

TEXTE

10/2015

Einfluss der Nutzungsdauer von Produkten auf ihre Umweltwirkung: Schaffung einer Informationsgrundlage und Entwicklung von Strategien gegen „Obsoleszenz“

ZWISCHENBERICHT:

Analyse der Entwicklung der Lebens-, Nutzungs- und Verweildauer von ausgewählten Produktgruppen

TEXTE 10/2015

Umweltforschungsplan des
Bundesministeriums für Umwelt,
Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit

Forschungskennzahl 3713 32 315

Einfluss der Nutzungsdauer von Produkten auf ihre Umweltwirkung: Schaffung einer Informationsgrundlage und Entwicklung von Strategien gegen „Obsoleszenz“

ZWISCHENBERICHT:

Analyse der Entwicklung der Lebens-, Nutzungs- und Verweildauer von ausgewählten Produktgruppen

von

Siddharth Prakash, Günther Dehoust, Martin Gsell, Tobias Schleicher
Öko-Institut e.V. – Institut für Angewandte Ökologie Bereich Produkte und
Stoffströme, Freiburg

in Kooperation mit

Prof. Dr. Rainer Stamminger
Universität Bonn, Institut für Landtechnik, Bonn

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber:

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
info@umweltbundesamt.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt

Durchführung der Studie:

Öko-Institut e.V. – Institut für Angewandte Ökologie Bereich Produkte und
Stoffströme Merzhauser Str. 173, 79100 Freiburg

Abschlussdatum:

2014

Redaktion:

Fachgebiet III 1.3 Ökodesign, Umweltkennzeichnung,
umweltfreundliche Beschaffung
Dr. Ines Oehme

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/einfluss-der-nutzungs-dauer-von-produkten-auf-ihre>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, Februar 2015

Das diesem Bericht zu Grunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des
Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit unter
der Forschungskennzahl 3713 32 315 gefördert. Die Verantwortung für den
Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Berichtskennblatt

Berichtsnummer	
Titel des Berichts	Einfluss der Nutzungsdauer von Produkten auf ihre Umweltwirkung: Schaffung einer Informationsgrundlage und Entwicklung von Strategien gegen „Obsoleszenz“
Autor(en) (Name, Vorname)	Siddharth Prakash Prof. Dr. Rainer Stamminger Günther Dehoust Martin Gsell Tobias Schleicher
Durchführende Institution (Name, Anschrift)	Öko-Institut e.V. – Institut für Angewandte Ökologie Bereich Produkte und Stoffströme Merzhauser Str. 173, 79100 Freiburg
Fördernde Institution	Umweltbundesamt Postfach 14 06 06813 Dessau-Roßlau
Abschlussjahr	(Zwischenbericht) 2015
Forschungskennzahl (FKZ)	UFOPLAN 3713 32 315
Seitenzahl des Berichts	104
Zusätzliche Angaben	
Schlagwörter	Obsoleszenz, Produktlebensdauer, Elektro- und Elektronikgeräte, Haushaltsgeräte, Unterhaltungselektronik, Informationstechnik

Report Cover Sheet

Report No.	
Report Title	Influence of the service life of products in terms of their environmental impact: Establishing an information base and developing strategies against "obsolescence"
Author(s) (Family Name, First Name)	Siddharth Prakash Prof. Dr. Rainer Stamminger Günther Dehoust Martin Gsell Tobias Schleicher
Performing Organisation (Name, Address)	Oeko-Institut e.V. – Institute for Applied Ecology Research Division 'Sustainable Products & Material Flows' Merzhauser Str. 173, 79100 Freiburg, Germany
Funding Agency	Umweltbundesamt Postfach 14 06 06813 Dessau-Roßlau Germany
Report Date (Year)	(Interim report) 2015
Project No. (FKZ)	UFOPLAN 3713 32 315
No. of Pages	104
Supplementary Notes	
Keywords	Obsolescence, product life-time, electrical and electronic equipment, household appliances, consumer electronics, information technology

Kurzbeschreibung

Das übergeordnete Ziel des Vorhabens ist, eine fundierte Datengrundlage zur Beschreibung und Beurteilung der Erscheinung Obsoleszenz bzw. der durchschnittlich erreichten Produktlebens- und Nutzungsdauer zu schaffen und darauf aufbauend handlungssichere Strategien gegen Obsoleszenz zu entwickeln. Die Zwischenergebnisse zeigen, dass bei Haushaltsgroßgeräten die durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer in Deutschland zwischen 2004 und 2012/2013 leicht von 14,1 auf 13,0 Jahre zurückgegangen ist. Ein Defekt ist die Hauptursache für einen Austausch und machte in 2012 55,6% der Gesamtersatzkäufe aus. Auf der anderen Seite lässt sich feststellen, dass fast ein Drittel der Haushaltsgroßgeräte ausgetauscht werden, obwohl sie noch funktionieren. Kritisch zu sehen ist die Zunahme der Ersatzkäufe bei Geräten, die jünger als 5 Jahre sind. Hier erfolgte zwischen 2004 und 2012/2013 eine Steigerung des Anteils an allen Ersatzkäufen von 7% auf 13%. Bezogen auf die Gesamtersatzkäufe von Haushaltsgroßgeräten, die wegen eines Defekts getätigt werden mussten, stieg der Anteil der noch relativ neuen ausgetauschten Geräte (< 5 Jahre) von 3,5% in 2004 auf 8,3% im Jahr 2012 an. Bei TV-Flachbildschirmen lag die durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer 2012 bei 5,6 Jahren. Der Anteil der defekten Flachbildschirmfernseher an Ersatzkäufen ist zwischen 2008 und 2012 leicht von 28% auf 25% zurückgegangen. Die durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer von TV-Flachbildschirmen, die aufgrund eines Defekts ersetzt wurden, lag bei 5,9 Jahren in 2012/2013. Über 60% der Ersatzkäufe in 2012 erfolgte trotz noch funktionierendem Flachbildschirmfernseher, weil die Konsumentinnen und Konsumenten ein Gerät mit größerer Bildschirmdiagonale oder besserer Bildqualität haben wollten. Bei Notebooks betrug die durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer 5,1 Jahre in 2012. Die durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer von Notebooks, die aufgrund eines Defektes ersetzt wurden, lag zwischen 5,7 und 5,4 Jahren in 2010–2012. Der Anteil der defekten Notebooks an allen Ersatzkäufen lag in 2012/2013 bei knapp 25%. Die Notebooks wurden zwischen 2004 und 2012/2013 immer seltener aufgrund des Wunsches nach einem besseren Gerät ersetzt.

Abstract

The main aim of the study is to establish a sound data basis for the description and assessment of the phenomenon obsolescence, average life-span and usage time, and, building upon that, to develop robust strategies against obsolescence. The preliminary results show that the average first useful service life of large household appliances decreased from 14.1 to 13 years between 2004 and 2012/2013 in Germany. Thereby, a defect is the main cause of product replacement and contributes with about 55.6% to the total product replacements in 2012. On the other hand, almost one-third of the replaced household appliances in 2012 were still functioning. Critical is the increase in the share of replaced appliances after less than 5 years of usage. The share of such young appliances in overall replacements increased from 7% to 13% between 2004 and 2013. The share of appliances which were less than 5 years old and were replaced due to a defect was 3.8% in 2004 and 8.3% in 2012 in overall replacements. The average first useful service life of a flat screen TV was 5.6 years in 2012. The share of defect flat screen TVs in overall replacements decreased from 28% to 25% between 2008 and 2012. The average first useful service life of flat screen TVs that were replaced because of a defect was found to be about 5.9 years in 2012/2013. Over 60% of the replaced flat screen TVs in 2012 were still functioning. They were replaced because consumers wanted to have a TV with larger screen size and better picture quality. The average first useful service life of notebooks was 5.1 years in 2012. The average first useful service life of a notebook that had to be replaced because of a defect was found to be between 5.7 and 5.4 years from 2010 to 2012. The share of notebooks that had to be replaced because of a defect was about 25% of the overall replacements in 2012/2013. The desire to replace functioning notebooks with a new and better notebook was found to be declining between 2002 and 2012/2013.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	9
Tabellenverzeichnis.....	12
Abkürzungen	13
Zusammenfassung	14
Summary	19
1 Einleitung und Hintergrund.....	25
2 Zielsetzung des Vorhabens	30
3 Begriffsbestimmung	31
4 Allgemeine Methoden zur Abschätzung von Lebens-, Nutzungs- und Verweildauern von Produkten.....	33
4.1 Internetforen und soziale Medien.....	33
4.2 Verbraucherportale und -kampagnen	35
4.3 Produkttests.....	36
4.4 AfA-Tabellen öffentlicher Einrichtungen.....	37
4.5 Lebensdauern in der Abfallwirtschaft.....	38
4.5.1 Methodik für Abfallprognosen	38
4.5.2 Distribution Delay Methode (Weibull-Funktionen: Verteilungsfunktionen zur Abbildung von Lebensdauerdaten).....	40
4.6 Wissenschaftliche Publikationen.....	41
4.6.1 Datenerhebung in den Niederlanden.....	41
4.6.2 Datenerhebung in Japan	44
4.6.3 Lebensdauererlängerung versus Neukauf.....	48
5 Produktspezifische Ansätze zur Abschätzung von Lebens-, Nutzungs- und Verweildauer.....	51
5.1 Haushaltsgroßgeräte	51
5.1.1 Allgemein verfügbare Daten	51
5.1.2 GfK-Umfrage.....	54
5.1.3 Untersuchung an spezialisierten Recyclinganlagen	68
5.1.4 Lebensdauererlängerungstests der Stiftung Warentest.....	71
5.2 Haushaltskleingeräte (Hand- und Stabmixer).....	74
5.3 Unterhaltungselektronik.....	76
5.3.1 GfK-Umfrage.....	76
5.3.2 Auswertung von wissenschaftlichen Studien und Produkttests	87
5.4 Informations- und Kommunikationstechnik.....	88
5.4.1 GfK-Umfrage.....	88

	5.4.2 Auswertung von wissenschaftlichen Studien (z.B. Ökobilanzstudien).....	94
6	Fazit und Ausblick	98
7	Referenzen	100
	Danksagung.....	104

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Prognose für das Altgeräteaufkommen (in Mio.) von Unterhaltungselektronik und IKT für die Jahre 2011 bis 2015.....	25
Abbildung 2	Forschungsdesign.....	31
Abbildung 3	Badewannenkurve der Ausfallrate (Weibull-Verteilung).....	41
Abbildung 4	Verweildauern von EEG (2005 in Verkehr gebracht) in % der jeweiligen Produktkategorie.....	43
Abbildung 5	Definitionen verschiedener Lebensdauer-Terminologien für Konsumgüter	45
Abbildung 6	Unterschiede der durchschnittlichen Lebens- und Nutzungsdauern von Haushaltsgeräten in Japan	47
Abbildung 7	Erst-Nutzungsdauer von Mobiltelefonen in Japan	48
Abbildung 8	Optimale Lebensdauern von Kühl-/Gefriergeräten in Bezug auf ökologische Belastungen (nach Recipe-Punkten).....	49
Abbildung 9	Optimale Lebensdauern von Notebooks in Bezug auf ökologische Belastungen (nach Recipe-Punkten).....	49
Abbildung 10	Überblick über die Amortisationszeit in Verbindung mit der Energieeffizienzsteigerung in der Nutzungsphase in den gewählten Szenarien.....	50
Abbildung 11	Entwicklung der durchschnittlichen Erst-Nutzungsdauer von Haushaltsgroßgeräten in Deutschland (2004, 2008, 2012/2013).....	56
Abbildung 12	Anteil (%) der ausgetauschten Haushaltsgroßgeräte an Gesamtersatzkäufen, unabhängig von Altersklassen	58
Abbildung 13	Anteil (%) der ausgetauschten Haushaltsgroßgeräte an Gesamtersatzkäufen, differenziert nach Ersatzgrund sowie Altersklasse.....	59
Abbildung 14	Anteil der max. 5 Jahre alten Haushaltsgroßgeräte an allen Ersatzkäufen innerhalb der Kategorie „das alte Gerät ging kaputt“.....	60
Abbildung 15	Anteil der max. 5 Jahre alten Haushaltsgroßgeräte an allen Ersatzkäufen innerhalb der Kategorie „Das alte Gerät funktionierte zwar noch, ich/wir wollten aber ein besseres Gerät“	61
Abbildung 16	Neu-/Ersatzkäufe von Haushaltsgroßgeräten und Kaufgründe (2012)	62
Abbildung 17	Anteil der Gerätetypen an allen gekauften Ersatzgeräten	63
Abbildung 18	Anteil der Kühlgerätetypen an allen gekauften Ersatzkühlgeräten.....	63
Abbildung 19	Austauschrate in % abhängig vom Kaufgrund und durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer des Gerätes (n = Rohfallzahlen aller Ersatzkäufe).....	64
Abbildung 20	Erst-Nutzungsdauer der Haushaltsgroßgeräte und Alter der haushaltsführenden Person (2012/2013).....	65

Abbildung 21	Haushaltsnettoeinkommen und Nutzungsdauer der Haushaltsgroßgeräte (2012/2013).....	65
Abbildung 22	Hauptaustauschgründe je nach Haushaltsgröße für Geräte mit einer Nutzungsdauer bis zu 5 Jahren.....	66
Abbildung 23	Vorkommen von Kondensatoren (Y-Achse) in Waschmaschinen nach Herstellungsjahr (X-Achse) des Kondensators (n=625; Daten wurden Mitte bis Ende 2004 in Deutschland gesammelt).....	69
Abbildung 24	Vergleich der Verweildauer der Waschmaschinen (anhand des Kondensatorproduktionsdatums) für die Sammlungen der Jahre 2004 und 2013.....	70
Abbildung 25	Vergleich der Verweildauern von Waschmaschinen nach Marken 2004 und 2013.....	71
Abbildung 26	Durchschnittliche Bewertung der Lebensdauerprüfung von Waschmaschinen in Tests der Stiftung Warentest der jeweilige Jahre in Schulnoten.....	72
Abbildung 27	Lebensdauertest der Stiftung Warentest für Waschmaschinen und Staubsauger.....	73
Abbildung 28	Korrelation von Lebensdauer und Preis bei Waschmaschinen.....	73
Abbildung 29	Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer ersetzter Hand- und Stabmixer (unabhängig vom Hauptaustauschgrund).....	74
Abbildung 30	Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer ersetzter ‚kaputter‘ Handmixer	75
Abbildung 31	Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer ersetzter, fehlerhafter/unzuverlässiger‘ Handmixer	75
Abbildung 32	Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer ‚noch funktionierender‘ Handmixer, welche jedoch durch ein besseres Gerät ersetzt wurden	76
Abbildung 33	Durchschnittliche Verkaufsmenge von TV-Geräten.....	77
Abbildung 34	Verkaufspreis von Gerätetypen von 2003–2013 in Deutschland	78
Abbildung 35	Verkaufsmenge und Preis von LCD-Fernsehern von 2003–2013	79
Abbildung 36	Verkaufsmenge und Preis von Röhrenfernsehern 2003–2013.....	80
Abbildung 37	Verkaufsmenge und Preis von Plasmafernsehern von 2003-2013.....	81
Abbildung 38	Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer ersetzter TV-Geräte in Deutschland	82
Abbildung 39	Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer der ersetzen Fernsehgeräte mit dem Hauptaustauschgrund „Das alte Gerät ging kaputt“	83
Abbildung 40	Jährlicher Anteil der TV Geräte, die durch ein Neugerät ersetzt wurden, weil das vorhandene TV-Gerät defekt war	84
Abbildung 41	Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer der ersetzen Fernsehgeräte mit dem Hauptaustauschgrund „Das alte Gerät war fehlerhaft bzw. unzuverlässig“	85

Abbildung 42	Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer der ersetzen Fernsehgeräte mit dem Hauptaustauschgrund „Das alte Gerät funktioniert zwar noch, ich (wir) wollten aber ein besseres Gerät“.....	86
Abbildung 43	Jährlicher Anteil der TV Geräte, die funktionsfähig waren und durch ein besseres TV-Gerät ersetzt wurden	87
Abbildung 44	Angenommene Lebensdauer von Fernsehgeräten in Ökobilanzstudien in der Literatur.....	87
Abbildung 45	Verkaufsmenge und durchschnittliche Marktpreise von Notebooks zwischen 2003 und 2013.....	89
Abbildung 46	Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer von Notebooks in Deutschland	90
Abbildung 47	Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer der ersetzen Notebooks mit dem Hauptaustauschgrund „Das alte Gerät ging kaputt“	91
Abbildung 48	Jährlicher Anteil der Notebooks, die durch ein Neugerät ersetzt wurden, weil das vorhandene Notebook defekt war.....	92
Abbildung 49	Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer der ersetzen Notebooks mit dem Hauptaustauschgrund „Das alte Gerät war fehlerhaft bzw. unzuverlässig“	92
Abbildung 50	Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer der ersetzen Notebooks mit dem Hauptaustauschgrund „Das alte Gerät funktioniert zwar noch, ich (wir) wollten aber ein bessere Gerät“	93
Abbildung 51	Jährlicher Anteil der Notebooks, die funktionsfähig waren und durch ein besseres Notebook ersetzt wurden.....	94
Abbildung 52	Angenommene Lebensdauer von Notebooks in Ökobilanzstudien.....	94
Abbildung 53	Angenommene Lebensdauer von Desktop-PCs in Ökobilanzstudien.....	95
Abbildung 54	Angenommene Lebensdauer von Computerbildschirmen in Ökobilanzstudien.....	96
Abbildung 55	Häufigkeit des Austauschs von Mobiltelefonen in Deutschland	97

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Übersicht der Sachbilanzergebnisse für die Produktgruppen Flachbildschirme, Notebooks, Smartphones und LED-Leuchtmittel (private Haushalte Deutschland)	26
Tabelle 2	Rückgewinnung von wichtigen Rohstoffen am Beispiel von Notebooks (Deutschland).....	28
Tabelle 3	Diskussionen zu Lebensdaueraspekten von Notebooks in Internetforen.....	34
Tabelle 4	AfA-AV-Tabelle (Auszug).....	38
Tabelle 5	Übersicht zu Methoden für die Berechnung des Abfallpotenzials	39
Tabelle 6	Median der Lebensdauern von EEG in den Niederlanden 2000 und 2005	41
Tabelle 7	Zusammenstellung von Lebensdauerdaten von Haushaltsgroßgeräten	51
Tabelle 8	Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer in Jahren von Haushaltsgroßgeräten	57
Tabelle 9	Anteil (%) der Austauschgeräte verschiedener Altersklassen am Ersatzkauf, unabhängig vom Ersatzgrund und Gerät	58
Tabelle 10	Austauschrate in % je Haushaltsgroßgerätetyp abhängig vom Kaufgrund	67

Abkürzungen

CAMA	Canadian Appliance Manufacturer Association (Kanadischer Verband der Gerätehersteller)
CCFL	Cold Cathode Fluorescent Lamp (Kaltkathodenfluoreszenzlampe)
CRT	Cathode Ray Tube (Kathodenstrahlröhre)
EAG	Elektro- und Elektronikaltgeräte (engl. WEEE - waste of electric and electronic equipment)
EEG	Elektro- und Elektronikgeräte (engl. EEE - electric and electronic equipment)
EGG	Elektrogroßgeräte
GfK	Gesellschaft für Konsumforschung
HH	Haushalt/e
IKT	Informations- und Kommunikationstechnik
IOA	Input-Output-Analyse
LCD	Liquid Cristal Display (Flüssigkristallanzeige)
LED	Light Emitting Diode (Licht-emittierende Diode)
NGO	Non-Governmental Organisations (Nichtregierungsorganisationen)
OEE	Office of Energy Efficiency (Energieeffizienzbüro, Kanada)
SHEU	Survey of Household Energy Use (Befragung zum Haushaltsenergieverbrauch)
StiWa	Stiftung Warentest
t	Tonne
USDOE	US Department of Energy (Energieabteilung der Vereinigten Staaten von Amerika)

Zusammenfassung

Hintergrund

Produkte der hochtechnisierten Dienstleistungsgesellschaft des 21. Jahrhunderts verursachen unter anderem durch zwei Gegebenheiten signifikante Umweltauswirkungen: Erstens steigt die Anzahl der Produkte selbst stetig an und zweitens sind teilweise relativ kurze Nutzungsdauern zu beobachten.

Das daraus resultierende Abfallaufkommen von Elektro- und Elektronikgeräten sowie eine immer kürzere Lebens- oder Nutzungsdauer von Produkten werden in der Öffentlichkeit aktuell immer häufiger mit einer Erscheinung in Verbindung gebracht, die in Fachkreisen als „**Obsoleszenz**“ bezeichnet wird. Während in den früheren Diskussionen zur Obsoleszenz in den 1960er und 1980er Jahren die zur Verfügung stehende Menge an Ressourcen als nahezu unbegrenzt angesehen und die unterschiedliche Anzahl eingesetzter Stoffe in Produkten als eher gering eingeschätzt wurde, spielen Aspekte der Materialeffizienz und Ressourcenschonung in der heutigen Diskussion eine wichtige Rolle.

Unter Herstellern, Ökonomen, Wissenschaftlern, Politikern und anderen Interessierten ist die werkstoffliche Obsoleszenz seit vielen Jahrzehnten ein intensiv diskutiertes Thema. Wirtschaftsgeschichtlich entwickelten sich Ende der 1920er Jahre, in den 1960er und 1980er Jahren Diskussionshöhepunkte. Anhand von wissenschaftlichen und journalistischen Publikationen ist zu beobachten, dass die Diskussionen zu den unterschiedlichen Formen der Obsoleszenz aus unterschiedlichen Gründen geführt wurden und nach einigen Jahren immer wieder abebbten. Auch ist zu beobachten, dass die Diskussion um Obsoleszenz und hier besonders um werkstoffliche und funktionelle Obsoleszenz seit etwa zwei bis drei Jahren wieder zunimmt. Dies betrifft vor allem die Diskussion rund um den Begriff der „**geplanten Obsoleszenz**“. Über eine klare Definition der geplanten Obsoleszenz sowie deren Zielsetzung wird sehr kontrovers debattiert. In der populären Medienberichterstattung wird geplante Obsoleszenz als eine absichtliche Lebensdauerverkürzung der Produkte durch den bewussten Einbau von Schwachstellen durch die Hersteller dargestellt. Dabei wird von einer einzigen Zielsetzung ausgegangen, nämlich eine Produktentwicklung, die darauf ausgelegt ist, Verbraucher zum Zweck der Absatzsteigerung vorzeitig zu einem Neukauf zu zwingen, obwohl das Produkt noch länger nutzbar wäre. Diesem Verständnis von geplanter Obsoleszenz liegt also zu Grunde, dass das Produkt insgesamt – abgesehen von der einen Schwachstelle, die zum Ausfall geführt hat – noch nicht am Ende seiner technischen Lebensdauer angekommen ist.

Zu Beginn waren vor allem Medienberichte in Deutschland, Österreich und der Schweiz zu verzeichnen, in den vergangenen zwölf Monaten aber auch in anderen europäischen Ländern und ebenso weltweit. Zahlreiche Medien (Fernsehdokumentationen, ausführliche Reportagen in großen Tages- und Wochenzeitungen) greifen das Thema seitdem regelmäßig auf. In Frankreich wurde im Oktober 2014 ein entsprechendes Gesetz als Teil der großen Energiewende-Reform in der Nationalversammlung beraten. Damit soll es in Frankreich künftig möglich sein, Produkthersteller oder -importeure wegen geplanter Obsoleszenz anzuklagen. Das Gesetz sieht vor, die "obsolescence programmée" als Betrugsdelikt zu behandeln und zu bestrafen – mit bis zu zwei Jahren Gefängnis und einer Geldbuße von bis zu 300.000 Euro (taz 2014).

In der Wissenschaft wird davon ausgegangen, dass die Produktlebensdauer in der Regel eine planbare Größe ist, an der sich die Produktentwickler orientieren. Die Auslegung der Produktlebensdauer wird von vielen Faktoren beeinflusst, wie zum Beispiel Belastung, Abnutzungsvorrat, Wartung, technologischer Wandel bei Produkten, Mode, Wertewandel und weiteren

äußeren Umwelteinflüssen. Idealerweise wird angestrebt, dass die technische Produktlebensdauer der Produktnutzungsdauer gleich ist. Um ein solches Optimierungsziel zu erreichen sollen alle Bauteile so ausgelegt sein, dass sie ein möglichst ähnliches Zeitintervall an Lebensdauer erreichen, um beispielsweise die Kosten und den Aufwand für unnötige Abnutzungsvorräte zu vermeiden. Das Kernprinzip lautet, Produkte so zu gestalten, dass sie so lang wie nötig und nicht so lang wie möglich halten. Denn Maßnahmen zur „unnötigen“ Verlängerung der technischen Lebensdauer können unter Umständen die Ressourceninanspruchnahme in der Herstellung erhöhen, was insgesamt ökologisch kontraproduktiv wäre. Deswegen stehen Anforderungen an Produkte im Kontext der jeweiligen Nutzungsparameter und -umgebung. Das heißt, dass sich die Auslegung der Produktlebensdauer an der Zielsetzung und den Zielgruppen sowie an den zukünftigen Markt- und Technologieentwicklungsszenarien orientiert. Die Anforderungen sind deshalb von Produkt zu Produkt unterschiedlich, was sich auch im Preis der Produkte für den Verbraucher ausdrückt. Dieser wird aber auch von anderen Faktoren wie angebotenen Service, Dauer der Verfügbarkeit von Ersatzteilen, Zusatznutzen, Design, Updates, Reparaturfähigkeit, mechanische und elektronische Robustheit bestimmt. Beispielsweise stellt ein Unternehmen, das die Langlebigkeit als Alleinstellungsmerkmal seiner Produkte vermarktet, deutlich andere Anforderungen an das Produkt und an das Zulieferermanagement als ein Unternehmen, das das Niedrigpreissegment dieser Produktkategorie bedienen möchte. Die technische Auslegung von Produkten auf eine – unter ökologischen und ökonomischen Aspekten – sinnvolle Lebensdauer kann also ebenfalls als geplante Obsoleszenz bezeichnet werden, folgt aber einem anderen Verständnis.

Darüber hinaus ist die **„psychologische Obsoleszenz“** tendenziell genauso relevant. Hier wird vermutet, dass die Konsumentinnen und Konsumenten Neuheiten gegenüber eher offen sind, innovative Unternehmen honorieren und Neuprodukte kaufen, die sich durch Verbesserung von Funktion und Nutzen gegenüber ihren Vorgängermodellen absetzen. Bei realem Bedarf für eine Neuanschaffung ist eine Orientierung an Innovationen begrüßenswert. Allerdings tendieren Konsumentinnen und Konsumenten auch dazu, Neukäufe zu tätigen, obwohl vorhandene Produkte noch funktionsfähig sind, womit hohe Ressourcenverbräuche ausgelöst werden.

Die aktuelle Berichterstattung in den Medien ist von einer sehr anekdotischen Herangehensweise geprägt. Im Allgemeinen ist die Datengrundlage zum Thema Obsoleszenz (werkstofflich, funktionell und psychologisch) lückenhaft, und es fehlt an wissenschaftlichen Ausarbeitungen zu diesem Themenkomplex. Die vorliegende Studie setzt an dieser Stelle an und verfolgt das Ziel, die oben beschriebenen Arten von Obsoleszenz anhand konkreter Produktbeispiele wissenschaftlich aufzuarbeiten und so eine verbesserte Datengrundlage zur Bewertung der Erscheinung „Obsoleszenz“ in Bezug auf Elektro- und Elektronikprodukte zu schaffen.

Zielsetzung

Das übergeordnete Ziel des Vorhabens besteht darin, eine fundierte Datengrundlage zur Beschreibung und Beurteilung der Erscheinung Obsoleszenz bzw. der durchschnittlich erreichten Produktlebens- und Nutzungsdauer zu schaffen und darauf aufbauend handlungssichere Strategien gegen Obsoleszenz bzw. zur Erreichung einer verlässlichen Mindestlebensdauer zu entwickeln. Der Fokus dieses Vorhabens liegt bei Elektro- und Elektronikgeräten für den Einsatz in privaten Haushalten.

Im Konkreten werden hierbei folgende Ziele verfolgt:

1. Erhebung statistischer Daten und Analyse von Trends bei der durchschnittlichen Lebens- und Nutzungsdauer von Elektro- und Elektronikgeräten;
2. Systematische Darstellung der Ursachen für die Obsoleszenz bei Elektro- und Elektronikgeräten;
3. Durchführung von Fallstudien für drei Produktgruppen, um die Datenerhebung zu vertiefen und Maßnahmen zur Erreichung einer möglichst langen oder verlässlichen Lebensdauer für diese ausgewählten Produktgruppen zu identifizieren;
4. Vergleichende Ökobilanz und Lebenszykluskosten zwischen jeweils einem kurz- und langlebigen Produkt für die drei Produktgruppen;
5. Identifizierung von übergreifenden Strategien und Instrumenten gegen Obsoleszenz und zur Lebens- sowie Nutzungsdauerverlängerung bzw. zur Erreichung einer verlässlichen Mindestlebensdauer.

Der vorliegende Zwischenbericht enthält die Erkenntnisse zu Punkt 1. Die anderen Arbeitsschritte befinden sich in Bearbeitung; deren Ergebnisse werden im Endbericht veröffentlicht.

Im Rahmen der Studie werden folgende Produktgruppen behandelt:

- Haushaltsgroßgeräte
 - Kühlschränke
 - Gefriergeräte
 - Waschmaschinen
 - Wäschetrockner
 - Geschirrspüler
 - Elektroherde
- Haushaltskleingeräte
 - Hand- und Stabmixer
 - Wasserkocher¹
- Informations- und Kommunikationstechnik
 - Desktop-PCs
 - Notebooks
 - Drucker
 - Mobiltelefone/Smartphones
- Unterhaltungselektronik
 - Fernsehgeräte

¹ Wasserkocher werden im Rahmen der Ursachenforschung behandelt und sind nicht Gegenstand des Zwischenberichts.

Ergebnisse allgemeiner Methoden zur Abschätzung von Lebens-, Nutzungs- und Verweildauer

Replizierbare Tests auf wissenschaftlicher Grundlage, wie sie von der Stiftung Warentest durchgeführt werden, sowie die zahlreichen subjektiven Erfahrungen von Konsumenten und Konsumentinnen (z.B. im Internet-Portal „Murks? Nein Danke!“) geben wichtige Hinweise für Qualitätsunterschiede bei Produkten, wiederholt auftretende Qualitätsmängel, und Schwachstellen, die zur Einschränkung der Lebensdauer von Produkten führen. Grundsätzliche bzw. repräsentative Aussagen zur Lebensdauer von Elektro- und Elektronikgeräten lassen sich auf Basis der vorliegenden Aussagen allerdings nur beschränkt wissenschaftlich fundiert ableiten.

In der Abfallwirtschaft sind Angaben der Lebensdauern für die Bestimmung künftiger Abfallmengen zentral. Diese Methoden zur Datenbeschaffung stehen allerdings im Spannungsfeld zwischen der Genauigkeit ihrer Ergebnisse und dem dafür betriebenen Aufwand. Die Auswertung wissenschaftlicher Studien über die Ermittlung von Lebensdauern in der Abfallwirtschaft hat zum Beispiel für die Niederlande gezeigt, dass die Lebens- und Nutzungsdauern aller untersuchten Produktgruppen im Vergleich zum Jahr 2000 zurückgegangen sind. Allerdings lassen diese Daten keine Aussage darüber zu, ob dieser Rückgang eher einer kürzeren Nutzungszeit durch die Verbraucherinnen und Verbraucher zuzuschreiben ist oder kürzeren technischen Lebensdauern.

Ergebnisse produktspezifischer Ansätze zur Abschätzung von Lebens-, Nutzungs- und Verweildauer

Die Auswertungen der Daten der Gesellschaft für Konsumforschung in dieser Studie zeigen, dass die durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer (d.h. Nutzungsdauer durch den ersten Verbraucher, nicht zu verwechseln mit technischer Lebensdauer) der **Haushaltsgroßgeräte** in Deutschland zwischen 2004 und 2012/2013 von 14,1 auf 13,0 Jahre leicht zurückgegangen ist. Die durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer der Geräte, die aufgrund eines Defektes ausgetauscht werden mussten, nahm von 2004 bis 2012/2013 um ein Jahr ab und liegt bei 12,5 Jahren. Über alle Haushaltsgroßgeräte ist der Ersatzkauf aufgrund eines Defektes zwischen 2004 und 2012 insgesamt zwar leicht zurückgegangen, ein Defekt ist jedoch noch immer die Hauptursache des Austauschs. So lag der Anteil der Haushaltsgroßgeräte, der aufgrund eines Defektes ausgetauscht werden musste, bei 57,6% in 2004 und bei 55,6% in 2012 der Gesamtersatzkäufe. Auf der anderen Seite lässt sich auch feststellen, dass fast ein Drittel der heute ausgetauschten Haushaltsgroßgeräte noch funktionieren. In 2012/2013 lag der Anteil der Geräte, die aufgrund eines Wunsches nach einem besseren Gerät ausgetauscht wurden, obwohl das alte Gerät noch funktioniert hat, bei 30,5% der Gesamtersatzkäufe.

Kritisch zu sehen ist die Zunahme der Ersatzkäufe bei Geräten, die jünger als 5 Jahre sind. Hier erfolgte zwischen 2004 und 2012/2013 eine Steigerung des Anteils an allen Ersatzkäufen von 7% auf 13%. Dieser Anstieg lässt sich durch die Zunahme des Anteils der maximal 5 Jahre alten Haushaltsgroßgeräte, die aufgrund eines Defekts ausgetauscht werden mussten, erklären. Zwischen 2004 und 2012 stieg der Anteil der Haushaltsgroßgeräte, die innerhalb von weniger als 5 Jahren aufgrund eines Defektes ausgetauscht werden mussten, von 3,5% auf 8,3% der Gesamtersatzkäufe. Im selben Zeitraum stieg der Anteil der Haushaltsgroßgeräte, die in weniger als 5 Jahren aufgrund eines Wunsches nach einem besseren Gerät ausgetauscht wurden, obwohl das alte Gerät noch funktioniert hat, von 2,3% auf 3,8% der Gesamtersatzkäufe.

Im Bereich der **Haushaltskleingeräte** zeigt die Analyse der erhobenen Daten, dass sich die durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer von elektrischen Stab- und Handmixern über die Jahre kaum verändert hat. Diese beträgt für beide Gerätetypen im Jahre 2012 10,6 Jahre. Betrachtet man die Entwicklung der Erst-Nutzungsdauer beider Gerätetypen getrennt voneinander, so fällt

auf, dass elektrische Handmixer einen leichten Rückgang in ihrer Erst-Nutzungsdauer aufzeigen, von anfänglich 12,1 Jahre auf 11,0 Jahre (2012). Sie näherten sich somit der Erst-Nutzungsdauer von Stabmixern an. Diese zeigten über die Jahre, unabhängig vom Hauptkaufgrund, eine durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer von 10 Jahren.

Im Bereich der **Unterhaltungselektronik** weisen die TV-Flachbildschirme in den ersten Jahren der Datenerhebung in 2005 bzw. 2006 durchschnittliche Erst-Nutzungsdauern von 3,2 bzw. 2,0 Jahren auf. Im Jahr 2007 liegt der Wert bei 5,7 Jahren und geht in den Jahren bis 2010 auf 4,4 Jahre zurück. In den Folgejahren (bis 2012) steigt die durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer der TV-Flachbildschirme wieder kontinuierlich auf 5,6 Jahre an. Es wird festgestellt, dass die durchschnittlichen Erst-Nutzungsdauern der ersetzten Flachbildschirmfernseher deutlich niedriger sind als die der zur gleichen Zeit ersetzten Röhrenfernseher. Die durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer der Flachbildschirme, die aufgrund eines Defektes ersetzt wurden, lag im Jahr 2009 bei 5,2 Jahre, fiel auf 4,6 Jahre in 2010 und stieg auf 5,2 bzw. 5,9 Jahre in 2011 und 2012. Es lässt sich allerdings feststellen, dass der Anteil der defekten Flachbildschirmfernseher an Ersatzkäufen zwischen 2008 und 2012 von 28% auf 25% leicht zurückgegangen ist. Außerdem zeigen die Ergebnisse, dass 2012 über 60% der noch funktionierenden Flachbildschirmfernseher ersetzt wurden, weil die Konsumentinnen und Konsumenten ein besseres Gerät haben wollten.

Im Bereich der **Informations- und Kommunikationstechnik** lässt sich am Beispiel des Notebooks feststellen, dass die durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer in Deutschland zwischen 2004 und 2007 zunächst leicht von 5,4 Jahren (2004) auf 6 Jahre angestiegen (2005/2006) und im Jahr 2007 wieder leicht auf 5,7 Jahre gesunken ist. In 2012 sank die durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer von Notebooks noch weiter auf 5,1 Jahre. Die durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer der Notebooks, die aufgrund eines Defektes ersetzt wurden, stieg in 2004-2006 von 4,8 auf 6,5 Jahre an und fiel in 2007 wieder auf 5,3 Jahre zurück. In den Jahren 2010-2012 lag die durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer zwischen 5,7 und 5,4 Jahren. Ein eindeutiger Trend, etwa dass Notebooks im Zeitverlauf signifikant früher kaputt gehen, ist aus den Daten nicht ableitbar. Der Anteil der defekten Notebooks an allen Ersatzkäufen machte in 2012/2013 über 25% aus. Diejenigen Notebooks, die ersetzt wurden, weil sie fehlerhaft oder unzuverlässig waren, wurden in 2004 durchschnittlich nach 4,8 Jahren ersetzt. Im Zeitraum bis 2012 stieg die durchschnittliche Nutzungsdauer dieser Geräte auf 6,0 Jahre in 2011 und auf 6,2 Jahre in 2012. Dieser Trend deutet auf eine sinkende Fehleranfälligkeit der betrachteten Notebooks im Zeitverlauf zwischen 2004 und 2012 hin. Die durchschnittliche Nutzungsdauer der noch funktionierenden Notebooks, die aufgrund des Wunsches nach einem besseren Gerät ersetzt wurden, beträgt zwischen 2004 und 2012 ca. 6 Jahre. Ein eindeutiger Trend hinsichtlich einer Verlängerung oder Verkürzung der durchschnittlichen Nutzungsdauer kann aus den Daten nicht abgeleitet werden. Es kann allerdings festgehalten werden, dass die Notebooks zwischen 2004 und 2012/2013 immer seltener aufgrund des Wunsches nach einem besseren Gerät ersetzt wurden.

Summary

Background

Products of high-tech service economy of the 21st century cause significant environmental impacts, basically due to two main reasons: Firstly, the number of products has been growing steadily and secondly, to some extent relatively short product usage times can be observed.

The resulting volume of waste from electrical and electronic equipment as well as an ever shorter technical life or useful life-time of products are perceived in the public arena to be directly related to the phenomenon commonly referred to as '**obsolescence**'. While in the earlier discussions on obsolescence in the 1960s and 1980s, the available amount of resources was almost considered to be unlimited and the different number of substances used in products was considered to be low, aspects of material efficiency and resource conservation play an important role in today's discussion.

Among manufacturers, economists, scientists, politicians and other stakeholders, the material obsolescence has been a hotly debated topic for many decades. In economic history, the debate reached its climax at the end of the 1920s, in the 1960s and 1980s. On the basis of scientific and journalistic publications, it can be observed that the discussions on the various forms of obsolescence have been performed for different reasons and abated after a few years. It is also observed that the discussion about obsolescence and especially about material and functional obsolescence has been on a rise again in the last two to three years. The focus of the discussion has especially been on the topic of so-called 'planned obsolescence'. Since then, there has been a heated debate on finding a clear definition for planned obsolescence and understanding underlying objectives thereof. In popular media, planned obsolescence is defined as an intentional shortening of product life-times by integrating predetermined weak points by the manufacturer. Thereby, the main objective behind the planned obsolescence is considered to be the approach to force consumers to purchase new products to increase product sales, although consumers would have preferred to use their products even longer. The underlying assumption is that products do not reach the end of their technical life-span.

At the beginning, primarily media reports in Germany, Austria and Switzerland were published in this regard, but in the past twelve months, reports have also been published in other European countries as well as worldwide. Since then, various media sources (TV documentation, detailed reports in major daily and weekly newspapers) have taken up the topic on a regular basis. In France, a law against planned obsolescence was debated in the national assembly in October 2014 as a part of the reform of the energy transition bill. Accordingly, it is possible in the future to impeach a company or an importer of a product on charges of planned obsolescence. The law stipulates to treat "obsolescence programmée" as a case of fraud and seeks to penalize the culprit with up to 2 years of imprisonment and a fine of up to 300,000 Euros (taz 2014).

In the scientific community, it is supposed that the product life-time is generally a planned parameter and serves as an orientation for the product designers and developers. The planning of a product life-time is, however, dependent upon many factors, such as stress, abrasion stock, maintenance, technological change, fashion, shift in values and other external environmental influences. Ideally, the aim is to achieve an optimum where the product life-time is equivalent to product usage time. In order to achieve this optimum, components have to be construed in a way so that all components reach (more or less) a similar time-interval in terms of their life-time. Such a construction is considered to be more cost-effective as it avoids unnecessary

abrasion stocks. The core principle is to construe products to last as long as necessary and not as long as possible. Thereby, it is assumed that measures for an “unnecessary” life-time extension of products could lead to higher resource consumption in the manufacturing phase which can be seen as a contra-productive strategy from ecological point of view. Therefore, product requirements have to be seen in the context of specific user profiles and user environment. Precisely, it means that planning pertaining to the product life-time is dependent upon the objectives and target groups as well as future market and technology development scenarios. The requirements are, therefore, different for different products – an aspect which is generally communicated within the sales prices. The requirements are also influenced by other factors, such as service-delivery, availability of spare parts, additional functions, design, updates, reparability, mechanical and electrical robustness etc. For instance, an enterprise which uses product durability as the main marketing argument puts different requirements on its products and supplier management than an enterprise which targets the low-priced segment of a product category. Thus, the planning of an optimal product life-time can also be considered as planned obsolescence. However, the underlying logic is in this case very different.

On the other hand, the ‘psychological obsolescence’ tends to be relevant just as well. Here it is assumed that many consumers are rather open to novelties, appreciate innovative companies and buy new products with improved functions and utility. If there is a real need for a new product, an orientation towards innovation is a welcome option. However, many consumers tend to make new purchases, although existing products are still functioning, thus causing high resource consumption.

The current debate on obsolescence is dominated by a very anecdotal approach. In general, the data base on the subject of (material, functional and psychological) obsolescence is incomplete, and there is an imminent need for scientific research on this topic. This study starts at this point and aims to describe various forms of obsolescence and to provide an improved data base for assessing the phenomenon of ‘obsolescence’, taking the example of electrical and electronic products.

Objective

The overall objective of the project is to create a sound data base for describing and assessing the phenomenon obsolescence, average life-span and usage times, and based on this, to develop strategies against obsolescence and for achieving a reliable minimum product life-time. The focus of this project is electrical and electronic equipment for use in private households.

Specifically, the following objectives will be pursued:

1. Collection of statistical data and analysis of trends of average technical life- and use-times of electrical and electronic equipment;
2. Systematic description of the causes of obsolescence in electrical and electronic equipment;
3. Implementation of case studies for three product groups in order to deepen the data collection and to identify measures to achieve the life-time extension or reliable service life for these selected product groups;
4. Comparative life cycle assessment and life cycle costs calculation for three products with shorter and longer life-times;

5. Identification of cross-cutting strategies and instruments against obsolescence and for increasing product life-times as well as usage times and reaching a reliable minimum product life-time.

This interim report contains the findings of point 1. The other steps are in progress, and their results will be published in the final report.

The overall study covers the following product groups:

- Large household appliances
 - Refrigerators
 - Freezers
 - Washing machines
 - Laundry driers
 - Dishwashers
 - Electric cookers
- Small household appliances
 - Hand mixers / hand blenders
 - Kettles²
- Information and communication technology
 - Desktop PCs
 - Notebooks
 - Printers
 - Mobile phones/smartphones
- Consumer electronics
 - Televisions

Results of general methods for the estimation of life, use and residence time

Replicable tests on a scientific basis, as they are carried out by the “Stiftung Warentest”, and several subjective experiences of consumers (e.g. on the internet platform “Murks? Nein Danke!”) give important information on quality differences, repetitive quality defects, weaknesses and characteristics that limit the life-time of products. General overarching statements about the life-time of electrical and electronic equipment, however, can only partially be derived on their basis.

In waste management, exact details of life-times are important for the determination of future waste quantities. These methods for data acquisition, however, need to make a trade-off between the accuracy of results and the effort for data acquisition.

² Kettles will be dealt within the analysis of causes of obsolescence, and hence, are not included in this report.

The evaluation of further scientific studies on the determination of life-times in the waste industry has shown, for instance, in the Netherlands that the life-time of all examined product groups has declined compared to the year 2000. However, these data do not give any indication as to whether this decline has to be attributed to shorter use-times by the consumer or to shorter technical life-times.

Results of product specific approaches to the estimation of life, use and residence time

The analysis of data of the Society for Consumer Research (GfK) for **large household appliances** in Germany show that the average first useful service-life (i.e. product used by the first consumer; not to be confused with technical product life-time) has declined slightly between 2004 and 2012/2013 from 14.1 to 13.0 years. The average life-span of equipment which had to be replaced due to a defect decreased from 2004 to 2012/2013 by one year and now lies at 12.5 years. On an average, the product replacement due to a defect slightly decreased between 2004 and 2012 for large household appliances. But a defect still remains the main cause of the replacement. The percentage of large household appliance replacements due to a defect accounted for 57.6% in 2004 and 55.6% in 2012 among the total product replacements. On the other hand, it is important to realise that almost one third of the replaced large household appliance was still functional. In 2012/2013, the proportion of devices that were replaced because of a desire for a better device, although the old device still worked, was 30.5% of the total product replacements.

Critical is the increase in the replacement for devices that are younger than 5 years. Here, an increase from 7% to 13% in the proportion of all replacements between 2004 and 2012/2013 has been found. This increase can be largely explained by the increase in the proportion of the maximum 5-year-old large household appliances which had to be replaced due to a defect. The proportion of large household appliances which had to be replaced within less than 5 years due to a defect rose from 3.5% to 8.3% of total replacements between 2004 and 2012. During the same period, the share of household appliances which were exchanged in less than 5 years due to a desire for a better device, although the old device still worked, rose from 2.3% to 3.8% of total product replacements.

The analysis of the data collected for **small household appliances** showed that the average first useful service-life of electric hand blenders and hand mixers has marginally changed over the years. The first useful service-life for both products has been 10.6 years in 2012. Considering the development of the first useful service-life of both product types separately, it is revealed that electric hand mixers show a slight decline from 12.1 years to 11.0 years in 2012. Thus, they lie more or less at the same level as hand blenders, as far as their first useful service life is concerned. Hand blenders have shown an average first useful service life of 10 years, regardless of the main buying reason.

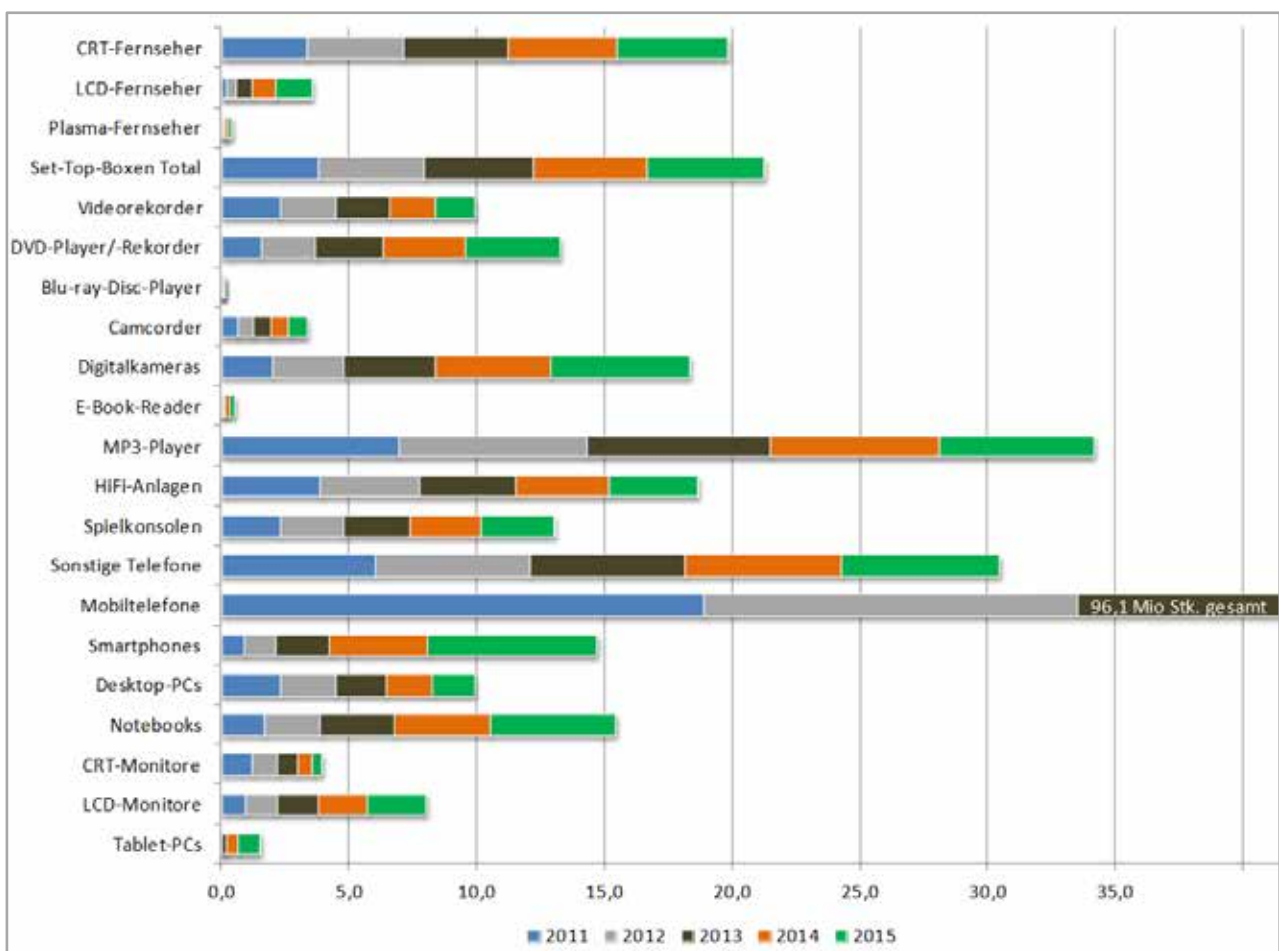
In the area of **consumer electronics**, flat screen TVs showed a first useful service life of 3.2 and 2.0 years in 2005 and 2006, respectively. In 2007, the value increased to 5.7 years and then decreased to 4.4 years in 2010. In subsequent years (until 2012), the average first useful service life of flat screen TVs increased again continuously to 5.6 years. It is noted that the average first useful service life of replaced flat screen TVs are significantly lower than that of the CRT TVs that are replaced at the same time. The average life-span of flat screens which were replaced due to a defect was 5.2 years in 2009. It decreased to 4.6 years in 2010 and rose to 5.2 and 5.9 years in 2011 and 2012, respectively. It can however be noted that the proportion of product replacements of defect flat-screen TVs decreased slightly between 2008 and 2012 from 28% to 25%. The results also show that in 2012, over 60% of the functioning flat screen TVs were replaced because consumers wanted to have a better device.

In the field of **information and communication technology**, the example of notebooks shows that the average first useful service life increased from 5.4 years (2004) to 6 years (2005/2006) and decreased slightly to 5.7 years in 2007. In 2012, the average first useful service life of notebooks further decreased to 5.1 years. The average life-span of notebooks which were replaced due to a defect rose between 2004 and 2006 from 4.8 to 6.5 years and decreased again in 2007 to 5.3 years. In the years 2010-2012, the average life-span of defect notebooks was between 5.4 and 5.7 years. A clear trend that notebooks break sooner over the time cannot be confirmed from the data. However, it is noted that replacement due to a defect accounted over 25% of all replacements in 2012/2013. Those notebooks which were replaced because they were faulty and unreliable were aged 4.8 years on average in 2004. In the period up to 2012, the average life of these devices increased to 6.0 years in 2011 and 6.2 years in 2012. This trend indicates a decreasing susceptibility of the notebook computers to failures in the course of time between 2004 and 2012. The average useful service life of the functioning notebooks that were replaced because of the desire for a better device was approx. 6 years between 2004 and 2012. A clear trend in the terms of an extension or shortening of the average useful service life cannot be derived from the data. However, it can be stated that the product replacement due to a desire for a better notebook has been decreasing over the years between 2004 and 2012/2013.

1 Einleitung und Hintergrund

Produkte der hochtechnisierten Dienstleistungsgesellschaft des 21. Jahrhunderts verursachen unter anderem durch zwei Gegebenheiten signifikante Umweltauswirkungen: Erstens steigt die Anzahl der Produkte selbst stetig an und zweitens sind teilweise relativ kurze Nutzungsdauern zu beobachten. Das daraus resultierende Abfallaufkommen an Elektro- und Elektronikgeräten verursacht massive Auswirkungen auf Umwelt und Gesellschaft. Die Abfallbilanz weist für 2010 in Deutschland ein jährliches Gesamtaufkommen von 373 Millionen Tonnen auf (Statistisches Bundesamt 2012). Als Abfälle aus dem Bereich Elektro- und Elektronikaltgeräte (EAG) wurden 586.000 Tonnen registriert. Abbildung 1 zeigt in einer Prognose aus dem Bereich Unterhaltungselektronik und Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) für Deutschland, dass sich das Altgeräteaufkommen von Mobiltelefonen in den Jahren 2011–2015 auf 96,1 Millionen Stück, MP3-Player auf 34,1 Millionen, Set-Top-Boxen auf 21,1 Mio. und CRT-Fernseher auf 19,9 Mio. beziffert³.

Abbildung 1 Prognose für das Altgeräteaufkommen (in Mio.) von Unterhaltungselektronik und IKT für die Jahre 2011 bis 2015



Quelle: Prakash et al. (2014)

³ Die prognostizierten Stückzahlen bilden das potenzielle Altgeräteaufkommen und nicht die tatsächlichen Rücklaufmengen an den kommunalen Sammelstellen ab.

Den höchsten Zuwachs zwischen 2011 und 2015 haben, unter den Produkten mit einem relevanten Altgeräteaufkommen, Smartphones, Digitalkameras und Notebooks. Das Altgeräteaufkommen an Notebooks wächst im betrachteten Zeitraum annähernd um den Faktor 3, während Digitalkameras mit einem Faktor 2,7 auf 5,4 Millionen Altgeräte im Jahr 2015 ansteigen (Prakash et al. 2014).

Zudem führen die hohe Innovationsgeschwindigkeit bei Elektro- und Elektronikgeräten, speziell bei Unterhaltungselektronik und IKT, und die sinkenden Preise für neue Geräte zu einer immer geringeren tatsächlichen Nutzungsdauer von Produkten. Das heißt die Nutzungsdauer fällt geringer als die technische Lebensdauer aus. Beispielsweise gibt es empirische Hinweise, dass Notebooks eine Nutzungsdauer von oftmals weniger als 3 Jahren haben (Deng et al. 2011; Williams und Hatanka 2005). Das liegt häufig nicht daran, dass sie physisch defekt sind, sondern an fehlenden praktikablen Möglichkeiten, die Leistungsfähigkeit der Notebooks zu erweitern, wie z.B. durch Nachrüstung des Arbeits- oder des Massenspeichers. Infolgedessen entscheiden sich immer mehr Konsumentinnen und Konsumenten für ein neues Gerät, obwohl das alte, noch funktionierende Gerät prinzipiell nachgerüstet werden könnte. Derartige Angaben beziehen sich in der Regel auf die Erstnutzungsdauer. Gerade professionell genutzte Geräte werden nach dieser Erstnutzung häufig auch einer Zweitnutzung für private Zwecke oder Schulen zugeführt.

Das relevante Abfallaufkommen von Elektro- und Elektronikgeräten sowie eine immer kürzere Lebens- oder Nutzungsdauer von Produkten werden in der Öffentlichkeit aktuell immer häufiger mit einer Erscheinung in Verbindung gebracht, die in Fachkreisen als „**Obsoleszenz**“ bezeichnet wird. Während in den früheren Diskussionen zur Obsoleszenz in den 1960er und 1980er Jahren die zur Verfügung stehende Menge an Ressourcen als nahezu unbegrenzt angesehen wurde und die unterschiedliche Anzahl eingesetzter Stoffe in Produkten als eher gering eingeschätzt wurde, spielen Aspekte der Materialeffizienz und Ressourcenschonung in der heutigen Diskussion eine wichtige Rolle.

Potenzielle Ressourcenengpässe in Bezug auf mehrere Metallgruppen sind für Elektro- und Elektronikgeräte sehr relevant. So enthalten Notebooks, Smartphones, Flachbildschirme usw. signifikante Mengen an Edelmetallen wie Gold, Silber und Palladium. In Festplatten von Notebooks und anderen Recheneinheiten sind mitunter relevante Mengen der seltenen Erden Neodym und Praseodym enthalten (Permanentmagnete). Darüber hinaus ist Tantal in Mikrokondensatoren verbaut, wie sie in Notebooks, Handys und Fernsehgeräten verwendet werden. In LED-Leuchtmitteln, die auch in Flachbildschirmen verwendet werden, sind signifikante Mengen an Indium enthalten. Eine Übersicht über die relevanten Mengen der Metalle ist in Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1 Übersicht der Sachbilanzergebnisse für die Produktgruppen Flachbildschirme, Notebooks, Smartphones und LED-Leuchtmittel (private Haushalte Deutschland)

Metall		Gehalt [kg] in allen in 2010 in DE verkauften			Schätzung [kg] für LED: Ersatz von		Vorkommen
		Flachbildschirme	Notebooks	Smartphones	70% der Glühlampen	allen Leuchtmitteln	
Cer	Ce	30	1		120	300	Leuchtstoff
Dysprosium	Dy		430				Schwingspulenbetätiger
Europium	Eu	50	<1		40	90	Leuchtstoff
Gadolinium	Gd	10	5		910	2.260	Leuchtstoff
Gallium	Ga	15	10		1.980	4.890	Halbleiter-Chip
Gold	Au	1.645	740	230			Leiterplatten, Kontakte

Metall		Gehalt [kg] in allen in 2010 in DE verkauften			Schätzung [kg] für LED: Ersatz von		Vorkommen
		Flachbildschirme	Notebooks	Smartphones	70% der Glühlampen	allen Leuchtmitteln	
Indium	In	2.365	290		1.800	3.200	Displayinnenbeschichtung; Halbleiterchips
Kobalt	Co		461.000	48.500			Lithium-Ionen-Akkus
Lanthan	La	40	<1				CCFL-Hintergrundbeleuchtung
Neodym	Nd		15.160	385			Permanentmagnete
Palladium	Pd	465	280	85			Leiterplatten, Kontakte
Platin	Pt		30				Festplattenscheiben
Praseodym	Pr	<1	1.950	80			Schwingspulenbetätiger, Lautsprecher; CCFL-Hintergrundbeleuchtung
Silber	Ag	6.090	3.100	2.350			Leiterplatten, Kontakte
Tantal	Ta		12.065				Kondensatoren
Terbium	Tb	14	<1				CCFL-Hintergrundbeleuchtung
Yttrium	Y	680	12		1.950	4.810	Leuchtstoff

Quelle: Buchert et al. 2012

Die Gewinnung und Verarbeitung von vielen Metallen ist mit erheblichem Materialaufwand, Flächen- und Energieverbrauch sowie hohen Umweltauswirkungen verbunden. Beispielsweise ist der Abbau von Gold und Silber an vielen Orten der Welt mit hohen ökologischen und sozialen Kosten verbunden. Der großskalige Abraum von Gestein, die energieintensive Zerkleinerung, die Laugung mit Zyanid sowie die Amalgamierung mit Quecksilber sind nur einige typische Ursachen für weitreichende Auswirkungen auf Mensch und Umwelt. Die Förderung einer Tonne Gold verursacht Emissionen von ca. 18.000 t CO₂e und benötigt einen kumulierten Rohstoffaufwand⁴ von knapp 740.000 t (IFEU 2011).

Laut einer Studie des Öko-Instituts (Tsurukawa et al. 2011) findet mehr als die Hälfte der weltweiten Kobaltförderung (notwendig zur Herstellung von Lithium-Ionen-Akkus für den Einsatz in Geräten wie Smartphones und Tablet-PCs) unter lebensgefährlichen Bedingungen in der Demokratischen Republik Kongo statt. Dort sterben jährlich mehr als 100 Menschen bei der Kobaltgewinnung. Zudem ist das Erz häufig mit Uran und anderen Schwermetallen belastet, sodass die Bergleute Strahlenbelastungen und anderen hohen gesundheitlichen Risiken ausgesetzt sind. Auch Kinderarbeit ist weit verbreitet: Etwa 19.000 bis 30.000 Kinder unter 15 Jahren bauen das Erz ab oder waschen und sortieren die geförderten Mineralien.

Nicht zuletzt führen unsachgemäße Rückgewinnungsverfahren für diese Metalle zu erheblichen negativen Auswirkungen auf Mensch und Umwelt, wie zum Beispiel durch die Verwendung von Quecksilber zur Rückgewinnung von Gold aus Elektronikschrott (Prakash & Manhart 2010).

Nach dem gegenwärtigen Stand der Recyclingtechnik in Deutschland gehen die in den Elektronikgeräten enthaltenen kritischen Rohstoffe zum größten Teil verloren, wie eine Studie des

⁴ Kumulierter Rohstoffaufwand setzt sich zusammen aus dem Aufwand für die Energie- und Metallrohstoffe, Steine und Erden sowie sonstigen mineralischen Rohstoffe.

Öko-Instituts zeigt (Buchert et al. 2012; Tabelle 2). Diese müssen dann bei der Neuherstellung der Elektro- und Elektronikgeräte wieder primär abgebaut werden, was mit höheren ökologischen und sozialen Kosten verbunden ist als die mögliche Sekundärgewinnung derselben Mineralien.

Tabelle 2 Rückgewinnung von wichtigen Rohstoffen am Beispiel von Notebooks (Deutschland)

Metall		Gehalt in allen 2010 in D verkauften Notebooks [t]	Verluste bei der Erfassung	Verluste bei der Vorbehandlung	Verluste bei der Endbehandlung	Rückgewinnung in Deutschland [t]
Kobalt	Co	461,31	50%	20%	4%	177
Neodym	Nd	15,61	50%	100%	100%	0
Tantal	Ta	12,06	50%	100%	5%	0
Silber	Ag	3,11	50%	70%	5%	0,443
Praseodym	Pr	1,94	50%	100%	100%	0
Gold	Au	0,74	50%	70%	5%	0,105
Dysprosium	Dy	0,43	50%	100%	100%	0
Indium	In	0,29	50%	20%	100%	0
Palladium	Pd	0,28	50%	70%	5%	0,040
Platin	Pt	0,028	50%	100%	5%	0
Yttrium	Y	0,012	50%	40%	100%	0
Gallium	Ga	0,010	50%	40%	100%	0
Gadolinium	Gd	0,0048	50%	40%	100%	0
Cer	Ce	0,00069	50%	40%	100%	0
Europium	Eu	0,00028	50%	40%	100%	0
Lanthan	La	0,00008	50%	40%	100%	0
Terbium	Tb	0,00003	50%	40%	100%	0

Rot = Prozessoptimierung nötig Blau = Forschung nötig

Quelle: Buchert et al. (2012)

Unter Herstellern, Ökonomen, Wissenschaftlern, Politikern und anderen Interessierten ist die werkstoffliche Obsoleszenz seit vielen Jahrzehnten ein intensiv diskutiertes Thema. Wirtschaftsgeschichtlich entwickelten sich Ende der 1920er Jahre, in den 1960er und 1980er Jahren Diskussionshöhepunkte. Anhand von wissenschaftlichen und journalistischen Publikationen ist zu beobachten, dass die Diskussionen zu den unterschiedlichen Formen der Obsoleszenz aus unterschiedlichen Gründen geführt wurden und nach einigen Jahren immer wieder abebbten. Auch ist zu beobachten, dass die Diskussion um Obsoleszenz und hier besonders um werkstoffliche und funktionelle Obsoleszenz seit etwa zwei bis drei Jahren wieder zunimmt. Dies betrifft vor allem die Diskussion rund um den Begriff der geplanten Obsoleszenz. Über eine klare Definition der geplanten Obsoleszenz sowie deren Zielsetzung wird sehr kontrovers debattiert. In der populären Medienberichterstattung wird geplante Obsoleszenz als eine absichtliche Lebensdauerverkürzung der Produkte durch den bewussten Einbau von Schwachstellen durch die Hersteller dargestellt. Dabei wird von einer einzigen Zielsetzung ausgegangen, nämlich einer Produktentwicklung, die darauf ausgelegt ist, Verbraucher zum Zweck der Absatzsteigerung vorzeitig zu einem Neukauf zu zwingen, obwohl das Produkt noch länger nutzbar wäre. Diesem Verständnis von geplanter Obsoleszenz liegt also zu Grunde, dass das Produkt insgesamt – abgesehen von der Schwachstelle, die zum Ausfall geführt hat – noch nicht am Ende seiner technischen Lebensdauer angekommen ist.

Zu Beginn waren vor allem Medienberichte in Deutschland, Österreich und der Schweiz zu verzeichnen, in den vergangenen zwölf Monaten aber auch in anderen europäischen Ländern

und ebenso weltweit. Zahlreiche Medien (Fernsehdokumentationen, ausführliche Reportagen in großen Tages- und Wochenzeitungen) greifen das Thema seitdem regelmäßig auf. In Frankreich wurde im Oktober 2014 ein entsprechendes Gesetz als Teil der großen Energiewende-Reform in der Nationalversammlung diskutiert. Damit soll es in Frankreich künftig möglich sein, Produkthersteller oder -importeure wegen geplanter Obsoleszenz anzuklagen. Das Gesetz sieht vor, die "obsolescence programmée" als Betrugsdelikt zu behandeln und zu bestrafen - mit bis zu zwei Jahren Gefängnis und einer Geldbuße von bis zu 300.000 Euro (taz 2014).

In der Wissenschaft wird davon ausgegangen, dass die Produktlebensdauer in der Regel eine planbare Größe ist, an der sich die Produktentwickler orientieren. Die Auslegung der Produktlebensdauer wird von vielen Faktoren beeinflusst, wie zum Beispiel Belastung, Abnutzungsvorrat, Wartung, technologischer Wandel der Produkte, Mode, Wertewandel und weiteren äußeren Umwelteinflüssen. Idealerweise wird angestrebt, dass die technische Produktlebensdauer der Produktnutzungsdauer gleich ist. Um ein solches Optimierungsziel zu erreichen sollen alle Bauteile so ausgelegt sein, dass sie ein möglichst ähnliches Zeitintervall an Lebensdauer erreichen, um beispielsweise die Kosten und den Aufwand für unnötige Abnutzungsvorräte zu vermeiden. Das Kernprinzip lautet, Produkte so zu gestalten, dass sie so lang wie nötig und nicht so lang wie möglich halten. Denn Maßnahmen zur „unnötigen“ Verlängerung der technischen Lebensdauer können unter Umständen die Ressourceninanspruchnahme in der Herstellung erhöhen, was insgesamt ökologisch kontraproduktiv wäre. Deswegen stehen Anforderungen an Produkte im Kontext der jeweiligen Nutzungsparameter und -umgebung. Das heißt, dass sich die Auslegung der Produktlebensdauer an der Zielsetzung und den Zielgruppen sowie an den zukünftigen Markt- und Technologieentwicklungsszenarien orientiert. Die Anforderungen sind deshalb von Produkt zu Produkt unterschiedlich, was sich auch im Preis der Produkte für den Verbraucher ausdrückt. Dieser wird aber auch von anderen Faktoren wie angebotener Service, Dauer der Verfügbarkeit von Ersatzteilen, Zusatznutzen, Design, Updates, Reparaturfähigkeit, mechanische und elektronische Robustheit bestimmt. Beispielsweise stellt ein Unternehmen, das die Langlebigkeit als Alleinstellungsmerkmal seiner Produkte vermarktet, deutlich andere Anforderungen an das Produkt und an das Zulieferermanagement als ein Unternehmen, das das Niedrigpreissegment dieser Produktkategorie bedienen möchte. Die technische Auslegung von Produkten auf eine – unter ökologischen und ökonomischen Aspekten – sinnvolle Lebensdauer kann also ebenfalls als geplante Obsoleszenz bezeichnet werden, folgt aber einem anderen Verständnis. Darüber hinaus ist die „psychologische Obsoleszenz“ tendenziell genauso relevant. Hier wird beobachtet, dass die Konsumentinnen und Konsumenten Neuheiten gegenüber eher offen sind, innovative Unternehmen honorieren und Neuprodukte kaufen, die sich durch Verbesserung von Funktion und Nutzen gegenüber ihren Vorgängermodellen absetzen. Bei realem Bedarf für Neukauf ist eine Orientierung an Innovationen zu begrüßen. Allerdings tendieren Konsumentinnen und Konsumenten auch dazu, Neukäufe zu tätigen, obwohl vorhandene Produkte noch funktionsfähig sind, womit hohe Ressourcenverbräuche ausgelöst werden.

Die aktuelle Berichterstattung in den Medien ist von einer sehr anekdotischen Herangehensweise geprägt. Im Allgemeinen ist die Datengrundlage zum Thema Obsoleszenz (werkstofflich, funktionell und psychologisch) lückenhaft, und es fehlt an wissenschaftlichen Ausarbeitungen zu diesem Themenkomplex. Die vorliegende Studie setzt an dieser Stelle an und verfolgt das Ziel, die oben beschriebenen Arten von Obsoleszenz anhand konkreter Produktbeispiele wissenschaftlich aufzuarbeiten und so eine verbesserte Datengrundlage zur Bewertung der Erscheinung „Obsoleszenz“ in Bezug auf Elektro- und Elektronikprodukte zu schaffen.

2 Zielsetzung des Vorhabens

Das übergeordnete Ziel des Vorhabens besteht darin, eine fundierte Datengrundlage zur Beschreibung und Beurteilung der Erscheinung Obsoleszenz bzw. der durchschnittlich erreichten Produktlebens- und Nutzungsdauer zu schaffen und darauf aufbauend handlungssichere Strategien gegen Obsoleszenz bzw. zur Erreichung einer verlässlichen Mindestlebensdauer zu entwickeln. Der Fokus dieses Vorhabens liegt bei Elektro- und Elektronikgeräten für den Einsatz in privaten Haushalten.

Im Konkreten werden hierbei folgende Ziele verfolgt:

1. Erhebung statistischer Daten und Analyse von Trends bei der durchschnittlichen Lebens- und Nutzungsdauer von Elektro- und Elektronikgeräten;
2. Systematische Darstellung der Ursachen für die Obsoleszenz bei Elektro- und Elektronikgeräten;
3. Durchführung von Fallstudien für drei Produktgruppen, um die Datenerhebung zu vertiefen und Maßnahmen zur Erreichung einer möglichst langen oder verlässlichen Lebensdauer für diese ausgewählten Produktgruppen zu identifizieren;
4. Vergleichende Ökobilanz und Lebenszykluskosten zwischen jeweils einem kurz- und langlebigen Produkt für die drei Produktgruppen;
5. Identifizierung von übergreifenden Strategien und Instrumenten gegen Obsoleszenz und zur Lebens- sowie Nutzungsdauerverlängerung bzw. zur Erreichung einer verlässlichen Mindestlebensdauer.

Der vorliegende Zwischenbericht enthält die Erkenntnisse zu Punkt 1. Die anderen Arbeitsschritte befinden sich in Bearbeitung; deren Ergebnisse werden im Endbericht veröffentlicht.

Im Rahmen der Studie werden folgende Produktgruppen behandelt:

- Haushaltsgroßgeräte
 - Kühlschränke
 - Gefriergeräte
 - Waschmaschinen
 - Wäschetrockner
 - Geschirrspüler
 - Elektroherde
- Haushaltskleingeräte
 - Hand- und Stabmixer
 - Wasserkocher⁵

⁵ Wasserkocher werden im Rahmen der Ursachenforschung behandelt und sind nicht Gegenstand des Zwischenberichts.

- Informations- und Kommunikationstechnik
 - Desktop-PCs
 - Notebooks
 - Drucker
 - Mobiltelefone/Smartphones
- Unterhaltungselektronik
 - Fernsehgeräte

Im Folgenden ist das Forschungsdesign der Studie dargestellt.

Abbildung 2 Forschungsdesign

Arbeitspaket 1	Entwicklung der Lebens- und Nutzungsdauer von Elektro- und Elektronikgeräten	HH-Großgeräte: Kühlschränke, Gefriergeräte, Waschmaschinen, Geschirrspüler, Elektroherd HH-Kleingeräte: Hand- und Stabmixer IKT: Notebooks Unterhaltungselektronik: Fernsehgeräte
Arbeitspaket 2	Systematisierung der Ursachen für Obsoleszenz	HH-Großgeräte: Waschmaschinen HH-Kleingeräte: Hand- und Stabmixer, Wasserkocher IKT: Desktop PCs, Notebooks, Drucker, Mobiltelefone Unterhaltungselektronik: Fernsehgeräte, Smartphone
Arbeitspaket 3	Ökobilanzielle und ökonomische Vergleichsrechnungen zwischen kurz- und langlebigen Produkten	HH-Großgeräte: Waschmaschinen IKT: Notebooks Unterhaltungselektronik: Fernsehgeräte
Arbeitspaket 4	Entwicklung von Optionen für die Lebens- und Nutzungsdauer-Verlängerung von Produkten	HH-Großgeräte: Waschmaschinen IKT: Notebooks Unterhaltungselektronik: Fernsehgeräte
Arbeitspaket 5	Formulierung von Strategien gegen Obsoleszenz	HH-Großgeräte, IKT, Unterhaltungselektronik für die Zielgruppen Politik, Wirtschaft und Verbraucher

3 Begriffsbestimmung

In der vorliegenden Studie werden folgende Begriffe verwendet, die einer genauen Definition bedürfen:

Obsoleszenz: Der Begriff Obsoleszenz bezeichnet die Alterung (natürlich oder künstlich) eines Produktes. Damit ist gemeint, dass das Produkt nicht mehr geeignet ist, ein Bedürfnis zu befriedigen. Die Begriffsverwendung erfolgt häufig in zweierlei Hinsicht, wobei mitunter nicht klar beschrieben wird, welche Form gemeint ist: 1) Alterung oder Verschleiß sowie 2) vorzeitige Alterung oder Verschleiß. Der vorzeitige Verschleiß lässt sich nur in Bezug zu einer erwarteten Lebensdauer feststellen. Die Festlegung der Erwartungen ist dabei ein gesellschaftlicher Prozess, mit durchaus heterogenen Positionen auch aus der Verbraucherperspektive, welcher vielfältigen Einflüssen unterworfen ist.

Obsoleszenz-Arten lassen sich wie folgt klassifizieren:

1. **Werkstoffliche Obsoleszenz:** Die werkstoffliche Obsoleszenz liegt in der mangelnden Leistungsfähigkeit von Materialien und Komponenten begründet. Die Produktalterung zeigt sich etwa in dem (zu schnellen) Verschlechtern der Festigkeitseigenschaften durch milieubedingte Korrosion, Fließ-, Ab- und Umbauprozesse (Bertling et al. 2014).
2. **Funktionale Obsoleszenz:** Ursachen der funktionalen Obsoleszenz sind die sich rasch verändernden technischen und funktionalen Anforderungen an ein Produkt (z.B. die Interoperabilität von Software und Hardware unterschiedlicher elektronischer Geräte). Die funktionale Obsoleszenz wird durch die verschiedenen Akteursinteressen der Soft- und Hardwarehersteller stark beeinflusst (Bertling et al. 2014).
3. **Psychologische Obsoleszenz:** Die dritte Art der Obsoleszenz umfasst die vorzeitige Alterung und damit den Austausch von funktionsfähigen Produkten aufgrund von Moden, neuen technischen Trends und Konsummustern (angelehnt an Bertling et al. 2014).
4. **Ökonomische Obsoleszenz:** Ökonomische Obsoleszenz beschreibt den Verfall der Gebrauchseigenschaften eines Produktes, weil der Einsatz produktbezogener Ressourcen, nötige Instandsetzungen und Instandhaltung aus Kostengründen ausbleiben und der Abstand zu den alternativen Kosten für Neuprodukte zu gering ist. Gründe sind beispielsweise kurze Produktentwicklungszeiten, schneller Preisverfall, reparaturunfreundliches Design, hohe Reparaturkosten und mangelnde Verfügbarkeit von Ersatzteilen, Werkzeugen und Reparaturdienstleistungen.

Lebensdauer: Die technische Lebensdauer ist die durchschnittliche Zeit von der Erstvermarktung bis zum endgültigen Defekt eines Geräts.

Nutzungsdauer: Die Nutzungsdauer beschreibt, wie lange ein Gerät durch den Anwender genutzt wird. Darunter fallen auch die Zweit- und Drittnutzung der Geräte durch Weitergabe bzw. Weiterverkauf.

Erstnutzungsdauer: Die Erstnutzungsdauer umfasst die Zeitspanne der Nutzung nur durch den Erstenutzer.

Verweildauer: Die Verweildauer bezeichnet die Zeit vom Verkauf eines Gerätes bis zur Überführung zur Entsorgung. (Dies kann die Nutzung, aber auch Lagerzeiten bis zur Entsorgung ohne Nutzung umfassen.)

Sollbruchstelle: Eine Sollbruchstelle ist ein durch konstruktive oder mechanische bzw. physikalische Maßnahmen oder Auslegungen vorgesehenes Konstruktionselement. Im Schadens- oder Überlastfall wird dieses Element gezielt und vorhersagbar versagen, um hierdurch den möglichen Schaden in einem Gesamtsystem klein zu halten oder eine besondere Funktion zu erreichen.

Schwachstelle: Eine Schwachstelle ist ein mechanisches oder elektrisches Konstruktionselement, das besonders defektanfällig ist und dadurch die Lebensdauer eines Produktes stark beeinflusst.

4 Allgemeine Methoden zur Abschätzung von Lebens-, Nutzungs- und Verweildauern von Produkten

Zur Abschätzung der technischen Lebensdauern von Gütern im Konsumgüterbereich sind, ausgehend von den spezifischen Bedarfen der jeweiligen Wissenschaftsdisziplin, verschiedene Methoden entwickelt worden. Diese Methoden unterscheiden sich hinsichtlich der Genauigkeit ihrer Ergebnisse und ihrer Aussagefähigkeit in Bezug auf die Interpretation. Außerdem sind sie verschieden hinsichtlich des Kostenaufwands für die Datenbeschaffung und -aufbereitung und schließlich hinsichtlich der Fragestellungen, für die Lebens-, Nutzungs- oder Verweildauern erhoben werden sollen.

Die Wahl der Erhebungsmethode ergibt sich weiterhin aus dem güterspezifischen Kontext, der Marktlage und dem fachlichen Hintergrund der Forschenden. Lebensdauerdaten sind wichtige Bezugsgrößen für Analysen in unterschiedlichen Fachgebieten, wie beispielsweise für Marketing und Marktforschung, Produktplanung und -design, für Stoffstromanalysen und bei Abfallwirtschaftsprognosen, beispielsweise zur Ermittlung des zukünftigen Bedarfs an Entsorgungsanlagen.

Im folgenden Abschnitt werden verschiedene Verfahren und Quellen zur Ermittlung von Lebensdauerdaten dargestellt und ihre Aussagekraft für die vorliegende Untersuchung geprüft. Im Rahmen der vorliegenden Betrachtung sollen die ermittelten Daten Aussagen zulassen bezüglich:

- der Veränderung der Lebensdauern über die Zeit,
- der Faktoren, die zum Ende der Lebensdauer geführt haben und
- der Ansatzpunkte für eine Lebensdauererlängerung.

4.1 Internetforen und soziale Medien

Wer sich im Internet auf die Suche nach geeigneten Produkten für den nächsten Einkauf macht und dabei in Internetforen und sozialen Medien auf Erfahrungen anderer Nutzer in Bezug auf das Qualitätsmerkmal Langlebigkeit abstellen möchte, wird viele verschiedene und teils widersprüchliche Aussagen finden. Die in Internetforen, Wikis, sozialen Medien oder Internetblogs geäußerten Erfahrungswerte zu Qualitätsmerkmalen, Einschätzungen und Qualitätsurteilen von Produkten bezüglich der Lebensdauer unterscheiden sich erheblich. Die subjektiv vermittelte Erfahrungsbasis, welche in erster Linie die individuelle Produktnutzung widerspiegelt, bildet die unterschiedlichsten Randbedingungen der Produktnutzung ab, und im Ergebnis entsteht ein sehr diffuses Bild der Lebensdauer von Gütern.

Eine beispielhafte Suche in verschiedenen Internetforen nach der Lebensdauer von Notebooks ergab die folgenden Resultate.

Tabelle 3 Diskussionen zu Lebensdaueraspekten von Notebooks in Internetforen

Bemerkung/Artikel	Angegebene Lebensdauer/ Bemerkung	Quelle/Datum
allg.: Lebensdauer abhängig von · Temperatur von Prozessoren und Grafikchip · Lüftung · Akkulaufzeit · Stromschwankungen in Gebäudeelektrik Empfehlungen: · Lüfter reinigen · frische Wärmeleitpaste aufbringen · Überprüfung, ob CPU sich an Nutzung anpasst (Taktung, Stromverbrauch, Temperatur)		http://www.hifi-forum.de/viewthread-247-401.html , Thread von 2011, http://www.gutefrage.net/frage/haltbarkeit-von-dell-laptops , 2013
Business-Notebooks	2,5 Jahre, Gerät funktioniert mit sinkender Leistung, Akkulaufzeit sehr kurz	http://www.hifi-forum.de/viewthread-247-401.html Thread von 2011
Consumer Notebooks	„nach 2 Jahren getrost in die Tonne kloppen“ „3 Jahre, dann leistungsbedingter Austausch“ „6-7 Jahre, bei seltener Nutzung“ „bei guter Pflege locker 10 Jahre“	http://www.hifi-forum.de/viewthread-247-401.html , Thread von 2011 https://forum.vis.ethz.ch/showthread.php?6990-Lebenserwartung-von-Notebooks , Thread von 2005
weitere Marken-Notebooks	„5 Jahre Garantieleistung möglich, guter Service“ „12 Jahre, genutzt als Server“	www.gutefrage.net/frage/haltbarkeit-von-dell-laptops , Thread von 2013

Quelle: Eigene Internetkurzrecherche, Links abgerufen am 23.03.2014

Dennoch vermitteln unterschiedliche Erfahrungen, wenn auch zunächst diffus und anekdotisch, eine Vorahnung der Produktqualität. Je nach persönlicher Präferenz werden andere Qualitätsaspekte im Rahmen der Erfahrungsberichte genannt und beachtet, welche dann nützlich für die eigene Kaufentscheidung sein können.

Zusätzlich werden verschiedene Aspekte der Nutzung in Internetforen thematisiert, die dazu führen können, die Lebensdauer von Geräten zu verlängern. Im Zusammenhang mit der Wartung und Pflege von Notebooks werden hier insbesondere der pflegliche Umgang und die regelmäßige Wartung bzw. Reinigung von Festplatten, Akkus und Gehäuselüftern thematisiert. Zu den Maßnahmen, die im konkreten Falle ergriffen werden sollten, gibt es verschiedene, oft auch widersprüchliche und falsche Angaben. Illustrieren lässt sich dies an den unterschiedlichen Gebrauchsempfehlungen, um eine möglichst lange Lebensdauer von Notebook-Akkus zu erreichen. Kursierende Mythen umfassen das Aufkleben einer speziellen Folie zur Verlängerung der Haltbarkeit, vollständiges Be- und Entladen zur Vermeidung des Memory-Effekts, welcher aber nur bei veralteten Akkutechnologien (z.B. Nickel-Cadmium) auftritt, aber nicht mehr für aktuelle Lithiumionen-Akkus gilt⁶.

Im Rahmen der vorliegenden wissenschaftlichen Auseinandersetzung um Veränderungen der Lebensdauer von Produkten über die Zeit, um die Faktoren und Ansätze, die das Ende des Produktlebens herbeiführen bzw. verlängern, sind überprüfbare und reproduzierbare Aussagen nötig, um zielsichere Maßnahmen für eine Verlängerung der Lebensdauer entwickeln zu

⁶ siehe z.B. <http://www.tomshardware.de/Li-Ionen-Akkus,testberichte-239772-7.html>

können. Informationen aus Internetforen und sozialen Medien erfüllen diese Anforderung nicht und können daher für das vorliegende Vorhaben nicht weiter verwendet werden.

4.2 Verbraucherportale und -kampagnen

Die Konsumentensouveränität gilt gemeinhin als wichtiges Prinzip zur Durchsetzung von Verbraucherinteressen im Marktgeschehen. Konsumentinnen und Konsumenten reagieren empfindlich auf Meldungen über Fehlproduktionen und Rückrufaktionen. Dies findet in einem Spannungsfeld statt, welches geprägt ist von Information und Desinformation. Es wird versucht durch Werbung und kommerzielle Marketingaktivitäten Kaufimpulse auszulösen und tatsächliche oder scheinbare Bedürfnisse zu bedienen, wobei gleichzeitig ein hoher Grad an Geheimhaltung über die Abläufe in der Herstellung besteht. Verbraucherinformationsportale und (zivilgesellschaftliche) Aufklärungskampagnen, bspw. durch NGOs, versuchen hier durch Transparenz für mehr Aufklärung zu sorgen. Im Ergebnis bleibt aber für die Konsumentinnen und Konsumenten eine schwer zu durchdringende Informationsfülle, geprägt durch Intransparenz, Unsicherheit und einen hohen Aufwand für die Beschaffung von verlässlichen Informationen.

Auf subjektive Erfahrungsberichte zielt die Verbraucherkampagne „Murks? Nein Danke!“ ab⁷. Hier haben Konsumentinnen und Konsumenten die Möglichkeit eigene Produkterfahrungen zu schildern, die aus ihrer Sicht mit geplanter Obsoleszenz zusammenhängen (Schridde et al. 2012). Auf dem Portal genannte Ausfallursachen umfassen:

- bauteilbedingt:
 - Unterdimensionierung von Aluminium-Elektrolytkondensatoren (Elkos) führen zum Ausfall von Netzteilen
 - Verbindungsstellen, z.B. Kabelbruch an der Verbindung zum Stecker bei Kopfhörern
 - Materialermüdung, z.B. durch Kunststoffzahnräder, die im Rührwerk von Handmixern verbaut sind
 - Materialermüdung von Heizstäben in Waschmaschinen (integrierte Schmelzsicherung, Korrosion)
 - Materialermüdung bei Kugellagern und nicht ausreichender Dämpfung können zu Unwuchten (z.B. Waschmaschinen-Trommel) führen
 - stoffliche Substitution beim Laugenbehälter (Waschmaschine) von Edelstahl durch Kunststoff
 - Materials substitution bei Schalterfederung (z.B. Ein-/Aus-Schalter an Geräten) von Metall zu Kunststoff
 - Kunststoff-Schraubenfassungen brechen bei punktueller Belastung (z.B. Sturz)
- konstruktionsbedingt:
 - fest verbaute Akkus führen zum Geräteausfall oder verhindern eine mobile Nutzung von Geräten, wenn der Akku nicht mehr über eine ausreichende Ladekapazität verfügt
 - fest verklebtes Gehäuse verhindert Reparatur

7

www.murks-nein-danke.de

- Kunststoffnasen und -ösen, die leicht ab- bzw. ausbrechen
- Einbau ganzer Bauteilgruppen statt Einzelteile
- Ausfall von Elektrolytkondensatoren (Elkos), wenn Bauteil zu nah an einer Hitzequelle verbaut wird
- Heizrelais an Geschirrspülern erhitzt sich und Lötzinn schmilzt
- nur angelötete Netzteilbuchsen (z.B. Notebooks) führen zu wirtschaftlichem Totalschaden
- Tröpfchenzähler bei Tintenstrahldruckern: mechanische Zähler im Drucker melden, wenn bestimmte Seitenanzahl erreicht ist und schalten Weiterbetrieb ab, da der Hersteller nun davon ausgeht, dass das Tintenschwammreservoir voll ist
- Spezialschrauben und -werkzeug verhindern die Reparatur
- Notebooklüfter füllt sich mit Staub und kann nur schwer selbst gewartet werden

Aus qualitativer Sicht leisten die Studie von Schridde et al. (2012) und das Portal einen wichtigen Beitrag, um Merkmale von minderwertigen und kurzlebigen Produkten aufzuzeigen. Recherchen auf dem Portal zu signifikant verkürzten Lebensdauern von Produkten führen jedoch insgesamt nicht zu belastbaren verallgemeinerbaren Ergebnissen.

4.3 Produkttests

Auf Produkttests, wie sie zum Beispiel regelmäßig von der Stiftung Warentest (StiWa) durchgeführt werden, reagieren Hersteller und Händler von Gütern sehr empfindlich, manchmal auch in Form von gerichtlichen Klagen. Die Produkttests der Stiftung Warentest umfassen wesentliche Bereiche der Eignung von Produkten, ein bestimmtes Bedürfnis zu befriedigen, indem objektivierte Merkmale erarbeitet werden, welche den Nutzwert bzw. Gebrauchswert und die Umweltverträglichkeit des untersuchten Produkts bewertbar und vergleichbar machen (siehe www.test.de). Testurteile der StiWa haben in Deutschland einen hohen Einfluss auf die Kaufentscheidung. Ein gutes Urteil ist ein wichtiger Werbeträger, und ein schlechtes Urteil führt zu Umsatzeinbrüchen und nicht selten zu dem Versuch, über Schadensersatzklagen gegen die Stiftung Warentest vorzugehen.

Im Fokus der Tests liegt das Preis-Leistungsverhältnis für die Konsument/innen; zur Ermittlung der Testsieger nutzt die StiWa verschiedene Kriterien. Lebensdauertests werden nicht systematisch für alle Produktgruppen durchgeführt. Kriterien für die Verlängerung der Lebensdauer von Produkten, wie Reparierbarkeit, Bevorratung von Ersatzteilen oder die Service-Qualität im Haftungsfall, werden in der Regel nicht berücksichtigt (StiWa 2013). Insofern Lebensdauertests durchgeführt werden, lassen sich über die Einzelprodukttests hinausgehend keine allgemeingültigen Aussagen über die Produktlebensdauer der Produktgruppe insgesamt ableiten. Denn die StiWa testet lediglich, ob die Geräte eine geforderte Mindestlebensdauer aushalten. Wie lange die Geräte darüber hinaus halten würden, wird nicht getestet. Auch sind von den jeweils ausgewählten Produkten keine vollständig repräsentativen Schlüsse für die gesamte Produktgruppe möglich.

Laut StiWa konnten trotz Identifikation von Schwachstellen eine offensichtlich geplante Verkürzung der Lebensdauern und andere Produktmerkmale, die im Sinne von Sollbruchstellen regelmäßig zum Ende der Lebensdauer führen, in den Dauertests nicht nachgewiesen werden.

4.4 AfA-Tabellen öffentlicher Einrichtungen

Im Bereich des betrieblichen Rechnungswesens wird die Angabe von Lebensdauern benötigt, um die mittlere Abschreibungsrate von Investitionsgütern pro Jahr bestimmen zu können. Die jährlichen Abschreibungsraten sind einerseits für das innerbetriebliche Controlling relevante Größen, um die jährlichen Reinvestitionsaufwendungen bestimmen zu können. Andererseits sind die jährlichen Abschreibungen in Bezug auf die Körperschaftssteuer in Deutschland anrechenbar, belasten als Kostenbestandteile den Ertrag des Unternehmens und wirken somit steuerdämpfend.

Grundlage für die jährlichen Abschreibungsraten von Investitionsgütern ist die sog. „Absetzung für Abnutzung“ (AfA), in der die „betriebsgewöhnliche Nutzungsdauer“ eines Anlageguts definiert wird.

Die AfA-Tabellen werden vom Bundesfinanzministerium (BMF) herausgegeben und „spiegeln umfangreiches in der Praxis gewonnenes Fachwissen wider“ (BMF 2012). Die Abschreibungszeiträume in den AfA-Tabellen beruhen auf Erfahrungswerten, die von Betriebsprüfern und Angehörigen der steuerberatenden Berufe zusammengetragen wurden. Die AfA-Zeiträume sollen den tatsächlichen Werteverzehr der Wirtschaftsgüter widerspiegeln und sind lediglich ein Richtwert für die gelebte Finanz- und Steuerpraxis. Es ist zu beachten, dass die AfA-Tabellen keine gesetzliche Gültigkeit besitzen. Die AfA-Tabellen legen den Abschreibungszeitraum für ein Wirtschaftsgut fest, diese können aber in begründeten Fällen auch in kürzeren Zeiträumen abgeschrieben werden, wenn besondere betriebliche Ursachen vorliegen, die dies erfordern.

Die nach den AfA-Tabellen vorzunehmenden Abschreibungen dienen nicht dem Investitionsanreiz, wie z.B. erhöhte Abschreibungen oder Sonderabschreibungen. Ob eine Weiternutzung eines Wirtschaftsguts im Betrieb nach vollständiger Abschreibung lohnend ist, ist eine betriebswirtschaftliche Frage und hängt von der konkreten wirtschaftlichen Situation ab.

Die betriebsgewöhnliche Nutzungsdauer ist „unter Berücksichtigung der besonderen betrieblichen Verhältnisse“ anzugeben (Gabler 2014) und soll „der technischen Lebensdauer entsprechen, die unter Beachtung der besonderen betrieblichen Verhältnisse zu erwarten ist“ (BFH 1997). Der Abschreibungszeitraum eines Wirtschaftsguts richtet sich daher nicht nach der tatsächlichen technischen Nutzbarkeit. Die technische Nutzbarkeit eines Wirtschaftsguts ist abhängig von der Beschaffenheit bzw. Qualität des Wirtschaftsguts und berücksichtigt sowohl die betriebsgewöhnliche Lebensdauer als auch die technische Leistungsfähigkeit und die Auslastung. Eine längere Nutzung von Wirtschaftsgütern ist also bei Verlängerung der betriebsgewöhnlichen Nutzungsdauer möglich.

Neben branchenspezifischen Abschreibungstabellen gilt die aktuelle AfA-Tabelle für allgemein verwendbare Anlagegüter (AfA-AV) branchenübergreifend. Sie stammt aus dem Jahr 2000 und gibt die betriebsgewöhnlichen Nutzungsdauern für Wirtschaftsgüter an, wie in Tabelle 4 auszugsweise dargestellt. Eine Überarbeitung der AfA-Tabellen ist derzeit nicht geplant.⁸

⁸ Die Aussage bezieht sich auf eine persönliche Antwort aus dem Bundesministerium für Finanzen im Rahmen des vorliegenden Projekts.

Tabelle 4 AfA-AV-Tabelle (Auszug)

Wirtschaftsgüter	Betriebsgewöhnliche Nutzungsdauer (in Jahren)
Mobilfunkendgeräte	5
PC-Desktop, Laptops (Notebooks), Drucker, Scanner, Bildschirme	3
Fernseher, Monitore	7
Geschirrspüler	7
Waschmaschinen	10
Wäschetrockner	8
Kühlschränke	10
Mikrowelle	8

Quelle: BMF (2000)

4.5 Lebensdauern in der Abfallwirtschaft

In der Abfallwirtschaft spielt die Lebensdauer von Produkten eine wichtige Rolle für die Abschätzung zukünftiger Abfallmassen und zur Vorhaltung und Planung von ausreichend Entsorgungskapazitäten. Das komplexe Zusammenspiel von Anfall, Erfassung, Transport und Recycling bzw. Entsorgung von Abfällen macht eine langfristige Planung zwingend notwendig. Gleichzeitig sind Vorhaltung bzw. Ausbau von Entsorgungskapazitäten mit hohen Investitions- und damit Kapitalkosten verbunden, was eine wirtschaftliche Ausrichtung von abfallwirtschaftlichen Prozessen an den tatsächlich anfallenden Mengen erforderlich macht. Dies gilt auch insbesondere hinsichtlich der möglichst genauen Bestimmung von Qualität und Quantität der zukünftig anfallenden Abfallfraktionen.

Aus abfallwirtschaftlicher Sicht besteht dabei der Bedarf an hinreichend exakten Daten, die für die Ermittlung der zukünftigen Abfallmassen relevant sind. Für die Ermittlung der statistischen Grundlagen sind dies die Verkaufszahlen der Produkte am Point-of-Sale, der Ausstattungsbestand oder -grad mit Konsumgütern von Haushalten und Unternehmen und die Lebensdauer der Güter (Wang et al. 2013). Sind diese Daten in der nötigen Genauigkeit vorhanden oder mit vertretbarem Aufwand zu erheben, lassen sich daraus relativ exakte Angaben über die Masse und Zusammensetzung des zukünftig anfallenden Abfalls über eine Input-Output-Analyse (IOA) berechnen.

Die exakte Ermittlung von Lebensdauerdaten stellt hierbei einen wesentlichen Problembereich dar. Dies wird in den folgenden Ausführungen eingehend thematisiert und zentrale Methoden werden beschrieben. Lebensdauer wird in diesem Zusammenhang als übergeordneter Begriff verwendet. Auf eine Unterscheidung in Nutzungsdauer (Produkt bei Entsorgung noch funktionstüchtig) und technische Lebensdauer (Produkt bei Entsorgung defekt) wird dabei nicht eingegangen.

4.5.1 Methodik für Abfallprognosen

Unterschiedliche Methoden zur Berechnung zukünftiger Abfallmassen berücksichtigen, neben unterschiedlichen Anforderungen an die Datengüte, auch Anforderungen aus unterschiedlichen Marktumfeldern. Differenziert wird hierbei nach gesättigten und dynamischen Märkten, wobei für gesättigte Märkte die vereinfachende Annahme getroffen werden kann, dass jedes Neuprodukt einen Ersatzkauf für ein ausgedientes Produkt darstellt und somit ein Neukauf ein Altprodukt ersetzt (Chancerel 2010).

Die folgende Tabelle 5 zeigt einige in der Literatur angewandte Methoden der Input-Output-Analyse (IOA). Für die Verwendung der Lebensdauerdaten innerhalb der Methodik der Abfallprognose sind diese hinsichtlich der aufbereiteten Inputdaten differenziert dargestellt. Betrachtet wird, ob die Lebensdauern in einer zeitlich invarianten Darstellung als Durchschnittswert eingehen, oder ob diese in Phasen zeitlicher Abläufe differenziert als Verteilung eingehen. Des Weiteren werden die modellbasierten spezifischen Einschränkungen bezüglich ihrer Aussagekraft für die Art des Marktumsfelds sowie hinsichtlich der erwarteten Genauigkeit der Ergebnisse für die zukünftigen Abfallmassen ausgewiesen.

Tabelle 5 Übersicht zu Methoden für die Berechnung des Abfallpotenzials

Methode	Lebensdauerdaten	Marktumsfeld		Genauigkeit der Ergebnisse
		Gesättigt	dynamisch	
Simple Delay	Durchschnittswert	X		mittel
Distribution Delay	Verteilungsfunktion	X	X	hoch
Carnegie Mellon	Durchschnittswert	X	X	hoch
Batch Leaching	Durchschnittswert	X		gering

Quelle: Eigene Darstellung nach Chancerel (2010) und Wang et al. (2013)

Die **Simple Delay Methode** ist eine vereinfachte Form von Modellen, die den zukünftigen Anfall von Abfällen als Verzögerung der verkauften Produkte zu einem bestimmten Zeitpunkt betrachtet. Lebensdauerdaten werden hier durchschnittlich je Produktgruppe aus den zeitlichen Verläufen der Kaufakte bestimmt, die am Point-of-Sale erhoben werden müssen. Die erwartete Genauigkeit der Ergebnisse ist eher mittelmäßig, der Vorteil liegt in den vergleichsweise geringen Kosten zur Erhebung der benötigten Daten.

Die **Distribution Delay Methode** stellt hohe Anforderungen an die Analyse der Lebensdauern und wird im folgenden Abschnitt 4.5.2 eingehend behandelt.

Die **Carnegie Mellon Methode** teilt die verkauften Produkte mengenmäßig verschiedenen Nutzungsphasen zu. Diese gliedern sich in die Erstnutzung in der Haushaltsausstattung, die Zweitnutzung als Re-Use, der (ungenutzten) Verweilzeit im Haushalt und anschließend die End-of-Life Betrachtung im Recycling oder auf der Deponie. Für diese Methode müssen umfangreiche Kenntnisse über typische Verhaltensweisen von Konsumentinnen und Konsumenten vorliegen, deren Erhebung mit vergleichsweise hohen Kosten verbunden ist.

Auch die **Batch Leaching Methode**⁹, die nur Aussagen über gesättigte Märkte zulässt, nutzt Angaben zur durchschnittlichen Lebensdauer des Ausstattungsbestandes von Haushalten und Unternehmen, die unter der Annahme einer gleichverteilten Altersstruktur erhoben werden, was in eher ungenaue Ergebnisse bei einem relativ geringen Aufwand für die Datenerhebung resultiert (Wang et al. 2013).

Allgemein gilt, dass zur Erhebung von Lebensdauerdaten folgende mögliche Datenquellen genutzt werden können:

- Verbraucherumfragen, bei der das Alter der entsorgten Produkte und die aktuelle zeitliche Zusammensetzung der Haushaltsausstattung erfasst wird,
- Ausstattungsgrade zu Beginn und am Ende einer bestimmten Periode,

⁹ Diese Methode wird an anderer Stelle auch als Phasen-C-Methode beschrieben (Waltemath 2001).

- Sortieranalysen der Abfallströme in Recyclinganlagen.

Wang et al. (2013) beschreiben ausführlich am Beispiel einer Fallstudie aus den Niederlanden die Anwendung einer multivariaten Analyse, die Verkaufs-, Ausstattungs- und Lebensdauerdaten aus den Niederlanden miteinander verknüpft. Ein Vergleich der Prognose der Abfallzahlen in den Niederlanden auf Basis dieses „Sales-Stocks-Lifespan-Models“ mit den Ergebnissen anderer Methoden weist auf Ungenauigkeit der Ergebnisse hin, die vermutlich aufgrund von ungenauen Daten entstanden sind.

4.5.2 Distribution Delay Methode (Weibull-Funktionen: Verteilungsfunktionen zur Abbildung von Lebensdauerdaten)

Für die Herleitung der zukünftigen Abfallmassen mittels der **Distribution Delay Methode** werden die Produktverkäufe mit ihrer Ausfallswahrscheinlichkeit verknüpft und auf die verschiedenen Jahre verteilt, seit das Produkt zum ersten Mal am Markt verkauft wurde. Die Verteilung der Ausfallswahrscheinlichkeit wird mittels der Weibull-Verteilungsfunktion angenähert.

Die Weibull-Verteilungsfunktion beschreibt im Zeitablauf, wie die Wahrscheinlichkeit des Ausfalls bzw. das Ende der Lebensdauer einer Produktklasse verteilt ist. Statt der Lebensdauer können auch andere Leistungsparameter abgebildet werden, wie z.B. die Anzahl an Einschaltvorgängen oder Leistungsstunden.

Die Weibull-Verteilung ist abhängig von einem Skalierungsfaktor und einem Formparameter. Der Skalierungsfaktor wird im Maschinenbau als Kehrwert der charakteristischen Lebensdauer interpretiert, welche die Zeitspanne beschreibt, bis 63,2% der untersuchten Einheiten einer Produktserie ausgefallen sind (Wilker 2010).

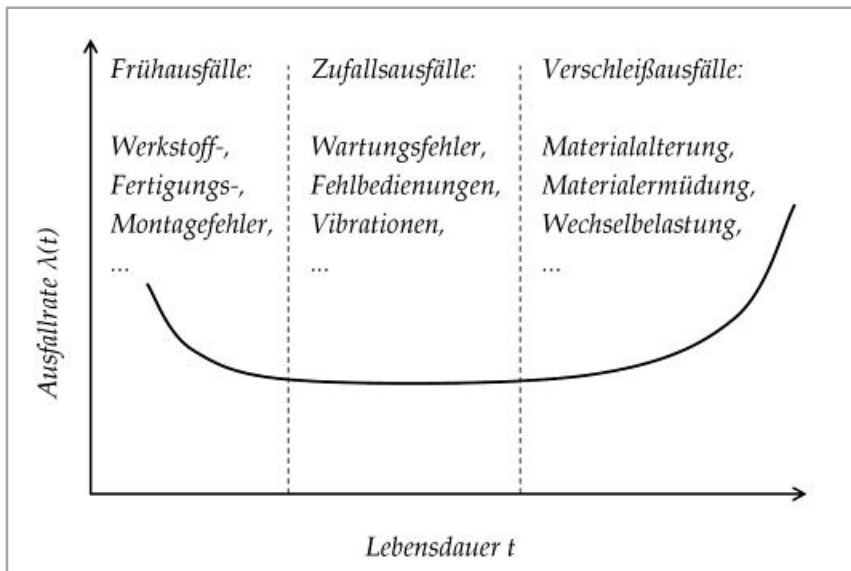
Der Formparameter bestimmt die Neigung der Weibull-Verteilung. In Abhängigkeit vom Formparameter können einzelne Phasenabschnitte des Ausfalls differenziert werden (Wilker 2010):

- Phase I: Frühausfälle (sinkende Ausfallrate: Formparameter < 1)
Frühausfälle treten ganz am Anfang der Nutzung auf und basieren auf Konstruktions- und Produktionsfehlern. Verursacht werden Frühausfälle durch Software-, Fertigungs- oder werkstoffliche Fehler oder durch defekte Einzelteile von Zulieferern. Häufig auftretende Frühausfälle weisen auf mangelnde Qualitätskontrollen hin.
- Phase II: Zufallsausfälle (konstante Ausfallrate: Formparameter $= 1$)
Zufallsausfälle treten innerhalb der charakteristischen Nutzungsdauer auf und werden auf Wartungs- und Bedienfehler sowie auf Belastung, z.B. durch Vibrationen, zurückgeführt.
- Phase III: Verschleißausfälle (steigende Ausfallrate: Formparameter > 1)
Verschleißausfälle treten gegen Ende der Nutzungsdauer auf und sind auf Materialalterung und -ermüdung zurückzuführen. Die Nutzungsdauer eines Produkts ist maximal so lang wie die der kurzlebigsten Komponente.

Die unterschiedlichen Ausprägungen des Formparameters werden durch die sog. Badewannenkurve dargestellt (Abbildung 3). Dabei gibt die X-Achse die Zeitspanne seit Inbetriebnahme des Geräts an, und auf der Y-Achse wird die Ausfallrate pro Zeiteinheit angetragen. Die Badewannenkurve beschreibt nicht die Ausfallrate eines bestimmten Produkts, sondern immer die einer ganzen Produkt-Population, weshalb es auch nicht möglich ist, anhand eines Graphen Vorhersagen über das Ausfallverhalten eines einzelnen Produkts zu machen.

Bei einer Auslegung von Geräten auf eine theoretische optimale Gebrauchsdauer würde versucht werden, sämtliche Komponenten bei Beginn von Phase III gleichzeitig ausfallen zu lassen. Strategien zur Verlängerung der Lebensdauer setzen gleichfalls an diesem Übergang an, versuchen aber durch Erneuerung der anfälligen Verschleißteile und weitere Reparaturmaßnahmen die Lebensdauer zu verlängern.

Abbildung 3 Badewannenkurve der Ausfallrate (Weibull-Verteilung)



Quelle: Eigene Abbildung

4.6 Wissenschaftliche Publikationen

4.6.1 Datenerhebung in den Niederlanden

In Bakker et al. (2014) wurden die in den niederländischen Fallstudien (Wang et al. 2013) unterlegten Lebensdauerdaten verarbeitet und für elektrische und elektronische Geräte untersucht, wie sich die Lebensdauern zwischen 2000 und 2005 verändert haben. Diese sind in Tabelle 6 ersichtlich und zeigen, dass sich die Lebensdauern innerhalb dieser fünf Jahre in den meisten Fällen verringert haben.

Tabelle 6 Median der Lebensdauern von EEG in den Niederlanden 2000 und 2005

Produktkategorie	Median der Lebensdauer in Jahren, 2000	Median der Lebensdauer in Jahren, 2005	Änderung in diesen 5 Jahren
Kompaktleuchtstofflampen	7,4	7,7	+3%
Flachbildschirmfernseher	10	10	0%
Staubsauger	8,1	8	-1%
Wäschetrockner	14,5	14,3	-1%
Kühlschränke	14,2	14,0	-1%
Geschirrspüler	10,7	10,5	-2%
Kleine informationstechnische Geräte und Zubehör	4,5	4,4	-2%
Werkzeuge	9,8	9,6	-2%
Spielzeug (klein)	3,8	3,7	-3%

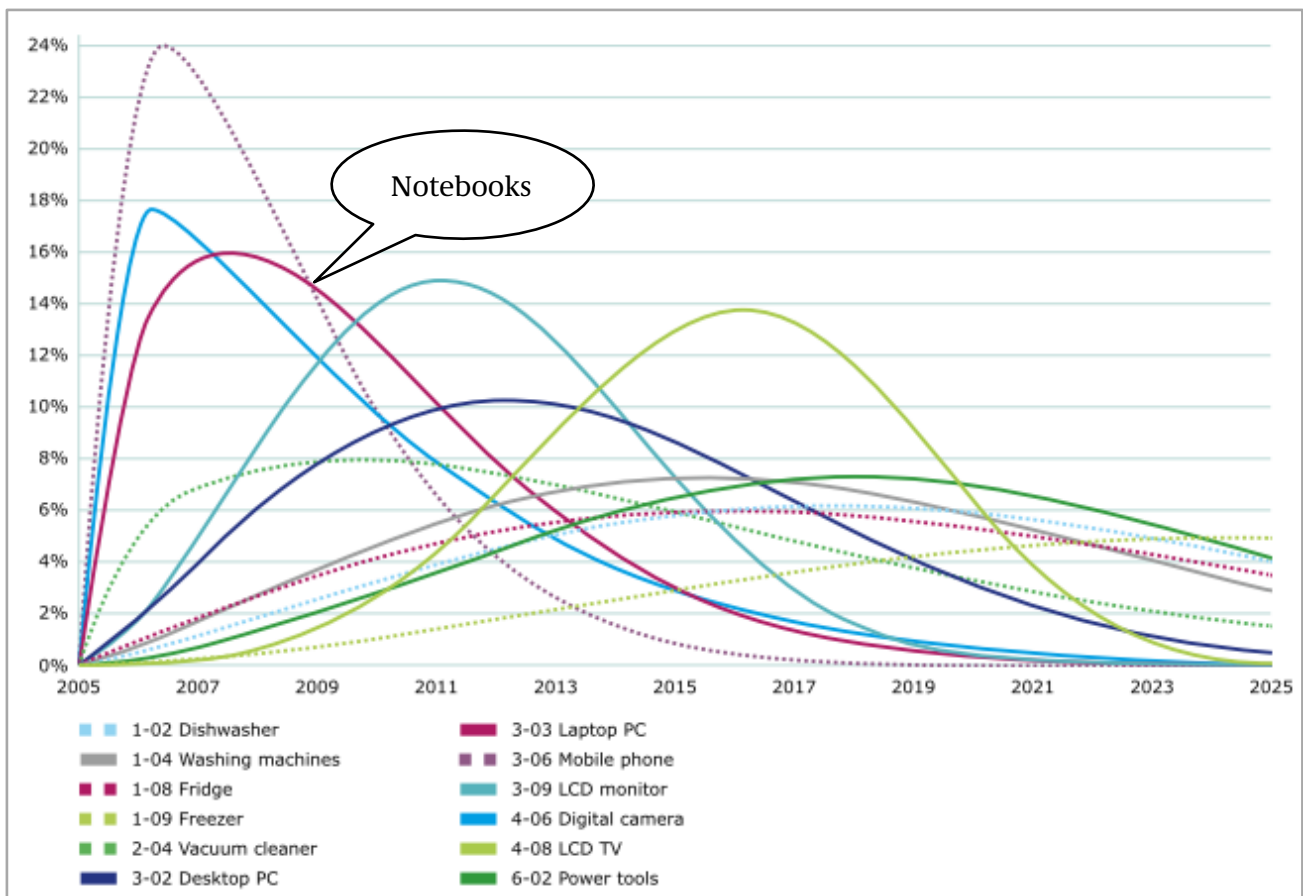
Produktkategorie	Median der Lebensdauer in Jahren, 2000	Median der Lebensdauer in Jahren, 2005	Änderung in diesen 5 Jahren
Mobiltelefone	4,8	4,6	-3%
Waschmaschinen	12,1	11,7	-3%
Notebooks	4,3	4,1	-5%
Wasserkocher, Kaffeemaschinen	7,0	6,4	-9%
Geräte mit Druckfunktion	9,0	8,2	-11%
Mikrowellen	10,9	9,4	-15%
Kleine Unterhaltungselektronik und Zubehör	9,4	7,8	-20%

Quelle: Bakker et al. (2014)

Die in den Fallstudien verwendeten Lebensdauerdaten (Tabelle 6) wurden im Rahmen zweier Konsumentenbefragungen erhoben (Hendriksen 2007; 2009). Hierfür erfolgte eine Befragung von insgesamt 6000 niederländischen Haushalten zu Lebensdauern der gegenwärtigen Haushaltsausstattung und von Altgeräten bei der Entsorgung sowie zu künftigen Neuanschaffungen für 90 verschiedene Produktkategorien. Die Ergebnisse wurden anschließend durch direkte Befragungen ausgewählter repräsentativer Haushalte gegengeprüft und mittels Sortieranalysen an Recyclinganlagen validiert.

In einer weiteren niederländischen Studie (Huisman et al. 2012) wird analysiert, welcher prozentuale Anteil einer Produktkategorie, die im Jahr 2005 in Verkehr gebracht wurde, nach welcher Zeit in privaten Haushalten entsorgt wird (Abbildung 4). Diese Datengrundlage berücksichtigt also die reine Verweildauer in den Haushalten, die Nutzungsphase kann folglich nicht von der reinen Lagerung in den Haushalten unterschieden werden.

Abbildung 4 Verweildauern von EEG (2005 in Verkehr gebracht) in % der jeweiligen Produktkategorie



Quelle: Huisman et al. (2012) (Markierung „Notebooks“ durch die Autoren ergänzt)

Abbildung 4 zeigt für Notebooks, dass nach ca. zwei Jahren knapp 16% der Geräte, die im Jahr 2005 auf den Markt gebracht wurden, als Elektroaltgeräte angefallen sind.

Huisman et al. (2012) werteten detaillierte Daten über die in Verkehr gebrachten Produkte zwischen 1990 und 2010 aus und kommen zu der Schlussfolgerung, dass die Verweildauern der Gerätegenerationen von 2000 gegenüber dem Jahr 2010 wie folgt zurückgegangen sind:

- 17% für Bildschirme
- 12% für kleine Haushaltsgeräte
- 10% für IT und Telekommunikationsgeräte
- 7% für große Haushaltsgeräte
- 4% für Kühl- und Gefriergeräte

Als mögliche Gründe für den negativen Trend der Lebensdauerdaten geben Bakker et al. (2014) an, dass bei manchen Produktgruppen kürzere (technische) Lebensdauern in der Absicht der Hersteller liegen könnten, also durch vermeintlich geplante Obsoleszenz. In anderen Fällen seien kürzere Nutzungsdauern ein Ergebnis des technischen Fortschritts und neuer Gesetzelagen, die zu einer vorzeitigen Beendigung der Produktnutzung führen (psychologische und funktionale Obsoleszenz).

Einen weiteren wichtigen Faktor zur Erklärung des negativen Trends der Lebensdauern im ausgewählten Zeitraum vermuten die Autoren in der jeweiligen sozio-ökonomischen Ent-

wicklung. Konsumentinnen und Konsumenten neigen demnach in einer ökonomischen Aufschwungsphase eher zu Neukäufen; in Zeiten des ökonomischen Abschwungs werden Neukäufe tendenziell aufgeschoben oder unterbleiben gänzlich, da die Kaufkraft zurückgeht bzw. die Unsicherheit zunimmt, dass in Zukunft die Kaufkraft zurückgehen könnte.

4.6.2 Datenerhebung in Japan

Eine weitere wichtige Grundlage der niederländischen Untersuchungen zum Lebensalter von Elektro- und Elektronikgeräten in den Abfallströmen stellt die Lebensdauer-Datenbank des japanischen National Institute for Environmental Studies dar. Die „Lifespan database for Vehicles, Equipment and Structures (LiVES)“ enthält über 1.300 Datensätze aus verschiedenen Ländern (Murakami et al. 2010). Zunächst wurden die Daten in Bezug auf eine einheitliche Terminologie aufbereitet. Hierbei unterscheiden die Autoren zwischen:

- Residential time: Beschreibt die Zeit, in der das fragliche Gut bzw. dessen materielle Bestandteile innerhalb der gesellschaftlichen Sphäre zirkulieren, also die Zeit zwischen Ressourcenextraktion und vollständiger Beseitigung,
- Total lifespan: Gibt die Zeit zwischen Produktion und Eingang ins Recycling an, bei der auch die Weiternutzung in der Wiederverwendungsphase (Re-Use) bereits enthalten ist, jedoch auch Lagerung ohne Nutzung,
- Domestic service lifespan: Betrachtet die reine Nutzungszeit von Gütern, unter Berücksichtigung der Weiternutzung in der Wiederverwendungsphase,
- Possession span: Beschreibt die Dauer des Verbleibs beim ersten Eigentümer,
- Duration of use: Beschreibt die reine Nutzungsdauer der Erstnutzung.

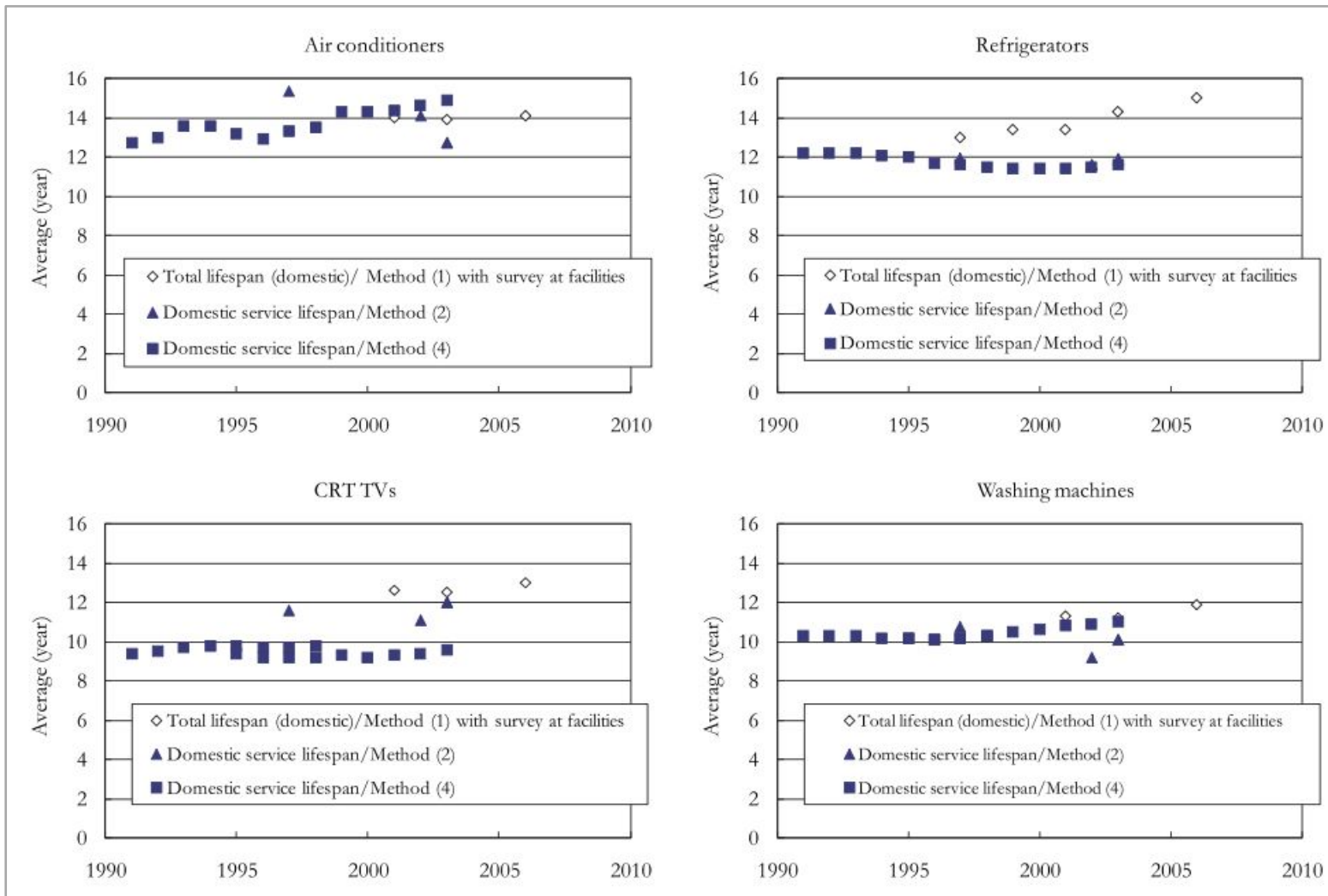


Die o.g. Definitionen gehen in ihrem Detaillierungsgrad zum Teil über die in der vorliegenden Studie getroffenen Definitionen (siehe Kapitel 3) hinaus, zum Teil wurde nur eine andere Terminologie gewählt (z.B. domestic service span und Nutzungsdauer). In diesem Kontext unberücksichtigt bleibt z.B. die Zirkulation der eingesetzten Materialien in der gesellschaftlichen Sphäre, da sich dies nicht auf die Gerätelebensdauer bezieht.

Neben der definitorischen Einordnung der Daten bezüglich der Lebensdauer-Terminologie sind, wie oben gezeigt, die Annahmen bezüglich der Lebensdauer-Verteilung entscheidend. Die Ergebnisse unterscheiden sich, je nachdem, ob die Verteilung als arithmetisches Mittel oder als Weibull-Verteilung dargestellt wird.

In Oguchi et al. (2010) werden die Ergebnisse der LiVES-Datenbank beispielhaft für Klimaanlagen, Kühlschränke, Fernseher und Waschmaschinen dargestellt. Die abweichenden Resultate in der folgenden Abbildung 6 gehen einerseits auf die unterschiedlich verwendeten Definitionen für die Lebensdauerdaten (total lifespan, domestic service lifespan) zurück, und andererseits wurden die Lebensdauerdaten durch unterschiedliche Methoden erhoben. Bei Methode 1 entstammen die Ergebnisse aus einer Sortieranalyse von Abfallströmen in Recyclinganlagen, bei Methode 2 werden aktuelle Ausstattungsbestände untersucht und für Methode 4 werden die in Nutzung verbleibenden Güter abgeschätzt und zeitlich kategorisiert. Um die in diesem Abschnitt identifizierten Schwächen der Methoden der Lebensdauerermessung für die vorliegende Studie zu berücksichtigen, wird im Unterschied hierzu auf Daten der Gesellschaft für Konsumforschung (GfK) zurückgegriffen, die verschiedene Gründe für den Neukauf abfragen (siehe Kapitel 5), um die weitere Untersuchung auf verlässliche Angaben aufbauen zu können.

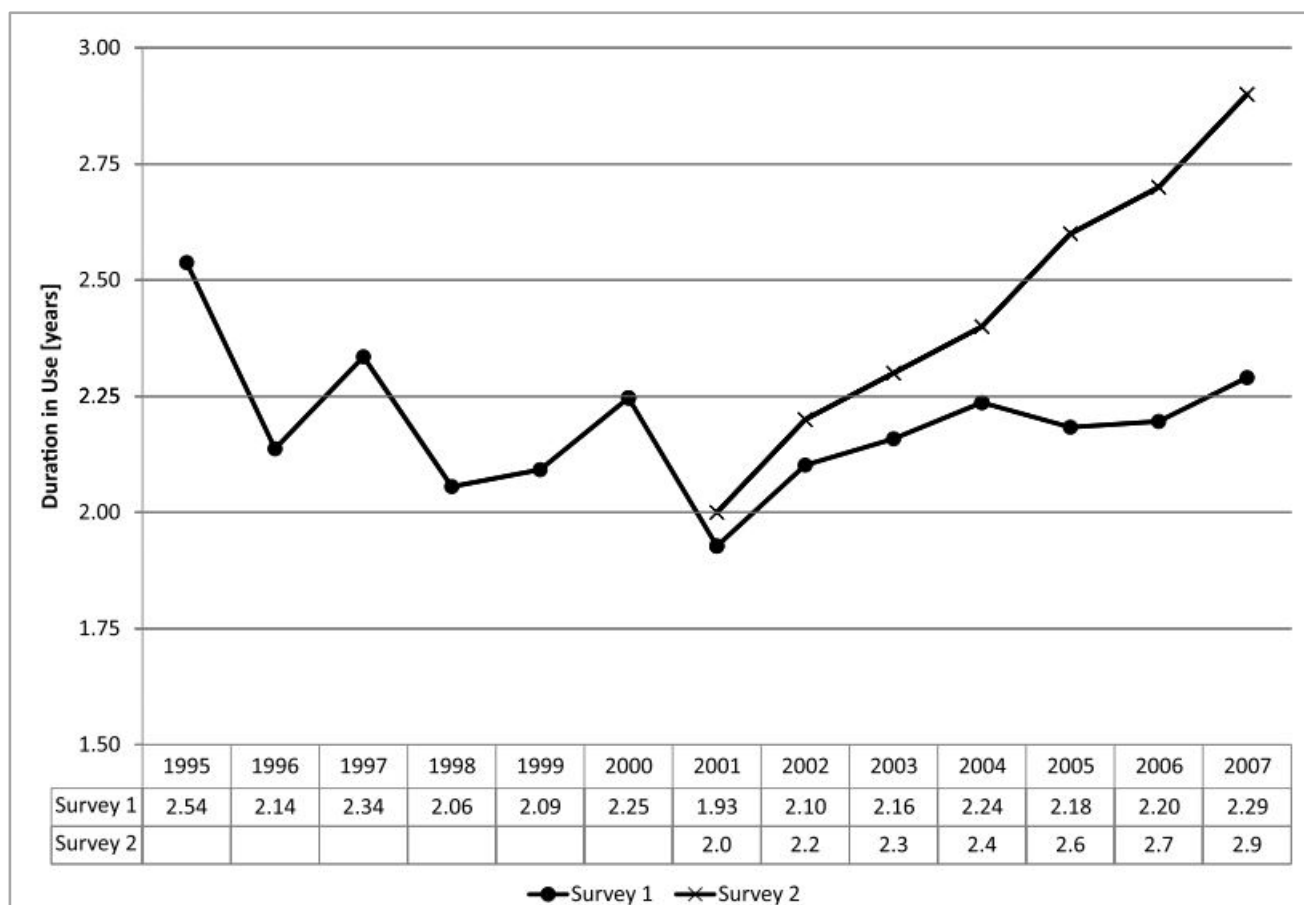
Abbildung 6 Unterschiede der durchschnittlichen Lebens- und Nutzungsdauern von Haushaltsgeräten in Japan



Quelle: Oguchi et al. (2010)

In der folgenden Abbildung 7 sind die Ergebnisse aus zwei Studien zur Entwicklung der Erst-Nutzungsdauer in Japan abgebildet. Wie leicht ersichtlich ist, kommen die beiden Studien hierbei zu unterschiedlichen Ergebnissen. Survey 1 basiert auf Untersuchungen von Murakami et al. (2009), deren Untersuchungsgegenstand sich auf die individuelle Nutzung von Mobiltelefonen in Japan fokussiert. Survey 2 basiert auf Untersuchungen zur Zufriedenheit japanischer Konsumentinnen und Konsumenten und war eine breit angelegte Haushaltsstudie der japanischen Regierung (ESRI 2008). Dabei sind die Ergebnisse der ersten Studie als wesentlich präziser einzustufen, was zeigt, wie entscheidend die Auswahl der Untersuchungsgruppe auf das Ergebnis wirken kann (Murakami et al. 2010). Die verschiedenen Ergebnisse zeigen also für die vorliegende Studie, wie stark die Rahmenbedingungen einer Befragung das Ergebnis beeinflussen und auch dass bezüglich der Richtungssicherheit keine Eindeutigkeit besteht.

Abbildung 7 Erst-Nutzungsdauer von Mobiltelefonen in Japan



Quelle: Murakami et al. (2010)

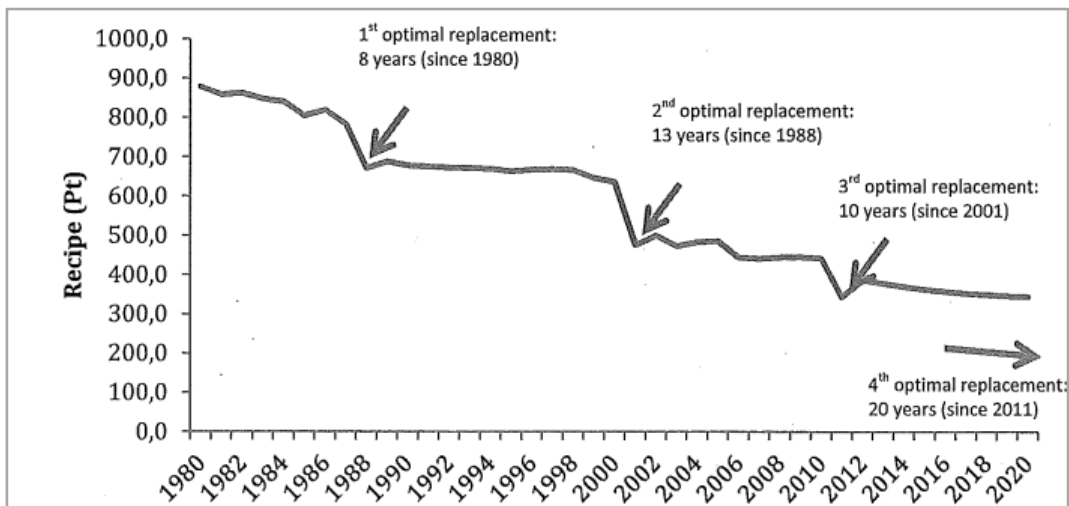
4.6.3 Lebensdauerverlängerung versus Neukauf

Hinsichtlich einer langen Lebensdauer von elektrischen und elektronischen Geräten sollte die möglichst intensive Nutzung der im Gerät verwendeten Rohstoffe und die mit ihrer Gewinnung verbundenen Umweltbelastungen als wichtiger Aspekt erachtet werden. Dem gegenüber steht ein häufig höherer Energieverbrauch im Vergleich zu einem effizienteren Neugerät.

In der Arbeit von Bakker et al. (2014) wird der Aspekt der Lebensdauerverlängerung in verschiedenen Szenarien daraufhin untersucht, wie deren Wirkungen in Bezug auf den ReCipe-

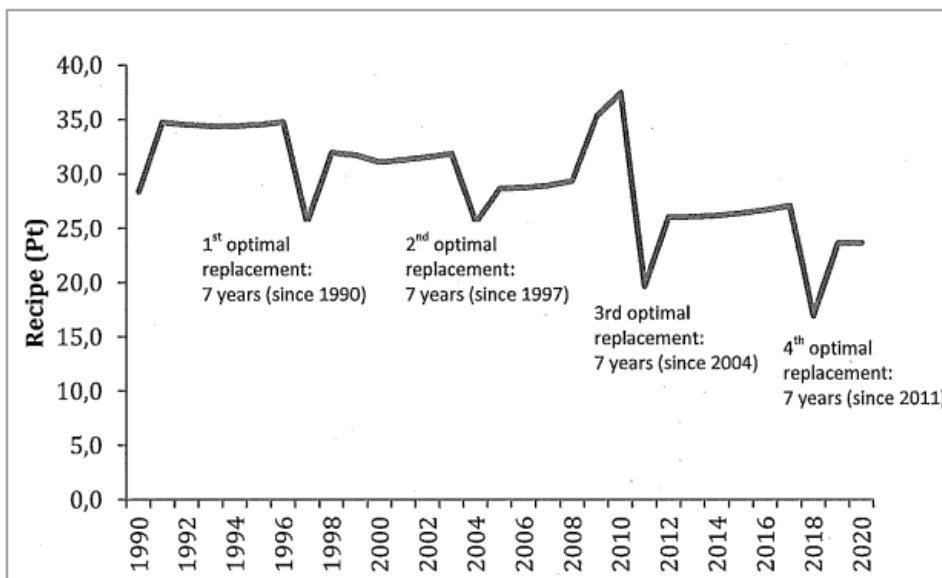
Indikator einzuschätzen sind. Dabei wird für Notebooks und Kühlschränke ein mit zunehmender Lebensdauer wachsender Energieverbrauch durch lebensdauerverlängernde Maßnahmen verglichen mit einem energieeffizienteren Neugerät. Der Vergleich bezieht sich auf einen zusammengesetzten, schadensorientierten Indikator, der die Wirkungen hinsichtlich der menschlichen Gesundheit, Biodiversität und Ressourcenverfügbarkeit misst.

Abbildung 8 Optimale Lebensdauern von Kühl-/Gefriergeräten in Bezug auf ökologische Belastungen (nach Recipe-Punkten)



Quelle: Bakker et al. (2014)

Abbildung 9 Optimale Lebensdauern von Notebooks in Bezug auf ökologische Belastungen (nach Recipe-Punkten)

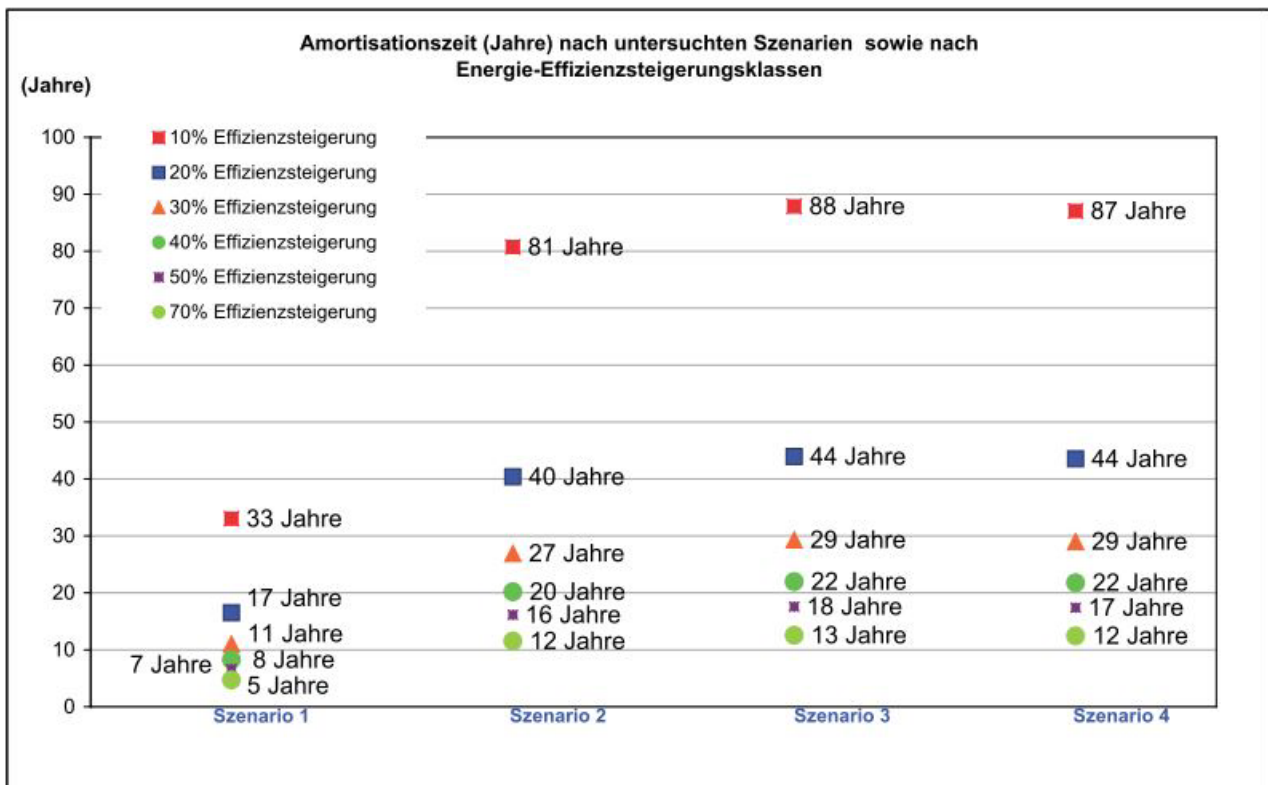


Quelle: Bakker et al. (2014)

In ihren Fallstudien kommen Bakker et al. (2014) zu dem Ergebnis, dass unter der Abwägung eines mit steigender Lebensdauer wachsenden Energieverbrauchs eine Steigerung von jetzt durchschnittlich 13 Jahren bei Kühlschränken der Gerätegeneration von 2011 auf 20 Jahre ökologisch vorteilhaft wäre (Abbildung 8) und die durchschnittliche Lebensdauer bei Notebooks von jetzt durchschnittlich 4 Jahren auf mindestens 7 Jahre (Abbildung 9) gesteigert werden sollte.

Prakash et al. (2012) untersuchten ökologische Amortisationszeiten von Notebooks hinsichtlich ihrer Klimawirksamkeit. Dabei wurden verschiedene Energieeffizienzpotenziale für Neugeräte angenommen und auf Basis von Szenariorechnungen vergleichend dargestellt. Die Ergebnisse in Bezug auf die optimalen Lebensdauern zeigt Abbildung 10 für verschiedene Energieeffizienzsteigerungen in der Nutzungsphase.

Abbildung 10 Überblick über die Amortisationszeit in Verbindung mit der Energieeffizienzsteigerung in der Nutzungsphase in den gewählten Szenarien



Quelle: Prakash et al. (2012)

Es zeigt sich, dass die Amortisationszeit in Abhängigkeit von der in den Szenarien unterlegten Datengrundlagen zwischen 33 und 89 Jahren liegt, wenn das neue Notebook in der Nutzung 10% energieeffizienter ist. Dies bedeutet, dass eine Nutzungsdauerverlängerung des alten Notebooks auf zwischen 33 und 89 Jahre realisiert werden müsste, bis die Treibhausemissionen der Herstellung, Distribution und Entsorgung amortisiert sind. Bei einer Energieeffizienzsteigerung des Neugeräts in der Nutzungsphase um 70% sinkt die Amortisationszeit auf zwischen 6 und 13 Jahre, je nach Datengrundlage im betrachteten Szenario (Prakash et al. 2012).

5 Produktspezifische Ansätze zur Abschätzung von Lebens-, Nutzungs- und Verweildauer

Nach den allgemeinen Methoden zur Abschätzung der Lebens-, Nutzungs- und Verweildauer von Geräten sollen im Kapitel 5 produktspezifische Ansätze und Datenerhebungen dargestellt werden:

5.1 Haushaltsgroßgeräte

5.1.1 Allgemein verfügbare Daten

Die Lebensdauer von Elektro- und Elektronikgeräten variiert sehr stark im internationalen Vergleich. Dies liegt hauptsächlich an den sehr unterschiedlichen Erhebungs- und Berechnungsmethoden, aber auch Aspekte wie das Klima spielen eine Rolle. Zudem stammen alle Daten aus unterschiedlichen Quellen und verschiedenen Jahren. Dennoch sollen sie für einen Gesamtüberblick dargestellt werden.

Die folgende Tabelle stellt die lebensdauerbezogenen Daten für Haushaltsgeräte aus unterschiedlichen Studien zusammen.

Tabelle 7 Zusammenstellung von Lebensdauerdaten von Haushaltsgroßgeräten

Gerät	Lebensdauer (Jahre)	Land	Methode der Datenerhebung	Quelle
Kühlschränke	11 (Median)	Spanien	Erhebung in Haushalten: Competing risks survival analysis (CR-SA) Telefoninterviews	Gutiérrez et al. 2011
Kühlschränke	19,8 (Mittelwert) 17,7 (Median)	USA	Berechnung der Lebensdauer anhand der Anzahl der Geräte im HH und der „Überlebenswahrscheinlichkeit“	Lutz et al. 2011
Kühlschränke	9	China	Jahreszahlen basieren auf offiziellen statistischen Daten aus China	Yang et al. 2008
Kühlschränke	19 (USDOE) 16 (CAMA) 16-20 (SHEU)	Kanada	Frühere Lieferzahlen und „Überlebenswahrscheinlichkeit“ Erhebung in Haushalten	Young 2008
Kühlschränke	14,2 (2000) 14,0 (2005)	Niederlande	Weibull-Verteilung	Wang et al. 2013 Bakker et al. 2014
Kühlschränke	13	China	Berechnung anhand der Verkaufsdaten aus dem Jahr 2005	Eugster et al. 2007
Kühlschränke	15	Griechenland	Erhebung in Haushalten und Elektromärkten	Karagiannidis et al. 2005
Tiefkühlgeräte	22,4 (Mittelwert) 21,2 (Median)	USA	Berechnung der Lebensdauer anhand der Anzahl der Geräte im HH und der „Überlebenswahrscheinlichkeit“	Lutz et al. 2011
Tiefkühlgeräte	19 (USDOE) 11 (CAMA) 16-20 (SHEU)	Kanada	Frühere Lieferzahlen und „Überlebenswahrscheinlichkeit“ Erhebung in Haushalten	Young 2008
Tiefkühlgeräte	10	Griechenland	Erhebung in Haushalten und Elektromärkten	Karagiannidis et al. 2005

Gerät	Lebensdauer (Jahre)	Land	Methode der Datenerhebung	Quelle
Kühlschränke Tiefkühlgeräte	11	UK	Erhebung in Haushalten	Cooper 2005
Waschmaschinen	9	China	Jahreszahlen basieren auf offiziellen statistischen Daten aus China	Yang et al. 2008
Waschmaschinen	14 (USDOE) 12 (CAMA) 16-20 (SHEU)	Kanada	Lieferzahlen, Marktinformationen und Verbraucherstudien Erhebung in Haushalten	Young 2008
Waschmaschinen	12,1 (2000) 11,7 (2005)	Niederlande	Weibull-Verteilung	Wang et al. 2013 Bakker et al. 2014
Waschmaschinen	12	China	Berechnung anhand von Verkaufsdaten aus dem Jahr 2005	Eugster et al. 2007
Waschmaschinen	14	Griechenland	Erhebung in Haushalten und Elektromärkten	Karagiannidis et al. 2005
Waschmaschinen Geschirrspülmaschinen Wäschetrockner	9	UK	Erhebung in Haushalten	Cooper 2005
Wäschetrockner	17 (USDOE) 13 (CAMA) 11-15 (SHEU)	Kanada	Frühere Lieferzahlen und „Überlebenswahrscheinlichkeit“ Erhebung in Haushalten	Young 2008
Wäschetrockner	14,5 (2000) 14,3 (2005)	Niederlande	Weibull-Verteilung	Wang et al. 2013 Bakker et al. 2014
Geschirrspülmaschinen	10,7 (2000) 10,5 (2005)	Niederlande	Weibull-Verteilung	Wang et al. 2013 Bakker et al. 2014
Geschirrspülmaschinen	13 (USDOE) 8 (CAMA) 11-15 (SHEU)	Kanada	Frühere Lieferzahlen und „Überlebenswahrscheinlichkeit“ Erhebung in Haushalten	Young 2008
Geschirrspülmaschinen	9	Griechenland	Erhebung in Haushalten und Elektromärkten	Karagiannidis et al. 2005
Mikrowellengeräte	10,9 (2000) 9,4 (2005)	Niederlande	Weibull-Verteilung	Wang et al. 2013 Bakker et al. 2014
Mikrowellengeräte	7	UK	Erhebung in Haushalten	Cooper 2005
Mikrowellengeräte	4,8	Griechenland	Erhebung in Haushalten und Elektromärkten	Karagiannidis et al. 2005
Bügeleisen	5 (Median)	Spanien	Erhebung in Haushalten: Competing risks survival analysis (CR-SA) Telefoninterviews	Gutiérrez et al. 2011
Wasserkocher, Kaffeemaschinen	7,0 (2000) 6,4 (2005)	Niederlande	Weibull-Verteilung	Wang et al. 2013 Bakker et al. 2014
Staubsauger	8	UK	Erhebung in Haushalten	Cooper 2005
Staubsauger	8,1 (2000) 8,0 (2005)	Niederlande	Weibull-Verteilung	Wang et al. 2013 Bakker et al. 2014

Gutiérrez et al. (2011) untersuchten 2007 die Lebensdauer unter anderem von Kühlschränken und Bügeleisen in Spanien. Sie sahen eine Notwendigkeit in der Berechnung von Lebensspannen, um zukünftige Aufkommen an Elektroaltgeräten berechnen zu können (ökologischer Gesichtspunkt) und zur besseren Anpassung der Produktion an die zukünftige Nachfrage (ökonomischer Gesichtspunkt). Zur Datenerhebung erfolgte eine repräsentative Umfrage in spanischen Haushalten. Darin wurden grundlegende Daten zum Alter eines entsorgten Gerätes,

Gründe für Ersatz (Ausfall, funktionale Obsoleszenz, sonstige Gründe) und soziodemografische Anhaltspunkte erfragt (Zahl der HH-Mitglieder, Anteil der männlichen Personen im HH, Anzahl der HH-Mitglieder unter 18 Jahren, kultureller Status, Einwohnerzahl des Heimatortes, Klima). Gutiérrez et al. (2011) ermittelten eine mittlere Lebensdauer von Kühlschränken von 11 Jahren, wobei die Lebensdauer signifikant abhängig vom örtlichen Klima ist. So wurde in Klimazonen mit hohen Temperaturschwankungen eine niedrige Lebensdauer ermittelt. Während Kühlschränke durchaus auch über 15 Jahre in Betrieb waren, wurden Bügeleisen überwiegend nach 5 Jahren ersetzt. Hauptgrund für den Neukauf war bei allen Geräten der Ausfall des Altgerätes, zweithäufigster Grund war die funktionale Obsoleszenz und nur sehr selten hatte der Austausch andere Gründe (Gutiérrez et al. 2011).

Lutz et al. (2011) untersuchten die Lebensdauer von Kühlschränken und Tiefkühlgeräten in den USA. Die Berechnung basiert auf sämtlichen Verkaufsdaten der vergangenen Jahrzehnte und Angaben der Haushalte über das ungefähre Alter der Geräte, welche noch in Gebrauch sind. Wenn zum Beispiel zwischen 1980 und 1990 100.000 Einheiten verkauft wurden und eine Erhebung im Jahr 2000 ergab, dass 80.000 Einheiten ein Alter zwischen 10 und 20 Jahren haben, kann rückgeschlossen werden, dass 80% der Geräte noch in Gebrauch sind, während 20% bereits entsorgt wurden. Diese Berechnung ergab für Kühlschränke eine mittlere Lebensdauer von etwa 18,5 Jahren und für Tiefkühlgeräte eine Lebensdauer von etwa 22 Jahren. Diese Art der Berechnung ist nicht sehr präzise, aber es wurde deutlich, dass die tatsächliche Lebensdauer deutlich über der ausgewiesenen, zu erwartenden Lebensdauer liegt (Lutz et al. 2011).

Sowohl Eugster et al. (2007) als auch Yang et al. (2008) untersuchten die Lebensdauer von Elektrogeräten in China und kamen zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen. Eugster et al. (2007) berechneten die Lebensspannen anhand sämtlicher Import-, Export- und Verkaufsdaten der Jahre 1989–2006. So wurde für Kühlschränke eine mittlere Lebensdauer von 13 Jahren und für Waschmaschinen eine mittlere Lebensdauer von 12 Jahren ermittelt. Die Berechnungen von Yang et al. (2008) hingegen basieren auf verfügbaren statistischen Daten. Mit den verwendeten Fragebögen wurde der jeweilige Marktanteil der einzelnen Geräte ermittelt. So berechneten sie für Kühlschränke und Waschmaschinen eine deutlich kürzere Lebensdauer von jeweils nur etwa 9 Jahren (Eugster et al. 2007; Yang et al. 2008).

Young et al. (2008) untersuchten die Lebensdauer von Elektrogeräten in Kanada. Dazu werteten sie den „Survey of Household Energy Use“ (SHEU)-2003 aus, welcher vom kanadischen „Office of Energy Efficiency“ (OEE) durchgeführt wurde und berechneten die Austauschrate von Haushaltsgroßgeräten. Die Erhebung enthielt mehrere Fragen zum Alter (Altersklassen, keine genauen Jahreszahlen) der aktuell genutzten und ausrangierten Haushaltsgroßgeräte zum Zeitpunkt des Ersatzes (Kühlschränke, Tiefkühlgeräte, Geschirrspülmaschinen, Waschmaschinen, Wäschetrockner). Die erhaltenen Daten ermöglichten eine Beurteilung, ob Alterskurven aus früheren Studien auf Kanada übertragbar sind. Neben dem Alter der Geräte wurden auch die Gründe für den Ersatz ermittelt. Große Rollen spielten die bessere Energieeffizienz und bessere Leistung des neuen Gerätes. Zusätzlich zeigte sich, je höher das verfügbare Einkommen eines Haushaltes ist, desto eher wird ein noch funktionierendes Gerät frühzeitig, meist durch ein besseres Modell, ersetzt (Young et al. 2008).

Die Alterskurven von Haushaltsgroßgeräten, welche in den meisten US-Studien verwendet werden, basieren auf den Daten vom „US Department of Energy“ (USDOE). Für die Ermittlung der durchschnittlichen Lebensdauer wurden dabei aber unterschiedliche Verfahren angewendet. Für Kühlschränke und Tiefkühlgeräte wurden Daten über verkaufte Geräte analysiert (1995), während zur Berechnung der Lebensdauer von Waschmaschinen deutlich umfangreichere Informationen ausgewertet wurden (Verkaufsdaten, Marktinformationen und „Clothes Washer Consumer Analysis“ 2000) (Young et al. 2008).

Daten über die Lebensdauer von Haushaltsgroßgeräten in Kanada wurden bereits von der „Canadian Appliance Manufacturer Association“ (CAMA) ermittelt. Allerdings beinhalten diese Berechnungen nur die Zeitspanne der Erstnutzung, ohne Berücksichtigung einer eventuellen Aufbereitung und Zweitnutzung. Die Daten der CAMA basieren auf einer Erhebung zum Alter eines Gerätes bei Ersatz (Young et al. 2008).

Young et al. (2008) verglichen die Ergebnisse des SHEU-2003 mit den Daten von USDOE und CAMA. Sie ermittelten eine durchschnittliche Lebensdauer von Geschirrspülmaschinen und Wäschetrocknern von 11–15 Jahren und eine Lebensdauer von Kühlschränken, Tiefkühlgeräten und Waschmaschinen von 16–20 Jahren. Für Kühlschränke, Tiefkühlgeräte und Geschirrspülmaschinen stimmen die Daten mit den Daten des USDOE überein. Das Durchschnittsalter von Waschmaschinen war zwei Jahre höher, das der Wäschetrockner zwei Jahre geringer. Mit der Ausnahme von Wäschetrocknern überstieg die durchschnittliche Lebensdauer aller Geräte die Werte der CAMA, das heißt ohne Berücksichtigung einer Zweitnutzung wird die Lebensdauer deutlich unterschätzt. Geschirrspülmaschinen sind laut SHEU-2003 die Geräte, welche am ehesten nach 5 Jahren ersetzt werden, während Kühlschränke und Tiefkühlgeräte auch durchaus über 20 Jahre in Betrieb sind.

Wang et al. (2013) werteten zwei sehr umfangreiche Konsumentenbefragungen aus den Jahren 2007 und 2009 zur Ermittlung der durchschnittlichen Lebensdauer von Haushaltsgeräten in den Niederlanden aus. Die erfragten Daten umfassten Alter des Gerätes, Nutzungshäufigkeit, aber auch die Anschaffung und Entsorgung der Geräte. Die erhaltenen Daten wurden mit Daten von niederländischen Recycling- und Entsorgungsbetrieben abgeglichen. Anhand der Daten wurde eine Weibull-Verteilung erstellt, welche es ermöglichte, die durchschnittliche Lebensdauer der Geräte in den Jahren 2000 und 2005 zu ermitteln. Für sämtliche untersuchte Haushaltsgeräte ergab sich eine Abnahme der Lebensdauer über die Zeit (Wang et al. 2013).

Cooper (2005) wertete die E-SCOPE-Erhebung aus den Jahren 1998/1999 aus, um die Lebensspannen von Haushaltsgeräten in Großbritannien zu berechnen. Diese Umfrage in 800 Haushalten beinhaltete Fragen zur erwarteten Lebensdauer, Alter und Zustand ausrangierter Geräte, Faktoren, welche Konsumentinnen und Konsumenten vom Kauf langlebiger Produkte abschrecken, und die Einstellung und das Verhalten in Hinblick auf eine Reparatur zu sämtlichen Kategorien von Haushaltsgeräten. Die Erhebung ergab eine mittlere Lebensspanne der ausgetauschten Geräte von 4 bis 12 Jahren, je nach Gerätetyp. Die Erhebung zeigte, dass die meisten im Haushalt noch genutzten Geräte jung waren. Mehr als die Hälfte aller Geräte (57%) waren weniger als 5 Jahre alt und 88% waren weniger als 10 Jahre alt. Der vorherrschende Eindruck der Verbraucher in der Studie war eine Abnahme der Lebensdauer von Haushaltsgeräten im Laufe der Zeit, welche allerdings nicht beziffert wurde (Cooper 2005).

5.1.2 GfK-Umfrage

Die folgenden Ergebnisse basieren auf Marktstudien der Gesellschaft für Konsumforschung (GfK) zum Thema Nutzungsdauer von Haushaltsgroßgeräten (Elektrogroßgeräten, EGG)¹⁰ in Deutschland. Dazu wurden Verbraucher zu ihrem Kaufverhalten bei der Anschaffung neuer Geräte, den Kaufgründen und der Nutzungsdauer der Austauschgeräte schriftlich befragt. Zur Erfassung der Käufe eines Elektrogroßgeräts (EGG) im Zeitraum Januar 2012 bis Juli 2013 fand

¹⁰ Die Verbraucherbefragung der GfK im Jahr 2013 erfolgte im Auftrag des Zentralverbandes der Elektro- und Elektronikindustrie (ZVEI). Die GfK-Daten durften freundlicherweise im Rahmen der vorliegenden Studie verwendet und publiziert werden.

in der Feldzeit vom August 2013 eine einmalige Umfrage im GfK Consumerpanel unter 15.000 Teilnehmer statt. Dabei wurden folgende Fragen gestellt:

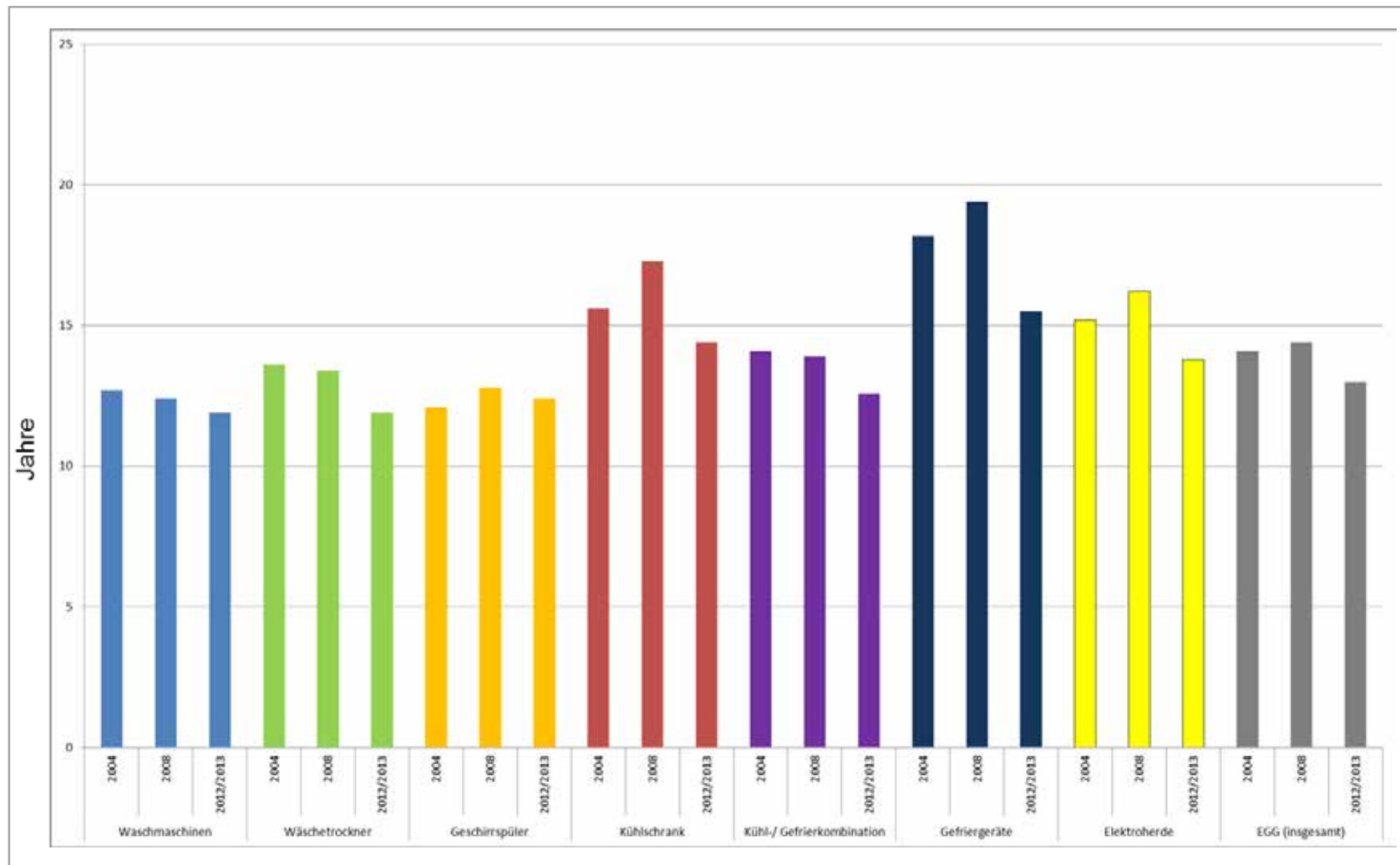
- Haben Sie in den Jahren 2012/ 2013 ein neues Haushaltsgroßgerät gekauft?
- Welches war der Hauptgrund für die Anschaffung?
 - Es war vorher kein Gerät dieser Art vorhanden
 - Wollte ein zusätzliches Gerät
 - Das alte Gerät war kaputt
 - Das alte Gerät war unzuverlässig/ fehlerhaft
 - Das alte Gerät funktionierte noch, ich wollte aber ein besseres Gerät
- Falls das gekaufte Gerät ein anderes ersetzt hat oder zusätzlich gekauft wurde, geben Sie bitte das Alter des ersetzten oder bereits vorhandenen Gerätes an.

Die Studie fragte die Erst-Nutzungsdauer ab. Sie sagt nichts über die technische Lebensdauer der Geräte aus. Eine Zweitnutzung (Gebrauchtgerät) wurde nicht erfasst. Nach Ausschluss aller nicht gültigen Antworten konnten eine Rohfallzahl der von den 15.000 Panel-Haushalten gekauften Geräte von $n = 7146$ erfasst werden. Die Antworten wurden in ihrer Häufigkeit gewichtet, um repräsentative Ergebnisse zu ermöglichen. Diese werden verglichen mit ähnlichen Erhebungen der GfK aus den Jahren 2004 und 2008¹¹. Es muss an dieser Stelle betont werden, dass die Fallzahlen für 2004 und 2008 deutlich geringer als 2012 waren und deshalb nur die gemittelten Daten für Gesamthaushaltsgroßgeräte hinreichend aussagekräftig erscheinen.

Die durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer der Haushaltsgroßgeräte ist zwischen 2004 und 2012 von 14,1 auf 13,0 Jahre leicht zurückgegangen. Die Tendenz, dass Geräte in ihrer Nutzungsdauer abnehmen, lässt sich unabhängig vom Kaufgrund beobachten (Abbildung 11). Dies fällt am stärksten bei der durchschnittlichen Erst-Nutzungsdauer von Gefriergeräten und Wäschetrocknern auf, welche von 18,2 auf 15,5 Jahre bzw. 13,6 auf 11,9 Jahre abnahm. Die kürzeste Erst-Nutzungsdauer im Haushalt zeigen Waschmaschinen und Wäschetrockner mit 12 Jahren (2012). Gefriergeräte werden im Vergleich zu anderen Geräten mit durchschnittlich 16 Jahren (2012) oftmals am längsten im Haushalt genutzt. Kaum bis nur geringe Veränderungen der Erst-Nutzungsdauer über die Jahre zeigten sich bei Geschirrspülmaschinen mit ebenfalls ca. 12 Jahren.

¹¹ Monatliche Erfassung der Käufe von Elektrogroßgeräten im 20.000er GfK Consumer Panel

Abbildung 11 Entwicklung der durchschnittlichen Erst-Nutzungsdauer von Haushaltsgroßgeräten in Deutschland (2004, 2008, 2012/2013)¹²



Quelle: Eigene Darstellung; berechnet nach GfK-Daten (2004: n= 2712; 2008: n=3380; 2012: n=5664 für EGG gesamt; für einzelne Produktgruppen „n“ zwischen 363 und 1600 in 2012)

¹² Teilweise sehr geringe Fallzahlen für 2004 und 2008; hinreichend aussagekräftig sind nur die gemittelten Daten für Elektrogroßgeräte (EGG) gesamt

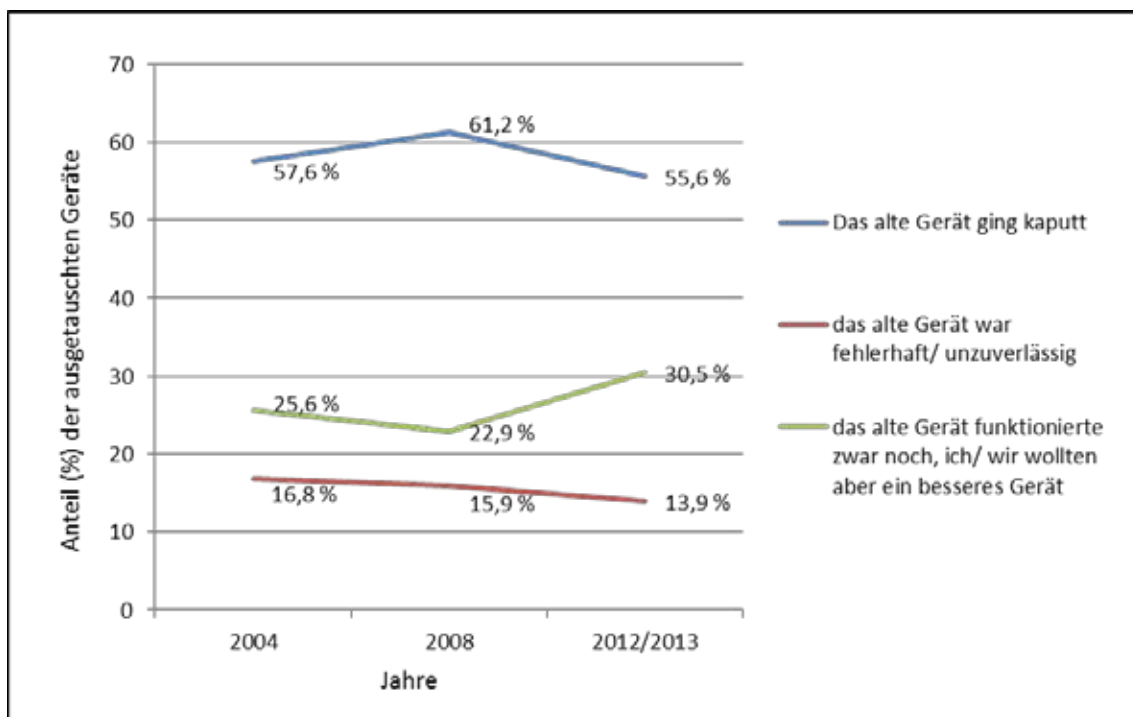
Betrachtet man die Erst-Nutzungsdauer im Zusammenhang mit den Kaufgründen (Tabelle 8), so ergaben die Erhebungen, dass Gefriergeräte heute bis zu 3 Jahre früher, nach einer Erst-Nutzungsdauer von 17 Jahren, durch ein besseres ersetzt werden, auch wenn diese noch funktionstüchtig sind. Hier zeigte sich ebenfalls eine deutliche Verkürzung, die im Vergleich mit anderen Gerätetypen unter diesem Kaufaspekt am höchsten liegt. Außerdem kann aus der Tabelle 8 entnommen werden, dass alle Haushaltsgroßgeräte (mit Ausnahme von Geschirrspülern) in 2012/ 2013 etwas früher aufgrund eines Defektes (Ersatzgrund: das alte Gerät ging kaputt) getauscht werden mussten als im Jahr 2004. So wurden Waschmaschinen in 2012/2013 aufgrund eines Defektes 0,9 Jahre früher ersetzt als im Jahr 2004, Gefriergeräte mussten sogar 3,1 Jahre und Wäschetrockner 2,8 Jahre früher ersetzt werden als im Jahr 2004, weil diese aufgrund eines Defektes ausfielen.

Tabelle 8 Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer in Jahren von Haushaltsgroßgeräten

Gerät	Befragungs- zeitraum	Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer in Jahren je Hauptaustauschgrund			
		das alte Gerät ging kaputt/ war fehler- haft/ unzuverläs- sig/wollten ein bes- seres Gerät (Ersatz- kauf gesamt)	das alte Gerät ging kaputt	das alte Gerät war fehlerhaft / unzuverlässig	das alte Gerät funktionierte zwar noch, ich/wir wollten aber ein besseres Gerät
EGG gesamt	2004 (n= 2712)	14,1	13,5	14,6	15,0
	2008 (n= 3380)	14,4	13,9	13,9	16,2
	2012/2013 (n=5664)	13,0	12,5	13,8	13,6
Waschmaschinen	2004 (n=882)	12,7	12,5	13,2	13,1
	2008 (n=1077)	12,4	12,6	10,8	13,3
	2012/2013 (n=1600)	11,9	11,6	13,2	13,2
Wäschetrockner	2004 (n=181)	13,6	13,1	15,1	14,1
	2008 (n=257)	13,4	13,0	15,3	13,9
	2012/2013 (n=353)	11,9	11,3	14,1	12,5
Geschirrspüler	2004 (n=394)	12,1	12,3	11,9	11,7
	2008 (n=564)	12,8	12,8	11,8	13,8
	2012/2013 (n=960)	12,4	12,5	13,1	11,4
Kühlgeräte gesamt	2004 (n=567)	15,0	14,6	16,0	15,1
	2008 (n=689)	15,7	16,0	15,4	15,4
	2012/2013 (n=1381)	13,5	13,6	13,5	13,5
davon Kühlschrank	2004 (n=338)	15,6	15,1	16,7	15,9
	2008 (n=316)	17,3	17,5	17,3	17,1
	2012/2013 (n=704)	14,4	14,0	15,1	14,7
davon Kühl-/ Gefrierkombination	2004 (n=229)	14,1	13,7	14,9	14,1
	2008 (n=369)	13,9	13,8	13,8	14,0
	2012/2013 (n=677)	12,6	13,1	11,9	12,5
Gefriergeräte	2004 (n=236)	18,2	16,1	18,5	20,4
	2008 (n=351)	19,4	17,9	17,1	21,0
	2012/2013 (n=419)	15,5	13,0	16,0	17,0
Elektroherde	2004 (n=452)	15,2	16,7	15,1	14,2
	2008 (n=442)	16,2	16,1	16,7	16,0
	2012/2013 (n=951)	13,8	14,1	14,3	13,3

Über alle Haushaltsgroßgeräte betrachtet ist der Ersatzkauf aufgrund eines Defektes zwischen 2004 und 2012 zwar leicht zurückgegangen; ein Defekt ist jedoch noch immer die Hauptursache des Austauschs. So lag der Anteil an Gesamtersatzkäufen von Haushaltsgroßgeräten, die aufgrund eines Defektes ausgetauscht werden mussten, bei 57,6% in 2004 und bei 55,6% in 2012. Auf der anderen Seite lässt sich auch feststellen, dass fast ein Drittel der heute ausgetauschten Haushaltsgroßgeräte noch funktioniert haben. In 2012/2013 lag der Anteil der Geräte, die aufgrund eines Wunsches nach einem besseren Gerät ausgetauscht wurden, obwohl das alte Gerät noch funktioniert hat, bei 30,5% an Gesamtersatzkäufen (Abbildung 12).

Abbildung 12 Anteil (%) der ausgetauschten Haushaltsgroßgeräte an Gesamtersatzkäufen, unabhängig von Altersklassen



Quelle: Eigene Darstellung; berechnet nach GfK-Daten (2004: n= 2712; 2008: n=3380; 2012: n=5664 für EGG gesamt)

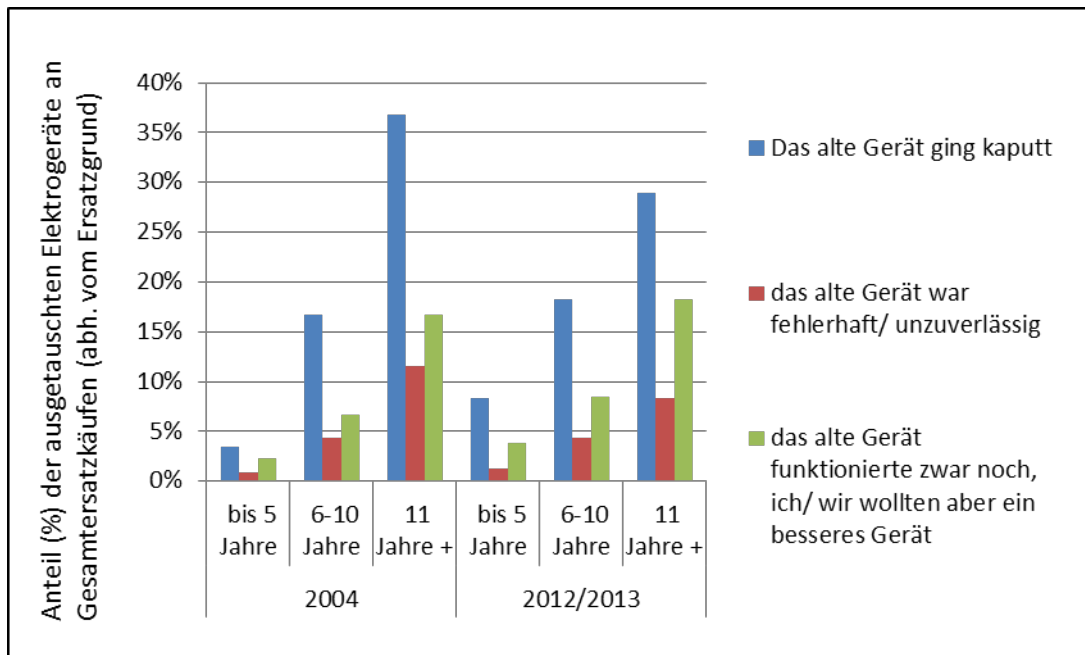
Kritisch zu sehen ist die Zunahme der Ersatzkäufe bei Geräten, die jünger als 5 Jahre sind. Hier erfolgte zwischen 2004 und 2012/2013 eine Steigerung des Anteils an allen Ersatzkäufen von 7% auf 13%, unabhängig vom Austauschgrund (Tabelle 9).

Tabelle 9 Anteil (%) der Austauschgeräte verschiedener Altersklassen am Ersatzkauf, unabhängig vom Ersatzgrund und Gerät

Erst-Nutzungsdauer der Austauschgeräte	Erhebungszeitraum		
	2004	2008	2012 / 2013
	% vom Ersatzkauf		
bis 5 Jahre	7	8	13
6-10 Jahre	28	27	31
11 Jahre +	65	65	56

Dieser Anstieg lässt sich durch die Zunahme des Anteils der maximal 5 Jahre alten Haushaltsgroßgeräte, die aufgrund eines Defekts ausgetauscht werden mussten, erklären. Zwischen 2004 und 2012 stieg der Anteil der Haushaltsgroßgeräte, die nach weniger als 5 Jahren aufgrund eines Defektes ausgetauscht werden mussten, von 3,5% auf 8,3% der Gesamtersatzkäufe (Abbildung 13). Im selben Zeitraum stieg der Anteil der Haushaltsgeräte, die in weniger als 5 Jahren aufgrund eines Wunsches nach einem besseren Gerät ausgetauscht wurden, obwohl das alte Gerät noch funktioniert hat, von 2,3% auf 3,8% der Gesamtersatzkäufe (Abbildung 13).

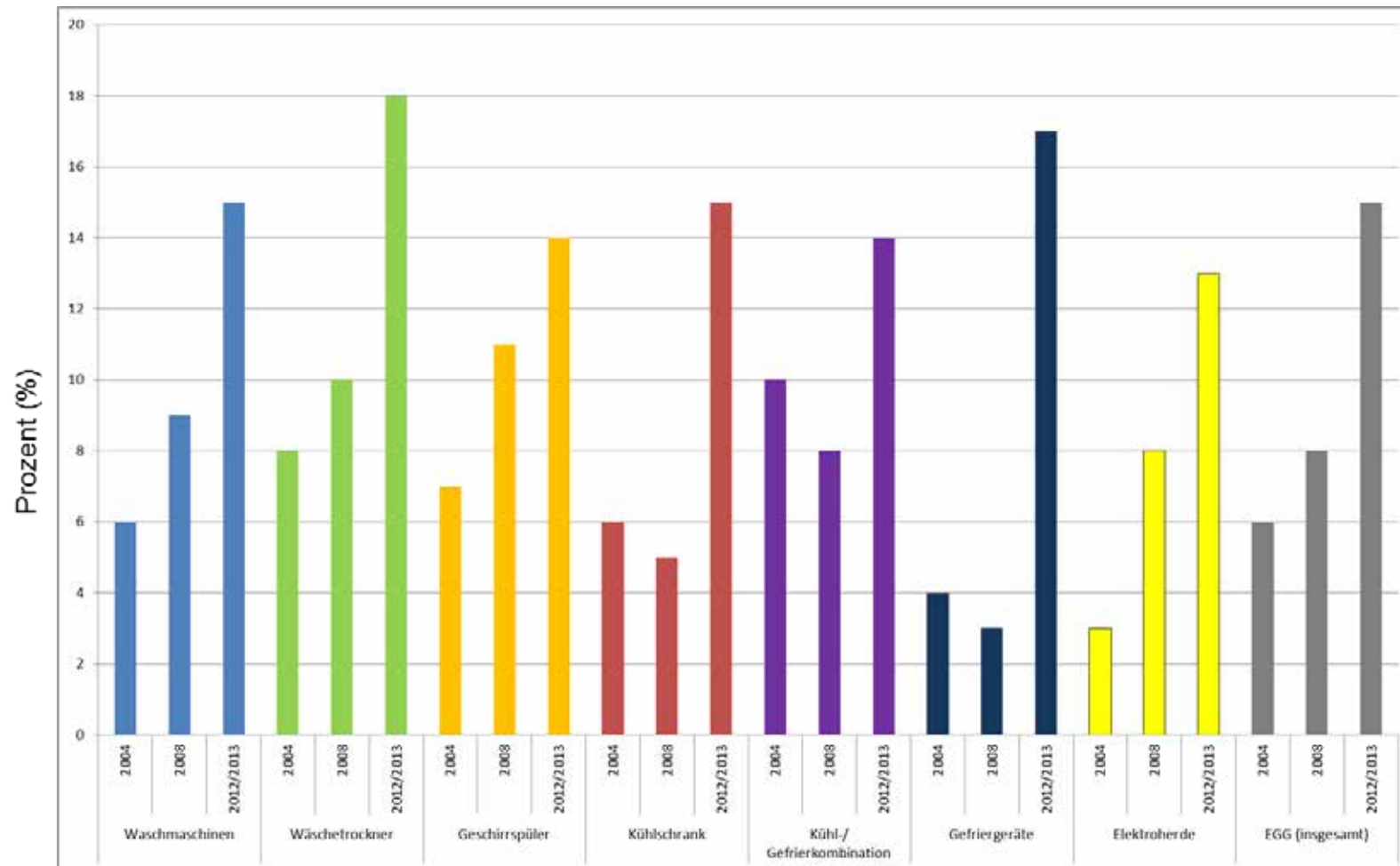
Abbildung 13 Anteil (%) der ausgetauschten Haushaltsgroßgeräte an Gesamtersatzkäufen, differenziert nach Ersatzgrund sowie Altersklasse



Quelle: Eigene Darstellung; berechnet nach GfK-Daten (2004: n= 2712; 2012: n=5664 für EGG gesamt)

Innerhalb der Kategorie „das alte Gerät ging kaputt“ konnte zwischen 2004 bis 2012 eine Zunahme bei allen Gerätetypen um ca. 10% festgestellt werden (Abbildung 14). Von den Altgeräten, die ersetzt wurden, weil das Gerät kaputt war, waren 18% der Wäschetrockner und 17% der Gefriergeräte nur bis zu 5 Jahre alt. Beide Gerätetypen zeigen zwischen 2004 und 2012 den höchsten Anstieg in den Austauschraten. Am geringsten fällt die Austauschrate sehr junger Geräte im Jahr 2012 bei Elektroherden aus. Alle weiteren Gerätetypen wie Waschmaschinen, Kühlschränke und Geschirrspüler weisen im Jahre 2012 die annähernd gleiche Austauschrate von ca. 15% bei Geräten auf, die weniger als 5 Jahre genutzt werden.

Abbildung 14 Anteil der max. 5 Jahre alten Haushaltsgroßgeräte an allen Ersatzkäufen innerhalb der Kategorie „das alte Gerät ging kaputt“¹³

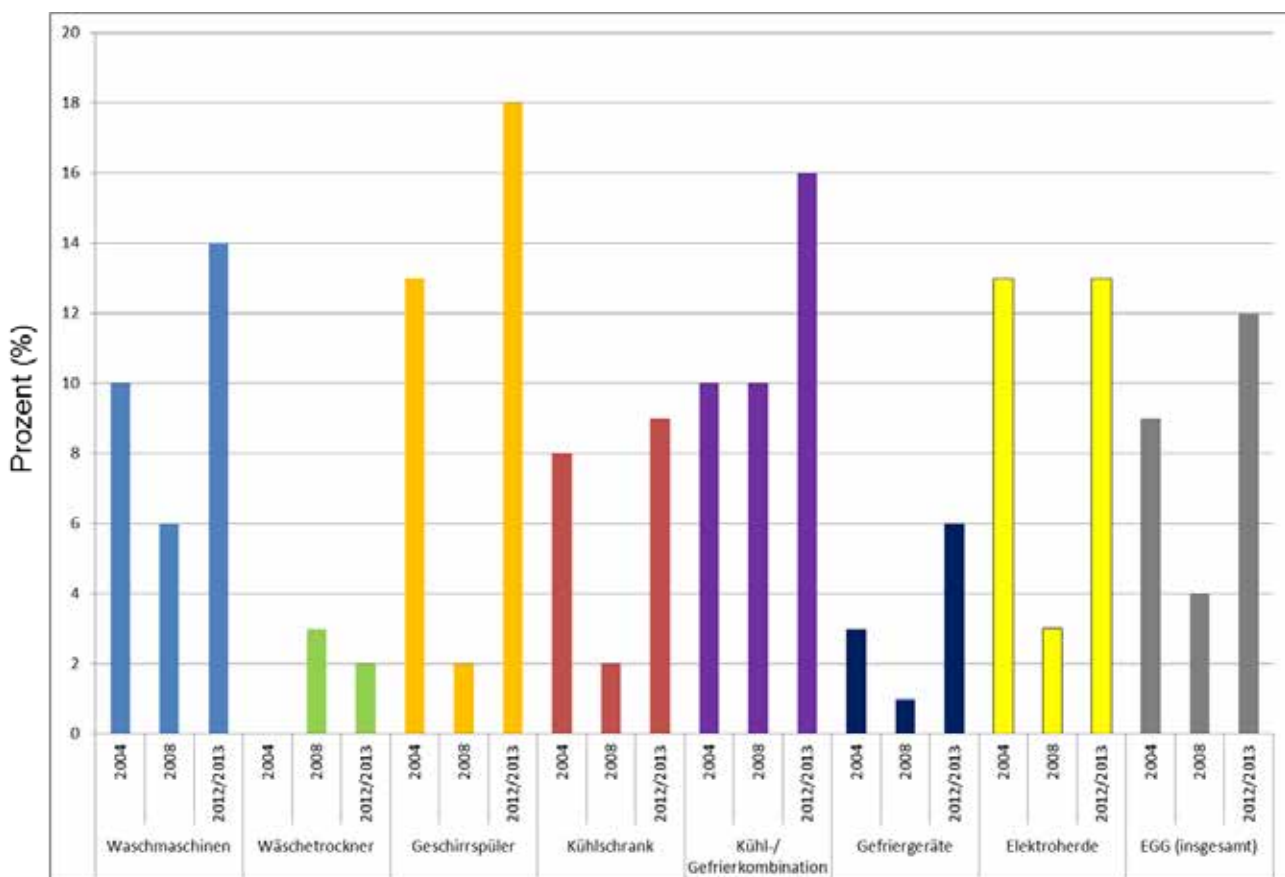


Quelle: Eigene Darstellung; berechnet nach GfK-Daten (2004: n= 2712; 2008: n=3380; 2012: n=5664 für EGG gesamt)

¹³ Teilweise sehr geringe Fallzahlen für 2004 und 2008; hinreichend aussagekräftig sind nur die gemittelten Daten für EGG gesamt

Abbildung 15 zeigt, dass ein großer Teil der Konsumentinnen und Konsumenten noch funktionierende Geräte zu einem relativ frühen Zeitpunkt austauscht, um ein noch besseres Gerät zu besitzen. Bei Waschmaschinen waren 2012 innerhalb der Kategorie „Wunsch nach einem besseren Gerät, obwohl das alte Gerät noch funktioniert“ 14% der ersetzten Geräte unter 5 Jahre alt, bei Geschirrspülern sogar 18% und bei Kühl- und Gefrierkombination 16%. Auf der Ebene der Gesamthaushaltsgroßgeräte stieg der Anteil der in weniger als 5 Jahren ausgetauschten funktionierenden Geräte von 9% auf 12% zwischen 2004 und 2012/2013.

Abbildung 15 Anteil der max. 5 Jahre alten Haushaltsgroßgeräte an allen Ersatzkäufen innerhalb der Kategorie „Das alte Gerät funktionierte zwar noch, ich/wir wollten aber ein besseres Gerät“¹⁴

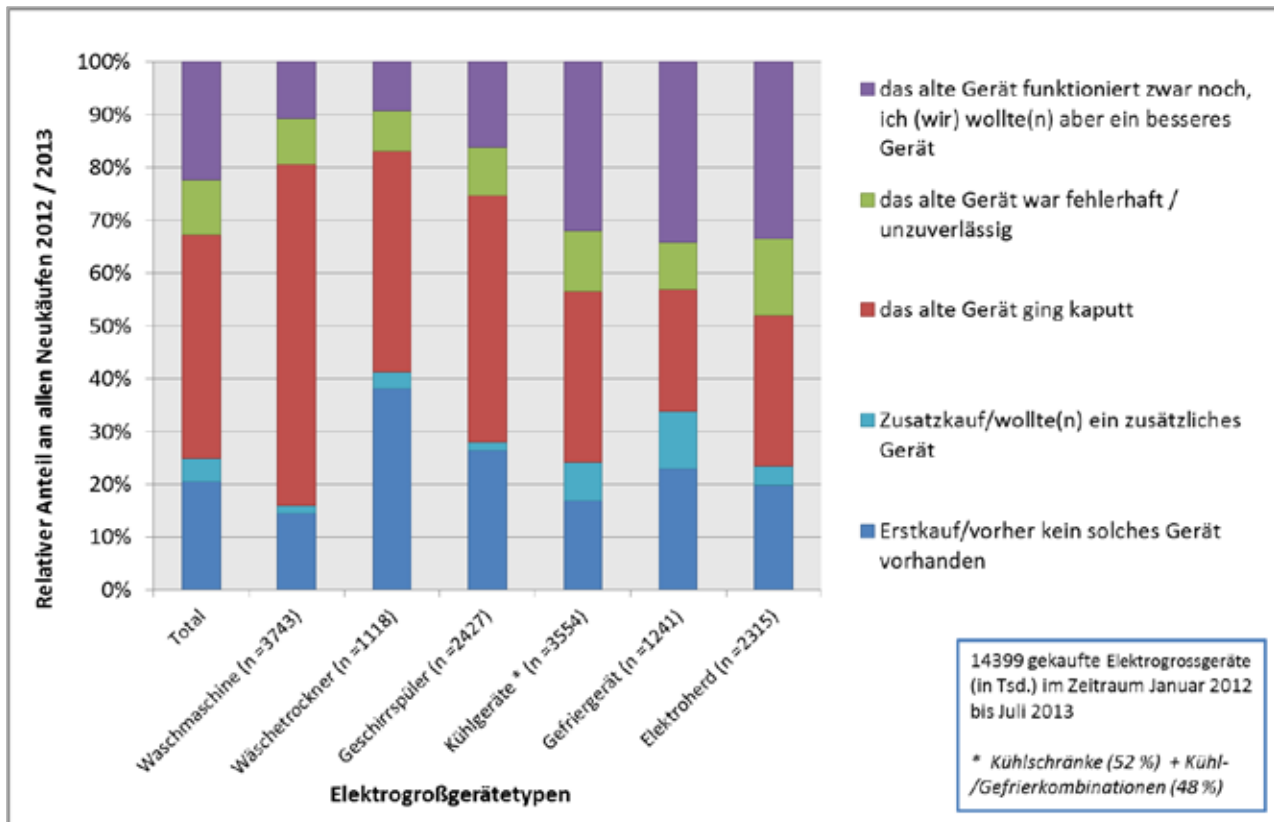


Quelle: Eigene Darstellung; berechnet nach GfK-Daten (2004: n= 2712; 2008: n=3380; 2012: n=5664 für EGG gesamt)

Der höchste Anteil an allen Neukäufen (n = 14399) wurde 2012/2013 bei Waschmaschinen (n = 3743) und Kühlgeräten (n = 3554) verzeichnet. Diese nehmen jeweils rund ein Viertel aller neu angeschafften Geräte ein. Der Hauptkaufgrund bei Waschmaschinen ist ein Defekt der Geräte (Abbildung 16). Während bei Geschirrspülmaschinen ebenfalls vorrangig ein Defekt des Altgerätes zum Neukauf führt, spielt in über 30% aller Neukäufe von Elektroherden der Wunsch nach einem besseren Gerät eine große Rolle. Annähernd gleich ist dieser Anteil auch bei Kühlgeräten und Gefriergeräten. Gefriergeräte und Wäschetrockner machen mit nur ca. 10% den geringsten Anteil an allen Neukäufen aus. Auffällig bei Wäschetrockner ist der große Anteil an Erstkäufen mit fast 40%.

¹⁴ Teilweise sehr geringe Fallzahlen für 2004 und 2008; hinreichend aussagekräftig sind nur die gemittelten Daten für EGG gesamt

Abbildung 16 Neu-/Ersatzkäufe von Haushaltsgroßgeräten und Kaufgründe (2012)



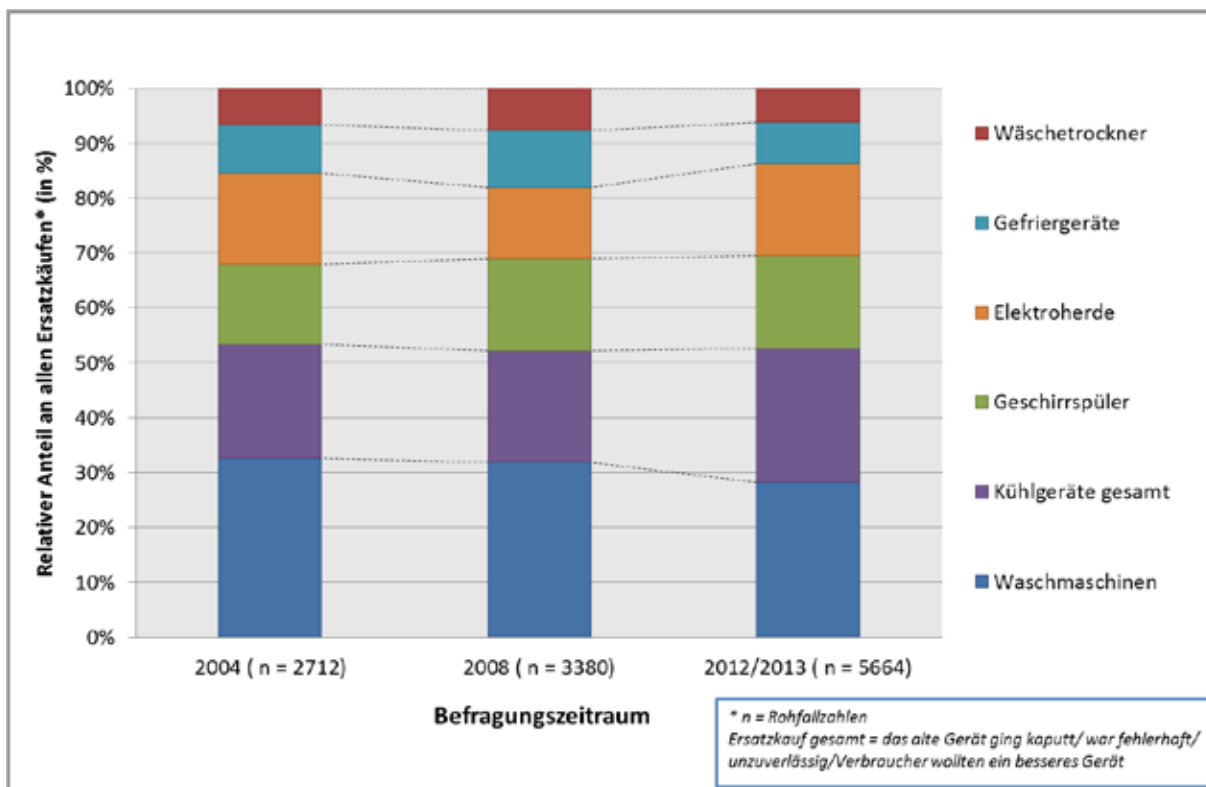
Quelle: Eigene Darstellung; berechnet nach GfK-Daten

Durch vergleichbare Erhebungen in den Jahren 2004 und 2008, bei denen monatlich Käufe von Haushaltsgroßgeräten im 20.000er GfK-Verbraucherpanel erfasst wurden, konnte man Entwicklungen ablesen und Vergleiche in der Nutzungsdauer und den Kaufgründen anstellen. Erstkäufe wurden jedoch 2004 und 2008 nicht erfasst und lassen somit keine Vergleichsmöglichkeiten zu.

Von 2004 bis 2012 ist der Ersatzkauf von Waschmaschinen leicht zurückgegangen (Abbildung 17). Als Ersatzkauf werden alle Käufe definiert, welche aufgrund eines kaputten, fehlerhaften und unzuverlässigen Gerätes getätigt werden oder weil der Verbraucher ein besseres Gerät wünscht. Im Jahre 2012 wurden neben Waschmaschinen auch Kühlgeräte¹⁵ vermehrt ausgetauscht. Der Anteil von Kühlschränken an allen Ersatzkäufen von Kühlgeräten nahm über die Jahre um 10% ab, wohingegen Kühl-Gefrierkombinationen eine Austauschrate von fast 50% im Jahre 2012 erreichten und somit mit den Kühlschränken annähernd gleich liegen (Abbildung 18).

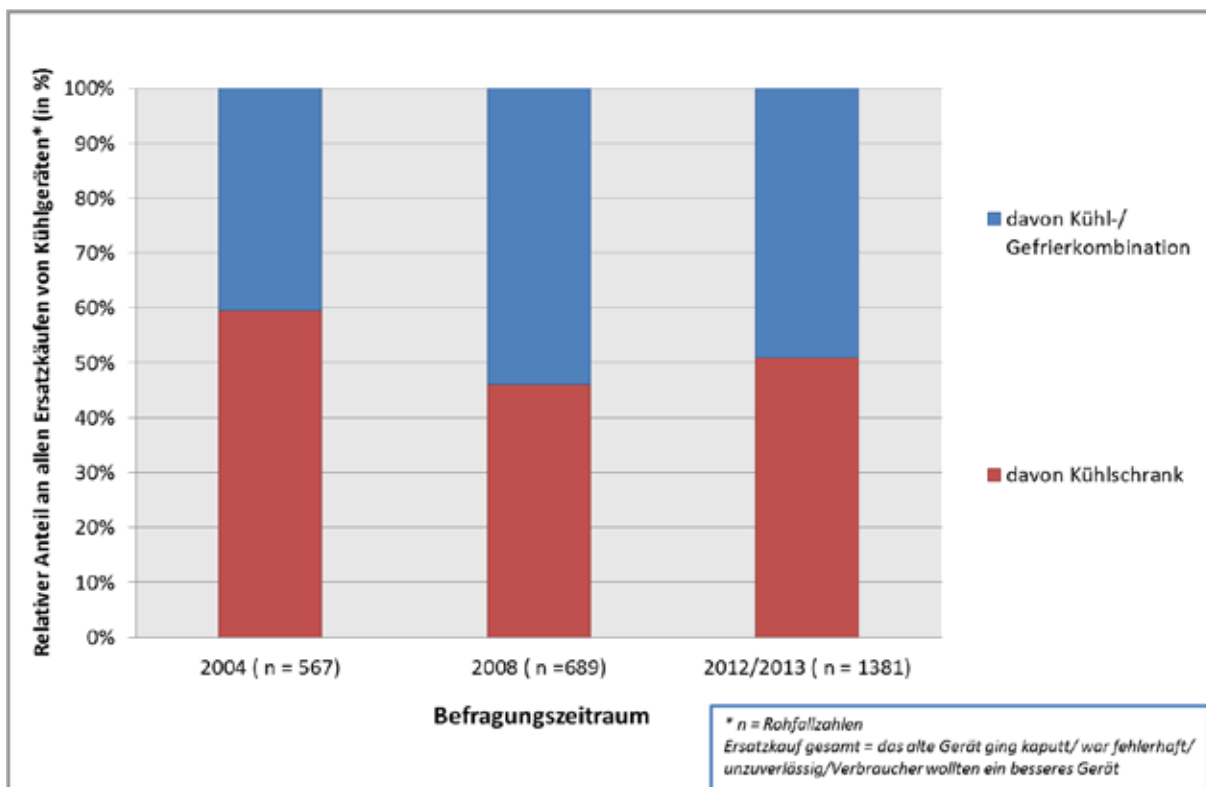
¹⁵ Kühlgeräte umfassen Kühlschränke als auch Kühl- und Gefrierkombination

Abbildung 17 Anteil der Gerätetypen an allen gekauften Ersatzgeräten



Quelle: Eigene Darstellung; berechnet nach GfK-Daten

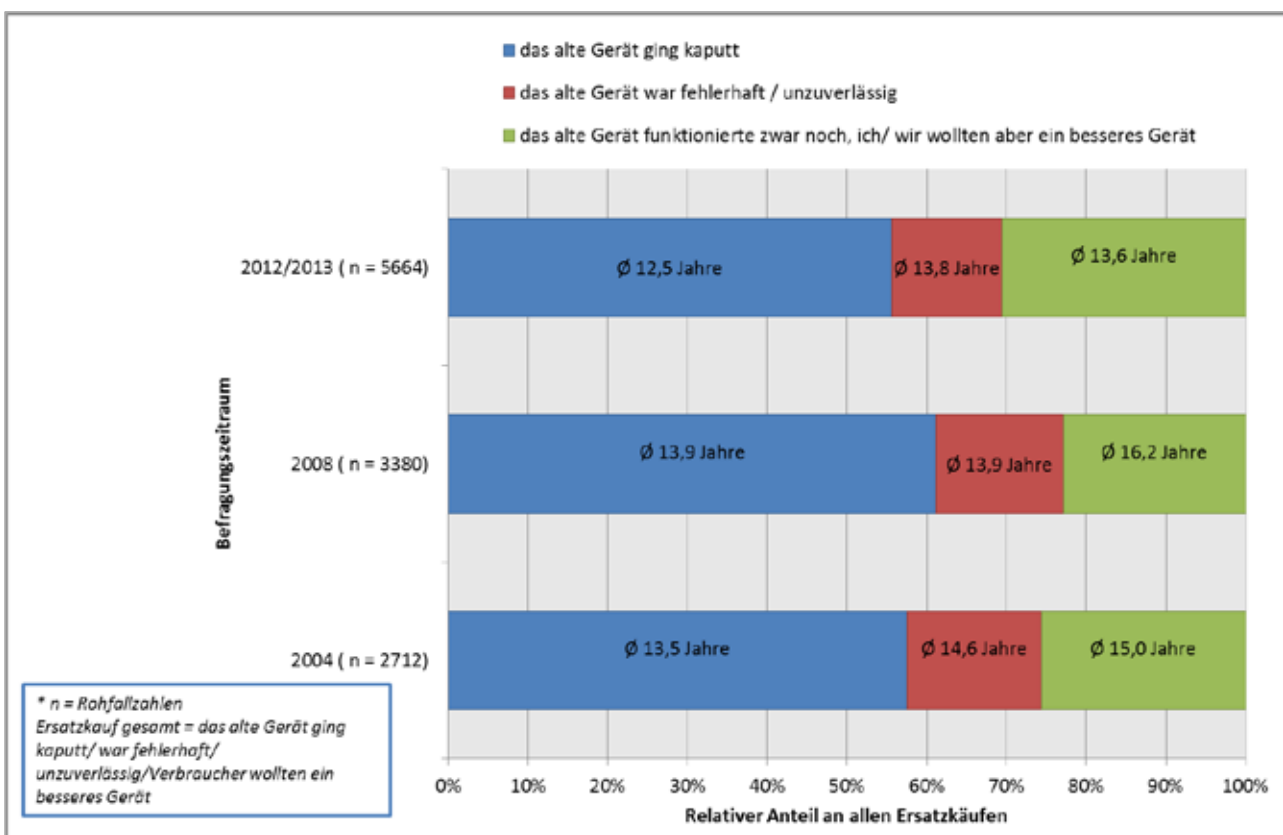
Abbildung 18 Anteil der Kühlgerätetypen an allen gekauften Ersatzkühlgeräten



Quelle: Eigene Darstellung; berechnet nach GfK-Daten

Vergleicht man allein die Ersatzkäufe in den entsprechenden Zeiträumen (Abbildung 19), so fällt auf, dass die durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer von Geräten, die aufgrund von Defekten ersetzt wurden, von 2004 bis 2012 um ein Jahr abnimmt und bei 12,5 Jahren liegt (Abbildung 19). Der Anteil fehlerhafter und unzuverlässiger Geräte ist über die Jahre leicht zurückgegangen und erreichte im Jahre 2012 eine Austauschrate von 14%. Bei dieser Gerätegruppe liegt die durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer mit 13,8 Jahren (2012) jedoch ein wenig höher als bei kaputten Geräten. Auffällig ist, dass in 2012/2013 ein Gerät vermehrt durch ein besseres ausgetauscht wurde, auch wenn es noch funktionierte. Hier steigerte sich der Anteil im Jahre 2012 auf fast ein Drittel aller Ersatzkäufe, die aufgrund dessen getätigt wurden. Ebenfalls auffällig ist, dass die durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer über die Jahre abnimmt.

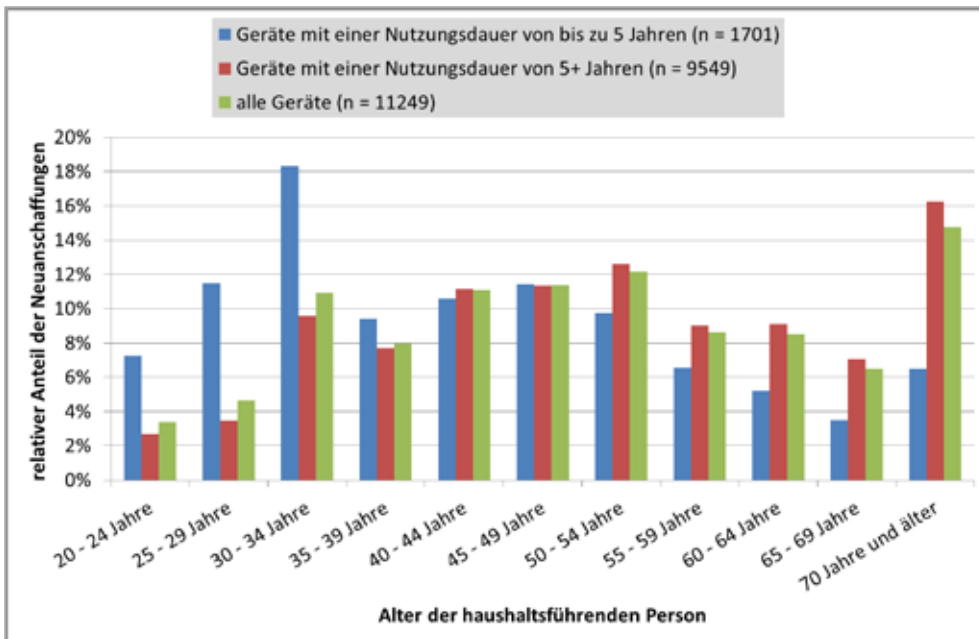
Abbildung 19 Austauschrate in % abhängig vom Kaufgrund und durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer des Gerätes (n = Rohfallzahlen aller Ersatzkäufe)



Quelle: Eigene Darstellung; berechnet nach GfK-Daten

Eine tiefergehende Analyse der sozio-ökonomischen Charakteristika (soweit die notwendigen Daten erhoben wurden) der mit einer Erst-Nutzungsdauer bis zu 5 Jahren ausgetauschten Geräte zeigt, dass insbesondere die Altersklasse der unter 35 Jährigen eine deutlich erhöhte Austauschrate von Geräten mit einer Erst-Nutzungsdauer bis zu 5 Jahren zeigt (Abbildung 20).

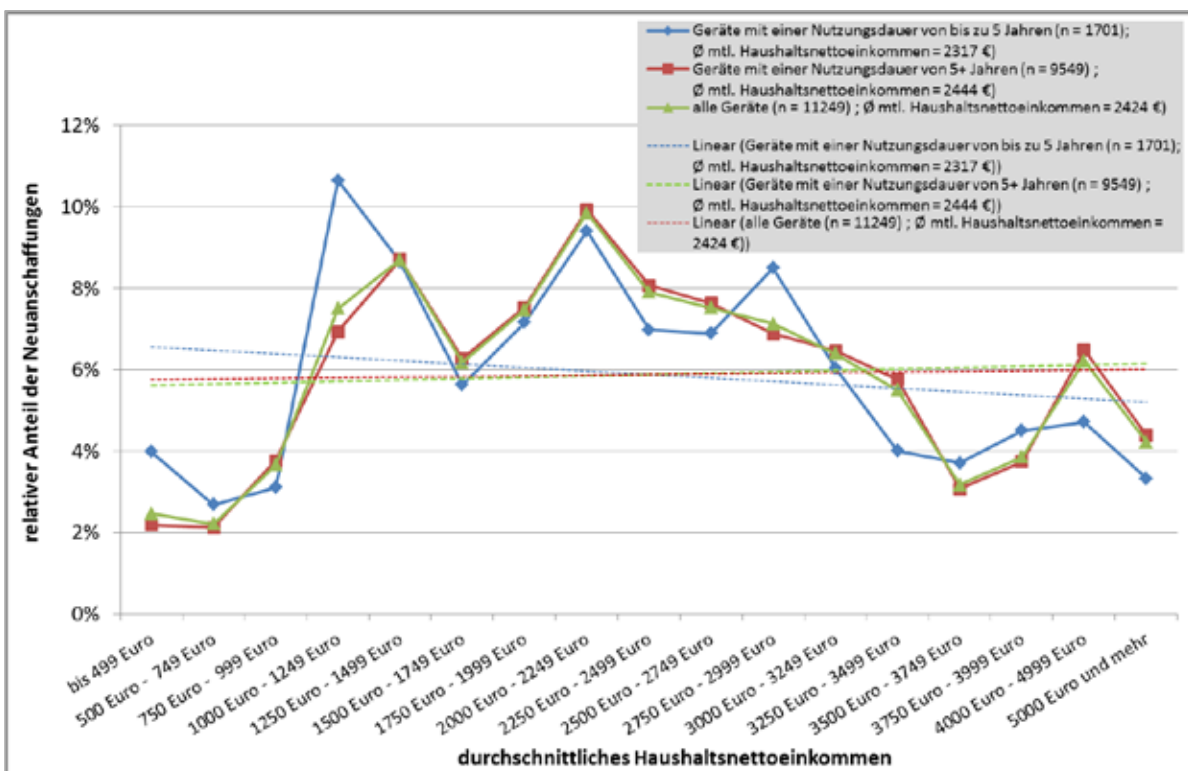
Abbildung 20 Erst-Nutzungsdauer der Haushaltsgroßgeräte und Alter der haushaltsführenden Person (2012/2013)



Quelle: Eigene Darstellung; berechnet nach GfK-Daten

Abbildung 21 zeigt, dass Haushalte, welche ihre Geräte nach einer geringen Erst-Nutzungsdauer ersetzen, im Durchschnitt ein geringeres Einkommen haben als Haushalte, welche ihre Geräte über einen längeren Zeitraum nutzen (anders als in Young et al. 2008). Jedoch ist der Unterschied nicht sehr auffällig und könnte auf die Altersklasse und den damit bestehenden Einkommensunterschieden zurückzuführen sein.

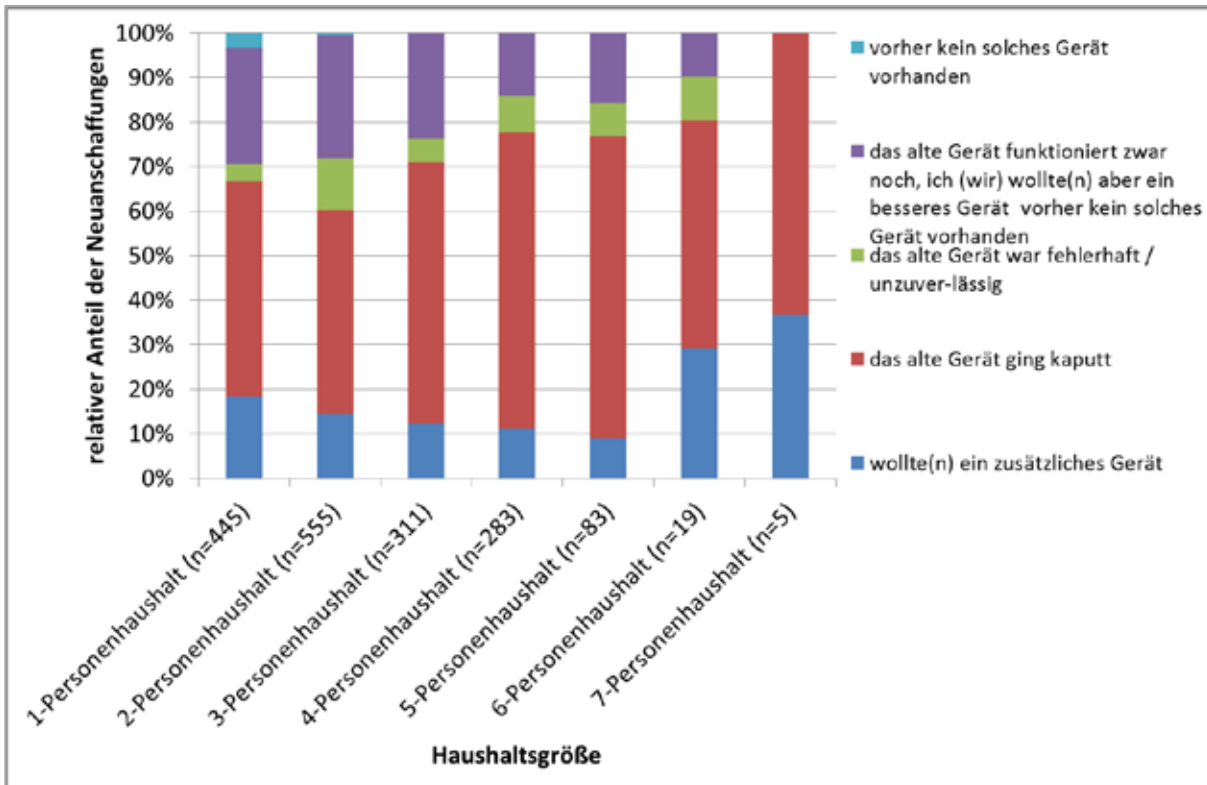
Abbildung 21 Haushaltsnettoeinkommen und Nutzungsdauer der Haushaltsgroßgeräte (2012/2013)



Quelle: Eigene Darstellung; berechnet nach GfK-Daten

Betrachtet man die Erhebungsergebnisse aus dem Jahr 2012/2013 zur Haushaltsgröße, so fällt auf, dass 3- und 5-Personenhaushalte Geräte häufig nach einer Erst-Nutzungsdauer von weniger als 5 Jahren austauschen, was eine häufigere Benutzung vermuten lässt (Abbildung 22). Bei Ein- und Zweipersonenhaushalten ist es neben dieser Ursache auch häufiger der Wunsch nach einem besseren oder zusätzlichen Gerät.

Abbildung 22 Hauptaustauschgründe je nach Haushaltsgröße für Geräte mit einer Nutzungsdauer bis zu 5 Jahren



Quelle: Eigene Darstellung; berechnet nach GfK-Daten

Unabhängig vom Alter des Gerätes zeigten die Erhebungen, dass der Anteil des Austausches aufgrund eines defekten bzw. unzuverlässigen/fehlerhaften Gerätes bei Kühlgeräten, Gefriergeräten, Trocknern und Geschirrspülern zwischen 2004 und 2013 leicht zurückging (Tabelle 10). Dafür stieg der Anteil des Austausches aufgrund des Wunsches, ein besseres Gerät besitzen zu wollen, insbesondere bei Gefriergeräten, Wäschetrocknern, Geschirrspülmaschinen und Kühlgeräten. Hier nahm die Austauschrate zwischen 5% und 10% zu. Knapp über die Hälfte aller Gefriergeräte wird heutzutage aufgrund des Wunsches nach einem besseren Gerät ersetzt. Aber auch der Anteil bei Kühlgeräten und Elektroherden ist mit über 40% aller Geräte sehr hoch. Bei Waschmaschinen, Wäschetrocknern und Geschirrspülern ist der häufigste Grund für eine Neuanschaffung immer noch „das alte Gerät ging kaputt“.

Tabelle 10 Austauschrate in % je Haushaltsgroßgerätetyp abhängig vom Kaufgrund

Gerät	Befragungs- zeitraum	Rohfallzahlen	Hauptkaufgrund		
			das alte Gerät ging kaputt	das alte Gerät war fehlerhaft / unzuverlässig	das alte Gerät funktionierte zwar noch, ich/ wir wollten aber ein besseres Gerät
Waschmaschinen	2004	882	74%	16%	10%
	2008	1077	75%	15%	10%
	2012/2013	1600	76%	11%	13%
Wäschetrockner	2004	181	71%	17%	12%
	2008	257	75%	9%	16%
	2012/2013	353	68%	13%	19%
Geschirrspüler	2004	394	68%	14%	18%
	2008	564	74%	15%	11%
	2012/2013	960	64%	12%	24%
Kühlgeräte gesamt	2004	567	46%	16%	38%
	2008	689	47%	17%	35%
	2012/2013	1381	42%	15%	43%
Gefriergeräte	2004	236	42%	15%	42%
	2008	351	38%	15%	48%
	2012/2013	419	36%	13%	52%
Elektroherde	2004	452	33%	24%	43%
	2008	442	45%	22%	33%
	2012/2013	951	37%	20%	43%

Zusammenfassung

Heutzutage werden in der Summe rund 70% aller Ersatzgeräte von Haushaltsgroßgeräten aufgrund eines Fehlers oder Defektes des vorhandenen Gerätes angeschafft. Ein defektes Gerät ist bei Waschmaschinen, Wäschetrocknern und Geschirrspülern der Hauptaustauschgrund. Betrachtet man alle Ersatzgeräte, so fällt auf, dass fast ein Drittel der ausgetauschten Großgeräte noch funktionieren. Insbesondere Kühlgeräte und Elektroherde sind in dieser Gruppe herausragend. Annähernd die Hälfte aller Elektroherde, Kühl- und Gefriergeräte werden aus der Motivation nach einem ‚besseren‘ Gerät ersetzt.

Im Jahr 2012 hatten Waschmaschinen den größten Anteil an Neukäufen, gefolgt von Kühlgeräten und Geschirrspülmaschinen. Die meisten Erstkäufe wurden bei der Gruppe der Wäschetrockner festgestellt. Hier sind es insbesondere die Gruppe der 2- bzw. 3-Personen-Haushalte, die zu einem Drittel einen Wäschetrockner als Erstgerät anschaffen. Single-Haushalte machen die größte Käufergruppe als Erstkäufer bei Waschmaschinen aus.

Folgt man den erhobenen Daten der GfK, so nahm die durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer von Geräten, welche durch einen Defekt, Fehler oder Unzuverlässigkeit und Wunsch nach einem besseren Gerät ersetzt wurden, von 14,1 Jahre (2004) auf 13,0 Jahre im Jahr 2012/2013 leicht ab. Das Durchschnittsalter ‚kaputter Geräte‘ beträgt in den Jahren 2012/2013 12,5 Jahre. In den Jahren 2004 und 2008 lag dies noch bei 13,9 bzw. 13,5 Jahren. Auffällig ist die abnehmende Erst-Nutzungsdauer bei Gefriergeräten. Hier sank das Gerätealter von 16 Jahren in 2004 auf 13 Jahre. Ebenso werden Elektroherde, weil sie kaputt sind, heute im Durchschnitt 3 Jahre

eher, nach 14 Jahren, ersetzt. Bereits nach 11 Jahren tauschen Verbraucherinnen und Verbraucher ihre kaputten Wäschetrockner aus. Geschirrspüler zeigen die geringsten Veränderungen in ihrer Nutzungsdauer, unabhängig vom Hauptaustauschgrund. Kritisch zu sehen ist die Zunahme der Ersatzkäufe bei Geräten die jünger als 5 Jahre waren. Während 2004 nur 7% der Ersatzkäufe von Haushaltsgroßgeräten getätigt wurden, weil das Vorgängergerät nach weniger als 5 Jahren Benutzung schon ausgetauscht werden musste oder ein Verbesserungswunsch bestand, so waren es 2012/2013 bereits 13% der Ersatzkäufe. Insbesondere die Zunahme der kaputten Geräte dieser Altersklasse ist auffällig. Am höchsten liegt die Austauschrate heutzutage bei Wäschetrocknern und Gefriergeräten: annähernd 20% werden nach einer Nutzungsdauer unter 5 Jahren ausgetauscht, weil sie kaputt gegangen sind.

5.1.3 Untersuchung an spezialisierten Recyclinganlagen

In Deutschland werden Elektroaltgeräte bei den kommunalen Sammelstellen oder bei Einzelhändlern gesammelt und spezialisierten Recyclinganlagen zur Wiederverwertung zugeführt. In mehreren solchen Anlagen wurden hunderte von Waschmaschinen im Abstand von fast 10 Jahren (2004¹⁶ und 2013) auf die folgenden Daten hin untersucht:

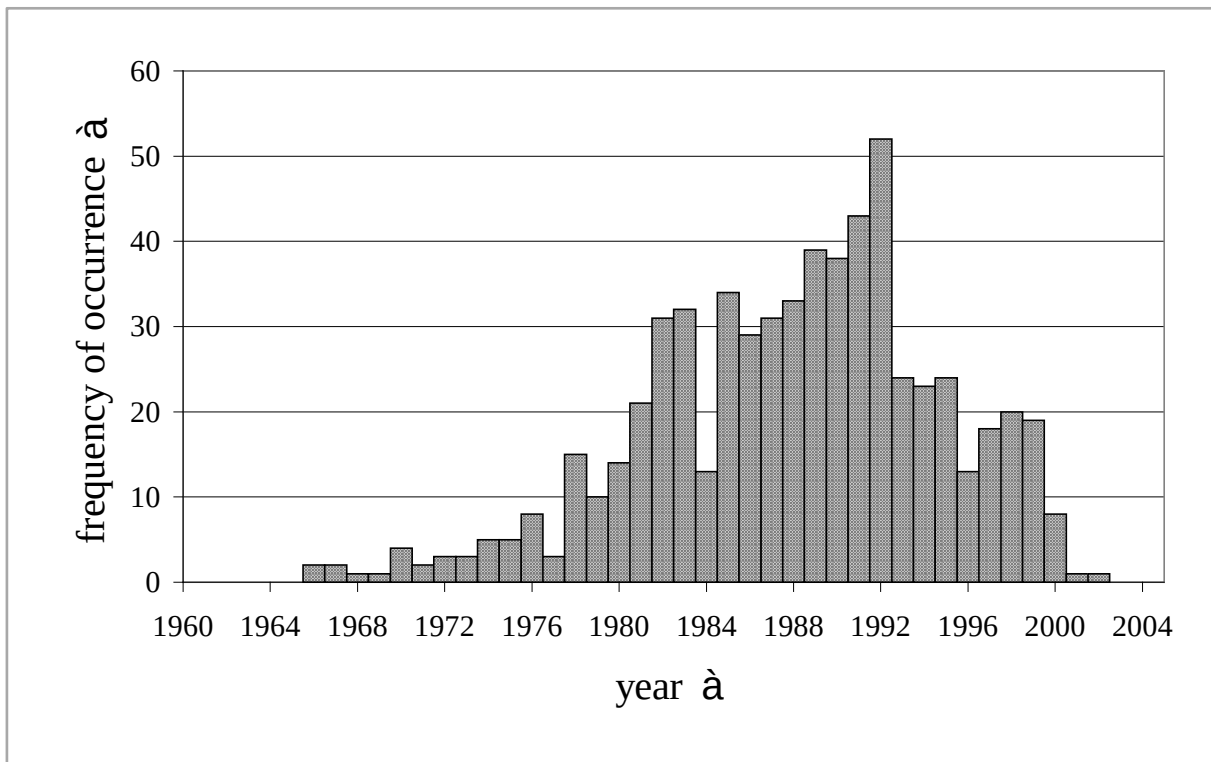
1. Marke und Modell
2. Produkt-Identifikationscode
3. Datum der Herstellung auf dem eingebauten Kondensator

Es war jedoch nicht möglich, an alle relevanten Daten von allen Waschmaschinen zu gelangen. Informationen über Marke und Modell geben nur einen groben Hinweis auf den Zeitpunkt der Herstellung. Zusätzlich ist auf jedem Typenschild eine Identifikationsnummer angegeben, zu deren Dekodierung man jedoch den Kodierungsschlüssel benötigt, der sich bei jedem Hersteller unterscheidet.

Da alle Waschmaschinen einen Kondensator enthalten und jeder Kondensator vor dem Schreddern entfernt wird, sind Kondensatoren die zuverlässigste Informationsquelle über das Alter einer Waschmaschine, vorausgesetzt, dass es eine Korrelation zwischen den Produktionsdaten des Kondensators und der Waschmaschine gibt. So wurde bei der ersten Untersuchung in 2004 für 112 Waschmaschinen, in denen die Herstellungsdaten sowohl der Waschmaschinen als auch der Kondensatoren dekodiert werden konnten, nachgewiesen, dass die Zeitdifferenz der Produktionsdaten gering ist (der durchschnittliche Produktionsmonat der Kondensatoren war Oktober 1987, der der Waschmaschinen November 1987). Insofern lässt sich das Produktionsdatum des Kondensators (Abbildung 23) als ein guter Indikator für das Produktionsdatum der Waschmaschine verwenden. Während die neueren der untersuchten Maschinen nur ein paar Jahre alt waren, war die älteste fast 40 Jahre alt. Mit 1988 als durchschnittliches Baujahr waren die Maschinen etwa 16 Jahre alt zum Zeitpunkt der Demontage. Unter der Annahme, zwischen Herstellung und Original-Installation liege ein Intervall von einem Jahr, und angenommen, es vergehen weitere sechs Monate, bevor eine kaputte Maschine vom Haushalt zu einer Recycling-Anlage transportiert wird, beträgt die durchschnittliche Nutzungsdauer von Waschmaschinen in Deutschland etwa 14 Jahre. 20% der Waschmaschinen hatten eine Lebensdauer von mehr als 22 Jahren.

¹⁶ Stammering, R.; Barth, A.; Dörr, S. 2005. „Old Washing Machines Wash Less Efficiently and Consume More Resources“, In: *Hauswirtschaft und Wissenschaft*, 53(3), 124-31.

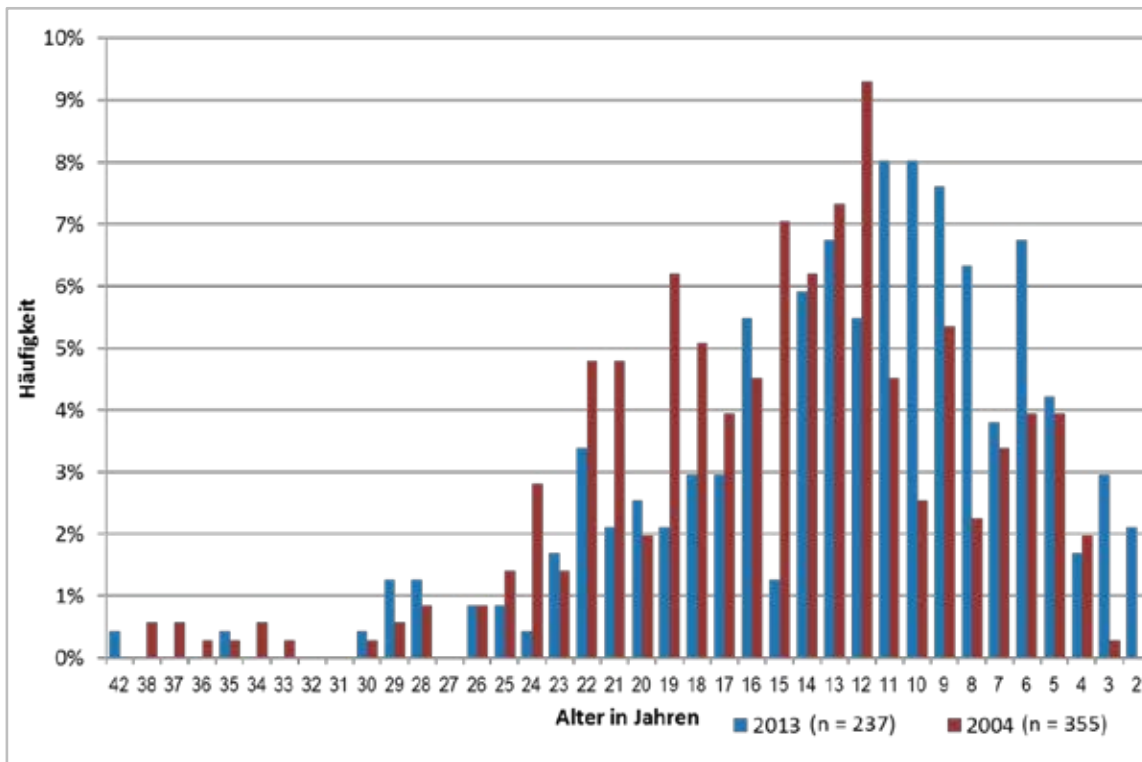
Abbildung 23 Vorkommen von Kondensatoren (Y-Achse) in Waschmaschinen nach Herstellungsjahr (X-Achse) des Kondensators (n=625; Daten wurden Mitte bis Ende 2004 in Deutschland gesammelt)



Quelle: Eigene Darstellung

Eine ähnliche Untersuchung wurde Ende 2013 durchgeführt und dabei insgesamt 234 Waschmaschinen demontiert und datiert. Bei 61 Maschinen war es möglich, sowohl das Produktionsdatum des Kondensators als auch das der Waschmaschine selbst zu identifizieren. Die durchschnittliche Abweichung zwischen diesen Daten betrug 1,2 Monate, was bestätigt, dass man den Kondensator als einen guten Indikator für das Produktionsdatum der Waschmaschine ansehen kann.

Abbildung 24 Vergleich der Verweildauer der Waschmaschinen (anhand des Kondensatorproduktionsdatums) für die Sammlungen der Jahre 2004 und 2013



Quelle: Eigene Darstellung

Das durchschnittliche Alter der Waschmaschinen betrug 13,7 Jahre in 2013, ist also deutlich kürzer als es 2004 mit 16 Jahren identifiziert wurde. Der Altersvergleich (Abbildung 24) zeigt auch, dass 2013 mehr Waschmaschinen mit 11 und weniger Jahren Verweildauer gefunden wurden. Besonders auffällig ist, dass mehr als 10% der Waschmaschinen im Jahr 2013 nur 5 Jahre und weniger alt wurden (6% in 2004).

Ursachen für diesen Effekt können sein:

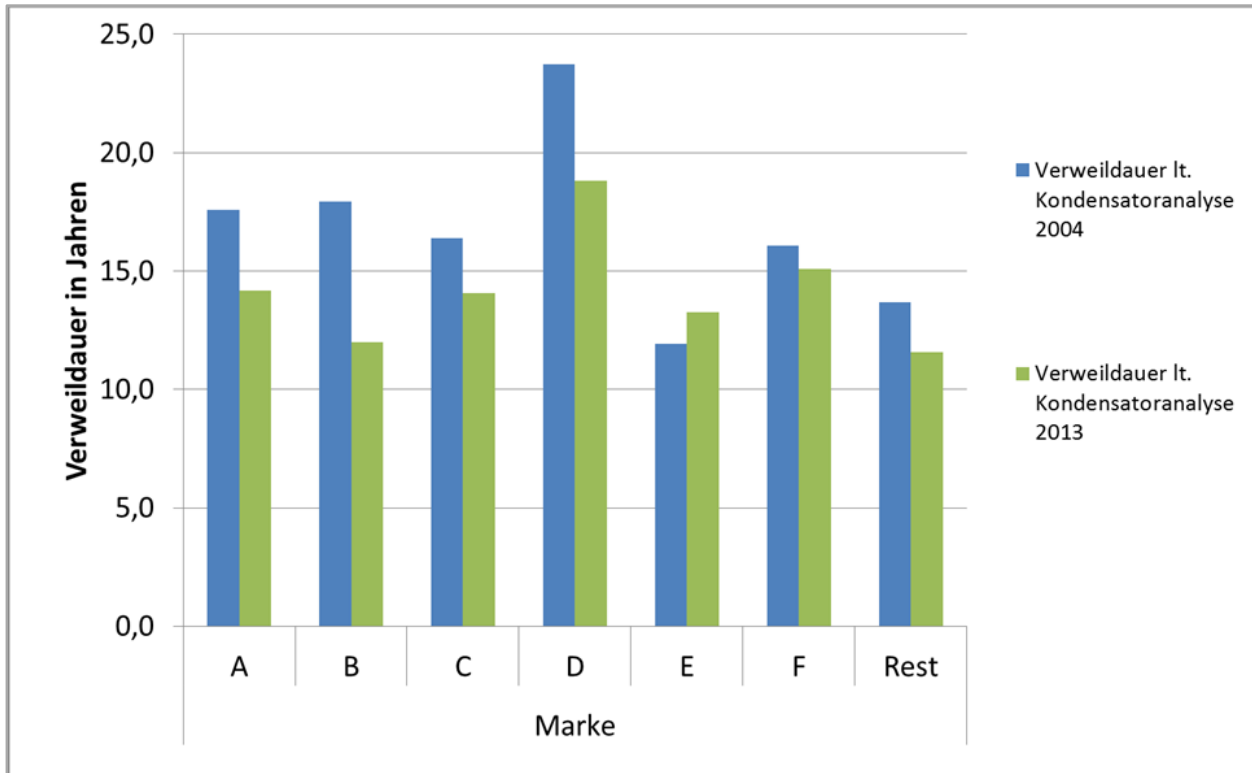
1. eine generelle Verkürzung der Lebensdauer von Waschmaschinen zwischen 2004 und 2013;
2. eine Angleichung der Lebensdauern von Waschmaschinen unterschiedlicher Hersteller, insbesondere bei extrem langlebigen Produkten;
3. neue Anbieter oder Modelle von Waschmaschinen auf dem Markt haben deutlich geringere Lebensdauern und reduzieren damit den Durchschnitt;
4. das Abgabeverhalten von alten Waschmaschinen an den kommunalen Sammelstellen hat sich verändert;
5. ältere Waschmaschinen werden vermehrt auf Grund von möglichen Einspareffekten oder Effizienzeffekten durch neuere Modelle ausgetauscht.

Welche der möglichen Effekte zutreffen, bedarf weitergehender Recherchen.

Ein Vergleich der gesammelten Daten auf Markenebene (soweit mindestens 10 Geräte zur gleichen Marke gefunden wurden) zeigt, dass praktisch über alle Marken hinweg eine Verringerung der Verweildauer zwischen 2004 und 2013 festzustellen ist (Abbildung 25). Den

genannten Marken nicht zuordenbare Geräte („Rest“ in Abbildung) haben allerdings eine noch deutlich geringere Verweildauer im Haushalt.

Abbildung 25 Vergleich der Verweildauern von Waschmaschinen nach Marken 2004 und 2013



Quelle: Eigene Darstellung

5.1.4 Lebensdauertests der Stiftung Warentest

Die Stiftung Warentest testet seit 1993 die Lebensdauer von Waschmaschinen unter haushaltsnahen Bedingungen und veröffentlicht die Ergebnisse zusammen mit den Testergebnissen aus den Gebrauchstauglichkeitsversuchen regelmäßig, meist jährlich.

Die Tests werden nach Vorgabe der Stiftung Warentest in einem externen Labor unter folgenden Bedingungen durchgeführt:

- Waschmaschinen: jeweils 3 Exemplare des gleichen Typs im Handel gekauft
- Beladung: Baumwollwäsche mit zwei Drittel der Nennbeladungsmenge der Maschine
- Wasserhärte: mittel
- Waschmittel: Weißer Riese 12 g/kg Beladung (bei Schaumbildung: Zugabe von Entschäumern (SIK¹⁷))
- Testzyklus besteht aus 8 Programmen (6-7 x Baumwolle 20-90°C, 1-2 x Pflegeleicht)

¹⁷

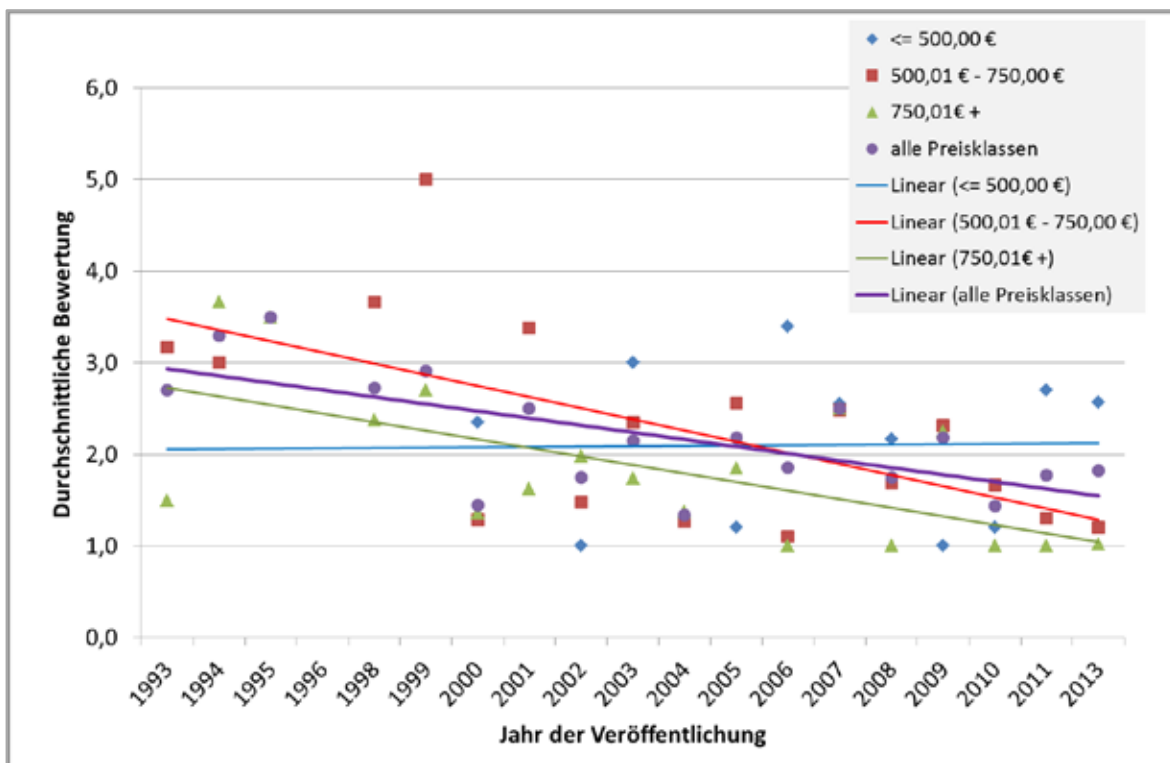
SIK: Foam inhibitor concentrate, 8% silicon on inorganic carrier, nach IEC 60456:1998 Clothes washing machines for household use – Methods for measuring the performance; Titel (deutsch): Waschmaschinen für den Hausgebrauch – Verfahren zur Messung der Gebrauchseigenschaften

- Insgesamt werden ca. 230 dieser Testzyklen durchgeführt (~1840 Waschgänge = 10 Jahre Lebensdauer)
- 15-20 Minuten Pause zwischen den einzelnen Waschgängen und 30 Minuten Pause zwischen den Zyklen.

Die Durchführung dieser Tests benötigt ca. 9 Monate Laborprüfzeit, weshalb manche Geräte bei Veröffentlichung der Ergebnisse nicht mehr auf dem Markt sind.

Die durchschnittliche Bewertung der Lebensdauerprüfung von Waschmaschinen in Tests der Stiftung Warentest der jeweiligen Jahre (Abbildung 26) zeigt eine deutliche Tendenz zur Verbesserung der Durchschnittsnote. Auffallend ist, dass dieser Trend zur Verbesserung insbesondere bei den teureren Geräten beobachtet wird, während die billigeren Geräte mit Preisen unter 500 € eine annähernd konstante Bewertung ihrer Lebensdauer erfahren, die in den letzten Jahren auch deutlich schlechter ist als die der teureren Geräte.

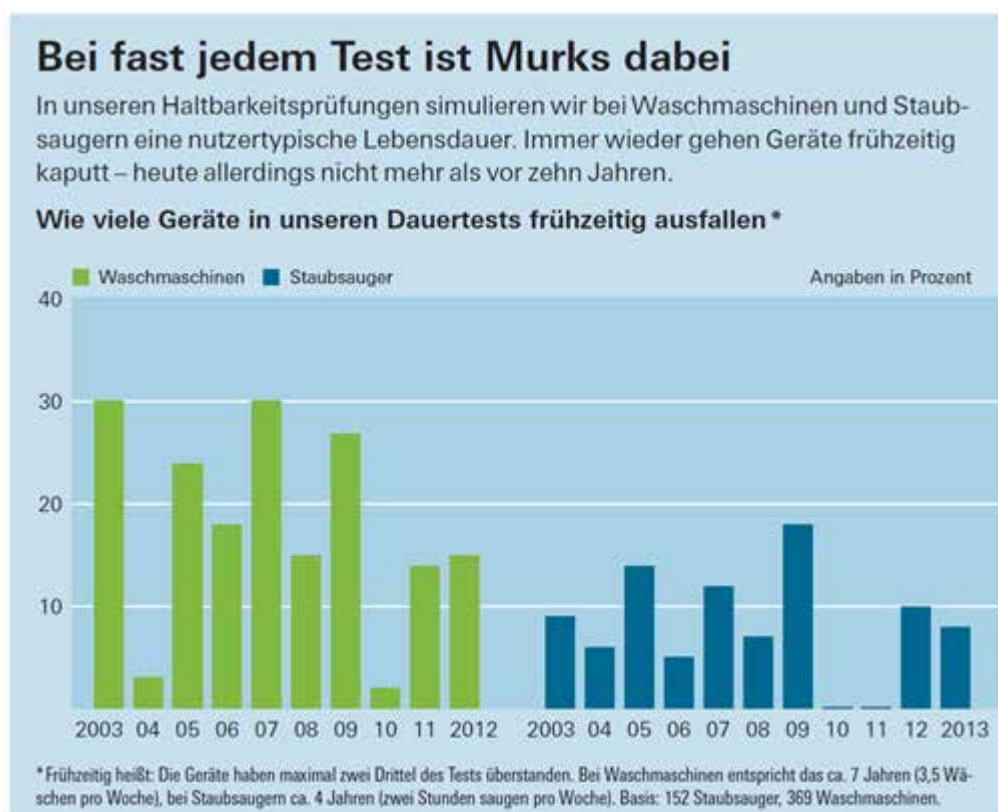
Abbildung 26 Durchschnittliche Bewertung der Lebensdauerprüfung von Waschmaschinen in Tests der Stiftung Warentest der jeweilige Jahre in Schulnoten



Quelle: Zeitschriften „test“ der Stiftung Warentest, eigene Auswertung

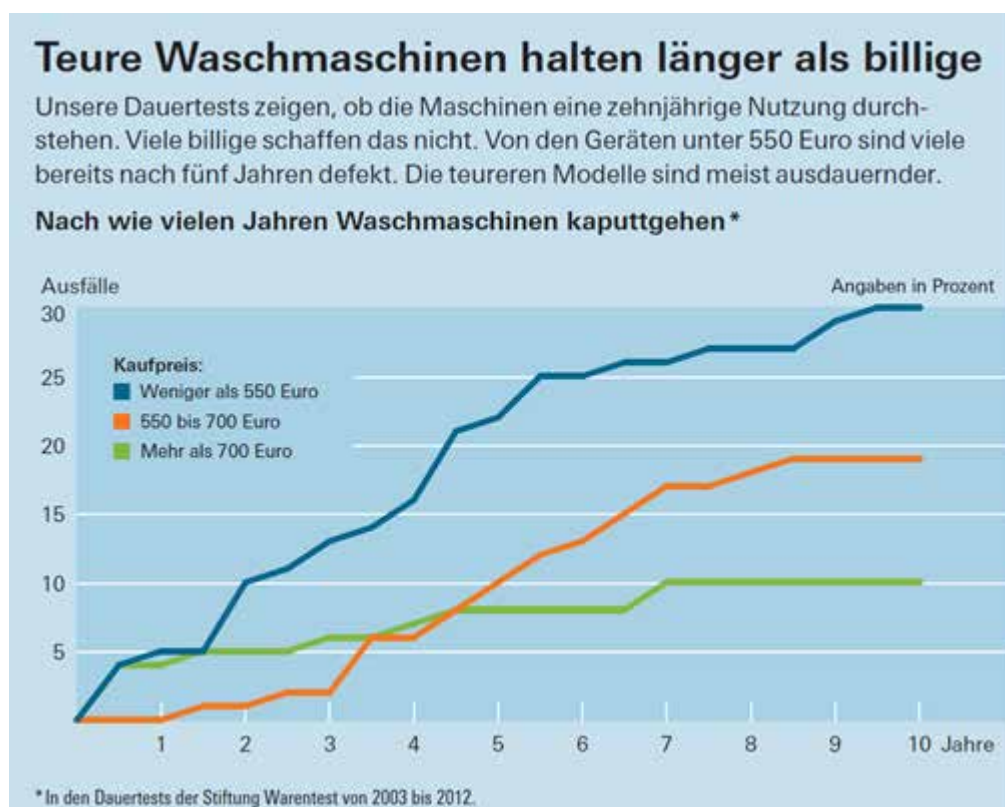
Ähnliche Ergebnisse hat die Stiftung Warentest für Waschmaschinen und Staubsauger in der Ausgabe test 9/2013 für den Zeitraum von 2003 bis 2013 veröffentlicht (Abbildung 27). Demnach verdreifacht sich die Ausfallwahrscheinlichkeit der Waschmaschinen bei einem Kaufpreis von < 550 € im Vergleich zu Maschinen, die 700 € und mehr kosten nach 10 Jahren (Abbildung 28). Insgesamt zeigt diese Auswertung aber auch auf, dass sich die Haltbarkeit der geprüften Waschmaschinen und Staubsauger in dem letzten Jahrzehnt eher verbessert, auf keinen Fall aber verschlechtert hat. Kritisch anzumerken ist aber, dass die Stiftung Warentest in all den Jahren keine Waschmaschinen mit einem Marktpreis unter 350 € getestet hat.

Abbildung 27 Lebensdauertest der Stiftung Warentest für Waschmaschinen und Staubsauger



Quelle: Stiftung Warentest, test 9/2013

Abbildung 28 Korrelation von Lebensdauer und Preis bei Waschmaschinen



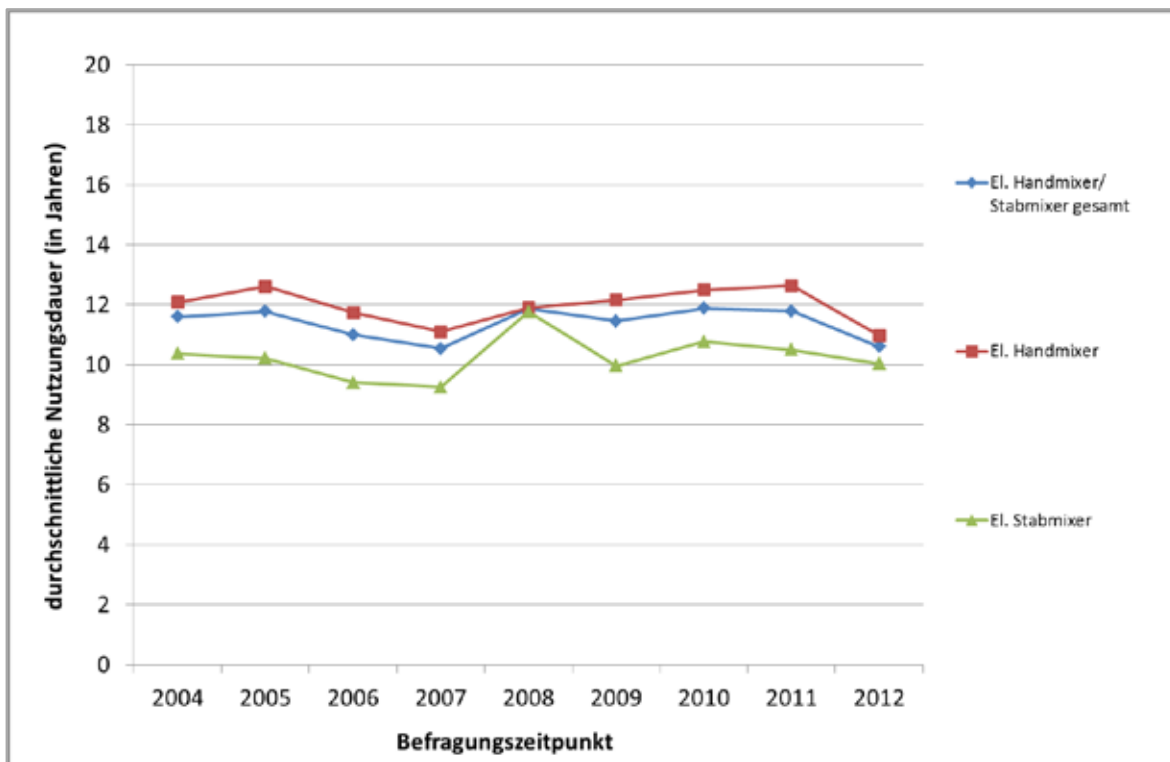
Quelle: Stiftung Warentest, test 9/2013

5.2 Haushaltskleingeräte (Hand- und Stabmixer)

Während des Erhebungszeitraumes von 2004 bis 2012 ermittelte die Gesellschaft für Konsumforschung (GfK) Verkaufsmengen und Verkaufspreise von Stab- und Handmixern sowie die Erst-Nutzungsdauer ersetzter Geräte und die Hauptkaufgründe in 20.000 repräsentativ ausgewählten deutschen Haushalten (Forschungsfragen siehe 5.1.2). Die Studie fragte die Erst-Nutzungsdauer ab. Sie sagt nichts über die technische Lebensdauer der Geräte aus. Eine Zweitnutzung (Gebrauchtgerät) wurde nicht erfasst.

Die Analyse der erhobenen Daten zeigte, dass sich die durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer von elektrischen Stab- und Handmixern über die Jahre kaum verändert hat (Abbildung 29). Diese beträgt für beide Gerätetypen im Jahre 2012 10,6 Jahre. Betrachtet man die Entwicklung der Erst-Nutzungsdauer beider Gerätetypen getrennt voneinander, so fällt auf, dass elektrische Handmixer einen leichten Rückgang in ihrer Erst-Nutzungsdauer aufzeigen, von anfänglich 12,1 Jahre auf 11,0 Jahre (2012). Sie näherten sich somit der Erst-Nutzungsdauer von Stabmixern an. Diese zeigten über die Jahre, unabhängig vom Hauptkaufgrund, eine durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer von 10 Jahren.

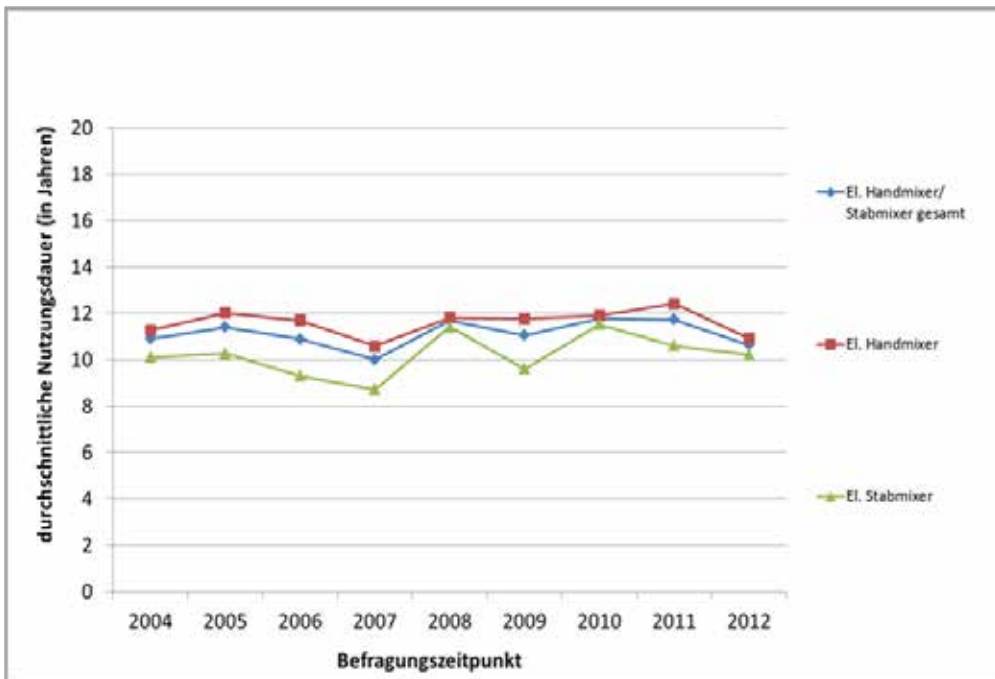
Abbildung 29 Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer ersetzter Hand- und Stabmixer (unabhängig vom Hauptaus-tauschgrund)



Quelle: Eigene Darstellung, berechnet nach GfK-Daten (n=1002 in 2012; geringster Wert n=527 in 2004)

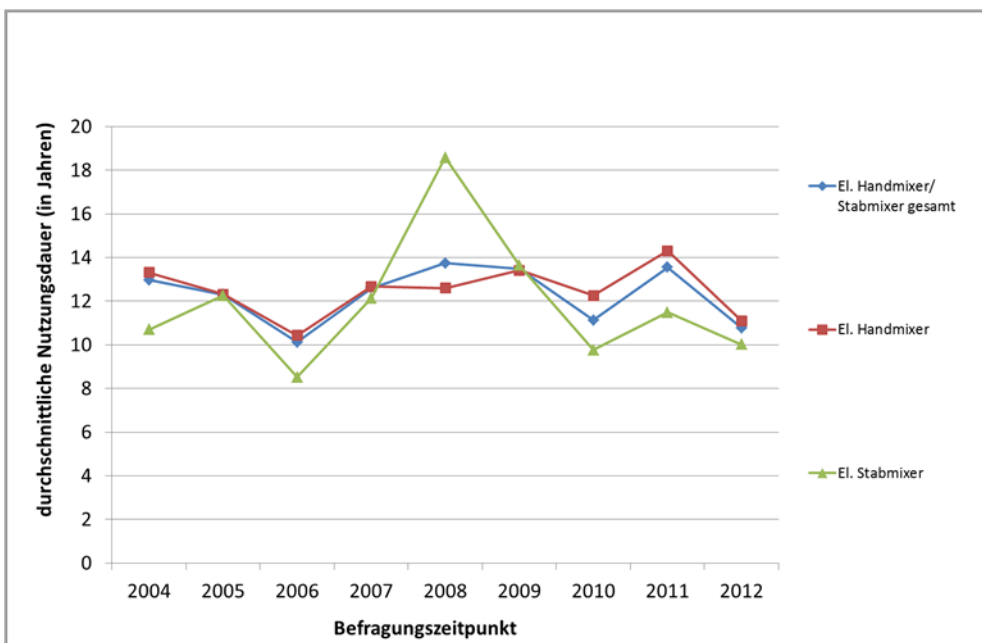
Bei elektrischen Hand- oder Stabmixern, welche ausgetauscht wurden, weil sie kaputt gegangen sind, zeigt sich über die Jahre ebenfalls kaum eine Veränderungen in der durchschnittlichen Erst-Nutzungsdauer (Abbildung 30). Im Durchschnitt liegt ihr Verwendungszeitraum bei 10,6 Jahren (2012).

Abbildung 30 Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer ersetzter ‚kaputter‘ Handmixer¹⁸



Quelle: Eigene Darstellung, berechnet nach GfK-Daten (n=759 in 2012; geringster Wert n=339 in 2004)

Abbildung 31 Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer ersetzter ‚fehlerhafter/unzuverlässiger‘ Handmixer¹⁹



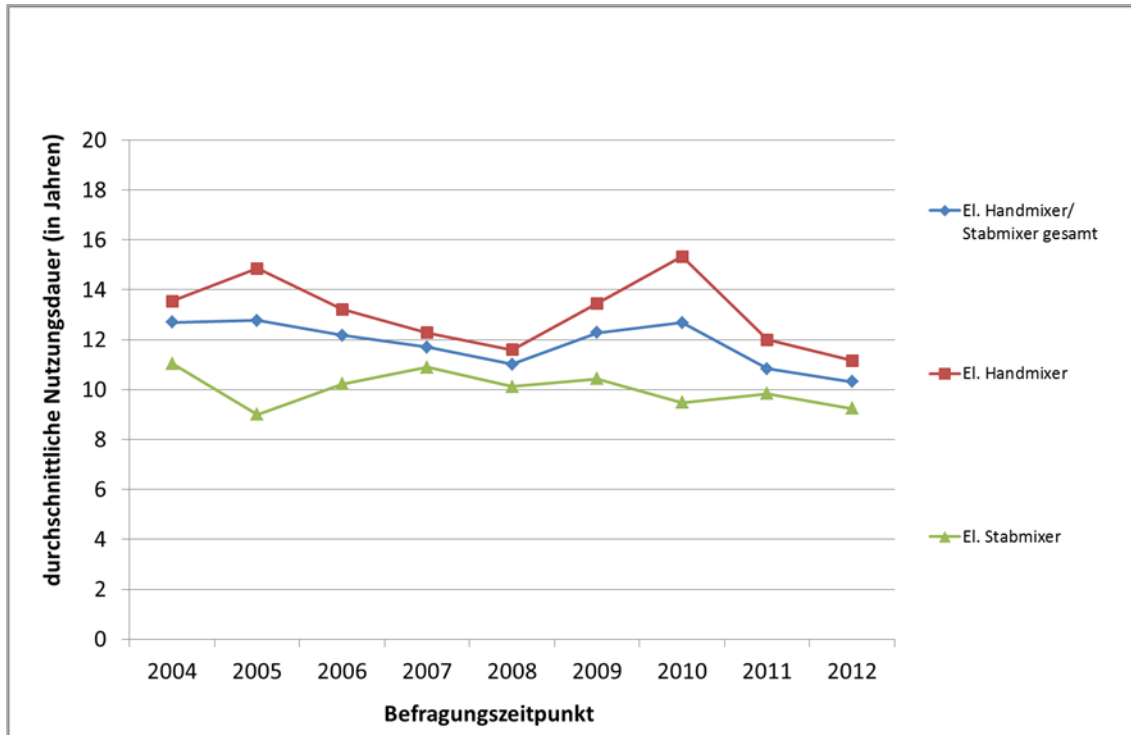
Quelle: Eigene Darstellung, berechnet nach GfK-Daten (n=104 in 2012; geringster Wert n=83 in 2004; sehr geringe Fallzahlen für elektrische Stabmixer zwischen 2004 und 2012)

¹⁸ Bei der Datenerhebung wurde nicht danach differenziert, ob die defekten Geräte ggf. noch reparierfähig gewesen wären bzw. einzelne Bauteile oder Komponenten austauschbar gewesen wären. Ein „endgültiger“ Defekt wurde somit nicht abgefragt.

¹⁹ Geringe Fallzahlen (< 50) für 2004-2012 für Stabmixer.

Die Ergebnisse zu fehlerhaften bzw. unzuverlässigen Geräten zeigen große Schwankungen, was Interpretationen erschwert. Betrachtet man die aktuellsten Ergebnisse, so werden Stabmixer im Jahr 2012 nach 10 Jahren ausgetauscht. Auch elektrische Handmixer zeigen mit 11,1 Jahren eine ähnliche Erst-Nutzungsdauer (Abbildung 31).

Abbildung 32 Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer ‚noch funktionierender‘ Handmixer, welche jedoch durch ein besseres Gerät ersetzt wurden²⁰



Quelle: Eigene Darstellung, berechnet nach GfK-Daten (n=139 in 2012; geringster Wert n=105 in 2004; sehr geringe Fallzahlen zwischen 2007 und 2009 für elektrische Handmixer, zwischen 2004 und 2009 für elektrische Stabmixer)

Elektrische Hand- und Stabmixer, welche zwar noch funktionieren, dennoch durch ein besseres Gerät ersetzt wurden, zeigen einen Rückgang der Erst-Nutzungsdauer von 12,7 Jahren (2004) auf 10,3 Jahre (2012) (Abbildung 32). Mit einer durchschnittlichen Erst-Nutzungsdauer von 11,2 Jahren im Jahr 2012 werden Handmixer ca. zwei Jahre länger genutzt als Stabmixer. Insgesamt aber ist die Datenlage, insbesondere zu Stabmixern, teilweise von geringen Fallzahlen geprägt²⁰. Zwischen 2010 und 2012 zeigt die Entwicklung der Erst-Nutzungsdauer von Stabmixern nur minimale Schwankungen.

5.3 Unterhaltungselektronik

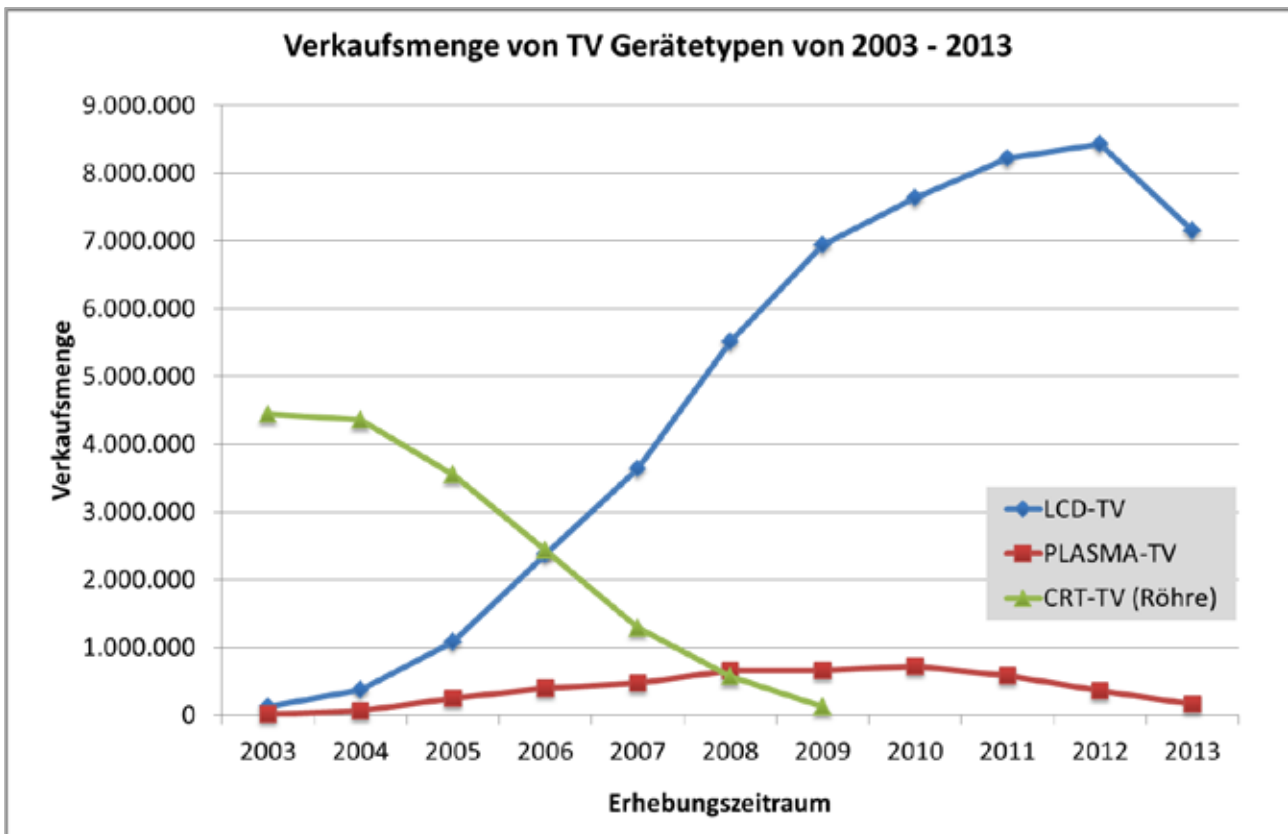
5.3.1 GfK-Umfrage

Während des Erhebungszeitraumes von 2004 bis 2012 ermittelte die Gesellschaft für Konsumforschung (GfK) Verkaufsmengen und Verkaufspreise von TV-Geräten sowie die Erst-Nutzungsdauer ersetzter Geräte und die Hauptkaufgründe in 20.000 deutschen Haushalten (Forschungsfragen siehe 5.1.2). Die Studie fragte die Erst-Nutzungsdauer ab. Sie sagt nichts über die technische Lebensdauer der Geräte aus. Eine Zweitnutzung (Gebrauchtgerät) wurde nicht erfasst.

²⁰ Geringe Fallzahlen (< 50) für 2007, 2008 und 2009 für Handmixer und 2004-2009 für Stabmixer.

Die GfK hat die jährlichen Verkaufsmengen der TV-Geräte in Deutschland aufgeschlüsselt nach Gerätetyp (Röhrenfernseher²¹, Plasmafernseher, LCD-Fernseher²²) erhoben (Panelmarkt Germany, GfK 2003-2013). Die Ergebnisse sind in Abbildung 33 dargestellt. Es zeigt sich, dass die Verkaufsmenge von Röhrenfernsehern bis zum Jahr 2009 praktisch auf null zurückgegangen ist. Die Zahl der verkauften LCD-Fernseher stieg dagegen bis 2012 auf über 8 Millionen Geräte steil an und ist erst im Jahr 2013 wieder eingebrochen. Die Anzahl der verkauften Plasmafernseher stieg bis zum Jahr 2010 langsam, aber kontinuierlich auf über 700.000 Geräte an und ist dann bis 2013 wieder auf rund 164.000 gesunken.

Abbildung 33 Durchschnittliche Verkaufsmenge von TV-Geräten²³



Quelle: Eigene Darstellung, berechnet nach GfK-Daten

Gleichzeitig hat die GfK die Verkaufspreise auf dem Markt für Endkonsumentinnen und -konsumenten erhoben, gegliedert nach den verschiedenen Gerätetypen. Die Ergebnisse sind in Abbildung 34 dargestellt.

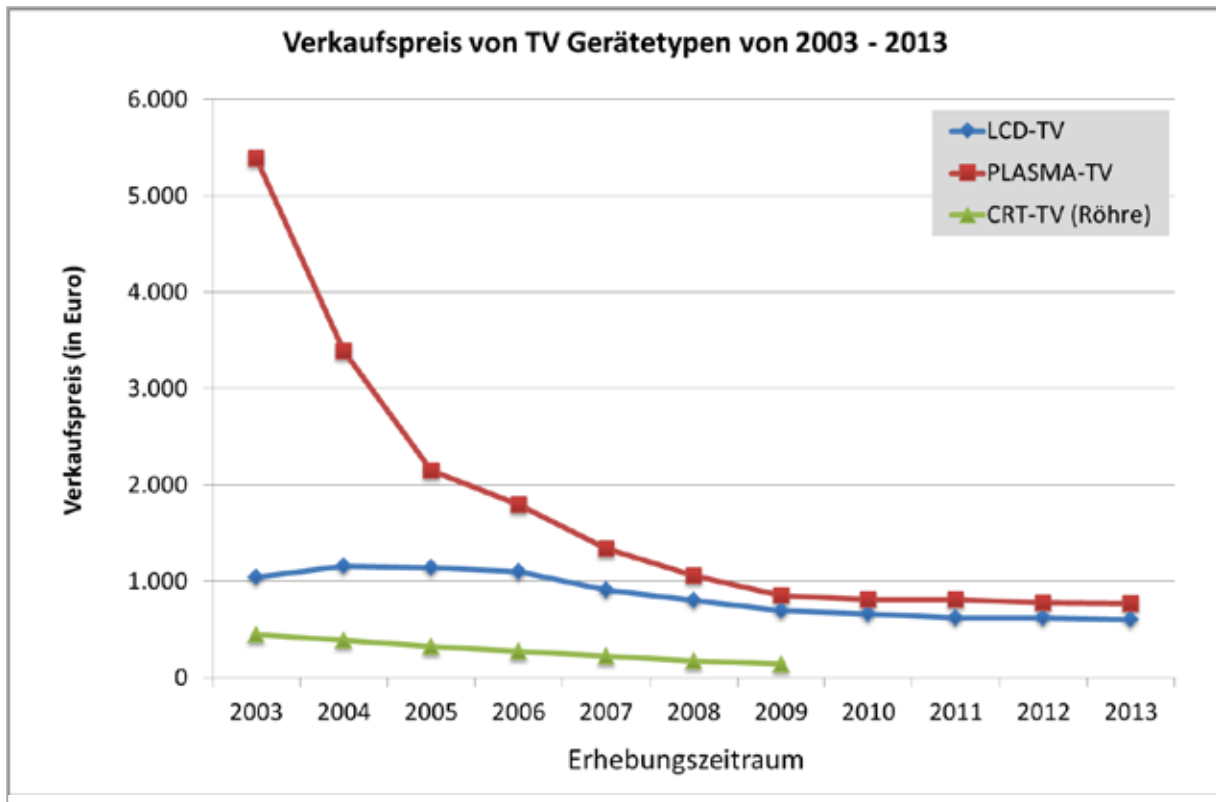
Es zeigt sich, dass vor allem die Marktpreise für Plasmafernseher zwischen 2003 und 2009 stark gefallen sind und seither auf konstantem Niveau liegen. Die Preise für Röhrenfernseher sind zwischen 2003 und 2009 kontinuierlich gefallen, bis die Geräte ab 2010 ganz vom Markt genommen wurden. LCD-Fernseher fielen im Zeitraum 2006/2007 erstmals unter einen Durchschnittspreis von 1.000 Euro pro Gerät und lagen im Jahr 2013 bei nur noch rund 600 Euro pro Gerät.

²¹ Fernseher mit Kathodenstrahlröhre (Cathode Ray Tube, CRT)

²² LCD = Liquid Cristal Display = Flüssigkristallanzeige, umgangssprachlich Flachbildschirm.

²³ In allen grafischen Darstellungen zu Verkaufsmengen und Preis handelt es sich um Angaben aus dem "Panelmarkt GfK Handelspanel". GfK Panelmarkt deckt ca. 80% der Abverkäufe in Deutschland ab.

Abbildung 34 Verkaufspreis von Gerätetypen von 2003-2013 in Deutschland²⁴

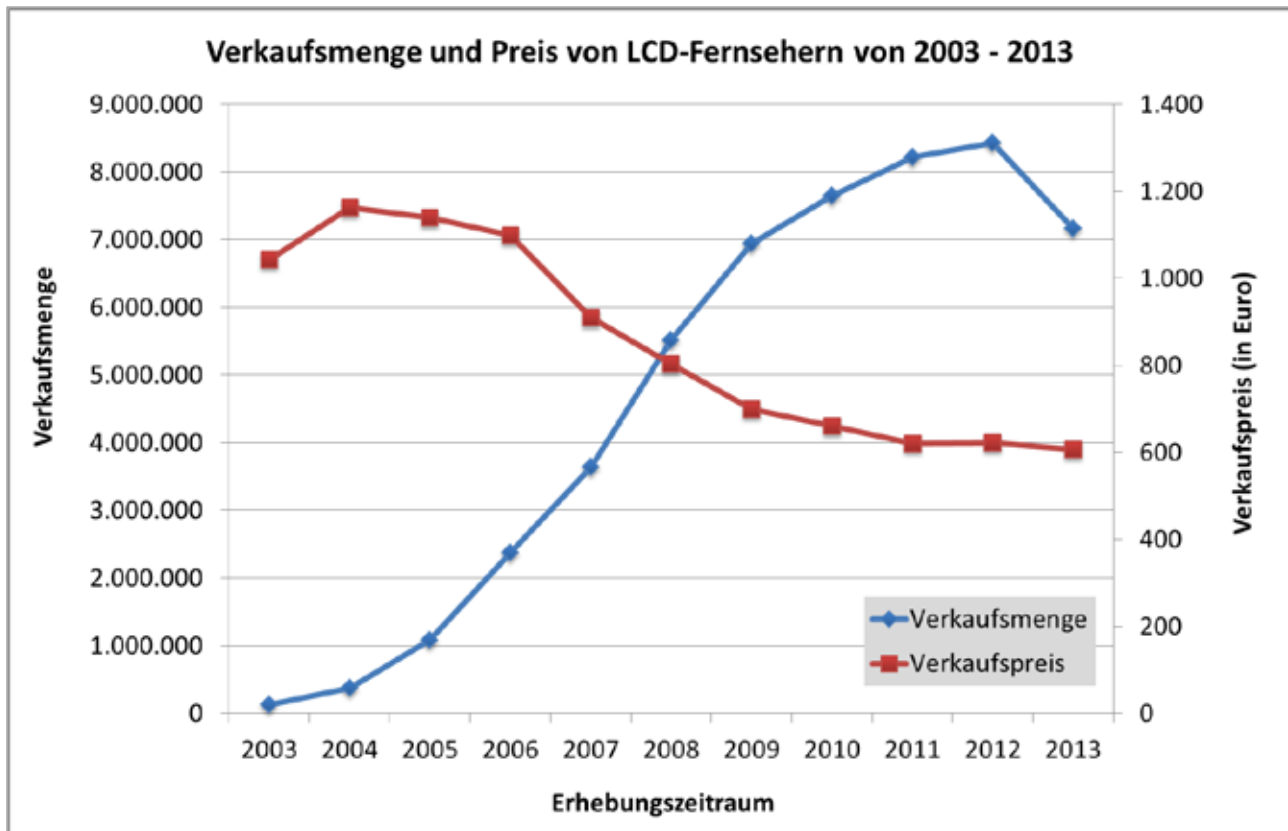


Quelle: Eigene Darstellung, berechnet nach GfK-Daten

Im Folgenden werden die Preis- und Verkaufsmengen-Trends je Gerätetyp gegenübergestellt. Abbildung 35 zeigt wie die Anzahl der verkauften LCD-Fernseher entsprechend dem Marktpreisverfall angestiegen ist. Abbildung 36 verdeutlicht das „Ende“ der Röhrenfernseher auf dem Markt in Deutschland. Obwohl die Preise deutlich fielen, ist die Verkaufsmenge stark eingebrochen, weil sich die alte Röhrentechnologie nicht gegenüber der neuen LCD-Technologie behaupten konnte. Abbildung 37 schließlich zeigt, dass die Verkaufsmenge von Plasmafernsehern zwischen 2003 und 2010 aufgrund des Preiserückgangs dieses Gerätetyps stark angestiegen ist. Danach ist die Verkaufsmenge jedoch eingebrochen, da sich Plasmafernseher ebenfalls nicht gegen die LCD-Technologie behaupten konnten.

²⁴ In allen grafischen Darstellungen zu Verkaufsmengen und Preis handelt es sich um Angaben aus dem „Panelmarkt GfK Handelspanel“. GfK Panelmarkt deckt ca. 80% der Abverkäufe in Deutschland ab.

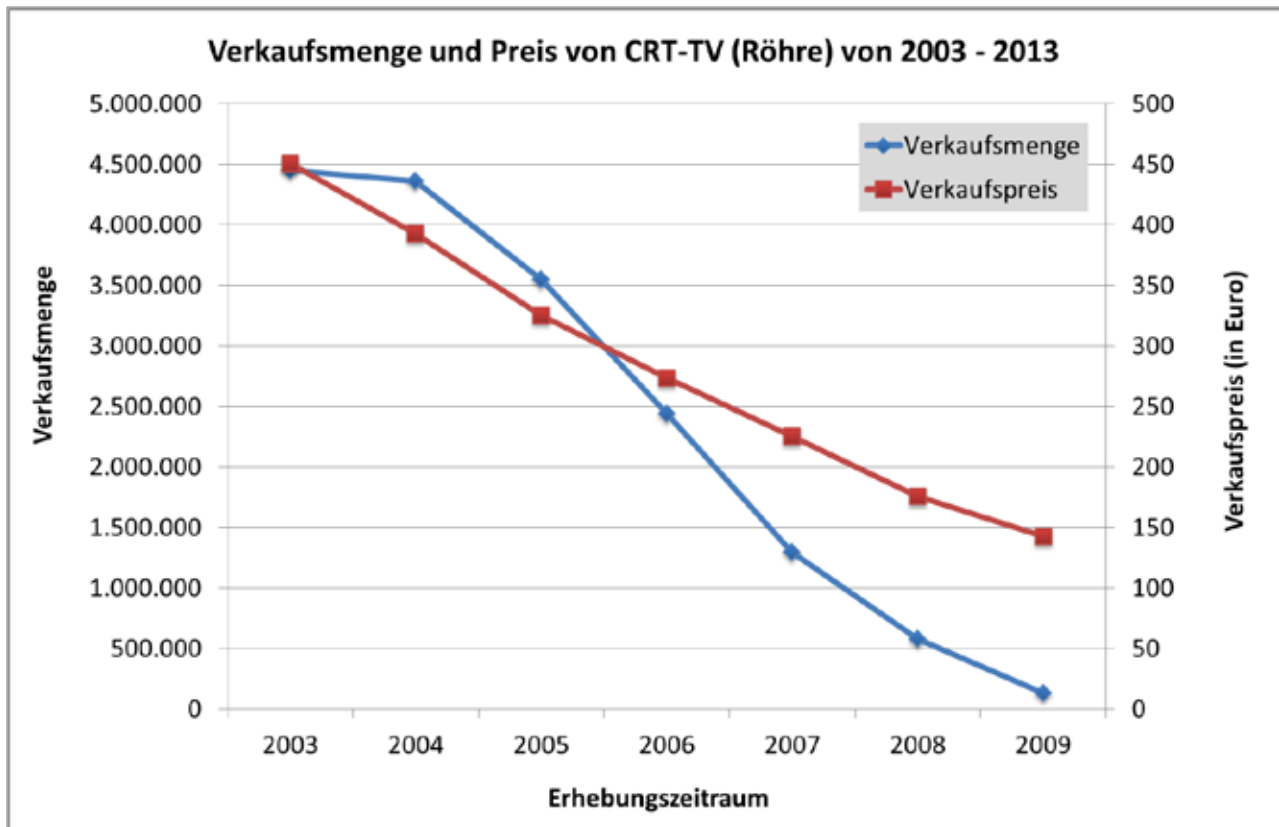
Abbildung 35 Verkaufsmenge und Preis von LCD-Fernsehern von 2003-2013²⁵



Quelle: Eigene Darstellung, berechnet nach GfK-Daten

²⁵ In allen grafischen Darstellungen zu Verkaufsmengen und Preis handelt es sich um Angaben aus dem "Panelmarkt GfK Handelspanel". GfK Panelmarkt deckt ca. 80% der Abverkäufe in Deutschland ab.

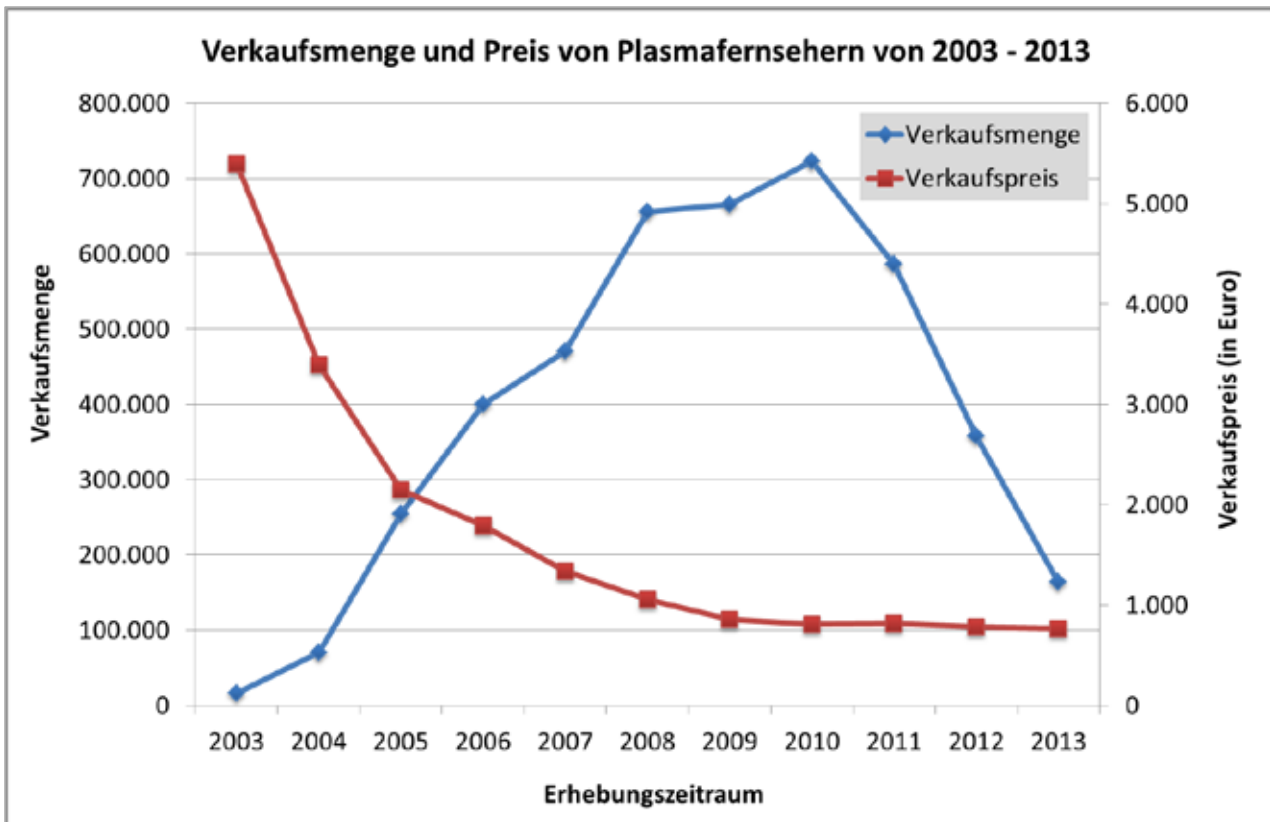
Abbildung 36 Verkaufsmenge und Preis von Röhrenfernsehern 2003-2013²⁶



Quelle: Eigene Darstellung, berechnet nach GfK-Daten

²⁶ In allen grafischen Darstellungen zu Verkaufsmengen und Preis handelt es sich um Angaben aus dem "Panelmarkt GfK Handelspanel". GfK Panelmarkt deckt ca. 80% der Abverkäufe in Deutschland ab.

Abbildung 37 Verkaufsmenge und Preis von Plasmafernsehern von 2003-2013²⁷



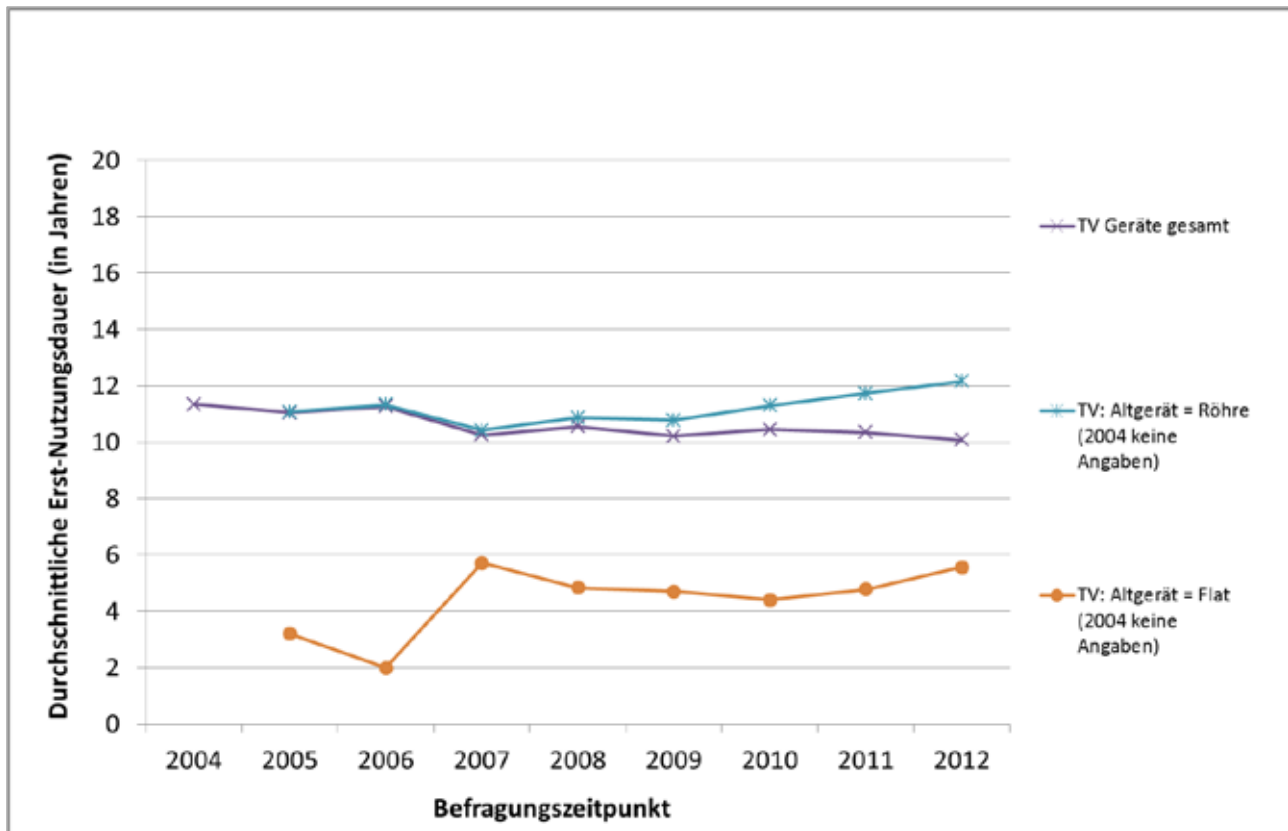
Quelle: Eigene Darstellung, berechnet nach GfK-Daten

Die Gesellschaft für Konsumforschung (GfK) erhebt zudem im Rahmen des GfK Consumer Panels in den Haushalten in Deutschland jährlich das Alter ausgewählter Elektroaltgeräte zum Zeitpunkt des Ersatzkaufs (GfK Consumer Panel 2004-2012). Aus diesen Daten lässt sich die durchschnittliche Nutzungsdauer der ersetzten Geräte ableiten. Diese Ableitung wird im Folgenden für Fernsehergeräte vorgenommen.

Abbildung 38 zeigt, dass sich für LCD-Fernseher und Röhrenfernseher ein grundlegend unterschiedliches Bild ergibt.

²⁷ In allen grafischen Darstellungen zu Verkaufsmengen und Preis handelt es sich um Angaben aus dem "Panelmarkt GfK Handelspanel". GfK Panelmarkt deckt ca. 80% der Abverkäufe in Deutschland ab.

Abbildung 38 Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer ersetzter TV-Geräte in Deutschland



Quelle: Eigene Darstellung, berechnet nach GfK-Daten (TV gesamt, n=3087 in 2012; geringster Wert n=1290 in 2004; sehr geringe Fallzahlen für TV-Flachbildschirme in 2005 und 2006)

Während die durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer von Röhrenfernsehern in den Jahren 2005 und 2006 bei 11,1 bzw. 11,3 Jahren liegt, fällt sie im Jahr 2007 zunächst auf 10,4 Jahre, um dann in den Jahren 2008 bis 2012 wieder kontinuierlich von 10,9 auf 12,2 Jahre zu steigen.

Die TV-Flachbildschirme (LCD- und Plasmafernseher) hingegen weisen in den ersten Jahren der Datenerhebung in 2005 bzw. 2006 durchschnittliche Erst-Nutzungsdauern von 3,2 bzw. 2,0 Jahren auf. Diese Werte sind jedoch aufgrund sehr niedriger Fallzahlen als nicht repräsentativ einzustufen. Im Jahr 2007 liegt der Wert bei 5,7 Jahren und geht in den Jahren bis 2010 auf 4,4 Jahre zurück. Für diese Werte liegt eine repräsentative Anzahl an Fällen vor. In den Folgejahren (bis 2012) steigt die durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer der TV-Flachbildschirme wieder kontinuierlich auf 5,6 Jahre an (Abbildung 38).

Zusammenfassend zeigt sich damit, dass die durchschnittlichen Erst-Nutzungsdauern der ersetzten Flachbildschirmfernseher deutlich niedriger sind als die der zur gleichen Zeit ersetzten Röhrenfernseher. Dabei muss berücksichtigt werden, dass der Übergang von „Röhre“ zum „Flachbildschirm“ einen (technischen) Innovationssprung darstellte. Die Erst-Nutzungsdauer zwischen diesen beiden TV-Geräte-Generationen kann daher nur bedingt verglichen werden.

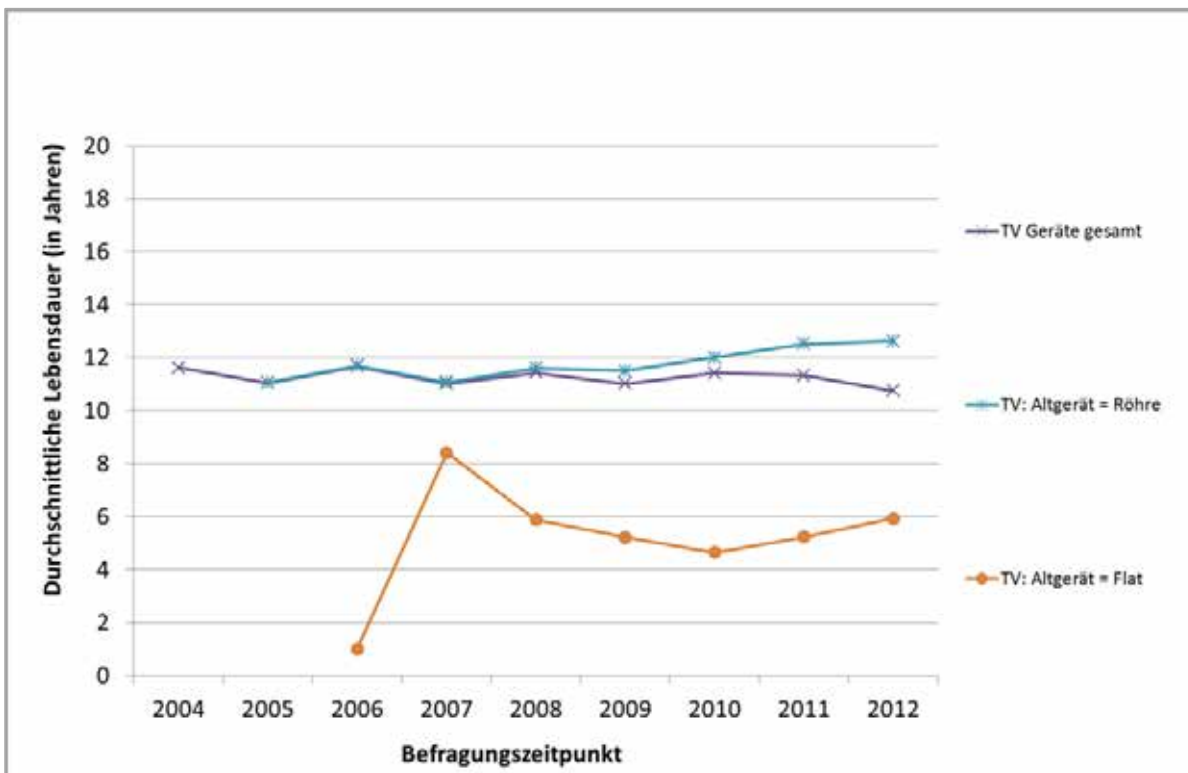
Die Gesamtheit der ersetzten Fernseher (Röhrenfernseher und Flachbildschirmfernseher) weist tendenziell von Jahr zu Jahr eine kürzere durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer auf. Grund dafür ist, dass der Anteil der deutlich kürzer genutzten TV-Geräte mit Flachbildschirm von Jahr zu Jahr wächst. Lag dieser im Jahr 2007 noch bei 3%, liegt er im Jahr 2012 bei 31%. Dieser Effekt führt zu einer kürzeren durchschnittlichen Erst-Nutzungsdauer aller ersetzten Fernsehgeräte.

Im Folgenden wird die durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer der Altgeräte entsprechend den Hauptgründen für den Ersatzkauf aufgeschlüsselt. Folgende Hauptgründe werden unterschieden:

1. „Das alte Gerät ging kaputt.“
2. „Das alte Gerät war fehlerhaft bzw. unzuverlässig.“
3. „Das alte Gerät funktioniert zwar noch, ich (wir) wollten aber ein besseres Gerät.“

Abbildung 39 zeigt, dass die durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer aller TV-Geräte, die aufgrund eines Defektes ersetzt wurden, in den Jahren 2004–2012 leicht zurückgeht. Sie liegt zwischen 11,6 Jahren in 2004 und 10,8 Jahren in 2012. Röhrengeräte, die aufgrund eines Defektes ersetzt wurden, wurden in den Jahren 2005–2012 tendenziell länger genutzt. Während diese Geräte im Jahr 2005 durchschnittlich 11,1 Jahre vor ihrem Ersatz genutzt wurden, steigt der Wert auf 12,6 Jahr in 2012.

Abbildung 39 Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer der ersetzten Fernsehgeräte mit dem Hauptaustauschgrund „Das alte Gerät ging kaputt“²⁸



Quelle: Eigene Darstellung, berechnet nach GfK-Daten (TV gesamt, n=877 in 2012; geringster Wert n=771 in 2006; sehr geringe Fallzahlen für TV-Flachbildschirme zwischen 2006 und 2008)

Für TV-Geräte mit Flachbildschirm ergibt sich ein differenzierteres Bild: Es ist zunächst zu beachten, dass die Fallzahlen für ersetzte TV-Geräte mit Flachbildschirm in den Jahren 2006–2008 zu gering sind, um signifikante Aussagen treffen zu können (< 40). Im Jahr 2009 liegt die

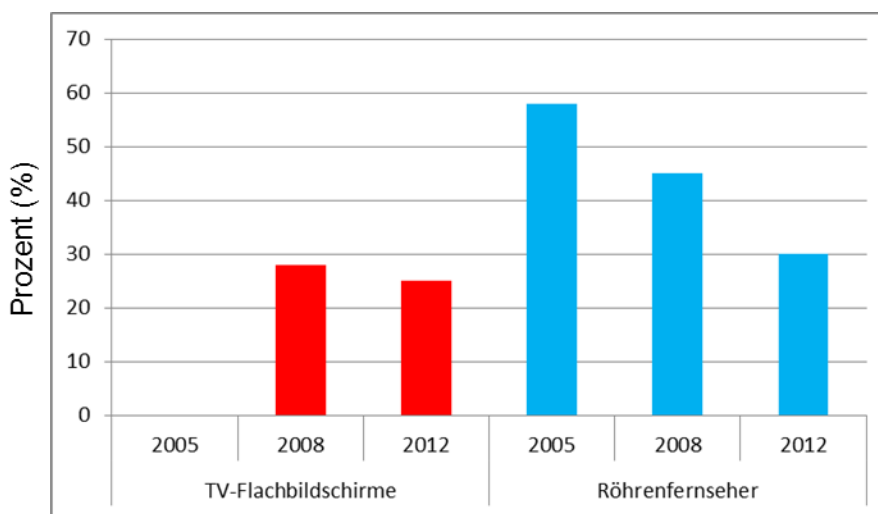
²⁸ Bei der Datenerhebung wurde nicht danach differenziert, ob die defekten Geräte ggf. noch reparierfähig gewesen wären bzw. einzelne Bauteile oder Komponenten austauschbar gewesen wären. Ein „endgültiger“ Defekt wurde somit nicht abgefragt.

durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer der aufgrund von Defekten ersetzten Geräte bei 5,2 Jahren, fällt auf 4,6 Jahre in 2010 und steigt auf 5,2 bzw. 5,9 Jahre in 2011 und 2012.

Zusammenfassend zeigt sich, dass die Zeit, bis ein Altgerät aufgrund eines Defekts ersetzt wurde, bei Flachbildschirmfernsehern deutlich kürzer ist als bei konventionellen Röhrenfernsehern. Die durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer aller TV-Geräte, die aufgrund eines Defektes durch neue ersetzt werden, sinkt. Grund dafür sind die vergleichsweise deutlich kürzeren Nutzungsdauern der Flachbildschirmfernseher im Vergleich zu Röhrenfernsehern und der wachsende Anteil der Flachbildschirmfernseher.

Die folgende Abbildung 40 zeigt allerdings, dass der Anteil der defekten Flachbildschirmfernseher an Ersatzkäufen zwischen 2008 und 2012 von 28% auf 25% leicht zurückgegangen ist.

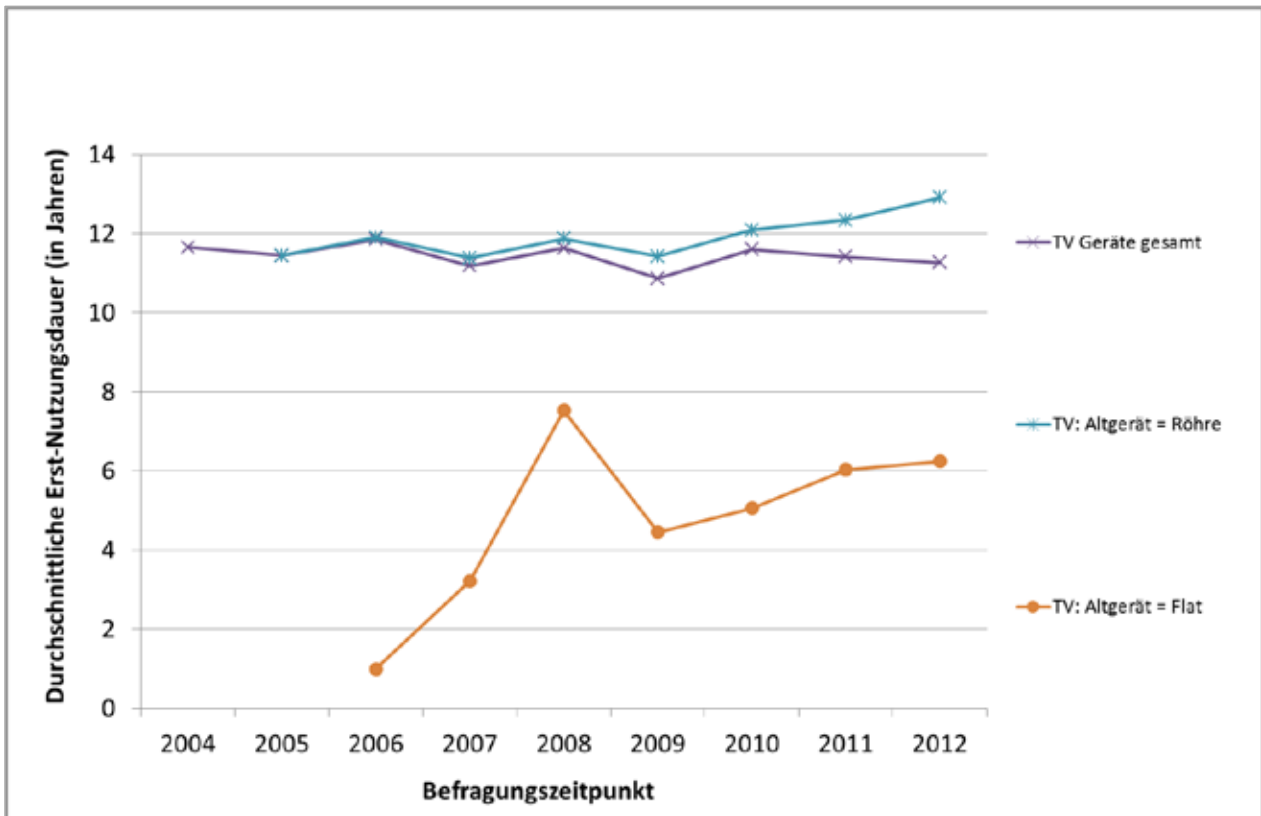
Abbildung 40 Jährlicher Anteil der TV Geräte, die durch ein Neugerät ersetzt wurden, weil das vorhandene TV-Gerät defekt war



Quelle: Eigene Darstellung, berechnet nach GfK-Daten

Abbildung 41 zeigt, dass die Nutzungsdauer bis zu einem Zeitpunkt, zu dem Fehler oder unzuverlässiges Funktionieren auftritt, bei Flachbildschirmfernsehern deutlich kürzer ist als bei Röhrenfernsehern. Die durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer der ersetzten fehlerhaften TV-Geräte mit Flachbildschirm lag 2011 bei 6,0 Jahren und 2012 bei 6,2 Jahren (sehr geringe Fallzahlen für 2006-2010). Röhrenfernseher hingegen wurden erst nach Nutzungsdauern von 11,5 Jahren (2005) und 12,9 Jahren (2012) aufgrund einer fehlerhaften oder unzuverlässigen Funktionsweise ersetzt.

Abbildung 41 Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer der ersetzten Fernsehgeräte mit dem Hauptaustauschgrund „Das alte Gerät war fehlerhaft bzw. unzuverlässig“

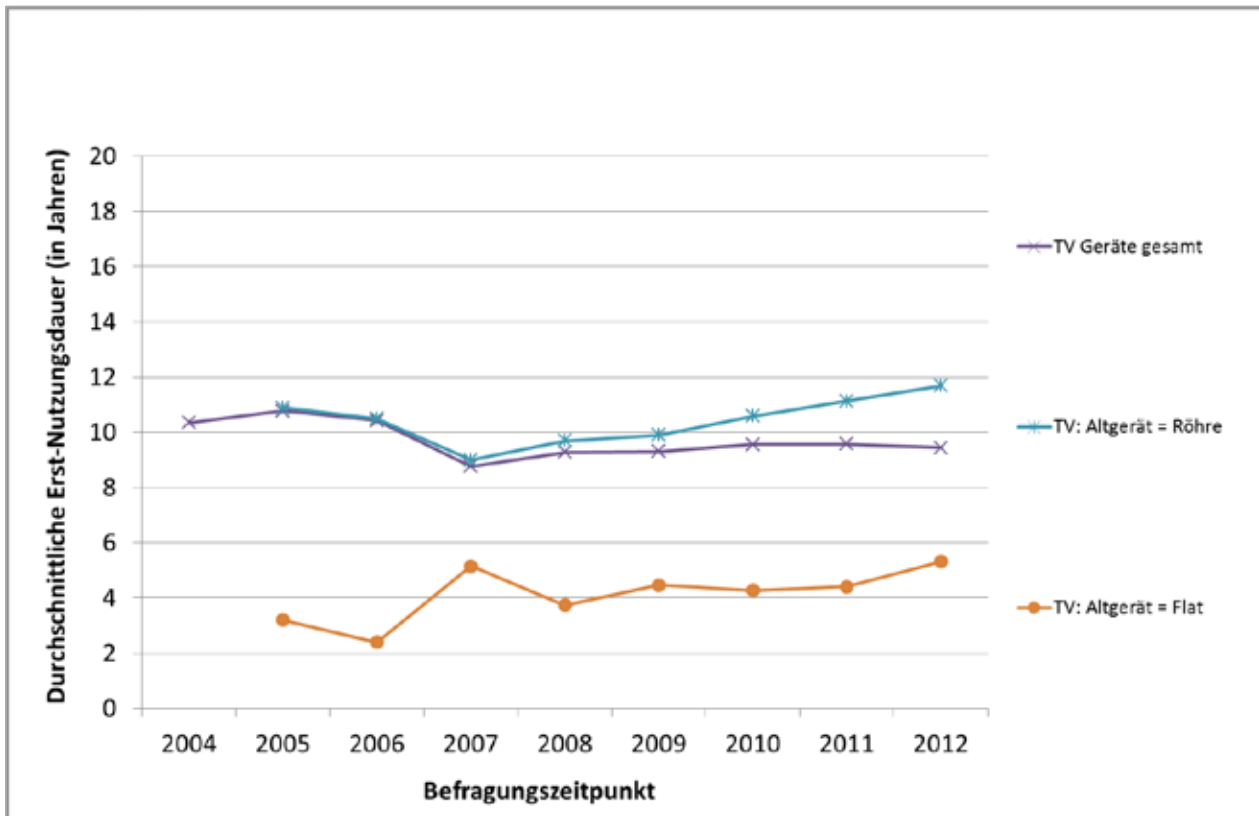


Quelle: Eigene Darstellung, berechnet nach GfK-Daten (TV gesamt, n=442 in 2012; geringster Wert n=214 in 2006; sehr geringe Fallzahlen für TV-Flachbildschirme zwischen 2006 und 2010)

Aufgrund des wachsenden Anteils von Flachbildschirmfernsehern nahm damit die durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer aller ersetzten Fernseher im Zeitverlauf leicht ab. Im Jahr 2004 waren fehlerhafte Fernseher nach 11,7 Nutzungsjahren ersetzt worden, im Jahr 2012 nach 11,3 Jahren.

Abbildung 42 zeigt die Entwicklung der durchschnittlichen Erst-Nutzungsdauer derjenigen TV-Altgeräte, die wegen des Wunsches nach einem besseren Gerät ersetzt wurden, obwohl das Altgerät noch funktionierte.

Abbildung 42 Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer der ersetzten Fernsehgeräte mit dem Hauptaustauschgrund „Das alte Gerät funktioniert zwar noch, ich (wir) wollten aber ein besseres Gerät“



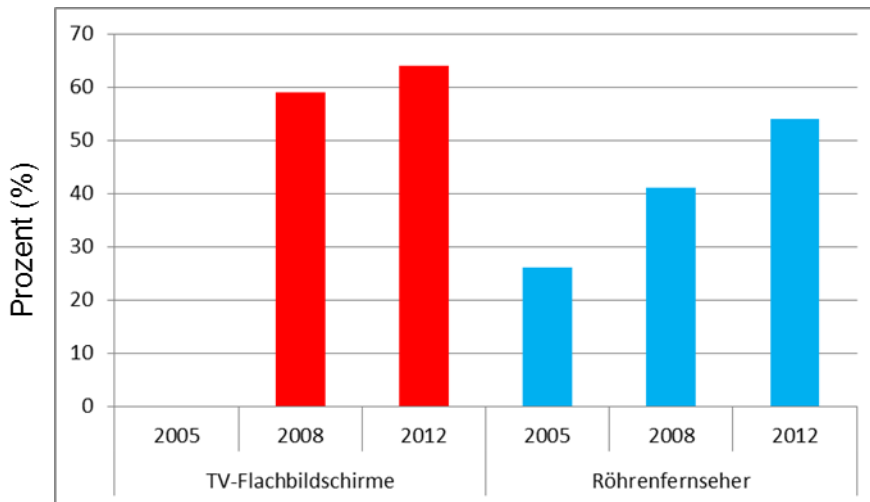
Quelle: Eigene Darstellung, berechnet nach GfK-Daten (TV gesamt, n=1768 in 2012; geringster Wert n=289 in 2004; sehr geringe Fallzahlen für TV-Flachbildschirme zwischen 2005 und 2007)

Bemerkenswert ist, dass der Wunsch nach einem Neugerät deutlich früher eintritt, wenn zuvor ein Fernseher mit Flachbildschirm besessen wurde. Im Jahr 2008 liegt dieser Zeitraum bei 3,9 Jahren. Er steigt bis 2012 auf 5,3 Jahre.²⁹ Im Falle der Röhrenfernseher tritt der Wunsch nach einem Neugerät, obwohl das alte Gerät noch funktioniert, nach längeren Nutzungsdauern auf: der niedrigste Wert liegt bei 9 Jahren im Jahr 2009, der höchste bei 11,7 Jahren im Jahr 2012. Für die Gesamtheit der TV-Geräte zeigt sich, dass die Nutzungsdauer aller Altgeräte von knapp über 10 Jahre vor 2007 auf Werte knapp unter 10 Jahre nach 2007 sinkt. Es zeigt sich somit, dass sich der Wunsch nach einem Neugerät, obwohl das alte Gerät noch funktioniert, insgesamt nach tendenziell kürzeren Nutzungsdauern einstellt. Dabei muss berücksichtigt werden, dass sich die Innovationszyklen seit der Einführung der TV-Flachbildschirmgeräte mit Blick auf die End-Geräte drastisch verkürzt haben. Die Innovationen determinieren die Erst-Nutzungsdauer wie auch den Wunsch nach besseren, innovativeren Geräten. Die funktionsfähigen TV-Geräte werden durch bessere Geräte ersetzt, aber möglicherweise als Zweitgerät weitergenutzt. Dieser Sachverhalt kann aber aus den Daten dieser Studie jedoch nicht hergeleitet werden.

Abbildung 43 zeigt beispielweise, dass in 2012 über 60% der noch funktionierenden Flachbildschirmfernseher ersetzt wurden, weil die Konsumentinnen und Konsumenten ein besseres Gerät haben wollten.

²⁹ Bis 2007 ist die Anzahl der erfassten Flachbildfernseher nicht repräsentativ (n < 50).

Abbildung 43 Jährlicher Anteil der TV Geräte, die funktionsfähig waren und durch ein besseres TV-Gerät ersetzt wurden

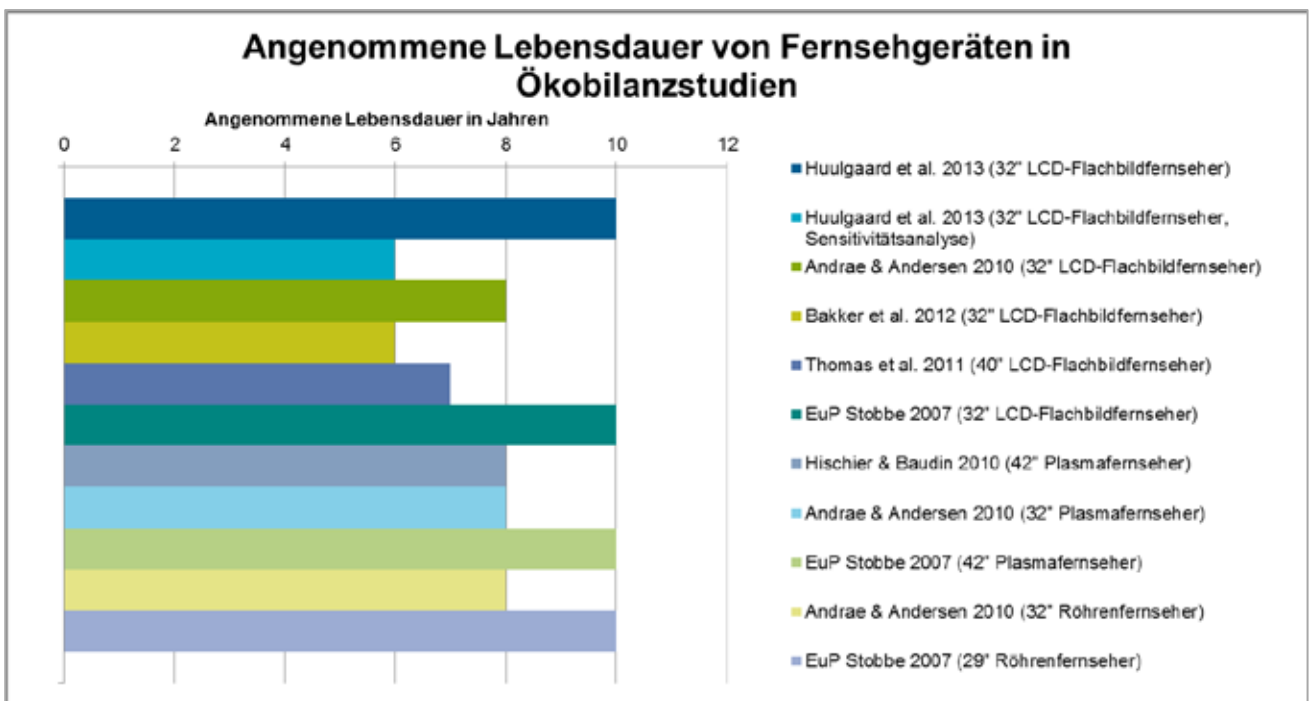


Quelle: Eigene Darstellung, berechnet nach GfK-Daten

5.3.2 Auswertung von wissenschaftlichen Studien und Produkttests

In diesem Abschnitt werden die in der Literatur zu findenden **Ökobilanzstudien** zu Fernsehgeräten hinsichtlich ihrer Lebensdauerangaben ausgewertet. Die folgende Abbildung 44 gibt eine Übersicht über die Ergebnisse.

Abbildung 44 Angenommene Lebensdauer von Fernsehgeräten in Ökobilanzstudien in der Literatur



Quelle: Graulich et al. (2013a)

Abbildung 44 zeigt wie sehr sich die Annahmen zur Lebensdauer von Fernsehgeräten unterscheiden. So liegt die Bandbreite bei LCD-Fernsehern zwischen 6 Jahren bei Bakker et al. (2012) und 10 Jahren bei Huulgaard et al. (2013).

Für Plasmafernseher werden zwischen 8 Jahre (Hirschier & Baudin 2010) und 10 Jahre (EuP 2007) angenommen. Dieselbe Bandbreite ist für Röhrenfernseher zu beobachten. Andrae & Anderson (2010) nehmen eine Lebensdauer von 8 Jahren an, EuP (2007) geht von 10 Jahren aus.

Ein Trend hinsichtlich einer Entwicklung (Verlängerung/Verkürzung) der Lebensdauer lässt sich aus den vorliegenden Daten nicht ableiten.

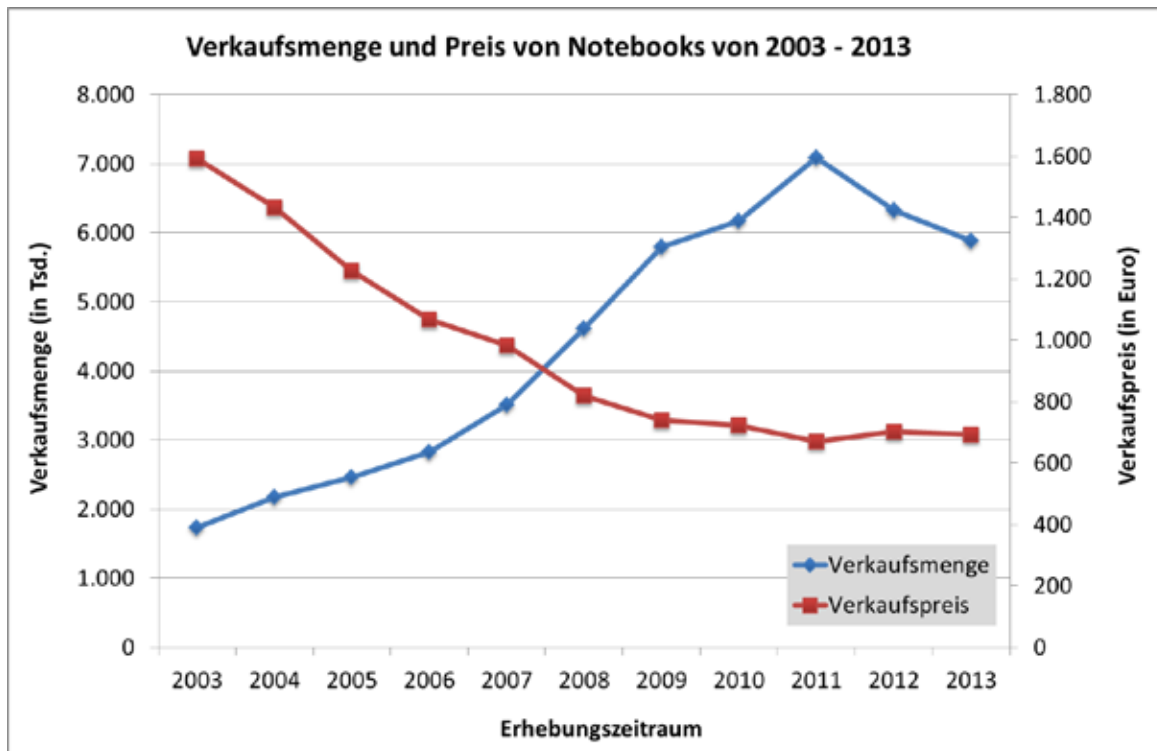
Der **Stiftung Warentest** ist es nicht möglich, die Lebensdauer von Fernsehern zu testen; ein dafür notwendiger Dauertest wäre zu zeitintensiv. Nach Aussage der Stiftung Warentest würde ein Test, der die Nutzung eines Fernsehers über sieben Jahre simulieren würde, anderthalb Jahre dauern. Viele Geräte sind nach dieser Zeit nicht mehr auf dem Markt (Stiftung Warentest 2013).

5.4 Informations- und Kommunikationstechnik

5.4.1 GfK-Umfrage

Während des Erhebungszeitraumes von 2004 bis 2012 ermittelte die Gesellschaft für Konsumforschung (GfK) Verkaufsmengen und Verkaufspreise von Notebooks sowie die Erst-Nutzungsdauer ersetzter Geräte und die Hauptkaufgründe in 20.000 deutschen Haushalten (Forschungsfragen siehe Abschnitt 5.1.2). Die Studie fragte die Erst-Nutzungsdauer ab. Sie sagt nichts über die technische Lebensdauer der Geräte aus. Eine Zweitnutzung (Gebrauchtgerät) wurde nicht erfasst. Die Ergebnisse sind in Abbildung 45 dargestellt. Die durchschnittlichen Preise für Notebooks sind zwischen 2003 und 2013 von rund 1.600 Euro auf rund 600 Euro gefallen. Entsprechend sind die Verkaufsmengen von unter 2 Mio. auf über 7 Mio. im Jahr 2011 gestiegen. Danach ist die Verkaufsmenge von Notebooks, aufgrund der zunehmenden Bedeutung von teilweisen Substituten wie Tablet-PCs, wieder auf unter 6 Mio. im Jahr 2013 gesunken.

Abbildung 45 Verkaufsmenge und durchschnittliche Marktpreise von Notebooks zwischen 2003 und 2013³⁰



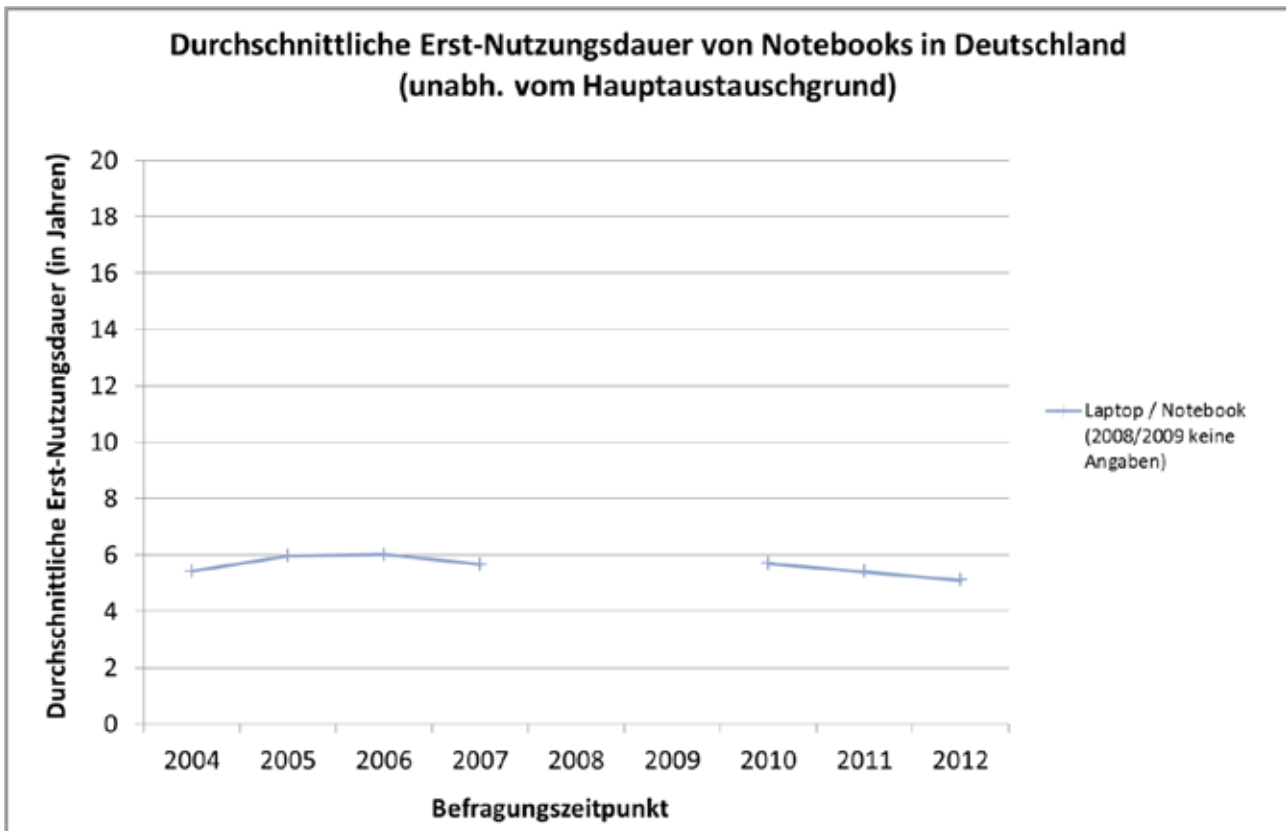
Quelle: Eigene Darstellung, berechnet nach GfK-Daten

Daneben hat die GfK die durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer von Notebooks in Deutschland in den Jahren 2004–2007 und 2010–2012 erhoben (GfK Consumer Panel 2004–2012).³¹ Die in Abbildung 46 aufgetragenen Daten zeigen, dass die durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer von Notebooks in Deutschland zwischen 2004 und 2007 zunächst leicht von 5,4 Jahren (2004) auf 6 Jahre angestiegen (2005/2006) und im Jahr 2007 wieder leicht auf 5,7 Jahre gesunken ist. In 2012 sank die durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer von Notebooks noch weiter auf 5,1 Jahre. Diese Erhebung bezieht sich auf das Alter von Notebooks, die durch ein neues Gerät ersetzt wurden. Nach dem Austauschgrund wird in dieser Darstellung nicht differenziert (Abbildung 46).

³⁰ In allen grafischen Darstellungen zu Verkaufsmengen und Preis handelt es sich um Angaben aus dem "Panelmarkt GfK Handelspanel". GfK Panelmarkt deckt ca. 80% der Abverkäufe in Deutschland ab.

³¹ Für die Jahre 2008 und 2009 liegen der GfK keine Daten zur durchschnittlichen Erst-Nutzungsdauer von Notebooks vor (GfK Consumer Panel 2004–2012).

Abbildung 46 Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer von Notebooks in Deutschland



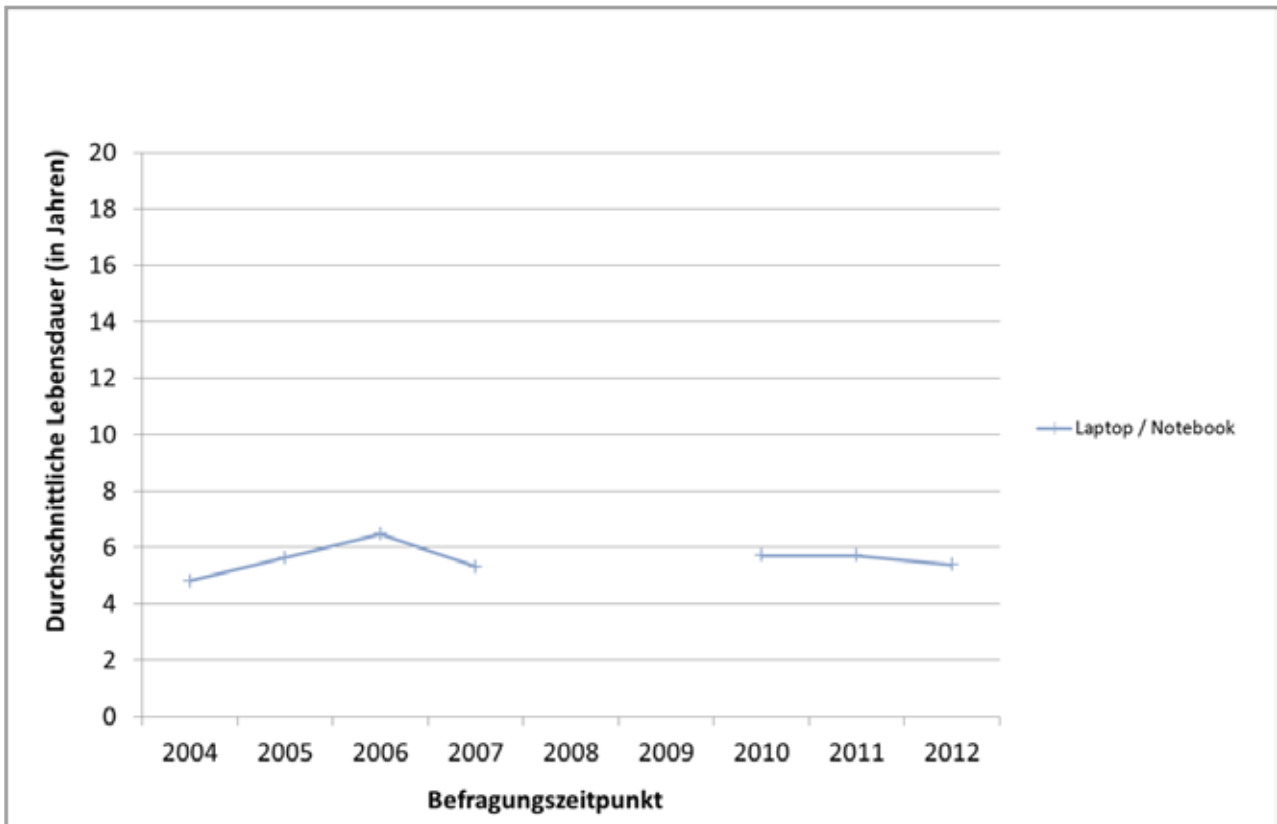
Quelle: Eigene Darstellung, berechnet nach GfK-Daten (n=2268 in 2012; geringster Wert n=244 in 2004)

Im Folgenden wird die durchschnittliche Nutzungsdauer der Altgeräte entsprechend der Hauptgründe für den Ersatzkauf aufgeschlüsselt. Folgende Hauptgründe werden unterschieden:

1. „Das alte Gerät ging kaputt.“
2. „Das alte Gerät war fehlerhaft bzw. unzuverlässig.“
3. „Das alte Gerät funktioniert zwar noch, ich (wir) wollten aber ein bessere Gerät.“

Abbildung 47 zeigt die durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer von Notebooks in Deutschland, die ersetzt wurden, weil sie defekt waren. In den Jahren 2010–2012 lag die durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer zwischen 5,7 und 5,4 Jahren. Die Fallzahlen waren für die Jahre 2004–2007 sehr gering. Die Auswertung der existierenden Fallzahlen zeigt, dass die durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer in 2004–2006 von 4,8 auf 6,5 Jahre ansteigt und 2007 wieder auf 5,3 Jahre zurück fällt.

Abbildung 47 Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer der ersetzten Notebooks mit dem Hauptaustauschgrund „Das alte Gerät ging kaputt“³²

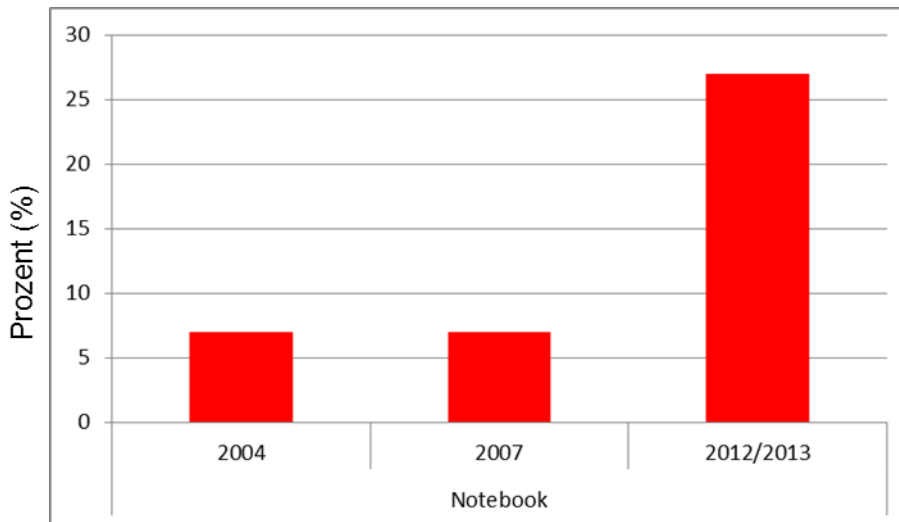


Quelle: Eigene Darstellung, berechnet nach GfK-Daten (n=622 in 2012; geringster Wert n=17 in 2004; sehr geringe Fallzahlen zwischen 2004 und 2007)

Ein eindeutiger Trend, etwa dass Notebooks im Zeitverlauf signifikant früher kaputt gehen, ist aus diesem Datensatz nicht ableitbar. Die Abbildung 48 zeigt allerdings, dass der Anteil der defekten Notebooks an allen Ersatzkäufen im Vergleich zu den Erhebungen von 2004 und 2007 deutlich zugenommen hat und 2012/2012 über 25% ausmachte.

³² Bei der Datenerhebung wurde nicht danach differenziert, ob die defekten Geräte ggf. noch reparierfähig gewesen wären bzw. einzelne Bauteile oder Komponenten austauschbar gewesen wären. Ein „endgültiger“ Defekt wurde somit nicht abgefragt.

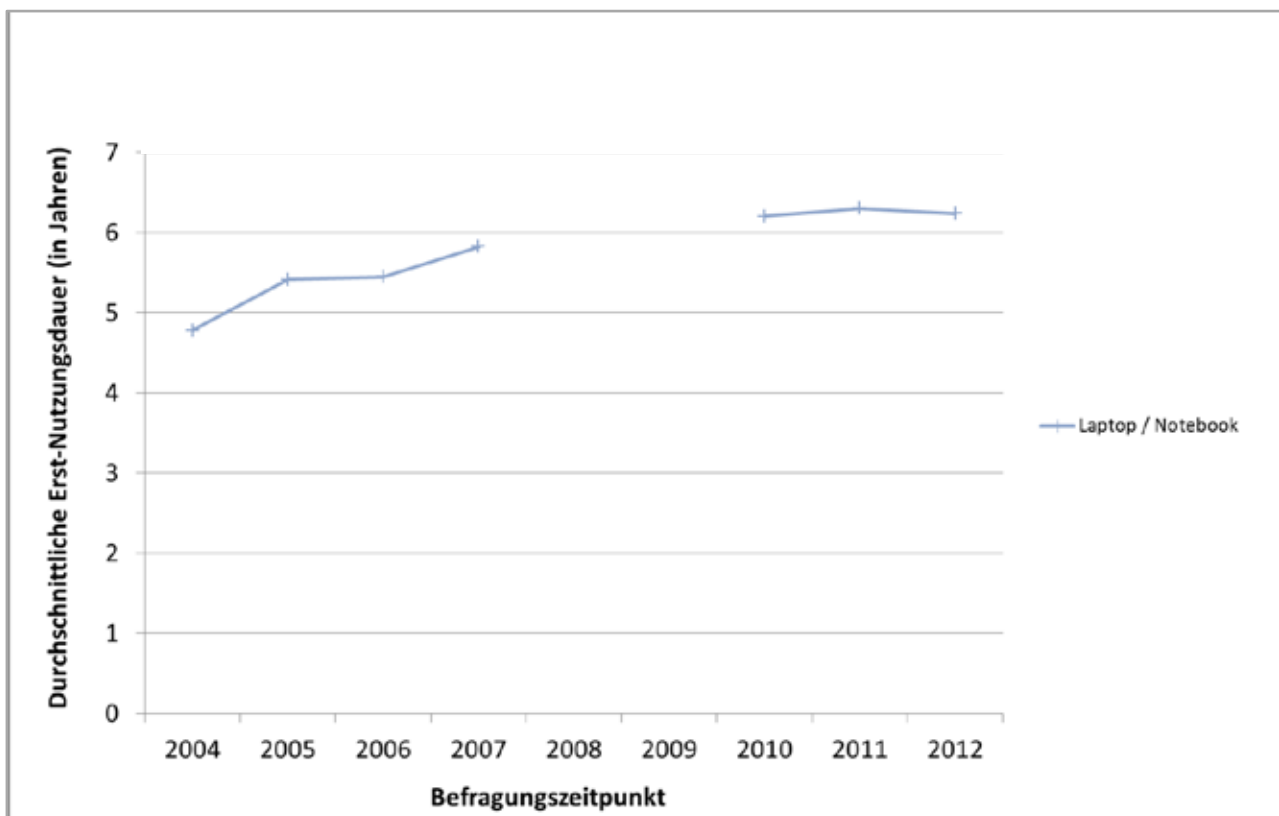
Abbildung 48 Jährlicher Anteil der Notebooks, die durch ein Neugerät ersetzt wurden, weil das vorhandene Notebook defekt war



Quelle: Eigene Darstellung, berechnet nach GfK-Daten

Abbildung 49 zeigt, dass diejenigen Notebooks, die ersetzt wurden, weil sie fehlerhaft oder unzuverlässig waren, im Jahr 2004 durchschnittlich nach 4,8 Jahren ersetzt wurden (geringe Fallzahlen von 2004-2007). Im Zeitraum bis 2012 stieg die durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer dieser Geräte auf 6,3 Jahre in 2011 und 6,2 Jahre in 2012.

Abbildung 49 Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer der ersetzten Notebooks mit dem Hauptaustauschgrund „Das alte Gerät war fehlerhaft bzw. unzuverlässig“

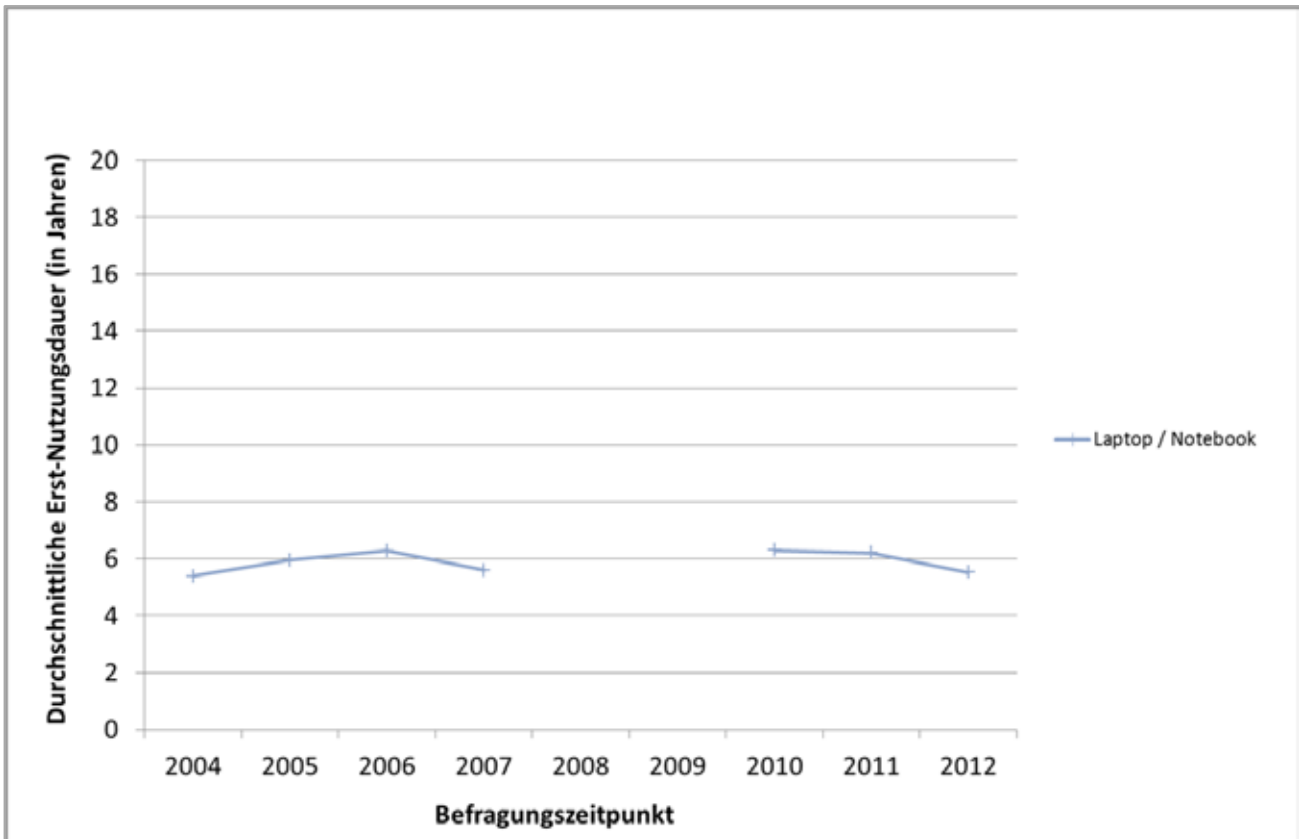


Quelle: Eigene Darstellung, berechnet nach GfK-Daten (n=352 in 2012; geringster Wert n=23 in 2004; sehr geringe Fallzahlen zwischen 2004 und 2007)

In Abbildung 50 ist die durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer der Notebooks dargestellt, die zwischen 2004 und 2012 ersetzt wurden, obwohl das alte Gerät noch funktionsfähig war bzw. die Käufer ein besseres Gerät wollten. Es zeigt sich, dass die durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer dieser Notebooks ca. 6 Jahre beträgt. Abweichungen um diesen Wert sind gering.

Ein eindeutiger Trend hinsichtlich einer Verlängerung oder Verkürzung der durchschnittlichen Nutzungsdauer kann aus den Daten nicht abgeleitet werden.

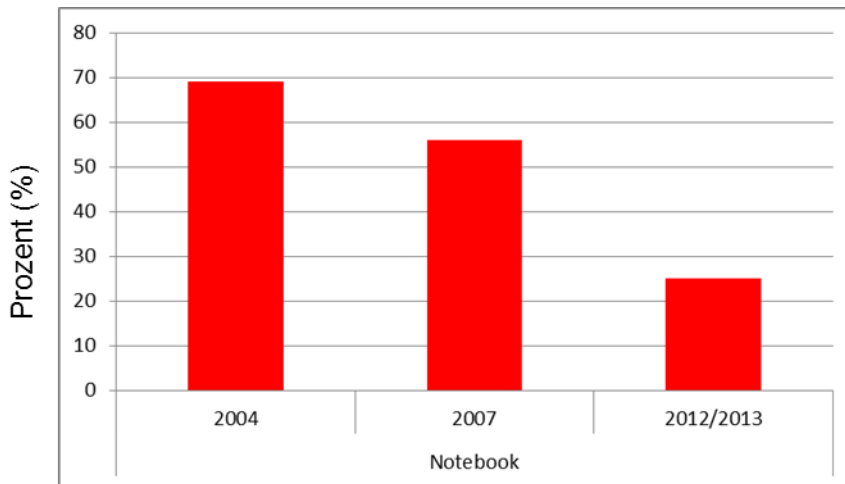
Abbildung 50 Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer der ersetzten Notebooks mit dem Hauptaustauschgrund „Das alte Gerät funktioniert zwar noch, ich (wir) wollten aber ein bessere Gerät“



Quelle: Eigene Darstellung, berechnet nach GfK-Daten (n=572 in 2012; geringster Wert n=169 in 2004)

Es kann allerdings festgehalten werden, dass die Notebooks im Vergleich zu den Datenerhebungen 2004 und 2007 in den Jahren 2012/2013 immer seltener aufgrund des Wunsches nach einem besseren Gerät ersetzt wurden (Abbildung 51).

Abbildung 51 Jährlicher Anteil der Notebooks, die funktionsfähig waren und durch ein besseres Notebook ersetzt wurden



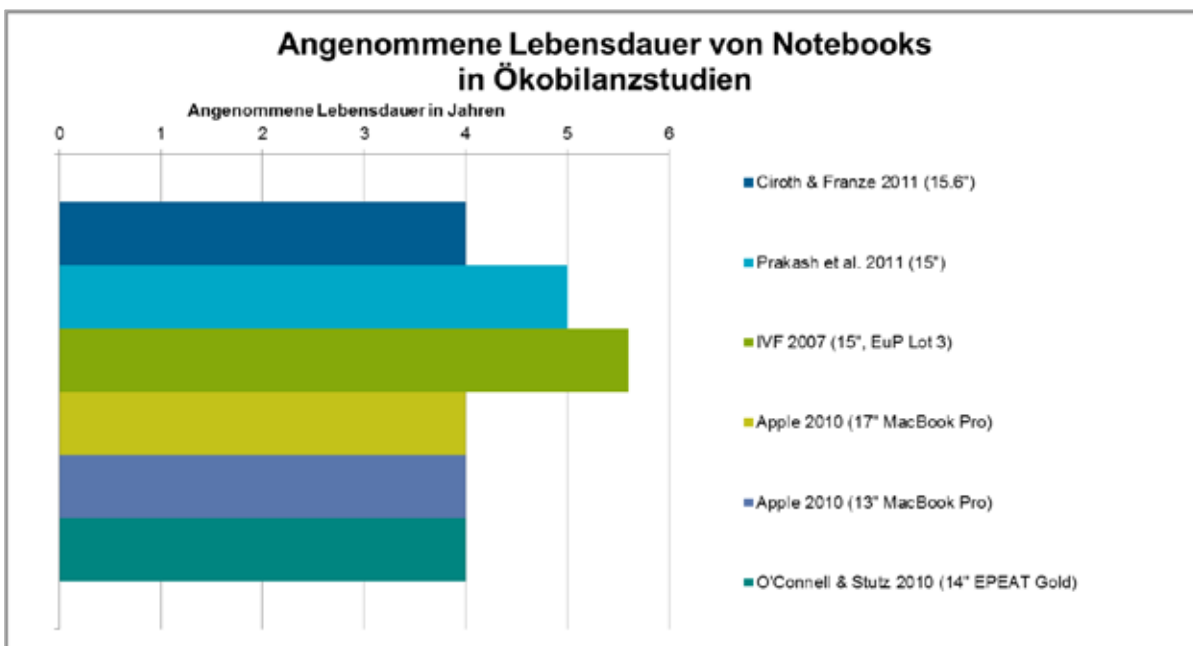
Quelle: Eigene Darstellung, berechnet nach GfK-Daten

5.4.2 Auswertung von wissenschaftlichen Studien (z.B. Ökobilanzstudien)

Notebooks

Bezüglich der Lebensdauer von Notebooks werden in der Literatur unterschiedliche Annahmen getroffen. In Abbildung 52 sind die Annahmen zu Lebensdauer von sechs einschlägigen Ökobilanzstudien der vergangenen Jahre zusammengefasst. Es zeigt sich, dass eine typische Annahme der Lebensdauer 4 Jahre beträgt (Ciroth & Franze 2011; Apple 2010; O'Connell & Stutz 2010). Es werden aber auch Annahmen zwischen 4 und 6 Jahren getroffen (Prakash et al. 2011: 5 Jahre; IVF 2007: 5,6 Jahre).

Abbildung 52 Angenommene Lebensdauer von Notebooks in Ökobilanzstudien



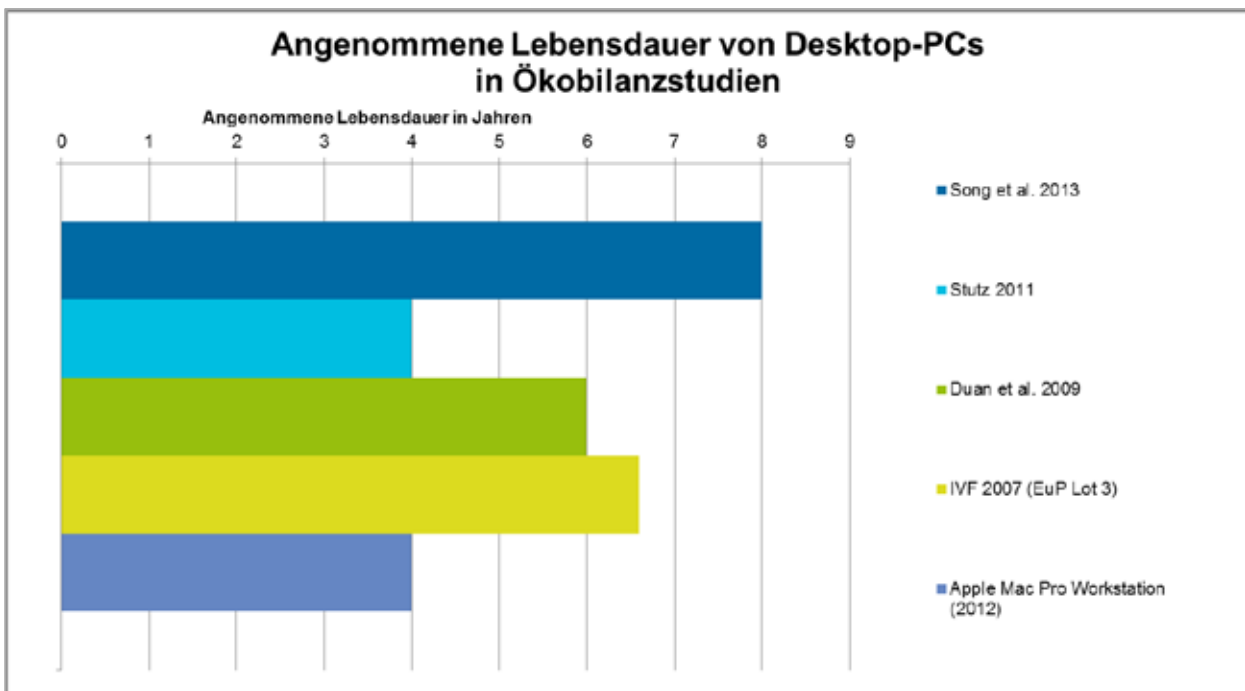
Quelle: Graulich et al. (2013b)

Ein Trend bezüglich der Veränderung der Lebensdauer kann aus den vorhandenen Daten nicht abgeleitet werden.

Desktop-PCs

Auch hinsichtlich der Lebensdauer von Desktop-PCs werden in der Literatur unterschiedliche Annahmen getroffen. Abbildung 53 zeigt wie sehr sich die Annahmen in den betrachteten Studien unterscheiden. Während Stutz et al. (2011) und Apple (2012) von 4 Jahren ausgehen, werden in Duan et al. (2009) 6 Jahre angenommen, in IVF (2007) 6,6 Jahre und in Song et al. (2013) 8 Jahre.

Abbildung 53 Angenommene Lebensdauer von Desktop-PCs in Ökobilanzstudien



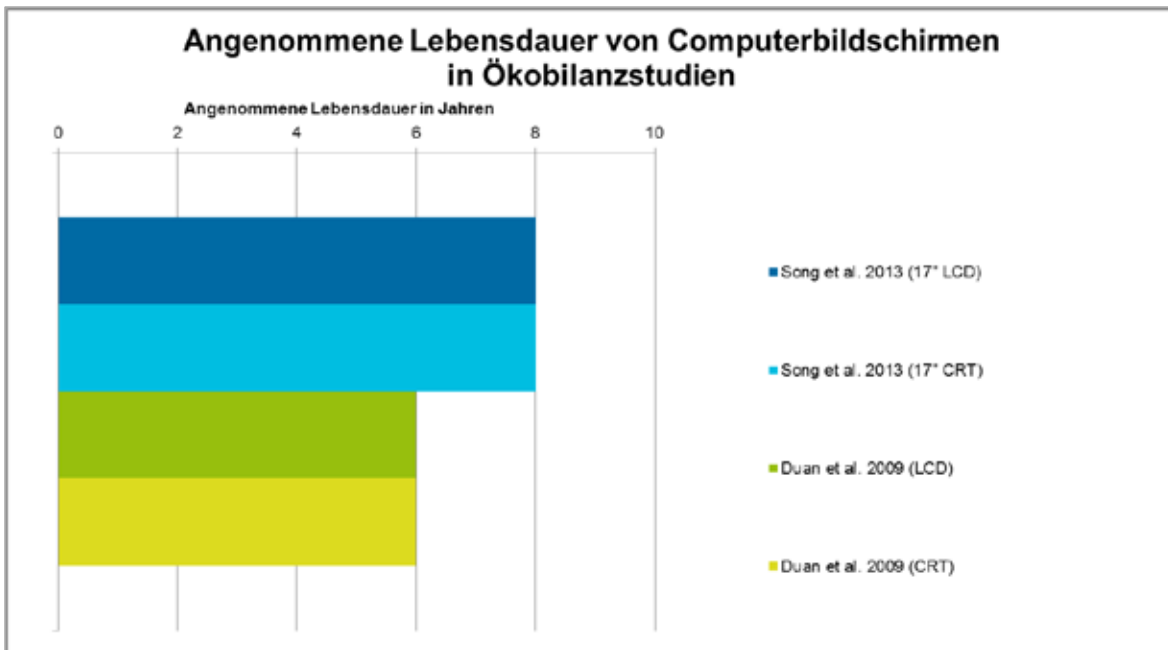
Quelle: Graulich et al. (2013b)

Anhand der vorliegenden Daten lässt sich für Desktop-PCs keine eindeutige Entwicklung bezüglich einer Verlängerung oder Verkürzung der Lebensdauer von Desktop-PCs ableiten.

Computerbildschirme

Die Annahmen zur Lebensdauer von Computerbildschirmen in der Literatur liegen typischerweise zwischen 6 und 8 Jahren.

Abbildung 54 Angenommene Lebensdauer von Computerbildschirmen in Ökobilanzstudien



Quelle: Graulich et al. (2013b)

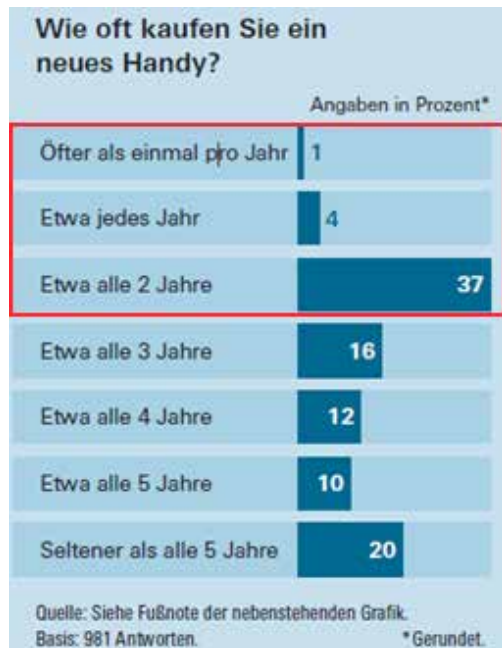
Mobiltelefone

Defra (2009) geht in einer umfassenden Studie zur Lebensdauer von Produkten bei Mobiltelefonen von einer Lebensdauer von 2 Jahren aus. Diese Annahme wird von Manhart et al. (2012) auch hinsichtlich der Erstnutzung von Smartphones bestätigt. Im Hintergrund dieser Lebensdauer steht die Tatsache, dass Mobilfunkverträge in Deutschland in der Regel über 2 Jahre laufen und die Nutzungsdauer stark mit der Vertragslaufzeit korreliert. Mit dem Abschluss eines Folgevertrages wird oftmals automatisch ein neues Modell angeschafft und das alte Gerät außer Betrieb genommen.³³ Vor dem Hintergrund, dass Smartphones oftmals einer Zweitnutzung überführt werden, kann bei Smartphones nach Manhart et al. (2012) von einer durchschnittlichen Nutzungsdauer von 2,5 Jahren ausgegangen werden.

Einer Befragung der Stiftung Warentest zufolge (Stiftung Warentest 2013) tauschen 42% der Nutzer in Deutschland ihr Mobiltelefon innerhalb von 2 Jahren aus (Abbildung 55). Etwa 16% der Nutzer tauschen das Mobiltelefon alle 3 Jahre aus, weitere 12% alle 4 Jahre. Nur etwa 20% der Befragten tauschen ihr Mobiltelefon seltener als alle 5 Jahre.

³³ Einige Mobilfunkanbieter werben im Jahr 2014 in Deutschland damit, die Kunden sogar jährlich mit dem neuesten Smartphone auszustatten.

Abbildung 55 Häufigkeit des Austauschs von Mobiltelefonen in Deutschland



Quelle: Stiftung Warentest 2013

Auch Untersuchungen in Japan für die Jahre 1995–2007 (Murakami et al. 2010, siehe Abschnitt 4.6.2) zeigen, dass die durchschnittliche Lebensdauer der Mobiltelefone zwischen 2 und 2,9 Jahren liegt.

6 Fazit und Ausblick

Der vorliegende Zwischenbericht beschreibt mögliche Methoden und Quellen, um Lebensdauern für verschiedene Produktgruppen bestimmen zu können. Es wurde gezeigt, dass subjektive Erfahrungsberichte in sozialen Medien, Internetforen und Verbraucherportalen wie „Murks? Nein Danke!“ zwar einige Hinweise auf Qualitätsmängel bei Produkten geben, daraus aber aufgrund der fehlenden Vergleichbarkeit und Systematik keine allgemeinen Trends bezüglich der Produktlebens- und Nutzungsdauer abgeleitet werden können. Es konnte auch gezeigt werden, dass es insbesondere für Laien schwierig ist, gutgemeinte Hinweise verifizieren oder falsifizieren zu können.

Replizierbare Tests auf wissenschaftlicher Grundlage, wie sie von der Stiftung Warentest durchgeführt werden, geben wichtige Hinweise für Qualitätsunterschiede, wiederholt auftretende Qualitätsmängel, Schwachstellen und Merkmale, die die Lebensdauer von Produkten einschränken. Allgemeine Aussagen zur Lebensdauer von Elektro- und Elektronikgeräten lassen sich auf Basis solcher Tests allerdings nur beschränkt wissenschaftlich fundiert ableiten.

In der Abfallwirtschaft sind Angaben der Lebensdauern für die Bestimmung künftiger Abfallmengen zentral. Wie gezeigt werden konnte, stehen diese Methoden im Spannungsfeld zwischen der Genauigkeit ihrer Ergebnisse und dem dafür betriebenen Aufwand zur Datenbeschaffung.

Die Auswertung weiterer wissenschaftlicher Studien über die Ermittlung von Lebensdauern in der Abfallwirtschaft hat beispielweise für die Niederlande gezeigt, dass die Lebens- und Nutzungsdauern aller untersuchten Produktgruppen im Vergleich zum Jahr 2000 zurückgegangen sind. Allerdings lassen diese Daten keine Aussage darüber zu, ob dieser Rückgang eher einer kürzeren Nutzungszeit durch die Verbraucherinnen und Verbraucher zuzuschreiben ist oder kürzeren technischen Lebensdauern. Nicht zu vernachlässigen sind die nationalen und globalen Finanz- und Wirtschaftskrisen, die die Kaufentscheidungen der Verbraucherinnen und Verbraucher bezüglich einer Neuanschaffung oder einer weiteren Nutzung beeinflussen.

Die Auswertung der GfK-Erhebungen zur Entwicklung der Erst-Nutzungsdauer von Haushaltsgroßgeräten, Hand- und Stabmixern, Flachbildschirmfernsehern und Notebooks zwischen 2004 und 2012/ 2013 zeigt keine einheitlichen Trends, sondern je nach Produktgruppe ein unterschiedliches Bild. Bei einer Reihe von Produkten sind kürzere Erst-Nutzungsdauern festzustellen. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Geräte nicht nur aus Defektgründen ersetzt werden. Sowohl bei Haushaltsgroßgeräten als auch bei TV-Flachbildschirmen spielt oft der Wunsch, ein funktionierendes Gerät durch ein neues und besseres Gerät zu ersetzen, eine wichtige Rolle. Bei Haushaltsgroßgeräten ist ein steigender Anteil von defekten Geräten, die in weniger als 5 Jahren ausgetauscht werden müssen, festzustellen. Zwischen 2004 und 2012 stieg der Anteil der Haushaltsgroßgeräte, die nach weniger als 5 Jahren aufgrund eines Defektes ausgetauscht werden mussten, von 3,5% auf 8,3% der Gesamtersatzkäufe. Technikwechsel innerhalb einer Produktgruppe, wie zum Beispiel der vom Röhren- zum Flachbildschirmfernseher können Änderungen – vor allem auch in der Erst-Nutzungsdauer – mit sich bringen.

Die in diesem Zwischenbericht ermittelte Datengrundlage füllt eine bisher bestehende Forschungslücke und schafft somit Transparenz und Klarheit über die tatsächliche Nutzungszeit (bezogen nur auf die Erst-Nutzungsdauer) der untersuchten Elektro- und Elektronikgeräte in den Haushalten in Deutschland. Angesichts der unterschiedlichen Trends in den untersuchten Produktgruppen wird deutlich, dass damit keine allgemeinen Aussagen zu anderen Produktgruppen möglich sind.

Die Ergebnisse des Zwischenberichts bilden die Grundlage für die nächstfolgenden Arbeitspakete, in denen Ursachen für Obsoleszenz sowie Lösungen und Strategien für die Erreichung einer optimalen Lebensdauer untersucht werden.

Der Abschlussbericht wird voraussichtlich im letzten Quartal 2015 veröffentlicht.

7 Referenzen

- Andrae & Andersen 2010 Andrae, A.S.G.; Andersen, O.; Life cycle assessments of consumer electronics – are they consistent?; International Journal of Life Cycle Assessment (2010) 15:827–836
- Apple 2012 Apple Datasheet Mac Pro Workstation
- Apple 2010 Apple Datasheet MacBook Pro
- Bakker et al. 2014 Bakker, C.; Wang, F.; Huisman, J.; den Hollander, M.; Products that go around; Exploring product life extension through design; Journal of Cleaner Production (2014), Vol. 69, pp. 10-16, 2014
- Bakker et al. 2012 Bakker C.; Ingenegeren R.; Devoldere T.; Tempelman E.;Huisman J.; Peck D.; Rethinking Eco-design Priorities – the case of the Econova television; Paper presented at the Electronic Goes Green conference, 9.-12. September 2012, Berlin
- BFH 1997 Bundesfinanzhof (BFH), 19.11.1997 - X R 78/94
- BMF 2000 Bundesfinanzministerium (BMF), Abschreibung für Abnutzung für allgemein verwendbare Anlagegüter (AfA-AV), 2000
- BMF 2012 Bundesfinanzministerium (BMF),
http://www.bundesfinanzministerium.de/Web/DE/Themen/Steuern/Weitere_Steuerthemen/Betriebspruefung/AfA_Tabellen/afa_tabelle_n.html, Zugriff am 18.03.2014
- Bertling et al. 2014 Bertling, J.; Hiebel, M.; Pflaum, H.; Nühlen, J.; Arten und Entstehungstypen frühzeitiger Produktalterung – Entwicklung eines Obsoleszenz-Portfolios; UmweltMagazin 3-2014
- Buchert et al. 2012 Buchert, M.; Manhart, A.; Bleher, D.; Pingel, D.; Recycling kritischer Rohstoffe aus Elektronik-Altgeräten, Öko-Institut e.V. im Auftrag des Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, 2012
- Chancerel 2010 Chancerel, P.; Substance flow analysis of the recycling of small waste electrical and electronic equipment: An assessment of the recovery of gold and palladium, ITU-Schriftenreihe 09/2010, Institut für Technischen Umweltschutz, Technische Universität Berlin, Dissertation, abgerufen von
<http://opus.kobv.de/tuberlin/volltexte/2010/2590/>
- Ciroth & Franze 2011 Ciroth A.; Franze J.; LCA of an Ecolabeled Notebook, Consideration of Social and Environmental Impacts, Along the Entire Life Cycle, 2011
- Cooper 2005 Cooper, T.; Slower Consumption – Reflections on Product Life Spans and the “Throwaway Society”; Journal of Industrial Ecology, Vol. 9, Issues 1-2 - Winter-Spring 2005
- Defra 2009 Downes, J.; Thomas, B.; Dunkerley, C and H. Walker; Longer Product Lifetimes; Final Report; Defra 2009

- Deng et al. 2011 Deng, L.; Babbitt, C.W.; Williams, E.D.; Economic-balance hybrid LCA extended with uncertainty analysis: case study of a laptop computer; Journal of Cleaner Production, 19(11),2011
- Duan et al. 2009 Duan H.; Eugster M.; Hischier R.; Streicher-Porte M.; Li J.H.; Life cycle assessment study of a Chinese desktop personal computer; Science of the Total Environment 407, 1755-1764, 2009
- ESRI 2008 Economic and Social Research Institute (ESRI), Cabinet Office; Consumer confidence survey Tokyo, Japan, 1992–2008
- Eugster et al. 2007 Eugster, M.; Hischier, R.; Duan, H.; Key Environmental Impacts of the Chinese EEE-Industry – Report; EMPA Materials Science & Technology, St. Gallen 2007
- EuP 2007 EuP Preparatory Studies “Televisions” (Lot 5); Final Report; compiled by Fraunhofer IZM, 2007;
http://www.ecotelevision.org/finalised_documents.php
- Gabler 2014 Gablers Wirtschaftslexikon: „Betriebsgewöhnliche Nutzungsdauer“, <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/56479/betriebsgewoehnliche-nutzungsdauer-v7.html>, Zugriff am 11.11.2014
- GfK Consumer Panel 2004-2012 Gesellschaft für Konsumforschung (GfK); Daten aus dem Consumer Panel 2004-2012 zur Produktgruppe Fernseher; 2014
- Graulich et al. 2013a Graulich, K.; Groß, R.; Liu, R.; Manhart, A.; Prakash, S. (Öko-Institut e.V.); Osmani, D.; Wolf O. (JRC-IPTS); Development of European Ecolabel Criteria for Televisions, 2013.
- Graulich et al. 2013b Graulich, K.; Groß, R.; Liu, R.; Manhart, A.; Prakash, S. (Öko-Institut e.V.); Dodd N.; Wolf O. (JRC-IPTS); Development of European Ecolabel and Green Public Procurement Criteria for Personal Computers & Notebook Computers, 2013
- Gutiérrez et al. 2011 Gutiérrez, E.; Adenso-Díaz, B.; Lozano S.; González-Torre, P.; Lifetime of household appliances: empirical evidence of users behaviour; Waste Management & Research 29(6), 2011, 622-633
- Halt & Hass 2014 Informationen zu den Produkttest Halt & Hass;
<http://www.haltandhass.com/>, Zugriff am 28.01.2014
- Hendriksen 2007 Hendriksen, T.; Bezit, afdanking en verkrijging van witgoed, bruingoed en grijsgoed; GfK Panel Services Benelux, Dongen, the Netherlands, 2007
- Hendriksen 2009 Hendriksen, T.; Possession, disposal and purchasing of discharge lamps in Dutch households. GfK Panel Services Benelux, Dongen, the Netherlands, 2009
- Hischier & Baudin 2010 Hischier R.; Baudin I.; LCA study of a plasma television device; International Journal of Life Cycle Assessment, 2010, 15:428–438
- Huisman et al. 2012 Huisman, J.; van der Maesen, M.; Eijssbouts, R.J.J.; Wang, F.; Baldé, C.P.; Wielenga, C.A.; The Dutch WEEE Flows; United Nations University, ISP – SCYCLE, Bonn, March 2012

- Huulgaard & Remmen 2012
Huulgaard, R.D.; Remmen, A. (Aalborg University); Eco-design Requirements for Televisions; The Danish Environmental Protection Agency, 2012
- IFEU 2011
Institut für Energie- und Umweltforschung (IFEU); Rohstoffdatenblätter; Heidelberg 2011
- IVF 2007
Industrial Research and Development Corporation (IVF); EuP Ecodesign Study, Lot 3: personal computers (desktops and laptops) and computer monitors, 2007
- Karagiannidis et al. 2005
Karagiannidis A.; Perkoulidis G.; Papadopoulos A.; Moussiopoulos N.; Tsatsarelis T.; Characteristics of wastes from electric and electronic equipment in Greece: results of a field survey, Waste Management & Research, 2005, 23(4):381-388
- Lutz et al. 2011
Lutz, J.D.; Hopkins, A.; Letschert, V.; Franco, V.H.; Sturges, A.; Using national survey data to estimate lifetimes of residential appliances; HVAC&R Research 17(5), 2011, 726-736
- Manhart et al. 2012
Manhart, A.; Riewe, T.; Brommer, E.; PROSA Smartphones; Entwicklung der Vergabekriterien für ein klimaschutzbezogenes Umweltzeichen; 2012; <http://www.oeko.de/oekodoc/1518/2012-081-de.pdf>
- Murakami et al. 2009
Average lifespan of mobile phones and in-use and hibernating stocks in Japan, International Journal of Life Cycle Assessment, Japan, 5(1), 2009,138-144
- Murakami et al. 2010
Murakami, S.; Ohsugi, H.; Murakami-Suzuki, R.; Mukaida, A.; Tsujimura, H.; Lifespan of Commodities, Part I: The Creation of a Database and its Review, Journal of Industrial Ecology, 14 (4), 2010
- O’Connell & Stutz 2010
O’Connell, S.; Stutz, M.; Product Carbon Footprint (PCF) Assessment of Dell Laptop – Results and Recommendations, 2009; Sustainable Systems and Technology (ISSST), 2010 IEEE, ISBN: 978-1-4244-7094-5
- Oguchi et al. 2010
Oguchi, M.; Murakami, S.; Tasaki, T.; Daigo, I.; Hashimoto, S.; Lifespan of Commodities, Part II: Methodologies for Estimating Lifespan Distribution of Commodities”; Journal of Industrial Ecology, Vol. 14(4), 2010
- Prakash et al. 2014
Prakash, S.; Gröger, G.; Hipp, T.; Roden, I.; Borgstedt, S.; Schlösser, A.; Stobbe, L.; Proske, M.; Riedel, H.; Chancerel, P.; Schreiber, S.; Ermittlung und Erschließung des Energie- und Ressourceneffizienzpotenzials von Geräten der Unterhaltungselektronik, Öko-Institut e.V. in Zusammenarbeit mit der Technischen Universität Berlin und SINUS-Institut für Markt- und Sozialforschung GmbH, Forschungskennzahl (UFOPLAN) 3711 95 313 im Auftrag des Umweltbundesamtes, Dessau

- Prakash et al. 2012 Prakash, S.; Liu, R; Schischke, K.; Stobbe, L.; Timely replacement of a notebook under consideration of environmental aspects – life cycle analysis using the data basis of the EuP preparatory study, ProBas, and Ecoinvent; Öko-Institut e.V. in cooperation with Fraunhofer IZM; 2011
- Prakash & Manhart 2010 Prakash, S., Manhart, A.; Socio-economic assessment and feasibility study on sustainable e-waste management in Ghana. Öko-Institut im Auftrag des Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment, VROM-Inspectorate, Den Haag
- Schridde et al. 2012 Schridde, S.; Kreiß, C.; Winzer, J.; Geplante Obsoleszenz: Entstehungsursachen, konkrete Beispiele, Schadensfolgen, Handlungsprogramm; Gutachten im Auftrag der Bundesfraktion Bündnis 90/Die Grünen, 2013
- Song et al. 2013 Song Q.B.; Wang Z.S.; Li J.H.; Yuan W.Y.; Life cycle assessment of desktop PCs in Macau, International Journal of Life Cycle Assessment, 2013, 18(3), 553-566
- Statistisches Bundesamt 2012 Statistisches Bundesamt (Hrsg.); Umwelt – Abfallbilanz 2010, Wiesbaden 2012
- Stiftung Warentest 2013 Stiftung Warentest (Hrsg.); „Schon kaputt?“, test 9/2013
- Stutz et al. 2011 Stutz M.; O’Connell S.; Pflueger J.; Carbon Footprint of a Dell Rack Server; Paper presented at Electronics Goes Green conference, 2012
- taz 2014 „Knast für Murks“, die Tageszeitung vom 05.11.2014
- Tsurukuwa et al. 2011 Tsurukawa, N.; Manhart, A.; Prakash, S.; Social impacts of artisanal cobalt mining in Democratic Republic of the Congo, Öko-Institut e.V. 2011
- Thomas et al. 2011 Thomas N.J.; Chang N.B.; Qi C.; Preliminary assessment for global warming potential of leading contributory gases from a 40-in. LCD flat-screen television, International Journal of Life Cycle Assessment, 2012 17(1), 96–104
- Verbraucher Kommission Baden-Württemberg 2014 Qualität statt vorzeitiger Verschleiß – Diskussionspapier zur eingebauten Obsoleszenz bei Konsumgütern; 21.07.2014
- Wang et al. 2013 Wang, F.; Huisman, J.; Stevels, A.; Baldé, C.P.; Enhancing e-waste estimates: Improving data quality by multivariate input-output analysis; Waste management 33(11), 2013, 2397-2407
- Wilker H. 2010 Wilker, H.; Weibull-Statistik in der Praxis: Leitfaden zur Zuverlässigkeitsermittlung technischer Komponenten, Band 3, 2010
- Williams & Hatanka 2005 Williams, E.; Hatanka, T.; Residential computer usage patterns in Japan und associated life cycle energy use. In: Proceedings of the IEEE International Symposium on Electronics and the Environment, IEEE, May 2005, Piscataway, New Jersey, pp. 177-182

- WRAP 2011 Waste & Resources Action Programme (WRAP); Case study; Specifying durability and repair for in LCD televisions – A case study of three LCD televisions to identify and encourage durability and repair, June 2011;
<http://www.wrap.org.uk/sites/files/wrap/TV%20case%20study%20AG.pdf>
- Yang et al. 2008 Yang, J.; Bin L.; Cheng, X.; WEEE flow and mitigating measures in China; Waste Management, 28(9), 2008, 1589-1597
- Young 2008 Young, D.; When do energy-efficient appliances generate energy savings? Some evidence from Canada; Energy Policy, 36(1), 2008, 34-46

Danksagung

An der Erstellung dieses Berichtes haben seitens der Universität Bonn, Haushaltstechnik, eine Reihe von Studierenden und Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern mitgewirkt, denen hier an dieser Stelle ein ausdrücklicher Dank ausgesprochen werden soll. Dies betrifft insbesondere Angelika Schmitz, Annemie Bidmon, Laura Hennies und Katharina Röhrig.