

Ökonomische und ökologische Auswirkungen einer Verlängerung der Nutzungsdauer von elektrischen und elektronischen Geräten

Am Beispiel von Smartphones, Notebooks, Waschmaschinen,
Fernsehgeräte und E-Bikes (Pedelecs)

Studie im Auftrag der
Verbraucherzentrale Bundesverband (vzbv)

Freiburg, 17.12.2020

Autorinnen und Autoren

Ina Rüdener
Siddharth Prakash

Öko-Institut e.V.

Kontakt

info@oeko.de
www.oeko.de

Geschäftsstelle Freiburg
Postfach 17 71
79017 Freiburg

Hausadresse
Merzhauser Straße 173
79100 Freiburg
Telefon +49 761 45295-0

Büro Berlin
Borkumstraße 2
13189 Berlin
Telefon +49 30 405085-0

Büro Darmstadt
Rheinstraße 95
64295 Darmstadt
Telefon +49 6151 8191-0

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	4
Tabellenverzeichnis	5
Abkürzungsverzeichnis	7
Zusammenfassung	9
Summary	15
1 Einleitung und Zielsetzung	20
2 Methodik	22
3 Daten und Annahmen	25
3.1 Waschmaschinen	25
3.2 Notebooks	27
3.3 Smartphones	30
3.4 Fernsehgeräte	33
3.5 Exkurs: E-Bikes (Pedelecs)	36
4 Ergebnisse	39
4.1 Waschmaschinen	39
4.1.1 Klimawirkung	39
4.1.2 Lebenszykluskosten	40
4.2 Notebooks	42
4.2.1 Klimawirkung	42
4.2.2 Lebenszykluskosten	43
4.3 Smartphones	45
4.3.1 Klimawirkung	45
4.3.2 Lebenszykluskosten	46
4.4 Fernsehgeräte	47
4.4.1 Klimawirkung	47
4.4.2 Lebenszykluskosten	49
4.5 Exkurs: E-Bikes (Pedelecs)	50
4.5.1 Klimawirkung	50
4.5.2 Lebenszykluskosten	52
4.6 Zusammenfassung	53
5 Schlussfolgerungen	55
Literaturverzeichnis	57

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Übersicht, bei welchen Geräten sich ein Austausch aus Umweltsicht lohnt	21
Abbildung 4-1: Treibhauspotenzial Waschmaschinen über Betrachtungszeitraum (17 J.)	39
Abbildung 4-2: Lebenszykluskosten Waschmaschinen über Betrachtungszeitraum (17 J.)	41
Abbildung 4-3: Treibhauspotenzial Notebooks über Betrachtungszeitraum (10 J.)	42
Abbildung 4-4: Lebenszykluskosten Notebooks über Betrachtungszeitraum (10 J.)	44
Abbildung 4-5: Treibhauspotenzial Smartphones über Betrachtungszeitraum (7 J.)	45
Abbildung 4-6: Lebenszykluskosten Smartphones über Betrachtungszeitraum (7 J.)	46
Abbildung 4-7: Treibhauspotenzial Fernsehgeräte über Betrachtungszeitraum (13 J.)	48
Abbildung 4-8: Lebenszykluskosten Fernsehgeräte über Betrachtungszeitraum (13 J.)	49
Abbildung 4-9: Treibhauspotenzial E-Bikes (Pedelects) über Betrachtungszeitraum (15 J.)	50
Abbildung 4-10: Lebenszykluskosten E-Bikes (Pedelects) über Betrachtungszeitraum (15 J.)	52

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Einsparung / Unterschiede pro Gerät bzw. Nutzer*in über den Betrachtungszeitraum	11
Tabelle 2:	Hochrechnung: Einsparungen / Unterschiede in Deutschland über gesamten Betrachtungszeitraum	11
Tabelle 3:	Hochrechnung pro Jahr: jährliche Einsparungen bzw. Kostenunterschiede (LCC) in Deutschland	12
Table 4:	Saving/differences per device/user over the assessment period	17
Table 5:	Extrapolation: savings/differences in Germany over the entire assessment period	17
Table 6:	Extrapolation per year: annual savings/cost differences (LCCs) in Germany	18
Tabelle 3-1:	Bilanzierungsparameter für Waschmaschinen	25
Tabelle 3-2:	Bilanzierungsparameter für Notebooks	28
Tabelle 3-3:	Bilanzierungsparameter für Smartphones	30
Tabelle 3-4:	Bilanzierungsparameter für Fernsehgeräte	34
Tabelle 3-5:	Bilanzierungsparameter für E-Bikes	37
Tabelle 4-1:	Treibhauspotenzial Waschmaschinen über Betrachtungszeitraum (17 J.)	40
Tabelle 4-2:	Einsparpotenzial durch Waschmaschinen unterschiedlicher Lebens-/ Nutzungsdauer für ganz Deutschland	40
Tabelle 4-3:	Lebenszykluskosten Waschmaschinen über Betrachtungszeitraum (17 J.)	41
Tabelle 4-4:	Kosteneinsparungen durch Waschmaschinen unterschiedlicher Lebens-/ Nutzungsdauer für ganz Deutschland	42
Tabelle 4-5:	Treibhauspotenzial Notebooks über Betrachtungszeitraum (10 J.)	43
Tabelle 4-6:	Einsparpotenzial durch Notebooks unterschiedlicher Lebens-/ Nutzungsdauer für ganz Deutschland	43
Tabelle 4-7:	Lebenszykluskosten Notebooks über Betrachtungszeitraum (10 J.)	44
Tabelle 4-8:	Kosteneinsparungen durch Notebooks unterschiedlicher Lebens-/ Nutzungsdauer für ganz Deutschland	44
Tabelle 4-9:	Treibhauspotenzial Smartphones über Betrachtungszeitraum (7 J.)	45
Tabelle 4-10:	Einsparpotenzial durch Smartphones unterschiedlicher Lebens-/ Nutzungsdauer für ganz Deutschland	46
Tabelle 4-11:	Lebenszykluskosten Smartphones über Betrachtungszeitraum (7 J.)	47

Tabelle 4-12:	Kosteneinsparungen bzw. Mehrkosten durch Smartphones unterschiedlicher Lebens-/ Nutzungsdauer für ganz Deutschland	47
Tabelle 4-13:	Treibhauspotenzial Fernsehgeräte über Betrachtungszeitraum (13 J.)	48
Tabelle 4-14:	Einsparpotenzial durch Fernsehgeräte unterschiedlicher Lebens-/ Nutzungsdauer für ganz Deutschland	48
Tabelle 4-15:	Lebenszykluskosten Fernsehgeräte über Betrachtungszeitraum (13 J.)	49
Tabelle 4-16:	Kosteneinsparungen bzw. Mehrkosten durch Fernsehgeräte unterschiedlicher Lebens-/ Nutzungsdauer für ganz Deutschland	50
Tabelle 4-17:	Treibhauspotenzial E-Bikes (Pedelects) über Betrachtungszeitraum (15 J.)	51
Tabelle 4-18:	Einsparpotenzial durch E-Bikes unterschiedlicher Lebens-/ Nutzungsdauer für ganz Deutschland	51
Tabelle 4-19:	Lebenszykluskosten E-Bikes (Pedelects) über Betrachtungszeitraum (15 J.)	53
Tabelle 4-20:	Einsparung / Unterschiede pro Gerät bzw. Nutzer*in über den Betrachtungszeitraum	53
Tabelle 4-21:	Hochrechnung: Einsparungen / Unterschiede in Deutschland über gesamten Betrachtungszeitraum	54
Tabelle 4-22:	Hochrechnung pro Jahr: jährliche Einsparungen bzw. Kostenunterschiede (LCC) in Deutschland	54

Abkürzungsverzeichnis

CO ₂ e	CO ₂ -Äquivalente
ct.	Cent
€	Euro
GB	Gigabyte
GWP	Treibhauspotenzial (Global Warming Potential)
HH	Haushalte
J.	Jahre
kg	Kilogramm
kWh	Kilowattstunde
m ³	Kubikmeter
Mio.	Millionen
Mt	Megatonne (Millionen Tonnen)
p.a.	per annum (pro Jahr)
Pkw	Personenkraftwagen
SSD	Solid-State-Laufwerk (Solid-State-Drive)
t	Tonnen

Zusammenfassung

Einleitung und Zielsetzung

Seit einigen Jahren mehren sich die Hinweise darauf, dass die Lebens- bzw. Nutzungsdauer elektrischer und elektronischer Produkte gesunken ist. Neben technischen Defekten gibt es auch andere Gründe, weshalb Geräte früher ersetzt werden, z.B. softwareinduzierte Obsoleszenz oder der Wunsch nach neueren Geräten mit mehr oder besseren Funktionen (Prakash et al. 2016c). Langlebige Produkte und Verbraucher*innen, die die Geräte dann auch lange nutzen (wollen), sind also zwei Seiten derselben Medaille. Sowohl Hersteller von Produkten als auch Verbraucher*innen tragen Verantwortung für eine möglichst lange Produktnutzung.

Insbesondere wenn die Geräte frühzeitig nicht mehr funktionieren und eine Reparatur nicht möglich oder aus ökonomischen Gründen nicht sinnvoll ist, ist dies ein Nachteil für Verbraucher*innen, die das Gerät durch ein neues ersetzen müssen. Aber auch aus ökologischen Gründen ist eine lange Lebens- bzw. Nutzungsdauer bei den meisten Produkten im Hinblick auf Ressourcenverbrauch und Treibhauspotenzial vorteilhaft (vgl. z. B. Prakash und Rüdener (2018)).

Die Berücksichtigung von Lebensdauer und Reparierbarkeit steht in der Produktpolitik erst am Anfang. Beispielsweise wurden 2019 zum ersten Mal entsprechende Mindestanforderungen v.a. bezüglich der Reparierbarkeit und Ersatzteilverfügbarkeit in die Ökodesignverordnungen von sechs Produktgruppen aufgenommen (vgl. z. B. ECOS (2019)).

Dem Trend zu einer kürzeren Lebensdauer von Produkten steht der Wunsch zumindest von großen Teilen der Verbraucher*innen entgegen, Produkte länger zu nutzen.

Vor diesem Hintergrund versucht die vorliegende Studie, folgende Fragen am Beispiel der Produktgruppen Waschmaschinen, Notebooks, Smartphones, Fernseher sowie E-Bikes zu beantworten:

- Welche konkreten Erwartungen haben Verbraucher*innen an die Lebensdauer bestimmter Produkte?
- Welche ökonomischen Vorteile für die Haushalte gehen damit einher, wenn die Nutzungsdauer ihren Erwartungen entsprechen würde?
- Welche positive Wirkung hätte dies auf die Klimabilanz?

Methodik

Zunächst wurden für die betrachteten Produktgruppen Waschmaschinen, Notebooks, Smartphones und Fernseher die durchschnittliche und die von den Verbraucher*innen gewünschte Lebensdauer recherchiert, um auf dieser Grundlage zwei Szenarien für den Vergleich zu definieren¹:

- Status-Quo-Szenario: aktuelle durchschnittliche Situation
- Szenario verlängerte Lebens- und Nutzungsdauer

¹ Die Szenarienbildung für die Produktgruppe E-Bikes (Pedelects) unterscheidet sich von der hier für die restlichen Produktgruppen beschriebenen Logik.

Für beide Basisszenarien wurden für einen bestimmten Betrachtungszeitraum sowohl das über den gesamten Lebensweg verursachte Treibhauspotenzial (in kg CO₂-Äquivalenten) als auch die Kosten für die Verbraucher*innen (Lebenszykluskosten) ermittelt und miteinander verglichen.

Die Ergebnisse wurden auf drei Ebenen berechnet: Ebene 1 (für den/die einzelne*n Nutzer*in), Ebene 2 (für ganz Deutschland, über den jeweiligen Betrachtungszeitraum) und Ebene 3 (für ganz Deutschland, jährlich).

Folgende für die Bilanzierung relevanten Parameter wurden für die betrachteten Produktgruppen recherchiert bzw. festgelegt: Anschaffungspreise, Klimawirkung der Herstellung der Geräte, Verbrauchswerte, Effizienz der genutzten Geräte und Reparaturen.

Nicht berücksichtigt wurden die Kosten und das Treibhauspotenzial der Distribution bzw. Lieferung und der Entsorgung der Geräte; sowie das Treibhauspotenzial der Lieferung der Ersatzteile, der Anfahrt des Monteurs bzw. der Fahrt des Verbrauchers zum Reparaturdienstleister.

Neben den Grundszenarien wurde der Einfluss bestimmter Parameter auf die Ergebnisse mit Hilfe von Sensitivitätsanalysen oder alternativer Szenarien geprüft. Der geografische Bezugsraum der Auswertung ist Deutschland. Grundsätzlich wurden die Annahmen eher konservativ getroffen. Die so erhaltenen Ergebnisse sind daher eher als Mindestwerte zu verstehen, die ggf. eher positiver im Sinne der gewünschten verlängerten Lebens- bzw. Nutzungsdauer ausfallen können.

Daten und Annahmen

Die Berechnungen wurden für insgesamt fünf Produktgruppen (Waschmaschinen, Notebooks, Smartphones, Fernseher sowie E-Bikes) durchgeführt. Hierfür wurden die beiden Grundszenarien sowie die Sensitivitätsanalysen für jede Produktgruppe mit Hilfe von Annahmen spezifiziert, die soweit möglich auf bestehenden Studien basieren. Die Vergleiche wurden anhand von „typischen“ Produkten durchgeführt.

Abweichend von der Bilanzierung der anderen Produktgruppen, bei denen die derzeit realen Verhältnisse (Status-Quo-Szenario) bzw. ein hypothetisches Szenario auf Grundlage der Wunschlebensdauer abgebildet werden, wurde für E-Bikes eine Best Case / Worst Case-Abschätzung gemacht. Grund dafür ist einerseits die relativ schlechte Datengrundlage, was z.B. die durchschnittliche Nutzungsdauer, die Lebensdauer des Akkus oder die Wunschlebensdauer seitens der Verbraucher*innen angeht, andererseits der sich noch sehr dynamisch entwickelnde Markt – erst seit 5 bis 8 Jahren werden E-Bikes in nennenswertem Umfang genutzt, seither gab und gibt es weiterhin eine sehr rasante technologische Entwicklung und der Marktanteil entwickelt sich rasch. Darüber hinaus stellt sich hier insbesondere die Frage, wie günstige Discounter-Pedelecs oder andere, voraussichtlich kurzlebige, Neuentwicklungen im Verhältnis zu Marken-Rädern ökologisch und kostenmäßig abschneiden.

Ergebnisse

Tabelle 1 zeigt die Einsparungen bzw. die Unterschiede über den jeweiligen Betrachtungszeitraum pro Gerät bzw. Nutzer*in durch verlängerte Nutzungsdauer im Vergleich zum Status-Quo-Szenario. Es ist wichtig zu beachten, dass die Einsparungen beim Treibhauspotenzial bzw. die Lebenszykluskosten für unterschiedliche Zeitspannen gelten, da die gewünschte verlängerte Lebens- bzw. Nutzungsdauer für jedes Gerät unterschiedlich ist.

Tabelle 1: Einsparung / Unterschiede pro Gerät bzw. Nutzer*in über den Betrachtungszeitraum

	Betrachtungszeitraum	Klimawirkung (Treibhauspotenzial)	Lebenszykluskosten
Waschmaschinen (12 J. vs. 17 J.)	17 Jahre	-59 kg CO ₂ e	-43 €
Notebooks (5 J. vs. 10 J.)	10 Jahre	-197 kg CO ₂ e	-295 €
Smartphones (2,5 J. vs. 7 J.)	7 Jahre	-98 kg CO ₂ e	-242 €
Fernseher (6 J. vs. 13 J.)	13 Jahre	-657 kg CO ₂ e	-13 €
Exkurs: e-bikes (4 J. vs. 15 J.) (Best-case / Worse-case)	15 Jahre	-211 kg CO ₂ e	-50 bis -3.800 €
Exkurs: e-bikes (10 J. vs. 15 J.) (verlängerte vs. durchschnittliche Lebens- bzw. Nutzungsdauer)	15 Jahre	-22,5 kg CO ₂ e	-650 €

Quelle: Öko-Institut e.V.

Die Ergebnisse in den Sensitivitäts- bzw. Alternativszenarien weichen von den hier dargestellten Ergebnissen für die Grundszenarien in verschiedene Richtungen ab. Zum einen wurde deutlich, dass eine sehr kurze Lebens- bzw. Nutzungsdauer (Beispiel Waschmaschinen, E-Bikes) mit einem deutlich höheren Treibhauspotenzial einhergeht als bei einer mindestens durchschnittlichen Lebens- bzw. Nutzungsdauer. Zum anderen weisen die Anschaffungskosten eine hohe Variabilität auf, weshalb je nach Kaufpreis die Gesamtkosten einer verlängerten auch über denen einer durchschnittlichen oder kurzen Lebens- bzw. Nutzungsdauer liegen können.

Tabelle 2 zeigt die für ganz Deutschland hochgerechneten Einsparungen bzw. Unterschiede über den jeweiligen Betrachtungszeitraum für die betrachteten Grundszenarien. Die Zahlen spiegeln die Unterschiede wider, wenn alle Geräte in den Haushalten nicht die durchschnittliche, sondern eine verlängerte Lebens- bzw. Nutzungsdauer hätten. Für die Produktgruppe E-Bikes (Pedelecs) wurden die Ergebnisse nicht hochgerechnet.

Tabelle 2: Hochrechnung: Einsparungen / Unterschiede in Deutschland über gesamten Betrachtungszeitraum

	Betrachtungszeitraum	Klimawirkung Treibhauspotenzial	Lebenszykluskosten
Waschmaschinen (12 J. vs. 17 J.)	17 Jahre	-2,42 Mio. t CO ₂ e	-1.798 Mio. €
Notebooks (5 J. vs. 10 J.)	10 Jahre	-8,60 Mio. t CO ₂ e	-12.835 Mio. €
Smartphones (2,5 J. vs. 7 J.)	7 Jahre	-6,32 Mio. t CO ₂ e	-15.668 Mio. €
Fernseher (6 J. vs. 13 J.)	13 Jahre	-26,41 Mio. t CO ₂ e	- 543 Mio. €

Quelle: Öko-Institut e.V.

Tabelle 3 zeigt die für ganz Deutschland hochgerechneten jährlichen Einsparungen bzw. Unterschiede für die betrachteten Grundszenarien. Insgesamt können durch eine verlängerte Lebens- bzw. Nutzungsdauer der vier Produktgruppen jährlich knapp 4 Millionen Tonnen CO₂e eingespart

werden. Dies entspricht den Treibhausgasemissionen der Nutzung von rund 1,8 Millionen Pkw² bzw. etwa 0,5 % der jährlichen Treibhausgasemissionen Deutschlands (2019: 805 Mio. t CO₂)³.

Tabelle 3: Hochrechnung pro Jahr: jährliche Einsparungen bzw. Kostenunterschiede (LCC) in Deutschland

	Klimawirkung (Treibhauspotenzial)	Entspricht Anzahl Pkw	Lebenszykluskosten
Waschmaschinen (12 J. vs. 17 J.)	-0,14 Mio. t CO ₂ e	-66.000	-106 Mio. €
Notebooks (5 J. vs. 10 J.)	-0,86 Mio. t CO ₂ e	-405.600	-1.283 Mio. €
Smartphones (2,5 J. vs. 7 J.)	-0,90 Mio. t CO ₂ e	-424.500	-2.238 Mio. €
Fernseher (6 J. vs. 13 J.)	-2,03 Mio. t CO ₂ e	-957.400	-42 Mio. €
	-3,93 Mio. t CO₂e	-1.853.500	-3.669 Mio. €

Quelle: Öko-Institut e.V.

Schlussfolgerungen

Klimawirkung:

- Trotz sehr konservativer Annahmen ist das Treibhauspotenzial bei einer verlängerten Lebens- bzw. Nutzungsdauer bei allen betrachteten Produkten geringer als das Treibhauspotenzial bei durchschnittlicher oder sogar sehr kurzer Lebens- bzw. Nutzungsdauer. Insbesondere aufgrund der konservativen Herangehensweise können die Ergebnisse als richtungssicher gelten. Aus Umweltsicht ist eine verlängerte Lebens- bzw. Nutzungsdauer unbedingt wünschenswert.
- Bei Waschmaschinen und E-Bikes (Pedelecs) wird deutlich, dass eine Verlängerung über die aktuell durchschnittliche Lebens- bzw. Nutzungsdauer scheinbar nur geringe Einsparungen bringt. Aufgrund der genannten sehr konservativen Annahmen kann man davon ausgehen, dass die Einsparungen tendenziell unterschätzt sind.
- Ebenfalls bei Waschmaschinen und E-Bikes (Pedelecs) wird deutlich, dass eine sehr kurze Lebens- bzw. Nutzungsdauer mit einem deutlich höheren Treibhauspotenzial einhergeht als bei einer mindestens durchschnittlichen Lebens- bzw. Nutzungsdauer.

Lebenszykluskosten:

- Die Lebenszykluskosten bei einer verlängerten Lebens- bzw. Nutzungsdauer sind für die Verbraucher*innen in den meisten Fällen geringer als bei einer nur durchschnittlichen Lebens- bzw. Nutzungsdauer. Vor allem die Anschaffungskosten weisen jedoch eine hohe Variabilität auf, weshalb eindeutige Aussagen schwierig sind und je nach Kaufpreis die Gesamtkosten einer verlängerten auch über denen einer durchschnittlichen oder kurzen Lebens- bzw. Nutzungsdauer liegen können. Allgemein gilt, je größer der Unterschied bei den Kaufpreisen zwischen lang- und kurzlebiger Produktvariante ist, umso weniger „lohnt“ sich eine verlängerte Lebens- bzw. Nutzungsdauer für die Verbraucher*innen finanziell. Neben dem Kaufpreis fallen insbesondere

² Für die Umrechnung wurde von durchschnittlich 155,9 g/km CO₂-Emissionen (Statista (2020a)) und einer jährlichen Fahrleistung von 13.600 km ausgegangen (vgl. Kraftfahrt Bundesamt 2020).

³ <https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/bilanz-umweltbundesamt-1730880> (zuletzt abgerufen am 20.10.2020)

die Reparaturen stark ins Gewicht: Ihr Anteil an den Gesamtkosten ist in der Regel höher, teilweise sogar deutlich, als der Anteil der Reparaturen an der Klimawirkung über den Lebenszyklus.

- Über alle Produktgruppen summiert resultieren bei Betrachtung der Basisvarianten Kosteneinsparungen; insgesamt gesehen ist eine verlängerte Lebens- bzw. Nutzungsdauer von Produkten auch ökonomisch vorteilhaft für Verbraucher*innen.

Empfehlungen:

- Schon die Betrachtung eines relativ kleinen Ausschnitts von Produkten, die derzeit in privaten Haushalten genutzt werden, zeigt, dass eine verlängerte Lebens- bzw. Nutzungsdauer von Produkten ökologisch sinnvoll ist und maßgeblich zur Erreichung der gesetzten Klimaziele beitragen würde. Für Privathaushalte ist die verlängerte Lebens- bzw. Nutzungsdauer in den meisten Fällen auch ökonomisch tragfähig. Ziel sollte daher sein, dass möglichst langlebige und reparierbare Produkte hergestellt und von Verbraucher*innen gekauft werden und diese bei einem möglichen Defekt auch repariert werden.
- Um dieses Ziel zu erreichen, sind verschiedene Maßnahmen sinnvoll, die in ihrer Gesamtheit eine inhärent längere Lebensdauer von Produkten unterstützen, Reparaturen erleichtern und die Relation der Kosten von Neukauf und Reparatur zugunsten der Reparatur verändern. Beispiele für solche Maßnahmen sind:
 - Mindestanforderungen, beispielsweise bezüglich Haltbarkeit, Reparierbarkeit oder Garantieaussagen. Erste Ansätze für solche Anforderungen gibt es bereits im Rahmen der EU-Ökodesignverordnung (Richtlinie 2009/125/EG, vgl. auch ECOS (2019)), dies sollte unbedingt weiterverfolgt und ausgebaut werden.
 - Ökonomische Instrumente: Denkbar sind hier beispielsweise eine Senkung der Mehrwertsteuer für Reparaturdienstleistungen, eine steuerliche Absetzfähigkeit von Reparaturkosten, Förderung von langlebigen, reparaturfreundlichen, wiederaufbereiteten und gebrauchten Geräten im Rahmen der öffentlichen Beschaffung oder generell eine Internalisierung externer Umweltkosten.

Zum einen wird durch solche Maßnahmen der Produktion und Vermarktung inhärent kurzlebiger Produkte entgegengewirkt. Zum anderen werden Reparaturdienstleistungen dadurch günstiger. Dies trägt dem Umstand Rechnung, dass Reparaturkosten in Europa relativ teuer sind im Vergleich zum Preis von Neugeräten, die häufig in Billiglohnländern produziert werden.

- Gleichzeitig ist es auch wichtig, Verbraucher*innen über die ökologischen und ökonomischen Auswirkungen einer verlängerten Lebens- und Nutzungsdauer zu informieren und aufzuklären. Eine Vielzahl an Verbraucher*innen wünscht sich bereits eine lange Lebens- bzw. Nutzungsdauer von Produkten.

Summary

Introduction and objectives

For some years now, there have been growing indications that the lifespan and useful life of electric and electronic products are becoming shorter. Technical defects are not the only reason why devices are now replaced more quickly than they used to be. Other reasons include software-related obsolescence and the desire for newer devices with more or better functionality (Prakash et al. 2016c). This means that durable products and consumers who (want to) use their devices for a long time are actually two sides of the same coin. Both product manufacturers and consumers have a responsibility to ensure that products are used for as long as possible.

If devices stop working and it is not possible or financially viable to repair them, particularly when they are still fairly new, consumers are adversely affected because they have to buy a replacement. Products with a long lifespan and longterm usability are also environmentally advantageous in terms of resource consumption and global warming potential (see Prakash and Rüdener (2018), for example).

Lifespan and repairability have only recently begun to be factored into product policy. In 2019, for example, minimum requirements regarding reparability and the availability of spare parts were incorporated for the first time into the eco-design regulations for six product groups (see ECOS (2019), for example).

The trend for shorter-lived products goes against the wishes of many consumers who want to be able to use their products for longer.

Against this background, the study presented here tries to answer the questions below in respect of the following product groups: washing machines, laptops, smartphones, televisions and electric bikes:

- What do consumers specifically expect with regard to the lifespan of certain products?
- What would be the economic advantages for consumers if useful lives matched their expectations?
- How would this help to combat climate change?

Methodology

The first step was to research the average lifespans of the product groups of washing machines, laptops, smartphones and televisions and the lifespans that consumers want. This information was then used to define two scenarios for the comparison⁴:

- Status quo scenario: current average situation
- Longer lifespan and useful life scenario

⁴ The scenarios for the electric bikes product group (pedelecs) were not defined in the manner described here for the other product groups.

For the two baseline scenarios, the global warming potential (kg CO₂ equivalents) caused over the entire lifetime and the costs for consumers (lifecycle costs, LCCs) were determined and compared over a particular assessment period.

The results were calculated at three levels: level 1 (for the individual user), level 2 (for the whole of Germany, over the assessment period) and level 3 (for the whole of Germany, annual).

The following parameters of relevance to the calculation were researched/determined for the product groups: purchase prices, climate impact of the manufacturing process, consumption data, device efficiency and repairs.

The costs and the global warming potential of distributing, delivering and disposing of the devices were not taken into consideration. The global warming potential of delivering spare parts, the installer's travel and the consumer's journey to the repair shop were not considered either.

In addition to the baseline scenarios, the influence of certain parameters on the results was examined using sensitivity analyses or alternative scenarios. The territory covered by the study was Germany. Assumptions were fairly conservative on the whole. The results of the study should be seen as minimum values that, depending on the circumstances, could prove to be more positive in terms of the longer lifespan and useful life that consumers want.

Data and assumptions

The calculations were carried out for a total of five product groups (washing machines, laptops, smartphones, televisions and electric bikes). The two baseline scenarios and the sensitivity analysis were defined for each product group using assumptions that, where possible, were based on existing studies. The comparisons were conducted on the basis of 'typical' products.

Unlike the calculations for the other product groups, in which the actual current situation (status quo scenario) and a hypothetical scenario on the basis of the lifespan wanted by consumers were defined, a best-case/worst-case estimate was made for electric bikes. This is firstly because of the relatively poor availability of data on, for example, average useful life, the lifespan of the battery and the lifespan wanted by consumers and secondly because the market is still expanding very rapidly. Electric bikes have only been in use on a meaningful scale in the past five to eight years. In that time, the technology has evolved very quickly and continues to do so. Market share is growing at a fast pace too. Another important question in this context is how the budget pedelecs offered by discounters and other, probably short-lived new designs, measure up against brand-name bikes in terms of green credentials and costs.

Results

Table 4 shows the savings and differences per device/user over the assessment period as a result of extending the useful life compared with the status quo scenario. It is important to note that the savings for global warming potential and lifecycle costs relate to different time frames because the lifespan and useful life wanted by consumers vary for each device.

Table 4: Saving/differences per device/user over the assessment period

	Assessment period	Climate impact (global warming potential)	Lifecycle costs
Washing machines (12 vs. 17 years)	17 years	-59 kg CO ₂ e	-€ 43
Laptops (5 vs. 10 years)	10 years	-197 kg CO ₂ e	-€ 295
Smartphones (2.5 vs. 7 years)	7 years	-98 kg CO ₂ e	-€ 242
Televisions (6 vs. 13 years)	13 years	-657 kg CO ₂ e	-€ 13
Electric bikes (best case/worst case scenario) (4 vs. 15 years)	15 years	-211 kg CO ₂ e	-€ 50 to -€ 3,800
Electric bikes (10 vs. 15 years) (extended vs. Average lifespan and useful life)	15 years	-22.5 kg CO ₂ e	-€ 650

Source: Öko-Institut e.V.

The results in the sensitivity analyses/alternative scenarios deviate from the results shown here for the baseline scenarios in different ways. Firstly, it became clear that a very short lifespan and useful life (e.g. washing machines and electric bikes) result in much higher global warming potential than an average or longer lifespan and useful life. Secondly, purchase costs vary significantly. Consequently, the total costs of a longer lifespan and useful life may be higher than the total costs of an average or short lifespan and useful life, depending on the purchase price.

Table 5 shows the savings/differences extrapolated for the whole of Germany over the assessment period in the baseline scenarios. The figures reflect the differences if all the devices used by consumers had a longer rather than average lifespan and useful life. The results were not extrapolated for the electric bikes product group (pedelecs).

Table 5: Extrapolation: savings/differences in Germany over the entire assessment period

	Assessment period	Climate impact (global warming potential)	Lifecycle costs
Washing machines (12 vs. 17 years)	17 years	-2.42 million t CO ₂ e	-€ 1,798 million
Laptops (5 vs. 10 years)	10 years	-8.60 million t CO ₂ e	-€ 12,835 million
Smartphones (2.5 vs. 7 years)	7 years	-6.32 million t CO ₂ e	-€ 15,668 million
Televisions (6 vs. 13 years)	13 years	-26.41 million t CO ₂ e	-€ 543 million

Source: Öko-Institut e.V.

Table 6 shows the annual savings/differences extrapolated for the whole of Germany in the baseline scenarios. A longer lifespan and useful life for the four product groups could mean total savings of almost four million tonnes of CO₂e per year.

This is equivalent to the annual greenhouse gas emissions of around 1.8 million cars⁵ or roughly 0.5 percent of Germany's annual greenhouse gas emissions (2019: 805 million t CO₂).⁶

Table 6: Extrapolation per year: annual savings/cost differences (LCCs) in Germany

	Climate impact (global warming potential)	Equivalent number of cars	Lifecycle costs
Washing machines (12 vs. 17 years)	-0.14 million t CO ₂ e	-66,000	-€ 106 million
Laptops (5 vs. 10 years)	-0.86 million t CO ₂ e	-405,600	-€ 1,283 million
Smartphones (2.5 vs. 7 years)	-0.90 million t CO ₂ e	-424,500	-€ 2,238 million
Televisions (6 vs. 13 years)	-2.03 million t CO ₂ e	-957,400	-€ 42 million
	-3.93 million t CO₂e	-1,853,500	-€ 3,669 million

Source: Öko-Institut e.V.

Conclusions

Climate impact:

- Despite very conservative assumptions, the global warming potential of all the products is lower for a longer lifespan and useful life than for an average or even very short lifespan and useful life. The results can be regarded as reliable, especially given the conservative approach. From an environmental perspective, an extended lifespan and useful life is very desirable.
- In the case of washing machines and electric bikes (pedelecs), it is clear that extending the lifespan and useful life beyond the current average apparently only generates small savings. Given the aforementioned very conservative assumptions, it is likely that the savings have tended to be underestimated.
- In the case of washing machines and electric bikes, it is likewise clear that a very short lifespan and useful life result in much higher global warming potential than an average or longer lifespan and useful life.

Lifecycle costs:

- In most cases, the lifecycle costs incurred by consumers for a longer lifespan and useful life are lower than for an average lifespan and useful life. However, purchase costs in particular vary significantly. It is therefore difficult to make definitive statements and, depending on the purchase price, the total costs for a longer lifespan and useful life may be higher than the total costs for an average or short lifespan and useful life. As a rule of thumb, the bigger the difference between the

⁵ The equivalent number was based on average CO₂ emissions of 155.9 g/km (Statista (2020a)) and annual driving distances of 13,600km (see German Federal Motor Transport Authority (KBA) 2020).

⁶ <https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/bilanz-umweltbundesamt-1730880> (last downloaded on 20 October 2020).

purchase prices of long-lasting and short-lived product variants, the smaller the financial benefit for the consumer of a longer lifespan and useful life.

Repairs are another important factor besides the purchase price because they usually make up a – sometimes significantly – higher proportion of the total costs than the proportion of the climate impact attributable to repairs during the lifecycle.

- Across all product groups, there are cost savings in respect of the basic variants. Overall, products with a longer lifespan and useful life are also financially advantageous for consumers.

Recommendations:

- Analysis of even a relatively small selection of products currently used by consumers shows that products with a longer lifespan and useful life are better for the environment and would make a considerable contribution to achieving the climate change targets that have been set. Moreover, a longer lifespan and useful life is usually financially acceptable to consumers. The aim should thus be to manufacture products that are as durable and easy to repair as possible, and for consumers to buy such products and have them repaired if they develop defects.
- To achieve this aim, various measures are needed that, taken together, would help to create inherently longer-lasting products, facilitate repairs and tip the balance between the cost of a new purchase and the cost of repair in favour of repair. Such measures could include:
 - Minimum requirements, e.g. regarding durability, repairability and warranty commitments. Initial efforts to implement such requirements can be found in the EU's eco-design regulations (Directive 2009/125/EC; see also ECOS (2019)). It is vital that these efforts are continued and expanded.
 - Economic instruments: Possibilities include reducing the VAT on repair services, making repair costs tax deductible, encouraging the procurement of durable, repairable, reconditioned and second-hand devices by the public sector and, in general, internalising external environmental costs.

Firstly, such measures would help to counteract the manufacturing and marketing of inherently short-lived products. Secondly, they would make repair services cheaper. This would help to mitigate the effect of high repair costs in Europe relative to the price of new devices, which are often manufactured in low-wage countries.

- At the same time, it is important to inform and educate consumers about the environmental and economic impact of a longer lifespan and useful life. Many consumers already want products to have a long lifespan and useful life.

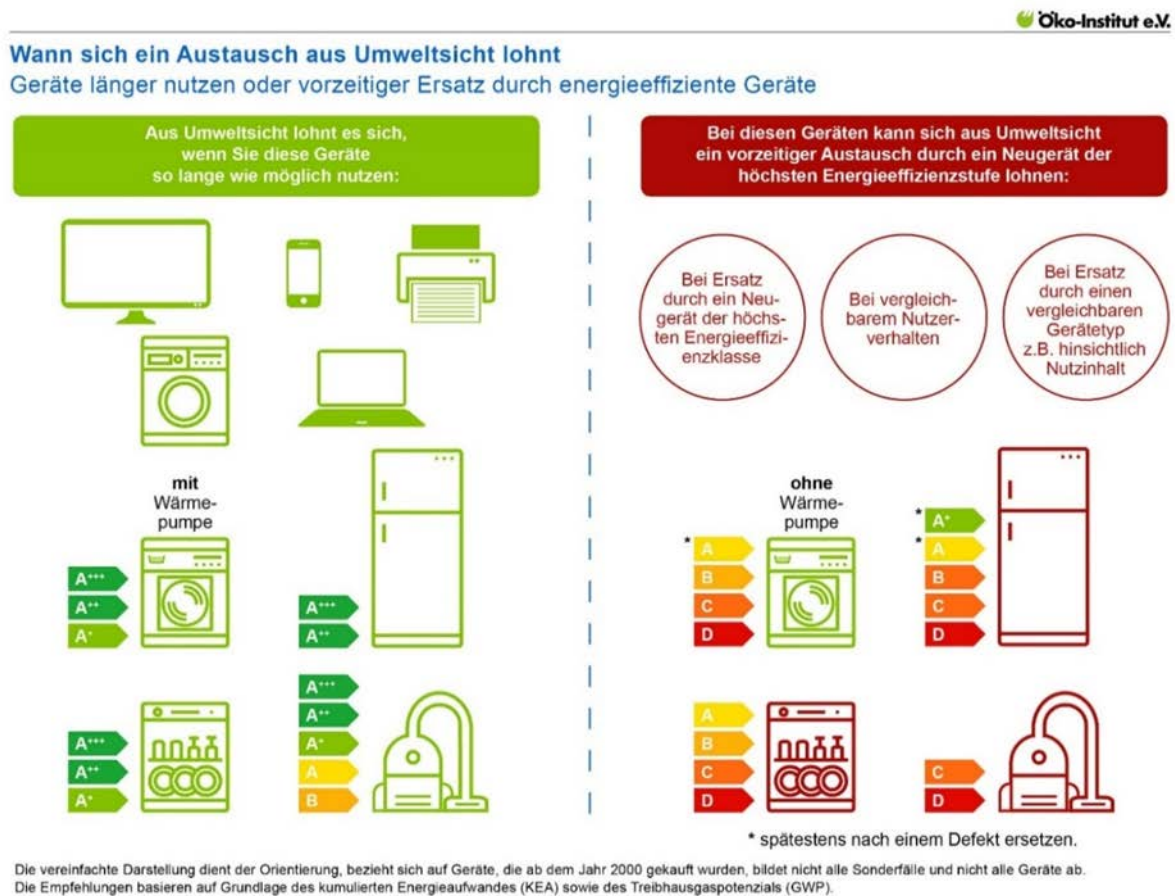
1 Einleitung und Zielsetzung

Seit einigen Jahren mehren sich die Hinweise darauf, dass die Lebens- bzw. Nutzungsdauer⁷ elektrischer und elektronischer Produkte gesunken ist (Prakash et al. 2016c; Bakker und Schuit 2017). So ist beispielsweise laut Prakash et al. (2016c) die durchschnittliche Erstnutzungsdauer von Haushaltsgroßgeräten von 14 Jahren im Jahr 2004 auf 13 Jahre in den Jahren 2012/2013 zurückgegangen. Dabei ist ein Defekt der Hauptgrund für den Austausch von Geräten (57 %). Gleichzeitig werden rund 30 % der Geräte ersetzt, obwohl sie eigentlich noch funktionsfähig sind. D.h. es gibt neben technischen Defekten auch andere Gründe, weshalb Geräte früher ersetzt werden, z.B. softwareinduzierte Obsoleszenz oder der Wunsch nach neueren Geräten mit mehr oder besseren Funktionen (ebd.). Langlebige Produkte und Verbraucher*innen, die die Geräte dann auch lange nutzen (wollen), sind also zwei Seiten derselben Medaille. Sowohl Hersteller von Produkten als auch Verbraucher*innen tragen Verantwortung für eine möglichst lange Produktnutzung.

Insbesondere, wenn die Geräte frühzeitig nicht mehr funktionieren und eine Reparatur nicht möglich oder aus ökonomischen Gründen nicht sinnvoll ist, ist dies ein Nachteil für Verbraucher*innen, die das Gerät durch ein neues ersetzen müssen. Aber auch aus ökologischen Gründen ist eine lange Lebens- bzw. Nutzungsdauer bei den meisten Produkten im Hinblick auf Ressourcenverbrauch und Treibhauspotenzial vorteilhaft (Prakash und Rüdener 2018): Dies gilt zum einen für Produkte, deren Herstellung mit hohen Umweltauswirkungen im Vergleich zur Nutzungsphase einhergeht, z.B. Laptops, Smartphones u. ä. elektronische Geräte. Aber auch bei Produkten, deren Hauptumweltauswirkungen in der Nutzungsphase liegen (z.B. Waschmaschinen, Spülmaschinen, Staubsauger), ist eine lange Nutzung heutzutage meist vorteilhaft, da es kaum noch große Effizienzsprünge bei neueren Geräten gibt (vgl. auch folgende Abbildung).

⁷ Unter Lebensdauer wird die technische Lebensdauer, also die durchschnittliche Zeit von der Erstvermarktung bis zum endgültigen Defekt eines Geräts verstanden. Die Nutzungsdauer beschreibt, wie lange ein Gerät durch den Anwender genutzt wird. Darunter fallen auch eine mögliche Zweit- oder Drittnutzung der Geräte durch Weitergabe bzw. Weiterverkauf.

Abbildung 1-1: Übersicht, bei welchen Geräten sich ein Austausch aus Umweltsicht lohnt



Quelle: Öko-Institut e.V. aus Prakash und Rüdener (2018)

Die Berücksichtigung von Lebensdauer und Reparierbarkeit steht in der Produktpolitik erst am Anfang. Beispielsweise wurden 2019 zum ersten Mal entsprechende Mindestanforderungen v.a. bezüglich der Reparierbarkeit und Ersatzteilverfügbarkeit in die Ökodesignverordnungen von sechs Produktgruppen aufgenommen (vgl. z.B. ECOS (2019)).

Dem Trend zu einer kürzeren Lebensdauer von Produkten steht der Wunsch zumindest von großen Teilen der Verbraucher*innen entgegen, Produkte länger zu nutzen. Beispielsweise hat laut Zuloaga et al. (2019) eine Mehrheit der Aussage zugestimmt, dass die EU Regeln erlassen soll, um sicherzustellen, dass Produkte eine lange Lebensdauer haben. Laut einer anderen Befragung (European Commission 2014) würden drei Viertel der Befragten ihre Produkte lieber reparieren als ersetzen – was dann aber schließlich an hohen Kosten oder organisatorischen Hürden scheitert.

Vor diesem Hintergrund versucht die vorliegende Studie, folgende Fragen am Beispiel der Produktgruppen Waschmaschinen, Notebooks, Smartphones, Fernseher sowie E-Bikes zu beantworten:

- Welche konkreten Erwartungen haben Verbraucher*innen an die Lebensdauer bestimmter Produkte?
- Welche ökonomischen Vorteile für die Haushalte gehen damit einher, wenn die Nutzungsdauer ihren Erwartungen entsprechen würde?

- Welche positive Wirkung hätte dies auf die Klimabilanz⁸?

Diesen Fragen liegen die Thesen zugrunde, dass 1) Verbraucher*innen Produkte länger nutzen wollen, dass dies 2) nicht mit ökonomischen Nachteilen für sie verbunden ist, und dass dies 3) auch ökologisch vorteilhaft ist und dementsprechend die Interessen von Verbraucher*innen und Klima- bzw. Umweltinteressen in die gleiche Richtung zielen. Eine Überprüfung der Thesen bzw. Beantwortung der Fragen erfolgt anhand von folgenden beispielhaft ausgewählten Produktgruppen: Waschmaschinen, Notebooks, Smartphones, Fernsehgeräten sowie in einem Exkurs E-Bikes (Pedelecs).

2 Methodik

Zunächst wurden für die betrachteten Produktgruppen Waschmaschinen, Notebooks, Smartphones und Fernseher die durchschnittliche und die von den Verbraucher*innen gewünschte Lebensdauer recherchiert, um auf dieser Grundlage zwei Szenarien für den Vergleich zu definieren⁹:

- Status-Quo-Szenario: Dieses Szenario soll die aktuelle durchschnittliche Situation in Bezug auf die betrachtete Produktgruppe darstellen.
- Szenario verlängerte Lebens- und Nutzungsdauer: Dieses Szenario ist ein hypothetisches Szenario, um zu zeigen, wie sich eine Produktlebens- bzw. -nutzungsdauer auswirken würde, die dem Wunsch der Verbraucher*innen entspricht.

Für beide Basisszenarien wurden für einen bestimmten Betrachtungszeitraum¹⁰ sowohl das über den gesamten Lebensweg verursachte Treibhauspotenzial als auch die Kosten für die Verbraucher*innen ermittelt und miteinander verglichen.

Dabei wurden Ergebnisse auf drei Ebenen berechnet:

- Ebene 1 (einzelne*r Nutzer*in): Zunächst wurden Ergebnisse für die Nutzung eines bzw., bei kürzerer Lebens- und Nutzungsdauer, mehrerer Geräte über den Betrachtungszeitraum generiert. So wurde ermittelt, wie sich die Situation für den/die einzelne*n Nutzer*in über diesen Zeitraum darstellt.
- Ebene 2 (Deutschland, über jeweiligen Betrachtungszeitraum): Anschließend wurden die Ergebnisse mit Hilfe der Anzahl an Haushalten und dem Ausstattungsbestand auf ganz Deutschland hochgerechnet. Das Ergebnis liefert die Einsparungen bei der Klimawirkung bzw. die Kosteneffekte auf die privaten Haushalte über den gewählten Betrachtungszeitraum in Deutschland insgesamt.
- Ebene 3 (Deutschland, jährlich): Um die Ergebnisse schließlich produktübergreifend miteinander vergleichen zu können, wurde aus den Gesamtergebnissen die jährlichen Unterschiede in der Klimawirkung bzw. den Kosten berechnet.

⁸ Hinsichtlich der ökologischen Auswirkungen erfolgt eine Beschränkung auf die Klimawirkung (Treibhauspotenzial in kg CO₂-Äquivalenten). Es kann angenommen werden, dass die Vorteile längerer Nutzungsdauern von Produkten bei anderen Wirkungskategorien eher größer sind (vgl. Zuloaga et al. 2019).

⁹ Die Szenarienbildung für die Produktgruppe E-Bikes (Pedelecs) unterscheidet sich von der hier für die restlichen Produktgruppen beschriebenen Logik und wird in Kapitel 3.5 näher erläutert.

¹⁰ Der Betrachtungszeitraum entspricht in der Regel der verlängerten bzw. Wunschlebensdauer der Produkte.

Die Klimawirkung wurde mit Hilfe des Treibhauspotenzials über den gesamten Lebenszyklus berechnet. Das Treibhauspotenzial beschreibt den Beitrag der anthropogenen Emissionen an der Wärmeaufnahme in der Atmosphäre und ist somit ein Indikator zur Messung des sogenannten Treibhauseffektes. Emissionen in die Luft, die zum Treibhauseffekt beitragen (z.B. CO₂, Methan, Distickstoffoxid), werden berücksichtigt und entsprechend ihres spezifischen Treibhauspotenzials zum Treibhauspotenzial insgesamt aggregiert. Das spezifische Treibhauspotential beschreibt den Treibhauseffekt chemischer Substanzen im Verhältnis zu Kohlendioxid (CO₂) mit Hilfe von CO₂-Äquivalenten (CO₂e).

Die Kosten wurden gemäß der Methode der Lebenszykluskosten berechnet. Die Lebenszykluskostenrechnung (Life Cycle Costing, LCC) ermittelt die relevanten Kosten, die durch ein Produkt oder eine Dienstleistung entlang ihres gesamten Lebenszyklus¹, also für Anschaffung, Nutzung und Entsorgung, für einen bestimmten Akteur entstehen. (Hunkeler et al. 2008) Im vorliegenden Bericht werden die Lebenszykluskosten für private Haushalte berechnet.

Folgende für die Bilanzierung relevanten Parameter wurden für die betrachteten Produktgruppen recherchiert bzw. festgelegt:

- Anschaffungspreise: Auch wenn Langlebigkeit nicht der einzige Faktor ist, der den Kaufpreis eines Produkts beeinflusst, so kann dennoch davon ausgegangen werden, dass es einen gewissen Zusammenhang zwischen Kaufpreis und Langlebigkeit gibt, da für eine lange Lebensdauer beispielsweise höherwertige Komponenten eingesetzt werden müssen. Natürlich kann nicht garantiert werden, dass ein teures Produkt unbedingt eine lange Lebensdauer hat. Es gibt jedoch bestimmte Preisuntergrenzen, unterhalb deren die Wahrscheinlichkeit eines frühzeitigen Defekts deutlich ansteigt (Stiftung Warentest 2013). Eine Verlängerung der Lebensdauer ist somit nicht „umsonst“ zu haben. Dieser Aspekt muss bei der ökonomischen Betrachtung berücksichtigt werden.
- Klimawirkung der Herstellung der Geräte: Produkte mit längerer Lebensdauer sind teilweise materialintensiver als Geräte mit kürzerer Lebensdauer. Der Mehraufwand zur Produktion eines langlebigeren Geräts wurde abgeschätzt. Beispielsweise wurde in Prakash et al. (2016c) bei einer kurzlebigeren Waschmaschine von einem um 35 % geringeren Materialaufwand ausgegangen. In der Regel amortisiert sich dieser höhere Aufwand durch die längere Lebensdauer.
- Verbrauchswerte: Grundsätzlich kann nicht davon ausgegangen werden, dass langlebigerer Geräte unbedingt mit einem niedrigeren Stromverbrauch als kurzlebigerer Geräte des gleichen Baujahrs einhergehen. Insofern wurde dieser Parameter für beide Szenarien identisch belassen.
- Effizienz der genutzten Geräte: Wird ein Gerät über 10 Jahre genutzt, so bleibt der spezifische Stromverbrauch¹¹ über die gesamte Nutzungsdauer weitgehend konstant. Wird das Gerät dagegen bereits früher ersetzt, so hat das später gekaufte, neue Gerät vermutlich einen geringeren spezifischen Stromverbrauch, da aufgrund verschiedener politischer Maßnahmen oder technologischer Entwicklungen eine Effizienzsteigerung mit der Zeit angenommen werden kann. Dadurch reduziert sich bei gleichbleibendem Nutzungsmuster der Stromverbrauch der Nutzungsphase.
- Reparaturen: Eine längere Lebensdauer wird einerseits durch eine qualitativ höherwertige Konstruktion gewährleistet. D.h. es kann davon ausgegangen werden, dass höherwertige Geräte

¹¹ Der spezifische Stromverbrauch ist der nutzungsunabhängige Verbrauch pro Nutzungseinheit (z.B. Waschgang, Stunden Fernsehkonsum, gefahrene Kilometer, etc.). Ändert sich über die Nutzungsdauer die Nutzungsmuster so bleibt der spezifische Verbrauch zwar gleich, die tatsächlich verbrauchte Menge ändert sich jedoch entsprechend.

einen längeren Zeitraum genutzt werden können, bevor der erste Defekt auftritt. Dennoch ist es möglich, dass die von den Verbraucher*innen gewünschte Lebensdauer nicht ohne Reparatur erreicht werden kann. In der vorliegenden Studie wurde also nicht nur eine inhärent längere Lebensdauer der Produkte angenommen, sondern auch eine grundsätzliche Reparierbarkeit der Produkte sowie eine positivere Einstellung der Verbraucher*innen, Reparaturen tatsächlich durchzuführen oder durchführen zu lassen, um die gewünschte Lebens- bzw. Nutzungsdauer zu erreichen. Es müssen also Annahmen getroffen werden, bei welchen Komponenten typischerweise mit einem Defekt zu rechnen ist, bei wie vielen Geräten damit zu rechnen ist und welche Kosten und Klimawirkung damit verbunden ist. Dabei wurde für die Kosten sowohl Anfahrtskosten des Monteurs als auch Kosten der Ersatzteile berücksichtigt, für die Klimawirkung wurde die Herstellung der Ersatzteile berücksichtigt.

Nicht berücksichtigt wurden folgende Parameter, da sie erfahrungsgemäß nur einen geringen Beitrag zu den Kosten bzw. zum Treibhauspotenzial haben und daher über den für diese Studie notwendigen Detailgrad als vernachlässigbar eingestuft wurden:

- Kosten und Treibhauspotenzial der Distribution bzw. Lieferung der Geräte;
- Treibhauspotenzial der Lieferung der Ersatzteile;
- Treibhauspotenzial der Anfahrt des Monteurs bzw. der Fahrt des Verbrauchers zum Reparatordienstleister; sowie
- Treibhauspotenzial und Kosten der Entsorgung der Geräte.

Neben den Grundszenarien wurde der Einfluss bestimmter Parameter auf die Ergebnisse mit Hilfe von **Sensitivitätsanalysen** oder **alternativer Szenarien** geprüft. Die durchgeführten Sensitivitätsanalysen oder alternativen Szenarien sind bei der Beschreibung der produktgruppenspezifischen Daten und Annahmen aufgeführt. Sensitivitätsanalysen variieren in der Regel solche Parameter, die einer gewissen Unsicherheit unterliegen und von denen angenommen wird, dass sie ergebnisrelevant sind.

Der **geografische Bezugsraum** der Auswertung ist Deutschland. Entsprechend wurden, soweit verfügbar, Emissionsfaktoren, Preise und Nutzungsprofile für diesen Bezugsrahmen genutzt.

Grundsätzlich wurden die **Annahmen eher konservativ getroffen**, das heißt, im Zweifel wurden die Annahmen so getroffen, dass sie für das Status-Quo-Szenario vorteilhaft sind. Die so erhaltenen Ergebnisse sind daher eher als Mindestwerte zu verstehen, die ggf. eher positiver im Sinne der gewünschten verlängerten Lebens- bzw. Nutzungsdauer ausfallen können. Insbesondere ist dies bei den Aspekten ‚langlebigere Produkte‘ und ‚Reparaturen‘ der Fall: einerseits wird angenommen, dass langlebigere Produkte materialintensiver in der Herstellung sind und auch teurer in der Anschaffung. Gleichzeitig wurde angenommen, dass dennoch Reparaturen anfallen und auch durchgeführt werden, um die Wunschlebensdauer zu erreichen.

3 Daten und Annahmen

Die folgenden Kapitel geben einen Überblick über die für die Bilanzierung der Lebenszykluskosten und Klimawirkung (Treibhauspotenzial) recherchierten Daten bzw. die getroffenen Annahmen für die betrachteten Produktgruppen. Für die Annahmen wurde soweit möglich auf bestehende Studien Bezug genommen. Die Werte wurden in der Regel gerundet oder es wurde auf der Basis verschiedener Literaturwerte eine eigene Annahme getroffen, da die Literaturwerte oft eine sehr spezifische Situation widerspiegeln, hier jedoch eine allgemeine Betrachtung stattfindet.

3.1 Waschmaschinen

Es wird eine typische haushaltsübliche Waschmaschine mit einem Fassungsvermögen von 7 kg und der Energieeffizienzklasse A+++ betrachtet. Als Varianten bezüglich der Lebens- bzw. Nutzungsdauer werden folgende Alternativen betrachtet:

- Status-Quo-Szenario: durchschnittliche Lebens- bzw. Nutzungsdauer: 12 Jahre, eine Reparatur
- Szenario verlängerte Lebens- bzw. Nutzungsdauer: gewünschte Lebens- bzw. Nutzungsdauer: 17 Jahre, zwei Reparaturen
- Alternatives Szenario: sehr kurze Lebens- bzw. Nutzungsdauer von 5 Jahren, keine Reparatur. Dieses alternative Szenario wurde gewählt, da bei Waschmaschinen auch der Anstieg von Geräten mit einer Erstnutzungsdauer unter 5 Jahren problematisch ist (vgl. Prakash et al. (2016c)). Das alternative Szenario verdeutlicht die Auswirkungen dieser Entwicklung.

Der Betrachtungszeitraum für den Vergleich ist die gewünschte, verlängerte Lebens- bzw. Nutzungsdauer von 17 Jahren.

Eine detaillierte Aufstellung der Annahmen bzgl. der für die Berechnungen notwendigen Bilanzierungsparameter und die jeweiligen Quellen bzw. Erläuterungen zu Festlegungen finden sich in Tabelle 3-1.

Tabelle 3-1: Bilanzierungsparameter für Waschmaschinen

Parameter	Annahme	Quelle/Erläuterung
Referenzprodukt	Haushaltswaschmaschine, ca. 7 kg Fassungsvermögen, Energieeffizienzklasse A+++	Festlegung
Betrachtungszeitraum	17 Jahre	Entsprechend Wunschlebensdauer
Durchschnittliche Lebens- bzw. Nutzungsdauer	12 Jahre	Prakash et al. (2016c)
Gewünschte Lebens- bzw. Nutzungsdauer	17 Jahre	Stiftung Warentest (2020d) ¹²
Sensitivitätsanalyse: sehr kurze Lebens- bzw. Nutzungsdauer	5 Jahre	Analog Prakash et al. (2016c)

¹² Die gewünschte Lebensdauer ist der gewichtete Mittelwert von Angaben bei einer von der Stiftung Warentest bei ihren Leser*innen durchgeführten Umfrage mit mehr als 10.000 Teilnehmer*innen (vgl. Stiftung Warentest 2020a). Da die Leser*innen der Testhefte eher qualitätsbewusst sind, ist dieser Wert tendenziell höher als bei einer Befragung eines repräsentativen Durchschnitts der Bevölkerung zu erwarten wäre.

Parameter	Annahme	Quelle/Erläuterung
Kauf / Herstellung		
Treibhauspotenzial Herstellung Waschmaschine	<ul style="list-style-type: none"> • 320 kg CO_{2e} • 360 kg CO_{2e} • 288 kg CO_{2e} 	<p>Durchschnittliche Lebens- bzw. Nutzungsdauer: eigene Annahme nach Daten aus Boyano et al. (2017) und Prakash et al. (2016c)</p> <p>Gewünschte Lebens- bzw. Nutzungsdauer: eigene Annahme, in Anlehnung an die Annahmen in Prakash et al. (2016c)</p> <p>Sehr kurze Lebens- bzw. Nutzungsdauer: -10 %</p>
Kaufpreise Waschmaschine	<ul style="list-style-type: none"> • 600 Euro • 720 Euro • 350 Euro 	<p>Durchschnittliche und sehr kurze Lebens- bzw. Nutzungsdauer wie in Prakash et al. (2016c)</p> <p>Gewünschte Lebens- bzw. Nutzungsdauer: eigene Annahme, in Anlehnung an die Annahmen in Prakash et al. (2016c)</p>
Nutzungsphase		
Nutzungsmuster	<ul style="list-style-type: none"> • 175 Waschzyklen p.a. • durchschnittlicher Stromverbrauch pro Waschgang: 0,57 kWh • Wasserverbrauch: 46,9 L 	Rüdenauer et al. (2020) (Werte für Zweipersonenhaushalt)
jährlicher Stromverbrauch	100,4 kWh p.a.	Rüdenauer et al. (2020)
jährlicher Wasserverbrauch	8.213 Liter p.a.	Rüdenauer et al. (2020)
Jährliche Effizienzsteigerung	1 %	Prakash et al. (2016c)
Treibhauspotenzial Strombereitstellung	0,53 bis 0,37 kg CO _{2e} /kWh	Entwicklung 2020 bis 2050 analog Prakash et al. (2016c)
Treibhauspotenzial Trinkwasserbereitstellung + Abwasserbehandlung	0,5172 kg CO _{2e} /m ³	Bereitstellung: Ecoinvent 3.6, Datensatz „market for tap water, CH“; Abwasserbehandlung: EcoInvent 3.6, Datensatz "treatment of wastewater, from residence, capacity 1.1E10/year [CH]"
Stromkosten	31,71 ct/kWh	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (BDEW) (2020)
Wasser- und Abwasserkosten	4,04 €/m ³	EcoTopTen (2020)
Reparaturen		
Häufigste Reparaturen	Heizstab, Laugenpumpe, Elektronik	Stiftung Warentest (2017)
Anteile der Einzelreparaturen an einer hypothetischen Durchschnittsreparatur	Jeweils 1/3	Eigene Annahme abgeleitet aus den Reparaturkosten der häufigsten Einzelreparaturen nach Stiftung Warentest (2017) und den dort angegebenen Kosten pro Durchschnittsreparatur..

Parameter	Annahme	Quelle/Erläuterung
Treibhauspotenzial pro Durchschnittsreparatur	27 kg CO ₂ e	Dieser Wert ergibt sich aus dem Mittelwert des Treibhauspotenzials für die Herstellung von Heizstab (2,3 kg CO ₂ e; eigene Berechnung), Laugenpumpe (4,9 kg CO ₂ e; eigene Berechnung) und Elektronik (75 kg CO ₂ e, Rüdener et al. (2020)). Es wurde nur der Aufwand durch die Herstellung des jeweiligen Ersatzteils berücksichtigt.
Kosten pro Durchschnittsreparatur	169 €	Stiftung Warentest (2017)
Anzahl Reparaturen:		Eigene Annahme nach Stiftung Warentest (2017)
<ul style="list-style-type: none"> • Bei durchschnittlicher Lebens- bzw. Nutzungsdauer • Bei gewünschter Lebens- bzw. Nutzungsdauer • Bei sehr kurzer Lebens- bzw. Nutzungsdauer 	<ul style="list-style-type: none"> • 1 Reparatur • 2 Reparaturen • 0 Reparaturen 	
Daten für Hochrechnung		
Ausstattungsbestand	99,3 %	Statistisches Bundesamt (2020a)
Anzahl HH in Deutschland (2020)	41,66 Mio.	Statistisches Bundesamt (2020c) (Wert für 2020, Variante "Trend")
Anteil Geräte mit sehr kurzer Lebens- bzw. Nutzungsdauer	15 %	Prakash et al. (2016c)

Quelle: eigene Zusammenstellung

Wie in Kapitel 2 erläutert, sind folgende Aspekte erfahrungsgemäß von untergeordneter Bedeutung für Treibhauspotenzial und / oder Kosten für private Haushalte und wurden daher vernachlässigt:

- Distribution / Lieferung Waschmaschine
- Treibhauspotenzial Lieferung Ersatzteile
- Treibhauspotenzial Anfahrt Monteur
- Entsorgung der Waschmaschine

3.2 Notebooks

Es wird ein typisches handelsübliches Notebook mit Solid-State-Drive (SSD) betrachtet. Als Varianten bezüglich der Lebens- bzw. Nutzungsdauer werden folgende Alternativen betrachtet:

- Status-Quo-Szenario: Durchschnittliche Lebens- bzw. Nutzungsdauer: 5 Jahre; diese Lebensdauer wird durch den Austausch des Akkus, die Aufrüstung des Arbeitsspeichers von 4 auf 8 GByte bei 50 % der Geräte und den Ersatz des SSD bei 25 % der Geräte erreicht.
- Szenario verlängerte Lebens- bzw. Nutzungsdauer: gewünschte Lebens- bzw. Nutzungsdauer: 10 Jahre; Lebensdauererlängerung durch den Einsatz von zwei zusätzlichen Akkus, die Aufrüstung des Arbeitsspeichers von 4 auf 8 Gigabyte und den Ersatz des SSD bei 50 % der Geräte

- Sensitivitätsanalyse: Gleiche Annahmen wie im Szenario verlängerte Lebens- bzw. Nutzungsdauer, allerdings mit einem höheren Kaufpreis im Vergleich zum Szenario verlängerte Lebens- bzw. Nutzungsdauer, um den Kosteneffekt von sehr teuren Modellen besser einschätzen zu können.

Der Betrachtungszeitraum für den Vergleich ist die gewünschte, lange Lebens- bzw. Nutzungsdauer von 10 Jahren.

Eine detaillierte Aufstellung der Annahmen bzgl. der für die Berechnungen notwendigen Bilanzierungsparameter und die jeweiligen Quellen bzw. Erläuterungen zu Festlegungen finden sich in Tabelle 3-2

Tabelle 3-2: Bilanzierungsparameter für Notebooks

Parameter	Annahme	Quelle
Referenzprodukt	Handelsübliches Modell mit SSD	Prakash et al. (2016b)
Betrachtungszeitraum	10 Jahre	Entsprechend Wunschlebensdauer
Durchschnittliche Lebens- bzw. Nutzungsdauer	5 Jahre	Nach European Commission (2017b)
Gewünschte Lebens- bzw. Nutzungsdauer	10 Jahre	Stiftung Warentest (2020d) ¹³
Kauf/ Herstellung		
Treibhauspotenzial Herstellung Notebook	<ul style="list-style-type: none"> • 300 kg CO₂e • 330 kg CO₂e 	Prakash et al. (2016b) Gewünschte Lebens- bzw. Nutzungsdauer: Eigene Annahme: Langlebiges Gerät 10 % aufwendiger in der Herstellung als das kurzlebige Gerät
<ul style="list-style-type: none"> • Durchschnittl. Lebens- bzw. Nutzungsdauer (5 J.) • Gewünschte Lebens- bzw. Nutzungsdauer (10 J.) 		
Kaufpreise Notebook	<ul style="list-style-type: none"> • 650 € • 850 € • 1050 € 	Kaufpreis durchschnittliche Lebens- bzw. Nutzungsdauer: In Anlehnung an Statista (2020b) und European Commission (2017a) Kaufpreis gewünschte Lebens- bzw. Nutzungsdauer: European Commission (2017a) Hoher Kaufpreis: Prakash et al. (2016c), Anlage Verbraucherbefragung (für 10 J. extrapoliert)
<ul style="list-style-type: none"> • Durchschnittl. Lebens- bzw. Nutzungsdauer (5 J.) • Gewünschte Lebens- bzw. Nutzungsdauer (10 J.) • Sensitivität: Hoher Kaufpreis für gewünschte Lebens- bzw. Nutzungsdauer (10 J) 		
Nutzungsphase		
Jährlicher Stromverbrauch	30 kWh	In Anlehnung European Commission (2017c)
Jährliche Effizienzsteigerung	1,5 %	Nach Michel et al. (2020)
Treibhauspotenzial Strombereitstellung	0,53 bis 0,43 kg CO ₂ e/kWh	Entwicklung 2020 bis 2050 analog Prakash et al. (2016c)

¹³ Die gewünschte Lebensdauer ist der gewichtete Mittelwert von Angaben bei einer von der Stiftung Warentest bei ihren Leser*innen durchgeführten Umfrage mit mehr als 10.000 Teilnehmer*innen (vgl. Stiftung Warentest 2020a). Da die Leser*innen der Testhefte eher qualitätsbewusst sind, ist dieser Wert tendenziell höher als bei einer Befragung eines repräsentativen Durchschnitts der Bevölkerung zu erwarten wäre.

Parameter	Annahme	Quelle
Stromkosten	31,71 ct/kWh	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (BDEW) (2020)
Reparaturen		
Häufigste Reparaturen	Akku, Arbeitsspeicher, SSD	Eigene Annahmen in Anlehnung an: <ul style="list-style-type: none"> Prakash et al. (2016b) Prakash et al. (2016c) European Commission (2017b) Tecchio et al. (2018)
Anteile Reparaturen	<p>Festlegung: Bei einer 5-jährigen Nutzung finden folgende Reparaturen/Upgrades statt:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 zusätzlicher Akku Aufrüsten vom Arbeitsspeicher bei 50 % der Geräte Ersatz SSD bei 25 % der Geräte <p>Bei einer 10-jährigen Nutzung die Verdoppelung der obengenannten Parameter</p>	<p>Eigene Annahmen in Anlehnung an:</p> <ul style="list-style-type: none"> Prakash et al. (2016b) Prakash et al. (2016c) European Commission (2017b): Einer von drei Laptops fällt über einen Zeitraum von drei Jahren aus. 31 % der Laptop-Besitzer berichteten über einen Ausfall in den ersten drei Jahren <p>Tecchio et al. (2018): Die durchschnittliche jährliche Ausfallrate bei Notebooks liegt bei 18 %. Die Ausfallrate steigt mit jedem Jahr, in dem ein Gerät in Betrieb ist, und reicht von 11 % im ersten Jahr bis zu mehr als 20 % im fünften Jahr. Darüber hinaus hatten bis zum Ende des fünften Jahres 61 % der Notebooks einen reparaturbedürftigen Ausfall.</p>
<p>Treibhauspotenzial Reparatur bzw. Aufrüstung:</p> <ul style="list-style-type: none"> Durchschnittl. Lebens- bzw. Nutzungsdauer (5 J.) Gewünschte Lebens- bzw. Nutzungsdauer (10 J.) 	<ul style="list-style-type: none"> 67,75 kg CO₂e 135,5 kg CO₂e 	<p>Dieser Wert ergibt sich aus den folgenden Daten zum Herstellungsaufwand von Komponenten (nach Prakash et al. (2016b)):</p> <ul style="list-style-type: none"> Akku: 5,5 kg CO₂e Arbeitsspeicher: 91,7 kg CO₂e; SSD: 65,6 kg CO₂e <p>Siehe auch Annahmen zu den Anteilen Reparaturen oben.</p>
<p>Kosten Reparaturen bzw. Aufrüstung:</p> <ul style="list-style-type: none"> Durchschnittl. Lebens- bzw. Nutzungsdauer (5 J.) Gewünschte Lebens- bzw. Nutzungsdauer (10 J.) Sensitivität: Hoher Kaufpreis für gewünschte Lebens- bzw. Nutzungsdauer (10 J) 	<ul style="list-style-type: none"> 152 € 304 € 304 € 	<p>Festlegung Reparaturkosten nach Prakash et al. (2016c) und eigener Internetrecherche:</p> <ul style="list-style-type: none"> Akku: 80 € Arbeitsspeicher: 79 € SSD: 130 € <p>Siehe auch Annahmen zu den Anteilen Reparaturen oben.</p>
Daten für Hochrechnung		
Ausstattungsbestand	104,6 %	Statistisches Bundesamt 2020b
Anzahl HH in Deutschland (2020)	41,660 Mio.	Statistisches Bundesamt (2020c) (Wert für 2020, Variante "Trend")

Quelle: Eigene Zusammenstellung

Wie in Kapitel 2 erläutert sind folgende Aspekte erfahrungsgemäß von untergeordneter Bedeutung für Treibhauspotenzial und / oder Kosten für private Haushalte und wurden daher vernachlässigt:

- Distribution / Lieferung Notebook
- Treibhauspotenzial Lieferung Ersatzteile
- Treibhauspotenzial Anfahrt Monteur
- Entsorgung Notebook

3.3 Smartphones

Es wird ein typisches handelsübliches Smartphone mit 128 GB Arbeitsspeicher betrachtet. Als Varianten bezüglich der Lebens- bzw. Nutzungsdauer werden folgende Alternativen betrachtet:

- Status-Quo-Szenario: Durchschnittliche Lebens- bzw. Nutzungsdauer: 2,5 Jahre; Diese Lebens- bzw. Nutzungsdauer wird durch den Austausch des Akkus bei 50 % der Geräte sowie des Bildschirms bei 30 % der Geräte erreicht.
- Szenario verlängerte Lebens- bzw. Nutzungsdauer: Gewünschte Lebens- bzw. Nutzungsdauer: 7 Jahre; Lebensdauererlängerung durch den Einsatz von zwei zusätzlichen Akkus bei 50 % der Geräte, von drei zusätzlichen Akkus bei 50 % der Geräte, den Ersatz von Bildschirmen bei 70 % der Geräte und den Ersatz von Kamera/Audio/Lautsprecher bei 30 % der Geräte
- Sensitivitätsanalyse: Gleiche Annahmen wie im Status-Quo-Szenario, allerdings mit einem günstigeren Kaufpreis im Vergleich zum Status-Quo-Szenario, um den Kosteneffekt von sehr billigen Geräten besser einschätzen zu können.

Der Betrachtungszeitraum für den Vergleich ist die gewünschte, lange Lebens- bzw. Nutzungsdauer von 7 Jahren.

Eine detaillierte Aufstellung der Annahmen bzgl. der für die Berechnungen notwendigen Bilanzierungsparameter und die jeweiligen Quellen bzw. Erläuterungen zu Festlegungen finden sich in Tabelle 3-3.

Tabelle 3-3: Bilanzierungsparameter für Smartphones

Parameter	Annahme	Quelle
Referenzprodukt	Handelsübliches Modell mit 128 GB Arbeitsspeicher	Festlegung
Betrachtungszeitraum	7 Jahre	Entsprechend gewünschte Lebens- bzw. Nutzungsdauer
Durchschnittliche Lebens- bzw. Nutzungsdauer	2,5 Jahre	In Anlehnung an Jaeger-Erben und Hipp (2018), Wieser und Tröger (2015), van den Berge und Thysen (2020)

Parameter	Annahme	Quelle
Gewünschte Lebens- bzw. Nutzungsdauer	7 Jahre	Stiftung Warentest (2020d) 14
Kauf/ Herstellung		
Treibhauspotenzial Herstellung Smartphone		In Anlehnung an Apple (2019)
<ul style="list-style-type: none"> Durchschnittl. Lebens- bzw. Nutzungsdauer (2,5 J.) Gewünschte Lebens- bzw. Nutzungsdauer (7 J.) 	<ul style="list-style-type: none"> 60 kg CO_{2e} 66 kg CO_{2e} 	Gewünschte Lebens- bzw. Nutzungsdauer: Eigene Annahme: Langlebiges Gerät 10 % aufwendiger in der Herstellung als das kurzlebige Gerät
Kaufpreise Smartphone		Durchschnittliche Lebens- bzw. Nutzungsdauer: In Anlehnung an Statista (2020a), Schischke et al. (2020b) und Bitkom
<ul style="list-style-type: none"> Durchschnittl. Lebens- bzw. Nutzungsdauer (2,5 J.) Gewünschte Lebens- bzw. Nutzungsdauer (7 J.) Sensitivität: Sehr günstiges Gerät (mit Lebens- bzw. Nutzungsdauer 2,5 J) 	<ul style="list-style-type: none"> 500 € 750 € 350 € 	Gewünschte Lebens- bzw. Nutzungsdauer: Eigene Annahme nach Internetrecherche Günstiges Gerät: Eigene Annahme nach Internetrecherche
Nutzungsphase		
Nutzungsmuster	Für das Smartphone wird angenommen, dass es rund um die Uhr (24 Stunden) eingeschaltet bleibt und damit kontinuierlich (wenn auch wenig) Energie verbraucht.	Nach (Gröger 2020)
Jährlicher Stromverbrauch	10 kWh	In Anlehnung an (Gröger 2020)
Jährliche Effizienzsteigerung	1,5 %	Nach Michel et al. (2020)
Treibhauspotenzial Strombereitstellung	0,53 bis 0,46 kg CO _{2e} /kWh	Entwicklung 2020 bis 2050 analog Prakash et al. (2016c)
Stromkosten	31,71 ct/kWh	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (BDEW) (2020)
Reparaturen		
Häufigste Reparaturen	Display, Akku, Kamera, Audio, Lautsprecher	In Anlehnung an Proske et al. (2016) und Schischke et al. (2020a)
Anteile Reparaturen	Bei der Nutzungsdauer von 2,5 Jahren wird bei 50 % der	Eigene Festlegung, in Anlehnung an Proske et al. (2016)

¹⁴ Die gewünschte Lebensdauer ist der gewichtete Mittelwert von Angaben bei einer von der Stiftung Warentest bei ihren Leser*innen durchgeführten Umfrage mit mehr als 10.000 Teilnehmer*innen (vgl. Stiftung Warentest 2020a). Da die Leser*innen der Testhefte eher qualitätsbewusst sind, ist dieser Wert tendenziell höher als bei einer Befragung eines repräsentativen Durchschnitts der Bevölkerung zu erwarten wäre.

Parameter	Annahme	Quelle
	<p>Geräte ein Akku nach 2 Jahren und bei 30 % der Geräte ein Display ebenfalls nach 2 Jahren ausgetauscht</p> <p>Um die gewünschte Lebens- bzw. Nutzungsdauer von 7 Jahren zu erreichen, müssen folgende Komponente ausgetauscht werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 50 % der Geräte 2 Ersatzakku, • 50 % der Geräte 3 Ersatzakkus (nach 2, 4 und 6 J.) • 70 % 1 Display • 30 % 1 Kamera/ Audio/ Lautsprecher 	<p>Die Annahmen weichen von Proske et al. (2016) leicht ab, da davon ausgegangen wird, dass hochwertige Geräte eine bessere Akku-Qualität haben und deswegen nicht alle 2 Jahre komplett ersetzt werden müssen. Selbst bei durchschnittlichen Geräten mit 2,5 Jahre Lebensdauer wird erwartet, dass ein Teil der Verbraucher*innen nicht einen Ersatzakku kaufen wird, da die angenommene Lebens- bzw. Nutzungsdauer ohnehin nur um 0,5 Jahre länger ist als die durchschnittliche Lebensdauer eines Akkus. Es kann angenommen werden, dass Nutzer*innen Akkus auch nutzen, wenn sie nicht mehr die volle Leistung haben und dann das komplette Handy nach 2,5 Jahren ersetzen.</p>
<p>Treibhauspotenzial Reparatur</p> <ul style="list-style-type: none"> • Durchschnittl. Lebens- bzw. Nutzungsdauer (2,5 J.) • Gewünschte Lebens- bzw. Nutzungsdauer (7 J.) • Sensitivität: Sehr günstiges Gerät (mit Lebens- bzw. Nutzungsdauer 2,5 J) 	<ul style="list-style-type: none"> • 2,81 kg CO_{2e} • 11,32 kg CO_{2e} • 2,81 kg CO_{2e} 	<p>Dieser Wert ergibt sich aus den folgenden Daten zum Herstellungsaufwand von Komponenten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Akku: 3,1 kg CO_{2e} • Display: 4,2 kg CO_{2e}; • Kamera/Audio/Lautsprecher: 2,1 kg CO_{2e} <p>Nach Proske et al. (2016) bzgl. der jeweiligen Anteile der Komponenten am Gesamtherstellungsaufwand eines Geräts, und nach Apple (2019) für den Gesamtherstellungsaufwand.</p> <p>Siehe auch Annahmen zu den Anteilen Reparaturen oben.</p>
<p>Kosten Reparaturen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Durchschnittl. Lebens- bzw. Nutzungsdauer (2,5 J.) • Gewünschte Lebens- bzw. Nutzungsdauer (7 J.) • Sensitivität: Sehr günstiges Gerät (mit Lebens- bzw. Nutzungsdauer 2,5 J) 	<ul style="list-style-type: none"> • 98 € • 505,5 € • 68,6 € 	<p>Festlegung Reparaturkosten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Akku: 14 % vom Kaufpreis • Display 42 % vom Kaufpreis • Kamera/Audio/Lautsprecher: 10 % vom Kaufpreis <p>Schischke et al. (2020b)</p> <p>Siehe auch Annahmen zu den Anteilen Reparaturen oben.</p>
Daten für Hochrechnung		
Ausstattungsbestand	155,5 %	Statistisches Bundesamt (2020b)
Anzahl HH in Deutschland (2020)	41,660 Mio.	Statistisches Bundesamt (2020c) (Wert für 2020, Variante "Trend")

Quelle: eigene Zusammenstellung

Wie in Kapitel 2 erläutert sind folgende Aspekte erfahrungsgemäß von untergeordneter Bedeutung für Treibhauspotenzial und / oder Kosten für private Haushalte und wurden daher vernachlässigt:

- Distribution / Lieferung Smartphone
- Treibhauspotenzial Lieferung Ersatzteile
- Treibhauspotenzial Anfahrt Monteur
- Entsorgung Smartphone

3.4 Fernsehgeräte

Es wird ein typisches, handelsübliches LCD-Fernsehgerät mit Bildschirmdiagonale 40-43“ betrachtet. Als Varianten bezüglich der Lebens- bzw. Nutzungsdauer werden folgende Alternativen betrachtet:

- Status-Quo-Szenario: Durchschnittliche Lebens- bzw. Nutzungsdauer: 6 Jahre; diese Lebens- bzw. Nutzungsdauer wird durch die Reparaturen bzw. den Ersatz der Hauptplatine sowie des Bildschirms bei 40 % der Geräte erreicht.
- Szenario verlängerte Lebens- bzw. Nutzungsdauer: Gewünschte Lebens- bzw. Nutzungsdauer: 13 Jahre; Lebens- bzw. Nutzungsdauerverlängerung durch die Reparaturen bzw. den Ersatz der Hauptplatine sowie des Bildschirms bei 80 % der Geräte.
- Sensitivitätsanalyse: Gleiche Annahmen wie im Szenario verlängerte Lebens- bzw. Nutzungsdauer, allerdings mit höherem Durchschnittspreis als im Szenario verlängerte Lebens- bzw. Nutzungsdauer, um den Kosteneffekt von teureren Modellen besser einschätzen zu können.

Der Betrachtungszeitraum für den Vergleich ist die gewünschte, lange Lebens- bzw. Nutzungsdauer von 13 Jahren.

Eine detaillierte Aufstellung der Annahmen bzgl. der für die Berechnungen notwendigen Bilanzierungsparameter und die jeweiligen Quellen bzw. Erläuterungen zu Festlegungen finden sich in Tabelle 3-4.

Tabelle 3-4: Bilanzierungsparameter für Fernsehgeräte

Parameter	Annahme	Quelle
Referenzprodukt	Handelsübliches Modell LCD-Fernseher mit 40-43“ Bildschirmdiagonale ¹⁵	Festlegung
Betrachtungszeitraum	13 Jahre	Entsprechend gewünschte Lebens- bzw. Nutzungsdauer
Durchschnittliche Lebens- bzw. Nutzungsdauer	6 Jahre	Eigene Annahme in Anlehnung an: <ul style="list-style-type: none"> • Prakash et al. (2016c) • Vidal-Abarca et al. (2020) • Osmani et al. (2013) • Wieser und Tröger (2015)
Gewünschte Lebens- bzw. Nutzungsdauer	13 Jahre	Stiftung Warentest (2020d) ¹⁶
Kauf/ Herstellung		
Treibhauspotenzial Herstellung Fernseher <ul style="list-style-type: none"> • Durchschnittl. Lebens- bzw. Nutzungsdauer (6 J.) • Gewünschte Lebens- bzw. Nutzungsdauer (13 J.) 	<ul style="list-style-type: none"> • 900 kg CO₂e • 1000 kg CO₂e 	Prakash et al. (2016c) Gewünschte Lebens- bzw. Nutzungsdauer: Eigene Annahme: Durchschnittliches Gerät 10 % weniger aufwendig in der Herstellung als das langlebige Gerät
Kaufpreise Fernseher <ul style="list-style-type: none"> • Durchschnittl. Lebens- bzw. Nutzungsdauer (6 J.) • Gewünschte Lebens- bzw. Nutzungsdauer (13 J.) • Sensitivität: Teures Gerät (mit Lebens- bzw. Nutzungsdauer 13 J) 	<ul style="list-style-type: none"> • 365 € • 550 € • 785 € 	Nach Stiftung Warentest (2020b) Eigene Annahme: Jeweils das günstigste, das durchschnittliche und das teuerste Gerät aus dem test 01/2020

¹⁵ Aufgrund des Trends zu größeren Bildschirmen wird davon ausgegangen, dass das hier angenommene Referenzprodukt nicht den Marktdurchschnitt darstellt. Laut Statista 2015 sah die Prognose 2019 folgendermaßen aus: <30 Zoll – 3 %; 30-39 Zoll – 14 %; 40-49 Zoll – 50 %; >49 Zoll – 33 %. Das hier angenommene Referenzprodukt befindet sich damit wahrscheinlich am unteren Ende des mittleren Bereichs von 40-49 Zoll (prognostizierter Marktanteil 50 %). Allerdings liegt keine weitere Information vor, wie genau die Verteilung der Bildschirmdiagonale in diesem Bereich aussieht. Das Referenzprodukt mit der Bildschirmdiagonale (40-43“) wurde ausgewählt, um die Klimawirkung und die Kosten konsistent zu berechnen. Die Klimawirkung wurde auf Grundlage von Prakash et al. 2016a, wo ein 42“ LCD-TV als Referenzprodukt diente, durchgeführt. Aktuellere Ökobilanzergebnisse zu Fernsehgeräten mit größeren Bildschirmen lagen nicht vor. Aus diesem Grund kann davon ausgegangen werden, dass die berechneten Klimaauswirkungen sowie die absoluten Lebenszykluskosten in der hier vorliegenden Studie unterschätzt werden (größere Geräte führen zu höheren Treibhausgasemissionen in der Herstellung und Nutzung sowie zu höheren Lebenszykluskosten). Würden Verbraucher*innen größere und aufwändigere Neugeräte (im Vergleich zu ersetzten Modellen) kaufen, statt die vorhandenen Geräte weiter zu nutzen, erhöhen sich die Einsparpotenziale der längeren Produktnutzung noch weiter.

¹⁶ Die gewünschte Lebensdauer ist der gewichtete Mittelwert von Angaben bei einer von der Stiftung Warentest bei ihren Leser*innen durchgeführten Umfrage mit mehr als 10.000 Teilnehmer*innen (vgl. Stiftung Warentest 2020a). Da die Leser*innen der Testhefte eher qualitätsbewusst sind, ist dieser Wert tendenziell höher als bei einer Befragung eines repräsentativen Durchschnitts der Bevölkerung zu erwarten wäre.

Parameter	Annahme	Quelle
Nutzungsphase		
Nutzungsmuster	4 Stunden Betrieb, 20 Stunden Standby	Nach Stiftung Warentest (2020b)
Jährlicher Stromverbrauch	90 kWh	Nach Stiftung Warentest (2020b)
Jährliche Effizienzsteigerung	3 %	Nach Michel et al. (2020)
Treibhauspotenzial Strombereitstellung	0,53 bis 0,42 kg CO _{2e} /kWh	Entwicklung 2020 bis 2050 analog Prakash et al. (2016c)
Stromkosten	31,71 ct/kWh	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (BDEW) (2020)
Reparaturen		
Häufigste Reparaturen	Hauptplatine, Bildschirm	Stiftung Warentest (2020d), Prakash et al. (2016c)
Anteile Reparaturen	Bei einer 6-jährigen Nutzung finden folgende Reparaturen statt: <ul style="list-style-type: none"> • 40 % Hauptplatine • 40 % Bildschirme Bei einer 13-jährigen Nutzung: <ul style="list-style-type: none"> • 80 % Hauptplatine • 80 % Bildschirme 	Eigene Annahmen in Anlehnung an (Stiftung Warentest 2020d): bei knapp 80 % der Geräte taucht der erste Defekt vor dem 6. Jahr auf. Der Hauptgrund für die Reparaturen sind Hauptplatine (ca. 13 %) und Bildschirme (ca. 11 %)
Treibhauspotenzial Reparatur <ul style="list-style-type: none"> • Durchschnittl. Lebens- bzw. Nutzungsdauer (6 J.) • Gewünschte Lebens- bzw. Nutzungsdauer (13 J.) 	<ul style="list-style-type: none"> • 198 kg CO_{2e} • 440 kg CO_{2e} 	Eigene Annahmen in Anlehnung an Prakash et al. (2016b): die prozentualen Anteile des Herstellungsaufwandes der jeweiligen Komponenten eines Notebooks wurden für die Komponenten des Fernsehers übernommen ¹⁷
Kosten Reparaturen: <ul style="list-style-type: none"> • Durchschnittl. Lebens- bzw. Nutzungsdauer (6 J.) • Gewünschte Lebens- bzw. Nutzungsdauer (13 J.) 	<ul style="list-style-type: none"> • 190 € • 380 € 	Eigene Annahmen auf Grundlage von Prakash et al. (2016c) und eigenen Internetrecherchen, z.B. auf eBay. Durchschnittliche Reparaturkosten: Hauptplatine 165 €, Bildschirm 310 €
Daten für Hochrechnung		
Ausstattungsbestand	96,5 %	Statistisches Bundesamt (Destatis) (Stand: 2019)
Anzahl HH in Deutschland (2020)	41,660 Mio.	Statistisches Bundesamt (2020c) (Wert für 2020, Variante "Trend")

Quelle: Eigene Zusammenstellung

¹⁷ Aufgrund fehlender aktueller Ökobilanzergebnissen zu Fernsehgeräten wurden die Beiträge (in %) der einzelnen Komponenten der Notebooks am Gesamtherstellungsaufwand für die Berechnung der Treibhausgasemissionen der Komponentenherstellung der Fernsehgeräte herangezogen. Dafür wurden die Anteile (%) der Treibhausgasemissionen der Herstellung der Hauptplatine, des Arbeitsspeichers und des CPU eines Notebooks zusammgelegt, um die Hauptplatine der Fernsehgeräte zu bilanzieren. Damit machte die Hauptplatine fast 50 % des Gesamtherstellungsaufwandes eines Fernsehgeräts aus. Der Beitrag des Bildschirms betrug dagegen 5 %. Dieser methodische Schritt scheint aufgrund von aktuellen Konfigurationen und Ausstattungen der Fernseher sicherer als die Verwendung von veröffentlichten, aber teilweise sehr alten Materiallisten zu Fernsehgeräten.

3.5 Exkurs: E-Bikes (Pedelects)

Die Untersuchung von E-Bikes bezieht sich auf Pedelects (Pedal Electric Cycle). Diese Unterkategorie der Fahrräder mit Motorunterstützung ist mit einem Marktanteil von über 90 % (Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club e. V. (ADFC)) die häufigste Art von Elektrofahrrädern. Der Motor unterstützt nur, wenn die Pedale getreten werden und bis zu einer maximalen Geschwindigkeit von 25 km/h. Der Anteil von S-Pedelects/Pedelects-45 (schnellen Pedelects), deren Motor bis 45 km/h unterstützt und E-Bikes im engeren Sinn, für deren Antrieb keine Pedalbewegung notwendig ist, ist gering (vgl. auch Stratmann (2019)).

Abweichend von der Bilanzierung der anderen Produktgruppen, bei denen die derzeit realen Verhältnisse (Status-Quo-Szenario) bzw. ein hypothetisches Szenario auf Grundlage der Wunschlebensdauer abgebildet werden, wird für diese Produktgruppe eine Best-case/Worse-case-Abschätzung gemacht. Grund dafür ist einerseits die relativ schlechte Datengrundlage, was z.B. die durchschnittliche Nutzungsdauer, die Lebensdauer des Akkus oder die Wunschlebensdauer seitens der Verbraucher*innen angeht, andererseits der sich noch sehr dynamisch entwickelnde Markt – erst seit 5 bis 8 Jahren werden E-Bikes in nennenswertem Umfang genutzt, seither gab und gibt es weiterhin eine sehr rasante technologische Entwicklung und der Marktanteil entwickelt sich rasch. Darüber hinaus stellt sich hier insbesondere die Frage, wie günstige Discounter-Pedelects oder andere, voraussichtlich kurzlebige, Neuentwicklungen im Verhältnis zu Marken-Rädern ökologisch und kostenmäßig abschneiden.

Günstige Discounter-e-bikes sind in der Regel sehr einfach ausgestattet (z.B. Bremsen, auf niedriges Gesamtgewicht ausgelegt, Motor- und Akkuqualität), d.h. sie sind v.a. auf Fahrten in flachem, einfachem Gelände und für nicht allzu schwere Nutzer*innen ausgelegt. Relativ anspruchslose Kurzstreckenradler können damit also durchaus eine ganze Weile zufrieden sein, für andere Anforderungen sind die Räder eher nicht geeignet und gehen dann tendenziell schneller kaputt (z.B. besteht die Gefahr eines Rahmenbruchs, wenn das Gesamtgewicht zu hoch ist) (Stiftung Warentest 2016, 2020e; ebikeers 2020). Ein weiterer Trend sind so genannte „Urban-E-Bikes“¹⁸, leichte Fahrräder mit teils fest verbautem Akku niedriger Kapazität und kleinem Motor. Zum Laden muss dann das ganze Rad in die Wohnung gebracht werden und der Akku kann zumindest teilweise nicht ausgetauscht werden. Auch bei diesen Fahrrädern ist zu befürchten, dass sie nur kurz genutzt werden: Der Akku weist voraussichtlich nur eine kurze Lebensdauer auf, da die Akkulebensdauer bei Lagerung bei sehr hohen oder sehr tiefen Temperaturen sinkt. Es kann angenommen werden, dass nicht alle Nutzer*innen ihr „Urban-E-Bike“ im Winter mit in die Wohnung nehmen. Da der Akku teilweise nicht ausgetauscht werden kann, führt dies zu einer nur kurzen Gesamtlebensdauer des Fahrrads.

Zum Vergleich wird neben dem Best Case (verlängerte Lebens-/ Nutzungsdauer) und dem Worst Case (sehr kurze Lebens-/ Nutzungsdauer) noch ein Szenario definiert, das eine durchschnittliche Lebens-/ Nutzungsdauer darstellen soll. Die Szenarien definieren sich entsprechend wie folgt:

- Szenario „Kurze Lebens- bzw. Nutzungsdauer“: Kauf eines sehr günstigen Pedelects („Discounter-E-Bike“), das in der Regel sehr einfach ausgestattet ist oder eines Urban-E-Bikes mit fest verbautem Akku: Nutzungsdauer 4 Jahre, kein Ersatzakku.

¹⁸ Siehe z.B. <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/tests/fahrrad/urban-e-bikes/> (zuletzt aufgerufen am 16.10.2020)

- Szenario „Durchschnittliche Lebens- bzw. Nutzungsdauer, 10 Jahre“: Kauf eines einfach ausgestatteten Marken-Pedelecs, Nutzungsdauer 10 Jahre, 1 Ersatzakku.
- Szenario „Verlängerte Lebens- bzw. Nutzungsdauer, 15 Jahre“: Kauf eines einfach ausgestatteten Marken-Pedelecs, Gesamtnutzungsdauer 15 Jahre, z.B. über eine Zweitnutzung als Second-Hand-Pedelec, 2 Ersatzakkus.

Der Betrachtungszeitraum für den Vergleich ist die lange Lebens- bzw. Nutzungsdauer von 15 Jahren.

Eine detaillierte Aufstellung der Annahmen bzgl. der für die Berechnungen notwendigen Bilanzierungsparameter und die jeweiligen Quellen bzw. Erläuterungen zu Festlegungen finden sich in Tabelle 3-5.

Tabelle 3-5: Bilanzierungsparameter für E-Bikes

Parameter	Annahme	Quelle/Erläuterung
Referenzprodukt	Einfach ausgestattetes E-bike (Pedelec)	Festlegung
Betrachtungszeitraum	15 Jahre	Entsprechend verlängerte Lebens- bzw. Nutzungsdauer
Lebens- bzw. Nutzungsdauer Discounter-Pedelec/Urban-E-Bike	4 Jahre	Annahme, die Lebens- bzw. Nutzungsdauer ist im Wesentlichen durch die Lebensdauer des Akkus aber auch durch zu starke Beanspruchung begrenzt.
Durchschnittliche Lebens- bzw. Nutzungsdauer Marken-Pedelec	10 Jahre	Einmaliger Ersatz des Akkus (nach 5 Jahren)
Längere Lebens- bzw. Nutzungsdauer Marken-Pedelec (ggf. über Zweitnutzung)	15 Jahre	Zweimaliger Ersatz des Akkus (nach 5 und 10 Jahren)
Kauf / Herstellung		
Treibhauspotenzial Herstellung Pedelec		
<ul style="list-style-type: none"> • Fahrrad ohne Akku • Akku 	<ul style="list-style-type: none"> • 70 kg CO₂e • 25 kg CO₂e 	<ul style="list-style-type: none"> • Annahme basierend auf Motschall (2012), Wert von 17 kg auf 23 kg Fahrradgewicht hochgerechnet. • Festlegung basierend auf Stratmann (2019)
Kaufpreise Pedelecs		
<ul style="list-style-type: none"> • Discounter-Pedelec • Urban-E-Bikes • Einfach ausgestattetes Marken-Pedelec 	<ul style="list-style-type: none"> • 1.000 Euro • 2.000 Euro • 2.500 Euro 	<ul style="list-style-type: none"> • Discounter-Pedelec: Annahme, basierend auf Stratmann (2019) und Czechura (2020) • Urban E-Bike: Annahme, basierend auf Krauß (2020) • Marken-Pedelec: Annahme, basierend auf Angaben in Stiftung Warentest (2020c); und Verkehrsclub Deutschland e.V. (2020b)
Nutzungsphase		
Jährliche Fahrleistung	3.000 km	Typische Fahrleistung pro Tag: 8 km an 365 Tagen im Jahr (= ca. 3.000 km p.a.) nach Castro et al. (2019)

Parameter	Annahme	Quelle/Erläuterung
Stromverbrauch	1 kWh / 100 km	Annahme basierend auf Stratmann (2019) und Verkehrsclub Deutschland e.V. (2020c)
Jährliche Effizienzsteigerung	0 %	Annahme
Treibhauspotenzial Strombereitstellung	0,53 bis 0,37 kg CO ₂ e/kWh	Entwicklung 2020 bis 2050 analog Prakash et al. (2016c)
Stromkosten	31,71 ct/kWh	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (BDEW) (2020)
Akkutausch		
Lebensdauer Akku	4 – 7 J.	Die Lebensdauer von Akkus beträgt 500 bis 1.000 Vollladezyklen bzw. aufgrund der kalendarischen Alterung um die 5 J. (Stiftung Warentest 2020c) Für eine jährliche Fahrleistung von 3.000 km sind bei einer Akkureichweite von 50 bis 90 km jährlich 60 bzw. 34 Akkuvollladungen notwendig. D.h. die kalendarische Alterung ist begrenzend. Diese schwankt allerdings stark je nachdem, wie der Akku behandelt wird (vgl. z.B. Umweltbundesamt (2012)).
Anzahl Akkutausch: <ul style="list-style-type: none"> • Bei Discounter-Pedelec/Urban-E-Bike • Bei Marken-Pedelec mit durchschnittlicher Nutzung • Bei Marken-Pedelec mit längerer Nutzung 	<ul style="list-style-type: none"> • Kein Ersatzakku • Einmaliger Ersatz des Akkus • Zweimaliger Ersatz des Akkus 	Festlegung auf der Basis der angenommenen Akkulebensdauer
GWP Herstellung Ersatzakku	25 kg CO ₂ e	Festlegung basierend auf Stratmann (2019)
Preis Ersatzakku	600 Euro	Annahme basierend auf internetstores GmbH (2020), idealo internet GmbH (2020) und Verkehrsclub Deutschland e.V. (2020a)
Daten für Hochrechnung		
Anzahl e-bikes (Stand Juni 2020)	7,35 Mio. Stück	Eigene Berechnung auf der Basis von Statistisches Bundesamt (28.09.2020) und ZIV Zweirad-Industrie-Verband (02.09.2020)
Anteil Discounter-e-bikes/Urban-E-Bikes	5%	Annahme nach Rüdener und Stratmann (2020)

Quelle: eigene Zusammenstellung

4 Ergebnisse

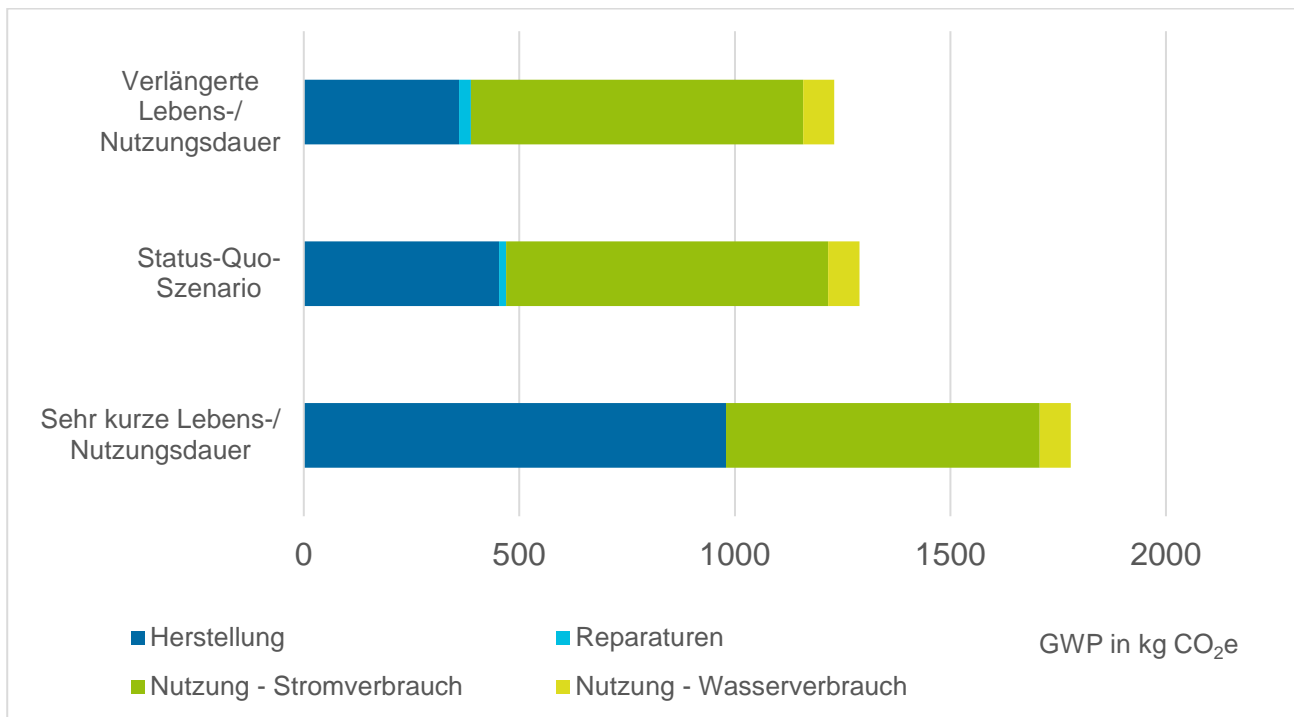
4.1 Waschmaschinen

4.1.1 Klimawirkung

Abbildung 4-1 und Tabelle 4-1 zeigen das Treibhauspotenzial der untersuchten Szenarien. Die Einsparung durch eine Waschmaschine, die der Wunschlebensdauer der Verbraucher*innen entspricht, im Vergleich zu einer durchschnittlichen Lebens- bzw. Nutzungsdauer, liegt bei 59 kg CO₂e pro Nutzer*in über den gesamten Betrachtungszeitraum von 17 Jahren, was einer Einsparung von 5 % entspricht.

Deutlich größer ist der Unterschied zwischen sehr kurzlebigen Waschmaschinen und Waschmaschinen mit durchschnittlicher bzw. verlängerter Lebens- bzw. Nutzungsdauer. Die Emissionen liegen hierbei über die gesamte Nutzungsdauer zwischen 490 und 550 kg CO₂e höher (38 bzw. 44 %). Dies liegt im Wesentlichen daran, dass über den Betrachtungszeitraum von 17 Jahren insgesamt 3,4 Waschmaschinen benötigt und entsprechend produziert werden müssen. Die Einsparungen während der Nutzungsphase durch den Ersatz der ursprünglichen durch später gekaufte, effizientere Waschmaschinen und die zusätzlichen Aufwendungen durch Reparaturen sind im Vergleich gering (15 bis 43 kg CO₂e über den Betrachtungszeitraum).

Abbildung 4-1: Treibhauspotenzial Waschmaschinen über Betrachtungszeitraum (17 J.)



Quelle: Öko-Institut e.V.

Tabelle 4-1: Treibhauspotenzial Waschmaschinen über Betrachtungszeitraum (17 J.)

	Sehr kurze Lebens-/ Nutzungsdauer (5 Jahre)	Status-Quo-Szenario (12 Jahre)	Verlängerte Lebens-/ Nutzungsdauer (17 Jahre)	
Herstellung	979	453	360	kg CO ₂ e
Reparaturen	0	16	27	kg CO ₂ e
Nutzung - Stromverbrauch	728	747	771	kg CO ₂ e
Nutzung - Wasserverbrauch	72	72	72	kg CO ₂ e
Summe	1779	1289	1230	kg CO ₂ e

Quelle: Öko-Institut e.V.

Auf ganz Deutschland hochgerechnet ergeben sich durch eine verlängerte Lebens- bzw. Nutzungsdauer im Vergleich zur durchschnittlichen Lebens- bzw. Nutzungsdauer Einsparungen von 2,43 Mt CO₂e über den gesamten Betrachtungszeitraum bzw. jährliche Einsparungen von 0,14 Mt.

Unter der Annahme, dass etwa 15 % der Waschmaschinen im Bestand eine sehr kurze Lebens- bzw. Nutzungsdauer haben (vgl. Prakash et al. (2016c)), beträgt das Einsparpotenzial durch die Nutzung von Waschmaschinen mit durchschnittlicher im Vergleich zu solchen mit sehr kurzer Lebens- bzw. Nutzungsdauer 3,07 Mt über den Betrachtungszeitraum bzw. 0,18 Mt jährlich.

Die Zahlen sind in Tabelle 4-2 dargestellt.

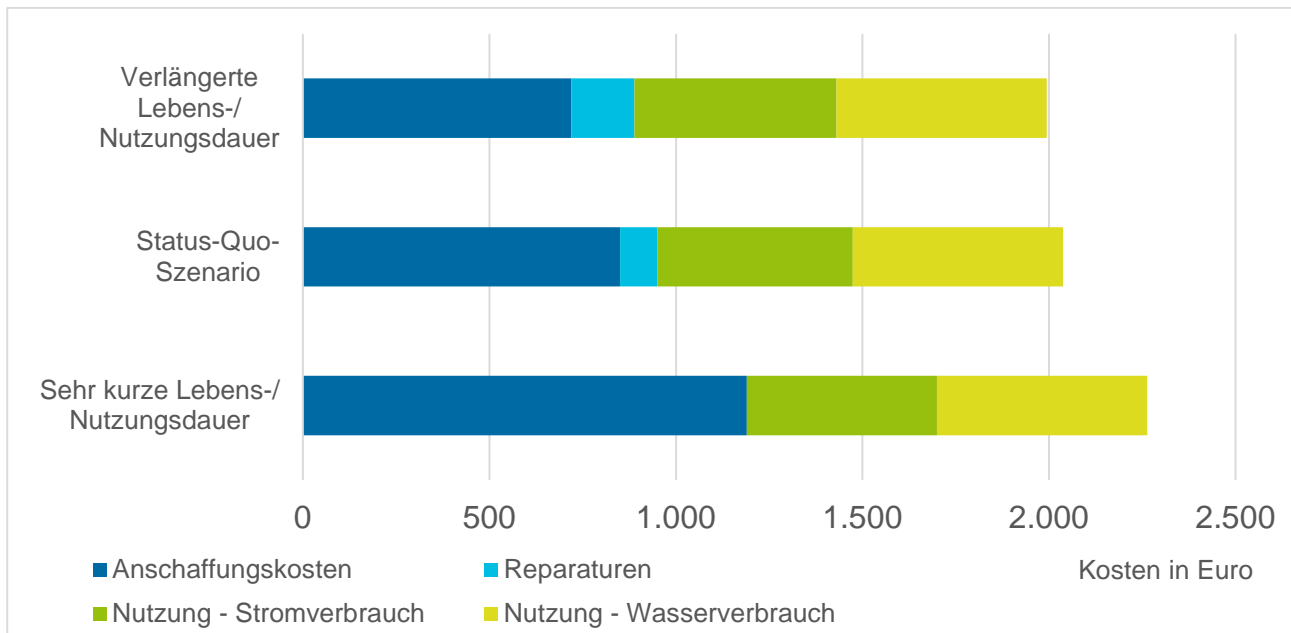
Tabelle 4-2: Einsparpotenzial durch Waschmaschinen unterschiedlicher Lebens-/ Nutzungsdauer für ganz Deutschland

	Einsparpotenzial verlängerte vs. durchschnittliche Lebens-/ Nutzungsdauer	Einsparpotenzial durchschnittliche vs. sehr kurze Lebens-/Nutzungsdauer
Über Betrachtungszeitraum (17 J.)	-2,43 Mt CO ₂ e	-3,07 Mt CO ₂ e
Pro Jahr	-0,14 Mt CO ₂ e	-0,18 Mt CO ₂ e

Quelle: Öko-Institut e.V.

4.1.2 Lebenszykluskosten

Abbildung 4-2 und Tabelle 4-3 zeigen die Lebenszykluskosten von Waschmaschinen über den Betrachtungszeitraum. Es ergibt sich ein recht ähnliches Bild wie beim Treibhauspotenzial. Die Lebenszykluskosten bei einer verlängerten Lebens- bzw. Nutzungsdauer sind geringfügig niedriger als die einer durchschnittlichen Lebens- bzw. Nutzungsdauer (-43 Euro). Bei sehr kurzer Lebens- bzw. Nutzungsdauer sind die Kosten über den Betrachtungszeitraum von 17 Jahren etwa 11 % (228 Euro) höher als bei einer durchschnittlichen Lebens- bzw. Nutzungsdauer.

Abbildung 4-2: Lebenszykluskosten Waschmaschinen über Betrachtungszeitraum (17 J.)


Quelle: Öko-Institut e.V.

Tabelle 4-3: Lebenszykluskosten Waschmaschinen über Betrachtungszeitraum (17 J.)

	Sehr kurze Lebens-/ Nutzungsdauer (5 Jahre)	Status-Quo-Szenario (12 Jahre)	Verlängerte Lebens-/ Nutzungsdauer (17 Jahre)
Anschaffung	1.190 €	850 €	720 €
Reparaturen	0 €	101 €	169 €
Nutzung - Stromverbrauch	509 €	523 €	541 €
Nutzung - Wasserverbrauch	564 €	564 €	564 €
Summe	2.263 €	2.038 €	1.994 €

Quelle: Öko-Institut e.V.

Auf ganz Deutschland hochgerechnet ergeben sich durch die verlängerte Lebens- bzw. Nutzungsdauer im Vergleich zu einer durchschnittlichen Lebens- bzw. Nutzungsdauer Einsparungen von etwa 1.800 Mio. Euro über den gesamten Betrachtungszeitraum bzw. jährliche Einsparungen von 106 Mio. Euro.

Unter der Annahme, dass etwa 15 % der Waschmaschinen im Bestand eine sehr kurze Lebens- bzw. Nutzungsdauer haben (vgl. Prakash et al. (2016b)), beträgt das gesamte Einsparpotenzial durch die Nutzung von Waschmaschinen mit durchschnittlicher im Vergleich zu solchen mit sehr kurzer Lebens- bzw. Nutzungsdauer etwa 1.400 Mio. Euro über den Betrachtungszeitraum bzw. 83 Mio. Euro jährlich.

Die Zahlen sind in Tabelle 4-4 dargestellt.

Tabelle 4-4: Kosteneinsparungen durch Waschmaschinen unterschiedlicher Lebens-/ Nutzungsdauer für ganz Deutschland

	Einsparpotenzial verlängerte vs. durchschnittliche Lebens-/ Nutzungsdauer	Einsparpotenzial durchschnittliche vs. sehr kurze Lebens-/ Nutzungsdauer
Über Betrachtungszeitraum (17 J.)	-1.798 Mio. €	-1.410 Mio. €
Pro Jahr	-106 Mio. €	-83 Mio. €

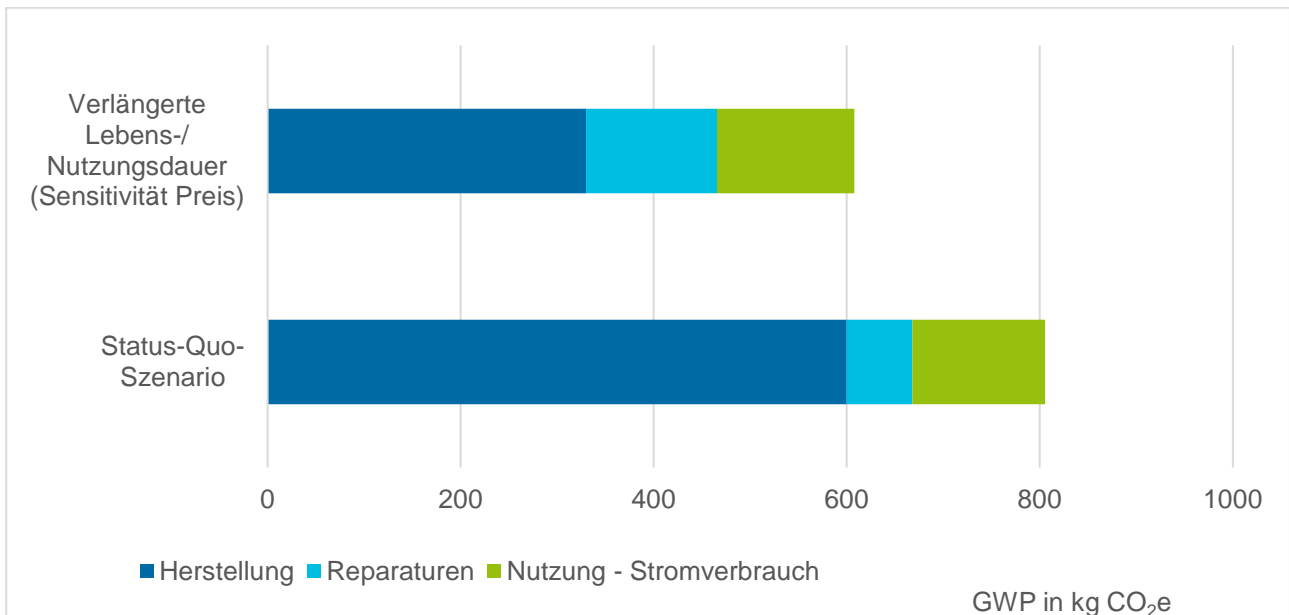
Quelle: Öko-Institut e.V.

4.2 Notebooks

4.2.1 Klimawirkung

Abbildung 4-3 und Tabelle 4-5 zeigen das Treibhauspotenzial der beiden untersuchten Szenarien. Die Einsparung durch eine verlängerte Lebens- bzw. Nutzungsdauer von Notebooks, die der Wunschlebensdauer der Verbraucher*innen entspricht, liegt bei 197 kg CO₂e pro Nutzer*in über den gesamten Betrachtungszeitraum von 10 Jahren, was einer Einsparung von 24,5 % entspricht. Dies liegt im Wesentlichen daran, dass bei durchschnittlicher Lebens- bzw. Nutzungsdauer über den Betrachtungszeitraum von 10 Jahren insgesamt zwei Notebooks benötigt und entsprechend produziert werden müssen. Trotz der insgesamt höheren Reparaturaufwände für das langlebige Notebook sowie der verbesserten Energieeffizienz der kurzlebigen Variante bei der zweiten Anschaffung im Betrachtungszeitraum kann der höhere Herstellungsaufwand von zwei kurzlebigen Notebooks nicht ausgeglichen werden.

Abbildung 4-3: Treibhauspotenzial Notebooks über Betrachtungszeitraum (10 J.)



Quelle: Öko-Institut e.V.

Tabelle 4-5: Treibhauspotenzial Notebooks über Betrachtungszeitraum (10 J.)

	Status-Quo-Szenario (5 Jahre)	Verlängerte Lebens-/ Nutzungsdauer (10 Jahre)	
Herstellung	600	330	kg CO ₂ e
Reparaturen	68	136	kg CO ₂ e
Nutzung - Stromverbrauch	138	143	kg CO ₂ e
Summe	805	608	kg CO ₂ e

Quelle: Öko-Institut e.V.

Auf ganz Deutschland hochgerechnet ergeben sich Einsparungen durch die verlängerte Lebens- bzw. Nutzungsdauer von Notebooks von 8,60 Mt CO₂e über den gesamten Betrachtungszeitraum bzw. jährliche Einsparungen von 0,86 Mt.

Die Zahlen sind in Tabelle 4-6 dargestellt.

**Tabelle 4-6: Einsparpotenzial durch Notebooks unterschiedlicher Lebens-/
Nutzungsdauer für ganz Deutschland**

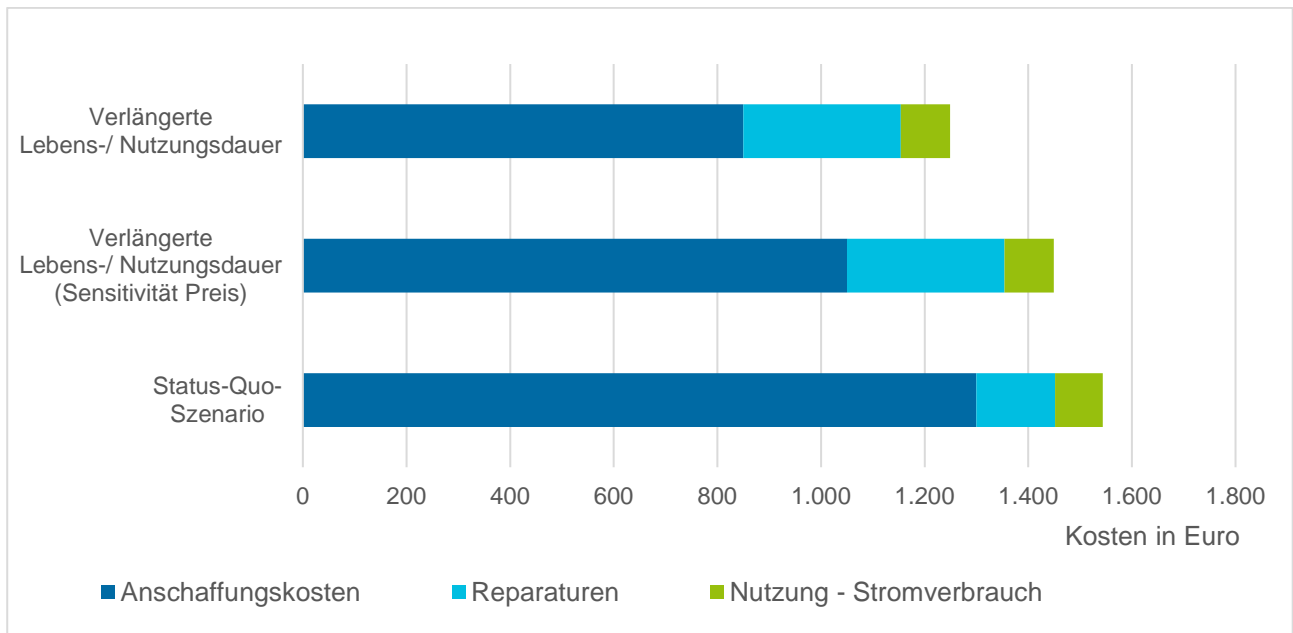
	Einsparpotenzial verlängerte vs. durchschnittliche Lebens- bzw. Nutzungsdauer
Über Betrachtungszeitraum (10 J.)	-8,60 Mt CO ₂ e
Pro Jahr	-0,86 Mt CO ₂ e

Quelle: Öko-Institut e.V.

4.2.2 Lebenszykluskosten

Abbildung 4-4 und Tabelle 4-7 zeigen die Lebenszykluskosten von Notebooks über den Betrachtungszeitraum. Die Lebenszykluskosten bei verlängerter Lebens- bzw. Nutzungsdauer von Notebooks sind trotz des hohen Reparaturaufwandes signifikant niedriger als die der durchschnittlichen Variante (-295 Euro; -19 %). Allerdings verringert sich der Kostenvorteil von langlebigen Notebooks, wenn diese in der Anschaffung deutlich teurer sind als die durchschnittlichen Geräte. In der Sensitivitätsanalyse wird gezeigt, dass der Kostenvorteil eines langlebigen Notebooks lediglich bei 95 Euro oder 6 % liegt, wenn dessen Kaufpreis um knapp 61,5 % höher liegt als der des durchschnittlichen Geräts.

Abbildung 4-4: Lebenszykluskosten Notebooks über Betrachtungszeitraum (10 J.)



Quelle: Öko-Institut e.V.

Tabelle 4-7: Lebenszykluskosten Notebooks über Betrachtungszeitraum (10 J.)

	Status-Quo-Szenario (5 Jahre)	Verlängerte Lebens-/ Nutzungsdauer (10 Jahre)	Verlängerte Lebens-/ Nutzungsdauer (Sensitivität Preis)
Anschaffung	1.300 €	850 €	1.050 €
Reparaturen	152 €	304 €	304 €
Nutzung - Stromverbrauch	92 €	95 €	95 €
Summe	1.544 €	1.249 €	1.449 €

Quelle: Öko-Institut e.V.

Auf ganz Deutschland hochgerechnet ergeben sich durch die verlängerte Lebens- bzw. Nutzungsdauer von Notebooks im Vergleich zur durchschnittlichen Variante Einsparungen von etwa 12.835 Mio. Euro über den gesamten Betrachtungszeitraum bzw. jährliche Einsparungen von 1.283 Mio. Euro.

Die Zahlen sind in Tabelle 4-8 dargestellt.

Tabelle 4-8: Kosteneinsparungen durch Notebooks unterschiedlicher Lebens-/ Nutzungsdauer für ganz Deutschland

	Einsparpotenzial verlängerte vs. durchschnittliche Lebens-/ Nutzungsdauer	Einsparpotenzial verlängerte vs. durchschnittliche Lebens-/ Nutzungsdauer (Sensitivität: hoher Kaufpreis)
Über Betrachtungszeitraum (10 J.)	-12.835 Mio. €	- 4.120 € Mio. €
Pro Jahr	-1.283 Mio. €	- 412 € Mio. €

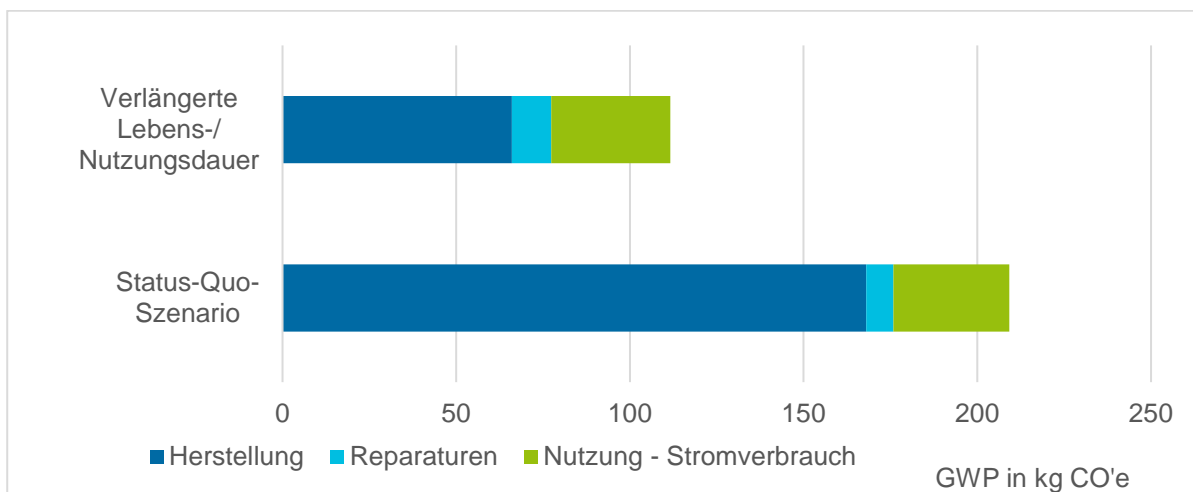
Quelle: Öko-Institut e.V.

4.3 Smartphones

4.3.1 Klimawirkung

Abbildung 4-5 und Tabelle 4-9 zeigen das Treibhauspotenzial der beiden untersuchten Szenarien. Die Einsparung durch eine verlängerte Lebens- bzw. Nutzungsdauer eines Smartphones, die der Wunschlebensdauer der Verbraucher*innen entspricht, liegt bei 98 kg CO₂e pro Nutzer*in über den gesamten Betrachtungszeitraum von 7 Jahren, was einer Einsparung von 46,65 % entspricht. Dies liegt im Wesentlichen daran, dass im Status-Quo-Szenario über den Betrachtungszeitraum von 7 Jahren insgesamt 2,8 Smartphones benötigt und entsprechend produziert werden müssen. Trotz der insgesamt höheren Reparaturaufwände für das langlebige Smartphone sowie der verbesserten Energieeffizienz der kurzlebigen Varianten bei den jeweiligen Neuanschaffungen im Betrachtungszeitraum, kann der höhere Herstellungsaufwand von 2,8 kurzlebigen Smartphones nicht ausgeglichen werden.

Abbildung 4-5: Treibhauspotenzial Smartphones über Betrachtungszeitraum (7 J.)



Quelle: Öko-Institut e.V.

Tabelle 4-9: Treibhauspotenzial Smartphones über Betrachtungszeitraum (7 J.)

	Status-Quo-Szenario (2,5 Jahre)	Verlängerte Lebens-/ Nutzungsdauer (7 Jahre)	
Herstellung	168	66	kg CO ₂ e
Reparaturen	8	11	kg CO ₂ e
Nutzung - Stromverbrauch	33	34	kg CO ₂ e
Summe	209	112	kg CO ₂ e

Quelle: Öko-Institut e.V.

Auf ganz Deutschland hochgerechnet ergeben sich Einsparungen durch die verlängerte Lebens- bzw. Nutzungsdauer von Smartphones von 6,32 Mt CO₂e über den gesamten Betrachtungszeitraum bzw. jährliche Einsparungen von 0,90 Mt.

Die Zahlen sind in Tabelle 4-10 dargestellt.

Tabelle 4-10: Einsparpotenzial durch Smartphones unterschiedlicher Lebens-/ Nutzungsdauer für ganz Deutschland

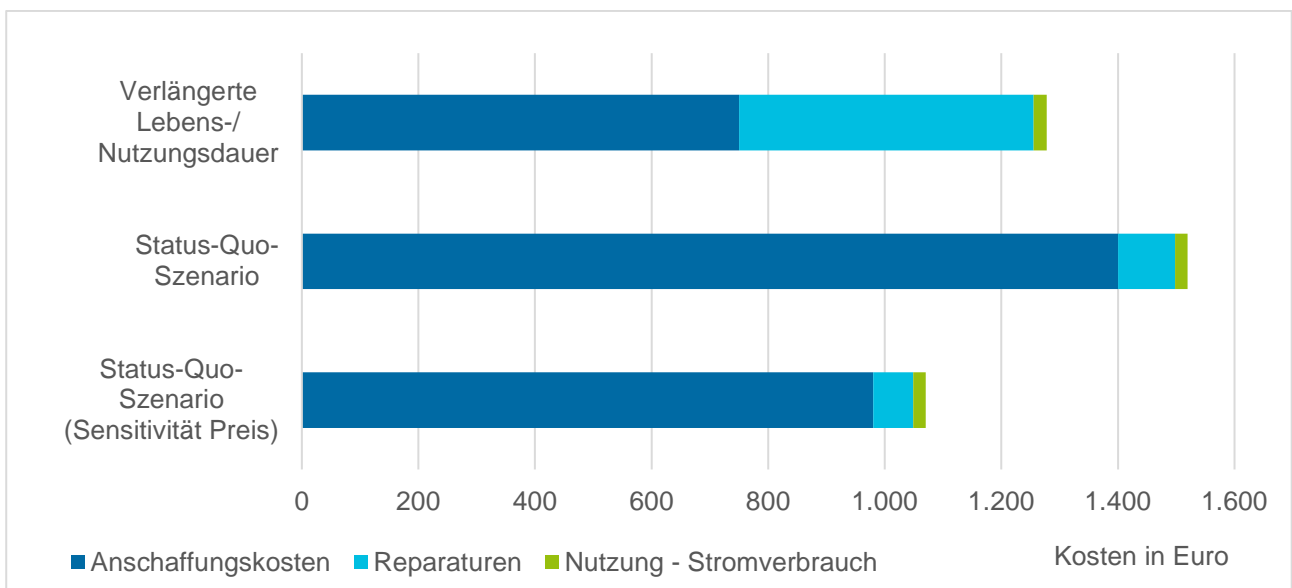
	Einsparpotenzial verlängerte vs. durchschnittliche Lebens-/ Nutzungsdauer
Über Betrachtungszeitraum (7 J.)	-6,32 Mt CO ₂ e
Pro Jahr	-0,90 Mt CO ₂ e

Quelle: Öko-Institut e.V.

4.3.2 Lebenszykluskosten

Abbildung 4-6 zeigt die Lebenszykluskosten von Smartphones über den Betrachtungszeitraum. Die Lebenszykluskosten bei verlängerter Lebens- bzw. Nutzungsdauer von Smartphones liegen trotz seines höheren Kaufpreises und der höherer Reparaturaufwände um 242 Euro und 16 % niedriger als die der durchschnittlichen Variante. Allerdings würden die Lebenszykluskosten eines langlebigen Smartphones höher liegen als die der durchschnittlichen Variante, wenn der Unterschied im Kaufpreis zwischen den beiden Varianten noch höher wäre. Beispielsweise wird in der Sensitivitätsanalyse gezeigt, dass die verlängerte Lebens- bzw. Nutzungsdauer bei Smartphones Mehrkosten von 208 Euro oder 14 % verursachen würden, wenn der Kaufpreis der durchschnittlichen Variante nur 350 Euro betragen würde statt 500 Euro.

Abbildung 4-6: Lebenszykluskosten Smartphones über Betrachtungszeitraum (7 J.)



Quelle: Öko-Institut e.V.

Tabelle 4-11: Lebenszykluskosten Smartphones über Betrachtungszeitraum (7 J.)

	Status-Quo-Szenario (Sensitivität: günstiger Kaufpreis)	Status-Quo-Szenario (2,5 Jahre)	Verlängerte Lebens-/ Nutzungsdauer (7 Jahre)
Anschaffung	980 €	1.400 €	750 €
Reparaturen	69 €	98 €	506 €
Nutzung - Stromverbrauch	22 €	22 €	22 €
Summe	1.070 €	1.520 €	1.278 €

Quelle: Öko-Institut e.V.

Auf ganz Deutschland hochgerechnet ergeben sich durch die verlängerte verlängerter Lebens- bzw. Nutzungsdauer von Smartphones im Vergleich zum Status-Quo-Szenario Einsparungen von etwa 15.668 Mio. Euro über den gesamten Betrachtungszeitraum bzw. jährliche Einsparungen von 2.238 Mio. Euro.

Die Zahlen sind in Tabelle 4-12 dargestellt.

Tabelle 4-12: Kosteneinsparungen bzw. Mehrkosten durch Smartphones unterschiedlicher Lebens-/ Nutzungsdauer für ganz Deutschland

	Einsparpotenzial verlängerte vs. durchschnittliche Lebens-/ Nutzungsdauer	Mehrkosten verlängerte vs. durchschnittliche Lebens-/ Nutzungsdauer (Sensitivität: günstiger Preis)
Über Betrachtungszeitraum (10 J.)	-15.668 Mio. €	+13.445 € Mio. €
Pro Jahr	-2.238 Mio. €	+1.921 € Mio. €

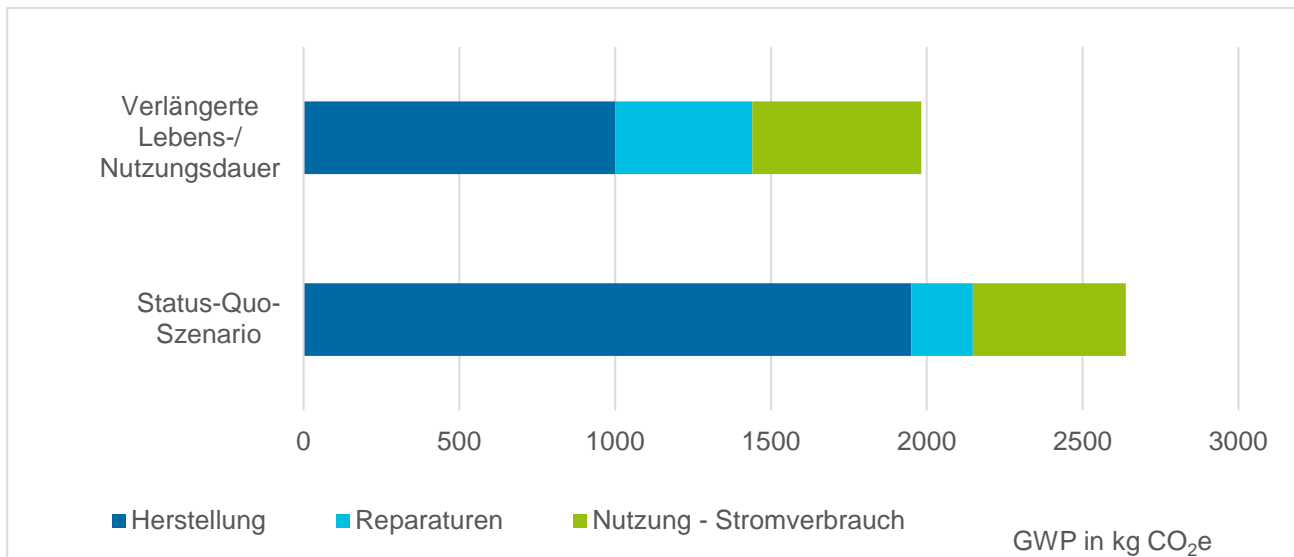
Quelle: Öko-Institut e.V.

4.4 Fernsehgeräte

4.4.1 Klimawirkung

Abbildung 4-7 und Tabelle 4-13 zeigen das Treibhauspotenzial der beiden untersuchten Szenarien. Die Einsparung durch die verlängerte Lebens- bzw. Nutzungsdauer von Fernsehgeräten, die der Wunschlebensdauer der Verbraucher*innen entspricht, liegt bei 657 kg CO₂e pro Nutzer*in über den gesamten Betrachtungszeitraum von 13 Jahren, was einer Einsparung von knapp 25 % entspricht. Dies liegt im Wesentlichen daran, dass im Status-Quo-Szenario über den Betrachtungszeitraum von 13 Jahren insgesamt 2,2 Fernsehgeräte benötigt und entsprechend produziert werden müssen. Trotz der insgesamt höheren Reparaturaufwände bei der verlängerten Lebens- bzw. Nutzungsdauer sowie der verbesserten Energieeffizienz der kurzlebigen Varianten bei den jeweiligen Neuananschaffungen im Betrachtungszeitraum kann der höhere Herstellungsaufwand von 2,2 Fernsehgeräten nicht ausgeglichen werden.

Abbildung 4-7: Treibhauspotenzial Fernsehgeräte über Betrachtungszeitraum (13 J.)



Quelle: Öko-Institut e.V.

Tabelle 4-13: Treibhauspotenzial Fernsehgeräte über Betrachtungszeitraum (13 J.)

	Status-Quo-Szenario (6 Jahre)	Verlängerte Lebens-/ Nutzungsdauer (13 Jahre)	
Herstellung	1950	1000	kg CO ₂ e
Reparaturen	198	440	kg CO ₂ e
Nutzung - Stromverbrauch	491	542	kg CO ₂ e
Summe	2639	1982	kg CO ₂ e

Quelle: Öko-Institut e.V.

Auf ganz Deutschland hochgerechnet ergeben sich Einsparungen durch die verlängerte Lebens- bzw. Nutzungsdauer von Fernsehgeräten von über 26 Mt CO₂e über den gesamten Betrachtungszeitraum bzw. jährliche Einsparungen von rund 2 Mt.

Die Zahlen sind in Tabelle 4-14 dargestellt.

Tabelle 4-14: Einsparpotenzial durch Fernsehgeräte unterschiedlicher Lebens-/ Nutzungsdauer für ganz Deutschland

	Einsparpotenzial verlängerte vs. durchschnittliche Lebens-/ Nutzungsdauer
Über Betrachtungszeitraum (7 J.)	-26,41 Mt CO ₂ e
Pro Jahr	-2,03 Mt CO ₂ e

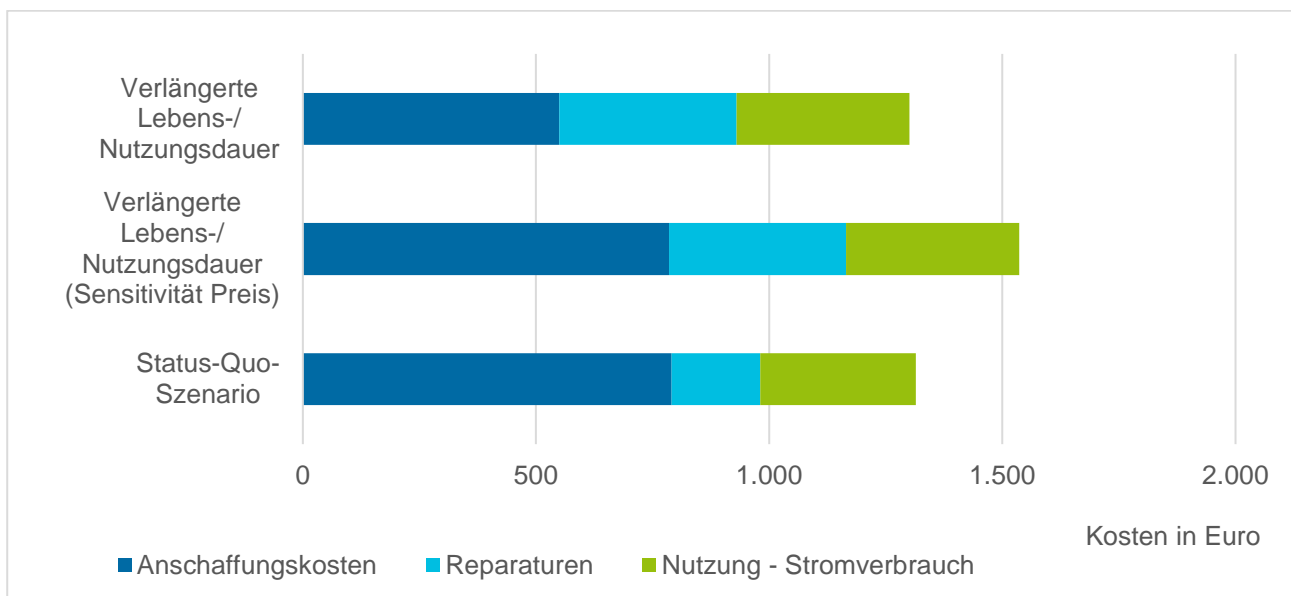
Quelle: Öko-Institut e.V.

4.4.2 Lebenszykluskosten

Abbildung 4-8 und Tabelle 4-15 zeigen die Lebenszykluskosten von Fernsehgeräten über den Betrachtungszeitraum. Die Berechnungen zeigen, dass es kaum einen Unterschied in den Lebenszykluskosten der Varianten mit verlängerter und durchschnittlicher Lebens- bzw. Nutzungsdauer gibt. Mit der verlängerten Lebens- bzw. Nutzungsdauer lassen sich pro Gerät nur knapp 13 Euro einsparen. Neben dem Kaufpreis tragen die Reparaturkosten, die zur Erreichung der gewünschten Nutzungsdauer erforderlich wären, auch signifikant zu hohen Lebenszykluskosten bei verlängerter Lebens- bzw. Nutzungsdauer bei.

In der Sensitivitätsanalyse wurde gezeigt, dass die Lebenszykluskosten eines langlebigen Geräts bei einer erheblichen Erhöhung des Kaufpreises signifikant höher als die der durchschnittlichen Variante liegen würden (222 Euro und 17 %).

Abbildung 4-8: Lebenszykluskosten Fernsehgeräte über Betrachtungszeitraum (13 J.)



Quelle: Öko-Institut e.V.

Tabelle 4-15: Lebenszykluskosten Fernsehgeräte über Betrachtungszeitraum (13 J.)

	Status-Quo-Szenario (6 Jahre)	Verlängerte Lebens-/ Nutzungsdauer (13 Jahre)	Verlängerte Lebens-/ Nutzungsdauer (Sensitivität: niedrigerer Preis)
Anschaffung	791 €	550 €	785 €
Reparaturen	190 €	380 €	380 €
Nutzung - Stromverbrauch	334 €	371 €	371 €
Summe	1.315 €	1.301 €	1.536 €

Quelle: Öko-Institut e.V.

Auf ganz Deutschland hochgerechnet ergeben sich durch die verlängerte Lebens- bzw. Nutzungsdauer von Fernsehgeräten im Vergleich zum Status-Quo-Szenario Einsparungen von etwa 543 Mio. Euro über den gesamten Betrachtungszeitraum bzw. jährliche Einsparungen von 42 Mio. Euro.

Die Zahlen sind in Tabelle 4-16 dargestellt.

Tabelle 4-16: Kosteneinsparungen bzw. Mehrkosten durch Fernsehgeräte unterschiedlicher Lebens-/ Nutzungsdauer für ganz Deutschland

	Einsparpotenzial langlebige vs. durchschnittliche Fernsehgeräte	Mehrkosten langlebige vs. durchschnittliche Fernsehgeräte (Sensitivität höherer Preis)
Über Betrachtungszeitraum (13 J.)	- 543 € Mio. €	+ 8.905 Mio. €
Pro Jahr	- 42 € Mio. €	+ 685 Mio. €

Quelle: Öko-Institut e.V.

4.5 Exkurs: E-Bikes (Pedelecs)

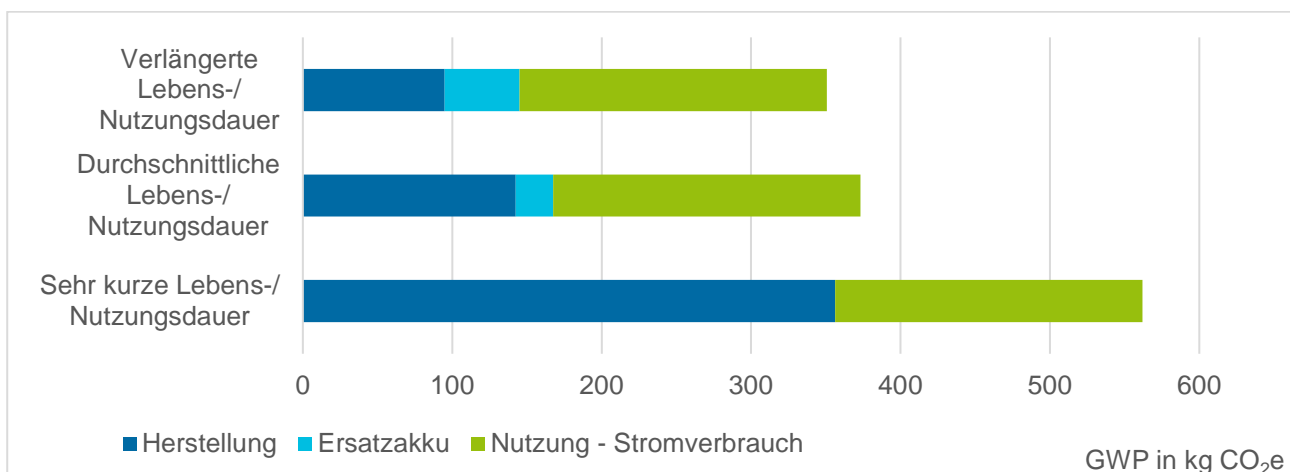
4.5.1 Klimawirkung

Abbildung 4-9 und Tabelle 4-17 zeigen das Treibhauspotenzial der untersuchten Szenarien. Die Einsparung durch eine E-Bike, das 10 Jahre genutzt wird, im Vergleich zu einem nur kurz genutzten E-Bike liegt bei 189 kg CO₂e pro Nutzer*in über den gesamten Betrachtungszeitraum von 15 Jahren, was einer Einsparung von 34 % entspricht. Der Unterschied ist im Wesentlichen darauf zurückzuführen, dass über den Betrachtungszeitraum von 15 Jahren in der kurzlebigen Variante fast vier komplette Fahrräder gekauft und entsprechend produziert werden müssen. Bei 10-jähriger Nutzung müssen nur 1,5 Fahrräder und ein Ersatzakku produziert werden.

Wird das E-Bike insgesamt 15 Jahre genutzt (Eigennutzung oder aufgrund einer Zweinutzung über den Gebrauchtmrkt), so ist die Einsparung im Vergleich zur kurzen Nutzung noch etwas größer, nämlich 211 kg CO₂e, was 38 % niedrigeren Emissionen entspricht. (Best-Case / Worst-Case-Betrachtung)

Der Unterschied zwischen einer 10-jährigen und einer 15-jährigen Nutzung eines E-Bikes ist aufgrund des zusätzlich notwendigen Ersatzakkus mit 23 kg CO₂e bzw. 5 % geringer.

Abbildung 4-9: Treibhauspotenzial E-Bikes (Pedelecs) über Betrachtungszeitraum (15 J.)



Quelle: Öko-Institut e.V.

Tabelle 4-17: Treibhauspotenzial E-Bikes (Pedelecs) über Betrachtungszeitraum (15 J.)

	Kurze Lebens-/ Nutzungsdauer (4 J.)	Durchschnittliche Lebens-/ Nutzungsdauer (10 J.)	Verlängerte Lebens-/ Nutzungsdauer (15 J.)	
Herstellung	356	143	95	kg CO ₂ e
Ersatzakku	0	25	50	kg CO ₂ e
Nutzung - Stromverbrauch	206	206	206	kg CO ₂ e
Summe	562	373	351	kg CO ₂ e

Quelle: Öko-Institut e.V.

Mit Hilfe der aktuellen Anzahl an E-Bikes in Deutschland bzw. einem angenommenen Anteil von E-Bikes mit sehr kurzer Lebens- bzw. Nutzungsdauer von 5 % ergeben sich folgende Einsparungen für ganz Deutschland. Diese Berechnungen sind jedoch aufgrund der in Kapitel 3.5 genannten Einschränkungen nur als grobe Überschlagswerte zu verstehen:

- Durchschnittliche anstatt sehr kurze Nutzungsdauer bei 5 % der E-Bikes¹⁹: 0,069 Mt CO₂e über den gesamten Betrachtungszeitraum bzw. jährliche Einsparungen von rund 0,005 Mt CO₂e
- Verlängerte anstatt sehr kurze Nutzungsdauer bei 5 % der E-Bikes: 0,078 Mt CO₂e über den gesamten Betrachtungszeitraum bzw. jährliche Einsparungen von rund 0,005 Mt CO₂e (Marktanteil E-Bikes mit kurzer Lebens- /Nutzungsdauer von 5 %)
- Verlängerte anstatt durchschnittliche Lebens- bzw. Nutzungsdauer bei 95 % der E-Bikes: 0,157 Mt CO₂e über den gesamten Betrachtungszeitraum bzw. jährliche Einsparungen von rund 0,01 Mt CO₂e.

Die Zahlen sind in Tabelle 4-19 dargestellt.

Tabelle 4-18: Einsparpotenzial durch E-Bikes unterschiedlicher Lebens-/ Nutzungsdauer für ganz Deutschland

	Einsparpotenzial durchschnittliche vs. sehr kurze Lebens-/ Nutzungsdauer	Einsparpotenzial verlängerte vs. sehr kurze Lebens-/ Nutzungsdauer	Einsparpotenzial verlängerte vs. durchschnittliche Nutzungsdauer
Über Betrachtungszeitraum (15 J.)	-0,069 Mt CO ₂ e	-0,078 Mt CO ₂ e	-0,157 Mt CO ₂ e
Pro Jahr	-0,005 Mt CO ₂ e	-0,005 Mt CO ₂ e	-0,010 Mt CO ₂ e

Quelle: Öko-Institut e.V.

¹⁹ Angenommener Marktanteil E-Bikes mit kurzer Lebens- /Nutzungsdauer: 5 %, vgl. Kapitel 3.5.

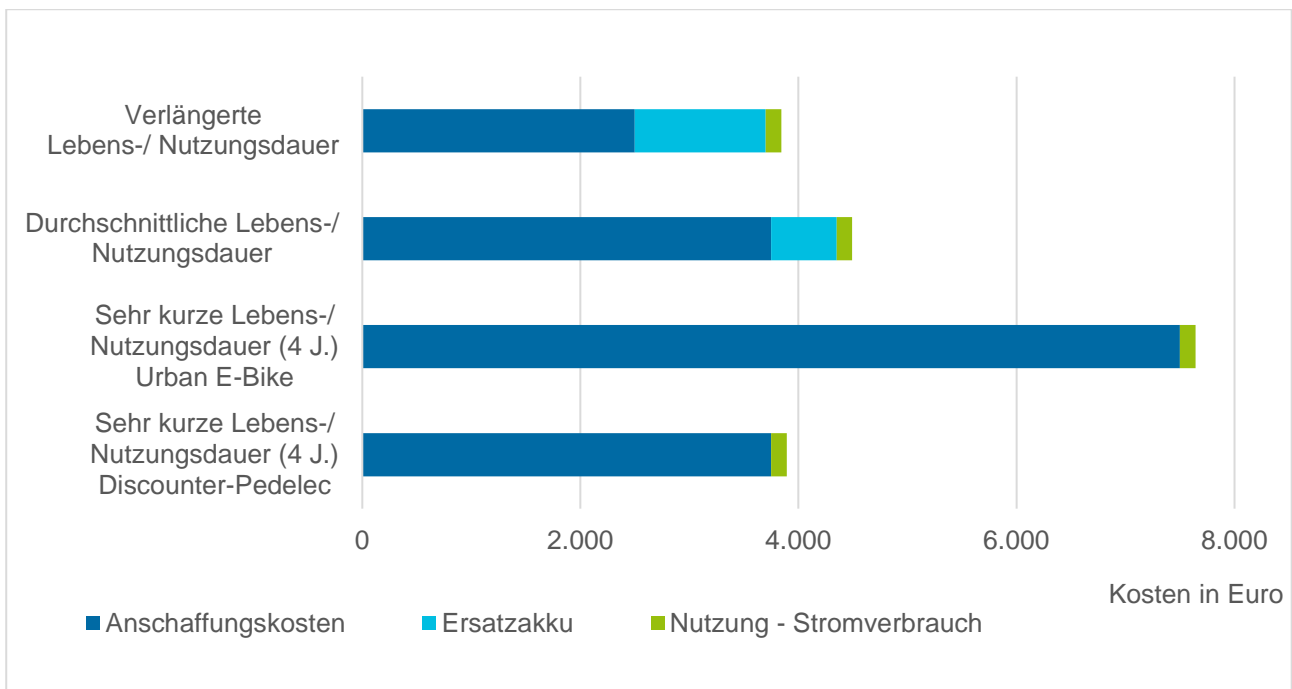
4.5.2 Lebenszykluskosten

Abbildung 4-10 und Tabelle 4-19 zeigen die Lebenszykluskosten von E-Bikes (Pedelecs) über den Betrachtungszeitraum. Für die kurze Nutzung wurde dabei von zwei verschiedenen Kaufpreisen ausgegangen: zum einen ein günstiges Discounter-E-Bike für 1.000 Euro, zum anderen ein in der Regel deutlich teureres so genanntes „Urban-E-Bike“, das aufgrund des fest verbauten Akkus ebenfalls eine relativ kurze Nutzungs-/Lebensdauer aufweist.

Man sieht, dass die Lebenszykluskosten stark vom Kaufpreis dominiert werden. Wird ein sehr günstiges kurzlebiges E-Bike gekauft (Discounter-E-Bike, um 1.000 Euro), so sind die Lebenszykluskosten mit denen eines teureren Marken-E-Bikes incl. Ersatzakku vergleichbar: Wird das teurere Pedelec 10 Jahre genutzt, liegen die Kosten etwas über (+600 Euro), bei Nutzung über 15 Jahre minimal unter den Kosten für ein günstiges kurzlebiges E-Bike (-50 Euro). Ist das kurzlebige E-Bike jedoch teurer (Urban-E-Bike mit fest verbautem Akku), so liegen die Lebenszykluskosten deutlich über dem eines Marken-E-Bikes, bei dem die Akkus ein oder zweimal über die Lebens- bzw. Nutzungsdauer getauscht werden (+3.150 bzw. +3.800 Euro). Im Vergleich zu 15-jähriger Nutzung sind die Lebenszykluskosten also etwa doppelt so hoch.

Wird das Marken-E-Bike insgesamt 15 Jahre genutzt, so verringern sich dadurch die Lebenszykluskosten im Vergleich zu 10-jähriger Nutzung um 650 Euro.

Abbildung 4-10: Lebenszykluskosten E-Bikes (Pedelecs) über Betrachtungszeitraum (15 J.)



Quelle: Öko-Institut e.V.

Tabelle 4-19: Lebenszykluskosten E-Bikes (Pedelecs) über Betrachtungszeitraum (15 J.)

	Sehr kurze Lebens-/ Nutzungsdauer Discounter-Pedelec (4 Jahre)	Sehr kurze Lebens-/ Nutzungsdauer Urban E-Bike (4 Jahre)	Durchschnittliche Lebens-/ Nutzungsdauer (10 Jahre)	Verlängerte Lebens-/ Nutzungsdauer (15 Jahre)
Anschaffung	3.750 €	7.500 €	3.750 €	2.500 €
Ersatzakku	0 €	0 €	600 €	1.200 €
Nutzung - Stromverbrauch	143 €	143 €	143 €	143 €
Summe	3.893 €	7.643 €	4.493 €	3.843 €

Quelle: Öko-Institut e.V.

Mit Hilfe der aktuellen Anzahl an E-Bikes in Deutschland ergeben sich folgende Einsparungen für ganz Deutschland für den Vergleich verlängerte vs. durchschnittliche Lebens- bzw. Nutzungsdauer.

- Verlängerte anstatt durchschnittliche Lebens- bzw. Nutzungsdauer bei 95 % der E-Bikes: 4.540 Mio. € über den gesamten Betrachtungszeitraum bzw. jährliche Einsparungen von rund 303 Mio. Euro.

Für eine durchschnittliche oder verlängerte Lebens- bzw. Nutzungsdauer im Vergleich zu einer sehr kurzen Lebens- bzw. Nutzungsdauer erfolgte keine Hochrechnung, da keine Daten dazu vorliegen, welchen Anteil die unterschiedlichen kurzlebigen E-Bike-Kategorien am Markt haben. Da die Preisunterschiede sehr groß sind, würden sich so keine aussagekräftigen Zahlen ergeben.

4.6 Zusammenfassung

Tabelle 4-20 zeigt die Einsparungen bzw. die Unterschiede über den jeweiligen Betrachtungszeitraum pro Gerät bzw. Nutzer*in durch verlängerte Nutzungsdauer im Vergleich zum Status-Quo-Szenario. Es ist wichtig, zu beachten, dass die Einsparungen beim Treibhauspotenzial bzw. die Lebenszykluskosten für unterschiedliche Zeitspannen gelten, da die gewünschte verlängerte Lebens- bzw. Nutzungsdauer für jedes Gerät unterschiedlich ist.

Tabelle 4-20: Einsparung / Unterschiede pro Gerät bzw. Nutzer*in über den Betrachtungszeitraum

	Betrachtungszeitraum	Klimawirkung (Treibhauspotenzial)	Lebenszykluskosten
Waschmaschinen (12 J. vs. 17 J.)	17 Jahre	-59 kg CO ₂ e	-43 €
Notebooks (5 J. vs. 10 J.)	10 Jahre	-197 kg CO ₂ e	-295 €
Smartphones (2,5 J. vs. 7 J.)	7 Jahre	-98 kg CO ₂ e	-242 €
Fernseher (6 J. vs. 13 J.)	13 Jahre	-657 kg CO ₂ e	-13 €
Exkurs: e-bikes (4 J. vs. 15 J.) (Best-case / Worse-case)	15 Jahre	-211 kg CO ₂ e	-50 bis -3.800 €
Exkurs: e-bikes (10 J. vs. 15 J.) (verlängerte vs. durchschnittliche Lebens- bzw. Nutzungsdauer)	15 Jahre	-22,5 kg CO ₂ e	-650 €

Quelle: Öko-Institut e.V.

Tabelle 4-21 zeigt die für ganz Deutschland hochgerechneten Einsparungen bzw. Unterschiede über den jeweiligen Betrachtungszeitraum für die betrachteten Grundscenarien. Die Zahlen spiegeln die Unterschiede wider, wenn alle Geräte in den Haushalten nicht die durchschnittliche, sondern eine verlängerte Lebens- bzw. Nutzungsdauer hätten. Aufgrund der höheren Unsicherheit bezüglich der Daten, werden die Ergebnisse für die Produktgruppe E-Bikes (Pedelects) nicht dargestellt.

Tabelle 4-21: Hochrechnung: Einsparungen / Unterschiede in Deutschland über gesamten Betrachtungszeitraum

	Betrachtungszeitraum	Klimawirkung (Treibhauspotenzial)	Lebenszykluskosten
Waschmaschinen (12 J. vs. 17 J.)	17 Jahre	-2,42 Mio. t CO ₂ e	-1.798 Mio. €
Notebooks (5 J. vs. 10 J.)	10 Jahre	-8,60 Mio. t CO ₂ e	-12.835 Mio. €
Smartphones (2,5 J. vs. 7 J.)	7 Jahre	-6,32 Mio. t CO ₂ e	-15.668 Mio. €
Fernseher (6 J. vs. 13 J.)	13 Jahre	-26,41 Mio. t CO ₂ e	- 543 Mio. €

Quelle: Öko-Institut e.V.

Tabelle 4-22 zeigt die für ganz Deutschland hochgerechneten jährlichen Einsparungen bzw. Unterschiede für die betrachteten Grundscenarien. Insgesamt können durch eine verlängerte Lebens- bzw. Nutzungsdauer der vier Produktgruppen jährlich knapp 4 Millionen Tonnen CO₂e eingespart werden. Dies entspricht den Treibhausgasemissionen der Nutzung von rund 1,8 Millionen Pkw²⁰ bzw. etwa 0,5 % der jährlichen Treibhausgasemissionen Deutschlands (2019: 805 Mio. t CO₂)²¹.

Tabelle 4-22: Hochrechnung pro Jahr: jährliche Einsparungen bzw. Kostenunterschiede (LCC) in Deutschland

	Klimawirkung (Treibhauspotenzial)	Entspricht Anzahl Pkw	Lebenszykluskosten
Waschmaschinen (12 J. vs. 17 J.)	-0,14 Mio. t CO ₂ e	-66.000	-106 Mio. €
Notebooks (5 J. vs. 10 J.)	-0,86 Mio. t CO ₂ e	-405.600	-1.283 Mio. €
Smartphones (2,5 J. vs. 7 J.)	-0,90 Mio. t CO ₂ e	-424.500	-2.238 Mio. €
Fernseher (6 J. vs. 13 J.)	-2,03 Mio. t CO ₂ e	-957.400	-42 Mio. €
	-3,93 Mio. t CO₂e	-1.853.500	-3.669 Mio. €

Quelle: Öko-Institut e.V.

²⁰ Für die Umrechnung wurde von durchschnittlich 155,9 g/km CO₂-Emissionen (Statista (2020a)) und einer jährlichen Fahrleistung von 13.600 km ausgegangen (vgl. Kraftfahrt Bundesamt 2020).

²¹ <https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/bilanz-umweltbundesamt-1730880> (zuletzt abgerufen am 20.10.2020)

5 Schlussfolgerungen

Klimawirkung

- Trotz sehr konservativer Annahmen, z.B. durch die Berücksichtigung von höherem Herstellungsaufwand für robustere Geräte und häufigeren Reparaturen bei verlängerter Lebens- bzw. Nutzungsdauer, ist das Treibhauspotenzial bei einer verlängerten Lebens- bzw. Nutzungsdauer bei allen betrachteten Produkten geringer als das Treibhauspotenzial bei durchschnittlicher oder sogar sehr kurzer Lebens- bzw. Nutzungsdauer. Insbesondere aufgrund der konservativen Herangehensweise können die Ergebnisse als richtungssicher gelten. Aus Umweltsicht ist eine verlängerte Lebens- bzw. Nutzungsdauer unbedingt wünschenswert.
- Bei Waschmaschinen und E-Bikes (Pedelecs) wird deutlich, dass eine Verlängerung über die aktuell durchschnittliche Lebens- bzw. Nutzungsdauer scheinbar nur geringe Einsparungen bringt. Aufgrund der genannten sehr konservativen Annahmen kann man davon ausgehen, dass die Einsparungen tendenziell unterschätzt sind.
- Ebenfalls bei Waschmaschinen und E-Bikes (Pedelecs) wird deutlich, dass eine sehr kurze Lebens- bzw. Nutzungsdauer mit einem deutlich höheren Treibhauspotenzial einhergeht als bei einer mindestens durchschnittlichen Lebens- bzw. Nutzungsdauer.

Lebenszykluskosten

- Die Lebenszykluskosten bei einer verlängerten Lebens- bzw. Nutzungsdauer sind für die Verbraucher*innen in den meisten Fällen geringer als bei einer nur durchschnittlichen Lebens- bzw. Nutzungsdauer. Vor allem die Anschaffungskosten weisen jedoch eine hohe Variabilität auf, weshalb eindeutige Aussagen schwierig sind und je nach Kaufpreis die Gesamtkosten einer verlängerten auch über denen einer durchschnittlichen oder kurzen Lebens- bzw. Nutzungsdauer liegen können. Allgemein gilt, je größer der Unterschied bei den Kaufpreisen zwischen lang- und kurzlebiger Produktvariante ist, umso weniger „lohnt“ sich eine verlängerte Lebens- bzw. Nutzungsdauer für die Verbraucher*innen finanziell. Neben dem Kaufpreis fallen insbesondere die Reparaturen stark ins Gewicht: Ihr Anteil an den Gesamtkosten ist in der Regel höher, teilweise sogar deutlich, als der Anteil der Reparaturen an der Klimawirkung über den Lebenszyklus.
- Über alle Produktgruppen summiert, resultieren bei Betrachtung der Basisvarianten Kosteneinsparungen – insgesamt gesehen ist eine verlängerte Lebens- bzw. Nutzungsdauer von Produkten auch ökonomisch vorteilhaft für Verbraucher*innen.

Empfehlungen

- Schon die Betrachtung eines relativ kleinen Ausschnitts von Produkten, die derzeit in privaten Haushalten genutzt werden, zeigt, dass eine verlängerte Lebens- bzw. Nutzungsdauer von Produkten ökologisch sinnvoll ist und maßgeblich zur Erreichung der gesetzten Klimaziele beitragen würde. Für Privathaushalte ist die verlängerte Lebens- bzw. Nutzungsdauer in den meisten Fällen auch ökonomisch tragfähig. Ziel sollte daher sein, dass möglichst langlebige und reparierbare Produkte hergestellt und von Verbraucher*innen gekauft werden und diese bei einem möglichen Defekt auch repariert werden.

- Um dieses Ziel zu erreichen, sind verschiedene Maßnahmen sinnvoll, die in ihrer Gesamtheit eine inhärent längere Lebensdauer von Produkten unterstützen, Reparaturen erleichtern und die Relation der Kosten von Neukauf und Reparatur zugunsten der Reparatur verändern. Beispiele für solche Maßnahmen sind:
 - Mindestanforderungen, beispielsweise bezüglich Haltbarkeit, Reparierbarkeit oder Garantieaussagen. Erste Ansätze für solche Anforderungen gibt es bereits im Rahmen der EU-Ökodesignverordnung (Richtlinie 2009/125/EG, vgl. auch ECOS (2019)), dies sollte unbedingt weiterverfolgt und ausgebaut werden.
 - Ökonomische Instrumente: Denkbar sind hier beispielsweise eine Senkung der Mehrwertsteuer für Reparaturdienstleistungen, eine steuerliche Absetzfähigkeit von Reparaturkosten, Förderung von langlebigen, reparaturfreundlichen, wiederaufbereiteten und gebrauchten Geräten im Rahmen der öffentlichen Beschaffung oder generell eine Internalisierung externer Umweltkosten.

Zum einen wird durch solche Maßnahmen der Produktion und Vermarktung inhärent kurzlebiger Produkte entgegengewirkt. Zum anderen werden Reparaturdienstleistungen dadurch günstiger. Dies trägt dem Umstand Rechnung, dass Reparaturkosten in Europa relativ teuer sind im Vergleich zum Preis von Neugeräten, die häufig in Billiglohnländern produziert werden.

- Gleichzeitig ist es auch wichtig, Verbraucher*innen über die ökologischen und ökonomischen Auswirkungen einer verlängerten Lebens- und Nutzungsdauer zu informieren und aufzuklären. Eine Vielzahl an Verbraucher*innen wünscht sich bereits eine lange Lebens- bzw. Nutzungsdauer von Produkten.

Literaturverzeichnis

- Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club e. V. (ADFC) (Hg.): Pedelecs und E-Bikes. Online verfügbar unter <https://www.adfc.de/artikel/pedelecs-und-e-bikes>, zuletzt geprüft am 19.10.2020.
- Apple (Hg.) (2019): Product Environmental Report iPhone 11. Online verfügbar unter https://www.apple.com/environment/pdf/products/iphone/iPhone_11_PER_sept2019.pdf, zuletzt geprüft am 19.10.2020.
- Bakker, C. A.; Schuit, C.S.C. (2017): The Long View - Exploring Product Lifetime Extension. Hg. v. UN Environment. TU Delft. Online verfügbar unter https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/22394/long_view_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y, zuletzt geprüft am 19.10.2020.
- Bitkom (Hg.): Markt rund um Smartphones wächst auf 36 Milliarden Euro. Online verfügbar unter <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Markt-rund-um-Smartphones-waechst-auf-36-Milliarden-Euro>, zuletzt geprüft am 19.10.2020.
- Boyano, A.; Cordella, M.; Espinosa, N.; Villanueva, A.; Graulich, K.; Rüdener, I. et al. (2017): Ecodesign and Energy Label for Household Washing machines and washer dryers. Preparatory Study. Final Report. Hg. v. EU Commission, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies (JRC IPTS). Joint Research Centre, Oeko-Institut, University of Bonn. Online verfügbar unter [http://susproc.jrc.ec.europa.eu/Washing_machines_and_washer_dryers/docs/JRC108604_20171117_wash_prepstudy\(6\).pdf](http://susproc.jrc.ec.europa.eu/Washing_machines_and_washer_dryers/docs/JRC108604_20171117_wash_prepstudy(6).pdf), zuletzt geprüft am 03.04.2019.
- Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (BDEW) (Hg.) (2020): BDEW-Strompreisanalyse Juli 2020. Haushalte und Industrie. Online verfügbar unter https://www.bdew.de/media/documents/201013_BDEW-Strompreisanalyse_Juli_2020-Haushalte_und_Industrie.pdf, zuletzt geprüft am 19.10.2020.
- Castro, A.; Gaupp-Berghausen, M.; Dons, E.; Standaert, A.; Laeremans, M.; Clark, A. et al. (2019): Physical activity of electric bicycle users compared to conventional bicycle users and non-cyclists: Insights based on health and transport data from an online survey in seven European cities. In: *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 1, 100017 (Volume 1). DOI: 10.1016/J.TRIP.2019.100017.
- Czechura, M. (2020): Ab sofort: Aldi verkauft neues E-Bike zum Sparpreis [online]. Hg. v. CHIP Digital GmbH. Online verfügbar unter https://www.chip.de/news/Aldi-verkauft-neues-E-Bike-zum-Sparpreis_165913208.html, zuletzt aktualisiert am 12.10.2020.
- ebikeers (Hg.) (2020): Sind Discounter E-Bikes ihr Geld wert? Online verfügbar unter <https://ebikeers.de/ratgeber/sind-discounter-e-bikes-ihr-geld-wert/#>, zuletzt aktualisiert am 16.10.2020.
- ECOS (Hg.) (2019): Ecodesign & Energy Labelling Package. All you need to know. Online verfügbar unter <https://ecostandard.org/wp-content/uploads/ECODESIGN-PACKAGE-BRIEFING.pdf>, zuletzt geprüft am 20.10.2020.
- EcoTopTen (Hg.) (2020): EcoTopTen-Kriterien für Waschmaschinen. Öko-Institut e.V. Online verfügbar unter https://www.ecotopten.de/sites/default/files/ecotopten_kriterien_waschmaschinen.pdf, zuletzt geprüft am 19.10.2020.

- European Commission (Hg.) (2014): Attitudes of Europeans towards Waste Management and Resource Efficiency. Report. TNS Political & Social (Flash Eurobarometer, 388). Online verfügbar unter https://ec.europa.eu/commfrontoffice/publicopinion/flash/fl_388_en.pdf, zuletzt geprüft am 20.10.2020.
- European Commission (Hg.) (2017a): Preparatory study on the Review of Regulation 617/2013 (Lot 3). Computers and Computer Servers. Task 2: Markets. iegand Maagøe; VITO. Online verfügbar unter <https://computerregulationreview.eu/sites/computerregulationreview.eu/files/Preparatory%20study%20on%20review%20computer%20regulation%20-%20Task%202%20VM%2002022017.pdf>, zuletzt geprüft am 19.10.2020.
- European Commission (Hg.) (2017b): Preparatory study on the Review of Regulation 617/2013 (Lot 3). Computers and Computer Servers. Task 3: Users. iegand Maagøe; VITO. Online verfügbar unter <https://computerregulationreview.eu/sites/computerregulationreview.eu/files/Preparatory%20study%20on%20review%20computer%20regulation%20-%20Task%203%20VM%2002022017.pdf>, zuletzt geprüft am 19.10.2020.
- European Commission (Hg.) (2017c): Preparatory study on the Review of Regulation 617/2013 (Lot 3). Computers and Computer Servers. Simplified tasks 5 & 6 report: Base cases and Design options. iegand Maagøe; VITO. Online verfügbar unter <https://computerregulationreview.eu/sites/computerregulationreview.eu/files/Preparatory%20study%20on%20review%20computer%20regulation%20-%20simplified%20Tasks%205-6%20VM%2002022017.pdf>, zuletzt geprüft am 19.10.2020.
- Gröger, J. (2020): Digitaler CO₂-Fußabdruck. Datensammlung zur Abschätzung von Herstellungsaufwand, Energieverbrauch und Nutzung digitaler Endgeräte und Dienste. Im Auftrag des Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (BUND).
- Hunkeler, David; Lichtenvort, Kerstin; Rebitzer, Gerald; Ciroth, Andreas; Huppel, Gjalte; Klöpffer, Walter et al. (2008): Environmental Life Cycle Costing. Hoboken: CRC Press. Online verfügbar unter <http://gbv.eblib.com/patron/FullRecord.aspx?p=570462>.
- idealo internet GmbH (Hg.) (2020): E-Bike Akkus [online]. Online verfügbar unter <https://www.idealo.de/preisvergleich/ProductCategory/26050.html>, zuletzt geprüft am 13.10.2020.
- internetstores GmbH (Hg.) (2020): Fahrrad.de: E-Bike Akkus & Ladegeräte [online]. Online verfügbar unter <https://www.fahrrad.de/teile/e-bike-teile/e-bike-akkus-ladegeraete>, zuletzt geprüft am 13.10.2020.
- Jaeger-Erben, M.; Hipp, T. (2018): All the rage or take it easy? Expectations and experiences in the context of product lifetimes. Descriptive analysis of a representative online survey in Germany in 2017. TU Berlin, Zentrum Technik und Gesellschaft (OHA texts, 1/2018). Online verfügbar unter https://challengeobsolescence.info/wp-content/uploads/2018/03/Research-Group-OHA_Description-Online-Survey_2018.pdf, zuletzt geprüft am 19.10.2020.
- Krafftahrt Bundesamt (Hg.) (2020): Entwicklung der Fahrleistungen nach Fahrzeugarten seit 2015. Online verfügbar unter https://www.kba.de/DE/Statistik/Kraftverkehr/VerkehrKilometer/vk_inlaenderfahrleistung/vk_inlaenderfahrleistung_inhalt.html?nn=2351536, zuletzt geprüft am 20.10.2020.
- Krauß, J. (2020): Urban E-Bikes im Test: Ist schick auch praktisch? Hg. v. ADAC. Online verfügbar unter <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/tests/fahrrad/urban-e-bikes/>, zuletzt geprüft am 20.10.2020.

- Michel, F.; Dulbecco, J. R.; Lhotellier, J. (2020): Evaluation environnementale et économique de l'allongement de la durée d'usage de biens d'équipements électriques et électroniques à l'échelle d'un foyer. ADEME. Online verfügbar unter <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/evaluation-economique-environnemental-allongement-duree-eee-foyer-2020.pdf>, zuletzt geprüft am 19.10.2020.
- Motschall, Moritz (2012): PROSA Fahrräder. Entwicklung der Vergabekriterien für ein klimaschutzbezogenes Umweltzeichen. Berlin, zuletzt geprüft am 16.10.2020.
- Osmani, D.; Wolf, O.; Graulich, K.; Groß, R.; Liu, R.; Manhart, A.; Prakash, S. (2013): Development of European Ecolabel and Green Public Procurement Criteria for Televisions. TECHNICAL REPORT, TASK 2. Market Analysis. Hg. v. European Commission. Online verfügbar unter https://susproc.jrc.ec.europa.eu/product-bureau/sites/default/files/contenttype/product_group_documents/1581690412/Draft_Task2-report_Ecolabel-GPP_TV_final_20130912.pdf, zuletzt geprüft am 20.10.2020.
- Prakash, S.; Antony, F.; Dehoust, G.; Gensch, C.-O.; Graulich, K.; Gsell, M. et al. (2016a): Einfluss der Nutzungsdauer von Produkten auf ihre Umweltwirkung: Schaffung einer Informationsgrundlage und Entwicklung von Strategien gegen "Obsoleszenz". Unter Mitarbeit von R. Stamminger.
- Prakash, S.; Antony, F.; Graulich, K.; Köhler, A. R.; Liu, R. (2016b): Ökologische und ökonomische Aspekte beim Vergleich von Arbeitsplatzcomputern für den Einsatz in Behörden unter Einbeziehung des Nutzerverhaltens. FKZ 3712 95 301. Unter Mitarbeit von A. Schlösser, M. Proske, K. Schischke, L. Stobbe und H. Zedel.
- Prakash, Siddharth; Dehoust, Günther; Gsell, Martin; Schleicher, Tobias; Stamminger, Rainer (2016c): Einfluss der Nutzungsdauer von Produkten auf ihre Umweltwirkung: Schaffung einer Informationsgrundlage und Entwicklung von Strategien gegen „Obsoleszenz“. Öko-Institut e.V. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_11_2016_einfluss_der_nutzungsdauer_von_produkten_obsoleszenz.pdf, zuletzt geprüft am 04.01.2017.
- Prakash, Siddharth; Rüdener, I. (2018): Reparieren oder neu kaufen? Fragen, Antworten (FAQs) und Tipps für ein langes Leben von Elektrogeräten im Haushalt. Online verfügbar unter <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/FAQ-Langlebigkeit-elektronische-Produkte.pdf>, zuletzt geprüft am 08.04.2019.
- Proske, M.; Clemm, C.; Richter, N. (2016): Life Cycle Assessment of the Fairphone 2. Final Report. Fraunhofer IZM. Online verfügbar unter https://www.fairphone.com/wp-content/uploads/2016/11/Fairphone_2_LCA_Final_20161122.pdf, zuletzt geprüft am 19.10.2020.
- Rüdener, I.; Gensch, C.; Liu, R. (2020): Ökobilanzielle Analyse von Konstruktionsvarianten bei Waschautomaten. Hg. v. Öko-Institut e.V. (Öko-Institut). Öko-Institut e.V. (Öko-Institut). unveröffentlichter Bericht.
- Rüdener, I.; Stratmann, B. (2020): Recherchen zur Gewinnung neuer Zeichennehmer bei bestehenden Umweltzeichen, Teilbericht Elektrofahrräder. Hg. v. Öko-Institut e.V. unveröffentlichter Bericht.
- Schischke, K.; Clemm, C.; Berwald, A.; Proske, M.; Dimitrova, G.; Reinhold, J.; Prewitz, C. (2020a): Ecodesign preparatory study on mobile phones, smartphones and tablets. Discussion Paper. Task 3: Users (product demand side) and Task 4: Technologies. Hg. v. European Commission. Fraunhofer IZM. Online verfügbar unter <https://www.ecosmartphones.info/documents/>, zuletzt geprüft am 20.10.2020.

- Schischke, K.; Clemm, C.; Berwald, A.; Proske, M.; Dimitrova, G.; Reinhold, J.; Prewitz, C. (2020b): Ecodesign preparatory study on mobile phones, smartphones and tablets. Draft Task 2 Report. Markets. Hg. v. European Commission. Fraunhofer IZM. Online verfügbar unter <https://www.ecosmartphones.info/documents/>, zuletzt geprüft am 19.10.2020.
- Statista (2015): Absatzverteilung von Fernsehgeräten nach Bildschirmdiagonale weltweit von 2009 bis 2014 und Prognose bis 2019. Statistisches Bundesamt. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/459930/umfrage/verteilung-des-absatzes-von-fernsehgeraeten-weltweit-nach-bildschirmgroesse/>, zuletzt geprüft am 02.11.2020.
- Statista (Hg.) (2020a): Durchschnittspreis der verkauften Smartphones auf dem Konsumentenmarkt in Deutschland von 2008 bis 2019 (in Euro). Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/28306/umfrage/durchschnittspreise-fuer-smartphones-seit-2008/>, zuletzt geprüft am 19.10.2020.
- Statista (Hg.) (2020b): Durchschnittspreise für Desktop-PCs und Notebooks in Deutschland von 2005 bis 2019 (in Euro). Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/28304/umfrage/durchschnittspreise-fuer-desktop-pcs-und-notebooks-seit-2005/>, zuletzt geprüft am 19.10.2020.
- Statistisches Bundesamt (Hg.) (2020a): Ausstattung mit Gebrauchsgütern. Ausstattung privater Haushalte mit elektrischen Haushalts- und sonstigen Geräten - Deutschland. Online verfügbar unter <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Einkommen-Konsum-Lebensbedingungen/Ausstattung-Gebrauchsgueter/Tabellen/liste-haushaltsgeraete-d.html>, zuletzt geprüft am 12.10.2020.
- Statistisches Bundesamt (Hg.) (2020b): Ausstattung mit Gebrauchsgütern. Ausstattung privater Haushalte mit Informations- und Kommunikationstechnik - Deutschland. Online verfügbar unter <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Einkommen-Konsum-Lebensbedingungen/Ausstattung-Gebrauchsgueter/Tabellen/liste-infotechnik-d.html>, zuletzt geprüft am 19.10.2020.
- Statistisches Bundesamt (Hg.) (2020c): Entwicklung der Privathaushalte bis 2040. Ergebnisse der Haushaltsvorausberechnung 2020.
- Statistisches Bundesamt (28.09.2020): Zahl der Haushalte mit E-Bikes hat sich seit 2015 fast verdreifacht. 4,3 Millionen Privathaushalte in Deutschland besitzen Elektrofahrräder. Pressemitteilung Nr. 375. Wiesbaden. Auskunftsdienst Einkommen, Konsum, Lebensbedingungen, Telefon: +49 (0) 611/75 88 80. Online verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2020/09/PD20_375_639.html, zuletzt geprüft am 13.10.2020.
- Statistisches Bundesamt (Destatis) (Hg.) (Stand: 2019): Ausstattung mit Gebrauchsgütern. Daten aus den Laufenden Wirtschaftsrechnungen (LWR) zur Ausstattung privater Haushalte mit Unterhaltungselektronik. Online verfügbar unter <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Einkommen-Konsum-Lebensbedingungen/Ausstattung-Gebrauchsgueter/Tabellen/a-unterhaltungselektr-d-lwr.html>, zuletzt geprüft am 20.10.2020.
- Stiftung Warentest (2013): Schon kaputt? In: *test* (9/2013).
- Stiftung Warentest (2016): Der Härtestest. In: *test* (07), S. 76–81, zuletzt geprüft am 16.10.2020.
- Stiftung Warentest (2017): Wann sich Reperaturen lohnen (04/2017). Online verfügbar unter https://www.test.de/shop/test-hefte/test_04_2017/, zuletzt geprüft am 19.10.2017.

- Stiftung Warentest (2020a): Ergebnisse Reparatur-Umfrage: Erfahrungen von 10 000 Teilnehmern ausgewertet. Haushalt und Garten. In: *test* 2020 (47/2020), S. 72–75. Online verfügbar unter <https://www.test.de/Ergebnisse-Reparatur-Umfrage-Erfahrungen-von-10000-Teilnehmern-ausgewertet-5587855-0/>, zuletzt geprüft am 12.10.2020.
- Stiftung Warentest (2020b): Fernseher: Für jeden Anspruch. In: *test* (01/2020). Online verfügbar unter https://www.test.de/shop/test-hefte/test_01_2020/, zuletzt geprüft am 20.10.2020.
- Stiftung Warentest (2020c): Pedelecs - Vier rollen vorne weg. In: *test* 2020 (6/2020), S. 66–75. Online verfügbar unter <https://www.test.de/E-Bike-Test-4733454-0/>, zuletzt geprüft am 12.10.2020.
- Stiftung Warentest (2020d): Daten zur erwarteten und gewünschten Lebensdauer und Reparaturhäufigkeit von Produkten. Freiburg, 14.09.2020. E-Mail an Ina Rüdener.
- Stiftung Warentest (2020e): Qualitätsaspekte und Lebensdauer von E-Bikes, 14.10.2020. Telefonat an Ina Rüdener.
- Stratmann, B. (2019): Weiterentwicklung Umweltzeichen Blauer Engel 2013-2017. Hintergrundbericht zur Entwicklung einer Vergabegrundlage für die Produktgruppe: Pedelecs 25. Hg. v. Dessau Umweltbundesamt (UBA). Öko-Institut e.V. (Texte | 19/2019). Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/weiterentwicklung-umweltzeichen-blauer-engel-2013>, zuletzt geprüft am 12.10.2020.
- Tecchio, P.; Ardenne, F.; Marwede, M.; Clemm, C.; Dimitrova, G.; Mathieux, F. (2018): Analysis of material efficiency aspects of personal computers product group. Hg. v. Joint Research Center (JRC) (JRC Technical Reports). Online verfügbar unter https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC105156/20180115_-_jrc_technical_report_online_v02.pdf, zuletzt geprüft am 19.10.2020.
- Umweltbundesamt (Hg.) (2012): Ratgeber Batterien und Akkus. Ihre Fragen - Unsere Antworten zu Batterien, Akkus und Umwelt. Dessau. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/4414.pdf>, zuletzt geprüft am 20.10.2020.
- van den Berge, R.; Thysen, T. (2020): State-of-the-art knowledge on user, market and legal issues related to premature obsolescence. PROMPT: Premature Obsolescence Multi-Stakeholder Product Testing Program. Technical University of Delft. Online verfügbar unter https://prompt-project.eu/wp-content/uploads/2020/07/PROMPT_20200430_State-of-the-art-overview-of-the-user-market-and-legal-aspects.pdf, zuletzt geprüft am 19.10.2020.
- Verkehrsclub Deutschland e.V. (Hg.) (2020a): Gut zu wissen - Technik [online]. Akku. Online verfügbar unter <https://e-radkaufen.vcd.org/index.php?id=akku>, zuletzt geprüft am 13.10.2020.
- Verkehrsclub Deutschland e.V. (Hg.) (2020b): VCD E-Rad-Datenbank [online]. Online verfügbar unter <https://e-radkaufen.vcd.org/datenbank1.html>, zuletzt geprüft am 12.10.2020.
- Verkehrsclub Deutschland e.V. (Hg.) (2020c): Warum E-Räder - Umwelt [online]. Online verfügbar unter <https://e-radkaufen.vcd.org/umwelt.html>, zuletzt geprüft am 12.10.2020.
- Vidal-Abarca, C.; Dodd, N.; Wolf, O. (2020): Revision of EU Ecolabel Criteria for Electronic Displays (previously Televisions). Final Technical Report: Final Criteria. Hg. v. European Commission. Luxembourg. Online verfügbar unter <https://susproc.jrc.ec.europa.eu/product-bureau/sites/default/files/2020-09/Final%20TR%20DISPLAYS.pdf>, zuletzt geprüft am 20.10.2020.
- Wieser, Harald; Tröger, Nina (2015): Die Nutzungsdauer und Obsoleszenz von Gebrauchsgütern im Zeitalter der Beschleunigung. Eine empirische Untersuchung in Österreichischen

Haushalten. Wien: Kammer für Arbeiter und Angestellte für Wien. Online verfügbar unter https://www.researchgate.net/profile/Harald_Wieser/publication/278030698_Die_Nutzungsdaue_r_und_Obsoleszenz_von_Gebrauchsgutern_im_Zeitalter_der_Beschleunigung/links/557a923f08ae753637570a13/Die-Nutzungsdauer-und-Obsoleszenz-von-Gebrauchsguetern-im-Zeitalter-der-Beschleunigung.pdf, zuletzt geprüft am 19.10.2020.

ZIV Zweirad-Industrie-Verband (02.09.2020): Fahrrad-und E-Bike-Industrie trotzen der Corona-KriseStimmungsbarometer für das 1. Halbjahr 2020. Bad Soden. David Eisenberger, eisenberger@ziv-zweirad.de. Online verfügbar unter https://www.ziv-zweirad.de/fileadmin/redakteure/Downloads/PDFs/PM_2020_02.09._Fahrradmarkt_Stimmungsbarometer_1._HJ_2020.pdf, zuletzt geprüft am 13.10.2020.

Zuloaga, Francisco; Schweitzer, Jean-Pierre; Anastasio, Mauro; Arditì, Stéphane (2019): Coolproducts don't cost the earth. Full report. Hg. v. European Environmental Bureau (EEB). Online verfügbar unter www.eeb.org/coolproducts-report, zuletzt geprüft am 30.09.2019.