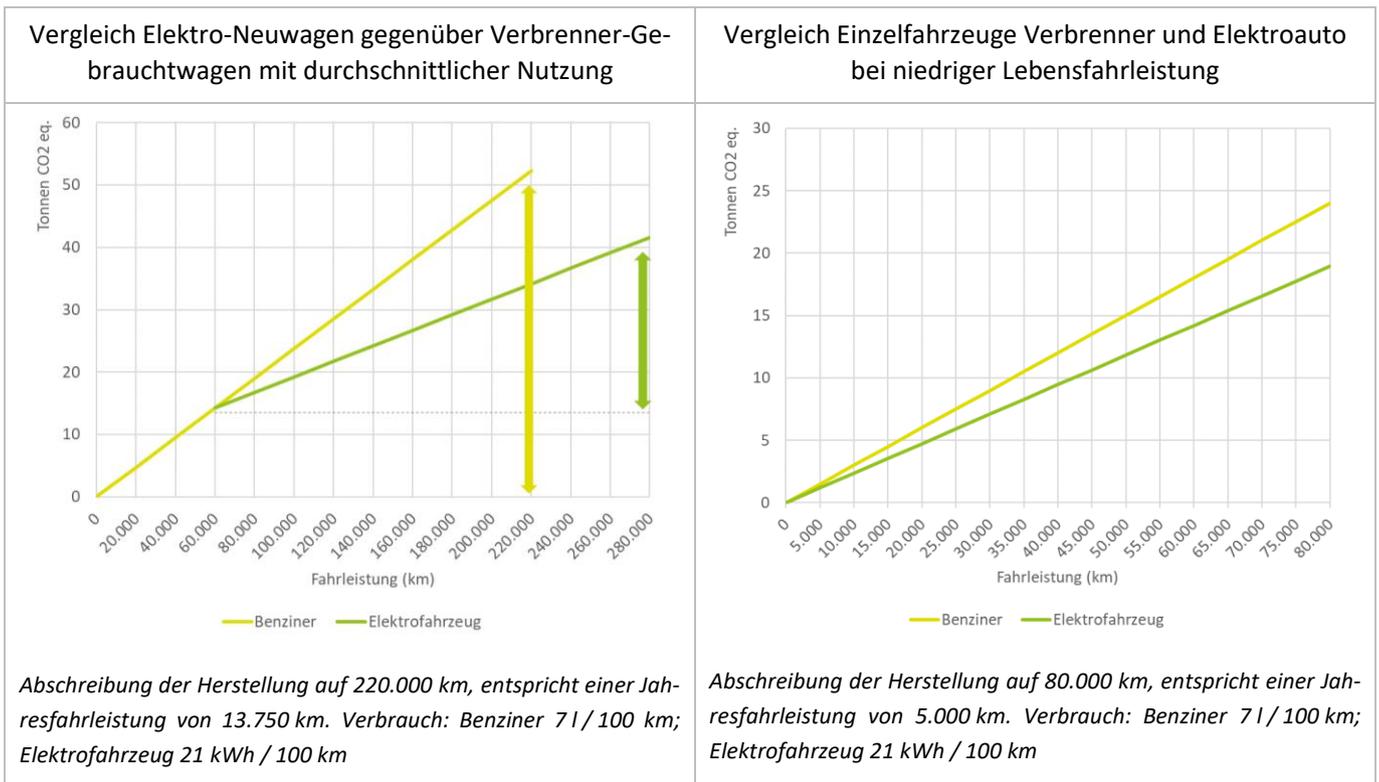


Abbildung 4: Bilanzvergleiche bei unterschiedlichen Abschreibungen der Lebensfahrleistung

5 Klimabilanz aus Flottenperspektive (Bilanzgrenze nationale Fahrzeugflotte)

Bei der Betrachtung größerer Flotten sind die durchschnittlichen Fahrzeugeigenschaften und Nutzungsmuster für die Klimabilanz ausschlaggebend. Nischenanwendungen, wie z.B. Garagenwagen, spielen dann nur noch eine untergeordnete Rolle und können vernachlässigt werden. **Der frühere Umstieg auf Elektrofahrzeuge macht aus nationaler Flottenperspektive in Deutschland und anderen Staaten mit einer weitgehend gesättigten Fahrzeugflotte und gesättigten Bedarf an individueller Mobilität also immer Sinn.** Die Klimabilanz entspricht dabei weitgehend einer Einzelfahrzeugperspektive mit durchschnittlichen Fahrzeugeigenschaften und Nutzungsmuster. Die theoretische Abschreibung der Herstellung nähert sich in der Flotte im zeitlichen Emissionsverlauf der physikalischen Realität an. Hier werden dann nämlich bei stabilem Fahrzeugbestand und Mobilitätsverhalten jedes Jahr nur die aus der Flotten ausscheidenden Fahrzeugen ersetzt. Abbildung 5 fasst die unterschiedlichen Bewertungsperspektiven zusammen.

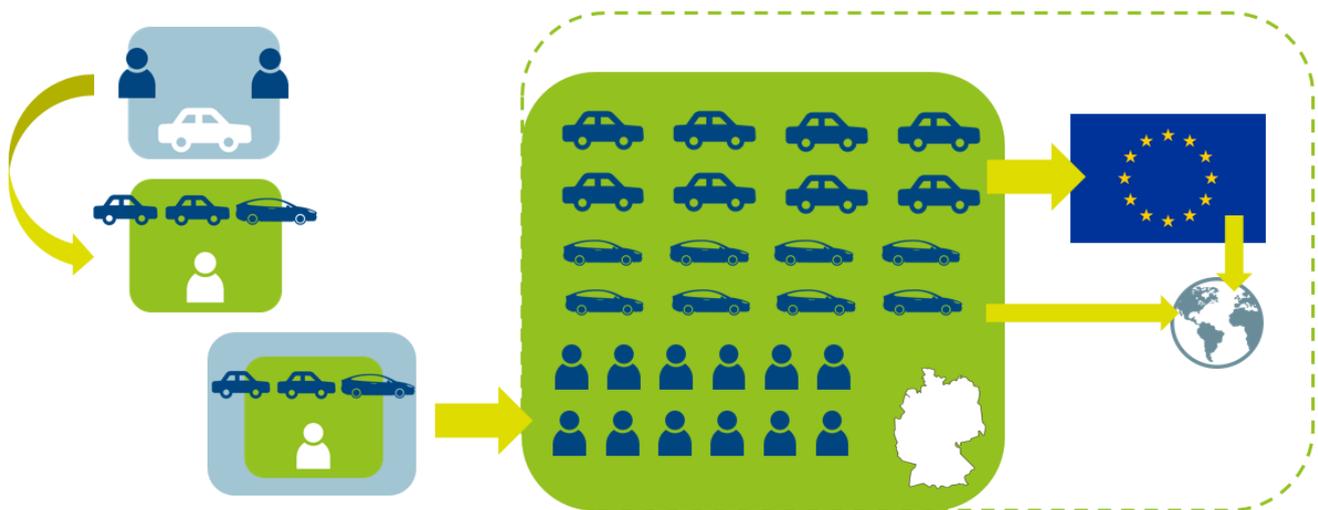


Abbildung 5: Zusammenfassung der Bewertungsperspektiven

Es kann durch den deutlichen Klimavorteil von Elektrofahrzeugen sogar eine begrenzte Menge an zusätzlichen Fahrzeugen im System kompensiert werden, solange der Anteil von Elektrofahrzeugen in der Flotte ansteigt. Abweichungen für die Emissionen im Gesamtsystem ergeben sich nur bei einem signifikanten Wachstum oder Rückgang der Flotte und/oder der Gesamtfahrleistung.

Änderungen im Gesamtbestand könnten neben dem verstärkten Kauf von Neuwagen auch z.B. durch eine deutlich längere Fahrzeugnutzung oder deutlich frühere Verschrottung entstehen. So ist das durchschnittliche Fahrzeugalter der Pkw in Deutschland zwischen 2012 und 2022 von 8,5 auf 10,1 Jahre gestiegen (Kraftfahrt-Bundesamt 2023). Diese Änderungen bleiben jedoch im deutschen bzw. europäischen Rahmen begrenzt und erfolgen in der Regel über längere Zeiträume. Änderungen in der Gesamtfahrleistung von Pkw waren in Deutschland nicht signifikant, jedoch in den letzten zehn Jahren mit leichtem Wachstum (etwa 8 Prozent Zuwachs zwischen 2009 und 2019) (Eisenmann et al. 2022).

6 Exkurs zur globalen Perspektive – Aspekte des deutschen Gebrauchtwagenstroms

In den voran gegangenen Kapiteln wurde gezeigt, dass ein möglichst früher Umstieg auf Elektrofahrzeuge im nationalen Kontext in Deutschland und anderen Staaten mit einer weitgehend gesättigten Fahrzeugflotte und gesättigtem Bedarf an individueller Mobilität eindeutig zu einer Verbesserung der nationalen Klimabilanz führt.

In diesem Kontext wird jedoch auch der Gebrauchtwagenmarkt häufig diskutiert und daher hier detaillierter untersucht. Denn aus Klimasicht wäre es wünschenswert, mit der Neuanschaffung eines Elektroautos gleichzeitig auch die alten Verbrenner aus dem Verkehr zu ziehen, damit diese nicht weitere Nutzungsemission an anderer Stelle produzieren. In der Praxis gelangen jedoch die in Deutschland endgültig stillgelegten Fahrzeuge zum überwiegenden Anteil (85 Prozent) in den internationalen Gebrauchtwagenmarkt. Da Treibhausgasemissionen nicht lokal, sondern global wirken, sind diese Wirkmechanismen jedoch zu berücksichtigen.

Damit ist es für die nationale Klimabilanz erstmal weiterhin eindeutig positiv die eigene Fahrzeugflotte zu modernisieren. Dennoch werden die alten Verbrenner häufig weitergenutzt, ersetzen dann allerdings in der Regel zunächst noch ältere (und weniger effiziente) Verbrenner an anderer Stelle. Zu einem späteren Zeitpunkt kann dann erwartet werden, dass zunehmend auch E-Pkw aus Deutschland exportiert werden und in den Importstaaten sukzessive die Verbrenner ersetzen. Sofern die Infrastruktur dies ermöglicht, also z.B. Ladeinfrastruktur und weitere Services vorhanden sind. Potenziell können die Hürden für die Weiternutzung in den Importstaaten jedoch geringer sein als in Deutschland, wenn z.B. technische Überwachung weniger strikt betrieben wird, Reparaturkosten geringer sind und keine Umweltzonen existieren.

An der Nutzung von Verbrennern in anderen Staaten ändert eine Elektrifizierung in Deutschland jedoch zunächst einmal nichts, so lange der Exportumfang nicht sehr deutlich zunimmt. Ein solcher Anstieg der Neuzulassungen oder Gebrauchtwagenexporte ist jedoch noch nicht festzustellen. In den letzten zehn Jahren ist der Gebrauchtwagenhandel von Deutschland in Nicht-EU Staaten sogar etwas zurückgegangen (Destatis 2023).

2019 wurden alleine aus Deutschland etwa 2,5 Mio Pkw und leichte Nutzfahrzeuge¹ exportiert (UBA und BMU 2019). Davon geht mit 2,16 Mio. Pkw und leichte Nutzfahrzeuge ein großer Anteil (81 Prozent) in den Gebrauchtwagenmarkt von EU-Staaten. Abbildung 6 stellt die größten Importländer von deutschen Gebrauchtwagen dar. Polen ist mit Abstand der größte Abnehmer. Die Niederlande ist aufgrund ihrer strategischen Lage des internationalen Handels wahrscheinlich nicht immer Zielland der Gebrauchtwagenimporte. Über die internationalen Seehäfen Rotterdam und Amsterdam gelangen die Gebrauchtwagen weiter auf den außereuropäischen Markt. Auch aus anderen EU-Staaten können theoretisch Fahrzeuge in Nicht-EU-Staaten weiterexportiert werden, genaue Zahlen dazu liegen nicht gesammelt und abgestimmt vor. Insgesamt gingen 2019 nach der Außenhandelsstatistik und der Zuschätzung durch das Umweltbundesamt etwa 340.000 gebrauchte Pkw und leichte Nutzfahrzeuge in Staaten außerhalb der EU (UBA und BMUV 2020).

¹ Die Statistik umfasst etwa 0,16 Mio Fahrzeuge, deren Verbleib nicht statistisch belegt ist.

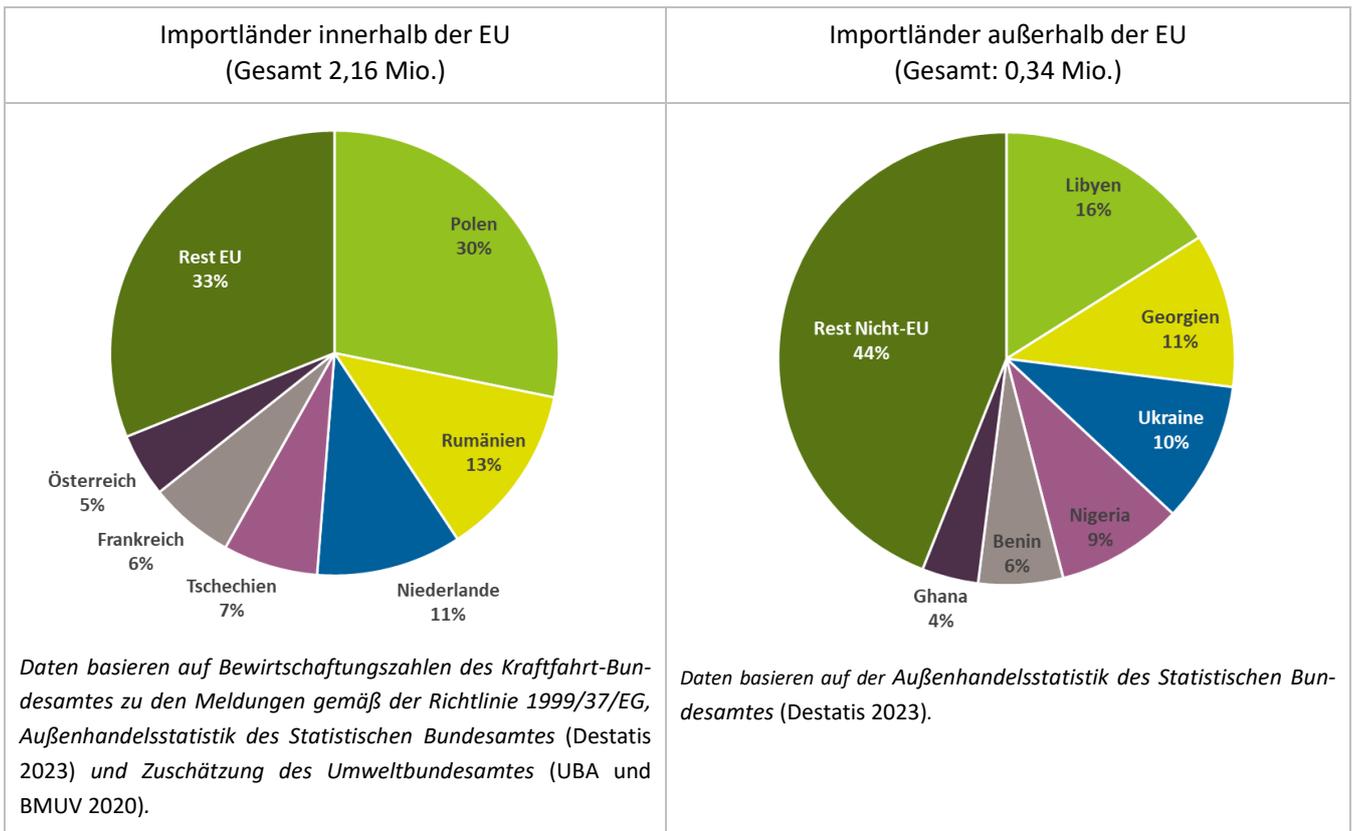
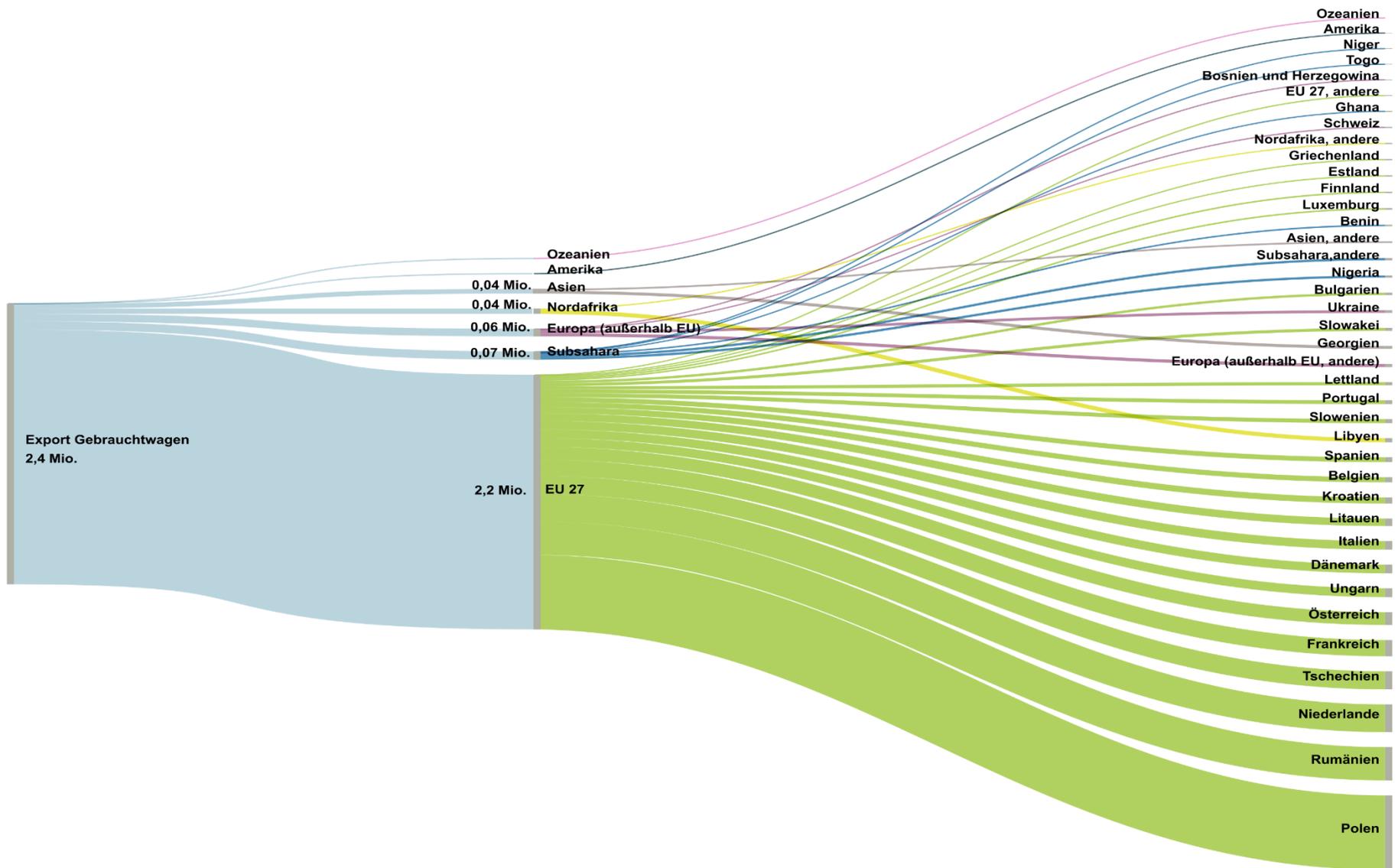


Abbildung 6: Importländer (innerhalb und außerhalb der EU) von deutschen Gebrauchtwagen bis 3,5 Tonnen für das Jahr 2019

Abbildung 7 visualisiert den globalen Export von Gebrauchtwagen aus Deutschland. Die Ermittlung der Datenbasis setzt sich aufgrund des Meldesystems innerhalb der EU aus drei verschiedenen Quellen zusammen. Gebrauchtwagenexporte innerhalb der EU müssen von Akteuren erst ab einem Handelsvolumen von 500.000 € gemeldet werden und gehen auch dann erst in die Außenhandelsstatistik ein. Da die Mehrzahl der Gebrauchtwagenexporte unterhalb dieser Meldepflicht fällt, sind die Daten in der Außenhandelsstatistik für die EU-Länder unterrepräsentiert. Diese können erst über das europäische Nachrichtenaustauschsystem über Fahrzeuganmeldungen nach deren vorübergehende Stilllegung ermittelt werden. Das Kraftfahrtbundesamt sammelt diese Daten und das Umweltbundesamt wertet die Datensätze aus, um den Jahresbericht für die Altfahrzeug-Verwertungsquoten¹ zusammenzustellen. Vom Umweltbundesamt werden noch Zuschätzungen auf Basis von landesspezifischen Besonderheiten vorgenommen. Daraus ergibt sich die vollständigste verfügbare Datenbasis zum Gebrauchtwagenexport für Deutschland.

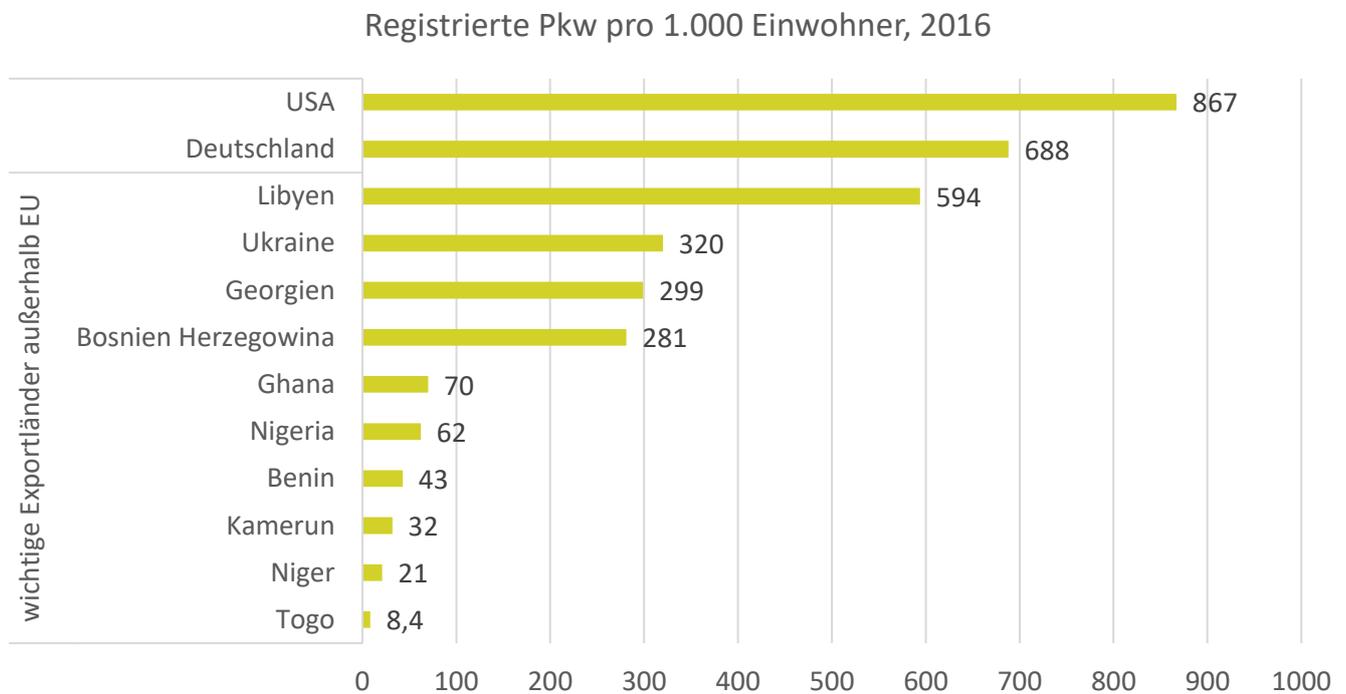
¹ nach Art. 7 Abs. 2 der Altfahrzeug-Richtlinie 2000/53/EG.



Quelle: Daten basieren auf Bewirtschaftungszahlen des Kraftfahrt-Bundesamtes zu den Meldungen gemäß der Richtlinie 1999/37/EG, Außenhandelsstatistik des Statistischen Bundesamtes (Destatis 2023) und Zuschätzung des Umweltbundesamtes (UBA und BMUV 2020)

Abbildung 7: Internationale Ströme des deutschen Gebrauchtwagenexports (Pkw, Wohnmobile und leichte Nutzfahrzeuge) für das Jahr 2019

Potenzielle negative Effekte kann es geben, wenn deutlich mehr Fahrzeuge aus Deutschland in den Gebrauchtwagenmarkt kommen und diese in Länder mit geringerem Motorisierungsgrad exportiert werden. Im Gegensatz zu Deutschland und vielen EU Staaten ist in einigen Zielländern der Bedarf an privater Motorisierung noch nicht im Bereich der Sättigung. Importe von Gebrauchtwagen sorgen hier nicht notwendigerweise für die Verdrängung älterer, klimaschädlicherer Fahrzeuge. Gerade in Ländern des globalen Südens und Schwellenländern nimmt die Motorisierung noch zu. Abbildung 8 zeigt die zugelassenen Pkw pro 1.000 Einwohner für die wichtigsten Zielländer der deutschen Gebrauchtwagenexporte außerhalb der EU. Die registrierten Pkw pro 1.000 Einwohner eines Landes sind ein Indikator für die Pkw-Motorisierung einer Gesellschaft. Gerade die Importländer außerhalb der EU weisen einen noch sehr geringen Grad der Motorisierung auf. Hier könnten verstärkte und unregelte Importe aus Deutschland dann einerseits zwar die dortige Fahrzeugflotte „modernisieren“, andererseits aber auch zu einem Wachstum der Fahrzeugflotten führen.



Daten mit abweichenden Jahr: USA=2015; Libyen=2013; Ukraine=2014.

Quelle: Eigene Darstellung, Daten basierend auf WHO, Global Health Observatory und United Nations - Population Division (UN 2022; WHO 2023).

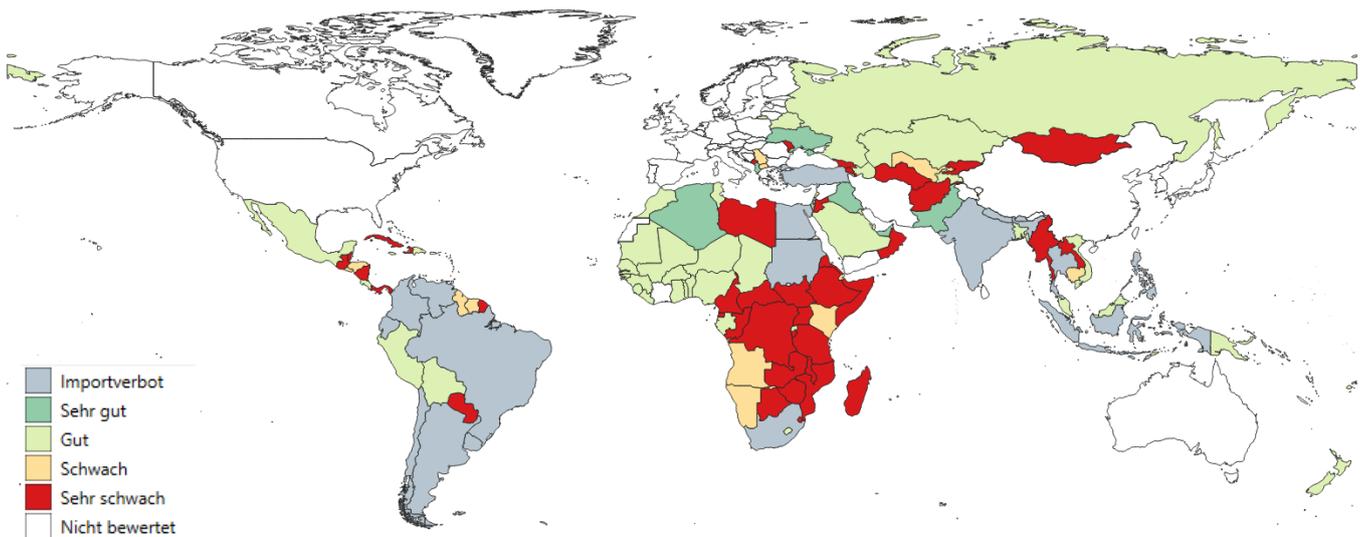
Abbildung 8: Registrierte Fahrzeuge pro 1.000 Einwohner nach Ländern für das Jahr 2016

In den letzten Jahren wurden die Importbestimmungen in einigen Ländern außerhalb der EU für gebrauchte Pkw bereits verschärft. So gibt es Länder, die den Import von gebrauchten Pkw ganz verbieten (z.B. Ägypten, Türkei und Südafrika); Mindestanforderungen für Emissionsstandards vorgeben (EURO-Stufen) oder Begrenzungen beim Fahrzeugalter machen. Die UNEP hat in einer Studie von (2020) ein Ranking zu Umweltauflagen bezüglich Gebrauchtwagenimport entwickelt. 146 Länder werden wie folgt bewertet:

- „Sehr gut“: mindestens EURO 5 Standard und/oder Fahrzeugalter von kleiner gleich drei Jahren

- „Gut“: EURO 4 Standard und/oder maximales Fahrzeualter zwischen vier und fünf Jahren
- „Schwach“: EURO 3 Standard und/oder maximales Fahrzeualter zwischen sechs und acht Jahren
- „Sehr schwach“: Kein EURO Standard und/oder maximales Fahrzeualter über neun Jahre oder keine Altersbegrenzung
- Länder mit Importverbot von Gebrauchtwagen sind extra ausgewiesen

Abbildung 9 zeigt das Ergebnis des Rankings in einer Weltkarte. Einige wichtige Zielländer von deutschen Gebrauchtwagen wie Libyen und Georgien schneiden hier noch sehr schwach ab. Ein Teil der Länder der Subsahara, wie unter anderem Nigeria und Benin, werden in ihren Umwelthanforderungen dagegen als „gut“ bewertet. Diese recht neue Entwicklung ist auf eine regulatorische Initiative der ECOWAS zurückzuführen und setzt zunehmend strengere Vorgaben bezüglich des Gebrauchtwagenimports¹. Inwiefern die Auflagen erfolgreich von den Ländern umgesetzt werden und wie schnell sich das auf die Gebrauchtwagenströme auswirkt kann noch nicht abgeschätzt werden.



Quelle: Kartographie eigene Darstellung, Datenbasis (UNEP 2021).

Abbildung 9: Globales Ranking nach Umweltauflagen für Gebrauchtwagenimport 2021

Dies können Schritte in die richtige Richtung sein. Das reine Importverbot von Gebrauchtwagen wird aber auch kritisch bewertet. Fehlende Gebrauchtfahrzeuge im Markt können aufgrund der geringeren Kaufkraft in diesen Ländern nicht komplett von Neufahrzeugen er-

¹ Im September 2020 verabschiedeten die 15 Mitgliedstaaten der Wirtschaftskommission der westafrikanischen Staaten (ECOWAS) die erste regional harmonisierte Fahrzeugverordnung für Neu- und Gebrauchtfahrzeuge in Afrika. Die Richtlinie schreibt vor, dass importierte neue und gebrauchte Benzin- und Dieselfahrzeuge ab Januar 2021 mindestens den Standard EURO 4/IV erfüllen müssen. Außerdem wird eine Altersbeschränkung von 5 Jahren für leichte Nutzfahrzeuge und 10 Jahren für schwere Nutzfahrzeuge vorgeschrieben.

setzt werden. Das führt zu einer Verteuerung der Fahrzeuge insgesamt, denn für einen exportierten Gebrauchtwagen in die Subsahara wird heute nur ein Wert von 1.570 € angegeben gegenüber einem Wert 16.300 € pro Gebrauchtwagen für den europäischen Markt außerhalb der EU (Destatis 2023). Außerdem können junge Gebrauchtfahrzeuge aus Deutschland unter Umständen bessere Emissionsstandards als Neufahrzeuge aus der nationalen Eigenproduktion aufweisen. Der Schwerpunkt sollte vielmehr auf der Umsetzung der UNECE Standards¹ für Neuwagen- und Gebrauchtwagenimporten liegen (Ayeter et al. 2021).

Neben strengeren Importvorgaben in den Zielländern von Gebrauchtwagen sind auch Auflagen für den Export aus Deutschland und der EU als wichtige Quellregion ein regulatorischer Hebel zur Eindämmung des Exports von besonders umweltschädlichen Altfahrzeugen. 2023 stellte die EU Kommission den Vorschlag zur Neuauflage der Altfahrzeug-Richtlinie vor (EU Kommission 2023). Die Hauptzielsetzung der neuen Richtlinie ist die Regelung der Wiederverwendung, des Recyclings und der Verwertung von Altfahrzeugen. Der Vorschlag enthält aber auch ein Kapitel über Gebrauchtfahrzeuge und deren Export. Dort werden Vorgaben zu den Anforderungen gemacht, die ein Gebrauchtfahrzeug erfüllen muss, damit es exportiert werden darf. Dazu wurde ein Kriterienkatalog ausgearbeitet, der Altfahrzeuge von Gebrauchtfahrzeugen unterscheidet.

Der Export von schrottreifen Altfahrzeugen ist schon in der alten Altfahrzeugverordnung verboten, es existieren aber zahlreiche Schlupflöcher, diese dennoch als Gebrauchtwagen zu exportieren. Die Fahrzeuge müssen nach dem neuen Vorschlag eine Verkehrstauglichkeit nach Richtlinie 2014/45/EU nachweisen, beispielsweise über einen gültigen TÜV. Damit soll verhindert werden, dass schrottreife Fahrzeuge ins EU-Ausland gelangen und dort einer nicht regulierten Demontage unterzogen werden, oder gar wieder auf die Straße gelangen. Dieser Vorschlag wird nun vom Europäischen Parlament und vom Rat im Rahmen des ordentlichen Gesetzgebungsverfahrens geprüft. Jedoch wären auch noch striktere Auflagen für den Export von Gebrauchtfahrzeugen denkbar, bspw. über EURO-Stufen.

Die Neuanschaffung von Elektro-Pkw selbst ändert jedoch zunächst einmal recht wenig an diesen Gebrauchtwagenströmen. Potenzielle negative Klimaeffekte kann es nur geben, wenn deutlich mehr Fahrzeuge aus Deutschland in Länder mit wachsendem Motorisierungsbedarf kommen. Das ist bisher jedoch nicht der Fall und wäre durch verschiedene bereits existierende Regulierungen auch stark eingeschränkt. Das Thema Gebrauchtwagenexporte und ihre Umweltwirkungen in anderen Ländern ist daher im Wesentlichen unabhängig von der Elektrifizierung in Deutschland zu betrachten und zu adressieren.

¹ United Nations Economic Commission for Europe (UNECE). Diese Kommission entwickelte über das World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations (WP.29) weltweit harmonisierte Regelungen für Kraftfahrzeuge. Sie verfügen über äquivalente der Emissionsregelungen (ECE) für alle europäischen Euro Standards bis EURO 5.

7 Fazit

Die Entscheidung für ein Elektroauto ist fast immer die klimafreundlichere Option, wenn man den gesamten Lebensweg von Neufahrzeugen betrachtet. Dies liegt vor allem an den geringeren Klimagasemissionen der Fahrzeugnutzung, da Strom in Deutschland bereits zu mehr als der Hälfte und mit wachsendem Anteil mit erneuerbaren Energien produziert wird. Die gegenüber Verbrennern deutlich höheren Herstellungsemissionen von Elektroautos können durch die niedrigen Nutzungsemissionen bei durchschnittlicher Lebensfahrleistung mehr als ausgeglichen werden. Die Entscheidung für ein neues Elektroauto spart gegenüber einem neuen Verbrenner über den Lebensweg etwa 48 Prozent Treibhausgasemissionen ein, wenn man den geplanten weiteren Ausbau der Erneuerbaren berücksichtigt.

Viele Fahrzeugbesitzer*innen stellen sich jedoch die Frage, ob sie die Anschaffung eines Elektroautos aus ökologischen Gründen dann nicht sogar vorziehen sollen oder ob es umgekehrt nicht besser ist, den alten Verbrenner weiterzufahren, um die Herstellungsemissionen von Elektroautos zu vermeiden. **Auch wenn die Bilanz je nach gezogener Bilanzgrenze und individuellem Nutzungsmuster leicht unterschiedlich ausfällt, der Umstieg auf den neuen Elektro-Pkw ist aus Klimasicht fast immer sinnvoller als den alten Verbrenner weiterzufahren.** Und: Für das Klima ist es sogar besser, den Umstieg vorzuziehen als hinauszuzögern, wie Kapitel 3 zeigt.

In der Bilanzgrenze des Fahrzeuglebens werden die Lebenszyklusemissionen von Verbrenner-Pkw durch die direkten Emissionen während ihrer Nutzung dominiert. Der Klimavorteil einer Nutzung von Elektroautos ist gegenüber Verbrenner-Pkw jedoch bereits heute so groß, dass ein Wechsel fast immer sinnvoll ist. Ähnliches gilt auch für viele andere Produkte, bei denen die Emissionen über den Lebensweg tendenziell stärker durch die Nutzung als durch ihre Herstellung bestimmt werden (z.B. Kühlschränke oder Waschmaschinen). Hier gilt auch: Der vorzeitige Umstieg auf die effizientere Technologie, auch noch vor dem Lebensende des bisher eingesetzten Produkts, spart auf lange Sicht Klimagasemissionen ein. Das alte ineffiziente Produkt sollte dabei nicht zusätzlich weiterbetrieben werden. Bei Autos bilden allein ausgeprägte „Garagenwagen“ mit Jahresfahrleistungen unter 3.000 km heute noch eine Ausnahme.

Viele Nutzer*innen behalten ihr Fahrzeug jedoch nicht über das gesamte Fahrzeugleben, sondern geben dieses als Erstnutzer*in einige Jahre nach dem Neukauf an eine*n Zweitnutzer*in ab. Dann fallen zwar die Herstellungsemissionen in den Nutzungszeitraum des*r Erstnutzers*in, von den verbesserten Nutzungsemissionen profitiert jedoch auch jede*r Folgenutzer*in. Es ist daher sinnvoll, die Herstellungsemissionen dann gedanklich auf die Lebensfahrleistung umzulegen und beiden einen gerechten Anteil an diesen zuzurechnen. Eine solche „Abschreibung“ der herstellungsbedingten Klimalasten bietet eine gute Grundlage für individuelle Entscheidungen und zeigt ebenfalls, dass ein Umstieg auf Elektrofahrzeuge in den meisten Fällen klimafreundlicher ist.

Aus Sicht der nationalen Klimabilanz ist es also eindeutig positiv, Elektro-Pkw in den Markt zu bringen. In einer globalen Perspektive werden alte Verbrenner-Pkw aus Deutschland in vielen Fällen natürlich trotzdem weitergenutzt. Dann ersetzen sie jedoch in der Regel zunächst noch ältere (und weniger effiziente) Verbrenner an anderer Stelle. Zu einem späteren Zeitpunkt wird erwartet, dass zunehmend auch E-Pkw aus Deutschland exportiert werden und in den Exportstaaten sukzessive die Verbrenner ersetzen können. **Auch mit Blick auf die internationale Klimabilanz ist der nationale Hochlauf an Elektro-Pkw daher wichtig und sinnvoll.** Potenziell können die Hürden für die Weiternutzung ineffizienter Verbrenner

in den Importstaaten jedoch geringer sein als in Deutschland, wenn z.B. technische Überwachung weniger strikt betrieben wird, Reparaturkosten geringer sind, keine Umweltzonen existieren oder die nötige Infrastruktur für E-Pkw nicht aufgebaut wird.

Die Neuanschaffung von Elektro-Pkw selbst ändert jedoch zunächst einmal recht wenig an den bereits bestehenden Gebrauchtwagenströmen. Potenzielle negative Effekte könnte es nur dann geben, wenn plötzlich deutlich mehr Altfahrzeuge aus Deutschland überwiegend in Länder mit wachsendem Motorisierungsbedarf exportiert werden. Das ist bisher jedoch nicht der Fall und wäre durch verschiedene bereits existierende Regulierungen auch stark eingeschränkt. Denn sowohl die Exportbestimmungen in der EU als auch die Importbestimmungen in einigen Ländern außerhalb der EU wurden in den letzten Jahren deutlich verschärft.

8 Quellen

- Agora Verkehrswende (2019): Klimabilanz von Elektroautos. Einflussfaktoren und Verbesserungspotenzial. AGORA Verkehrswende., Berlin. https://www.agora-verkehrswende.de/fileadmin/Projekte/2018/Klimabilanz_von_Elektroautos/Agora-Verkehrswende_22_Klimabilanz-von-Elektroautos_WEB.pdf (07.05.2019).
- Allekotte, M.; Biemann, K.; Colson, M.; Fehrenbach, H.; Heidt, C.; Knörr, W.; Kräck, J. (2022): Aktualisierung des „Daten- und Rechenmodells: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland (TREMODO)“ und der Datenbank „Mobile Maschinen und Geräte (TREMODO-MM)“ 2021. ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung. Im Auftrag des Umweltbundesamtes., Heidelberg.
- Ayeter, G. K.; Mbonigaba, I.; Sackey, M. N.; Andoh, P. Y. (2021): Vehicle regulations in Africa: Impact on used vehicle import and new vehicle sales. In: *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*. Vol. 10, S. 100384. DOI: [10.1016/j.trip.2021.100384](https://doi.org/10.1016/j.trip.2021.100384).
- Biemann, K.; Helms, H.; Münter, D.; Liebich, A.; Pelzeter, J.; Kämper, C. (o.J.): Analyse der Umweltbilanz von Kraftfahrzeugen mit alternativen Antrieben oder Kraftstoffen auf dem Weg zu einem treibhausgasneutralen Verkehr. UBA TEXTE ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg. Im Auftrag des Umweltbundesamtes. Noch nicht veröffentlicht, Dessau.
- DAT Report (2021): DAT Report. Datenstand Januar 2021. Deutsche Automobil Treuhand GmbH, Osterfildern.
- Destatis (2023): Außenhandelsstatistik. 51000-0016. Statistisches Bundesamt (Destatis), Wiesbaden. <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online> (06.10.2023).
- Eisenmann, C.; Köhler, K.; Schulz, A.; Seiffert, I.; Gaus, D.; Link, H. (2022): Verkehr in Zahlen 2022/2023. Verkehr in Zahlen Kraftfahrt-Bundesamt, Flensburg.
- EU Kommission (2023): Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on circularity requirements for vehicle design and on management of end-of-life vehicles, amending Regulations (EU) 2018/858 and 2019/1020 and repealing Directives 2000/53/EC and 2005/64/EC. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2023%3A451%3AFIN&qid=1689318552193> (05.10.2023).
- forsa (2014): Forsa-Umfrage. Im Auftrag von CosmosDirekt. <https://www.presseportal.de/pm/63229/2862942> (25.09.2023).
- Hill, N.; Amaral, S.; Morgan-Price, S.; Nokes, T.; Bates, J.; Helms, H.; Fehrenbach, H.; Biemann, K.; Abdalla, N.; Jöhrens, J.; Cotton, E.; German, L.; Harris, A.; Ziem-Milojevic, S.; Haye, S.; Sim, C.; Bauen, A. (2020): Determining the environmental impacts of conventional and alternatively fuelled vehicles through LCA. Final Report for the European Commission, DG Climate Action Ricardo Energy & Environment, ifeu - Institut für Energie und Umweltforschung, E4tech, Didcot. https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/transport/vehicles/docs/2020_study_main_report_en.pdf (16.10.2020).
- infrast; DLR; IVT; infrast 360 (2018): Mobilität in Deutschland – Tabellarische Grundausswertung. Im Auftrag des Bundesministers für Verkehr und digitale Infrastruktur (FE-Nr. 70.904/15). Bonn, Berlin. www.mobilitaet-in-deutschland.de (25.09.2023).
- Kämper, C.; Helms, H.; Biemann, K. (2020): Wie klimafreundlich sind Elektroautos? ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg. Im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit. S. 7. https://www.bmvv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Verkehr/e-mob_klimabilanz_bf.pdf (21.11.2022).
- Kraftfahrt-Bundesamt (2023): Fahrzeugalter - Bestand nach Fahrzeugalter. Stand Januar 2023. <https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Fahrzeugal->

ter/2022/2022_b_alter_kfz_zeitreihen.html?nn=3524968&fromStatistic=3524968&yearFilter=2022&fromStatistic=3524968&yearFilter=2022.
(02.10.2023).

UBA; BMU (2019): Jahresbericht über die Altfahrzeug-Verwertungsquoten in Deutschland im Jahr 2019 nach Art. 7 Abs. 2 der Altfahrzeug-Richtlinie 2000/53/EG. Umweltbundesamt (UBA), Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), Dessau, Berlin. https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Verkehr/jahresbericht_alfahrzeug_verwertungsquoten_2019_bf.pdf
(02.10.2023).

UBA; BMUV (2020): Jahresbericht über die Altfahrzeug-Verwertungsquoten in Deutschland im Jahr 2020 nach Art. 7 Abs. 2 der Altfahrzeug-Richtlinie 2000/53/EG. Umweltbundesamt (UBA). Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV).

UN (2022): 2022 Revision of World Population Prospects. United Nations (UN). Population Division. <https://population.un.org/wpp/> (06.10.2023).

UNEP (2020): Used vehicles and the environment: A global Overview of used light duty vehicles: Flow, Scale and Regulation. UN Environment Programme. <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/34175/UVE.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (22.09.2023).

UNEP (2021): Used vehicles and the environment: A global Overview of used light duty vehicles: Flow, Scale and Regulation. Update and Progress. UN Environment Programme. http://sustmob.org/UsedVehicles/usedvehicles_updatereport2021.pdf
(22.09.2023).

WHO (2023): The Global Health Observatory. World Health Organization (WHO), Genf. <https://www.who.int/data/gho/data/indicators/indicator-details/GHO/number-of-registered-vehicles> (06.10.2023).