

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

TEXTE 11/2016

Umweltforschungsplan des
Bundesministeriums für Umwelt,
Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit

Forschungskennzahl 3713 32 315
UBA-FB 002290

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

von

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


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:

Februar 2016

Redaktion:

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

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/einfluss-der-nutzungsdauer-von-produkten-auf-ihre-1>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, Februar 2016

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.

Kurzbeschreibung

Das übergeordnete Ziel des Vorhabens ist, eine fundierte Datengrundlage zur Beschreibung und Beurteilung der Erscheinung Obsoleszenz bzw. der Trends der erreichten Produktlebens- und Nutzungsdauer zu schaffen und darauf aufbauend handlungssichere Strategien gegen Obsoleszenz zu entwickeln. Die Ergebnisse zeigen, dass die Elektro- und Elektronikgeräte aus vielfältigen Gründen ersetzt werden. Dabei wirken werkstoffliche, funktionale, psychologische und ökonomische Obsoleszenzformen zusammen und erzeugen ein hochkomplexes Muster. Selbst die Ursachen der werkstofflichen Obsoleszenz sind in der Regel sehr divers und ermöglichen somit keine eindeutige Schwerpunktsetzung. Die Analyse bestätigt außerdem, dass die Erst-Nutzungsdauer von den meisten untersuchten Produktgruppen in den letzten Jahren abgenommen hat. Dabei wurde festgestellt, dass mehr Elektro- und Elektronikgeräte ersetzt werden, obwohl sie noch gut funktionieren und der Wunsch nach einem besseren Gerät kaufentscheidend ist. Auf der anderen Seite wird auch festgestellt, dass ein beträchtlicher Anteil von Elektro- und Elektronikgeräten ersetzt und entsorgt wurde, bevor die Geräte die durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer oder das Alter von 5 Jahren erreicht haben. Aus ökologischen Gesichtspunkten schneiden die langlebigen Waschmaschinen, TV-Geräte und Notebooks in allen Umweltkategorien besser ab als die kurzlebigen Varianten. Ob die Anschaffung eines langlebigen Gerätes auch ökonomisch sinnvoll ist, hängt entscheidend davon ab, wie hoch der Unterschied der Anschaffungskosten zwischen kurz- und langlebigen Produkten ist und ob kostenaufwändige Reparaturen/Aufrüstungen durchgeführt werden müssen, um eine längere Nutzungsdauer zu erreichen. In Anbetracht der technologischen Weiterentwicklungen und Innovationen bei Elektro- und Elektronikgeräten bilden *Lebensdaueranforderungen, Standardisierung und Normung* den Kern der übergeordneten Strategien gegen Obsoleszenz. Darüber hinaus müssen innovative Service-Modelle der Hersteller, Mindestanforderungen an die Software, Verbesserung der Verbraucherinformationen, Erhöhung der Informationspflichten der Hersteller und verbesserte Reparaturfähigkeit der Geräte ebenfalls umgesetzt werden.

Abstract

The overall objective of the project is to create a sound data base for describing and assessing the phenomenon obsolescence, trends on life-span and usage times, and based on this, to develop strategies against obsolescence. The results show that the reasons for replacing electrical and electronic appliances are diverse. Thereby, material, functional, psychological and economic obsolescence operate in conjunction and create a highly complex pattern. Even the causes of material obsolescence are quite diverse and pinpointing any one specific cause is difficult. However, the study confirms that the first useful service life of most of the analysed product groups has decreased over the last years. At the same time, it was established that an increasing number of functional electrical and electronic appliances are replaced. In such cases, the desire to possess an even better appliance is pivotal. On the other hand, it was proved that an increasing share of appliances are replaced or disposed of before they reach an average first useful service life or age of 5 years. From ecological perspective, long-life products perform better in all environmental impact categories than short-life products. The economic performance of long-life products depends largely on the difference in the purchase prices of long-life and short-life products as well as on costs for repair and upgrades required to achieve a longer usage time. Against the background of the technological development and innovations in electrical and electronic appliances, requirements pertaining to product lifespans and standardization build the core of the strategies against obsolescence. Furthermore, innovative service models of manufacturers, minimum requirements for the software, improvement of consumer information, extending the obligation to inform by manufacturers and improved reparability of the products need to be implemented at the same time.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	10
Tabellenverzeichnis.....	15
Abkürzungen	19
Zusammenfassung	21
Summary	40
1 Einleitung und Hintergrund.....	57
2 Zielsetzung des Vorhabens	62
3 Begriffsbestimmung	64
4 Allgemeine Methoden zur Abschätzung von Lebens-, Nutzungs- und Verweildauern von Produkten.....	66
4.1 Internetforen und soziale Medien.....	66
4.2 Verbraucherportale und -kampagnen	68
4.3 Produkttests.....	69
4.4 AfA-Tabellen öffentlicher Einrichtungen.....	70
4.5 Lebensdauern in der Abfallwirtschaft.....	71
4.5.1 Methodik für Abfallprognosen	71
4.5.2 Distribution Delay Methode (Weibull-Funktionen: Verteilungsfunktionen zur Abbildung von Lebensdauerdaten)	73
4.6 Wissenschaftliche Publikationen.....	74
4.6.1 Datenerhebung in den Niederlanden.....	74
4.6.2 Datenerhebung in Japan	77
4.6.3 Lebensdauererweiterung versus Neukauf.....	81
5 Produktspezifische Ansätze zur Abschätzung von Lebens-, Nutzungs- und Verweildauer	84
5.1 Haushaltsgroßgeräte	84
5.1.1 Allgemein verfügbare Daten	84
5.1.2 GfK-Umfrage.....	88
5.1.3 Untersuchung an spezialisierten Recyclinganlagen	102
5.1.4 Lebensdauererweiterungstests der Stiftung Warentest.....	105
5.2 Haushaltskleingeräte (Hand- und Stabmixer)	108
5.3 Unterhaltungselektronik.....	110
5.3.1 GfK-Umfrage.....	110
5.3.2 Auswertung von wissenschaftlichen Studien und Produkttests	121
5.4 Informations- und Kommunikationstechnik.....	122
5.4.1 GfK-Umfrage.....	122

5.4.2	Auswertung von wissenschaftlichen Studien (z.B. Ökobilanzstudien).....	128
6	Systematisierung der Ursachen für Obsoleszenz	132
6.1	Hintergrund	132
6.1.1	Auswertung der wissenschaftlichen Studien und unabhängigen Produkttests.....	132
6.1.2	Expertenbefragung	133
6.1.3	Eigene Untersuchungen an kommunalen Sammelstellen und spezialisierten Recyclinganlagen	134
6.1.4	Internetbasierte Verbraucherumfrage	134
6.2	Ursachenanalyse – Fernsehgeräte	138
6.2.1	Werkstoffliche Obsoleszenz.....	138
6.2.2	Funktionale Obsoleszenz	152
6.2.3	Psychologische Obsoleszenz.....	156
6.2.4	Ökonomische Obsoleszenz	158
6.3	Ursachenanalyse – Smartphones/Mobiltelefone.....	159
6.4	Ursachenanalyse – Notebooks.....	173
6.4.1	Werkstoffliche Obsoleszenz.....	173
6.4.2	Funktionale Obsoleszenz	181
6.4.3	Psychologische Obsoleszenz.....	182
6.4.4	Ökonomische Obsoleszenz	184
6.5	Ursachenanalyse – Desktop-PCs	186
6.5.1	Werkstoffliche Obsoleszenz.....	186
6.5.2	Funktionale Obsoleszenz	188
6.5.3	Ökonomische Obsoleszenz	188
6.6	Ursachenanalyse – Drucker	189
6.6.1	Werkstoffliche Obsoleszenz.....	189
6.6.2	Funktionale Obsoleszenz	191
6.6.3	Ökonomische Obsoleszenz	192
6.7	Ursachenanalyse – Waschmaschinen	193
6.7.1	Werkstoffliche Obsoleszenz.....	193
6.7.2	Funktionale Obsoleszenz	209
6.7.3	Psychologische Obsoleszenz.....	215
6.7.4	Ökonomische Obsoleszenz	215
6.8	Ursachenanalyse – Haushaltskleingeräte	218
6.8.1	Handmixer und Wasserkocher.....	218
6.8.2	Elektrische Zahnbürsten.....	231

6.8.3	Espressomaschinen.....	232
6.8.4	Dampfbügeleisen.....	233
6.8.5	Staubsauger.....	234
7	Ökologische und ökonomische Vergleichsrechnung zwischen kurz- und langlebigen Produkten.....	236
7.1	Ökologische Vergleichsrechnung.....	236
7.1.1	Methodische Vorgehensweise.....	236
7.1.2	Waschmaschine.....	243
7.1.3	Fernsehgeräte	249
7.1.4	Notebooks.....	252
7.2	Ökonomische Vergleichsrechnung	255
7.2.1	Methodische Vorgehensweise.....	255
7.2.2	Waschmaschine.....	257
7.2.3	Fernsehgeräte	259
7.2.4	Notebooks.....	261
8	Strategien gegen Obsoleszenz.....	264
9	Schlussfolgerungen und Ausblick.....	282
9.1	Strategien zur Erreichung einer gesicherten Mindestlebensdauer und Verlängerung der Produktlebensdauer	283
9.2	Strategien zur Verlängerung der Produktnutzungsdauer	285
9.3	Einordnung der Strategien gegen Obsoleszenz in den Kontext der Produktentwicklung	287
9.4	Obsoleszenz = geplante Obsoleszenz?.....	288
9.5	Ausblick.....	290
10	Referenzen.....	292
	Danksagung.....	301
	Anhang.....	302
	Anhang I. Beispiel-Fragebogen zur Produktgruppe „Fernseher“	302
	Anhang II. Übersicht der angeschriebenen Einrichtungen.....	307
	Anhang III. Definition der einzelnen Wirkungskategorien	309
	Anhang IV. Normen (Sicherheit und Gebrauchstauglichkeit), in denen Prüfungen der Lebensdauer bzw. Dauerhaftigkeit schon enthalten sind	311
	Anhang V. Lebensdauerbezogene Spezifikationen von Bauteile von Geräten in Normen und Art der Messung.....	312

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Forschungsdesign.....	63
Abbildung 2	Badewannenkurve der Ausfallrate (Weibull-Verteilung)	74
Abbildung 3	Verweildauern von EEG (2005 in Verkehr gebracht) in % der jeweiligen Produktkategorie.....	76
Abbildung 4	Definitionen verschiedener Lebensdauer-Terminologien für Konsumgüter	78
Abbildung 5	Unterschiede der durchschnittlichen Lebens- und Nutzungsdauern von Haushaltsgeräten in Japan	80
Abbildung 6	Erst-Nutzungsdauer von Mobiltelefonen in Japan	81
Abbildung 7	Optimale Lebensdauern von Kühl-/Gefriergeräten in Bezug auf ökologische Belastungen (nach Recipe-Punkten).....	82
Abbildung 8	Optimale Lebensdauern von Notebooks in Bezug auf ökologische Belastungen (nach Recipe-Punkten).....	82
Abbildung 9	Überblick über die Amortisationszeit in Verbindung mit der Energieeffizienzsteigerung in der Nutzungsphase in den gewählten Szenarien	83
Abbildung 10	Entwicklung der durchschnittlichen Erst-Nutzungsdauer von Haushaltsgroßgeräten in Deutschland (2004, 2008, 2012/2013).....	89
Abbildung 11	Anteil (%) der ausgetauschten Haushaltsgroßgeräte an Gesamtersatzkäufen, unabhängig von Altersklassen	91
Abbildung 12	Anteil (%) der ausgetauschten Haushaltsgroßgeräte an Gesamtersatzkäufen, differenziert nach Ersatzgrund sowie Altersklasse.....	92
Abbildung 13	Anteil der max. 5 Jahre alten Haushaltsgroßgeräte an allen Ersatzkäufen innerhalb der Kategorie „das alte Gerät ging kaputt“	93
Abbildung 14	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“	94
Abbildung 15	Neu-/Ersatzkäufe von Haushaltsgroßgeräten und Kaufgründe (2012).....	95
Abbildung 16	Anteil der Gerätetypen an allen gekauften Ersatzgeräten	96
Abbildung 17	Anteil der Kühlgerätetypen an allen gekauften Ersatzkühlgeräten.....	96
Abbildung 18	Austauschrate in % abhängig vom Kaufgrund und durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer des Gerätes (n = Rohfallzahlen aller Ersatzkäufe)	97
Abbildung 19	Erst-Nutzungsdauer der Haushaltsgroßgeräte und Alter der haushaltsführenden Person (2012/2013).....	98
Abbildung 20	Haushaltsnettoeinkommen und Nutzungsdauer der Haushaltsgroßgeräte (2012/2013)	99
Abbildung 21	Hauptaustauschgründe je nach Haushaltsgröße für Geräte mit einer Nutzungsdauer bis zu 5 Jahren	100

Abbildung 22	Vorkommen von Kondensatoren (Y-Achse) in Waschmaschinen nach Herstellungsjahr (X-Achse) des Kondensators (n=625; Daten wurden Mitte bis Ende 2004 in Deutschland gesammelt).....	103
Abbildung 23	Vergleich der Verweildauer der Waschmaschinen (anhand des Kondensatorproduktionsdatums) für die Sammlungen der Jahre 2004 und 2013.....	104
Abbildung 24	Vergleich der Verweildauern von Waschmaschinen nach Marken 2004 und 2013.....	105
Abbildung 25	Durchschnittliche Bewertung der Lebensdauerprüfung von Waschmaschinen in Tests der Stiftung Warentest der jeweilige Jahre in Schulnoten.....	106
Abbildung 26	Lebensdauertest der Stiftung Warentest für Waschmaschinen und Staubsauger.....	107
Abbildung 27	Korrelation von Lebensdauer und Preis bei Waschmaschinen.....	107
Abbildung 28	Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer ersetzter Hand- und Stabmixer (unabhängig vom Hauptaustauschgrund)	108
Abbildung 29	Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer ersetzter ‚kaputter‘ Handmixer	109
Abbildung 30	Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer ersetzter, fehlerhafter/unzuverlässiger‘ Handmixer	109
Abbildung 31	Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer ‚noch funktionierender‘ Handmixer, welche jedoch durch ein besseres Gerät ersetzt wurden	110
Abbildung 32	Durchschnittliche Verkaufsmenge von TV-Geräten.....	111
Abbildung 33	Verkaufspreis von Gerätetypen von 2003–2013 in Deutschland	112
Abbildung 34	Verkaufsmenge und Preis von LCD-Fernsehern von 2003–2013	113
Abbildung 35	Verkaufsmenge und Preis von Röhrenfernsehern 2003–2013.....	114
Abbildung 36	Verkaufsmenge und Preis von Plasmafernsehern von 2003-2013.....	115
Abbildung 37	Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer ersetzter TV-Geräte in Deutschland	116
Abbildung 38	Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer der ersetzen Fernsehgeräte mit dem Hauptaustauschgrund „Das alte Gerät ging kaputt“	117
Abbildung 39	Jährlicher Anteil der TV Geräte, die durch ein Neugerät ersetzt wurden, weil das vorhandene TV-Gerät defekt war	118
Abbildung 40	Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer der ersetzen Fernsehgeräte mit dem Hauptaustauschgrund „Das alte Gerät war fehlerhaft bzw. unzuverlässig“	119
Abbildung 41	Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer der ersetzen Fernsehgeräte mit dem Hauptaustauschgrund „Das alte Gerät funktioniert zwar noch, ich (wir) wollten aber ein besseres Gerät“	120
Abbildung 42	Jährlicher Anteil der TV Geräte, die funktionsfähig waren und durch ein besseres TV-Gerät ersetzt wurden.....	121

Abbildung 43	Angenommene Lebensdauer von Fernsehgeräten in Ökobilanzstudien in der Literatur.....	121
Abbildung 44	Verkaufsmenge und durchschnittliche Marktpreise von Notebooks zwischen 2003 und 2013.....	123
Abbildung 45	Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer von Notebooks in Deutschland.....	124
Abbildung 46	Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer der ersetzen Notebooks mit dem Hauptaustauschgrund „Das alte Gerät ging kaputt“	125
Abbildung 47	Jährlicher Anteil der Notebooks, die durch ein Neugerät ersetzt wurden, weil das vorhandene Notebook defekt war.....	126
Abbildung 48	Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer der ersetzen Notebooks mit dem Hauptaustauschgrund „Das alte Gerät war fehlerhaft bzw. unzuverlässig“	126
Abbildung 49	Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer der ersetzen Notebooks mit dem Hauptaustauschgrund „Das alte Gerät funktioniert zwar noch, ich (wir) wollten aber ein bessere Gerät“	127
Abbildung 50	Jährlicher Anteil der Notebooks, die funktionsfähig waren und durch ein besseres Notebook ersetzt wurden	128
Abbildung 51	Angenommene Lebensdauer von Notebooks in Ökobilanzstudien.....	128
Abbildung 52	Angenommene Lebensdauer von Desktop-PCs in Ökobilanzstudien	129
Abbildung 53	Angenommene Lebensdauer von Computerbildschirmen in Ökobilanzstudien.....	130
Abbildung 54	Häufigkeit des Austauschs von Mobiltelefonen in Deutschland	131
Abbildung 55	Anzahl der Teilnehmenden	136
Abbildung 56	Altersverteilung der Teilnehmenden in Jahren	137
Abbildung 57	Geschlechterverteilung der Teilnehmenden	137
Abbildung 58	Geschützte Positionierung von Steckverbindungen und Buchsen zum Schutz vor mechanischen Einwirkungen	143
Abbildung 59	Mangelhafte Fixierung des Ständers eines TV-Geräts mit Schrauben	143
Abbildung 60	Lötverbindungen mit Leiterplattenbohrungen (links) im Vergleich zu oberflächenmontierten Lötverbindungen (rechts).....	144
Abbildung 61	Steckverbindungen zwischen Leiterplatten	145
Abbildung 62	Clipverbindungen anstelle von Verschraubungen von Leiterplatten	145
Abbildung 63	Alter der Fernseher	149
Abbildung 64	Schnittstelle für den Abruf von Informationen zur Reparatur oder Aktualisierung der Software	152
Abbildung 65	Durchschnittliche Verkaufspreise für TV-Geräte nach Energieeffizienzklassen in EU-24.....	156
Abbildung 66	Steigende Bildschirmgrößen in EU-24	157
Abbildung 67	Jährlicher Anteil der TV Geräte, die funktionsfähig waren und durch ein besseres TV-Gerät ersetzt wurden.....	158

Abbildung 68	Anzahl der abgerufenen Reparaturanleitungen sowie der erfolgreichen Reparaturen bei www.ifixit.com	160
Abbildung 69	Anzahl der abgerufenen Reparaturanleitungen sowie der erfolgreichen Reparaturen des iPhone 4 bei www.ifixit.com	161
Abbildung 70	Anzahl der abgerufenen Reparaturanleitungen sowie der erfolgreichen Reparaturen des iPhone 3GS bei www.ifixit.com	162
Abbildung 71	Nutzung der Funktionen eines Smartphones.....	163
Abbildung 72	Tägliche Nutzungsdauer von Smartphones.....	164
Abbildung 73	Auswertung der Stiftung Warentest zu fest eingebauten Akkus.....	172
Abbildung 74	Umfrage Stiftung Warentest zur Motivation für einen Handywechsel.....	173
Abbildung 75	Alter der Notebooks.....	178
Abbildung 76	Nutzung von Geräten für Fernsehempfang, Videos anschauen und Internetnutzung	183
Abbildung 77	Alter der Waschmaschinen.....	206
Abbildung 78	Index der Waschwirkung (Waschleistung) einer neuen Waschmaschine jeweils unter verschiedenen Bedingungen	211
Abbildung 79	Index der Waschwirkung (Waschleistung) einer alten Waschmaschine von 1975 jeweils unter verschiedenen Bedingungen.	212
Abbildung 80	Waschwirkung (Waschleistung) versus Energieverbrauch für alle Maschinen der Studie (codiert nach Produktionsjahr)	213
Abbildung 81	Wasserverbrauch und berechneter Energieverbrauch, um eine Waschwirkungsklasse-A zu erreichen, nach Baujahr	215
Abbildung 82	Entwicklung des Durchschnittspreises von Waschmaschinen in Europa (Preise vor 2005 für die acht größten Märkte in der damaligen EU).....	216
Abbildung 83	Funktionstest Handmixer.....	219
Abbildung 84	Funktionstest Wasserkocher	219
Abbildung 85	Beispiel für abgefräste Zahnräder bei dem Handmixer.....	220
Abbildung 86	Beispiel für einen stark verkalkten Wasserkocher.....	220
Abbildung 87	Mutmaßlicher Entsorgungsgrund Handmixer	221
Abbildung 88	Mutmaßlicher Entsorgungsgrund Wasserkocher.....	221
Abbildung 89	Alter der Handrührgeräte.....	223
Abbildung 90	Alter der Wasserkocher.....	228
Abbildung 91	Ökologische Vergleichsrechnung zwischen einer kurzlebigen, einer durchschnittlichen und einer langlebigen Waschmaschine (Betrachtungszeitraum 20 Jahre).....	244
Abbildung 92	Kumulierter Energieaufwand (MJ) einer kurzlebigen, einer durchschnittlichen und einer langlebigen Waschmaschine (Betrachtungszeitraum 20 Jahre).....	246

Abbildung 93	Treibhausgaspotenzial (kg CO ₂ e) einer kurzlebigen, einer durchschnittlichen und einer langlebigen Waschmaschine (Betrachtungszeitraum 20 Jahre).....	247
Abbildung 94	Ökologische Vergleichsrechnung zwischen einem kurz- und langlebigen Fernsehgerät (Betrachtungszeitraum 10 Jahre).....	250
Abbildung 95	Kumulierter Energieaufwand (MJ) der kurz- und langlebigen Fernsehgeräte (Betrachtungszeitraum 10 Jahre).....	251
Abbildung 96	Treibhausgaspotenzial (kg CO ₂ e) der kurz- und langlebigen Fernsehgeräte (Betrachtungszeitraum 10 Jahre).....	251
Abbildung 97	Ökologische Vergleichsrechnung zwischen einem kurz- und langlebigen Notebook (Betrachtungszeitraum 12 Jahre).....	253
Abbildung 98	Kumulierter Energieaufwand (MJ) der kurz- und langlebigen Notebooks (Betrachtungszeitraum 12 Jahre).....	254
Abbildung 99	Treibhausgaspotenzial (kg CO ₂ e) der kurz- und langlebigen Notebooks (Betrachtungszeitraum 12 Jahre).....	255
Abbildung 100	Jährliche Gesamtkosten einer kurzlebigen, einer durchschnittlichen und einer langlebigen Waschmaschine.....	258
Abbildung 101	Lebenszykluskosten (kumuliert auf 20 Jahre) einer kurzlebigen, einer durchschnittlichen und einer langlebigen Waschmaschine.....	259
Abbildung 102	Jährliche Gesamtkosten eines kurz- sowie eines langlebigen TV-Geräts.....	260
Abbildung 103	Lebenszykluskosten (kumuliert auf 10 Jahre) eines kurz- sowie eines langlebigen TV-Gerät.....	261
Abbildung 104	Jährliche Gesamtkosten eines kurz- sowie eines langlebigen Notebooks.....	262
Abbildung 105	Lebenszykluskosten (kumuliert auf 12 Jahre) eines kurz- sowie eines langlebigen Notebooks.....	263
Abbildung 106	Einordnung der Strategien gegen Obsoleszenz in den Kontext der Produktentwicklung (Badewannenkurve).....	288

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Beschreibung und Zuordnung der Obsoleszenzursachen.....	35
Tabelle 2	Identifizierung von Strategien gegen Obsoleszenz.....	37
Tabelle 3	Übersicht der Sachbilanzergebnisse für die Produktgruppen Flachbildschirme, Notebooks, Smartphones und LED-Leuchtmittel (private Haushalte Deutschland)	58
Tabelle 4	Rückgewinnung von wichtigen Rohstoffen am Beispiel von Notebooks (Deutschland).....	59
Tabelle 5	Diskussionen zu Lebensdaueraspekten von Notebooks in Internetforen.....	67
Tabelle 6	AfA-AV-Tabelle (Auszug).....	71
Tabelle 7	Übersicht zu Methoden für die Berechnung des Abfallpotenzials	72
Tabelle 8	Median der Lebensdauern von EEG in den Niederlanden 2000 und 2005	74
Tabelle 9	Zusammenstellung von Lebensdauerdaten von Haushaltsgroßgeräten	84
Tabelle 10	Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer in Jahren von Haushaltsgroßgeräten	90
Tabelle 11	Anteil (%) der Austauschgeräte verschiedener Altersklassen am Ersatzkauf, unabhängig vom Ersatzgrund und Gerät	91
Tabelle 12	Austauschrate in % je Haushaltsgroßgerätetyp abhängig vom Kaufgrund	100
Tabelle 13	Anzahl ausrangierter Geräte	136
Tabelle 14	Einkommensverteilung der Teilnehmenden	138
Tabelle 15	Lebensdauer von Elektrolyt-Kondensatoren verschiedener Güteklassen in Abhängigkeit von der Betriebstemperatur (T_u).....	139
Tabelle 16	Quantitative Aussagen zur Ausfallwahrscheinlichkeit bei TV-Geräten (Loewe Technologies GmbH, 2015).....	146
Tabelle 17	Antwort eines Reparaturbetriebs zur Ausfallwahrscheinlichkeit bei TV-Geräten	148
Tabelle 18	Neu oder gebraucht gekaufter Fernseher.....	148
Tabelle 19	Altersverteilung der Fernseher.....	149
Tabelle 20	Preis des Fernsehers	149
Tabelle 21	Reparatur Fernseher	150
Tabelle 22	Gewährleistungsfall Fernseher	150
Tabelle 23	Benutzung des Fernsehers	150
Tabelle 24	Entsorgung des Fernsehers	151
Tabelle 25	Grund für den Neukauf des Fernsehers	151
Tabelle 26	Zufriedenheit mit der Lebensdauer des Fernsehers	151

Tabelle 27	Defekte des Fernsehers	152
Tabelle 28	Reparaturkosten nach Angaben von Reparaturbetrieben.....	159
Tabelle 29	Akku-Demontageanalyse der Smartphones durch iFixit (Quelle: iFixit, 2015a)	165
Tabelle 30	Display-Demontageanalyse der Smartphones durch iFixit (Quelle: iFixit, 2015b)	167
Tabelle 31	Ausfallwahrscheinlichkeiten von Komponenten von Notebooks	174
Tabelle 32	Anzahl neu und gebraucht gekaufter Notebooks.....	177
Tabelle 33	Altersverteilung der Notebooks.....	178
Tabelle 34	Preis des Notebooks	178
Tabelle 35	Reparatur der Notebooks	179
Tabelle 36	Gewährleistungsfall Notebook.....	179
Tabelle 37	Nutzungshäufigkeit Notebook.....	179
Tabelle 38	Entsorgung des Notebooks.....	180
Tabelle 39	Grund für den Neukauf eines Notebooks.....	180
Tabelle 40	Zufriedenheit mit der Lebensdauer des Notebooks.....	180
Tabelle 41	Defekte der Notebooks	181
Tabelle 42	Reparaturkosten bei Notebooks	185
Tabelle 43	Ausfallwahrscheinlichkeiten und Komponenten eines typischen Desktop-PCs	187
Tabelle 44	Reparaturkosten bei Desktop-PC	188
Tabelle 45	Vergleich der Tinten- und Tonerkosten zwischen Original und Fremdanbieter	193
Tabelle 46	Ergebnisse der Lebensdaueruntersuchung an Waschmaschinen der letzten 14 Jahre	195
Tabelle 47	Anzahl neu und gebraucht gekaufter Waschmaschinen	205
Tabelle 48	Altersverteilung der Waschmaschine.....	205
Tabelle 49	Preis der Waschmaschine	206
Tabelle 50	Reparatur der Waschmaschine	207
Tabelle 51	Gewährleistungsfall Waschmaschine	207
Tabelle 52	Benutzungshäufigkeit der Waschmaschine.....	207
Tabelle 53	Entsorgung der Waschmaschine.....	208
Tabelle 54	Grund für den Neukauf einer Waschmaschine.....	208
Tabelle 55	Zufriedenheit mit der Lebensdauer der Waschmaschine.....	208
Tabelle 56	Defekte der Waschmaschine	209
Tabelle 57	Charakteristika der untersuchten Waschmaschinen.....	210

Tabelle 58	Ausfallwahrscheinlichkeit nach Angaben von Herstellern von Waschmaschinen	217
Tabelle 59	Reparaturkosten nach Angaben von Herstellern (Preise ohne MwSt.).....	217
Tabelle 60	Neu oder gebraucht gekaufte Handrührgerät.....	222
Tabelle 61	Altersverteilung der Handrührgeräte.....	222
Tabelle 62	Preis des Handrührgeräts.....	223
Tabelle 63	Reparatur des Handrührgeräts.....	223
Tabelle 64	Gewährleistungsfall Handrührgerät	224
Tabelle 65	Benutzung des Handrührgeräts	224
Tabelle 66	Entsorgung des Handrührgeräts	224
Tabelle 67	Grund für den Neukauf des Handrührgeräts	225
Tabelle 68	Zufriedenheit mit der Lebensdauer des Handrührgeräts	225
Tabelle 69	Defekt des Handrührgeräts.....	225
Tabelle 70	Dauerprüfung Küchenkleingeräte der Stiftung Warentest	226
Tabelle 71	Neu oder gebraucht gekaufte Wasserkocher	227
Tabelle 72	Altersverteilung der Wasserkocher.....	228
Tabelle 73	Preis des Wasserkochers.....	228
Tabelle 74	Reparatur Wasserkocher	229
Tabelle 75	Gewährleistungsfall Wasserkocher	229
Tabelle 76	Benutzung des Wasserkochers	229
Tabelle 77	Entsorgung des Wasserkochers.....	230
Tabelle 78	Grund für den Neukauf des Wasserkochers	230
Tabelle 79	Zufriedenheit mit der Lebensdauer des Wasserkochers	231
Tabelle 80	Defekte des Wasserkochers.....	231
Tabelle 81	Dauerprüfung elektrischer Zahnbürsten der Stiftung Warentest.....	232
Tabelle 82	Dauerprüfung Espressomaschinen der Stiftung Warentest.....	232
Tabelle 83	Dauerprüfung Dampfbügeleisen der Stiftung Warentest.....	233
Tabelle 84	Dauerprüfung Staubsauger der Stiftung Warentest.....	234
Tabelle 85	Erläuterung der einbezogenen Wirkungsindikatoren.....	236
Tabelle 86	Zuordnungstabelle bei der Abbildung der zukünftigen Entwicklung der Strombereitstellung in Deutschland	238
Tabelle 87	Darstellung der Umweltaufwendungen der Strombereitstellung entsprechend der prognostizierten Entwicklung des deutschen Strommix in der BMUB-Leitstudie 2011 (BMUB 2012); Bezugsgröße: Bereitstellung 1 kWh Strom, Niederspannung	242
Tabelle 88	Bilanzierungsparameter für die Waschmaschine.....	243

Tabelle 89	Ökologische Vergleichsrechnung zwischen einer kurzlebigen, einer durchschnittlichen und einer langlebigen Waschmaschine (Betrachtungszeitraum 20 Jahre).....	244
Tabelle 90	Kumulierter Energieaufwand (MJ) einer kurzlebigen, einer durchschnittlichen und einer langlebigen Waschmaschine (Betrachtungszeitraum 20 Jahre).....	246
Tabelle 91	Treibhausgaspotenzial (kg CO ₂ e) einer kurzlebigen, einer durchschnittlichen und einer langlebigen Waschmaschine (Betrachtungszeitraum 20 Jahre).....	247
Tabelle 92	Bilanzierungsparameter für Fernsehgeräte	249
Tabelle 93	Ökologische Vergleichsrechnung zwischen einem kurz- und langlebigen Fernsehgerät (Betrachtungszeitraum 10 Jahre).....	250
Tabelle 94	Kumulierter Energieaufwand (MJ) der kurz- und langlebigen Fernsehgeräte (Betrachtungszeitraum 10 Jahre).....	251
Tabelle 95	Treibhausgaspotenzial (kg CO ₂ e) der kurz- und langlebigen Fernsehgeräte (Betrachtungszeitraum 10 Jahre).....	252
Tabelle 96	Bilanzierungsparameter für das Notebook.....	252
Tabelle 97	Ökologische Vergleichsrechnung zwischen einem kurz- und langlebigen Notebook (Betrachtungszeitraum 12 Jahre).....	253
Tabelle 98	Kumulierter Energieaufwand (MJ) der kurz- und langlebigen Notebooks (Betrachtungszeitraum 12 Jahre).....	254
Tabelle 99	Treibhausgaspotenzial (kg CO ₂ e) der kurz- und langlebigen Notebooks (Betrachtungszeitraum 12 Jahre).....	255
Tabelle 100	Lebenszykluskosten aus der Sicht von Konsumentinnen und Konsumenten.....	256
Tabelle 101	Kostenelemente zur Ermittlung der Lebenszykluskosten einer kurzlebigen, einer durchschnittlichen und einer langlebigen Waschmaschine.....	257
Tabelle 102	Kostenelemente zur Ermittlung der Lebenszykluskosten eines kurz- und eines langlebigen TV-Geräts	259
Tabelle 103	Kostenelemente zur Ermittlung der Lebenszykluskosten eines kurz- und eines langlebigen Notebooks.....	261
Tabelle 104	Beschreibung und Zuordnung der Obsoleszenzursachen.....	265
Tabelle 105	Identifizierung von Strategien gegen Obsoleszenz.....	267
Tabelle 106	Strategie 1: Lebensdaueranforderungen, Standardisierung, Normung	269
Tabelle 107	Strategie 2: Mindestanforderungen an die Software.....	273
Tabelle 108	Strategie 3: Reparaturfähigkeit	276
Tabelle 109	Strategie 4: Servicemodelle der Hersteller für eine Lebens- und Nutzungsdauerverlängerung.....	278
Tabelle 110	Strategie 5: Informationspflichten, Verbraucherinformationen.....	280
Tabelle 111	Hauptstränge für die Strategien gegen Obsoleszenz.....	283

Abkürzungen

°dH	Grad deutscher (Wasser-)Härte
AGP	Accelerated Graphics Port (Spezieller Slot für Grafikkarten in Computern)
ALOP	Agricultural Land Occupation (Landwirtschaftliche Flächennutzung)
ATSC	Advanced Television Systems Committee (US-amerikanische Standardisierungsorganisation für digitales Fernsehen)
BGA	Ball Grid Array (Kugelgitteranordnung)
CAMA	Canadian Appliance Manufacturer Association (Kanadischer Verband der Gerätehersteller)
CCFL	Cold Cathode Fluorescent Lamp (Kaltkathodenfluoreszenzlampe)
CPU	Central Processing Unit (Hauptprozessoreinheit)
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CRT	Cathode Ray Tube (Kathodenstrahlröhre)
DUT	Device Under Test (Prüfling)
DVB-T	Digital Video Broadcasting – Terrestrial (Digitale Videoübertragung – Antennenfernsehen)
EAG	Elektro- und Elektronikaltgeräte
EEE	Electric and Electronic Equipment (Elektro- und Elektronikgeräte)
EEG	Elektro- und Elektronikgeräte
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory (nichtflüchtiger, elektronischer Speicherbaustein, in dem gespeicherte Informationen elektrisch gelöscht werden können)
EGG	Elektrogroßgeräte
Elkos	Elektrolytkondensatoren
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit
eq	Equivalent (Äquivalente)
ESR	Elektrischer Serienwiderstand
FEP	Freshwater Eutrophication Potential (Aquatisches Eutrophierungspotenzial)
GfK	Gesellschaft für Konsumforschung
GWP	Global Warming Potential (Treibhauspotenzial)
HbbTV	Hybrid Broadcast Broadband TV (Standard für Hybrid-Fernsehen)
HDD	Hard Disc Drive (Festplattenlaufwerk)
HH	Haushalt/e
Hz	Hertz
IKT	Informations- und Kommunikationstechnik
IOA	Input-Output-Analyse
ISDB-T	Integrated Service Digital Broadcasting – Terrestrial (auf MPEG-2 basierender Standard für digitale Medienübertragung)
KEA	Kumulierter Energieaufwand
kHz	Kilohertz

kWh	Kilowattstunde
LCA	Life Cycle Assessment (Lebenszyklusanalyse)
LCC	Life Cycle Costing (Lebenszykluskosten)
LCD	Liquid Cristal Display (Flüssigkristallanzeige)
LED	Light Emitting Diode (Licht-emittierende Diode)
MJ	Megajoule
m ²	Quadratmeter
m ³	Kubikmeter
NGO	Non-Governmental Organisation (Nichtregierungsorganisation)
N	Stickstoff
nm	Nanometer
NMVOC	Non-Methane Volatile Organic Compounds (Flüchtige Organische Verbindungen ohne Methan)
OEE	Office of Energy Efficiency (Energieeffizienzbüro, Kanada)
P	Phosphor
PC	Personal Computer
PC/ABS	Polycarbonat/Acrylnitril-Butadien-Styrol
PCI	Peripheral Component Interconnect (Bus-Standard zur Verbindung von Peripheriegeräten mit dem Chipsatz eines Prozessors)
POFP	Photochemical Oxidant Formation Potential (Photochemisches Oxidantienbildungspotenzial)
SSD	Solid State Drive (Solid-State-Disk/ Halbleiterlaufwerk)
SHEU	Survey of Household Energy Use (Befragung zum Haushaltsenergieverbrauch)
SMD	Surface Mounted Device (Oberflächenmontiertes Bauelement)
SMT	Surface Mounted Technology (Oberflächenmontierte Technologie)
SO ₂	Schwefeldioxid
StiWa	Stiftung Warentest
t	Tonne
TAP	Terrestrial Acidification Potential (Terrestrisches Versauerungspotenzial)
USB	Universal Serial Bus
USDOE	US Department of Energy (Energieministerium der Vereinigten Staaten)
V	Volt
Vcc	Voltage at the common collector (Versorgungsspannung im integrierten Schaltkreis)
WDP	Water Depletion Potential (Wasserverbrauchspotenzial)
WEEE	Waste of Electric and Electronic Equipment (Elektro- und Elektronikgeräte-Abfall, auch Elektro- und Elektronikaltgeräte)
WIA	Windows Image Acquisition (Bildverarbeitungsschnittstelle)

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 funktionale Obsoleszenz** seit rund fünf 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, Verbraucherinnen und 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 zwei Jahren aber auch in anderen europäischen Ländern, von EU-Organisationen¹ und ebenso weltweit. Zahlreiche Medien (Fernsehdokumentationen, ausführliche Reportagen in großen Tages- und Wochenzeitungen) greifen das Thema seitdem regelmäßig auf. In Frankreich enthält die von der Nationalversammlung am 22.07.2015 verabschiedete Fassung des Energiewendegesetzes Maßnahmen gegen geplante Obsoleszenz. Dabei ist vorgesehen, eine Legaldefinition zur geplanten Obsoleszenz einzuführen² sowie diese als

¹ Beispielsweise „Stellungnahme des Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschusses zum Thema „Für einen nachhaltigeren Konsum: die Lebensdauer von Industrieprodukten und die Verbraucherinformation zugunsten eines neuen Vertrauens“ (Initiativstellungnahme), (2014/C 67/05); Verfügbar unter: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52013IE1904&from=DE>, Zugriff: 10.12.2015

² Artikel L 213-4-1 des „Codes de la Consommation“ definiert geplante Obsoleszenz als „*Programmed obsolescence is defined by each manoeuvre through which the lifetime of a good is knowingly reduced since its design stage, thereby limiting its usage time for business model reasons*“ (Assemblée Nationale 2015).

Betrugstatbestand mit bis zu zwei Jahren Haft und einer Geldbuße bis zu 300.000 Euro oder 5% des Jahresumsatzes eines Unternehmens zu sanktionieren. Darüber hinaus ist vorgesehen, die freiwillige Information der Hersteller zur Lebensdauer eines Produktes einzuführen³.

Auf der anderen Seite besteht in der Wissenschaft kein Dissens darüber, dass die Produktlebensdauer in der Regel eine planbare Größe ist, an der sich die Produktentwickler orientieren. 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 als der populäre Mediendiskurs zu diesem Thema.

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 Frage der Reparierfreundlichkeit von Produkten ist unter dem Stichwort **„ökonomische Obsoleszenz“** zu diskutieren. Hierzu gehört nicht nur die technische Möglichkeit der Reparatur (Reparierbarkeit), sondern auch die Verfügbarkeit der Reparaturdienstleistung und vor allem deren Kosten. Die Abwägung der Kosten zwischen Ersatzkauf und Reparatur ist häufig ausschlaggebend dafür, ob eine Reparatur erfolgt. Auch darin liegen Gründe für Änderungen bei Nutzungsdauern.

Die Berichterstattung in den Medien zum Thema Obsoleszenz ist von einer sehr anekdotischen Herangehensweise geprägt. Im Allgemeinen ist die Datengrundlage zum Thema Obsoleszenz (werkstofflich, funktional, psychologisch und ökonomisch) 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 Trends der 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:

³ Assemblée Nationale (2015): TEXTE ADOPTÉ n° 575, Projet de Loi - relatif à la transition énergétique pour la croissance verte, Article 99, <http://www.assemblee-nationale.fr/14/ta/ta0575.asp>; Zugriff: 24.11.2015

Die Anforderungen des Gesetzentwurfs sind unter dem Vorbehalt der Prüfung durch den Verwaltungsrat noch nicht verbindlich.

1. Erhebung statistischer Daten und Analyse von Trends der 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.

Im Rahmen der Studie werden folgende Produktgruppen behandelt:

- Haushaltsgroßgeräte
 - Kühlschränke
 - Gefriergeräte
 - Waschmaschinen
 - Wäschetrockner
 - Geschirrspüler
 - Elektroherde
- Haushaltskleingeräte⁴
 - Hand- und Stabmixer
 - Wasserkocher
- Informations- und Kommunikationstechnik
 - Desktop-PCs
 - Notebooks
 - Drucker
 - Mobiltelefone/Smartphones
- Unterhaltungselektronik
 - Fernsehgeräte

⁴ Kapitel 5 enthält nur Daten für Hand- und Stabmixer. Wasserkocher werden zusätzlich im Rahmen der Ursachenforschung behandelt (Abschnitt 6.8.1). Außerdem werden im Kapitel 6.8 die Tests der Stiftung Warentest ausgewertet, um die häufigen Defektursachen für elektrische Zahnbürste, Espressomaschinen, Dampfbügleisen und Staubsauger darzustellen.

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 von Daten der Gesellschaft für Konsumforschung (GfK) in dieser Studie zeigen, dass die durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer (d.h. die Zeitspanne der Nutzung nur durch den Erstnutzer, 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 wurden, 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, die aufgrund eines Defektes ausgetauscht wurden, bei 57,6% in 2004 und bei 55,6% in 2012, bezogen auf die 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, dass zwischen 2004 und 2012 der Anteil der Haushaltsgroßgeräte, die innerhalb von weniger als 5 Jahren aufgrund eines Defektes ausgetauscht wurden, von 3,5% auf 8,3% der Gesamtersatzkäufe stieg.

Den Trend, dass mehr Haushaltsgroßgeräte innerhalb der ersten 5 Jahre ersetzt werden, bestätigte auch die Analyse der entsorgten Waschmaschinen an den kommunalen Sammelstellen und Recyclinganlagen in 2004 und 2013. Anhand der Analyse des Produktionsdatums des eingebauten Kondensators wurde dabei festgestellt, dass das durchschnittliche Alter der entsorgten Waschmaschinen in 2013 13,7 Jahre betrug. Damit war das durchschnittliche Alter deutlich kürzer als in 2004, wo es bei 16 Jahren lag. Der Altersvergleich zeigte auch, dass 2013 mehr Waschmaschinen mit 11 und weniger Jahren Verweildauer gefunden wurden. Besonders auffällig war, dass mehr als 10% der Waschmaschinen im Jahr 2013 nur 5 Jahre und weniger alt wurden (6% in 2004). Bei Waschmaschinen zeigte ein weiterer Vergleich der gesammelten Daten auf Markenebene, dass praktisch über alle Marken hinweg eine Verringerung der Verweildauer zwischen 2004 und 2013 festzustellen ist. Bei diesen Daten ist zu berücksichtigen, dass der Ersatzgrund nicht bekannt ist.

Eine weitere internetbasierte Verbraucherbefragung der Universität Bonn in 2013/2014 zeigte außerdem, dass die Waschmaschinen, die durch die an der Befragung teilnehmenden Personen entsorgt wurden, im Mittel 11,6 Jahre alt waren. Dabei wurden 50% der entsorgten Waschmaschinen bis zu 10 Jahren alt. Der Grund für das Ausrangieren der Waschmaschine war in 69 Prozent der Fälle ein Defekt. In 10 Prozent der Fälle war die Waschmaschine nicht sparsam genug.

Im Bereich der **Haushaltskleingeräte** zeigt die Analyse der erhobenen GfK-Daten, dass sich die durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer von elektrischen Stab- und Handmixern über die Jahre kaum verändert hat. Diese beträgt in Summe 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.

Die internetbasierte Verbraucherbefragung der Universität Bonn von 2013/2014 bestätigte mehr oder weniger die oben beschriebene Analyse der Handmixer. Die Ergebnisse der Online-Verbraucherbefragung zeigten, dass die Verbraucherinnen und Verbraucher die entsorgten Handmixer im Mittel 10 Jahre nutzten. Dabei wurden 50% der entsorgten Handmixer bis zu 8 Jahre alt. In den meisten Fällen (76,2%) wurden Handmixer entsorgt, weil sie nach Angabe der Befragten defekt waren. Interessant ist an dieser Stelle der Vergleich mit einer weiteren Erhebung in 2014, in der Handmixer auf der kommunalen Sammelstelle entnommen und nach Entsorgungsgrund untersucht wurden. Bei dieser Untersuchung war bei 9% der Handmixer der mutmaßliche Entsorgungsgrund ein Defekt am Gehäuse, während bei 35% der Geräte ein technischer Defekt den Grund für die Entsorgung darstellte. Bei 52% der Geräte war der Grund für die Entsorgung nicht ersichtlich, da keinerlei Mängel in Bezug auf die Technik, die Mechanik oder das Design festgestellt werden konnten. Insofern zeigen die beiden Erhebungen ein unterschiedliches Bild bezüglich des Entsorgungsgrundes der Handmixer.

Die entsorgten Wasserkocher wurden nach der Online-Verbraucherbefragung der Universität Bonn im Mittel nur 5,7 Jahre alt. Hier erreichte die Hälfte der entsorgten Wasserkocher das Alter von nur 5 Jahren. 68 Prozent der Wasserkocher wurden nach Angabe der Befragten aufgrund eines Defektes entsorgt. Interessant ist auch hier der Vergleich mit der Untersuchung der an der Sammelstelle entnommenen Wasserkocher in 2014. Demnach wiesen 17,9% der Geräte einen mechanischen Defekt am Gehäuse als mutmaßlichen Entsorgungsgrund auf. Bei 28,6% der Geräte war ein technischer Defekt, der Funktionseinbußen mit sich bringt, der mutmaßliche Entsorgungsgrund. Auch hier unterscheiden sich die Ergebnisse der Online-Verbraucherbefragung von denen der Untersuchung an kommunalen Sammelstellen.

Im Bereich der **Unterhaltungselektronik** weisen TV-Flachbildschirme nach der Auswertung der GfK-Daten im Jahr 2007 eine durchschnittliche Erstnutzungsdauer von 5,7 Jahren auf, dieser Wert 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. Allerdings zeigen die Ergebnisse, dass 2012 über 60% der noch funktionierenden Flachbildschirmfernseher ersetzt wurden, weil die Konsumentinnen und Konsumenten ein besseres Gerät haben wollten. 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 feststellen, dass der Anteil

der defekten Flachbildschirmfernseher an Ersatzkäufen zwischen 2008 und 2012 von 28% auf 25% leicht zurückgegangen ist.

Die Ergebnisse der internetbasierten Verbraucherbefragung der Universität Bonn in 2013/2014 zeigten dagegen, dass die entsorgten Fernseher im Durchschnitt 10 Jahre genutzt wurden. Allerdings ist das Ergebnis darauf zurückzuführen, dass in der Online-Verbraucherbefragung keine Unterscheidung zwischen Röhrenfernsehern und Flachbildschirmen erfolgte. Daher kann davon ausgegangen werden, dass die Röhrenfernseher einen relevanten Anteil an den Aussagen der Internetbefragung ausmachten. Weiterhin zeigen die Ergebnisse, dass 50% der entsorgten Fernsehgeräte nicht älter als 10 Jahre waren. 44 Prozent der Fernseher wurden nach Angabe der Befragten wegen eines Defekts ausrangiert. Das heißt, dass umgekehrt 56% der TV-Geräte entsorgt wurden, obwohl diese möglicherweise noch intakt waren.

Im Bereich der **Informations- und Kommunikationstechnik** lässt sich nach der Auswertung der GfK-Daten 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.

Die Online-Verbraucherbefragung von 2013/ 2014 ergab, dass die entsorgten Notebooks im Mittel nur 4,9 Jahre alt wurden. 50 Prozent der Notebooks in der Umfrage wurden bis zu 5 Jahren alt. In 46 Prozent der Fälle wurde das alte Notebook ausrangiert, da es defekt war. 25 Prozent der Notebooks wurden ersetzt, weil sie zu wenige Funktionen hatten.

Systematisierung der Ursachen für Obsoleszenz

Aufbauend auf der Analyse der Lebens- und Nutzungsdauer von Elektro- und Elektronikgeräten wurden die Ursachen für Obsoleszenz nach vier Kategorien bewertet und systematisiert: (1) Werkstoffliche Obsoleszenz, (2) Funktionale Obsoleszenz, (3) Psychologische Obsoleszenz, und (4) Ökonomische Obsoleszenz (siehe Kapitel 3 für die Definition). Dabei wurden typisch auftretende Faktoren, Merkmale und Komponenten identifiziert, welche zum Ende der jeweiligen Nutzungen führen. Insbesondere für lebensdauerbegrenzende Faktoren, die im Kontext der werkstofflichen Obsoleszenz stehen, wurde untersucht, ob das Ende der Lebensdauer auf bestimmte Verschleißteile zurückzuführen ist. Im Bereich der funktionalen Obsoleszenz stand die Analyse des Einflusses von softwarebedingten Faktoren, wie zum Beispiel Aktualisierung des Betriebssystems und der Treiber sowie Veränderungen in der Standardisierungslandschaft und

der medienpolitischen Umgebung (z.B. neue Formate, neue Funktionen, neue Übertragungsstandards usw.) im Mittelpunkt. Im Zusammenhang mit Reparaturmaßnahmen wurde bei allen betrachteten Gerätegruppen die ökonomische Obsoleszenz, also der Vergleich der Kosten für die Reparaturen im Gegensatz zu den Kaufpreisen der neuen Alternativen, näher untersucht. Eine ausführliche Beschreibung der psychologischen Obsoleszenz erfolgte bei denjenigen Produktgruppen, die in der vorangegangenen Lebens- und Nutzungsdauersanalyse als Produktbeispiele für diese Art der Obsoleszenz auffielen (z.B. Fernsehgeräte und Smartphones). Zur Analyse und Systematisierung von Obsoleszenzursachen wurde eine umfassende Auswertung von wissenschaftlichen Studien sowie von unabhängigen Produkttests durchgeführt. Außerdem erfolgte eine Befragung von zahlreichen Expertinnen und Experten, bestehend aus Geräteherstellern, Testinstituten, Reparatur- und Re-Use-Betrieben, akademischen Einrichtungen aus den Bereichen Werkstoffwissenschaften und Design, Normungs- und Standardisierungseinrichtungen sowie Verbraucherorganisationen.

Die Analyse der Obsoleszenzursachen hat gezeigt, dass die untersuchten Geräte aus vielfältigen Gründen ersetzt werden. Dabei wirken werkstoffliche, funktionale, psychologische und ökonomische Obsoleszenzformen zusammen und erzeugen ein hochkomplexes Muster. Selbst die Ursachen der werkstofflichen Obsoleszenz sind in der Regel sehr divers und ermöglichen somit keine eindeutige Schwerpunktsetzung. In der Regel wurde beobachtet, dass praktisch alle Komponenten und Bauteile eines Gerätes ausfallen können. Allerdings haben manche Komponenten und Bauteile vergleichsweise höhere Ausfallwahrscheinlichkeiten und wirken eher lebensdauerlimitierend.

Bei **Fernsehgeräten** zeigt die Analyse, dass die Display-/Bildschirmereinheit, Netzteilkarte, Aluminium-Elektrolytkondensatoren sowie auftretende Transportschäden bei empfindlichen Bauteilen als Hauptursachen für werkstoffliche Obsoleszenz auftraten. Auf der anderen Seite wird festgestellt, dass viele weitere Komponenten, wie zum Beispiel die Hauptplatine, ebenfalls ausfallen können, allerdings mit einer vergleichsweise geringeren Wahrscheinlichkeit. Die werkstoffliche Obsoleszenz stellt nach Aussagen der befragten Expertinnen und Experten nicht das Hauptproblem bei TV-Geräten dar. Die Hauptursache des Ausfalls der Fernsehgeräte liegt bei softwarebedingten Fehlern, also bei der funktionalen Obsoleszenz. Aber der wichtigste Grund, einen älteren Fernseher durch einen neuen zu ersetzen, liegt in der psychologischen Obsoleszenz. In dieser Studie wurde gezeigt, dass in 2012 über 60% der noch funktionierenden Flachbildschirmfernseher ersetzt wurden, weil die Konsumentinnen und Konsumenten ein besseres Gerät haben wollten. Dabei sind das Bedürfnis nach größeren Bildschirmdiagonalen und besserer Bildqualität sowie die fallenden Preise die Hauptfaktoren für den Austausch eines TV-Geräts. Ein Defekt ist zwar ein wichtiger Grund, jedoch selten ausschlaggebend für den Austausch von TV-Geräten.

Bei funktionaler Obsoleszenz spielen die schnelle Weiterentwicklung der TV-Formate in Bezug auf die Auflösung, neue Funktionen und fehlende Vereinheitlichung von Übertragungsstandards eine bedeutende Rolle. Die Entwicklung der neuen TV-Formate hat in den vergangenen Jahren dazu geführt, dass in älteren Geräten die Hardware-Chips (Transmitter- und Receiver-Chips) fehlen, die in der Lage sind, die entsprechenden neuen Formate auszulesen oder die Sendeinhalte in erwünschter Qualität wiederzugeben. Neue Funktionen (z.B. die Verschmelzung von Fernsehen und Internet als Hybrid-TV (HbbTV)), stellen außerdem deutlich höhere Anforderungen an die Software. Wenn die genutzte Software keinen modularen Aufbau hat und ein skalierbarer Speicher in den Geräten fehlt, kommen ältere Geräte aufgrund der neuen Inhalte und Funktionen schnell an ihre Grenzen. Nicht zu unterschätzen ist das steigende „Sourcegut“ (d.h. die Quantität an zugrunde liegendem Quelltext), das aufgrund der Einführung von SMART-TVs in den vergangenen Jahren von ca. 1 MB auf über 100 MB angewachsen

ist. Um den kompletten Quelltext auf Fehler hin zu testen, also einen sogenannten „Volltest“ durchzuführen, benötigt man etwa 15 Arbeitswochen. Da die Produktinnovationszyklen in der Branche sehr kurz sind (Zykluszeit 1 Jahr), wird in vielen Fällen jedoch nicht der komplette Quelltext getestet, sondern häufig nur die typischen Fehlermöglichkeiten geprüft und anhand statistischer Verfahren („Regression“) daraus insgesamt Ausfallwahrscheinlichkeiten abgeleitet. Einige Hersteller senken die Testdauern so auf etwa 3 Wochen. Problematisch ist hier jedoch, dass nicht die gesamte Software auf Funktionalität getestet wird, so dass es zu Softwarefehlern kommen kann.

Einer der Gründe, dass die Erst-Nutzungsdauer der defekten oder das Alter der vielen entsorgten Fernsehgeräte auf einem relativ geringen Niveau liegt, liegt sicherlich in der ökonomischen Obsoleszenz. Bei den häufig ausfallenden Komponenten wie der Display- bzw. Bildschirmeinheit und Netzteilkarte entstehen Reparaturkosten von mehreren Hundert Euro. In Relation zu den insgesamt sinkenden Verkaufspreisen von TV-Geräten führt dies möglicherweise dazu, dass Verbraucherinnen und Verbraucher bei einem Defekt das TV-Gerät nicht mehr reparieren lassen, sondern sich stattdessen ein neues Gerät anschaffen.

Für **Smartphones/Mobiletelefone** erfolgte eine Auswertung der online-Reparaturplattform von iFixit (www.ifixit.com). Bei untersuchten Smartphone-Modellen stellten Akku, Bildschirmeinheit, Home Button (zurück zum Startbildschirm) und An-/Ausschalter häufige Reparaturursachen dar. Auch hier wurde beobachtet, dass viele weitere Komponenten ebenfalls ausfallen können.

Die häufige Notwendigkeit für eine Reparatur bzw. den Austausch der Akkus in Smartphones ist möglicherweise auf die steigende Nutzungsintensität sowie steigende Funktionsvielfalt von diesen Geräten zurückzuführen. Davon ausgehend, dass die Austauschbarkeit bzw. Wechselbarkeit von Akkus entscheidend für eine längere Nutzung eines Smartphones sein könnte, wurden die Akku-Demontageanalysen der iFixit-Plattform analysiert. Dies zeigte, dass die Entnahme von Akkus in Modellen ohne fest verbauten Akku in weniger als einer Minute möglich war. Bei zwei Modellen mit fest verbauten Akkus waren allerdings 15–20 Minuten sowie eine Reihe von Spezialwerkzeugen für die Akkuentnahme notwendig. Die Untersuchungen der Stiftung Warentest zeigen, dass der Anteil von Handys mit fest eingebauten Akkus zwischen 2010 und 2013 kontinuierlich gewachsen ist. So besaßen 2013 fast 36% der von Stiftung Warentest untersuchten Handys einen fest eingebauten Akku. In einem weiteren Test in 2014 hat die Stiftung Warentest weitere Smartphones getestet, wovon ca. 35% der Modelle mit einem nicht wechselbaren Akku versehen waren. In solchen Tests befanden sich mehrere Modelle, die bezüglich der Akkuleistung schlechtere Qualitätsurteile bekamen. Die Tatsachen, dass einige Akkus vom Nutzer nicht wechselbar sind in Kombination mit unzureichender Akkuleistung, lassen vermuten, dass diese Modelle im Laufe der Nutzung aufgrund von schwacher Akkuleistung ersetzt werden.

Eine weitere Untersuchung der Stiftung Warentest zeigt allerdings, dass nur 9% der Befragten, die innerhalb von 3 Jahren ihr Handy wechselten, einen Akkudefekt oder schwache Akkuleistung als Ersatzursache genannt haben. 68% der Befragten gaben dagegen an, das Handy innerhalb von 3 Jahren zu wechseln, entweder weil sie einfach ein noch besseres Gerät haben wollten (40%) oder sie durch den Vertrag regelmäßig ein neues Gerät bekommen (28%), d.h. eine psychologische Obsoleszenz. Weiterhin zeigen andere Befragungen der Stiftung Warentest, dass 42% der Nutzer in Deutschland ihr Mobiltelefon innerhalb von zwei Jahren austauschen. Etwa 16% der Nutzer tauschen das Mobiltelefon alle drei Jahre aus. Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die psychologische Obsoleszenz die entscheidende Rolle bei der Begrenzung der Nutzungsdauer von Smartphones/Mobiletelefonen spielt.

Bei **Notebooks** zeigen die Analysen der werkstofflichen Obsoleszenz, dass bei Geräten für Privathaushalte (Consumer-Notebooks) Festplattenlaufwerke, Arbeitsspeicher, Grafikchips und Akkus (jeweils sehr häufig) sowie Hauptplatine, Prozessorlüfter, Netzteile, periphere Schnittstellen, Bildschirm und -abdeckungen (Scharniere) und Notebookgehäuse (jeweils häufig) ausfallen können. Auffällig ist, dass sich gewerblich eingesetzte Geräte (Business-Notebooks) bei den Ausfallwahrscheinlichkeiten der Komponenten von Consumer-Notebooks unterscheiden. Bei Business-Notebooks fallen Festplattenlaufwerke und Akkus häufig aus, alle weiteren Komponenten dagegen nur selten. Hauptgründe für die Ausfallwahrscheinlichkeiten sind thermische Probleme, mechanische Abnutzung und fahrlässiger Umgang. Weiterhin sind festverbaute Akkus, eingelötete Arbeitsspeicherelemente und festverbaute Festplatten als lebensdauerlimitierende Faktoren zu verstehen. Außerdem hängt die Lebensdauer der verbauten elektrischen und elektronischen Bauteile (z.B. Aluminium-Elektrolytkondensatoren) und Bauteilgruppen entscheidend von der Dimensionierung der Komponenten und ihrer thermischen Exposition ab.

In der Online-Verbraucherbefragung gaben die teilnehmenden Personen für den Anteil defekter Notebooks an, dass in ca. einem Drittel der Fälle der Akku der Grund für den Ausfall war, gefolgt von Hauptplatine (ca. 23%), Bildschirm und Lüfter (jeweils ca. 19%) sowie Grafikkarte (13%). Weitere Studien und unabhängige Produkttests zeigen, dass die Scharniere an Gehäusedeckeln sowie andere exponierte oder unterdimensionierte Komponenten-Verbindungen, die hoher Beanspruchung ausgesetzt sind, ein Problem darstellen. Unbeabsichtigte Stöße und Stürze, aber auch die Dauerbeanspruchung (z.B. Festplatte und festverbaute Leiterplatten-Komponenten) führen zu Defekten oder zum Ausfall von Geräten. Eine weitere Untersuchung (SquareTrade 2009) kam zu dem Ergebnis, dass 20,4% der untersuchten Notebooks auf Grund von Hardwarefehlern innerhalb der ersten drei Nutzungsjahre ausgefallen sind und weitere 10,6% der Geräte in dieser Zeit durch Unfälle und unsachgemäßen Gebrauch. In einer Studie des britischen Forschungsinstituts WRAP zu Notebooks wurde festgestellt, dass 7% der Geräte im ersten Jahr ausfallen, knapp 20% im zweiten Jahr und nach dem dritten Jahr bereits ein Drittel der Geräte ausgefallen sind.

Was die Wechselwirkung zwischen der funktionalen Obsoleszenz und den Hardwaretreibern angeht, sind insbesondere die Hersteller der Peripheriegeräte gefordert, die Treiber für eine längere Zeit zur Verfügung zu stellen, da die Support- und Entwicklungszyklen der Betriebssysteme sowie ein Wechsel der Treiberarchitektur langfristig angekündigt werden. Die funktionale Obsoleszenz, die durch eine Aktualisierung des Betriebssystems hervorgerufen wird, hat in der Vergangenheit dazu geführt, dass die älteren PCs die Mindestanforderungen des neuen Betriebssystems nicht einhalten konnten. Außerdem führte die Einstellung des Supports für ältere Betriebssysteme dazu, dass sicherheitsrelevante Betriebssystem- und Software-Updates nicht mehr zur Verfügung standen, um Schutz vor Trojanern und Viren zu bieten. Als Konsequenz musste die Hardware ausgetauscht werden bzw. der PC durch ein neues Gerät ersetzt werden, obwohl die technische Lebensdauer noch nicht ausgeschöpft war. Auch mit der Einstellung des Windows XP ging der Austausch einer großen Zahl älterer, aber noch funktionsfähiger Desktop-PCs und Notebooks weltweit einher. Allerdings wurde das Betriebssystem schon knapp 13 Jahre lang unterstützt. Die Installation eines aktuellen Windows-Betriebssystems (Windows 7 oder höher) lässt sich ebenfalls bei sehr viel älteren Desktop-PCs und Notebooks nicht mehr umsetzen. Die Rechner, die nur wenige Jahre alt sind, sind allerdings mit dieser Aktualisierung in der Regel weniger betroffen.

Die Analyse legt weiterhin nahe, dass bei Notebooks die psychologische Obsoleszenz inzwischen eine geringere Rolle spielt. Daraus kann geschlossen werden, dass die symbolische Bedeutung von Notebooks als Modeaccessoire oder als Anzeiger für die eigene gesellschaftliche

Stellung abgenommen hat. Gleichzeitig kann auch davon ausgegangen werden, dass die Innovationszyklen verlangsamt und die Entwicklungsarbeit in andere Bereiche (z.B. Tablet-Computer) verlagert wurde.

Fest verklebte Akkus und Spezialschrauben vor Motherboard, Arbeitsspeichern oder Festplatten, die nur mittels Spezialwerkzeugen geöffnet werden können, lösen u.a. die ökonomische Obsoleszenz aus. Bei Notebooks entstehen für den Austausch von Mainboard, Prozessor und Grafikchip die höchsten Kosten für die Reparatur. In diesen Fällen kann davon ausgegangen werden, dass die Reparaturen oft ausbleiben und eher neue Geräte angeschafft werden. Mit etwas geringerem Kostenaufwand können Arbeitsspeicher, Prozessorkühler, Festplatte, Akkus und bei einigen wenigen der Bildschirm erweitert oder ausgetauscht werden.

Zur Untersuchung der Obsoleszenzursachen für **Waschmaschinen** wurden die Ergebnisse der Lebensdaueruntersuchungen der Stiftung Warentest, die sie in den letzten 15 Jahren durchgeführt hat (Jahre 2000-2014), ausgewertet und die Probleme identifiziert, die die Lebensdauer von Waschmaschinen begrenzt haben. Die Tests umfassten rund 600 Waschmaschinen von 196 verschiedenen Modellen. Von diesen 196 Modellen sind an 41 Modellen Probleme während der Prüfung einer 10-jährigen Benutzung aufgetreten, die zu einer ‚mangelhaften‘ Bewertung der Lebensdauer durch die Stiftung Warentest geführt haben. Die Analyse der Ausfallursachen zeigte dabei kaum wiederkehrende Ausfälle. Praktisch alle Elemente einer Waschmaschine tauchten als Ausfallursache auf. Insbesondere die Bauteile, die einer erhöhten Schwingungsbelastung ausgesetzt sind (alle am Bottich befestigten Teile) scheinen allerdings öfter auszufallen als andere Bauteile. Ebenfalls zeigten die Forschungen des britischen Instituts WRAP, dass eine Reihe von Ursachen die Lebensdauer von Waschmaschinen verkürzen könnte. Als Hauptursachen wurden Probleme in der Elektronik, Türdichtung und -scharniere, Zulauf- und Abflussschlauch, Wasserheizelemente, Trommelbehälter, Motor und Seifenschubfach erwähnt. Die teilnehmenden Personen der Online-Verbraucherbefragung nannten den Defekt der Elektrik (28%), gefolgt von dem Defekt der Pumpe (23%) und einem Lagerschaden (15%) als Hauptgründe für den Ausfall.

Die im Rahmen der Studie befragten Expertinnen und Experten betonten außerdem die Ausfallrisiken, die mit der Verkleinerung des Aufbaus von Halbleitern und der rasanten Erhöhung der Integrationsdichte der speicherbaren Information auf Halbleitern einhergehen. Allerdings werden elektronische Bauteile vielfach in Varianten angeboten, die über eine unterschiedliche Ausfallwahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von den Einsatzbedingungen (insbesondere der Temperatur) verfügen. Grundsätzlich können auch durch einen erhöhten Testaufwand der Bauteile und integrierten Schaltungen die potenziellen Ausfallursachen erkannt und beseitigt werden, allerdings mit Auswirkungen auf die Kosten. Auf der anderen Seite ist es ebenfalls wichtig zu verstehen, dass der Einsatz von elektronischen Sensoren und Mikroprozessoren zur Steuerung oder Regelung die Verwendung viel kleinerer Abstände und damit eine viel stärkere Integration von Funktionen in einem Halbleiterchip oder auf einer Platine erlaubt. Damit entfallen gleichzeitig auch viele Steckkontakte zwischen einzelnen Bauteilen und damit viele Fehlermöglichkeiten. Zudem erlaubt die Integration auf einer Komponente eine sehr viel weitergehende Prüfung der Funktionsfähigkeit dieser Komponente vor ihrem Einbau in ein Gerät.

Die funktionale Obsoleszenz steht bei Waschmaschinen in Zusammenhang mit der Entwicklung und dem Einsatz von Waschmitteln sowie Textilien. Ältere Waschmaschinen können durchaus weiter funktionieren, ihre Fähigkeiten aber, moderne Waschmittel ressourcenschonend zu nutzen und moderne Textilien optimal zu pflegen, sind eingeschränkt. Es konnte gezeigt werden, dass ältere Waschmaschinen viel mehr Energie benötigen, um eine gute

Waschwirkung zu erzielen. Tatsächlich mussten alte Maschinen zum Zeitpunkt der Durchführung von Tests in 2004, um die gleiche Waschwirkung wie neue Maschinen in einem 40°C-Programm zu erreichen, im 90°C-Programm betrieben werden. Darüber hinaus war die Waschwirkung bei 40°C von alten Waschmaschinen viel niedriger als die von neueren Waschmaschinen. Die Untersuchungen (Jahr 2004) zeigten, dass eine neue Maschine nur etwa halb so viel Energie wie eine 15-jährige Maschine und ein Viertel der Energie einer 30-jährigen Maschine benötigte, um die gleiche Waschleistung zu erreichen. Ein Vergleich des Wasserverbrauchs bei konstanter Beladung zeigte ähnliche Faktoren für eine Verbesserung im Laufe der Zeit. Auch in Zukunft werden sich die Waschmaschinen, Textilien und Waschmittel weiterentwickeln. Deshalb kann nicht ausgeschlossen werden, dass heute moderne Waschmaschinen in ein oder zwei Jahrzehnten nicht mehr fähig sein werden, mit den dann angebotenen Waschmitteln und Textilien optimal umzugehen. Aus der internetbasierten Verbraucherbefragung kann man in etwa ableiten, dass diese Effekte der funktionalen Obsoleszenz für ca. 12% der Haushalte der Grund für die Anschaffung einer neuen Waschmaschine waren.

Die Analyse der ökonomischen Obsoleszenz bei Waschmaschinen bestätigte nochmal die hohen Reparaturkosten als eine mögliche Hürde. Theoretisch ist eine Reparatur aller ausgefallenen Bauteile und Komponenten einer Waschmaschine möglich, jedoch sind die Kosten teilweise sehr hoch. Dies liegt insbesondere daran, dass diese Reparaturen vor Ort durchgeführt werden und deshalb Reisekosten für das Servicepersonal anfallen. Zusammen mit Ersatzteilkosten entstehen bei einigen Reparaturen, beispielsweise der Steuerungselektronik, des Motors, des Laugenbehälters oder der Kugellager, Kosten von mehreren Hundert Euros. Dem entgegen steht eine drastische Verringerung der Marktpreise von neuen Waschmaschinen, insbesondere bis zum Jahr 2004.

Auslegung der Produktlebensdauer

In den letzten Jahren hat die Medienberichterstattung das Thema „geplante Obsoleszenz“ sehr emotional präsentiert und die Gesellschaft in zwei voneinander unabhängige Pole geteilt, nämlich Hersteller und Industrie als „Täter“ und die Verbraucherinnen und Verbraucher als „Opfer“ der Obsoleszenz. Die vorliegende Studie hat gezeigt, dass die Erscheinung Obsoleszenz von Produkten nicht so eindimensional ist. Hersteller und Verbraucher interagieren miteinander in einer sich stetig wandelnden Umgebung und beeinflussen gegenseitig die Produktentwicklung und Konsummuster.

In diesem Kontext besteht in der Frage, ob Hersteller die Lebensdauer ihrer Produkte planen, im Grunde kein Dissens. Die Produktlebensdauer ist eine planbare Größe. Die Auslegung der Produktlebensdauer wird von vielen Faktoren beeinflusst, wie zum Beispiel Belastung, Abnutzungsvorrat, Wartung, technologischer Wandel bei Produkten, Mode, Wertewandel und weitere äußere Umwelteinflüsse. 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. 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 Endverkaufspreis ausdrückt. Dieser wird aber auch von anderen Faktoren wie angebotenen Service, Dauer der Verfügbarkeit von Ersatzteilen, Zusatznutzen, Design, Updates, Reparaturfähigkeit, mechanische und elektroni-

sche Robustheit bestimmt. Diese Entscheidungsgrundlagen der Unternehmen sind allerdings für die Konsumentinnen und Konsumenten nicht sichtbar. Die fehlende Transparenz bewirkt, dass sie ihre Kaufentscheidung hinsichtlich der eigenen Bedürfnisse nicht optimal treffen können (asymmetrische Information).

Den Sachverhalt der geplanten Obsoleszenz im Sinne einer Designmanipulation oder bewusstem Einbau von Schwachstellen haben die Analysen in der Studie nicht bestätigt, jedoch war dies auch nicht die primäre Zielsetzung der Studie. In der Studie wurden drei typische Fallbeispiele, die in den Medien als Paradebeispiele für eine geplante Obsoleszenz im Sinne einer Designmanipulation angeprangert werden, näher untersucht: (1) Aluminium-Elektrolytkondensator (Elko), (2) Kunststofflaugenbehälter in Waschmaschinen, und (3) Tintenschwämmchenreservoir bei Tintenstrahldruckern. In allen drei Fällen konnte der Vorwurf einer geplanten Obsoleszenz im Sinne einer Designmanipulation nicht aufrechterhalten werden.

Bei **Elkos** wurde festgestellt, dass es sicher kein befriedigendes Ergebnis ist, dass sie als temperaturempfindliche Bauteile in der Nähe von Wärmequellen platziert werden. Allerdings müssen sie aufgrund von technischen und physikalischen Gegebenheiten dort platziert werden, um die Funktionsfähigkeit des Gerätes gewährleisten zu können. Nur bei naher Platzierung am Prozessorsockel kann der elektrische Serienwiderstand gering gehalten und die dynamischen Eigenschaften der Schaltung verbessert werden. Es handelt sich also um eine Designentscheidung, bei der ein ausgewogener Kompromiss im Spannungsfeld unterschiedlich ausgerichteter Wirkungsprinzipien gefunden werden muss. Auf der anderen Seite ist die richtige Dimensionierung von Elkos ohne Frage entscheidend für die Produktlebensdauer. Die Auswahl der Elkos erfolgt nach betriebswirtschaftlichen Prinzipien während eines komplexen Produktentwicklungsprozesses, bei dem die zu erwartende Lebens- und Nutzungsdauer die Grundlage für die Produktgestaltung bildet. Weichen allerdings die realen Betriebsbedingungen von denen ab, die als Grundlage für die Auswahl von Elkos gebildet haben, können die Elkos als lebensdauerlimitierende Komponenten vorzeitig zum Produktausfall führen. Qualitätsdefizite in der Zulieferkette können ebenfalls dazu beitragen. Aus diesen Gründen ist es sinnvoll, dass neben Mindestanforderungen an die Dimensionierung der Elkos und Formulierung von realitätsnahen Betriebsbedingungen für die Funktionsprüfung ein striktes Qualitätsmanagement in der Zuliefererkette umgesetzt wird. Die dabei entstehenden Mehrkosten für den Gerätehersteller scheinen im Hinblick auf den ökologischen Nutzen der Lebensdauerverlängerung nicht signifikant zu sein.

Was der Einsatz von **Kunststofflaugenbehältern** in den Waschmaschinen angeht, bietet der Kunststoff neben den Kostenvorteilen auch eine Reihe von weiteren Vorteilen (z.B. Geräuschverhalten, thermische Verluste, Korrosion) gegenüber Behältern aus Edelstahl. Wichtig ist dabei ausreichendes Knowhow bei der konstruktiven Auslegung von hochbelasteten Kunststoffbauteilen, vor allem hinsichtlich der Strukturmechanik, chemischer Beständigkeit und thermischen Belastungen. Die unabhängigen Untersuchungen der Stiftung Warentest über die Lebensdauer von Waschmaschinen der letzten 15 Jahre an rund 600 Maschinen (= 196 Modelle á drei Geräte pro Test) haben gezeigt, dass es nur an wenigen Geräten zu Problemen gekommen ist, die man einem Kunststoffbottich zuordnen könnte. Dabei ist davon auszugehen, dass rund 90% der getesteten Geräte über einen Kunststoffbottich verfügten. Allerdings hat die Stiftung Warentest bisher nur Geräte in Preisklassen größer als 350 € getestet.

Die Problematik des **Tintenschwämmchenreservoirs** steht im Zusammenhang mit einer Schutzvorrichtung. Die Fehlermeldung bzw. Funktionseinstellung, die nach einer bestimmten Anzahl von Druckseiten erscheint, soll verhindern, dass mögliche Folgeschäden, wie Verschmutzung durch Auslaufen der Tinte, auftreten, wenn die Kapazität des Tintenschwämm-

chens erreicht ist. Nichtsdestotrotz zeigt eine kritische Betrachtung der Schutzvorkehrung jedoch, dass der Auslaufschutz technisch auch anders realisiert werden kann, ohne gleich die Funktion des ganzen Geräts stillzulegen. Dabei werden austauschbare Resttintenbehälter eingesetzt, die in Modellen ab der mittleren Preisklasse zum Einsatz kommen. Auch ist zu bemängeln, dass diese begrenzte Kapazität des Tintenschwämmchenreservoirs den Verbraucherinnen und Verbrauchern beim Kauf häufig nicht bekannt ist.

Daraus kann abgeleitet werden, dass je genauer die Hersteller ihre Lebensdauertests durchführen, je genauer sie ihre Testbedingungen an reale Nutzungsbedingungen anpassen und je genauer sie die Qualitätsstandards in der Zulieferkette prüfen, umso sicherer können sie Aussagen über die zu erwartende Lebensdauer machen, also mit welcher Wahrscheinlichkeit eine bestimmte Lebensdauer erreicht wird oder mit welcher Wahrscheinlichkeit bestimmte Bauteile wann ausfallen. Auf der anderen Seite ist zu beobachten, dass vor dem Hintergrund von schnellen Produktzyklen, sinkenden Produktpreisen sowie kosten- und zeitaufwändigen Lebensdauertests die Anwendung von Lebensdauertests in der Praxis stark verkürzt ist, und mitunter nur die wichtigsten Funktionen geprüft werden. Dies führt dazu, dass die Hersteller selber keine absolut richtungssicheren Angaben über die Lebensdauer ihrer Produkte mehr machen können.

Den Vorwurf vollständig zu be- oder widerlegen, dass Hersteller bestimmte Bauteile bewusst so auslegen, dass sie nach einer vorher definierten Zeit aufgrund eines Defektes ausfallen, um Verbraucherinnen und Verbraucher zu Neukäufen zu zwingen, war nicht die Primärzielsetzung dieser Studie. Vielmehr diente die Studie der Analyse der Trends von Lebens- und Nutzungsdauer sowie der Ausfallursachen bzw. Gründe für den Ersatz von Produkten. Die Analyse hat gezeigt, dass es in der Realität sehr vielfältige Gründe gibt, Produkte zu ersetzen. Es wird allerdings auch festgestellt, dass die Geräte heute vermehrt nach kürzeren Nutzungsdauern ersetzt oder entsorgt werden. Aus ökologischen Gesichtspunkten ist diese Praxis nicht akzeptabel.

Ökologische und ökonomische Vergleichsrechnung zwischen kurz- und langlebigen Produkten

In dieser Studie wurden für Waschmaschinen, Fernsehgeräte und Notebooks ökologische und ökonomische Vergleichsrechnungen zwischen kurz- und langlebigen Varianten durchgeführt. Die Ergebnisse der ökologischen Vergleichsrechnung zeigen ein eindeutiges Bild. Bei allen untersuchten Produktgruppen schneiden die langlebigen Produkte in allen Umweltkategorien besser ab als die kurzlebigen Varianten. Das ist der Fall, obwohl neben der Energieeffizienzsteigerung der neuen Geräte und dem höheren Herstellungsaufwand des langlebigen Produktes auch die Nachrüstung/ Reparatur des langlebigen Geräts mit Ersatzteilen (inkl. deren Herstellungsaufwand) in die Bilanzierung miteinbezogen wurde.

Bei **Waschmaschinen** sind der kumulierte Energieaufwand (KEA) und das Treibhauspotenzial einer kurzlebigen Waschmaschine (Lebensdauer 5 Jahre) ca. 40% höher im Vergleich zu der langlebigen Waschmaschine (Lebensdauer 20 Jahre). Über einen Betrachtungszeitraum von 20 Jahren verursacht eine langlebige Waschmaschine knapp 1100 kg weniger CO₂e als die kurzlebige Variante. Das Versauerungspotenzial einer kurzlebigen Waschmaschine ist ca. 60% höher im Vergleich zu der langlebigen Waschmaschine. Der Unterschied zwischen einer langlebigen Waschmaschine und einer durchschnittlichen Waschmaschine (Lebensdauer 10 Jahre) ist deutlich geringer; die langlebige Waschmaschine schneidet aber trotzdem in den meisten Umweltkategorien besser ab (z.B. 12% weniger Treibhauspotenzial und 18% weniger Versauerungspotenzial).

Bei **Fernsehgeräten** liegt der Umweltindikator Versauerungspotenzial um 42% höher für ein kurzlebiges Fernsehgerät (Lebensdauer 5,6 Jahre) im Vergleich zu der langlebigen Variante (Lebensdauer 10 Jahre). Der kumulierte Energieaufwand eines kurzlebigen Fernsehgeräts ist 28% höher und das Treibhauspotenzial 25% höher im Vergleich zu einem langlebigen Fernsehgerät. Über einen Betrachtungszeitraum von 10 Jahren verursacht ein langlebiges TV-Gerät knapp 600 kg weniger CO₂e als die kurzlebige Variante.

Bei **Notebooks** verursacht das langlebige Produkt (Lebensdauer 6 Jahre) über einen Betrachtungszeitraum von 12 Jahren knapp 300 kg weniger CO₂e als die kurzlebige Variante. Der Umweltindikator Versauerungspotenzial liegt um 49% höher für ein kurzlebiges Notebook (Lebensdauer 3 Jahre) im Vergleich zu der langlebigen Variante. Der kumulierte Energieaufwand eines kurzlebigen Notebooks ist 25% höher und das Treibhauspotenzial 36% höher im Vergleich zu einem langlebigen Notebook.

Die ökonomischen Vergleichsrechnungen zwischen kurz- und langlebigen Produktvarianten wurden mit dem Ansatz der Lebenszykluskosten durchgeführt. Dabei spielen die getroffenen Annahmen bezüglich der Anschaffungskosten eine entscheidende Rolle und beeinflussen das Ergebnis sehr stark. Die Differenz der Anschaffungskosten zwischen kurzlebigen und langlebigen Produktvarianten ist eine entscheidende Größe, die die Kosteneinsparungseffekte oder die Mehrkosten eines langlebigen Produktes im Vergleich zu einer kurzlebigen Variante bestimmt. Ist die Differenz gering, käme es in der Regel zu größeren positiven Kosteneinsparungseffekten bei langlebigen Produkten. Auf der anderen Seite würde das langlebige Produkte im Hinblick auf die Lebenszykluskosten sogar schlechter abschneiden oder seine positiven Kosteneinsparungen eher geringer ausfallen, wenn seine Anschaffungskosten gegenüber einer kurzlebigen Variante deutlich höher sind. Auch die angesetzten Energieeffizienzsteigerung sowie Reparatur- und Ersatzteilkosten spielen eine wichtige Rolle. Ist die Energieeffizienz der neu angeschafften kurzlebigen Produkte erheblich besser als die Vorläufergenerationen, die Differenz der Anschaffungskosten zwischen kurz- und langlebigen Varianten sowie Reparaturkosten hoch, würden in der Regel negative Kosteneffekte für die langlebigen Produkte zum Vorschein kommen.

Die im Rahmen dieser Studie durchgeführten Berechnungen zeigen, dass die jährlichen Gesamtkosten einer langlebigen **Waschmaschine** mit 20 Jahren Lebensdauer am geringsten sind. Im Vergleich dazu verursacht eine kurzlebige Waschmaschine mit 5 Jahren Lebensdauer ca. 13% Mehrkosten. Verglichen mit einer kurzlebigen Waschmaschine lassen sich mit dem Kauf einer langlebigen Waschmaschine pro Gerät ca. 283 € in 20 Jahren sparen. Eine langlebige Waschmaschine müsste nach den in dieser Studie getroffenen Annahmen einen ca. 270% höheren Kaufpreis als die kurzlebige Variante haben, um die Lebenszykluskosten der kurzlebigen Waschmaschine zu überschreiten.

Beim langlebigen **Fernsehgerät**, das während seiner Lebensdauer von 10 Jahren gar nicht repariert werden muss, sind die jährlichen Gesamtkosten geringer im Vergleich zu der kurzlebigen Variante. Allerdings ist der Unterschied zu der kurzlebigen Variante (Lebensdauer 5,6 Jahre) fast vernachlässigbar. Bemerkenswert ist, dass die jährlichen Gesamtkosten eines kurzlebigen TV-Geräts geringer sind als die eines langlebigen TV-Geräts, das während seiner Lebensdauer repariert werden muss. Die vergleichsweise hohen Kosten bei dem langlebigen TV-Gerät in dieser Beispielrechnung sind neben den hohen Anschaffungskosten auf die hohen Reparaturkosten zurückzuführen. Ein langlebiges TV-Gerät (ohne Reparatur) müsste nach den in dieser Studie getroffenen Annahmen einen ca. 75% höheren Kaufpreis haben als die kurzlebige Variante, um die Lebenszykluskosten des kurzlebigen TV-Geräts zu überschreiten.

Beim langlebigen **Notebook**, das während seiner Lebensdauer von 6 Jahren gar nicht repariert werden muss, sind die jährlichen Gesamtkosten geringer als die der kurzlebigen Variante. Die jährlichen Gesamtkosten eines langlebigen Notebooks, das mehrfach repariert werden muss, um eine sechsjährige Lebensdauer zu erreichen, liegen aufgrund von hohen Reparaturkosten höher als die eines kurzlebigen Notebooks (Lebensdauer 3 Jahre). Verglichen mit einem kurzlebigen Notebook lassen sich mit dem Kauf eines langlebigen Notebooks, bei dem keine Reparaturen durchgeführt werden müssen, pro Gerät ca. 196 € in 12 Jahren sparen. Bei dem reparaturbedürftigen langlebigen Notebook fallen in 12 Jahren ca. 261 € Mehrkosten an als bei der kurzlebigen Variante. Ein langlebiges Notebook (ohne Reparatur) müsste nach den in dieser Studie getroffenen Annahmen fast einen Doppel so hohen Kaufpreis haben als die kurzlebige Variante, um die Lebenszykluskosten des kurzlebigen Notebooks zu überschreiten.

Strategien gegen Obsoleszenz

Ausgehend von der Ursachenanalyse wurden in dieser Studie Strategien gegen Obsoleszenz von Elektro- und Elektronikgeräten entwickelt. Dabei lag der Fokus auf **technischen und produktspezifischen sowie managementbezogenen Strategien und Lösungsoptionen**. Das Hauptziel war dabei, eine gesicherte Mindestlebensdauer oder Lebens- und Nutzungsdauerverlängerung von Elektro- und Elektronikgeräten zu erreichen. Dafür wurde eine Konsolidierung und Bündelung der Ursachen für Ausfälle und Ersatz in übergeordneten Themenclustern vorgenommen. Damit ließen sich Strategien, unabhängig von der Produktgruppe sowie unabhängig von jedem einzelnen Ersatzgrund, definieren, die das gesamte Themencluster und somit diverse darunter fallende Produktgruppen und Obsoleszenzursachen adressieren. In der folgenden Tabelle 1 sind die Themencluster und die dazugehörigen Ursachen für Ausfälle und Ersatz von Waschmaschinen, Notebooks und Fernsehgeräten abgebildet. Alle Ursachen lassen sich in insgesamt 4 Hauptthemencluster aufteilen. Die identifizierten Ausfall- und Ersatzursachen der Produktgruppen Waschmaschinen, Notebooks und Fernsehgeräte wurden diesen Themenclustern zugeordnet. Durch diese Zuordnung entstand ein guter Überblick, welche Obsoleszenzursachen für alle untersuchten Produktgruppen gleichermaßen gelten und eher mit produktgruppenübergreifenden horizontalen Strategien adressiert werden können, und welche Obsoleszenzursachen eher produktgruppenspezifische Lösungsansätze benötigen.

Tabelle 1 Beschreibung und Zuordnung der Obsoleszenzursachen

Themencluster für die Obsoleszenzursachen		Waschmaschinen	Notebooks	Fernsehgeräte
1	Mangelnde mechanische und elektronische Robustheit (Werkstoffliche Obsoleszenz)			
1.1	Vorgabe an die Fertigung für die zu erreichende Lebensdauer nicht vorhanden oder zu kurz. Die fehlende Transparenz bewirkt, dass Konsumentinnen und Konsumenten ihre Kaufentscheidung hinsichtlich der eigenen Bedürfnisse nicht optimal treffen können (asymmetrische Information).	X	X	X
1.2	Komponenten werden in der laufenden Fertigung oder in der Freigabe nicht hinreichend auf die Einhaltung der Lebensdaueranforderungen geprüft.	X	X	X
1.3	Belastung ist in der Realität höher als die Lebensdaueranforderungen, die als Maßstab für die Fertigung zugrunde gelegt wurden.	X	X	X

Themencluster für die Obsoleszenzursachen		Waschmaschinen	Notebooks	Fernsehgeräte
1.4	Das Gesamtgerät wird nicht hinreichend auf die Einhaltung der Lebensdauieranforderung geprüft.	X	X	X
1.5	Verschiedene Produktionsserien gleichartiger Geräte enthalten unterschiedliche Bauteile. Der hohe Wettbewerbsdruck schafft Volatilität in Verfügbarkeit und Qualität der Komponenten. Die Qualitätsstandards der Hersteller, wenn überhaupt vorhanden, lassen sich vertikal nicht bis in Zulieferketten implementieren.	X	X	X
1.6	Schlechtes Gerätedesign und Wärmemanagement, wie z.B. Lüftungsschlitze, die durch Staub- und Schmutzpartikel verstopft werden und zu Überhitzungen im Gerät führen.		X	X
1.7	Kurze Akkulebensdauer (Laufzeit und Kapazität) limitiert Nutzung (elektrochemische Robustheit); fest verbaute Akkus erschweren oder verhindern einen gezielten Austausch.		X	
2	Softwarebedingte Gründe (Funktionale Obsoleszenz)			
2.1	Immer neue TV-Formate (z.B. HD Ready, Full HD, UHD), neue Funktionen (z.B. HbbTV) und somit der Anstieg des Sourceguts stellen höhere Anforderungen sowohl an die Software als auch an die Hardware.			X
2.2	Unterschiedliche Übertragungsstandards, fehlende Standardisierung von dynamischer Kanalverwaltung sowie Schnittstellen und Conditional Access Systeme.			X
2.3	Für ältere Komponenten und Peripheriegeräte (z.B. manche Grafikarten, Drucker und Scanner) geben Hersteller für aktuelle Betriebssysteme oft keine aktualisierten Treiber mehr heraus, sodass diese dann nicht mehr bzw. nicht im gewohnten Umfang weitergenutzt werden können.		X	
2.4	Die Installation eines aktuellen Betriebssystems lässt sich bei älteren Notebooks nicht mehr umsetzen, da die Grenze der Leistungsfähigkeit erreicht ist. Können die Mindestanforderungen des Betriebssystems nicht eingehalten werden, ist das Betriebssystem auf dieser Hardware nicht lauffähig und diese muss ausgetauscht werden, obwohl das technische Lebensende noch nicht erreicht ist.		X	
3	Hohe Kosten der Reparatur im Kontext der Preise für Neuprodukte (Ökonomische Obsoleszenz)			
3.1	Bei vielen Defekten erscheint eine professionelle Reparatur im Kontext der bestehenden Marktpreise für Neuprodukte als zu teuer.	X	X	X

Themencluster für die Obsoleszenzursachen		Waschmaschinen	Notebooks	Fernsehgeräte
3.2	Zu hohe Bauteilintegration, sodass immer ein großes und entsprechend teures Teil ausgetauscht werden muss. Außerdem schlechte Zugänglichkeit der Bauteile.	X	X	X
3.3	Keine Ersatzteile oder nur Originalbauteile erhältlich.	X	X	X
3.4	Zu hohe (Anfahrts-)Kostenpauschalen für die Servicetechniker.	X		(X)
4	Trends und Wunsch nach neuen Funktionen (Psychologische Obsoleszenz)			
4.1	Innovationen, neue Funktionen und Komfortversprechen der neuen Geräte veranlassen die Konsumentinnen und Konsumenten zu Neukäufen.	X	X	X
4.2	Sozio-demografische Faktoren, wie zum Beispiel Umzug in eine Wohnung mit einer Einbauküche oder Weitergabe der bestehenden Geräte an Jugendliche im Haushalt	X	X	X
4.3	Bessere Energieeffizienz der neuen Geräte, z.B. Ersatz eines Desktop-PCs durch ein Notebook	X	X	X

In Tabelle 2 werden Strategien gegen die in Tabelle 1 identifizierten Ausfall- und Ersatzursachen vorgeschlagen. Das Ziel ist dabei, alle unter einem Themencluster genannten Ausfall- und Ersatzursachen mit denselben Strategien zu adressieren⁵. Die einzelnen Strategien gegen Obsoleszenz sind in Kapitel 8 (Tabelle 106 – Tabelle 110) detaillierter dargestellt. Außerdem wurde zu jeder einzelnen Strategie eine kurze Einschätzung zu möglichen Stärken und Schwächen abgegeben. Nicht zuletzt wurden die möglichen produktpolitischen Instrumente genannt, die für die Umsetzung der jeweiligen Strategien geeignet wären.

Tabelle 2 Identifizierung von Strategien gegen Obsoleszenz

Themencluster Obsoleszenzursachen		Strategien gegen Obsoleszenz	
1	Mangelnde mechanische und elektronische Robustheit	Strategie 1: Lebensdaueranforderungen, Standardisierung, Normung	
		S 1.1	Unterstützung von freiwilligen Lebensdauertests durch entsprechende Prüfnormen und unter kritischen Prüfbedingungen
		S 1.2	Verpflichtende Lebensdauertests unter kritischen Prüfbedingungen und Angabe Lebensdauer in den technischen Unterlagen und/oder als Teil der Verbraucherinformation
		S 1.3	Erarbeitung von Prüfmethoden und -normen zur Überprüfung der Lebensdauerprüfung für Bauteile und Geräte
		S 1.4	Untersuchung des Einflusses der realen Nutzungsbedingungen auf die Lebensdauer und Etablierung einer Norm mit kritischen Prüfbedingungen

⁵ Strategien gegen das Ursachen-Themencluster „Trends und der Wunsch nach neuen Funktionen“ werden im Rahmen dieses Vorhabens nicht erarbeitet. Zu diesem Themenkomplex hat das Umweltbundesamt andere Vorhaben zu den Themen soziale Innovation und kultureller Wandel beauftragt.

Themencluster Obsoleszenz-ursachen		Strategien gegen Obsoleszenz	
		S 1.5	Design für Langlebigkeit
		S 1.6	Vermehrte Tests der Lebensdauer durch unabhängige Testinstitute, wie die Stiftung Warentest
2	Softwarebe- dingte Gründe	Strategie 2: Mindestanforderungen an die Software	
		S 2.1	Entwicklung von innovativen und modularen Software-Lösungen
		S 2.2	Grundlegende Software-Treiber müssen eine ausreichend lange Zeit vorgehalten bzw. aktualisiert werden
		S 2.3	Förderung von freien Soft- und Hardware-Initiativen sowie Schaffung von Rechts-sicherheit zu deren Verwendung und Vermarktung
		S 2.4	Verpflichtende Hardware und Software Updates sowie volle Funktionstests
		S 2.5	Standardisierung, Fehlerdiagnosefunktion und neue Softwarelösungen
3	Hohe Kosten der Reparatur im Kontext der Preise für Neuprodukte	Strategie 3: Reparaturfähigkeit	
		S 3.1	Verbesserte Rahmenbedingungen für unabhängige und freie Reparaturbetriebe, einschließlich transparente Reparaturinformationen
		S 3.2	Pflichtvorgaben zur Vorhaltung von Ersatzteilen, einschließlich transparente Informationen bezüglich der zu erwartenden Kosten für Ersatzteile
		S 3.3	Akkus und sonstige Verschleißteile müssen leicht auswechselbar oder reparierbar sein
		S 3.4	Veränderung der Kostenkalkulation für Reparaturen
		Strategie 4: Servicemodelle der Hersteller für eine Lebens- und Nutzungsdauerverlän- gerung	
		S 4.1	Leasing-Modelle (als eigentumsersetzende Nutzungsstrategie)
		S 4.2	Rückkaufvereinbarung
		S 4.3	Nachsorgebehandlung als Dienstleistung
4	Übergreifend: kürzere Nut- zungsdauer durch Ver- braucherinnen und Verbrau- cher	Strategie 5: Informationspflichten, Verbraucherinformation	
		S 5.1	Eindeutige Deklaration von Sollbruchstellen (im Sinne Sicherheitsfunktion), Verschleißteilen und Wartungsintervallen
		S 5.2	Verbraucherinformation zur Verlängerung der Nutzungsdauer

In Anbetracht der technologischen Weiterentwicklungen und Innovationen bei Elektro- und Elektronikgeräten stellen **Mindestanforderungen an die Produktlebensdauer und Qualität**, unabhängig vom Produktdesign und der Produktgruppe eine wichtige Strategie dar. Auch im Hinblick auf die Tatsache, dass in vielen Fällen die ökonomische Obsoleszenz zum Ende der Produktnutzung führt bzw. führen kann, erscheint eine zuverlässige Produktlebensdauer, innerhalb derer nicht oder nur in seltensten Fällen repariert werden muss, der richtige Weg. Um derartige Mindestanforderungen verlässlich entwickeln und nachprüfen zu können, bedarf es Standards und Messnormen. Zwar gibt es bereits etliche Standards und Normen für die verwendeten Bauteile zur Prüfung der Sicherheit und Gebrauchstauglichkeit von elektrischen und elektronischen Geräten. Es fehlen allerdings lebensdauerbezogene Prüfungen für Produkte. Die Erarbeitung geeigneter Testnormen ist möglich, erfordert jedoch viel Zeit (30-60 Monate)

und Aufwand. Auf der anderen Seite bieten bestehende Messnormen und Standards auf der Komponentenebene erste Ansatzpunkte, obwohl diese primär zur Prüfung der Sicherheit und Gebrauchstauglichkeit von elektrischen und elektronischen Geräten entwickelt wurden. Die Nutzung und Anpassung der Messnormen und Standards auf der Komponentenebene ist aber auch deswegen sinnvoll, weil die produktbezogenen Lebensdauerprüfungen in der Praxis nicht für alle Produkte umsetzbar oder nur mit extrem hohem Kosten- und Zeitaufwand verbunden sind. Wichtig ist allerdings, dass die Auslegung der Geräte mit den realistischen Randbedingungen ihres Einsatzes konform ist. Gibt es hier Abweichungen, kann es leicht zu einer Überbelastung kommen und damit zu einem verfrühten Ausfall. Aus diesen Gründen bildet die Strategie „**Lebensdaueranforderungen, Standardisierung und Normung**“ den Kern der übergeordneten Strategien gegen Obsoleszenz.

Darüber hinaus könnten auch **innovative Servicemodelle** der Hersteller (z.B. Leasing, Rückkaufvereinbarung oder Nachsorgebehandlung) sowie verpflichtende **Mindestanforderungen an die Software** dazu beitragen, dass die technische Produktlebensdauer in der Praxis auch erreicht werden kann (z.B. durch Wiederaufbereitung für die Weiter- bzw. Wiederverwendung, garantierte Reparaturen durch die Hersteller oder verbesserte Abstimmung der Software und Hardwarelösungen miteinander). Maßnahmen zur **Verbesserung der Verbraucherinformationen** (z.B. ökologische Vorteile von langlebigen Produkten) und **Erhöhung der Informationspflichten der Hersteller** (z.B. eindeutige Deklaration von Verschleißteilen) sind weitere wichtige Instrumente, um die Kaufentscheidung zu Gunsten von langlebigeren Produkten zu beeinflussen.

Die Analyse der ökonomischen Obsoleszenz in dieser Studie hat gezeigt, dass die hohen Ersatzteil- und Personalkosten im Vergleich zu sinkenden Preisen für Neuprodukte in vielen Situationen die Reparaturbereitschaft verringern. Zusätzlich stellen steigende Produktkomplexität und hohe Integrationsdichte der modernen Produkte sowie ferngesteuerte softwarebedingte Fehlerdiagnosen unabhängige, nicht-herstellergebundene Reparaturbetriebe vor große Herausforderungen. Mit einer **Strategie zur verbesserten Reparaturfähigkeit** könnten u.a. Rahmenbedingungen für die Reparierfähigkeit der Produkte und den Erhalt der unabhängigen Reparaturszene in Europa geschaffen werden. Allerdings besteht noch Prüfbedarf über die Erfolgswahrscheinlichkeit einer solchen Strategie im Hinblick auf die oben dargestellten Herausforderungen. Aus Umweltgesichtspunkten ist es wichtig, dass Reparaturen möglich sind und von Endkunden auch in Anspruch genommen werden. Noch wichtiger sind jedoch Mindestqualitätsstandards und verlässliche Lebensdauerprüfungen und -angaben für die Produkte, damit Reparaturen gar nicht oder nur selten erforderlich werden.

Die im Rahmen dieser Studie vorgeschlagenen Strategien gegen Obsoleszenz zielen darauf ab, die Informationsasymmetrien zwischen Herstellern und Verbrauchern bezüglich der zu erwartenden Produktlebensdauer sowie der von Herstellern vorgesehenen Nutzungsintensitäten zu beheben. Die empfohlenen Strategien nehmen vor allem die Hersteller und Politik in die Pflicht, Transparenz bezüglich der zu erwartenden Produktlebensdauer zu erhöhen sowie Mindesthaltbarkeits- und Qualitätsanforderungen an die Produkte, Bauteile und Komponenten vorzuschreiben. Auf der anderen Seite sind aber auch Verbraucherinnen und Verbraucher aufgefordert, die Produkte im Sinne des Umwelt- und Ressourcenschutzes so lange wie möglich zu nutzen. Strategien gegen Obsoleszenz lassen sich demnach keineswegs von einem Tag auf den anderen umsetzen. Vielmehr sind sie als eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe im Zusammenspiel zwischen Politik, Herstellern, Wissenschaft und Verbrauchern zu verstehen.

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 five 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 two years, reports have also been published in other European countries, by EU-institutions⁶ 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, the energy transition bill, which was passed by the national assembly on 22.07.2015, contains measures against obsolescence. It is foreseen to introduce a legal definition of planned obsolescence⁷ and to penalize the fraud/ culprit with up to 2 years of imprisonment and a fine of up to 300,000 Euros or of 5% of the annual turnover of a company. Apart from that, it is foreseen to introduce voluntary consumer information from manufacturers on the life-time of a product⁸.

⁶ Example: Opinion of the European Economic and Social Committee on 'Towards more sustainable consumption: industrial product lifetimes and restoring trust through consumer information' (own-initiative opinion), (2014/C 67/05). Available: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52013IE1904&from=DE>, Accessed on 10.12.2015

⁷ Article L 213-4-1 of the Codes de la Consommation defines planned obsolescence as "*Programmed obsolescence is defined by each manoeuvre through which the lifetime of a good is knowingly reduced since its design stage, thereby limiting its usage time for business model reasons*" (Assemblée Nationale 2015).

⁸ Assemblée Nationale (2015): TEXTE ADOPTÉ n° 575, Projet de Loi - relatif à la transition énergétique pour la croissance verte, Article 99, <http://www.assemblee-nationale.fr/14/ta/ta0575.asp>; access: 24.11.2015

On the other hand, it is a consensus in the scientific community that the product life-time is generally a planned parameter and serves as an orientation for the product designers and developers. The planning of an optimal product life-time – from ecological and/ or economical point of view - can also be considered as planned obsolescence. However, the underlying logic is in this case very different that the popular media discourse on planned obsolescence.

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 aspect of reparability of products is to be understood within the concept of **economic obsolescence**. The concept of economic obsolescence is related not only to the technical possibilities of carrying out repairs, but also to the availability of repair service and especially incurring repair costs. Appreciation of costs between product replacements and repairs is in most cases the key factor for decisions pertaining to repairs and crucial for changing useful service life of products.

The current debate on obsolescence is dominated by a very anecdotal approach. In general, the data base on the subject of obsolescence (material, functional, psychological and economic) 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, trends on 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 on technical life- and use-times of electrical and electronic equipment;
2. Systematic description of the causes of obsolescence in electrical and electronic equipment;
3. Focus on 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.

The overall study covers the following product groups:

- Large household appliances
 1. Refrigerators
 2. Freezers
 3. Washing machines
 4. Laundry driers
 5. Dishwashers
 6. Electric cookers
- Small household appliances⁹
 1. Hand mixers / hand blenders
 2. Kettles
- Information and communication technology
 1. Desktop PCs
 2. Notebooks
 3. Printers
 4. Mobile phones/smartphones
- Consumer electronics
 1. Televisions

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

Reproducible scientific tests, 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.

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.

⁹ Chapter 5 contains data only for hand mixers/ hand blenders. Kettles were also dealt within the cause analysis in chapter 6.8.1. Furthermore, product tests of the Stiftung Warentest were also evaluated in chapter 6.8 in order to identify the main causes of defect of electrical tooth brushes, espresso machines, steam iron and vacuum cleaners.

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 user; 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 has been 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 realize 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 proportion of large household appliances which have been replaced within less than 5 years due to a defect from 3.5% to 8.3% of total replacements between 2004 and 2012.

The analysis of washing machines disposed of at municipal collection points and recycling centres in 2004 and 2013 also pointed to the trend of larger numbers of large household appliances being replaced within the first 5 years of ownership. Analysis of the date of manufacture of installed capacitors put the average age of washing machines disposed of in 2013 at 13.7 years. That was significantly shorter than 2004 figures, where the average age was found to be 16 years. The age comparison also found more washing machines retained for 11 years or less in 2013. It was particularly striking that more than 10% of the washing machines in 2013 were just 5 years old or less (6% in 2004). For washing machines, further comparison of data collected at brand level revealed an identifiable reduction in the term of retention between 2004 and 2013 across virtually all brands. In the context of this data, it should be noted that the reasons for replacement are not known.

An online consumer survey conducted by the University of Bonn in 2013/2014 furthermore revealed the average age of washing machines disposed of by survey participants to be 11.6 years. 50% of the washing machines disposed of were up to 10 years old. The reason for disposal was a defect in 69 percent of cases. In 10 percent of cases, the washing machines were not sufficiently efficient.

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.

The online consumer survey conducted by the University of Bonn in 2013/2014 more or less corroborates the analysis of hand mixers described above. The results of the online consumer survey show that consumers use hand mixers on average for 10 years before disposing them. 50% of hand mixers disposed of was up to 8 years old. According to the survey respondents, the hand mixers were disposed of due to a defect in most cases (76.2%). Comparison with a further survey conducted in 2014 looking at the reasons for disposing of hand mixers at a municipal collection point shows an interesting reading in this regard. In this study, the presumed reason

for disposal was a fault with the device's housing in 9% of cases, while for 35% of the hand mixers, the issue concerned a technical defect. In 52% of cases, the reason for disposal was not clear, as no faults at all could be found in terms of the technology, mechanism or design. In this respect, the two surveys reveal quite a different picture as regards the reasons for disposing of hand mixers.

Kettles disposed of according to the online consumer survey of the University of Bonn were aged on average just 5.7 years. Half of those were just 5 years old. 68 percent of the kettles were disposed of due to a defect according to the survey respondents. Comparison with the study investigating kettles disposed of at the collection point in 2014 also shows an interesting reading in this regard. According to this study, 17.9% of the devices were likely disposed of due to a mechanical defect in the housing. In 28.6% of the devices, a technical defect causing loss of functionality was the presumed reason. In this respect too, the results of the online consumer survey differ to those of the study at municipal collection points.

In the area of **consumer electronics**, flat screen TVs showed an average first useful service life of 5.7 years in 2007. This value 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 results also show that in 2012, over 60% of the functioning flat screen TVs were replaced because consumers wanted to have a better device. 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 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 of the online consumer survey conducted by the University of Bonn in 2013/2014 showed the average age of television sets disposed of to be 10 years. The result though is attributable to the fact that no distinction was made in the online consumer survey between CRT TV and flat screen sets. One can therefore assume that CRT television sets accounted for an appreciable proportion of the online survey outcomes. The results furthermore reveal that 50% of television sets disposed of was no older than 10 years. 44 percent of the sets were disposed of due to a defect according to the survey respondents. From the opposite perspective, this means that 56% of the TV sets were disposed of despite most likely functioning.

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.

The online consumer survey of 2013/2014 showed that the average age of notebook computers disposed of was just 4.9 years. 50 percent of the notebooks in the survey were up to 5 years old. In 46 percent of cases, old notebooks were disposed of due to being defective. 25 percent of notebooks were replaced due to having too limited functionality.

Systematic description of the causes of obsolescence

Building on the analysis of the service and usage life of electric and electronic devices, the causes of obsolescence have been assessed and systemised according to four categories: (1) material obsolescence, (2) functional obsolescence, (3) psychological obsolescence, and (4) economic obsolescence (see Section 3 for definitions). This involved identifying the typically prevalent factors, characteristics and components that brought about the end of the respective periods of usage. For life time-limiting factors in particular identified in the context of material obsolescence, it was researched whether the end of the period of usage could be attributed to specific wear parts. In terms of functional obsolescence, focus was on analysing the influence of software-induced factors, such as operating system and driver updates and changes in standardisation landscape and the media-political environment (e.g. new formats, new functions, new transmission standards etc.). In terms of repair works, economic obsolescence, i.e. the comparison of the cost of repair with the cost of buying a new product, was more closely analysed for all device groups. Psychological obsolescence was described in detail for those product groups that stood out as example products for this type of obsolescence in the preceding analysis of life-span and usage times (e.g. television sets and smartphones). In attempts to analyse and systematise the causes of obsolescence, a comprehensive assessment of scientific studies and of independent products tests was undertaken. A survey of numerous experts was also performed, including product manufacturers, test institutes, repair and re-use businesses, academic institutions in the materials sciences and design fields, standards and standardisation institutions and consumer organisations.

Analysis of the causes of obsolescence has shown that the devices examined are replaced for a wide variety of reasons. Material, functional, psychological and economic factors of obsolescence were shown to be jointly influential and draw somewhat a highly complex picture. Usually, even the causes of material obsolescence are highly varied and thus pinpointing any one specific cause is difficult. Generally, it has been observed that virtually any part or component of a device may be the one to fail. However, there are some components and parts that are relatively more likely to fail and thus can be said to have an impact on limiting life-time.

For **television sets**, the analysis identified the chief causes of material obsolescence to be the display/screen unit, power board, aluminium electrolytic capacitors and damage to delicate components resulting from transport. On the other hand, many other components, though relatively less likely, were found to be at risk of failing too, such as main boards. Material obsolescence does not represent the primary problem for TV sets according to the surveyed experts. The chief cause of the failure of television sets is attributable to software-induced faults, i.e. to functional obsolescence. However, the most important reason for why older television sets are replaced by newer models is attributed to psychological obsolescence. The study showed that over 60% of the still fully functional flat screen TVs were replaced in 2012 because their owners desired a better device. Key factors in replacing a television set were found to be the need for a larger screen size and better picture quality, as well as falling prices. Defects are clearly an important reason, though rarely decisive when it comes to TV set replacement.

In the case of functional obsolescence, the rapid pace of development of TV technology in terms of resolution, new functionalities and the lack of standardisation with regard to transmission standards play a significant role. The development of new TV formats has led in recent years to older devices lacking the necessary hardware chips (transmitter and receiver chips) to be able to handle the corresponding new formats or to render the transmitted content in the desired quality. Furthermore, new functionalities (e.g. the fusion of television and internet in the form of hybrid TVs (HbbTV)) place significantly higher requirements on software. If the software used does not have a modular structure and the devices lack a scalable memory, older devices are quickly pushed to their limits due to the new content and functions. The increasing volume of source data (i.e. the quantity of underlying source code), which has grown in recent years from approx. 1 MB to over 100 MB due to the launch of SMART TVs, should not be underestimated. In order to test the full source code for errors, i.e. to perform a “full test”, one would need around 15 work weeks. As product innovation cycles in the industry are very short (cycle time of 1 year), however, the source code is not tested in its entirety in many cases; rather often only typical fault possibilities are reviewed and the general likelihoods of failure derived based on statistical procedures (“regression”). Some manufacturers are known to reduce the durations of testing to around 3 weeks. An issue in this respect, however, is that the software is not tested for functionality in its entirety, which can produce software errors.

One of the reasons why the first useful service life of defective television sets or the age of many scrapped television sets is at a relatively low level is no doubt due to economic obsolescence. The costs involved in repairing components often prone to failure such as the display and screen unit and power board run into the hundreds of euro. In view of generally falling sales prices for TV appliances, consumers may consequently choose to purchase a new device instead of having a defective set repaired.

For **smartphones/mobile phones**, the online repair platform iFixit (www.ifixit.com) was closely examined. For the smartphone models investigated, frequent causes of repairs included the battery, screen unit, home button and power button. The potential for failure of many other components was also observed.

The frequent need to repair or replace the battery in smartphones may be due to the increasing intensity of use and range of functions of these devices. Assuming that the replaceability and/or exchangeability of batteries are decisive for the extended use of a smartphone, the iFixit platform’s battery disassembly analyses were looked at. This showed that it was possible to remove the battery in models without permanently fitted battery in less than a minute. On two models with permanently fitted batteries, however, battery removal required 15-20 minutes as well as a range of special tools. Research by German consumer testing organisation, Stiftung Warentest, reveals that the proportion of mobile phones with permanently integrated batteries grew consistently between 2010 and 2013. Almost 36% of mobile phones examined by the organisation in 2013 had a permanently fitted battery. Stiftung Warentest tested further smartphones in an additional test in 2014, finding approx. 35% of the devices to have a non-replaceable battery. The tests included several models that received a poorer quality rating in terms of battery performance. Due to the fact that users are unable to replace some batteries and that battery performance is inadequate, it seems likely that these models will end up being replaced in the course of their utilisation due to poor battery performance.

A further investigation conducted by Stiftung Warentest, however, shows that just 9% of respondents who changed their mobile phone after a period of less than 3 years cited a battery defect or weak battery performance as the reason for doing so. 68% of respondents on the contrary stated that they change their mobile phone after periods of less than 3 years either because they desire an even better device (40%) or because they regularly receive a new phone

through their contract (28%), i.e. psychological obsolescence. Furthermore, other surveys by Stiftung Warentest reveal that 42% of users in Germany replace their mobile phone after a period of less than 2 years. Approx. 16% of users replace their mobile phones every three years. It can be stated in summary that psychological obsolescence plays the leading role in limiting the usage duration of smartphones/mobile phones.

For **notebooks**, analyses of material obsolescence reveal failure to be a potential issue for the following components of devices for private consumers (consumer notebooks): hard disc drives, memories, graphics chips and batteries (very commonly), and main boards, processor fans, power supplies, peripheral interfaces, screen and screen lids (hinges) and notebook housings (commonly). It is interesting to note that devices used for business purposes (business notebooks) differ to consumer notebooks when it comes to the likelihood of failure of components. On business notebooks, hard disc drives and batteries are shown to fail frequently, though all other components were mentioned to fail rarely. Principle reasons for the likelihood of failure are thermal issues, mechanical wear and careless handling. Furthermore, permanently fitted batteries, soldered-in memory device components and permanently fitted hard drives should be considered life time-limiting factors. Moreover, the life-time of installed electrical and electronic components (e.g. aluminium electrolytic capacitors) and assemblies is greatly dependent on the dimensioning of the components and their thermal exposure.

Participants in the online consumer survey indicated with respect to the proportion of defective notebooks that the battery was to blame for the failure in approx. a third of cases, followed by the main board (approx. 23%), screen and fan (approx. 19% each) and graphics card (13%). Further studies and independent product tests show that hinges on device lids and other exposed or undersized component connections subjected to high loads represent a problem. Unintentional shocks or dropping or even continuous stress conditions (e.g. hard drive and permanently fitted PCB components) lead to defects or to devices failing. A further study (SquareTrade 2009) concluded that 20.4% of the notebooks examined had failed due to hardware faults within the first three years of use and a further 10.6% of devices due to accidents and improper use in the same period. A study by British research institute WRAP on notebooks found that 7% of devices fail in the first year, a little fewer than 20% in the second year and a third of devices after just the third year.

In terms of the interaction between functional obsolescence and hardware drivers, manufacturers of peripheral devices in particular are called upon to provide drivers for longer periods as the support and development cycles of operating systems and changes of driver architecture are announced in the long term. Functional obsolescence, which is brought on by updates to an operating system, has in the past resulted in older PCs being unable to meet the minimum requirements of the new operating system. Furthermore, the discontinuation of support for older operating systems has led to scenarios where security-relevant updates for operating system and software were no longer available, impeding protection against Trojan and viruses. As a consequence, hardware had to be replaced or an entirely new PC procured, even though the technical life-time of the original equipment was not yet up. The discontinuation of Windows XP resulted in the need to replace a large number of outdated yet fully functioning desktop PCs and notebooks worldwide. The operating system had been supported, however, for almost 13 years. Installing a current Windows operating system (Windows 7 or higher) likewise is not something that could be done on many older desktop PCs and notebooks. This is usually less of a problem, however, for computers that are just a few years old.

The analysis further suggests meanwhile that psychological obsolescence now plays less of a role for notebooks. This seems to indicate that the symbolic significance of notebooks as a fashion accessory or as a status symbol has waned. At the same time, innovation cycles can also

be assumed to have slowed and development efforts channelled elsewhere (e.g. tablet computers).

Permanently fitted batteries and special bolts in front of motherboards, memory devices or hard discs, which can only be opened using special tools, are a cause of economic obsolescence amongst other consequences. Replacing the main board, processor or graphics chip on a notebook attracts the greatest costs when it comes to repair. In these cases, it can be assumed that consumers would often favour purchasing new devices over arranging repairs. Costs associated with upgrading or replacing memory devices, fans, hard discs, batteries and on some devices the screen are somewhat less.

To investigate the causes of obsolescence with regard to **washing machines**, the results of life-time studies conducted by Stiftung Warentest over the last 15 years (2000-2014) were analysed for the issues identified to restrict the life-time of these devices. The tests encompassed 196 different models of washing machine, with around 600 devices in total. Out of 196 models, 41 models encountered problems during the test for a 10 year usage, leading to a rating of *poor / inadequate* for product life-time. Analysis of the causes of failure showed few recurring failures. Virtually every washing machine component was identified as a cause of failure. Components subject to increased vibration load in particular (all parts attached to the tub, however, seemed to fail more often than others. Research conducted by British institute WRAP similarly reveals a range of factors that may limit the life-time of washing machines. Principle causes identified included issues with the electronics, the door seal and hinge, feed and drain piping, water heating element, drum container, motor and detergent drawer. Respondents in the online consumer survey cited an electrical fault (28%), followed by a pump fault (23%) and storage damage (15%) as the primary reasons for failure.

Experts surveyed as part of the study also stressed the risks of failure associated with reducing the structural size of semiconductors and the rapid increase in the integration density of storable data on semiconductors. In many cases, however, available electronic component variants offer contrasting likelihoods of failure depending on conditions of use (in particular temperature). It is generally possible to subject components and integrated circuits to more elaborate testing in order to identify and rectify potential causes of failure, though cost is a factor in this. On the other hand, it is also important to understand that the use of electronic sensors and microprocessors for controlling or regulating purposes allows much smaller spacing to be used and thus allows for the integration of functions in a semiconductor chip or on a board on a much broader scale. Many plug contacts between individual components are also done away with and thus the potential for faults in this respect is diminished. Furthermore, integration on one component facilitates a much more advanced assessment of the functionality of the component before being installed in a device.

A connection also exists between functional obsolescence in the context of washing machines and the development and use of detergents and textiles. Older washing machines may indeed retain their full functionality, though their ability to use modern detergents in a resource-efficient manner and to care for modern textiles optimally is restricted. Older washing machines could be seen to need much more power to achieve good washing performance. In fact, at the time of performing the tests in 2004, to achieve the same washing effect as new machines on a 40°C wash, old machines had to be run at 90°C. Furthermore, the washing effect of older washing machines at 40°C was far below that of newer devices. The studies (2004) showed that a new machine needed around just half of the power that a 15-year-old machine required and a quarter of the power that a 30-year-old machine required to achieve the same washing performance. Comparison of water consumption at constant load revealed similar indicators of improvement over time. Washing machines, textiles and detergents are expected

to develop further in future too. The reality that today's modern washing machines in one or two decades may be unable to offer optimal performance with the detergents and textiles of the future consequently can't be discounted. The online consumer survey seems to indicate that these effects of functional obsolescence were the reason for purchasing a new washing machine for around 12% of households.

The analysis of economic obsolescence in the case of washing machines again confirmed the high costs of repair as a potential obstacle. It is theoretically possible to repair any failed assembly or component in a washing machine, though the costs of doing so can be exceedingly steep. In particular, this is due to the fact that such repairs are performed on location, meaning call-out charges for servicing personnel are incurred. Together with replacement parts costs, for some repairs, such as to control electronics, motor, detergent solution container and ball bearings, costs can run into the several hundreds of euro. On the other hand, market prices for new washing machines have fallen sharply, in particular in the run up to 2004.

Planning product life-times

Reports in the media in recent years have honed in on the issue of "planned obsolescence" with great fervour, dividing society into two opposing camps, specifically that of manufacturers and industry as the "culprits" and that of consumers as the "victims" of obsolescence. The study has shown the phenomenon of the obsolescence of products not to be so one dimensional. Manufacturers and consumers interact with one another in a continuously changing environment and mutually influence product development and consumption patterns.

In the context of things, there is essentially no disagreement when it comes to the question as to whether manufacturers plan the life-times of their products. 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. 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. What lies behind the decisions of companies, however, is not something consumers are privy to. The lack of transparency leaves consumers unable to make the best buying decisions as regards their own needs (asymmetrical information).

The study's analyses could not confirm planned obsolescence as regards to manufacturers intentionally manipulating designs or knowingly integrating weak points. Nevertheless, this was not the primary aim of the study in any case. The study looked more closely at three typical cases swooped on by the media as prime examples of planned obsolescence in terms of wilful design manipulation: (1) aluminium electrolytic capacitors, (2) plastic tub and (3) ink pad reservoirs in ink-jet printers. In all three cases, allegations of planned obsolescence in terms of wilful design manipulation failed to stand up.

In the case of **aluminium electrolytic capacitors**, the fact that these, as temperature-sensitive components, are placed in close proximity to heat sources was found to be problematic. Due to technical and physical conditions, however, they have to be placed there to ensure the functionality of the device. Only by positioning the capacitors close to the processor base, the electrical series resistance can be kept low and the dynamic properties of the circuit be improved. The issue therefore concerns a design decision demanding a well-rounded compromise of priorities as regards differently focussed principles of action. On the other hand, correctly sizing electrolytic capacitors is undoubtedly something that concerns the product life-time. The choice of electrolytic capacitors is made according to economic principles in the course of a complex product development process in which the expected life and usage time forms the basis for product design. If real-life operating conditions, however, differ to those used as the basis in selecting the electrolytic capacitors, the electrolytic capacitors may lead to premature product failure as life-time limiting components. Quality shortfalls in the supply chain may likewise play a part. For these reasons, it is worth implementing stringent quality management processes in the supply chain alongside minimum requirements around the dimensioning of electrolytic capacitors and the formulation of realistic operating conditions for function testing. The additional expense resulting from this for device manufacturers does not appear significant in view of the ecological benefits of extended life-time.

In terms of the use of **plastic tub** in washing machines, the plastic material offers a host of additional benefits (e.g. noise characteristics, thermal losses, corrosion) in addition to cost advantages compared to containers produced from stainless steel. However, sufficient expertise is key around the structural design of high-load plastic components, in particular in terms of structural mechanics, chemical resistance and thermal stress properties. The independent studies conducted by Stiftung Warentest examining the life-time of washing machines over the last 15 years involving around 600 machines (196 models, three devices per test) revealed that just a few of the appliances had problems attributable to a plastic tub. This is assuming around 90% of the devices tested featured a plastic tub. Stiftung Warentest, however, has so far only tested devices in price categories above € 350.

In terms of **ink pad reservoirs**, the identified problem is related to a protective function. The error message and/or ceasing of function that appears after a specific number of printed pages are intended to prevent possible secondary problems, such as contamination due to leaking of ink, when the capacity of the ink pad reservoir is reached. Critical examination of the protection mechanisms, however, nonetheless reveals that leak protection can be achieved by other technical means without ceasing the function of the entire appliance. Replaceable residual ink containers are used and can be found in models from the mid-range price category and above. A further point of criticism is the fact that this limited capacity of the ink pad reservoir is often not known to consumers on purchase.

As a conclusion, it can be derived that the more precisely manufacturers perform their life-time tests, the more precisely they adapt their test conditions to real-life conditions of use and the more precisely they review quality standards in the supply chain, the more confident they can be in making statements concerning expected life-times, i.e. the likelihood of a specific life-time being reached or the likelihood and frequency of certain components failing. On the other hand, it is clear that rapid product cycles, shrinking product prices and the cost and time-intensive nature of life-time testing have had a significant effect on the time dedicated to the practical application of life-time tests, with sometimes only the most important functions subject to review. This has left manufacturers themselves quite unable to provide absolutely concrete data on the life-times of their products.

To prove or refute the allegation that manufacturers knowingly design certain components in such a way as to ensure they fail due to a defect after a predefined period of time in order to force consumers to buy new products was not the primary aim of this study. The purpose of the study rather was to analyse trends associated with service and usage life, the causes of product failure and the reasons for replacing products. The analysis has revealed that in reality there are very diverse reasons for why products are replaced. It has been shown, however, that devices more and more are replaced or otherwise disposed of after shorter periods of use. This practice is unacceptable from ecological considerations.

Ecological and economical comparative calculation between short- and long-life products

This study involved undertaking ecological and economical comparative calculations between short- and long-life product variants for washing machines, television sets and notebooks. The outcomes of the ecological comparative calculation paint a clear picture. In all product groups investigated, long-life products do better than short-life variants in all environmental categories. This remains the case even having considered retrofitting options/repairs to long-life products with replacement parts (including their manufacturing impact) alongside the enhanced energy efficiency of new devices and the higher manufacturing impact of the long-life product.

For **washing machines**, the cumulative energy demand and the global warming potential of a short-life washing machine (life-time of 5 years) are approx. 40% higher compared to a long-life washing machine (life-time of 20 years). Over a given period of 20 years, a long-life washing machine produces almost 1100 kg less CO₂e than the short-life variant. The acidification potential of a short-life washing machine is approx. 60% higher compared to the long-life washing machine. The difference between a long-life washing machine and an average washing machine (life-time of 10 years) is considerably less acute; the long-life washing machine, however, nonetheless performs better in most environmental categories (e.g. 12% less global warming potential and 18% less acidification potential).

For **television sets**, the acidification potential is 42% higher for a short-life set (life-time of 5.6 years) compared to the long-life variant (life-time of 10 years). The cumulative energy demand of a short-life television set is 28% higher and the global warming potential is 25% higher compared to a long-life television set. Over a given period of 10 years, a long-life television set produces almost 600 kg less CO₂e than the short-life variant.

For **notebooks**, the long-life product (life-time of 6 years) produces almost 300 kg less CO₂e than the short-life variant over a given period of 12 years. The acidification potential environmental indicator is 49% higher for a short-life notebook (life-time of 3 years) compared to the long-life variant. The cumulative energy demand of a short-life notebook is 25% higher and the global warming potential is 36% higher compared to a long-life notebook.

The economical comparative calculations between short- and long-life product variants were undertaken following the life cycle costs approach. Assumptions made in this regard concerning the costs of purchase play a significant role and influence the outcomes heavily. The difference in purchase costs between short-life and long-life product variants is a decisive variable that determines the cost savings effects or additional costs of a long-life product in comparison to a short-life product. If the difference is small, positive cost savings effects would usually be more substantial for long-life products. On the other hand, the long-life product would do less favourably in terms of life cycle costs or its positive cost savings effects would be less if its costs of purchase were significantly higher than a short-life variant. The estimated boost in energy efficiency and costs of repair and replacement parts also play an important role. If the energy

efficiency of newly purchased short-life products is considerably better than that of predecessor generations, and the difference significant in terms of the costs of purchase between short-life and long-life variants and in terms of the costs of repair, negative cost effects would usually manifest with respect to long-life products.

The calculations performed in the course of this study reveal the annual total costs of a long-life **washing machine** with 20-year life-time to be the least. In contrast, a short-life washing machine with a 5-year life-time produces approx. 13% higher costs. Compared to a short-life washing machine, by buying a long-life washing machine, approx. € 283 can be saved per device over a 20-year period. A long-life washing machine, according to the assumptions made in this study, would need to be priced around 270% higher than the short-life variant in order to surpass the life cycle costs of the short-life washing machine.

For a long-life **television set** that does not need to be repaired during its 10-year life-time, the annual total costs are less compared to the short-life variant. The difference, however, to the short-life variant (life-time of 5.6 years) is almost negligible. It is striking that the annual total costs of a short-life TV set are lower than those of a long-life TV set that needs to be repaired during its life-time. The relatively high costs associated with the long-life TV set in this example calculation are attributable to the high costs of repair in addition to the high purchase price. A long-life TV set (without repairs), according to the assumptions made in this study, would need to be priced around 75% higher than the short-life variant in order to surpass the life cycle costs of the short-life TV set.

For a long-life **notebook** that does not need to be repaired during its 6-year life-time, the annual total costs are less than those of the short-life variant. The annual total costs of a long-life notebook that needs to be repeatedly repaired in order to achieve a six-year life-time are higher than those of a short-life notebook (life-time of 3 years) due to the high costs of repair. Compared to a short-life notebook, by buying a long-life notebook that does not need repairing, approx. € 196 can be saved per device over a 12-year period. In the case that a long-life notebook would need repairing, additional costs of approx. € 261 would be incurred over the same period when compared to the short-life variant. A long-life notebook (without repairs), according to the assumptions made in this study, would need to be priced almost double that of the short-life variant in order to surpass the life cycle costs of the short-life notebook.

Strategies to counter obsolescence

This study sought to develop strategies to counter the obsolescence of electrical and electronic devices based on the analysis of causes. The focus in this respect was on **technical, product-specific and management-related strategies and solutions**. The principle objective was to achieve a reliable minimum life-time or to extend the term of use of electrical and electronic devices. The process involved consolidating and grouping the causes of failure and replacement in superordinate issue clusters. This allowed strategies to be defined to address issue clusters as a whole and thus the varied product groups and causes of obsolescence assigned to these, independent of the specific product group or of each individual reason for replacement. The issue clusters and the causes of the failure and replacement of washing machines, notebooks and television sets assigned to these are depicted in the following Table 1. The full range of identified causes can be divided into a total of 4 main issue clusters. The identified causes of failure and replacement for product groups “washing machines”, “notebooks” and “television sets” have been allocated to these issue clusters. Assignment along these lines produced a conducive overview of the causes of obsolescence that apply equally to all of the product groups examined and which may be addressed by means of horizontal product group-spanning

strategies, and of the causes of obsolescence that require product group-specific solution approaches.

Table 1 Description and allocation of the causes of obsolescence

Issue cluster for causes of obsolescence		Washing machines	Notebooks	TV sets
1	Deficient mechanical and electronic robustness (material obsolescence)			
1.1	Targets delivered to production for life-time to be achieved not available or too brief. The lack of transparency leaves consumers unable to make the best buying decisions as regards their own needs (asymmetrical information).	X	X	X
1.2	Components are not sufficiently checked for adherence to life-time requirements during production or at the approval stage.	X	X	X
1.3	Real time stress exposure is beyond benchmark life-time requirements implemented in production.	X	X	X
1.4	The device as a whole is not sufficiently checked for adherence to life-time requirements.	X	X	X
1.5	Various production series of the same devices contain different components. High competitive pressure creates volatility in the availability and quality of components. The quality standards of manufacturers, if existing at all, cannot be implemented vertically into supply chains.	X	X	X
1.6	Poor device design and heat management, e.g. ventilation slots that are blocked by dust and dirt particles and lead to the device overheating.		X	X
1.7	Short battery service life (useful life and capacity) limits use (electrochemical robustness); permanently fitted batteries make it difficult or impossible to replace.		X	
2	Software-induced reasons (functional obsolescence]			
2.1	New TV formats appearing frequently (e.g. HD Ready, Full HD, UHD), new functionalities (e.g. HbbTV) and the resulting increase in source data place greater requirements on both software and hardware.			X
2.2	Different transmission standards, a lack of standardisation of dynamic channel management and interfaces and conditional access systems.			X
2.3	For older components and peripheral devices (e.g. some graphics cards, printers and scanners), manufacturers often stop releasing updated drivers for current operating systems, meaning that these can no longer be used as had been the case or at all.		X	

Issue cluster for causes of obsolescence		Washing machines	Notebooks	TV sets
2.4	Installing an up-to-date operating system on older notebooks may no longer be possible due to their performance restrictions. If the minimum requirements of the operating system are not met, the operating system will be unable to run on the hardware in question and this would need replacing despite not having yet reached its technical end of life.		X	
3	High cost of repair in the context of new product pricing (economic obsolescence)			
3.1	For many defects, the costs of professional repairs seem too expensive in view of the current market prices for new products.	X	X	X
3.2	Excessive component integration, meaning replacement is complex and accordingly expensive. Furthermore, poor accessibility of components.	X	X	X
3.3	No replacement parts or only original parts available.	X	X	X
3.4	Excessive call-out fee for servicing technicians.	X		(X)
4	Trends and desire for new functionalities (psychological obsolescence)			
4.1	Innovative features, new functionalities and promises of convenience in new devices lead customers to buy new products.	X	X	X
4.2	Socio-demographic factors, such as moving to a new apartment with fitted kitchen or passing down existing devices to younger family members.	X	X	X
4.3	Enhanced energy efficiency of new devices, e.g. replacing a desktop PC with a notebook.	X	X	X

Strategies to counter the causes of failure and replacement identified in Table 1 are proposed in Table 2. The aim is to address all of the causes of failure and replacement assigned to an issue cluster with the same strategies.¹⁰ The individual strategies to counter obsolescence are presented in greater detail in Section 8 (Tables 106 to 110). A brief appraisal of possible strengths and weaknesses is furthermore included for each strategy. Potential product-political instruments that may be suitable for implementing the respective strategies have also been highlighted.

¹⁰ The development of strategies intended to counter the causes issue cluster “*Trends and desire for new functionalities*” is not included in this project. For this group of issues, the German Federal Environment Agency has other projects dealing with the topics of social innovation and cultural change.

Table 2 Identification of strategies to counter obsolescence

Causes of obsolescence issue cluster		Strategies to counter obsolescence	
1	Deficient mechanical and electronic robustness	Strategy 1: Life-time requirements, standardisation, standards definition	
		S 1.1	Support of voluntary life-time tests using corresponding test standards and under critical test conditions
		S 1.2	Compulsory life-time tests under critical test conditions and specification of life-time in technical documentation and/or as part of consumer information
		S 1.3	Development of testing methods and standards for reviewing the life-time testing of components and devices
		S 1.4	Investigation of the influence of real-life usage conditions on life-time and establishment of a standard with critical test conditions
		S 1.5	Design for longevity
		S 1.6	Additional testing of life-time by independent test institutes, such as Stiftung Warentest
2	Software-induced reasons	Strategy 2: Minimum requirements on software	
		S 2.1	Development of innovative and modular software solutions
		S 2.2	Essential software drivers must be kept available and updated for a sufficiently long period
		S 2.3	Promotion of free-standing software and hardware initiatives and creation of legal framework for their use and commercialisation
		S 2.4	Compulsory hardware and software updates and full functionality tests
3	High cost of repair in the context of new product pricing	Strategy 3: Reparability	
		S 3.1	Improved framework conditions for independent and free-standing repair companies, including transparent repair information
		S 3.2	Mandatory specifications for maintaining availability of spare parts, including transparent information concerning anticipated costs of spare parts
		S 3.3	Batteries and other wear parts must be easy to replace or repair
		S 3.4	Changes to cost calculation for repairs
		Strategy 4: Servicing models of manufacturers for extending life and usage time	
		S 4.1	Leasing models
		S 4.2	Buy-back agreements
		S 4.3	Aftercare treatment as a service
4	General: shorter usage periods by consumers	Strategy 5: Information obligations, consumer information	
		S 5.1	Clear declaration of predetermined breaking points (in terms of functional safety), wear parts and maintenance intervals
		S 5.2	Consumer information on extending usage periods

In due consideration of further technological development and innovation with respect to electrical and electronic devices, **minimum requirements for product life-time and quality** represent an important strategy independent of product design and the product group. In view of the fact too that in many cases economic obsolescence leads or can lead to the end of a product's use, a reliable product life-time, during which repairs are not necessary or needed

only in the rarest of cases, seems the right course. To be able to reliably develop and effectively review such minimum requirements, norms and measurement standards are called for. A number of standards and norms indeed already exist for the components used for reviewing the safety and suitability for use of electrical and electronic devices. Life time-specific tests for products, however, are lacking. The development of suitable test standards is indeed possible, but requires a lot of time (30-60 months) and financial resources. On the other hand, existing measurement standards and norms at component level provide a good starting point, though many of these have been developed primarily to review the safety and suitability for use of electrical and electronic devices. The utilisation and adaptation of measurement standards and norms at component level, however, may also be wise given that product-specific life-time tests are not implementable in practice for all products or are associated with extremely high costs and time-outlay. It is important, however, that devices are designed in accordance with the real-life constraints of their application. Deviations in this respect can easily lead to overloading and consequently premature failure. The **“Life-time requirements, standardisation and standards definition”** strategy consequently represents the core of the superordinate strategies to counter obsolescence.

Furthermore, **innovative service models** of manufacturers (e.g. leasing, buy-back agreements or aftercare treatment) and compulsory **minimum requirements on software** may help technical product life-times to be achieved in practice (e.g. through reconditioning for further/reuse, guaranteed repairs by manufacturers or enhanced coordination of software and hardware solutions). Measures to **improve consumer information** (e.g. ecological benefits of long-life products) and to **increase the information obligations of manufacturers** (e.g. clear declaration of wear parts) are further important tools in swaying buyers towards long-life products.

The analysis of economic obsolescence in this study has shown a risk of low willingness to repair devices in many cases due to high replacement part and labour costs and falling prices for new products. In addition, increasing product complexity and high integration densities in modern products and remote-controlled software-induced fault diagnostics have created major challenges for independent, non-manufacturer-associated repair businesses. Through a **strategy intended to improve reparability**, it may be possible to create, amongst other things, better framework conditions for the reparability of products and to maintain the independent repair scene in Europe. The likelihood of such a strategy succeeding in terms of the challenges discussed above, however, still needs to be looked at. It is important in terms of environmental considerations that repairs are possible and sought by end customers. What is more important, however, is that there are minimum quality standards and dependable life-time tests and specifications for products so that repairs are rarely necessary, if ever.

The strategies proposed in this study to counter obsolescence are intended to remedy the information asymmetries between manufacturers and consumers concerning expected product life-times and usage intensities. The proposed strategies, above all, are intended to oblige manufacturers and the political establishment to increase transparency concerning expected product life-times and to stipulate minimum durability and quality requirements for products, parts and components. On the other hand, consumers too are called on to use products for as long as possible in efforts to preserve resources and the environment. Strategies to counter obsolescence accordingly cannot be implemented overnight. Rather, they should be seen as a duty for society as a whole through cooperation between policy makers, manufacturers, the scientific community and consumers.

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. 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 3 zusammengestellt.

Tabelle 3 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
		Flachbild- schirmen	Note- books	Smart- phones	70% der Glühlampen	allen Leucht- mitteln	
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
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- ¹¹ -Hintergrund- beleuchtung
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-Hintergrund- beleuchtung
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 Rohstoffaufwand¹² 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

¹¹ Cold Cathode Fluorescent Lamp (Kaltkathodenstrahlbeleuchtung, auch Leuchtröhren genannt)

¹² Kumulierter Rohstoffaufwand setzt sich zusammen aus dem Aufwand für die Energie- und Metallrohstoffe, Steine und Erden sowie sonstigen mineralischen Rohstoffe.

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 Öko-Instituts zeigt (Buchert et al. 2012; Tabelle 4). 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 4 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 funktionale Obsoleszenz seit etwa fünf 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, Verbraucherinnen und 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 vergangen zwei Jahren aber auch in anderen europäischen Ländern, von EU-Organisationen und ebenso weltweit. Zahlreiche Medien (Fernsehdokumentationen, ausführliche Reportagen in großen Tages- und Wochenzeitungen) greifen das Thema seitdem regelmäßig auf. In Frankreich enthält die von der Nationalversammlung am 22.07.2015 verabschiedete Fassung des Energiewendegesetzes Maßnahmen gegen geplante Obsoleszenz. Dabei ist vorgesehen, eine Legaldefinition zur geplanten Obsoleszenz einzuführen¹³ und diese als Betrugstatbestand mit bis zu zwei Jahren Haft und einer Geldbuße bis zu 300.000 Euro oder 5% des Jahresumsatzes eines Unternehmens zu sanktionieren. Darüber hinaus ist vorgesehen, die freiwillige Information der Hersteller zur Lebensdauer eines Produktes einzuführen¹⁴. Auf der anderen Seite besteht in der Wissenschaft kein Dissens darüber, dass die Produktlebensdauer in der Regel eine planbare Größe ist, an der sich die Produktentwickler orientieren. 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 als der populäre Mediendiskurs zu diesem Thema.

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 Frage der Reparaturfreundlichkeit von Produkten ist unter dem Stichwort „ökonomische Obsoleszenz“ zu diskutieren. Hierzu gehört nicht nur die technische Möglichkeit der Reparatur (Reparierbarkeit), sondern auch die Verfügbarkeit der Reparaturdienstleistung und vor allem deren Kosten. Die Abwägung der Kosten zwischen Ersatzkauf und Reparatur ist häufig ausschlaggebend dafür, ob eine Reparatur erfolgt. Auch darin liegen Gründe für Änderungen bei Nutzungsdauern.

Die aktuelle Berichterstattung in den Medien ist von einer sehr anekdotischen Herangehensweise geprägt. Im Allgemeinen ist die Datengrundlage zum Thema Obsoleszenz (werkstofflich, funktional und psychologisch) lückenhaft, und es fehlt an wissenschaftlichen Ausarbeitungen zu diesem Themenkomplex. Die vorliegende Studie setzt an dieser Stelle an und verfolgt das

¹³ Artikel L 213-4-1 des “Codes de la Consommation” definiert geplante Obsoleszenz als “*Programmed obsolescence is defined by each manoeuvre through which the lifetime of a good is knowingly reduced since its design stage, thereby limiting its usage time for business model reasons*” (Assemblée Nationale 2015).

¹⁴ Assemblée Nationale (2015): TEXTE ADOPTÉ n° 575, Projet de Loi - relatif à la transition énergétique pour la croissance verte, Article 99, <http://www.assemblee-nationale.fr/14/ta/ta0575.asp>; Zugriff: 24.11.2015

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 Trends von 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 der 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.

Im Rahmen der Studie werden folgende Produktgruppen behandelt:

- Haushaltsgroßgeräte
 - Kühlschränke
 - Gefriergeräte
 - Waschmaschinen
 - Wäschetrockner
 - Geschirrspüler
 - Elektroherde
- Haushaltskleingeräte¹⁵
 - Hand- und Stabmixer
 - Wasserkocher
- Informations- und Kommunikationstechnik
 - Desktop-PCs
 - Notebooks

¹⁵ Kapitel 5 enthält nur Daten für Hand- und Stabmixer. Wasserkocher werden zusätzlich im Rahmen der Ursachenforschung behandelt (Abschnitt 6.8.1). Außerdem werden im Kapitel 6.8 die Tests der Stiftung Warentest ausgewertet, um die häufigen Defektursachen für elektrische Zahnbürste, Espressomaschinen, Dampfbügeleisen und Staubsauger darzustellen.

- Drucker
- Mobiltelefone/Smartphones
- Unterhaltungselektronik
 - Fernsehgeräte

Im Folgenden ist das Forschungsdesign der Studie dargestellt.

Abbildung 1 Forschungsdesign

Arbeitspaket 1	Entwicklung der Lebens- und Nutzungsdauer von Elektro- und Elektronikgeräte	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/ Smartphone Unterhaltungselektronik: Fernsehgeräte
Arbeitspaket 3	Ökobilanzielle und ökonomische Vergleichsrechnungen zwischen kurz- und langlebigen Produkten	HH-Großgeräte: Waschmaschinen IKT: Notebooks Unterhaltungselektronik: Fernsehgeräte
Arbeitspaket 4	Formulierung von Strategien gegen Obsoleszenz	Elektro- und Elektronikgeräte

Quelle: Eigene Darstellung

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.¹⁶

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 Software- 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).

¹⁶ In diesem Zusammenhang wird auf die Begriffe „gewöhnliche Beschaffenheit“ und „übliche Beschaffenheit“ gemäß § 434 Abs. 1 S. 2 Nr. 2 BGB hingewiesen (siehe Schlacke et al. 2015). Schlacke et al. (2015; Seite 122) beschreiben die hier genannten Beschaffenheitsbegriffe, wie folgt:

„Als gewöhnliche Beschaffenheit wird die Beschaffenheit der Sache angesehen, die andere Sachen gleicher Art, gleichen Alters, gleichen Typs nach dem Stand der Technik aufweisen. In Abgrenzung zu der vereinbarten Beschaffenheit handelt es sich bei diesem Sachmangelbegriff um einen objektivierten Mangelbegriff. Bei der Bewertung, was gewöhnlich ist, kommt es auf die Erwartung einer Durchschnittskäuferin bzw. eines Durchschnittskäufers an. Entscheidend ist daher nicht, was der jeweilige Käufer bzw. die jeweilige Käuferin tatsächlich erwartet hat, sondern was er bzw. sie erwarten kann. Dies hängt von der Einordnung des Verbrauchsgutes in eine entsprechende Vergleichsgruppe ab. Eine Käuferin bzw. Käufer eines Neufahrzeuges kann beispielsweise andere Erwartungen an das Fahrzeug stellen als der eines Gebrauchtwagens. Maßgeblich für den jeweils geltenden Stand der Technik sind auch öffentlich-rechtliche Anforderungen an das Produkt, wie beispielsweise aus dem Produktsicherheitsgesetz (ProdSG), dem Energieverbrauchsrelevante-Produkte-Gesetz (EVPG) oder den Durchführungsverordnungen zur Ökodesign-Richtlinie. Damit ergibt sich ein wesentlicher Verknüpfungspunkt zwischen öffentlich-rechtlichen Produkthanforderungen und kaufrechtlichem Gewährleistungsrecht.“

Auch bei der „üblichen Beschaffenheit“ ist an den oben definierten Begriff der „Beschaffenheit“ anzuknüpfen. Teil der gewöhnlichen Beschaffenheit nach § 434 Abs. 1 S. 2 Nr. 2 BGB sind gem. § 434 Abs. 1 Satz 3 BGB auch Eigenschaften der Sache, die die Käuferin bzw. der Käufer aufgrund von Kennzeichnungen, Werbeaussagen oder öffentlichen Aussagen des Herstellers bzw. der Herstellerin, der Verkäuferin bzw. des Verkäufers oder des Gehilfen erwarten kann. Hierunter fallen auch Kennzeichnungen im Kraftfahrzeugsektor nach der Pkw-Energieverbrauchskennzeichnungsverordnung (PKW-EnVKV) über den Kraftstoffverbrauch und den CO₂-Verbrauch“.

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 Erstnutzer.

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 Lebensdauerverlängerung.

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 5 Diskussionen zu Lebensdaueraspekten von Notebooks in Internetforen

Bemerkung / Artikel	Angegebene Lebensdauer / Bemerkung	Quelle / Datum
<p>Allg.: Lebensdauer abhängig von</p> <ul style="list-style-type: none"> • Temperatur von Prozessoren und Grafikchip • Lüftung • Akkulaufzeit • Stromschwankungen in Gebäudeelektrik <p>Empfehlungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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	<p>„nach 2 Jahren getrost in die Tonne kloppen“</p> <p>„3 Jahre, dann leistungsbedingter Austausch“</p> <p>„6-7 Jahre, bei seltener Nutzung“</p> <p>„bei guter Pflege locker 10 Jahre“</p>	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	<p>„5 Jahre Garantieleistung möglich, guter Service“</p> <p>„12 Jahre, genutzt als Server“</p>	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 gilt¹⁷.

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

¹⁷ siehe z.B. <http://www.tomshardware.de/Li-Ionen-Akkus,testberichte-239772-7.html>

nötig, um zielsichere Maßnahmen für eine Verlängerung der Lebensdauer entwickeln zu 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!“ ab¹⁸. 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:
 1. Unterdimensionierung von Aluminium-Elektrolytkondensatoren (Elkos) führen zum Ausfall von Netzteilen
 2. Verbindungsstellen, z.B. Kabelbruch an der Verbindung zum Stecker bei Kopfhörern
 3. Materialermüdung, z.B. durch Kunststoffzahnräder, die im Rührwerk von Handmixern verbaut sind
 4. Materialermüdung von Heizstäben in Waschmaschinen (integrierte Schmelzsicherung, Korrosion)
 5. Materialermüdung bei Kugellagern und nicht ausreichender Dämpfung können zu Unwuchten (z.B. Waschmaschinen-Trommel) führen
 6. stoffliche Substitution beim Laugenbehälter (Waschmaschine) von Edelstahl durch Kunststoff
 7. Materialsubstitution bei Schalterfederung (z.B. Ein-/Aus-Schalter an Geräten) von Metall zu Kunststoff
 8. 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

¹⁸ 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 (Stiftung Warentest 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 6 auszugsweise dargestellt. Eine Überarbeitung der AfA-Tabellen ist derzeit nicht geplant.¹⁹

¹⁹ Die Aussage bezieht sich auf eine persönliche Antwort aus dem Bundesministerium für Finanzen im Rahmen des vorliegenden Projekts.

Tabelle 6 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 7 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 Marktumfelds sowie hinsichtlich der erwarteten Genauigkeit der Ergebnisse für die zukünftigen Abfallmassen ausgewiesen.

Tabelle 7 Übersicht zu Methoden für die Berechnung des Abfallpotenzials

Methode	Lebensdauerdaten	Marktumfeld		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**²⁰, 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,

²⁰ 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).

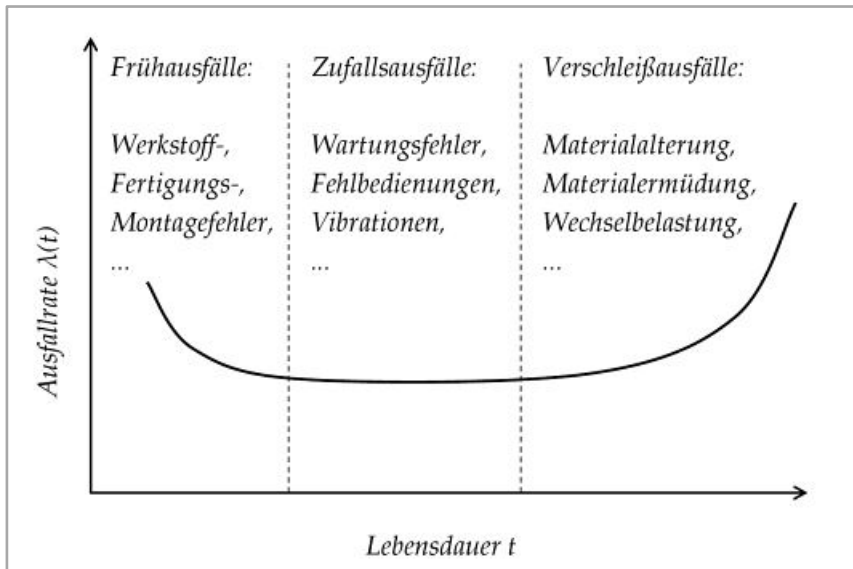
Der Formparameter bestimmt die Neigung der Weibull-Verteilung. In Abhängigkeit vom Formparameter können einzelne Phasenabschnitte des Ausfalls differenziert werden (Wilker 2010):

- 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 2). 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 2 Badewannenkurve der Ausfallrate (Weibull-Verteilung)



Quelle: Eigene Darstellung

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 8 ersichtlich und zeigen, dass sich die Lebensdauern innerhalb dieser fünf Jahre in den meisten Fällen verringert haben.

Tabelle 8 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%

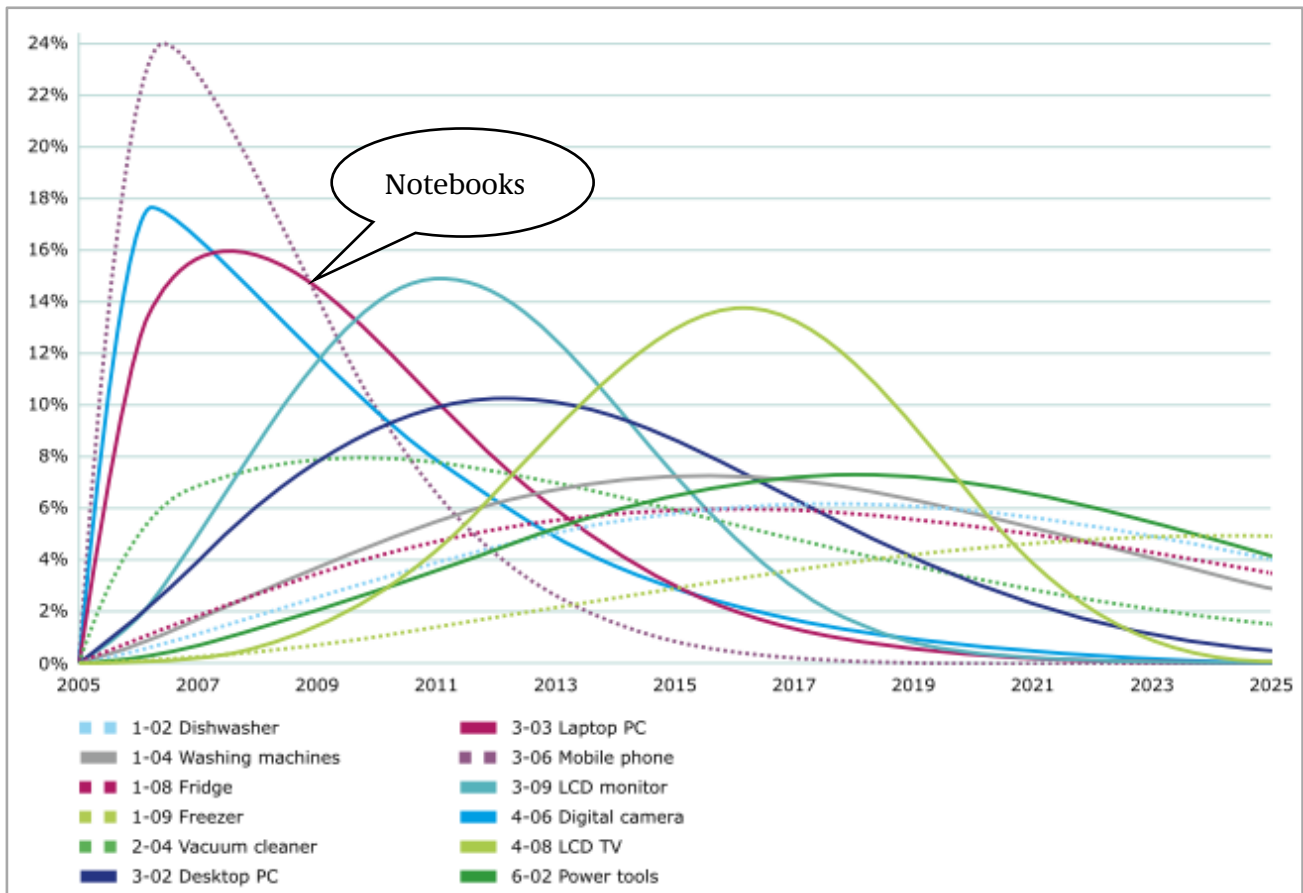
Produktkategorie	Median der Lebensdauer in Jahren, 2000	Median der Lebensdauer in Jahren, 2005	Änderung in diesen 5 Jahren
Spielzeug (klein)	3,8	3,7	-3%
Mobiltelefone	4,8	4,6	-3%
Waschmaschinen	12,1	11,7	-3%
Notebooks	4,3	4,1	-5%
Wasserkocher, Kaffeemaschinen	7,0	6,4	-9%
Geräte mit Druckfunktion	9,0	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 8) 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 3). 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 3 Verweildauern von EEG (2005 in Verkehr gebracht) in % der jeweiligen Produktkategorie



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

Abbildung 3 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 Gesetzeslagen, 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-

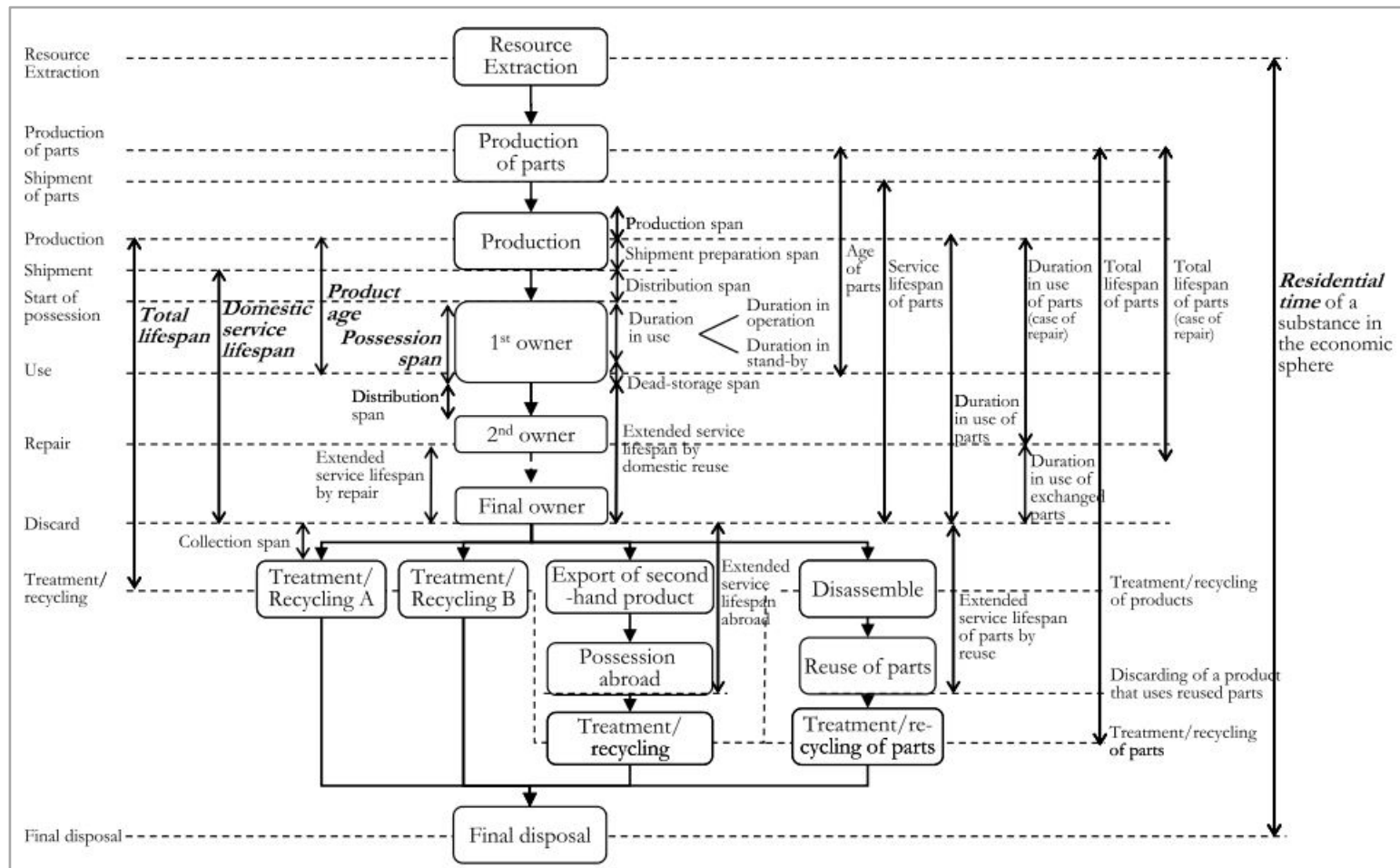
wicklung. Konsumentinnen und Konsumenten neigen demnach in einer ökonomischen Aufschwungsphase eher zu Neukäufen; in Zeiten des ökonomischen Abschwungs werden Neukäufe tendenziell aufgeschoben oder unterbleiben gänzlich, da die Kaufkraft zurückgeht bzw. die Unsicherheit zunimmt, dass in Zukunft die Kaufkraft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

Abbildung 4 Definitionen verschiedener Lebensdauer-Terminologien für Konsumgüter



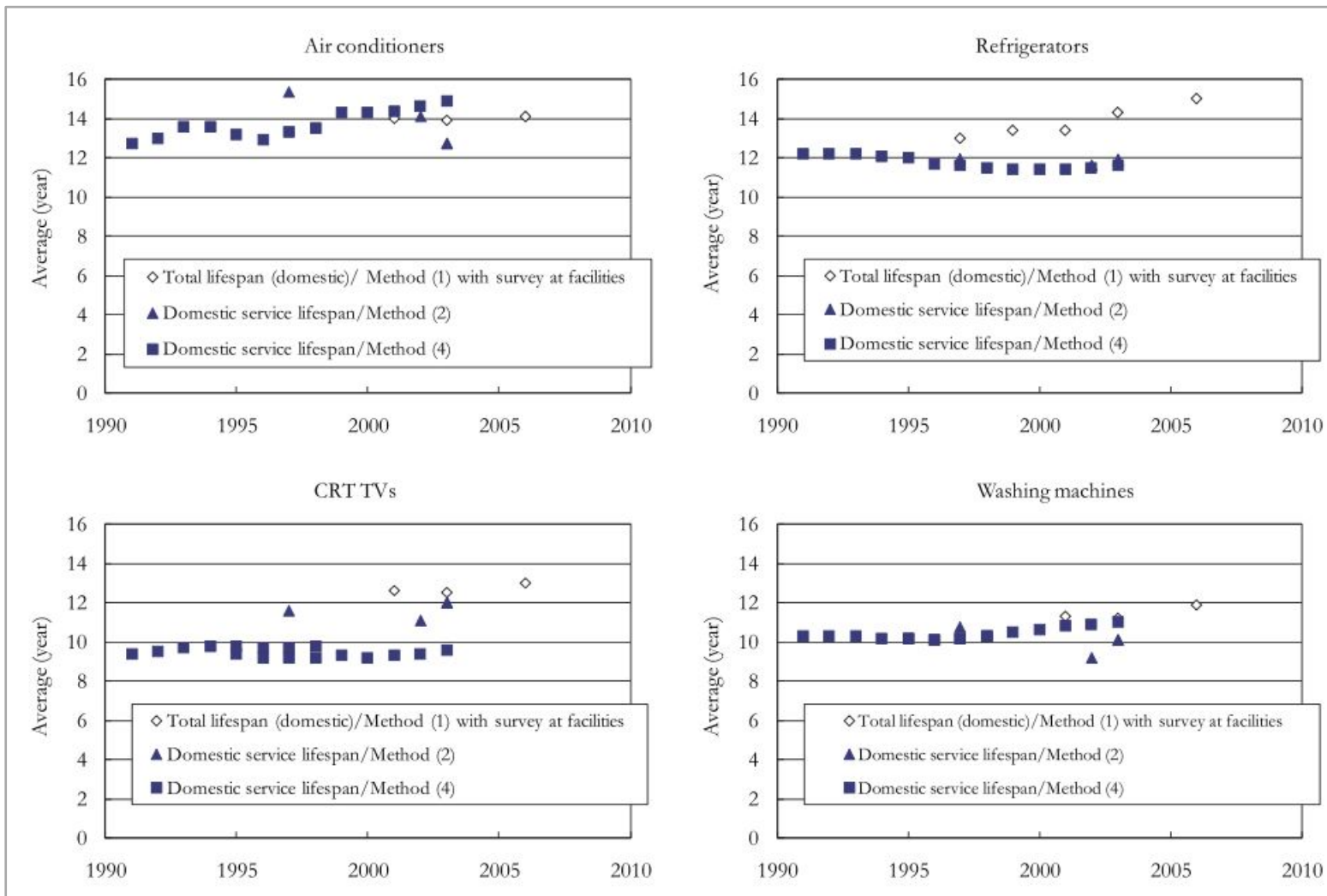
Quelle: Murakami et al. (2010)

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 5 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.

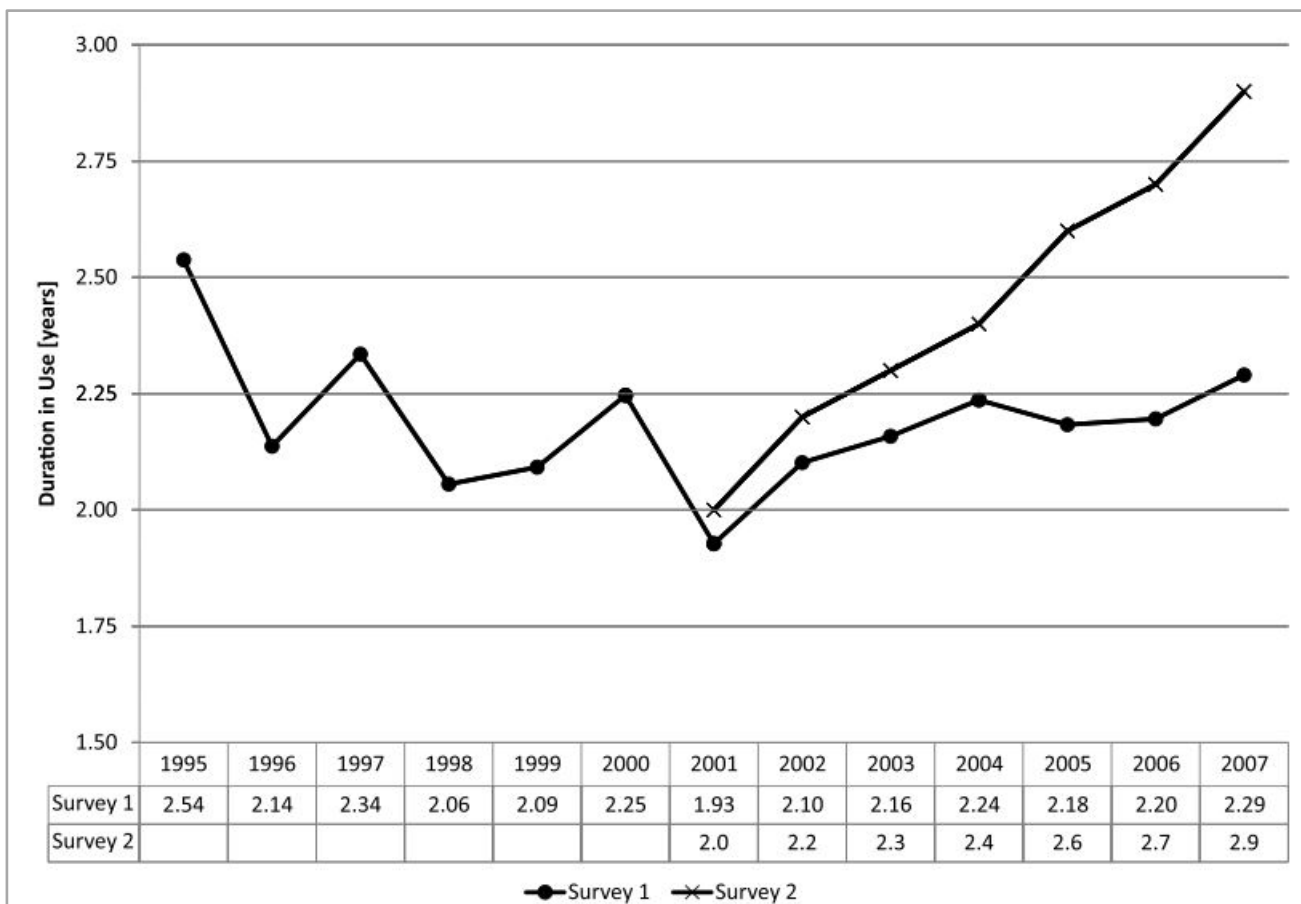
Abbildung 5 Unterschiede der durchschnittlichen Lebens- und Nutzungsdauern von Haushaltsgeräten in Japan



Quelle: Oguchi et al. (2010)

In der folgenden Abbildung 6 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 6 Erst-Nutzungsdauer von Mobiltelefonen in Japan



Quelle: Murakami et al. (2010)

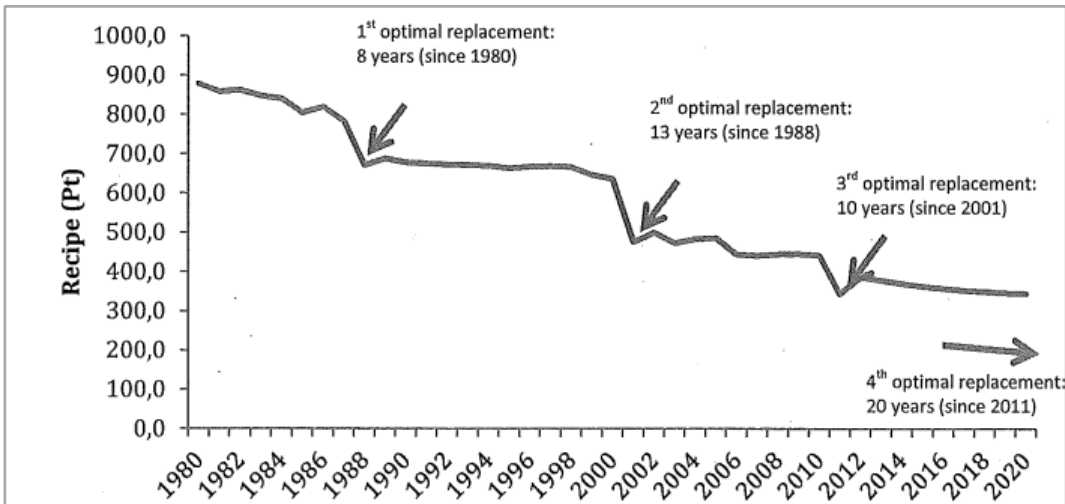
4.6.3 Lebensdauererlängerung versus Neukauf

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 Lebensdauererlängerung in verschiedenen Szenarien daraufhin untersucht, wie deren Wirkungen in Bezug auf den ReCipe-Indikator einzuschätzen sind. Dabei wird für Notebooks und Kühlschränke ein mit zunehmenden

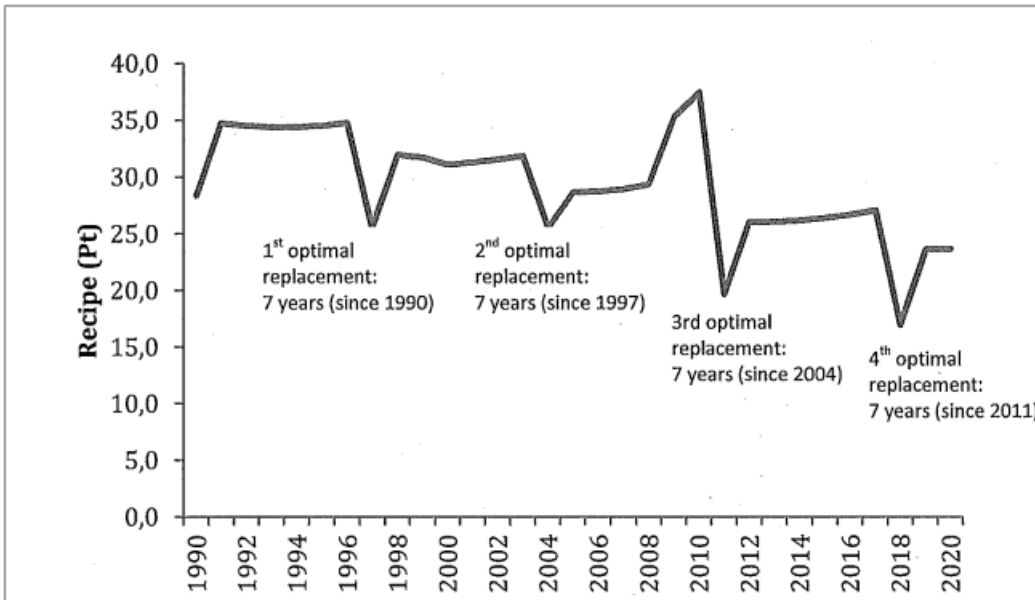
der Lebensdauer wachsender Energieverbrauch durch lebensdauerverlängernde Maßnahmen verglichen mit einem energieeffizienteren Neugerät. Der Vergleich bezieht sich auf einen zusammengesetzten, schadensorientierten Indikator, der die Wirkungen hinsichtlich der menschlichen Gesundheit, Biodiversität und Ressourcenverfügbarkeit misst.

Abbildung 7 Optimale Lebensdauern von Kühl-/Gefriergeräten in Bezug auf ökologische Belastungen (nach Recipe-Punkten)



Quelle: Bakker et al. (2014)

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

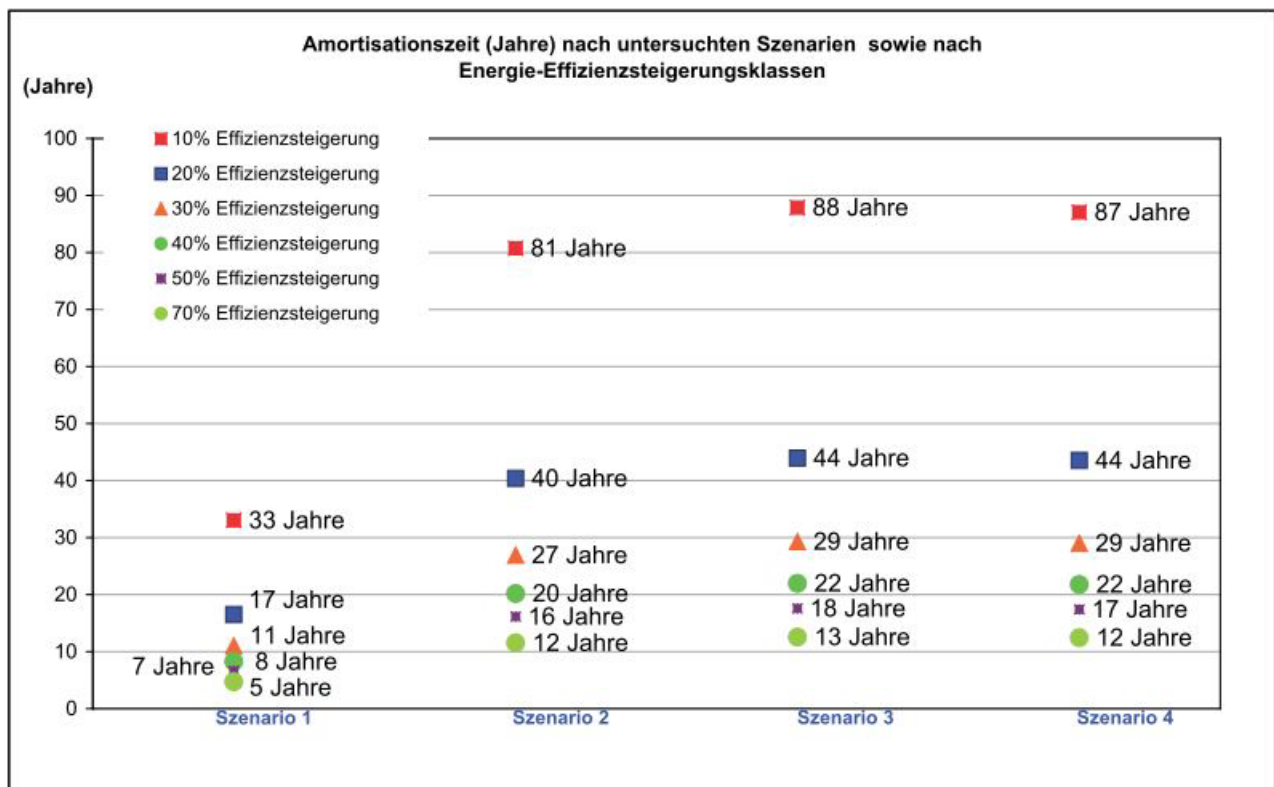


Quelle: Bakker et al. (2014)

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 7) und die durchschnittliche Lebensdauer bei Notebooks von jetzt durchschnittlich 4 Jahren auf mindestens 7 Jahre (Abbildung 8) 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 9 für verschiedene Energieeffizienzsteigerungen in der Nutzungsphase.

Abbildung 9 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 9 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

Gerät	Lebensdauer (Jahre)	Land	Methode der Datenerhebung	Quelle
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
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

Gerät	Lebensdauer (Jahre)	Land	Methode der Datenerhebung	Quelle
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 Verbraucherinnen und 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)²¹ in Deutschland. Dazu wurden Verbraucherinnen und 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 in der Feldzeit vom August 2013 eine einmalige Umfrage im GfK Consumerpanel unter 15.000 Teilnehmerinnen und Teilnehmern statt. Dabei wurden folgende Fragen gestellt:

- Haben Sie in den Jahren 2012/2013 ein neues Haushaltsgroßgerät gekauft?
- Welches war der Hauptgrund für die Anschaffung?
 1. Es war vorher kein Gerät dieser Art vorhanden
 2. Wollte ein zusätzliches Gerät
 3. Das alte Gerät war kaputt
 4. Das alte Gerät war unzuverlässig/fehlerhaft
 5. 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.

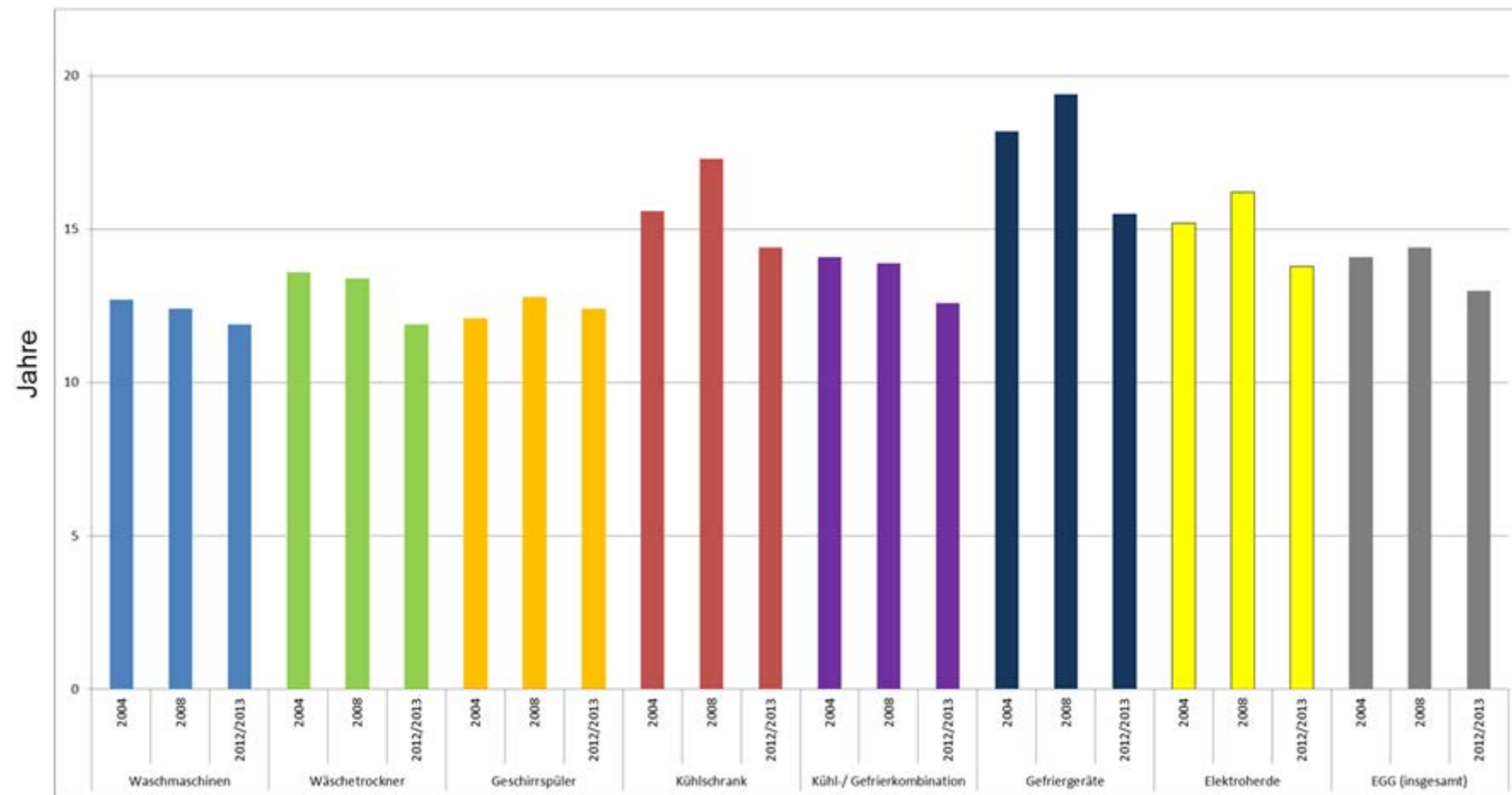
Die Studie fragte die Erst-Nutzungsdauer ab. Sie sagt nichts über die technische Lebensdauer der Geräte aus. Eine Zweitnutzung (Gebrauchtgerät) wurde nicht erfasst. Nach Ausschluss aller nicht gültigen Antworten konnten eine Rohfallzahl der von den 15.000 Panel-Haushalten gekauften Geräte von $n = 7146$ 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 2008²². 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 10). 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.

²¹ 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.

²² Monatliche Erfassung der Käufe von Elektrogroßgeräten im 20.000er GfK Consumer Panel

Abbildung 10 Entwicklung der durchschnittlichen Erst-Nutzungsdauer von Haushaltsgroßgeräten in Deutschland (2004, 2008, 2012/2013)²³



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)

²³ 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 10), 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 10 entnommen werden, dass alle Haushaltsgroßgeräte (mit Ausnahme von Geschirrspülern) in 2012/2013 etwas früher aufgrund eines Defektes (Ersatzgrund: das alte Gerät ging kaputt) getauscht wurden als im Jahr 2004. So wurden Waschmaschinen in 2012/2013 aufgrund eines Defektes 0,9 Jahre früher ersetzt als im Jahr 2004, Gefriergeräte wurden sogar 3,1 Jahre und Wäschetrockner 2,8 Jahre früher ersetzt als im Jahr 2004, weil diese aufgrund eines Defektes ausfielen.

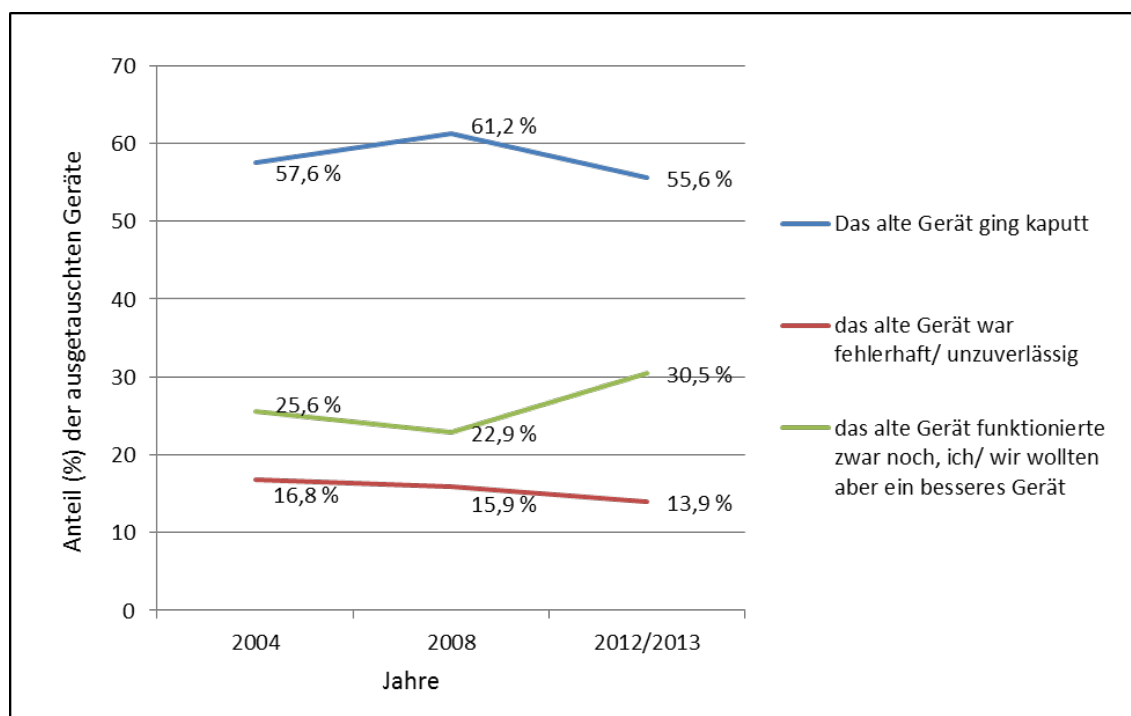
Tabelle 10 Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer in Jahren von Haushaltsgroßgeräten

Gerät	Befragungs- zeitraum	Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer in Jahren je Hauptaustauschgrund			
		Das alte Gerät ging kaputt / war fehlerhaft / unzu- verlässig / wollten ein besseres Gerät (Ersatzkauf ges.)	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 Kühlschranks	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 wurden, 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 11).

Abbildung 11 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)

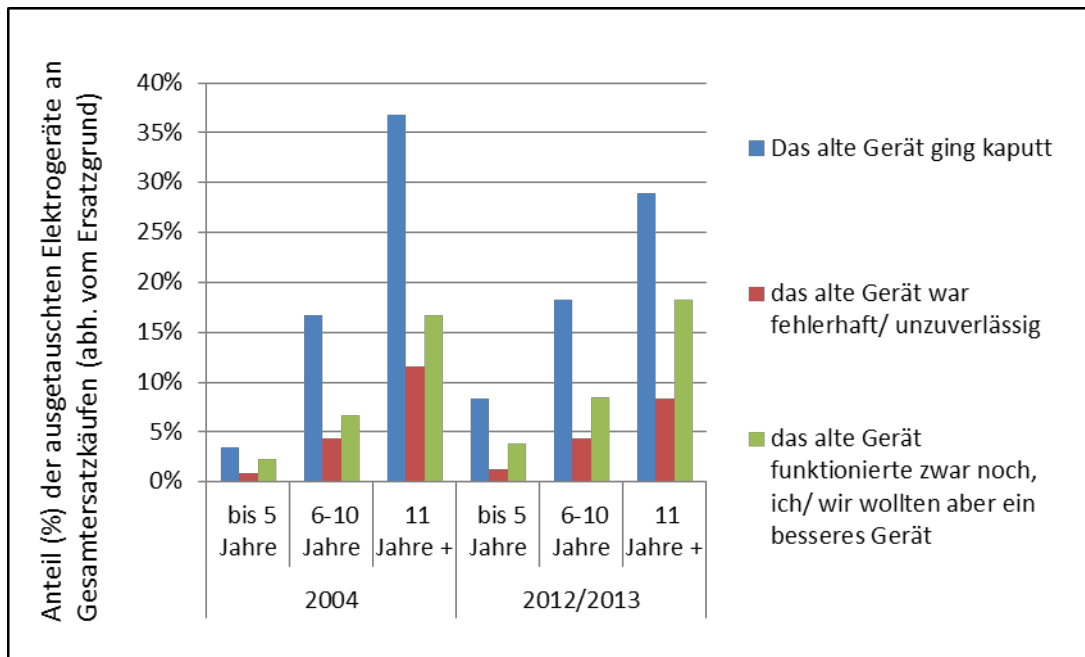
Kritisch zu sehen ist die Zunahme der Ersatzkäufe bei Geräten, die jünger als 5 Jahre sind. Hier erfolgte zwischen 2004 und 2012/2013 eine Steigerung des Anteils an allen Ersatzkäufen von 7% auf 13%, unabhängig vom Austauschgrund (Tabelle 11).

Tabelle 11 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 wurden, erklären. Zwischen 2004 und 2012 stieg der Anteil der Haushaltsgroßgeräte, die nach weniger als 5 Jahren aufgrund eines Defektes ausgetauscht wurden, von 3,5% auf 8,3% der Gesamtersatzkäufe (Abbildung 12). 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 12).

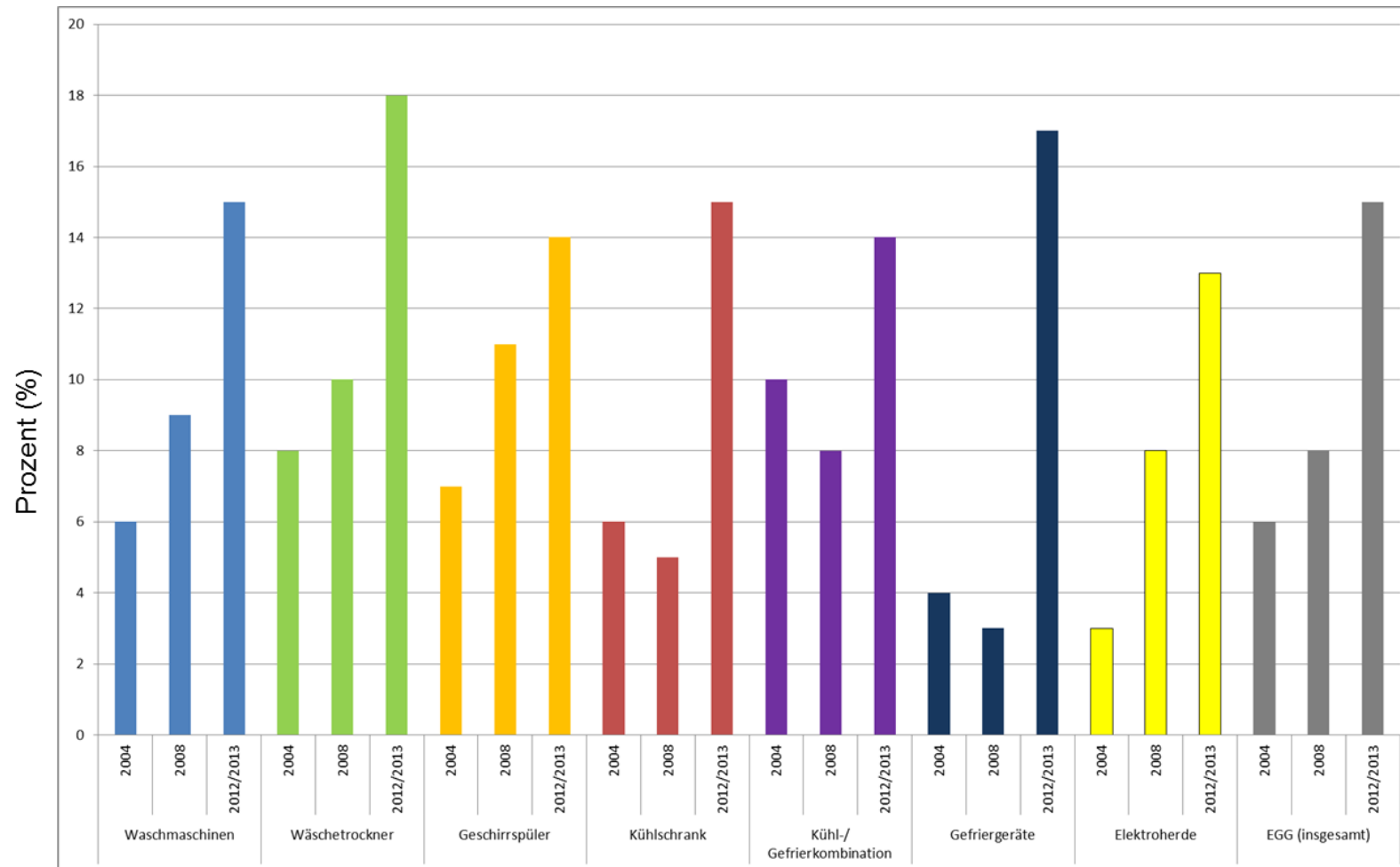
Abbildung 12 Anteil (%) der ausgetauschten Haushaltsgroßgeräte an Gesamtersatzkäufen, differenziert nach Ersatzgrund sowie Altersklasse



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 13). 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 Jahr 2012 die annähernd gleiche Austauschrate von ca. 15% bei Geräten auf, die weniger als 5 Jahre genutzt werden.

Abbildung 13 Anteil der max. 5 Jahre alten Haushaltsgroßgeräte an allen Ersatzkäufen innerhalb der Kategorie „das alte Gerät ging kaputt“²⁴

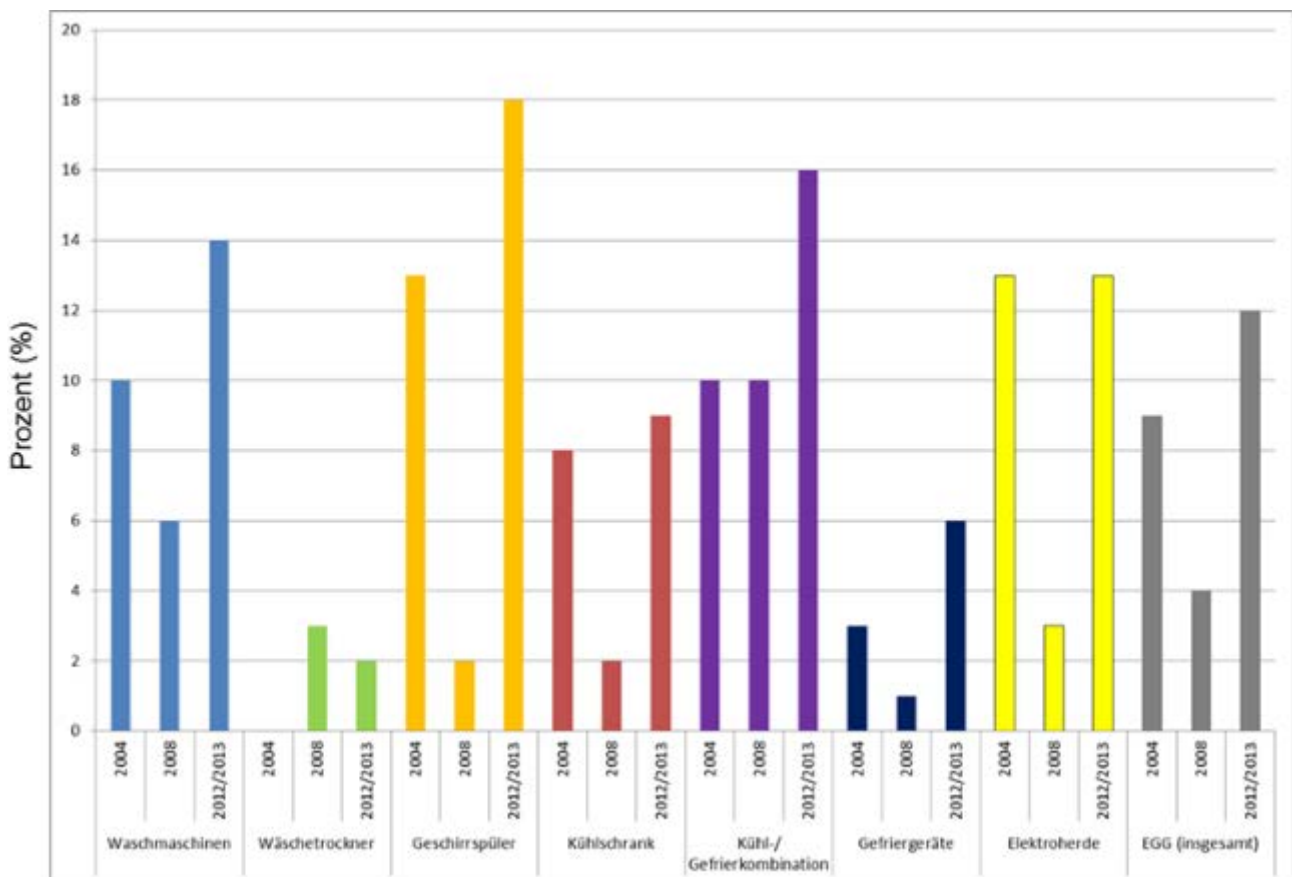


Quelle: Eigene Darstellung; berechnet nach GfK-Daten (2004: n= 2712; 2008: n=3380; 2012: n=5664 für EGG gesamt)

²⁴ Teilweise sehr geringe Fallzahlen für 2004 und 2008; hinreichend aussagekräftig sind nur die gemittelten Daten für EGG gesamt

Abbildung 14 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 14 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“²⁵

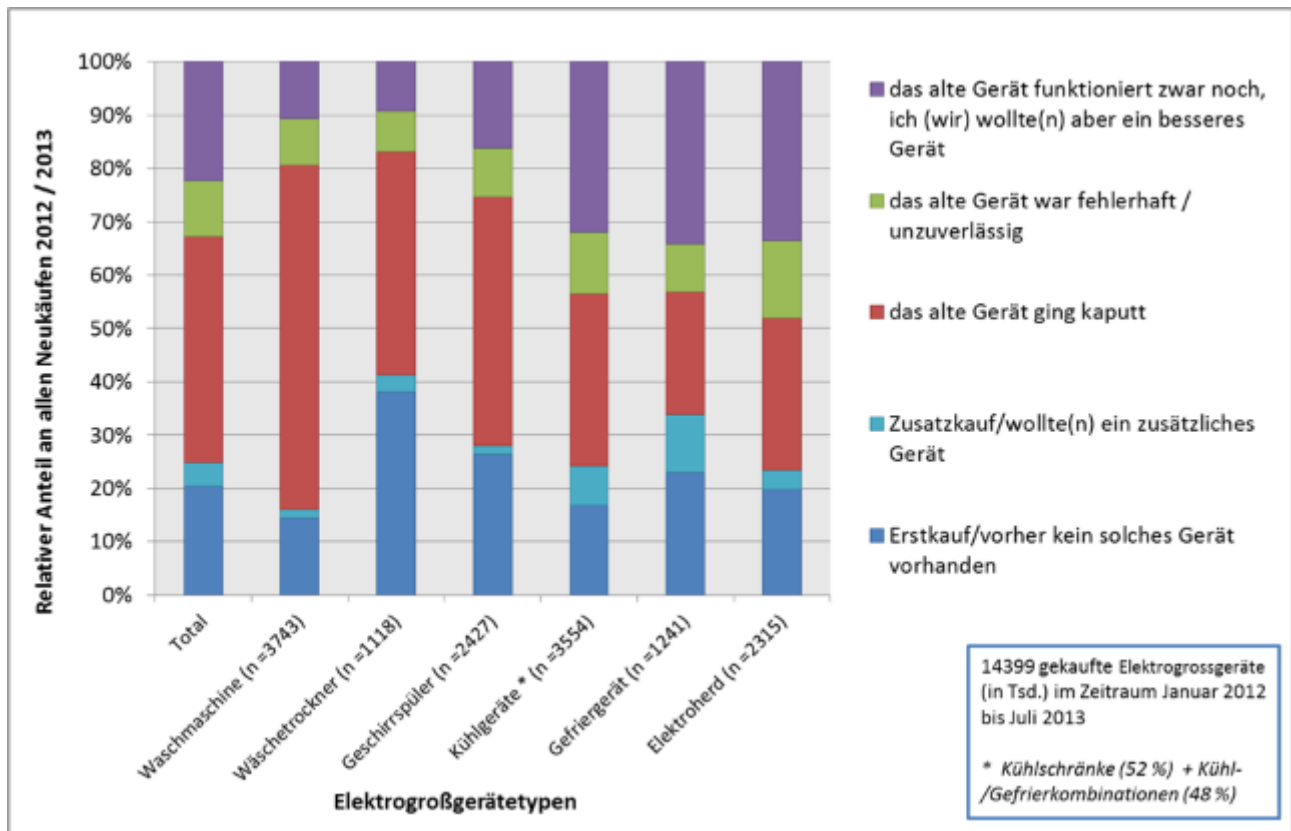


Quelle: Eigene Darstellung; berechnet nach GfK-Daten (2004: n= 2712; 2008: n=3380; 2012: n=5664 für EGG gesamt)

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 15). 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%.

²⁵ Teilweise sehr geringe Fallzahlen für 2004 und 2008; hinreichend aussagekräftig sind nur die gemittelten Daten für EGG gesamt

Abbildung 15 Neu-/Ersatzkäufe von Haushaltsgroßgeräten und Kaufgründe (2012)



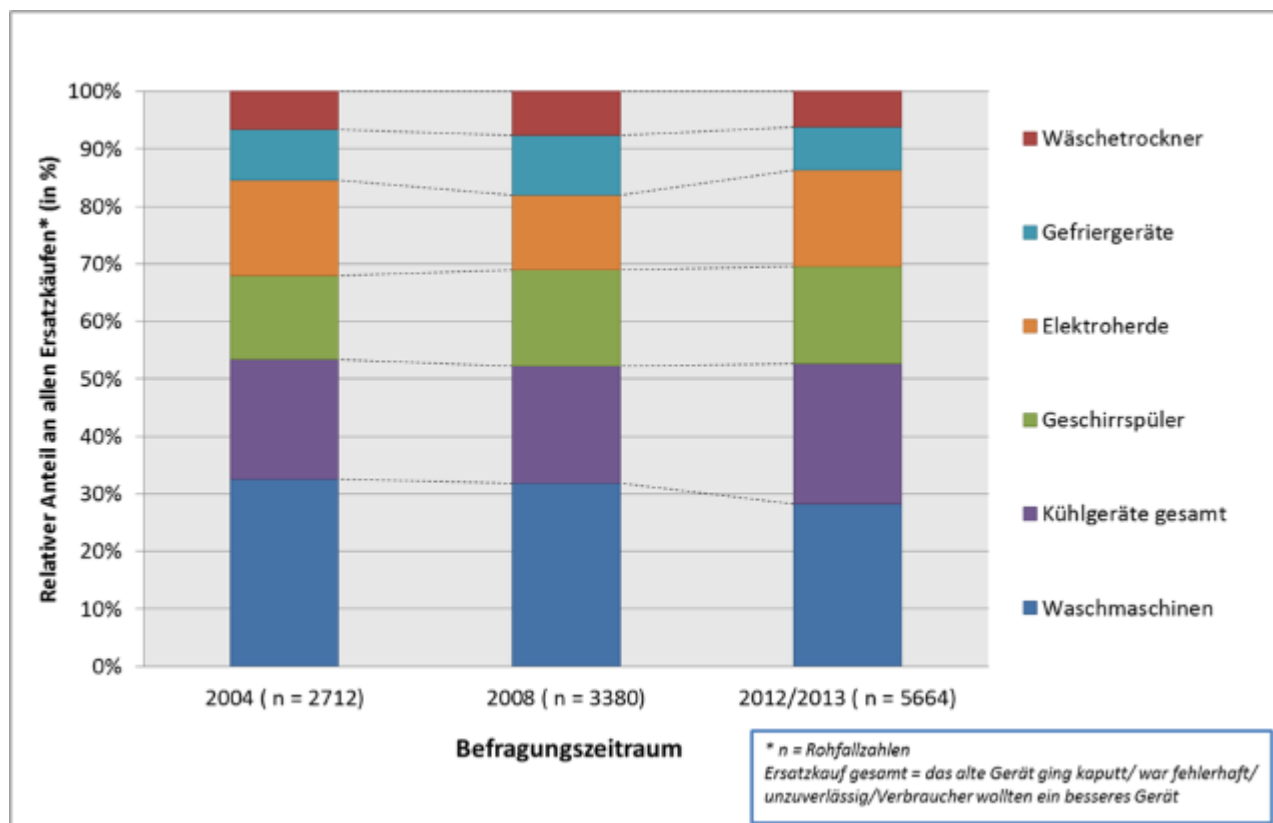
Quelle: Eigene Darstellung; berechnet nach GfK-Daten

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 16). Als Ersatzkauf werden alle Käufe definiert, welche aufgrund eines kaputten, fehlerhaften und unzuverlässigen Gerätes getätigt werden oder weil ein besseres Gerät gewünscht wird. Im Jahre 2012 wurden neben Waschmaschinen auch Kühlgeräte²⁶ 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 17).

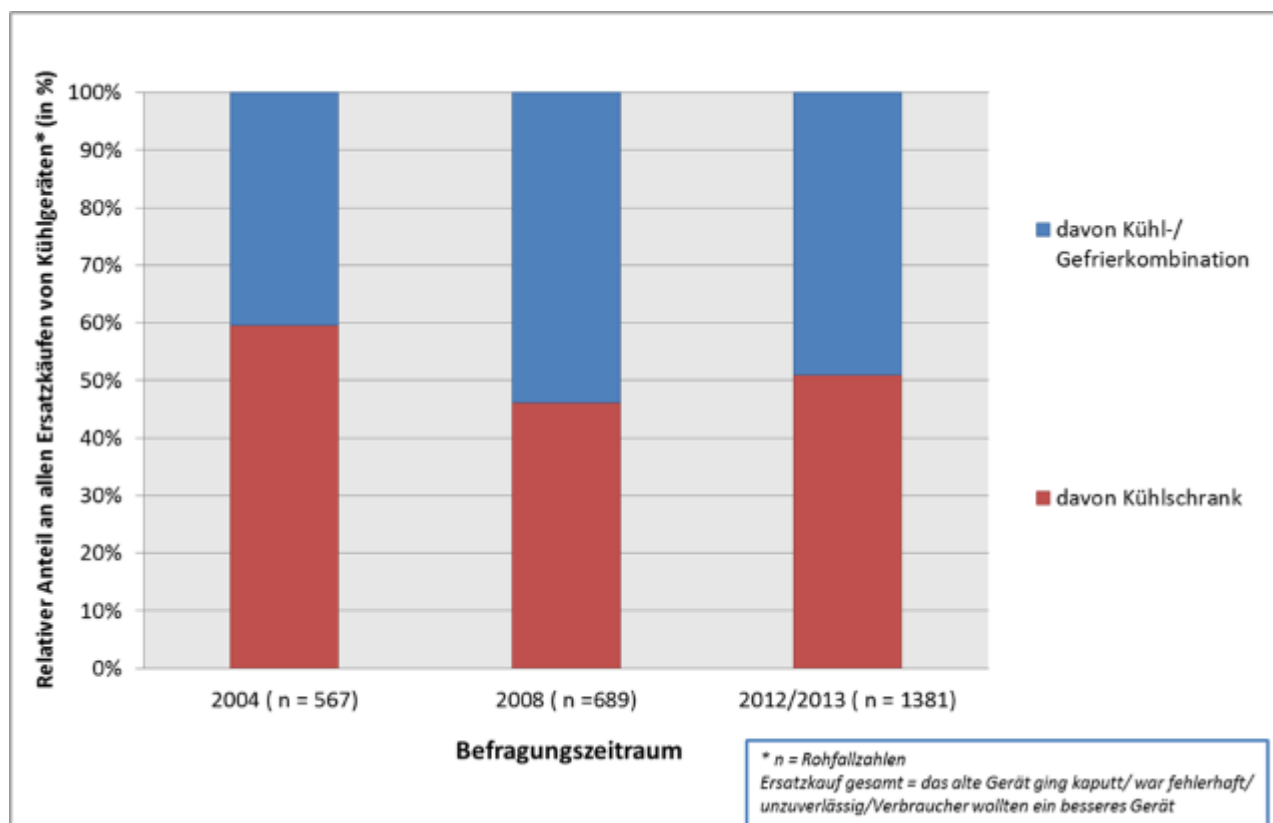
²⁶ Kühlgeräte umfassen Kühlschränke als auch Kühl- und Gefrierkombination

Abbildung 16 Anteil der Gerätetypen an allen gekauften Ersatzgeräten



Quelle: Eigene Darstellung; berechnet nach GfK-Daten

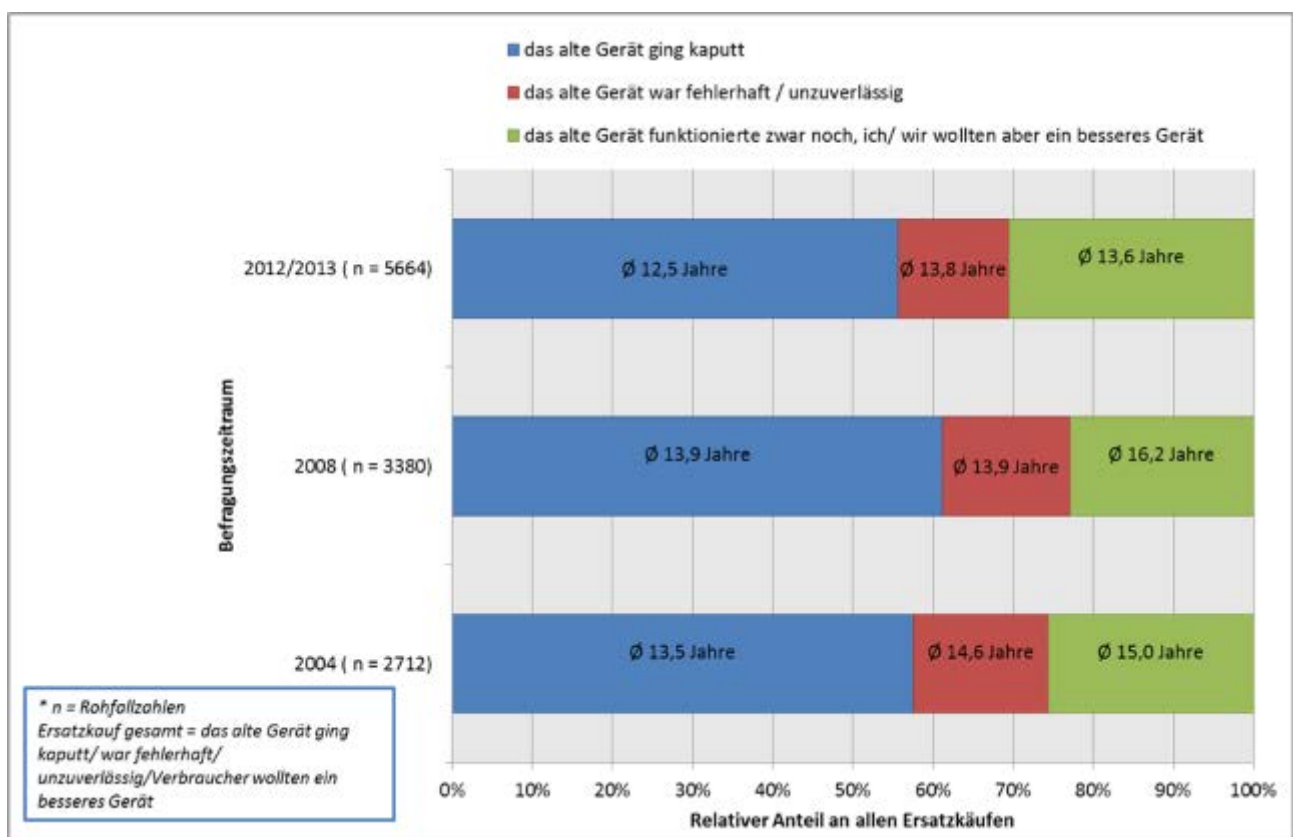
Abbildung 17 Anteil der Kühlgerätetypen an allen gekauften Ersatzkühlgeräten



Quelle: Eigene Darstellung; berechnet nach GfK-Daten

Vergleicht man allein die Ersatzkäufe in den entsprechenden Zeiträumen (Abbildung 18), 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 18). 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.

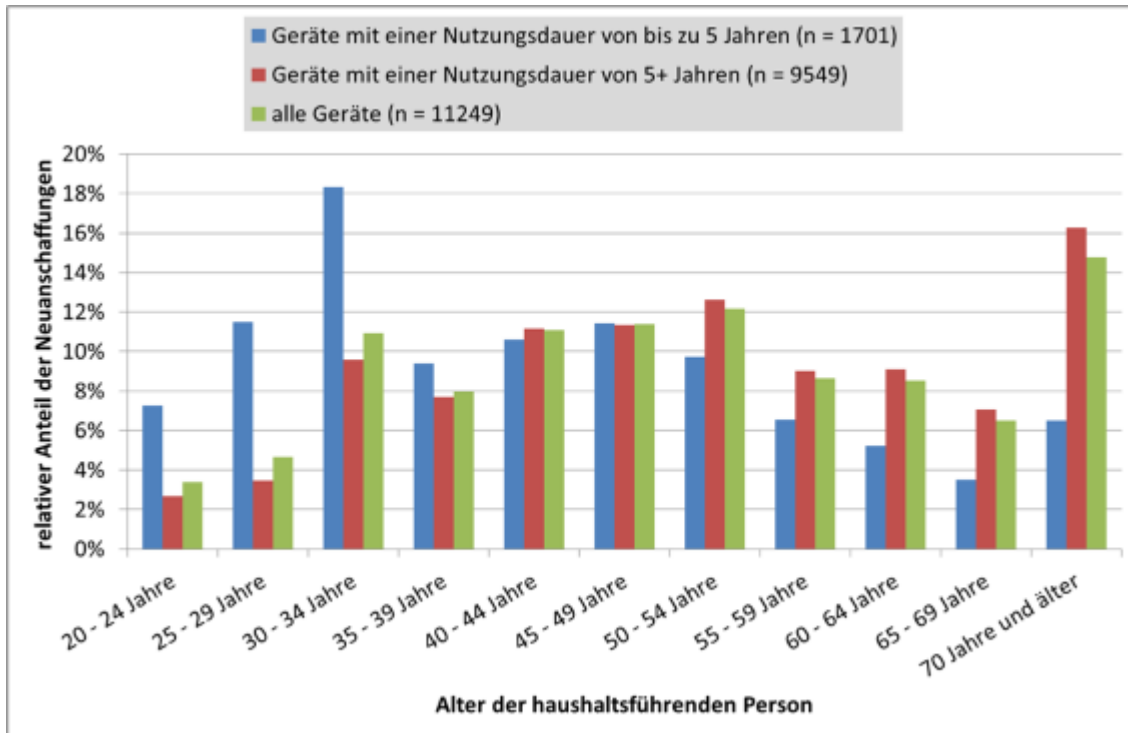
Abbildung 18 Austauschrate in % abhängig vom Kaufgrund und durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer des Gerätes (n = Rohfallzahlen aller Ersatzkäufe)



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 19).

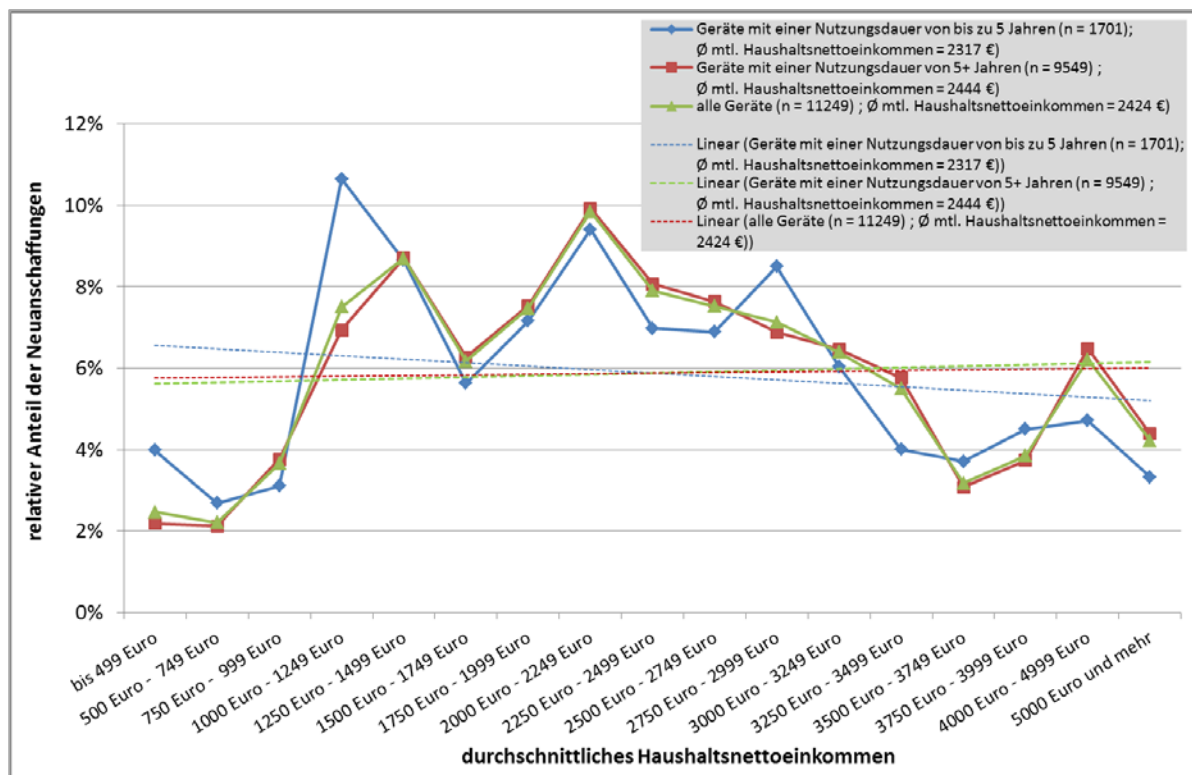
Abbildung 19 Erst-Nutzungsdauer der Haushaltsgroßgeräte und Alter der haushaltsführenden Person (2012/2013)



Quelle: Eigene Darstellung; berechnet nach GfK-Daten

Abbildung 20 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.

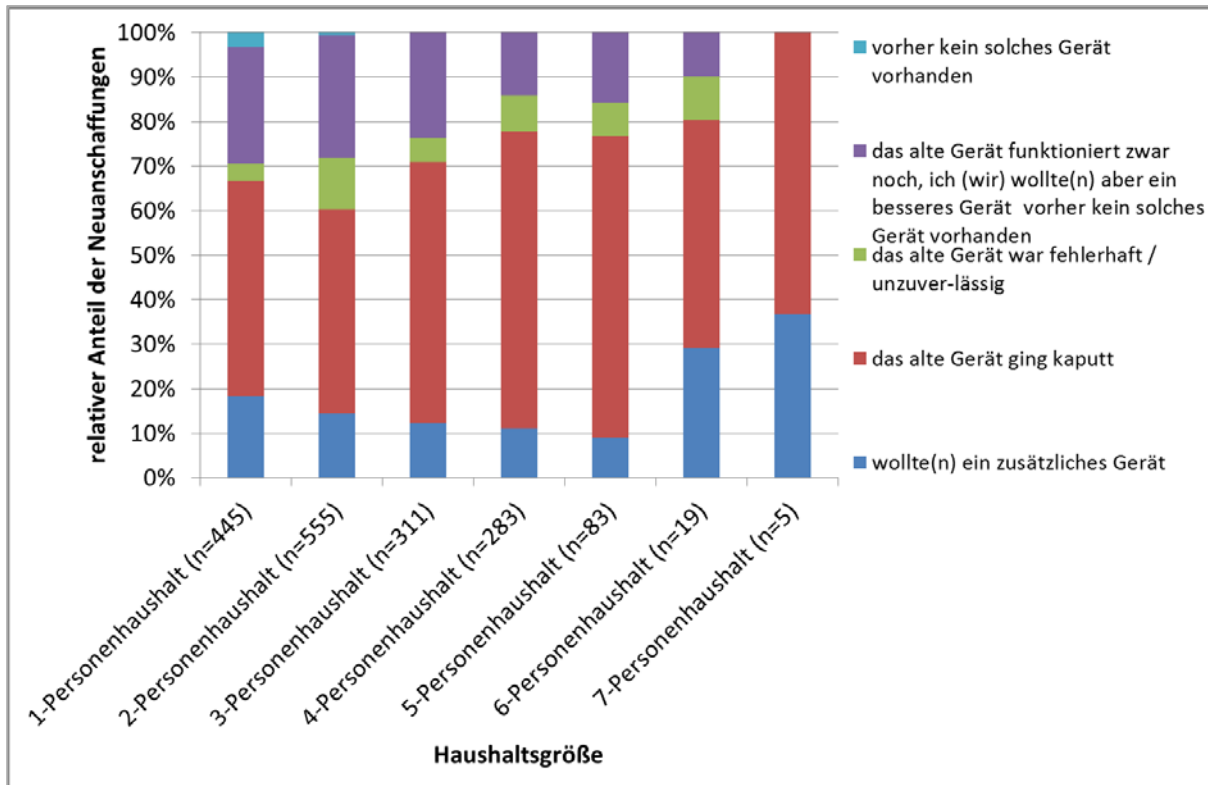
Abbildung 20 Haushaltsnettoeinkommen und Nutzungsdauer der Haushaltsgroßgeräte (2012/2013)



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 21). Bei Ein- und Zweipersonenhaushalten ist es neben dieser Ursache auch häufiger der Wunsch nach einem besseren oder zusätzlichen Gerät.

Abbildung 21 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 12). 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 12 Austauschrate in % je Haushaltsgröße/gerätetyp abhängig vom Kaufgrund

Gerät	Befragungszeitraum	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%

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
	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 wurde 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 (2004²⁷ und 2013) auf die folgenden Daten hin untersucht:

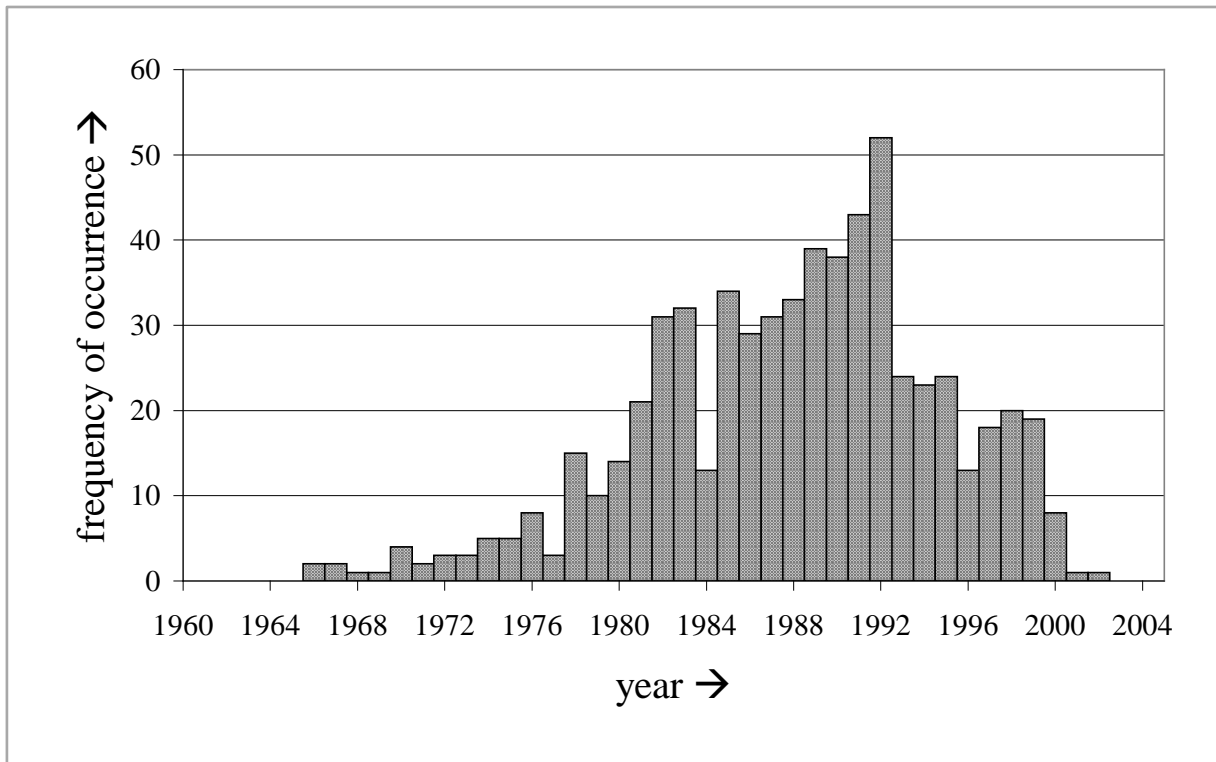
1. Marke und Modell
2. Produkt-Identifikationscode
3. Datum der Herstellung auf dem eingebauten Kondensator

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 22) 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.

²⁷ 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.

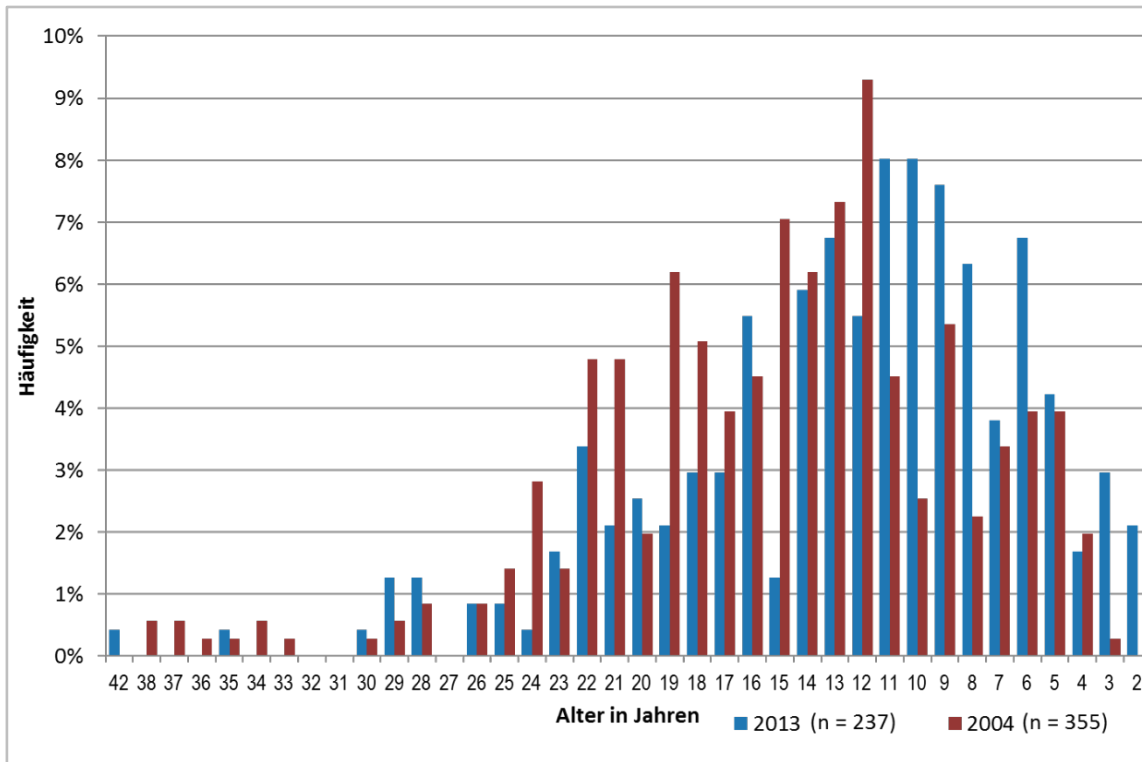
Abbildung 22 Vorkommen von Kondensatoren (Y-Achse) in Waschmaschinen nach Herstellungsjahr (X-Achse) des Kondensators (n=625; Daten wurden Mitte bis Ende 2004 in Deutschland gesammelt)



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 23 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 23) 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:

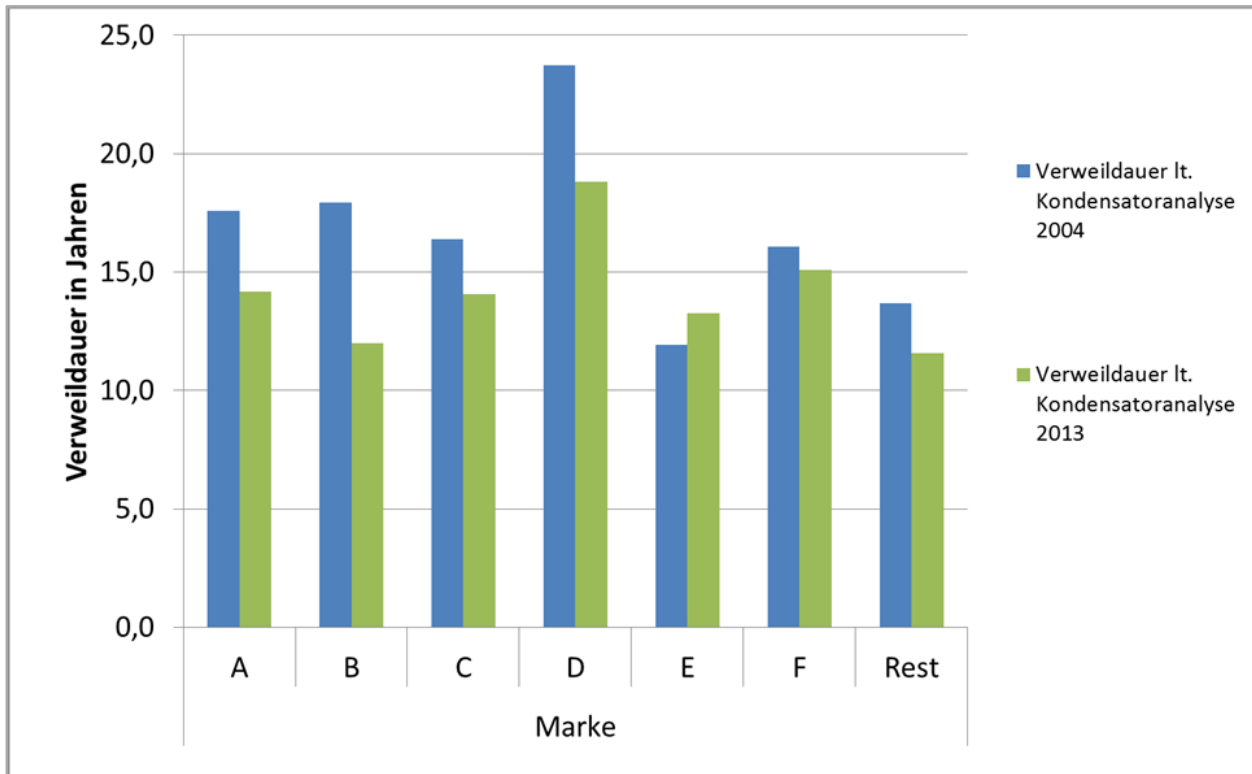
1. eine generelle Verkürzung der Lebensdauer von Waschmaschinen zwischen 2004 und 2013;
2. eine Angleichung der Lebensdauern von Waschmaschinen unterschiedlicher Hersteller, insbesondere bei extrem langlebigen Produkten;
3. neue Anbieter oder Modelle von Waschmaschinen auf dem Markt haben deutlich geringere 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 24). Den

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

Abbildung 24 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 (SIK²⁸))
- Testzyklus besteht aus 8 Programmen (6-7 x Baumwolle 20-90°C, 1-2 x Pflegeleicht)

²⁸

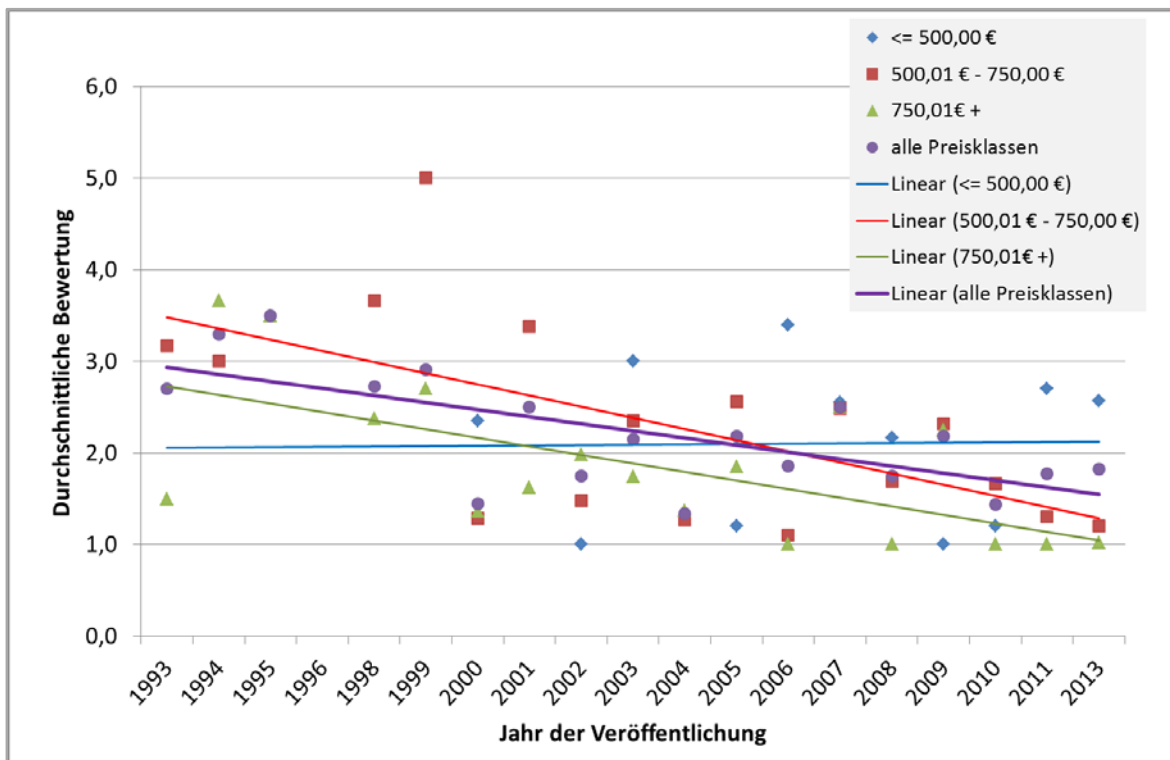
SIK: Foam inhibitor concentrate, 8% silicon on inorganic carrier, nach IEC 60456:1998 Clothes washing machines for household use – Methods for measuring the performance; Titel (deutsch): Waschmaschinen für den Hausgebrauch – Verfahren zur Messung der Gebrauchseigenschaften

- 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 25) 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.

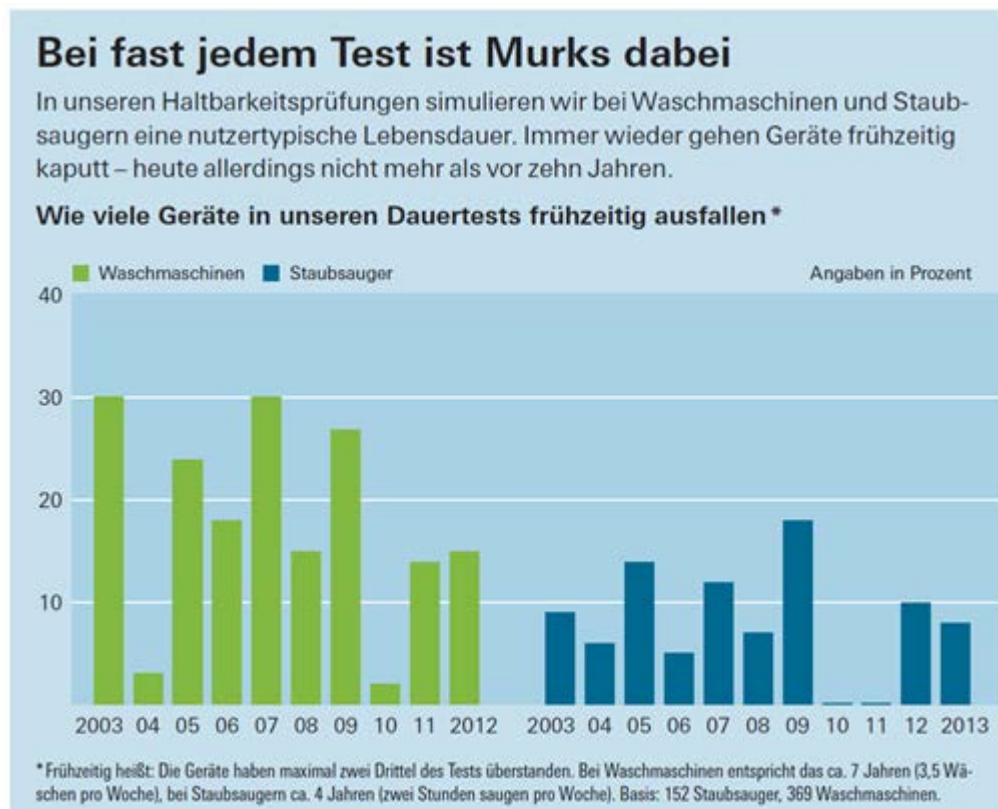
Abbildung 25 Durchschnittliche Bewertung der Lebensdauerprüfung von Waschmaschinen in Tests der Stiftung Warentest der jeweilige Jahre in Schulnoten



Quelle: Zeitschriften ,test' der Stiftung Warentest, eigene Auswertung

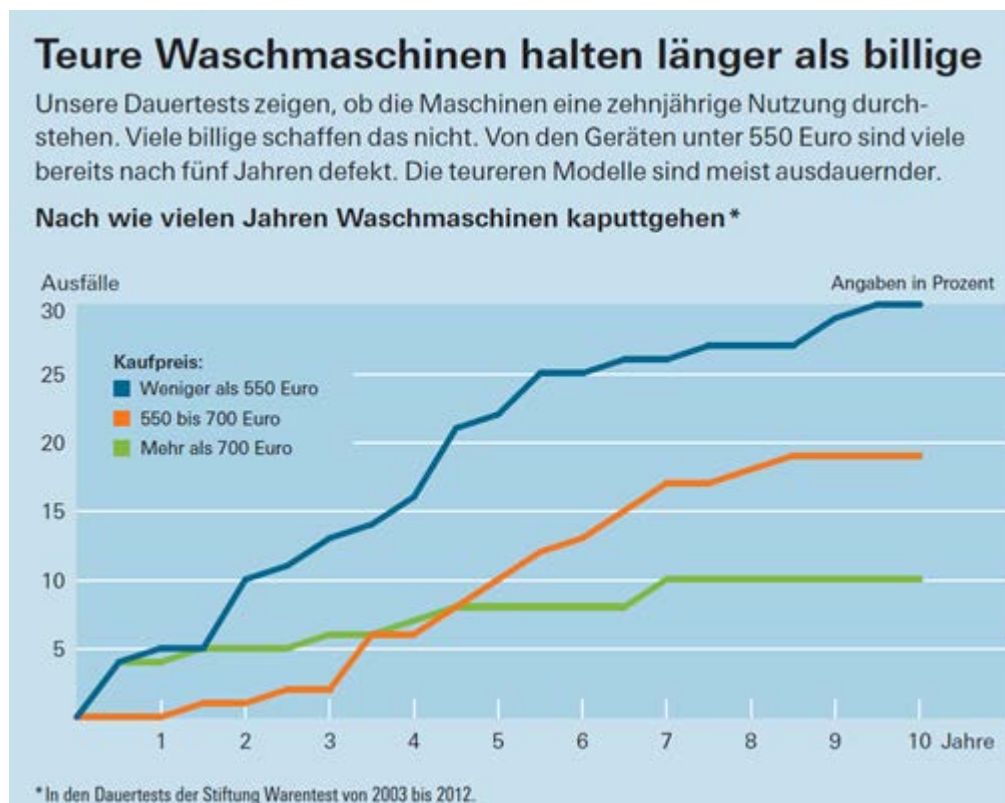
Ähnliche Ergebnisse hat die Stiftung Warentest für Waschmaschinen und Staubsauger in der Ausgabe test 9/2013 für den Zeitraum von 2003 bis 2013 veröffentlicht (Abbildung 26). Demnach verdreifacht sich die Ausfallwahrscheinlichkeit der Waschmaschinen bei einem Kaufpreis von < 550 € im Vergleich zu Maschinen, die 700 € und mehr kosten nach 10 Jahren (Abbildung 27). 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 26 Lebensdauertest der Stiftung Warentest für Waschmaschinen und Staubsauger



Quelle: test 9/2013, Stiftung Warentest (2013)

Abbildung 27 Korrelation von Lebensdauer und Preis bei Waschmaschinen



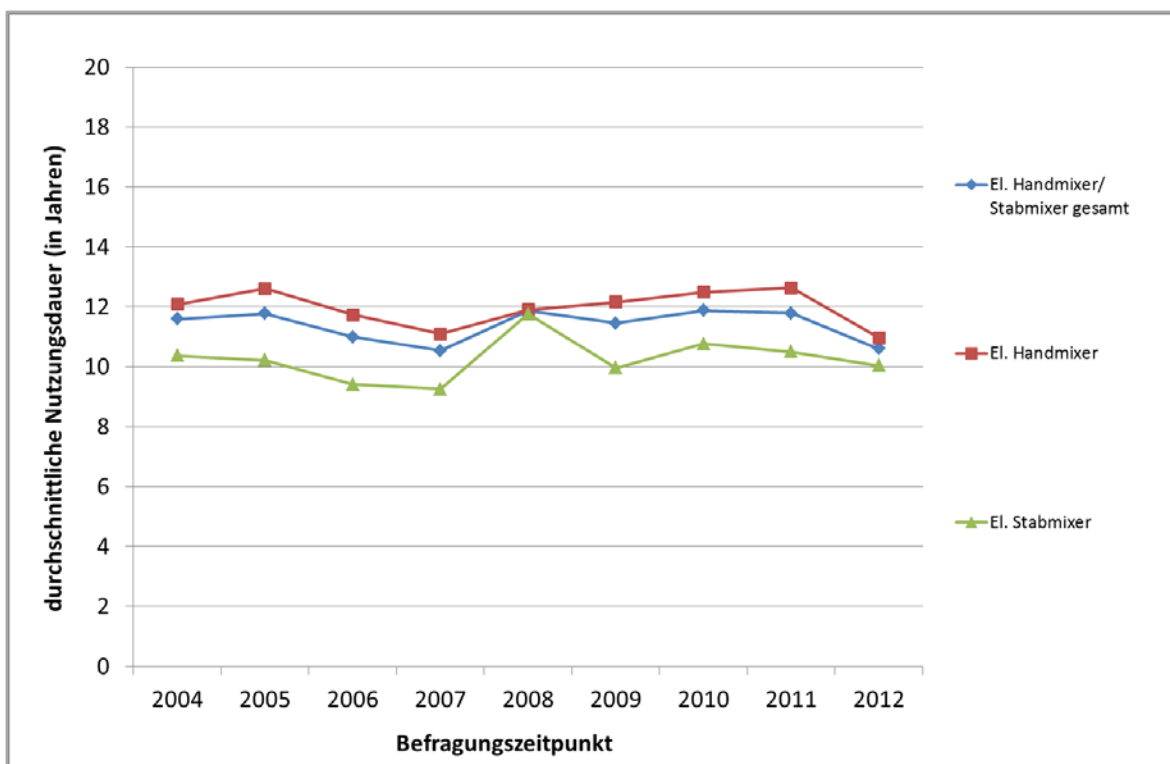
Quelle: test 9/2013, Stiftung Warentest (2013)

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 28). 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.

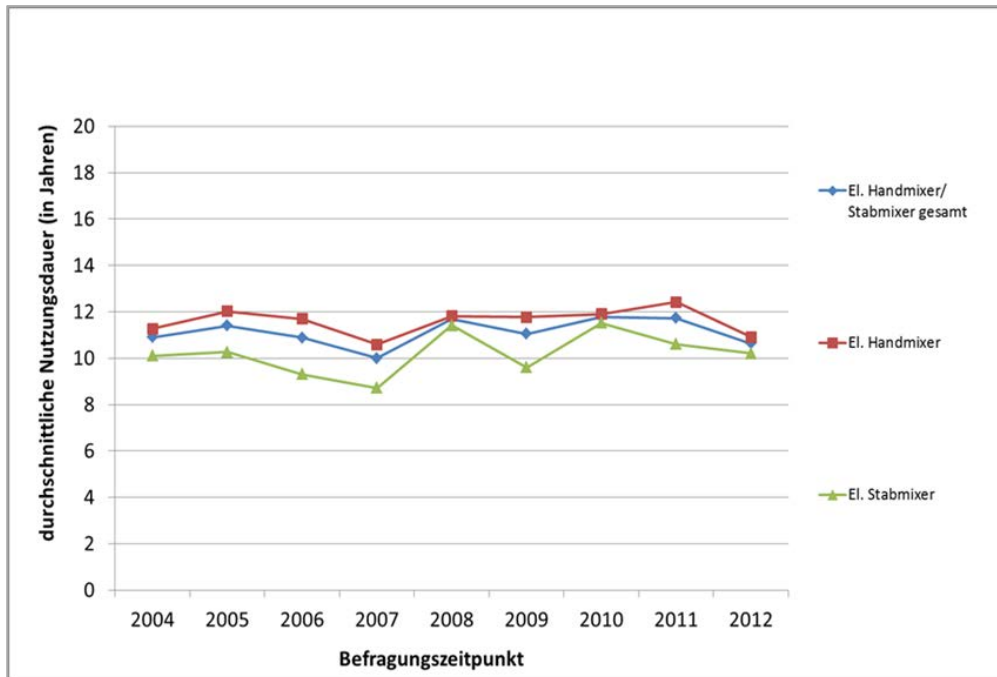
Abbildung 28 Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer ersetzter Hand- und Stabmixer (unabhängig vom Hauptaus-tauschgrund)



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

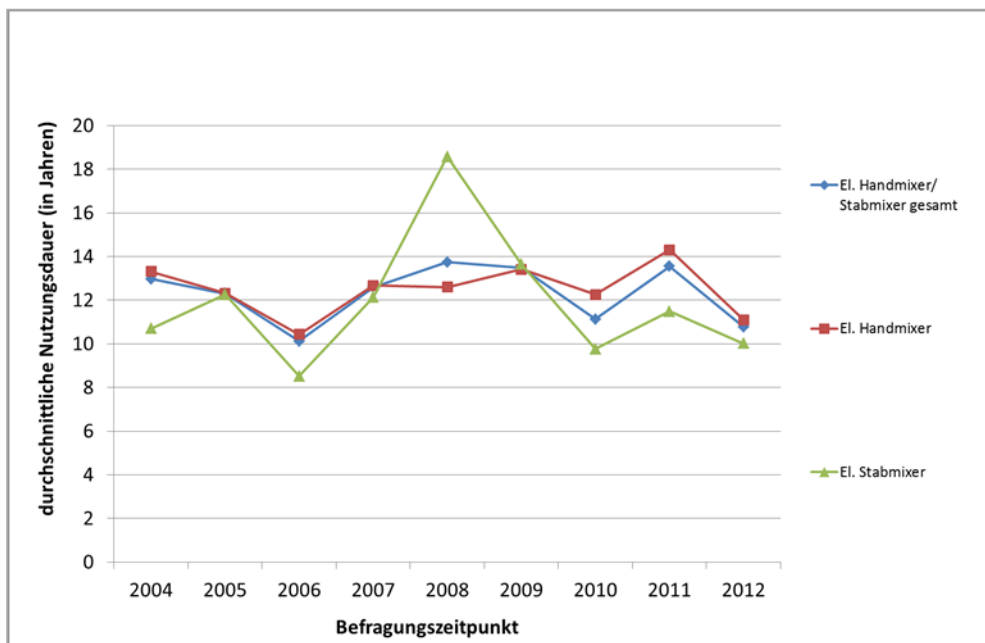
Bei elektrischen Hand- oder Stabmixern, welche ausgetauscht wurden, weil sie kaputt gegangen sind, zeigt sich über die Jahre ebenfalls kaum eine Veränderungen in der durchschnittlichen Erst-Nutzungsdauer (Abbildung 29). Im Durchschnitt liegt ihr Verwendungszeitraum bei 10,6 Jahren (2012).

Abbildung 29 Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer ersetzter ‚kaputter‘ Handmixer²⁹



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

Abbildung 30 Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer ersetzter, fehlerhafter/unzuverlässiger' Handmixer³⁰



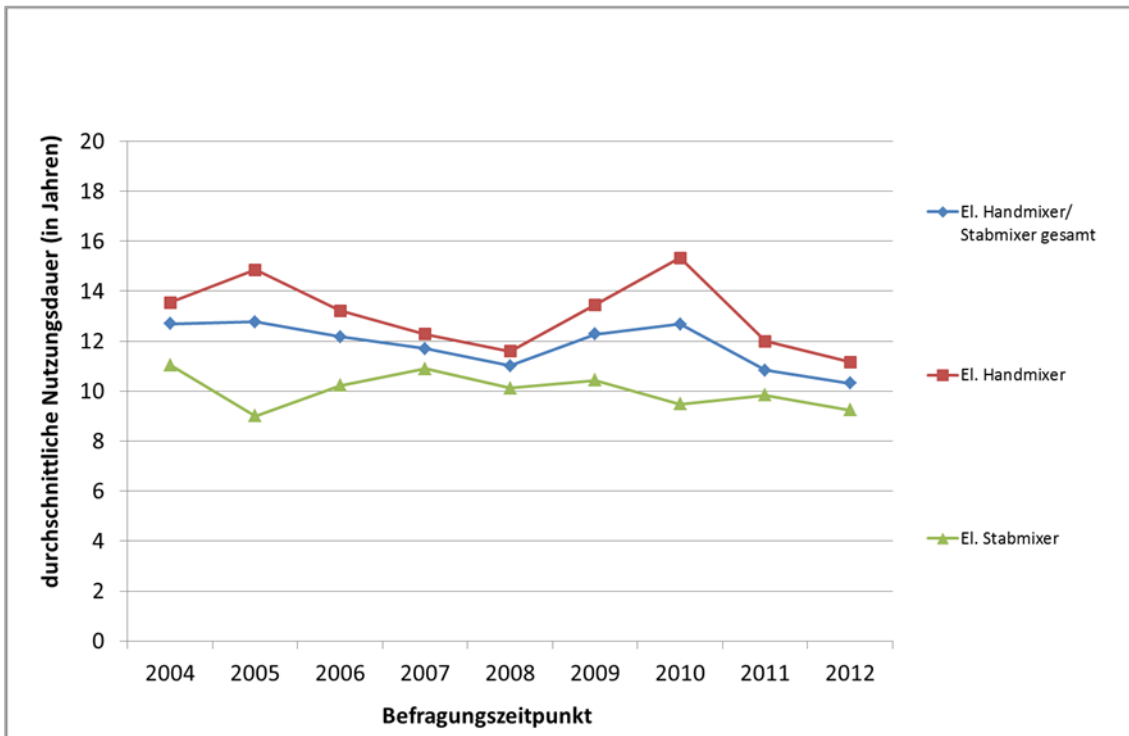
Quelle: Eigene Darstellung, berechnet nach GfK-Daten (n=104 in 2012; geringster Wert n=83 in 2004; sehr geringe Fallzahlen für elektrische Stabmixer zwischen 2004 und 2012)

²⁹ 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.

³⁰ 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 30).

Abbildung 31 Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer ‚noch funktionierender‘ Handmixer, welche jedoch durch ein besseres Gerät ersetzt wurden³¹



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 31). 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 geprägt³¹. Zwischen 2010 und 2012 zeigt die Entwicklung der Erst-Nutzungsdauer von Stabmixern nur minimale Schwankungen.

5.3 Unterhaltungselektronik

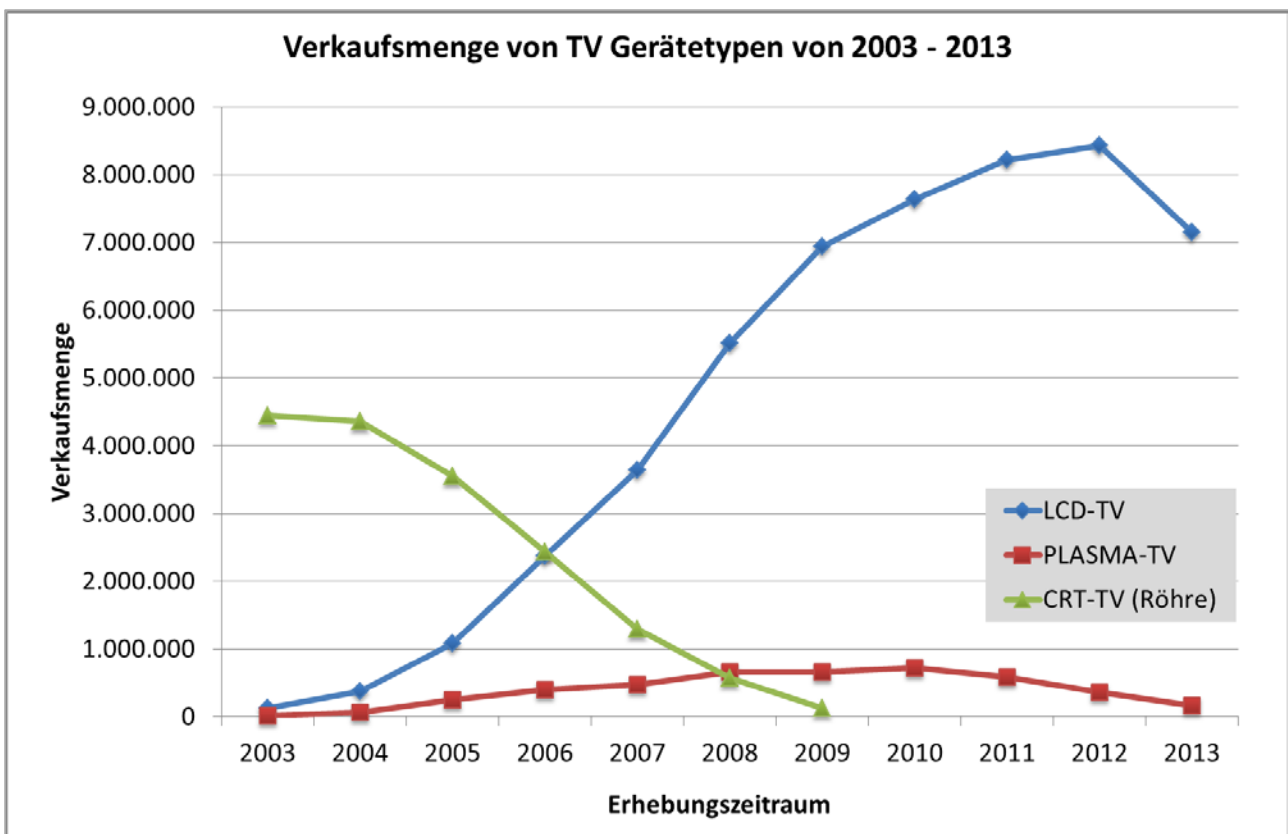
5.3.1 GfK-Umfrage

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 tech-

³¹ Geringe Fallzahlen (< 50) für 2007, 2008 und 2009 für Handmixer und 2004-2009 für Stabmixer.

nische Lebensdauer der Geräte aus. Eine Zweitnutzung (Gebrauchtgerät) wurde nicht erfasst. Die GfK hat die jährlichen Verkaufsmengen der TV-Geräte in Deutschland aufgeschlüsselt nach Gerätetyp (Röhrenfernseher³², Plasmafernseher, LCD-Fernseher³³) erhoben (Panelmarkt Germany, GfK 2003-2013). Die Ergebnisse sind in Abbildung 32 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 32 Durchschnittliche Verkaufsmenge von TV-Geräten³⁴



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 33 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 Durch-

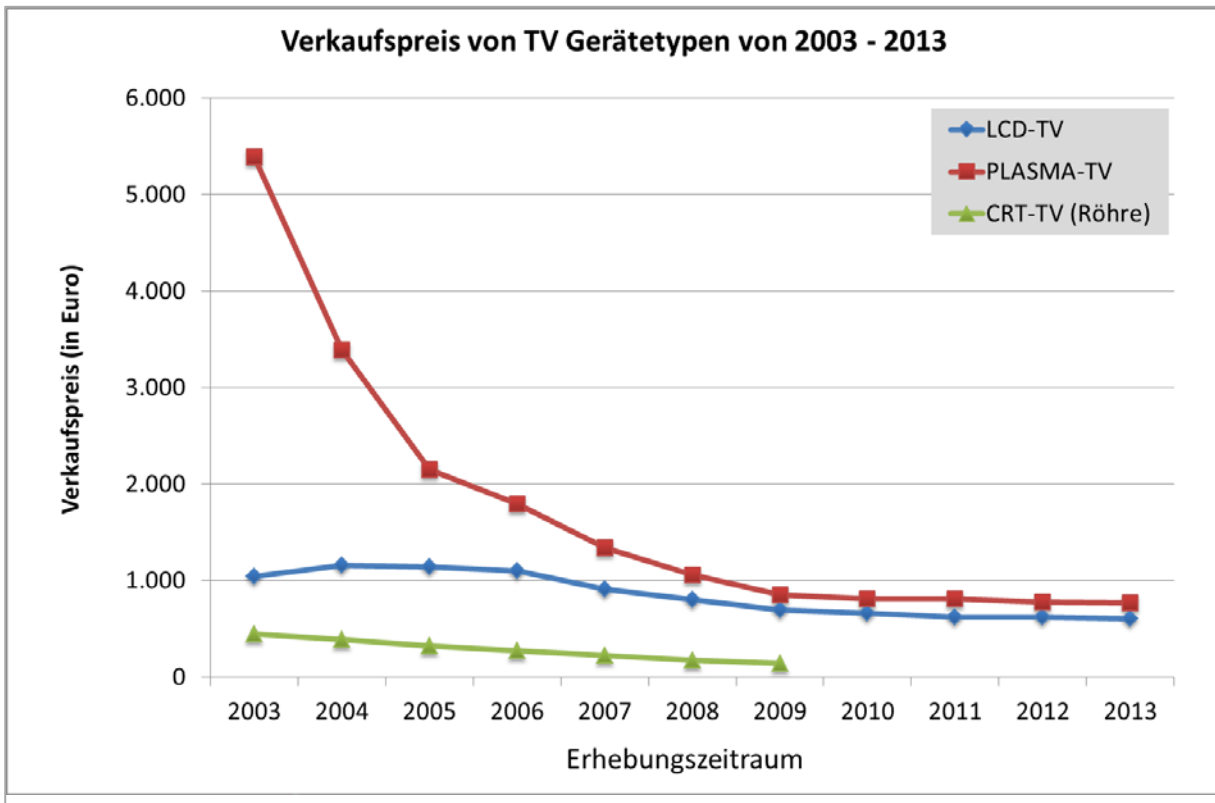
³² Fernseher mit Kathodenstrahlröhre (Cathode Ray Tube, CRT)

³³ LCD = Liquid Cristal Display = Flüssigkristallanzeige, umgangssprachlich Flachbildschirm.

³⁴ 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.

schnittspreis von 1.000 Euro pro Gerät und lagen im Jahr 2013 bei nur noch rund 600 Euro pro Gerät.

Abbildung 33 Verkaufspreis von Gerätetypen von 2003–2013 in Deutschland³⁵

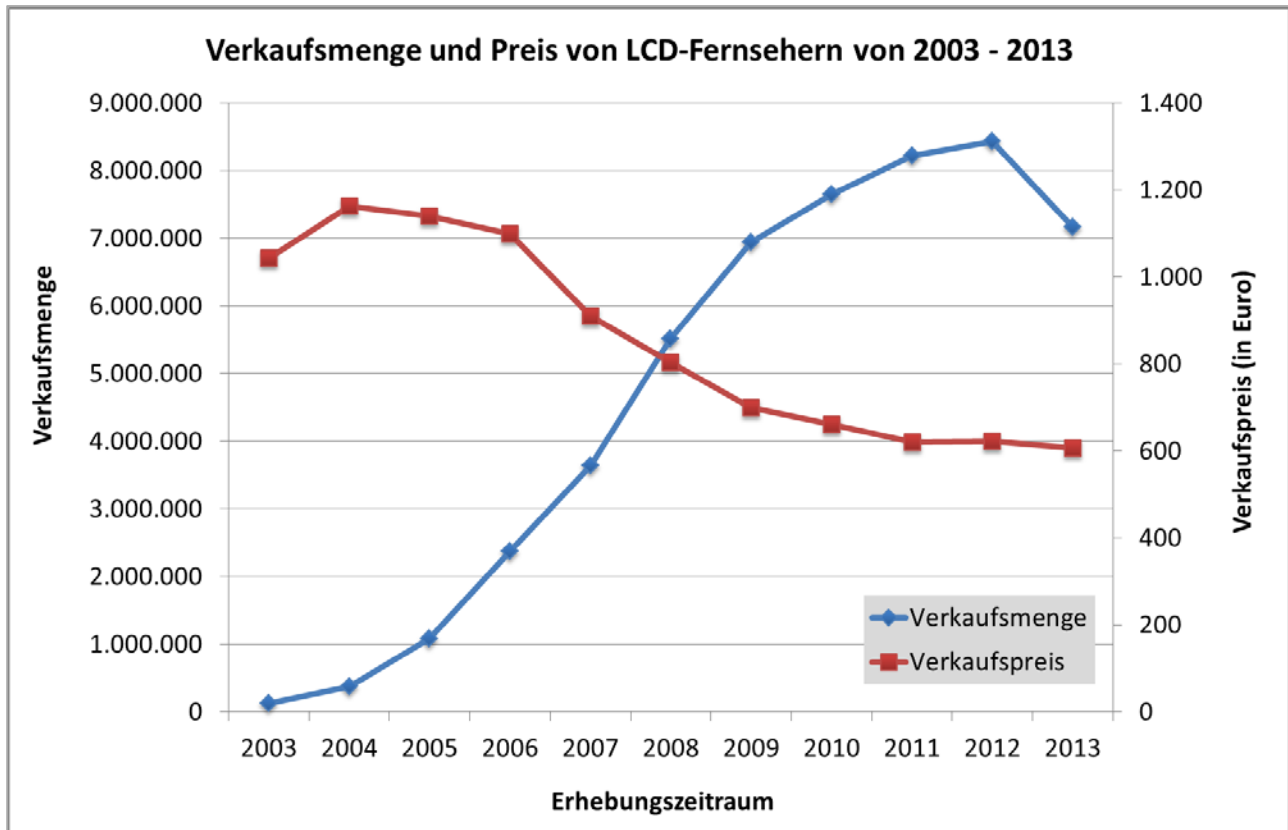


Quelle: Eigene Darstellung, berechnet nach GfK-Daten

Im Folgenden werden die Preis- und Verkaufsmengen-Trends je Gerätetyp gegenübergestellt. Abbildung 34 zeigt wie die Anzahl der verkauften LCD-Fernseher entsprechend dem Marktpreisverfall angestiegen ist. Abbildung 35 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 36 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.

³⁵ 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.

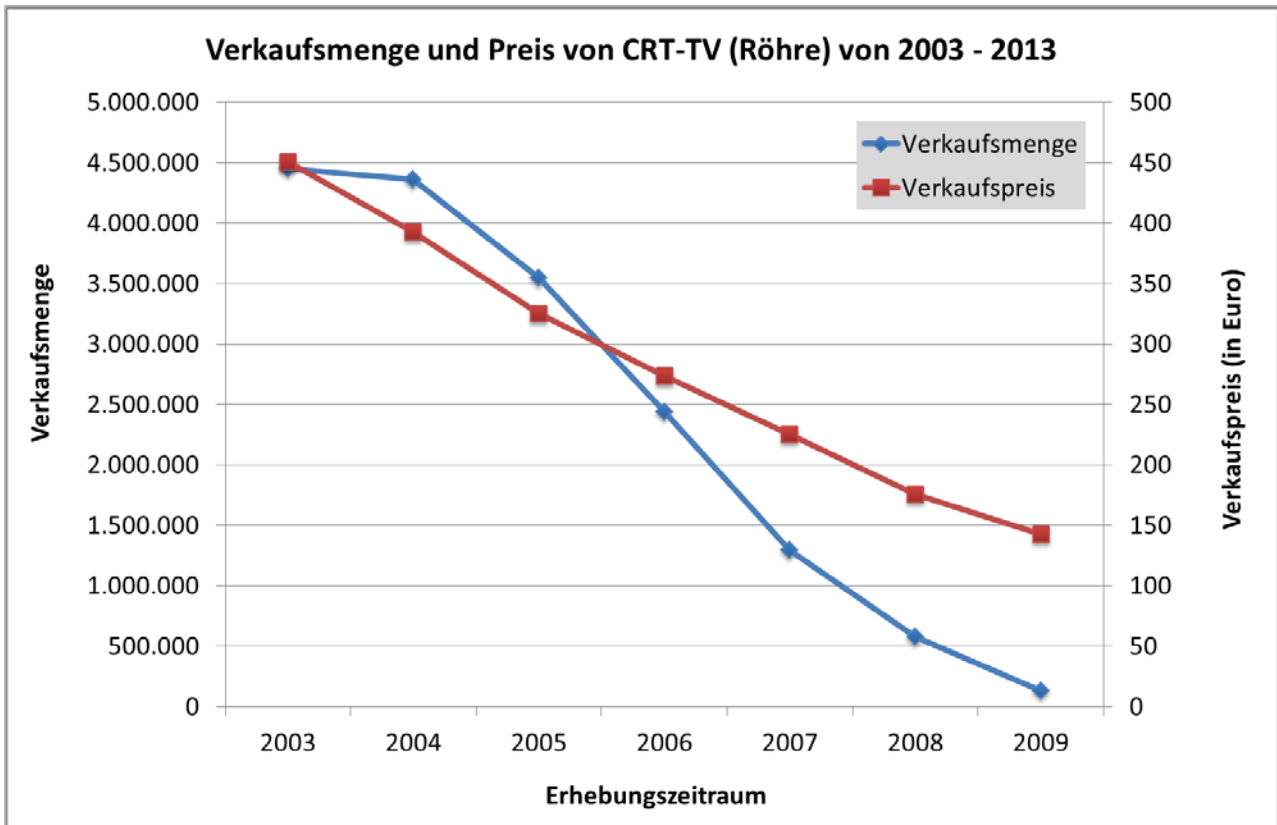
Abbildung 34 Verkaufsmenge und Preis von LCD-Fernsehern von 2003–2013³⁶



Quelle: Eigene Darstellung, berechnet nach GfK-Daten

³⁶ 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.

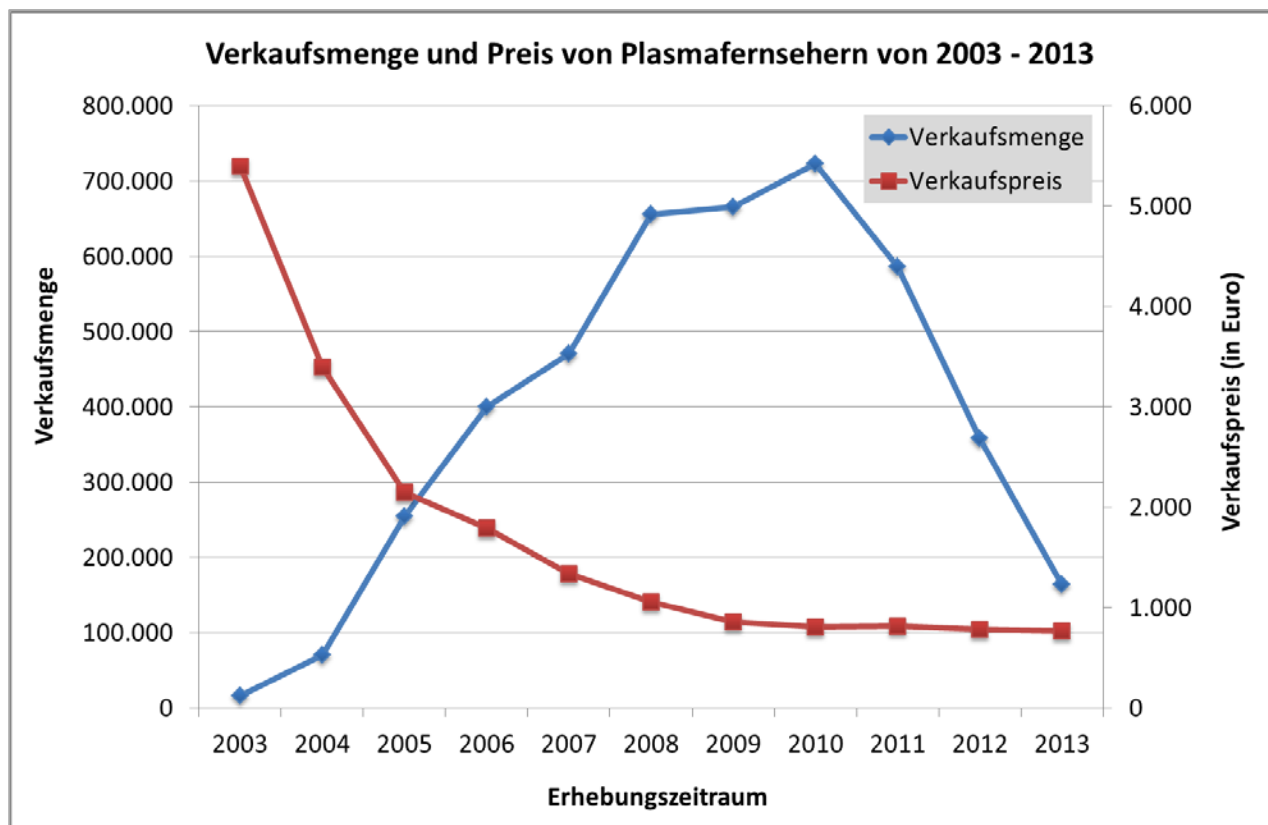
Abbildung 35 Verkaufsmenge und Preis von Röhrenfernsehern 2003–2013³⁷



Quelle: Eigene Darstellung, berechnet nach GfK-Daten

³⁷ 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 Plasmafernsehern von 2003-2013³⁸



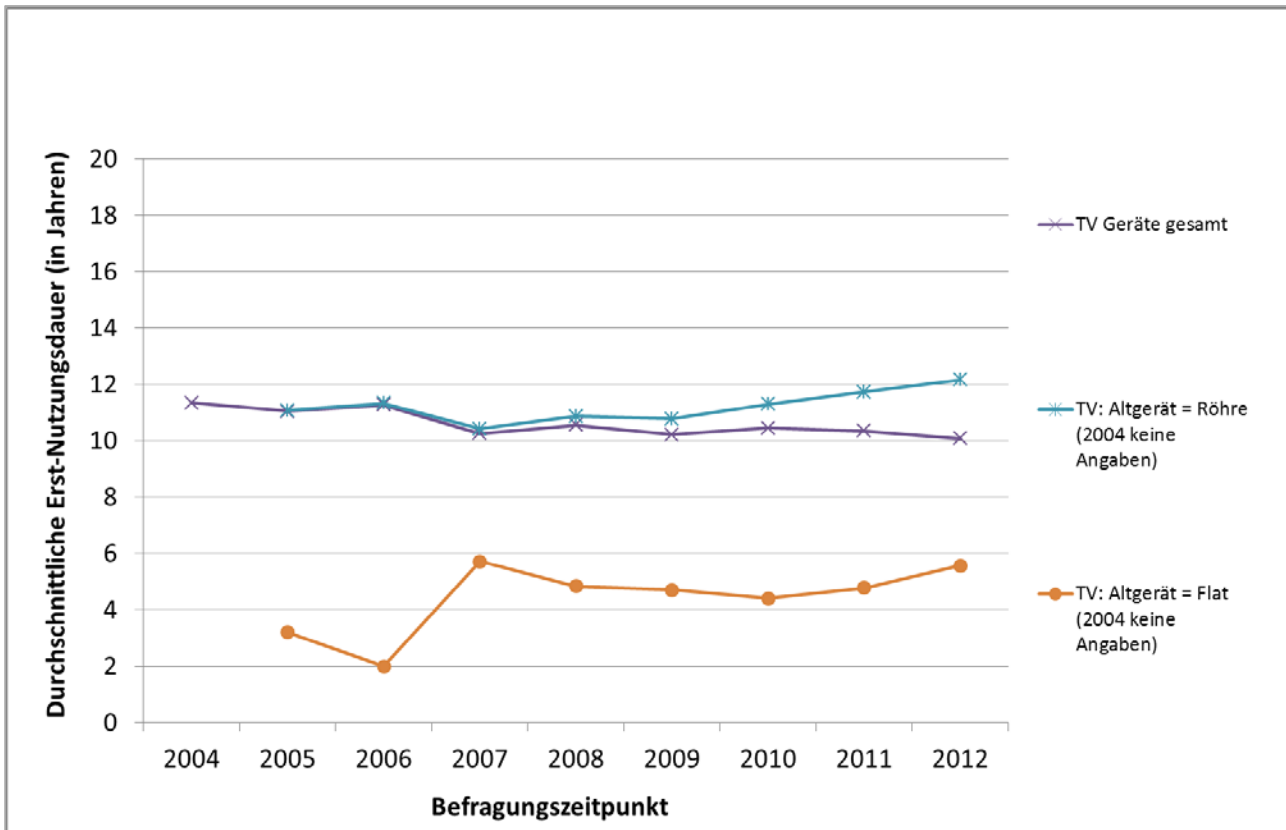
Quelle: Eigene Darstellung, berechnet nach GfK-Daten

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

³⁸ 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 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 37).

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.

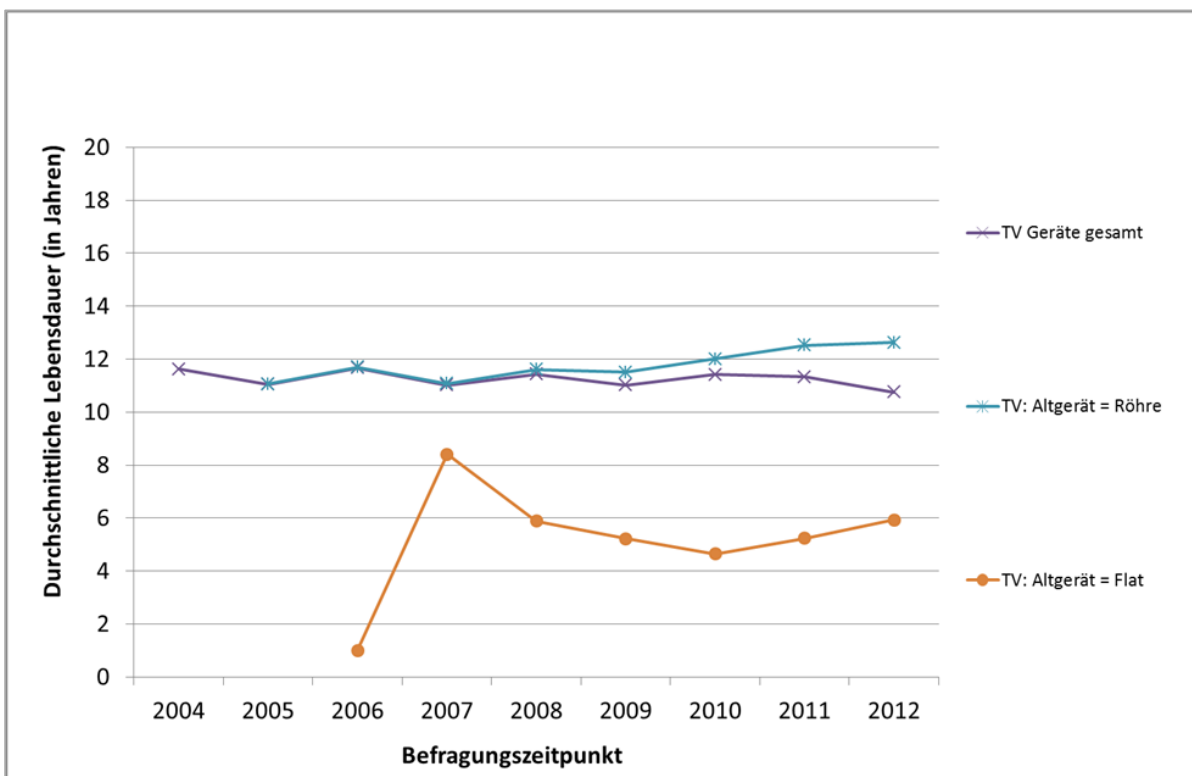
Die Gesamtheit der ersetzten Fernseher (Röhrenfernseher und Flachbildschirmfernseher) weist tendenziell von Jahr zu Jahr eine kürzere durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer auf. Grund dafür ist, dass der Anteil der deutlich kürzer genutzten TV-Geräte mit Flachbildschirm von Jahr zu Jahr wächst. Lag dieser 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 38 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 38 Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer der ersetzten Fernsehgeräte mit dem Hauptaustauschgrund „Das alte Gerät ging kaputt“³⁹



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)

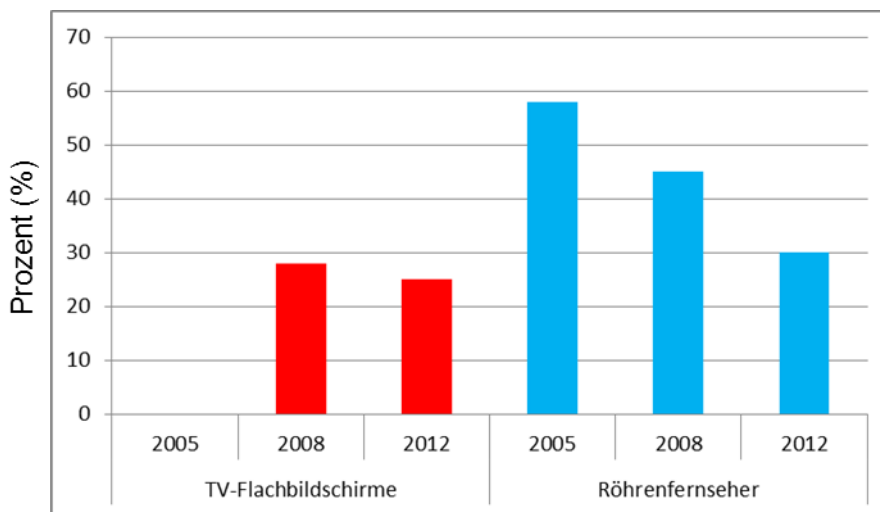
Für TV-Geräte mit Flachbildschirm ergibt sich ein differenzierteres Bild: Es ist zunächst zu beachten, dass die Fallzahlen für ersetzte TV-Geräte mit Flachbildschirm in den Jahren 2006-2008 zu gering sind, um signifikante Aussagen treffen zu können (< 40). Im Jahr 2009 liegt die durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer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

³⁹ 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.

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

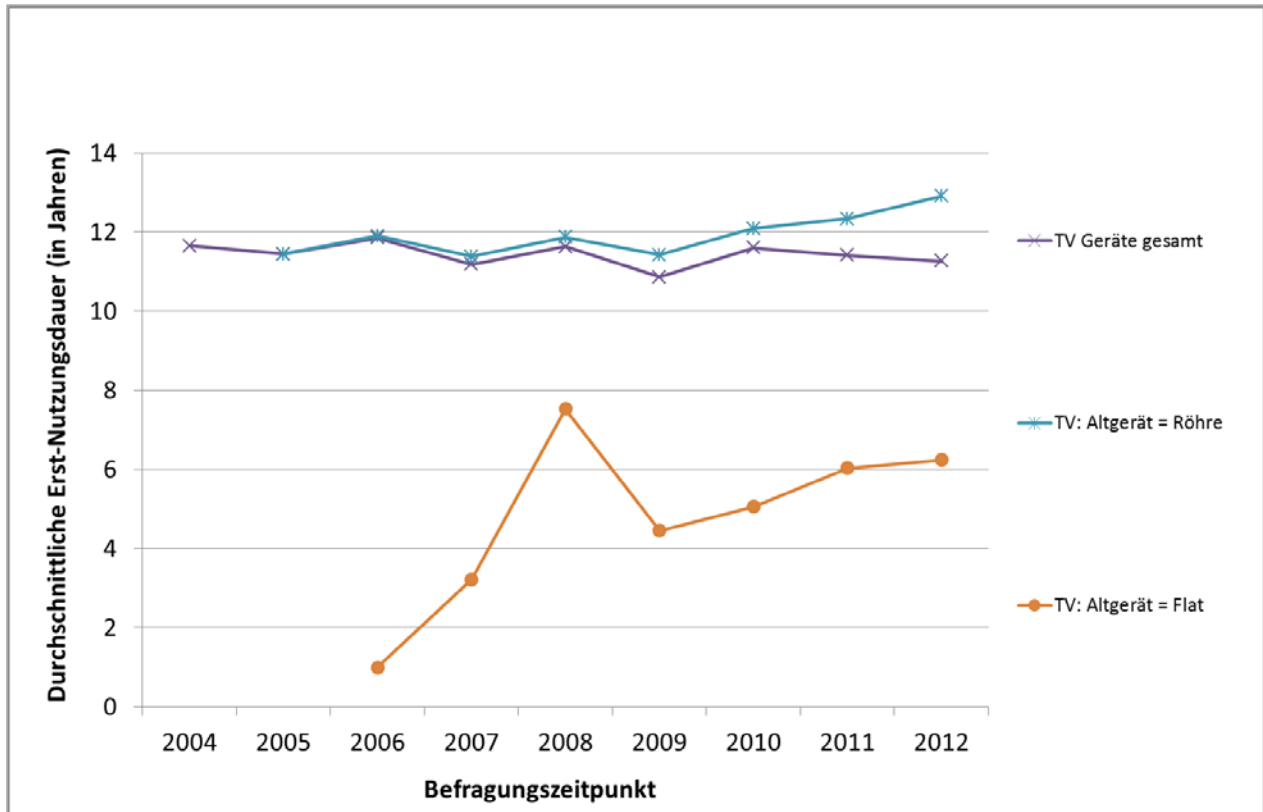
Abbildung 39 Jährlicher Anteil der TV Geräte, die durch ein Neugerät ersetzt wurden, weil das vorhandene TV-Gerät defekt war



Quelle: Eigene Darstellung, berechnet nach GfK-Daten

Abbildung 40 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 40 Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer der ersetzten Fernsehgeräte mit dem Hauptaustauschgrund „Das alte Gerät war fehlerhaft bzw. unzuverlässig“

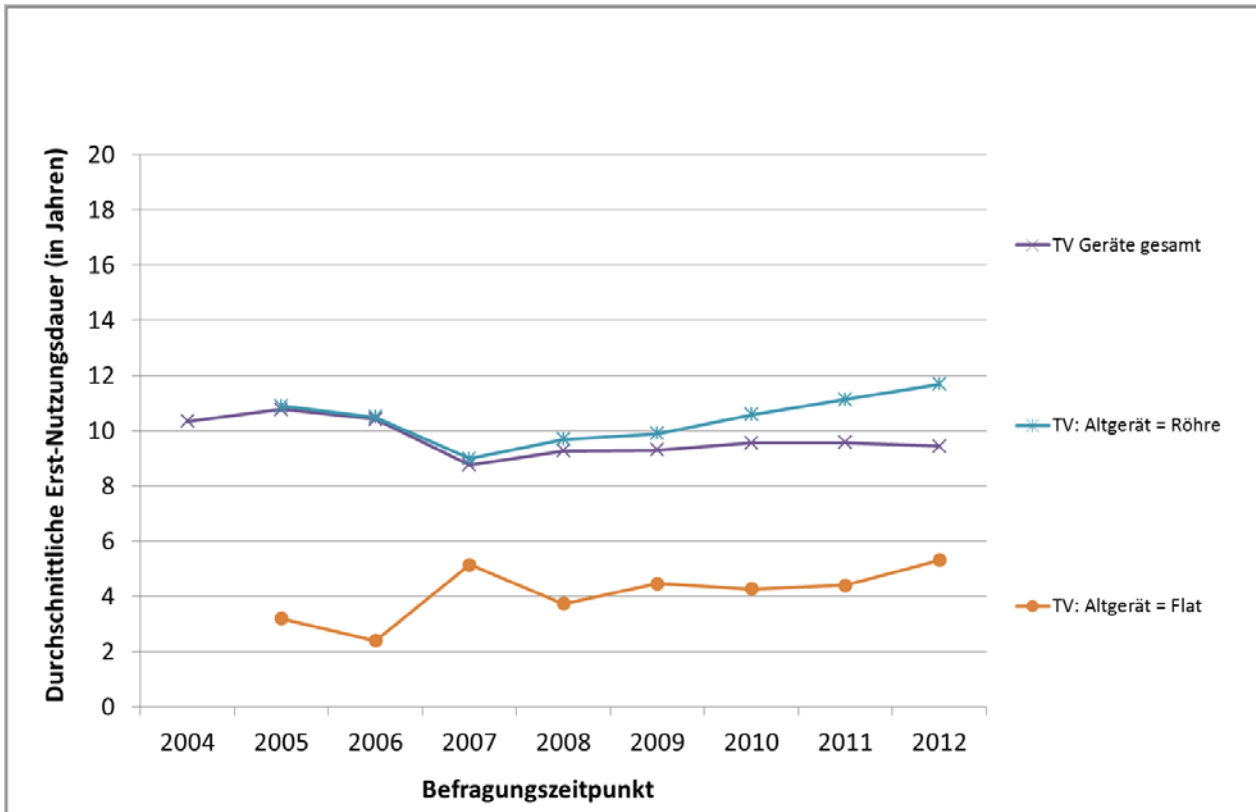


Quelle: Eigene Darstellung, berechnet nach GfK-Daten (TV gesamt, n=442 in 2012; geringster Wert n=214 in 2006; sehr geringe Fallzahlen für TV-Flachbildschirme zwischen 2006 und 2010)

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 41 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 41 Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer der ersetzten Fernsehgeräte mit dem Hauptaustauschgrund „Das alte Gerät funktioniert zwar noch, ich (wir) wollten aber ein besseres Gerät“



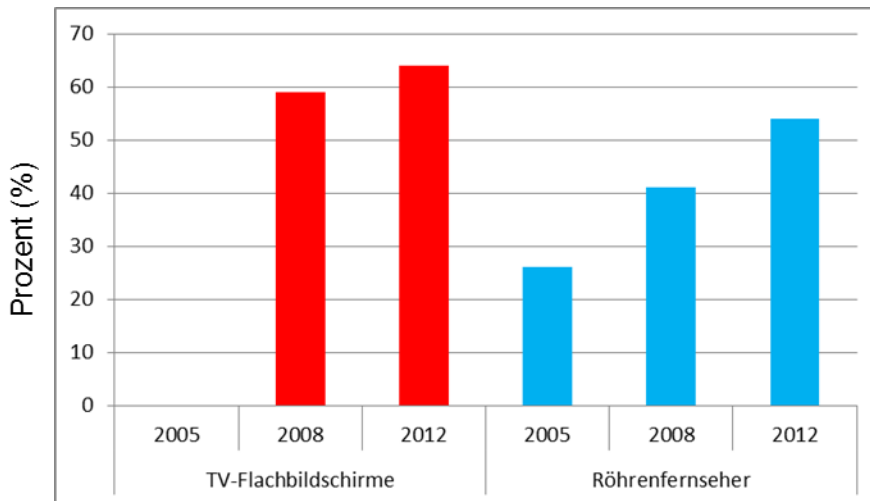
Quelle: Eigene Darstellung, berechnet nach GfK-Daten (TV gesamt, n=1768 in 2012; geringster Wert n=289 in 2004; sehr geringe Fallzahlen für TV-Flachbildschirme zwischen 2005 und 2007)

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

⁴⁰ Bis 2007 ist die Anzahl der erfassten Flachbildfernseher nicht repräsentativ (n < 50).

Abbildung 42 Jährlicher Anteil der TV Geräte, die funktionsfähig waren und durch ein besseres TV-Gerät ersetzt wurden

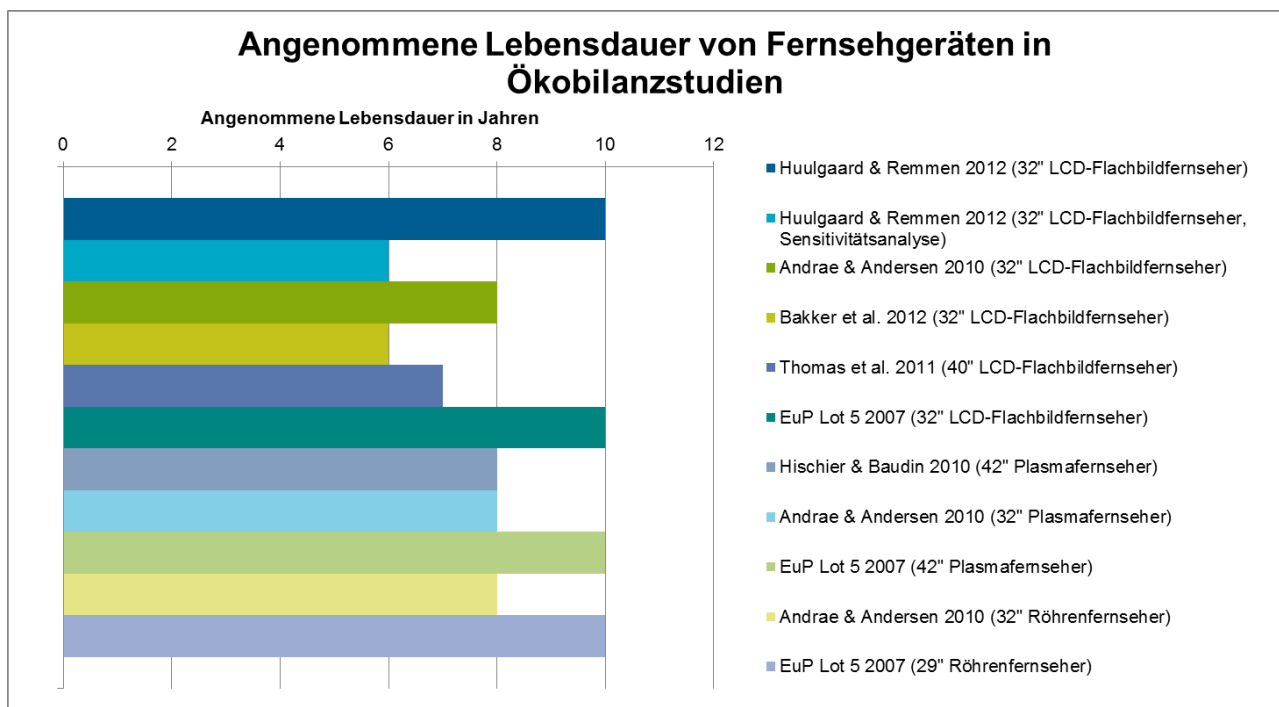


Quelle: Eigene Darstellung, berechnet nach GfK-Daten

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 43 gibt eine Übersicht über die Ergebnisse.

Abbildung 43 Angenommene Lebensdauer von Fernsehgeräten in Ökobilanzstudien in der Literatur



Quelle: JRC (2014a)

Abbildung 43 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 & Remmen (2012).

Für Plasmafernseher werden zwischen 8 Jahre (Hirschier & Baudin 2010) und 10 Jahre (EuP Lot 5 2007) angenommen. Dieselbe Bandbreite ist für Röhrenfernseher zu beobachten. Andrae & Anderson (2010) nehmen eine Lebensdauer von 8 Jahren an, EuP Lot 5 (2007) geht von 10 Jahren aus.

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

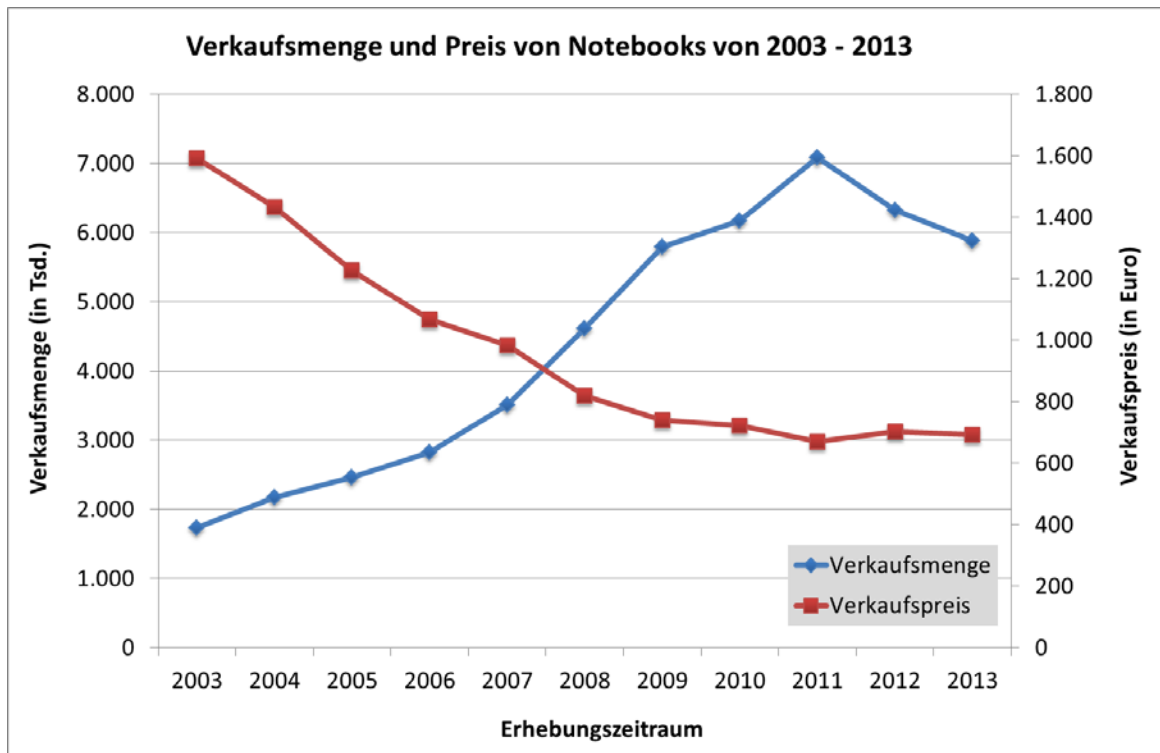
Der **Stiftung Warentest** ist es nicht möglich, die Lebensdauer von Fernsehern zu testen; ein dafür notwendiger Dauertest wäre zu zeitintensiv. Nach Aussage der Stiftung Warentest würde ein Test, der die Nutzung eines Fernsehers über sieben Jahre simulieren würde, anderthalb Jahre dauern. Viele Geräte 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 44 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 44 Verkaufsmenge und durchschnittliche Marktpreise von Notebooks zwischen 2003 und 2013⁴¹



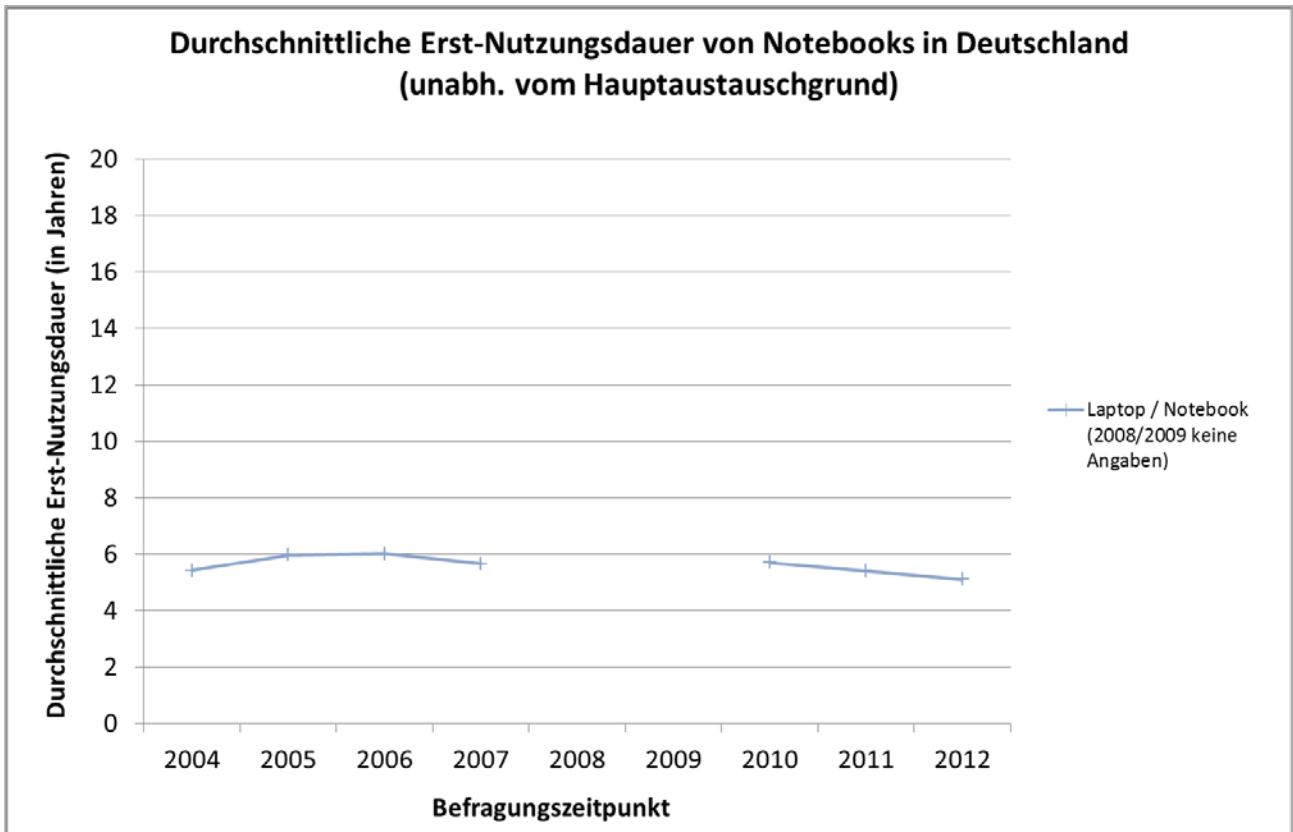
Quelle: Eigene Darstellung, berechnet nach GfK-Daten

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).⁴² Die in Abbildung 45 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 45).

⁴¹ 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.

⁴² Für die Jahre 2008 und 2009 liegen der GfK keine Daten zur durchschnittlichen Erst-Nutzungsdauer von Notebooks vor (GfK Consumer Panel 2004-2012).

Abbildung 45 Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer von Notebooks in Deutschland



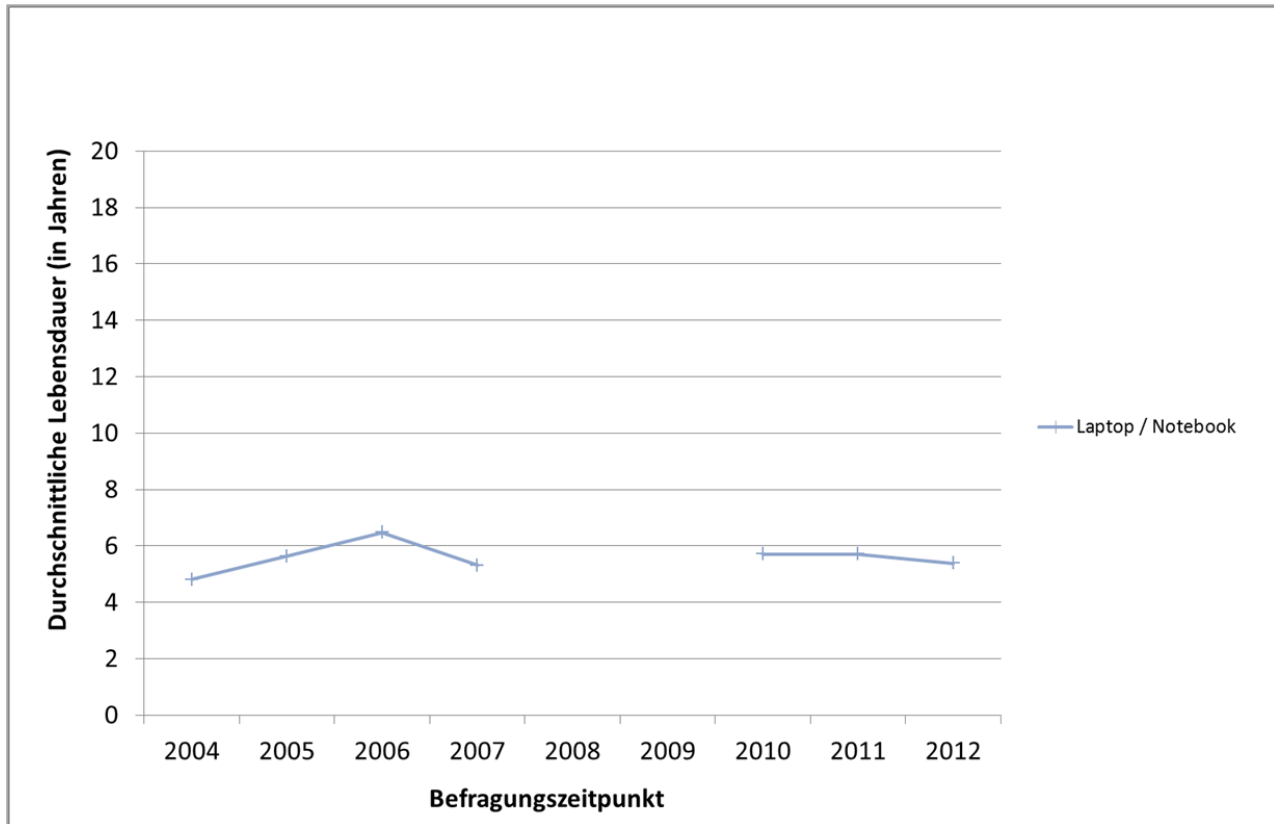
Quelle: Eigene Darstellung, berechnet nach GfK-Daten (n=2268 in 2012; geringster Wert n=244 in 2004)

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 46 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 46 Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer der ersetzten Notebooks mit dem Hauptaustauschgrund „Das alte Gerät ging kaputt“⁴³

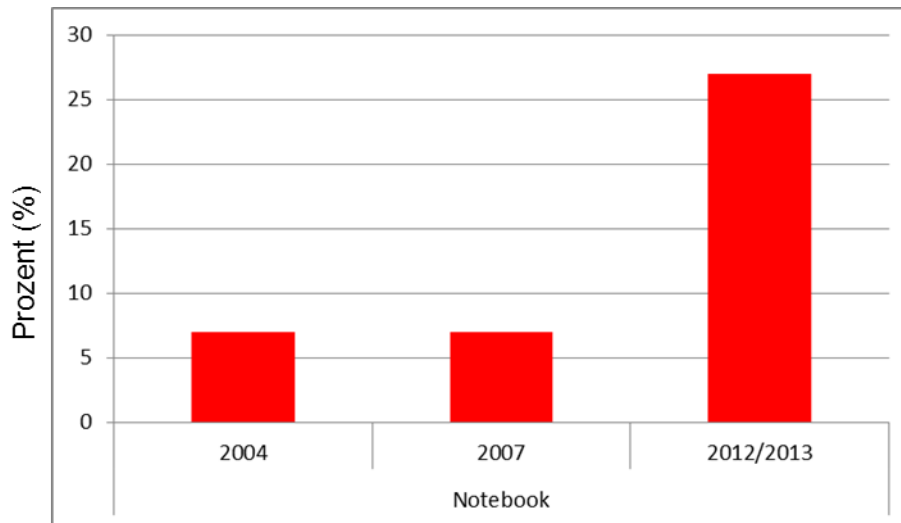


Quelle: Eigene Darstellung, berechnet nach GfK-Daten (n=622 in 2012; geringster Wert n=17 in 2004; sehr geringe Fallzahlen zwischen 2004 und 2007)

Ein eindeutiger Trend, etwa dass Notebooks im Zeitverlauf signifikant früher kaputt gehen, ist aus diesem Datensatz nicht ableitbar. Die Abbildung 47 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.

⁴³ 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.

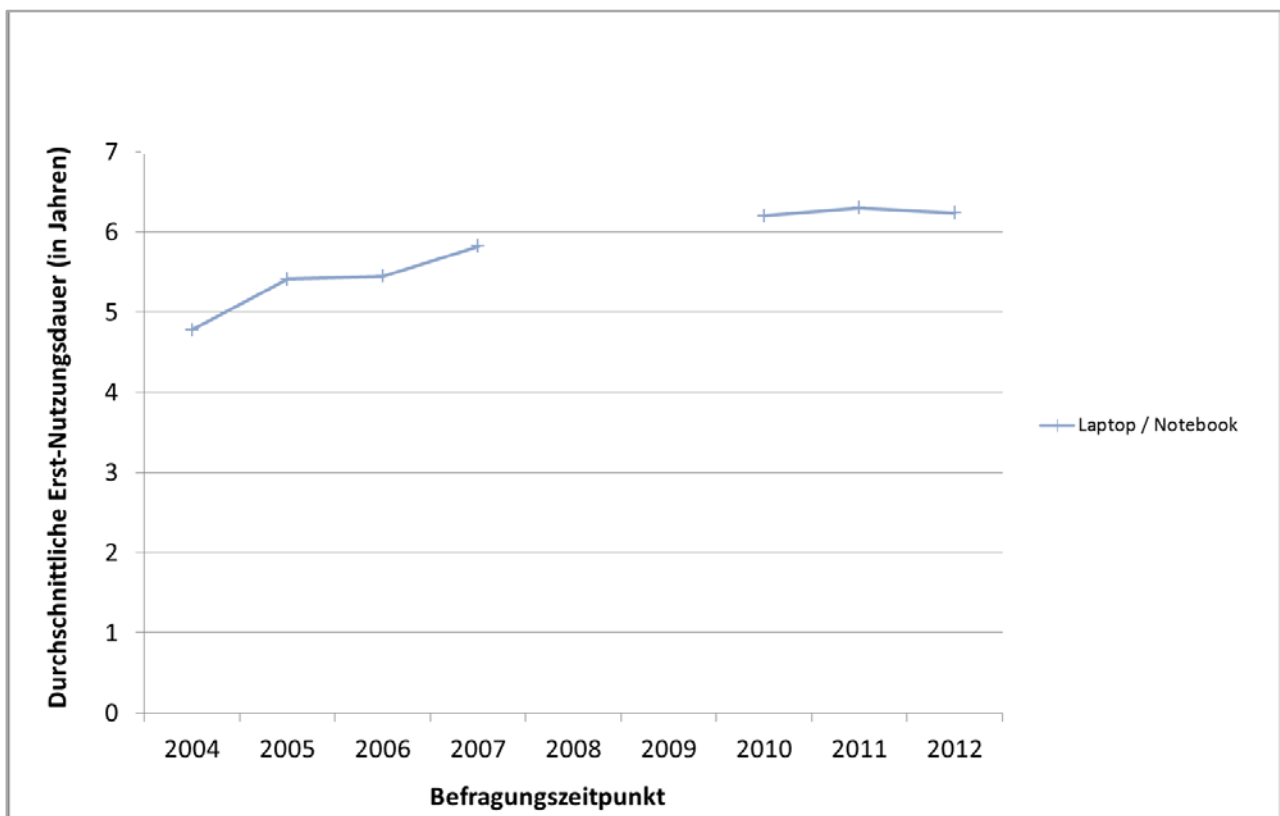
Abbildung 47 Jährlicher Anteil der Notebooks, die durch ein Neugerät ersetzt wurden, weil das vorhandene Notebook defekt war



Quelle: Eigene Darstellung, berechnet nach GfK-Daten

Abbildung 48 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 48 Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer der ersetzten Notebooks mit dem Hauptaustauschgrund „Das alte Gerät war fehlerhaft bzw. unzuverlässig“

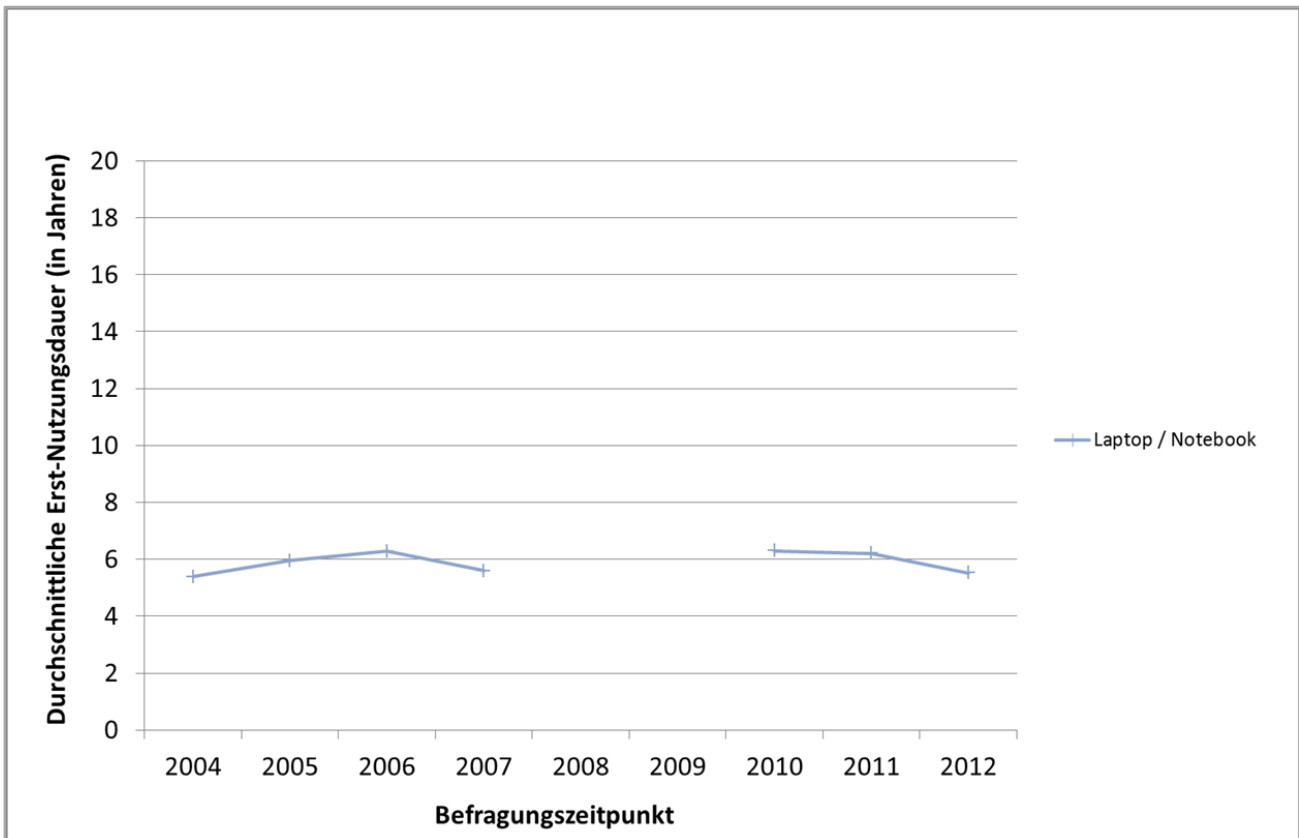


Quelle: Eigene Darstellung, berechnet nach GfK-Daten (n=352 in 2012; geringster Wert n=23 in 2004; sehr geringe Fallzahlen zwischen 2004 und 2007)

In Abbildung 49 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.

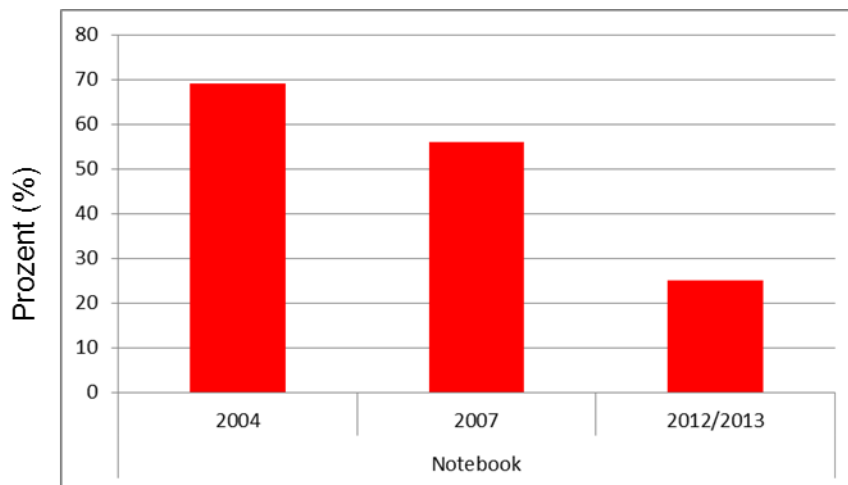
Abbildung 49 Durchschnittliche Erst-Nutzungsdauer der ersetzten Notebooks mit dem Hauptaustauschgrund „Das alte Gerät funktioniert zwar noch, ich (wir) wollten aber ein bessere Gerät“



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 50).

Abbildung 50 Jährlicher Anteil der Notebooks, die funktionsfähig waren und durch ein besseres Notebook ersetzt wurden



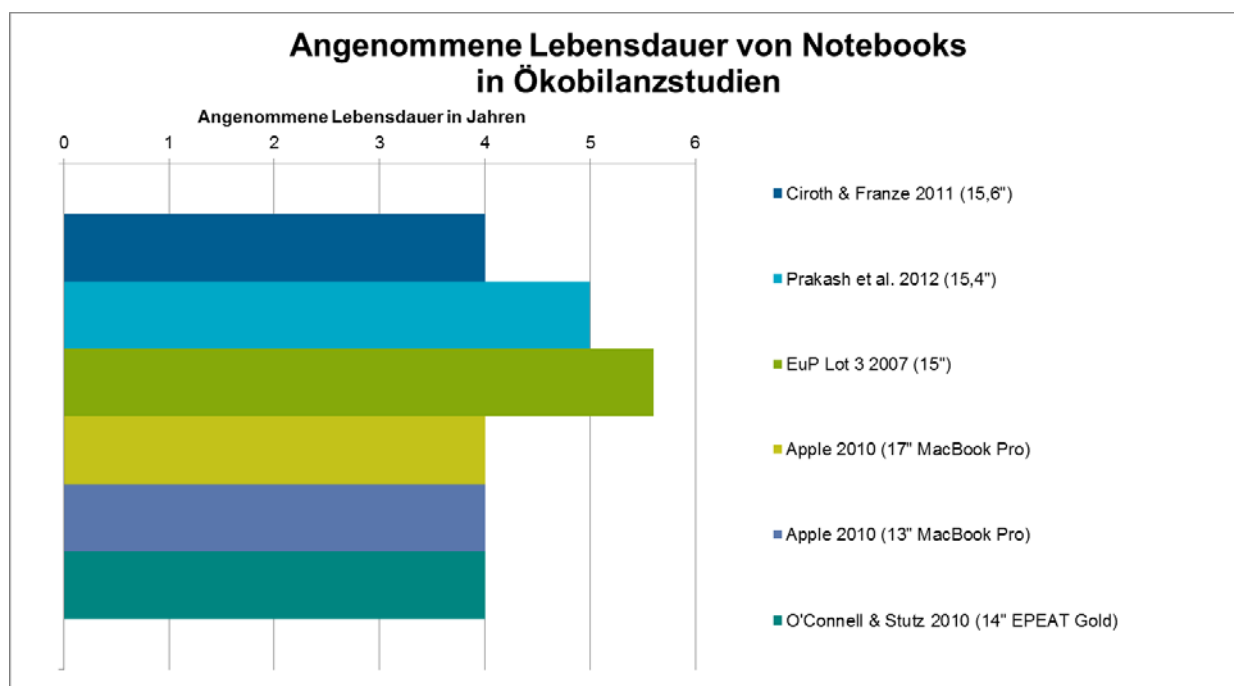
Quelle: Eigene Darstellung, berechnet nach GfK-Daten

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 51 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. 2012: 5 Jahre; IVF 2007: 5,6 Jahre).

Abbildung 51 Angenommene Lebensdauer von Notebooks in Ökobilanzstudien



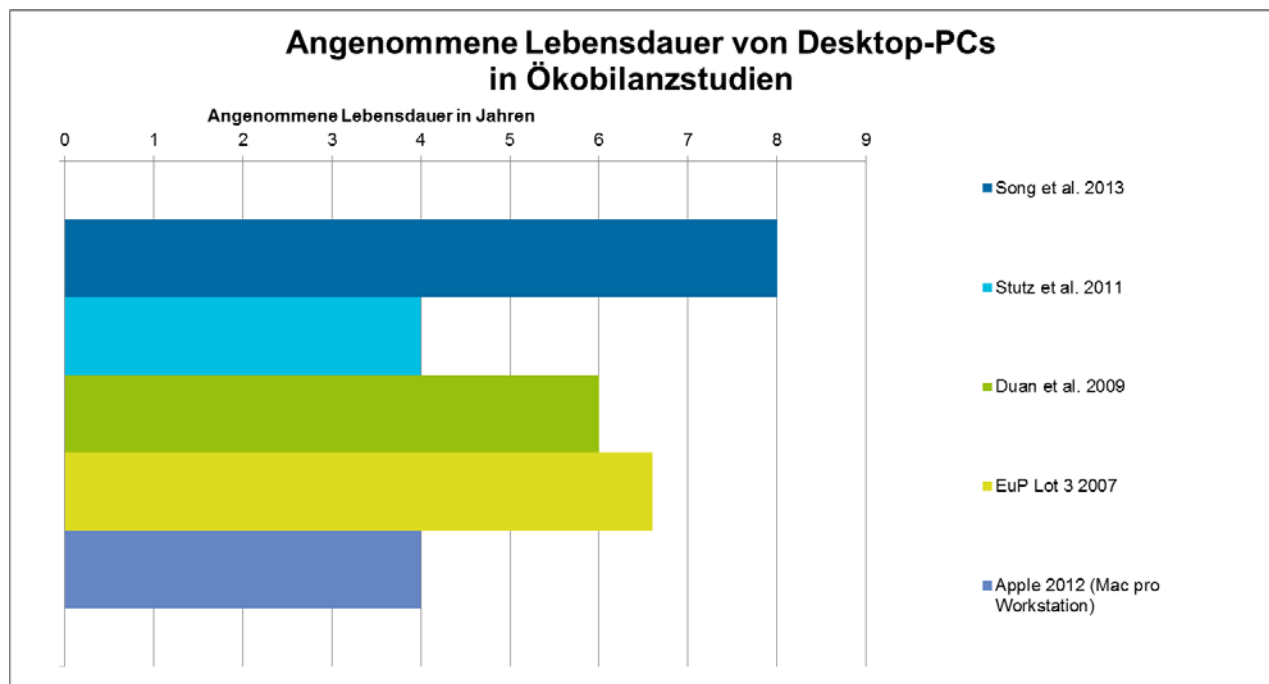
Quelle: JRC (2014b)

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 52 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 52 Angenommene Lebensdauer von Desktop-PCs in Ökobilanzstudien



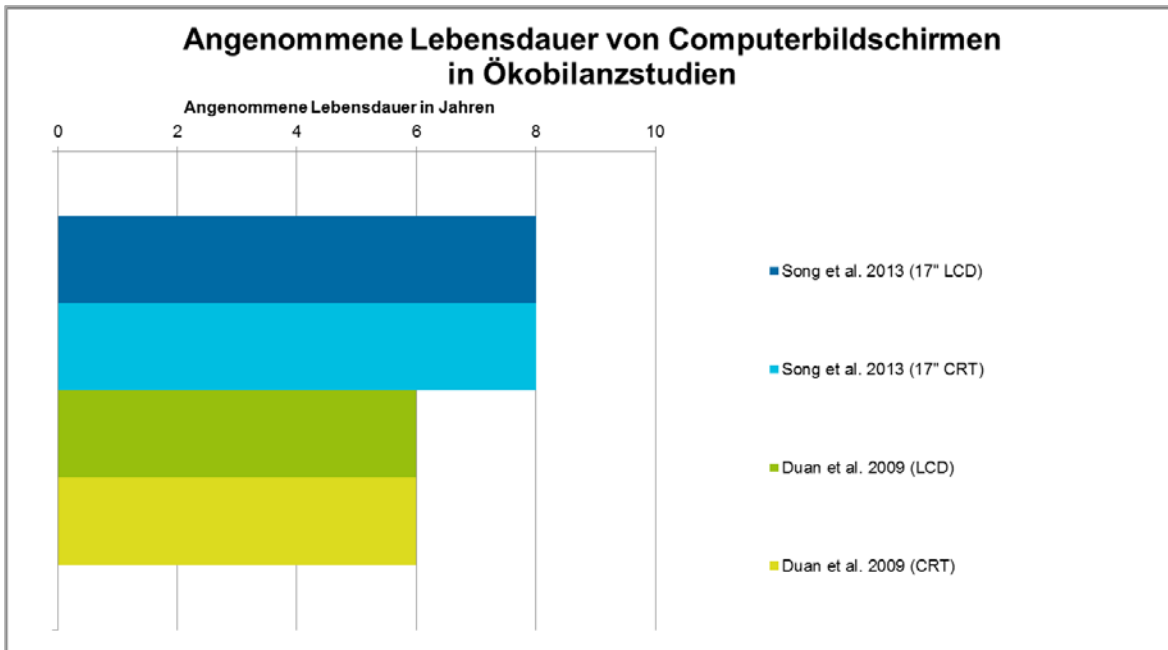
Quelle: JRC (2014b)

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 53 Angenommene Lebensdauer von Computerbildschirmen in Ökobilanzstudien



Quelle: JRC (2014b)

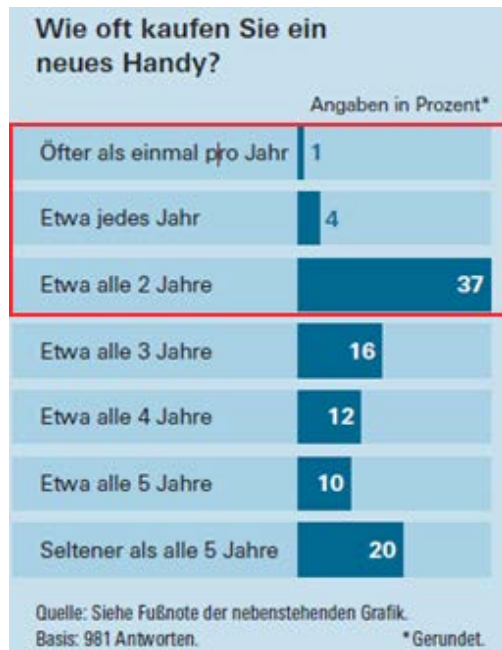
Mobiltelefone

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.⁴⁴ 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 54). 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.

⁴⁴ Einige Mobilfunkanbieter werben im Jahr 2014 in Deutschland damit, die Kunden sogar jährlich mit dem neuesten Smartphone auszustatten.

Abbildung 54 Häufigkeit des Austauschs von Mobiltelefonen in Deutschland



Quelle: test 9/2013, 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 Systematisierung der Ursachen für Obsoleszenz

6.1 Hintergrund

Im Kapitel 5 wurde gezeigt, dass die Erstnutzungsdauer vor allem bei Fernsehgeräten, aber auch bei Haushaltsgroßgeräten gesunken ist, und dass bei Haushaltsgroßgeräten der Anteil der Geräte, die aufgrund eines Defektes schon innerhalb von fünf Jahren ersetzt wurden, zwischen 2004 und 2012 von 3,5 Prozent auf 8,3 Prozent gestiegen ist.

In den folgenden Abschnitten 6.2 bis 6.8 werden typisch auftretende Faktoren, Merkmale und Komponenten identifiziert, welche zum Ende der jeweiligen Nutzungen führen. Insbesondere für lebensdauerbegrenzende Faktoren, die im Kontext der werkstofflichen und funktionalen Obsoleszenz stehen, wird untersucht, ob das Ende der Lebensdauer von sicherheitsrelevanten Maßnahmen (Sollbruchstellen oder softwarebedingte Vorprogrammierung) beeinflusst wird. Ziel ist es dabei, solche Beeinflussungen von werkstofflicher und funktionaler Obsoleszenz unterscheidbar zu machen. Sind Verschleißteile oder vorprogrammierte Lösungen in Geräte eingebaut, werden insbesondere die Möglichkeit und Zugänglichkeit für Wartungsarbeiten, die Verfügbarkeit von professionellen Reparaturbetrieben und Ersatzteilen und die Optionen für Softwareupdates thematisiert. Im Zusammenhang mit Reparaturmaßnahmen wurde bei allen betrachteten Gerätegruppen die ökonomische Obsoleszenz, also der Vergleich der Kosten für die Reparaturen im Gegensatz zu den Kaufpreisen der neuen Alternativen, näher untersucht. Die psychologische Obsoleszenz wurde bei denjenigen Produktgruppen ausführlich beschrieben, die im Kapitel 5 als auffällige Produktbeispiele für diese Art der Obsoleszenz hervorgehoben wurden (z.B. Fernsehgeräte und Smartphones).

6.1.1 Auswertung der wissenschaftlichen Studien und unabhängigen Produkttests

Zur Ermittlung lebensdauerlimitierender Faktoren bezüglich werkstofflicher, psychologischer, funktionaler und ökonomischer Obsoleszenz erfolgte zunächst eine Auswertung wissenschaftlicher Studien sowie unabhängiger Produkttests. Die Auswertung der unabhängigen Produkttests für die Waschmaschinen beruht auf den Lebensdaueruntersuchungen der Stiftung Warentest der letzten 14 Jahre (siehe Abschnitt 6.7.1.2). In diesen Tests wurden die Probleme identifiziert, die die Lebensdauer von Waschmaschinen begrenzt haben. Für andere Produktgruppen, wie elektrische Zahnbürsten, Espressomaschinen, Dampfbügeleisen, Handmixer, Staubsauger usw., wurde ebenfalls auf die Produkttests der Stiftung Warentest zurückgegriffen.

Es gibt nur wenige wissenschaftliche Studien, die die möglichen Ursachen für Defekte bei verschiedenen Produkten systematisch ausgewertet haben. Das britische Institut WRAP⁴⁵ hat in Zusammenarbeit mit Herstellern, Reparaturbetrieben und Händlern eine Systematisierung der Defektursachen bei einer Reihe von Produktgruppen, u.a. Waschmaschinen, Fernsehgeräte und Notebooks, vorgenommen. Die WRAP-Studien wurden daher für die erste Analyse der Defektursachen herangezogen.

Für Smartphones/Mobiltelefone wurde die Online-Reparaturplattform www.ifixit.com ausgewertet. Diese stellt im Internet umfassende Reparaturanleitungen für Elektro- und Elektronikgeräte zur Verfügung, die in kurzen YouTube-Videos veranschaulicht werden, so dass Endverbraucherinnen und -verbraucher die Geräte selbst, zum Teil mithilfe von geeigneten Spezialwerkzeugen, reparieren können. Die Statistik zur Anzahl der abgerufenen Reparaturanleitungen sowie die Anzahl der Meldungen der Nutzer, wie oft die entsprechende

⁴⁵ Waste & Resources Action Programme; <http://www.wrap.org.uk/>

Komponente erfolgreich repariert wurde, wird von ifixit.com kostenlos zur Verfügung gestellt. Die Anzahl der abgerufenen Reparaturanleitungen erlaubt Rückschlüsse auf die jeweiligen Ursachen der Reparaturbedürftigkeit.

6.1.2 Expertenbefragung

Aufbauend auf der Auswertung der wissenschaftlichen Studien sowie der Produkttests wurde im Rahmen des Projektes eine Expertenbefragung durchgeführt.

Die Expertenbefragung für die Ursachenanalyse beinhaltete im Februar/März 2014 den Versand von schriftlichen Fragebögen per E-Mail an insgesamt 68 Expertinnen und Experten, bestehend aus Geräteherstellern, Testinstituten, Reparatur- und Re-Use-Betrieben, akademischen Einrichtungen aus den Bereichen Werkstoffwissenschaften und Design, Normungs- und Standardisierungseinrichtungen sowie Verbraucherorganisationen (Fragebogen sowie Liste der angeschriebenen Einrichtungen: siehe Anhang I und II, S. 309 ff). Darüber hinaus erfolgten mit ausgewählten Personen Telefongespräche und physische Treffen.

Die Rücklaufquote der Fragebögen betrug insgesamt 25%. Ein differenziertes Bild ergibt sich, wenn man die Rücklaufquote von den Geräteherstellern der einzelnen Produktgruppen betrachtet: Im Bereich Haushaltsgroßgeräte war die Rücklaufquote mit 75% vergleichsweise hoch, während der Rücklauf mit verwertbarer Information insbesondere seitens der Gerätehersteller der Unterhaltungselektronik und IKT mit 30% gering war. Neben der geringen Anzahl der ausgefüllten Fragebögen spielte auch die Verwertbarkeit der zur Verfügung gestellten Daten eine Rolle: Nur sehr wenige Hersteller lieferten gut verwertbare Daten und Informationen, die im Sinne dieser Studie verarbeitet und in darauf folgenden Gesprächen mit denselben Herstellern vertieft betrachtet werden konnten. In den Bereichen Informations- und Kommunikationstechnologien und Unterhaltungselektronik wurden beispielsweise viele Fragen mit dem Argument des Geheimhaltungsprinzips nicht beantwortet, so dass die Herstellerbefragung in diesen Fällen keine substantiell verwertbaren Daten und Informationen liefern konnte.

Die Zurückhaltung der Gerätehersteller ist darauf zurückzuführen, dass die Thematik Obsoleszenz insgesamt in der Öffentlichkeit und Medien sehr emotional diskutiert wird. Dabei wird Herstellern pauschal unterstellt, dass sie die Lebensdauer ihrer Produkte bewusst verkürzen, mit dem Ziel, Verbraucherinnen und Verbraucher zum Zweck der Absatzsteigerung vorzeitig zu einem Neukauf zu zwingen, obwohl das Produkt noch länger nutzbar wäre. Die folgende Antwort eines Herstellers fasst den Sachverhalt zusammen. Er führte aus, dass:

„[...] das Eintragen von Angaben in einen Fragebogen zum Thema „Obsoleszenz“ ja automatisch wie ein Geständnis verstanden werden könnte, es handele sich um geplante Obsoleszenz. Ich finde dieses ganze Thema unheimlich schwierig, da man letztlich jedem Produkt geplante Obsoleszenz unterstellen kann, da alle materiellen Güter von irgendeinem Verschleiß betroffen sind. D.h. es wird letztlich auch immer um eine Frage der Definition gehen.“

Andere Hersteller argumentierten im Sinne einer verfehlten Firmenstrategie, falls diese bewusst minderwertigere Produkte auf den Markt bringen würden. Eine solche Strategie würde in einem wettbewerbsreichen Markt dazu führen, dass Verbraucherinnen und Verbraucher mit den Produkten der Firma unzufrieden werden und als Konsequenz zu den Produkten der Konkurrenz wechseln. In diesem Sinne hat eine Firma die folgende Antwort gegeben:

„[...] Wir versuchen mit allen zur Verfügung stehenden Mitteln unsere Geräte langlebig zu konstruieren, um eine Kundenbindung zu unserer Marke zu erzielen. Denn nur ein Kunde, der mit seinem Gerät und vor allem mit dem ihm angebotenen Service zufriede-

den ist, wird bei dieser Marke bleiben. Sollte es dennoch zu Ausfällen kommen, versuchen wir für jeden Servicefall eine gute Lösung zu finden. Für die Unterstützung der Servicebetriebe und Fachhändler stellen wir eine technische Hotline zur Verfügung, um damit Reparaturunterstützung und Kostenminimierung für den Endkunden zu erhalten. Ich bitte um Verständnis, dass keine Angaben über Ausfallquoten und Reparaturkosten gemacht werden können, da es sich hier um firmeninterne Angaben handelt.“

Ein weiterer Hersteller argumentierte in ähnlichem Tenor:

„[...] Ihre Frage 1.8 geht implizit davon aus, dass unsere Ingenieure bei Design und Konstruktion der Geräte keinen guten Job machen würden. Unsere Geräte sind auf Langlebigkeit hin konstruiert. Ihre Frage 2.3 können wir nicht beantworten, da wir immer nach den besten Komponenten streben. Auch bei dieser Fragestellung geht der Fragende davon aus, dass der Hersteller sich bewusst für günstigere und somit kurzlebigere Bauteile entscheidet. Dies ist nicht der Fall und weisen wir strikt von uns. Insbesondere Pkt. 2 und 3 lösen bei uns ein großes Unverständnis aus und zeigt uns eine scheinbar politische Dimension, welche bei einer solchen Fragestellung nichts zu suchen hat. Die Firma (anonym) als namhafter, [...] weltweit tätiger Hersteller von (anonym) mit einer Erfahrung von über (anonym) Jahren, kann es sich nicht erlauben, minderwertige Komponenten zu verbauen oder sogar Sollbruchstellen in der Konstruktion zu berücksichtigen. Unsere Endkunden und Handelspartner würden dies richtigerweise sofort abstrafen.“

Aufgrund der mehrheitlichen Zurückhaltung der Gerätehersteller, Informationen bezüglich der Designprinzipien, Fehlerursachen, Ausfallwahrscheinlichkeiten, Auslegung und Prüfung der Lebensdauer und des Zulieferermanagements zur Verfügung zu stellen, konnte keine Repräsentativität der Industriedaten gewährleistet werden. Die wenigen Hersteller, die verwertbare Daten und Informationen lieferten, vermitteln zwar einen übersichtlichen Eindruck über das Produktmanagement in den jeweiligen Industriezweigen, dürfen aber nicht als repräsentativ für die gesamten Branchen verstanden werden. Die fehlenden Daten und Informationen bezüglich der Fehlerursachen und Ausfallwahrscheinlichkeiten wurden anhand vorhandener Literatur, Interviews mit unabhängigen Expertinnen und Experten, einer Befragung von Reparaturbetrieben, einer Auswertung von Lebensdauertests der Stiftung Warentest sowie einer eigenen kleinen Untersuchung an entsorgten Handmixern und Wasserkochern ergänzt. Bei Fernsehgeräten haben drei, bei Notebooks/Druckern sechs Reparaturbetriebe an der Befragung teilgenommen.

6.1.3 Eigene Untersuchungen an kommunalen Sammelstellen und spezialisierten Recyclinganlagen

Im Rahmen des Moduls *„Projekt zur Technik und Nachhaltigkeit lebensmittelverarbeitender Geräte“* haben die Studentinnen der Universität Bonn entsorgte Handmixer und Wasserkocher bei einer kommunalen Sammelstelle gesammelt und sodann versucht, den vermeintlichen Entsorgungsgrund zu ermitteln. Insgesamt wurden 23 Handmixer und 28 Wasserkocher bei den RSAG-Entsorgungsanlagen Troisdorf im Zeitraum Ende 2013/Beginn 2014 gesammelt und in den Laboren der Universität Bonn, Sektion Haushaltstechnik, untersucht.

6.1.4 Internetbasierte Verbraucherumfrage

Im April 2014 hat die Universität Bonn, Institut für Landtechnik, Abteilung Haushalts- und Verfahrenstechnik, die Studie *„Statistische Auswertung einer internetbasierten Umfrage über*

die Obsoleszenz von Haushaltsgeräten und lebensmittelverarbeitenden Kleingeräten“ vorgelegt (Hennies und Stamminger 2014). Ziel der Erhebung war es, die Ursachen der Obsoleszenz von verschiedenen Geräten in privaten Haushalten zu identifizieren und zu charakterisieren. Anhand der Angaben über Alter, Preis, Benutzungshäufigkeit, Defekt, Entsorgungsgrund und Zufriedenheit sollte das Verbraucherverhalten erfasst und das Auftreten von Obsoleszenz erkannt werden. Im Folgenden wird der methodische Ansatz ausführlich vorgestellt; die Ergebnisse der Verbraucherumfrage sind den Abschnitten der spezifischen Gerätetypen zugeordnet.

6.1.4.1 Studienablauf

Die zuvor genannte Studie umfasst fünf haushaltsübliche Gerätetypen: Waschmaschine, Notebook, Wasserkocher, Fernseher und Handrührgerät. Um verschiedene Hypothesen der Obsoleszenz zu überprüfen, wurde ein Fragenkatalog entwickelt. Dieser wurde mit der internetbasierten Software SosciSurvey programmiert und zwischen dem 01.12.2013 und dem 06.04.2014 auf der Seite <https://www.soscisurvey.de/obsoleszenz/> für die öffentliche Befragung freigeschaltet.

Die Teilnehmenden wurden über verschiedene Kanäle geworben: Die Pressestelle der Universität Bonn veröffentlichte eine Pressemeldung und ein Posting auf Facebook. Die beteiligten Mitarbeiter warben Freunde, Verwandte und Bekannte. Ein Zeitungsartikel und ein Nachrichtenbeitrag über den Lehrstuhl machten die Internetadresse des Fragebogens ebenfalls regional öffentlich.

6.1.4.2 Datenerhebung und Teilnehmereinschluss

Die Befragung wurde von 1295 Teilnehmerinnen und Teilnehmern ausgefüllt. Kriterium zur Berücksichtigung der Antwort war, dass die Teilnehmenden zum Zeitpunkt der Befragung das betreffende Gerät entsorgt hatten.

Gemäß Studiendesign gliedert sich die Studie in 5 Teilabschnitte nach den fünf befragten Geräten: Waschmaschine, Notebook, Wasserkocher, Fernseher und Handrührgerät.

Um Teilnehmende auszuschließen, die die Befragung durchklickten, ohne die Fragen ernsthaft zu lesen und zu beantworten, wurde eine Kontrollfrage in den Fragebogen eingebaut. Von 1.295 Teilnehmenden schlossen 1.110 den Fragebogen ab. 952 der 1.110 beantworteten die Kontrollfrage vollständig konsistent, das heißt ohne Abweichung. Eine einzelne Abweichung in der Kontrollfrage hatten 123 Teilnehmende, dies entspricht kumulativ 97 Prozent. Zwei Abweichungen hatten weitere 28 Teilnehmende, drei Abweichungen drei Teilnehmende und fünf Abweichungen vier Teilnehmende. 185 Teilnehmende hatten fehlende Angaben.

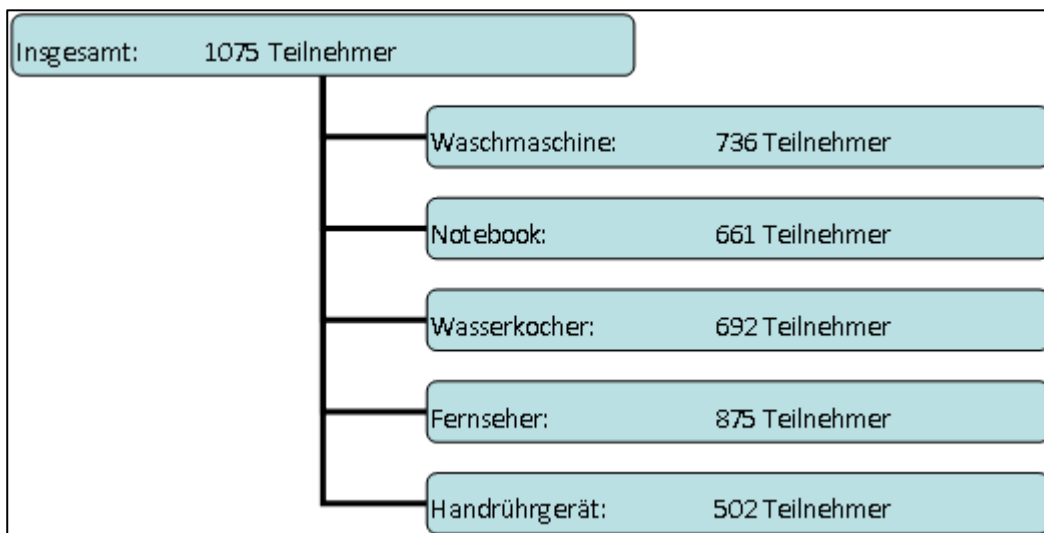
1.075 Fragebögen von allen Teilnehmenden, die höchstens eine Abweichung in der Kontrollfrage hatten, wurden mit in die Berechnungen eingeschlossen.

Von allen Teilnehmenden, die angaben, wie viele Geräte sie ausrangiert hatten, wurden diejenigen zum jeweiligen Gerät weiter befragt, die mindestens ein Gerät entsorgt hatten (Tabelle 13). Teilnehmende, die das jeweilige Gerät noch nie entsorgt hatten, wurden zu dem betreffenden Gerät nicht weiterbefragt, sondern direkt zu den Fragen zum nächsten Gerät weitergeleitet. Das ergibt die Teilnehmerzahlen zu den jeweiligen Geräten wie in Abbildung 55 zu sehen. Die Teilnehmenden wurden explizit aufgefordert, ihre Antworten auf das zuletzt entsorgte Gerät zu beziehen.

Tabelle 13 Anzahl ausrangierter Geräte

Anzahl der ausrangierten Geräte					
Anzahl	Waschmaschine	Notebook	Wasserkocher	Fernseher	Handrührgerät
0	337	411	381	192	568
1	309	343	318	287	294
2	244	175	208	260	133
3	96	80	99	177	46
4	47	28	30	71	15
5 und mehr	40	35	37	80	14
Gesamtsumme	1073	1072	1073	1067	1070

Abbildung 55 Anzahl der Teilnehmenden



Quelle: Eigene Darstellung

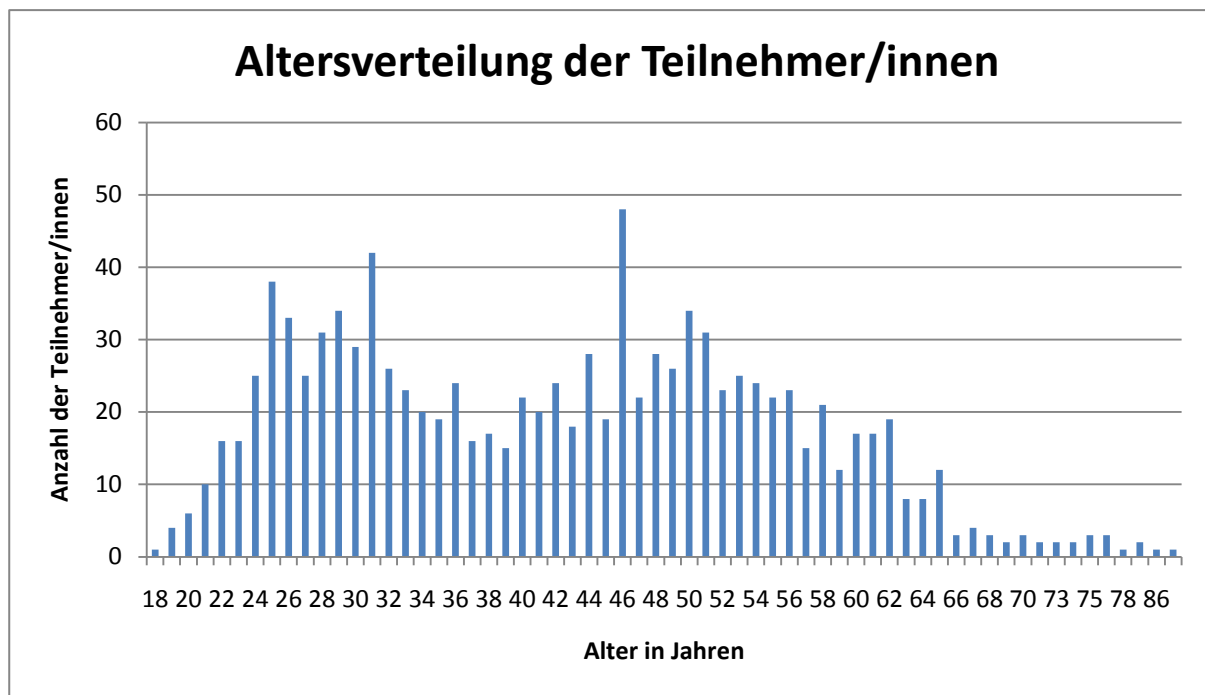
6.1.4.3 Demographie

In den soziodemografischen Daten wurden das Alter der Teilnehmenden, das Geschlecht und die Einkommenshöhe erfragt.

Alter der Teilnehmenden

Von 1067 Teilnehmenden (1067 von 1075; 99,3%) ist das Alter bekannt. Sie waren zwischen 18 und 86 Jahren alt, im Mittel ($41,1 \pm 13,2$) Jahre, im Median 41,0 Jahre. Die Altersverteilung der Teilnehmenden ist in Abbildung 56 dargestellt.

Abbildung 56 Altersverteilung der Teilnehmenden in Jahren

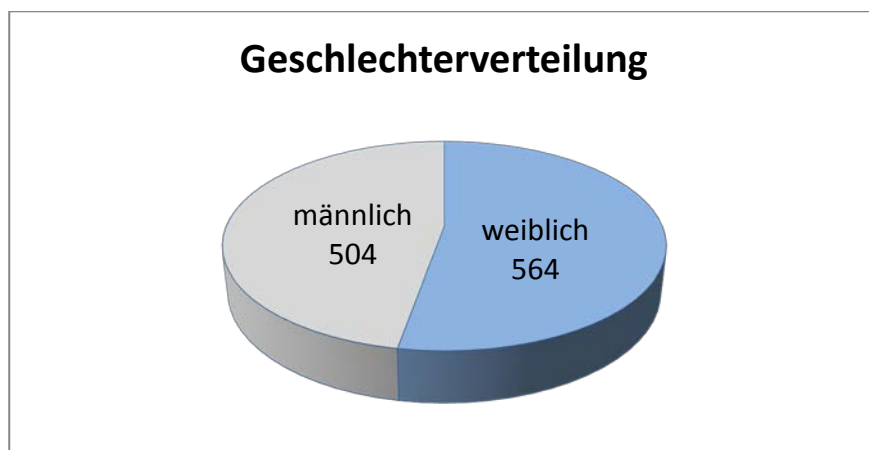


Quelle: Eigene Darstellung

Geschlecht

Insgesamt beantworteten 1.068 Teilnehmende (1.068 von 1.075; 99,3%) die Frage zum Geschlecht (siehe Abbildung 57).

Abbildung 57 Geschlechterverteilung der Teilnehmenden



Quelle: Eigene Darstellung

Einkommen

Insgesamt beantworteten 1.068 Teilnehmende (1.068 von 1.075; 99,3%) die Frage zum Einkommen, siehe Tabelle 14. Die Teilnehmenden kommen überwiegend aus gut bis besser verdienenden Haushalten.

Tabelle 14 Einkommensverteilung der Teilnehmenden

Welche Aussage trifft am ehesten auf Sie zu?	Häufigkeit	Prozent
Es reicht vorne und hinten nicht aus.	14	1,3
Ich komme gerade über die Runden.	109	10,1
Im Großen und Ganzen komme ich zurecht.	431	40,1
Ich bin gut versorgt und kann mir einiges leisten.	458	42,6
Ich muss mich in keiner Weise einschränken.	56	5,2
Gesamtsumme	1068	99,3

6.1.4.4 Statistische Verfahren

Alle in der Datenerhebung erfassten Variablen wurden mittels ihrer Häufigkeitsverteilungen bzw. ihrer statistischen Kennzahlen (Mittelwert, Standardabweichung, Median, Extrema des Mittelwertes) beschrieben und hinsichtlich ihrer Unterschiede statistisch analysiert. Die Darstellungsreihenfolge orientiert sich an dem Aufbau der Fragebögen. Die Angaben von p-Werten beruhen auf einem (zweiseitigen) Signifikanzniveau von 5%. Konfidenzintervalle werden mit 95% angegeben. Es wurde nicht auf Vorliegen normalverteilter Daten geprüft. Für metrische Daten wurde der U-Test nach Mann-Whitney oder der H-Test nach Kruskal-Wallis angewandt, Häufigkeitsverteilungen von ordinalen oder nominalen Daten wurden mittels Chi²-Tests ausgewertet. Die p-Werte werden auf die dritte Dezimalstelle nach dem Komma gerundet. Werte unter 0,001 werden als „< 0,001“ angegeben. Bei der Summation von Prozentangaben in Tabellen werden eventuelle Abweichungen durch Rundungsfehler nicht ausgeglichen. Die Erhebungsdaten wurden mit SosciSurvey gesammelt und gespeichert. Die statistische Auswertung erfolgte mittels SPSS⁴⁶ für Windows, im Text integrierte Tabellen und Grafiken basieren auf Excel und SPSS.

6.2 Ursachenanalyse – Fernsehgeräte

6.2.1 Werkstoffliche Obsoleszenz

6.2.1.1 Typisches Beispiel aus den Medien: Aluminium-Elektrolytkondensatoren

Die mediale Berichterstattung zur geplanten Obsoleszenz greift immer wieder das Thema der Aluminium-Elektrolytkondensatoren, auch Elkos genannt, auf. In diesem Zusammenhang werden zwei Designbeispiele erwähnt (Schridde et al. 2012), die maßgeblich zur Lebensdauerverkürzung der Elkos beitragen sollen:

- (1) Positionierung der Elkos in der Nähe von Wärme abgebenden Teilen,
- (2) Einsatz unterdimensionierter Elkos.

Der grundsätzliche Zusammenhang, wonach Elkos prinzipiell eine begrenzte Lebensdauer haben und dadurch die Brauchbarkeitsdauer von Geräten bestimmen, in denen sie eingesetzt sind, ist unbestritten (Albertsen 2009). Die spezifizierte Lebensdauer von Elkos verschiedener

⁴⁶ Statistik- und Analyse-Software (IBM)

Güteklassen ist neben elektrischen Stressfaktoren wie dem Rippelstrom⁴⁷ stark von der Betriebstemperatur (T_u) (Tabelle 15) sowie Frequenz abhängig. Der Verschleiß eines Kondensators zeigt sich im Wesentlichen in einer Abnahme der Kapazität und einer Verschlechterung der Güte durch Zunahme des elektrischen Serienwiderstands.

Tabelle 15 Lebensdauer von Elektrolyt-Kondensatoren verschiedener Güteklassen in Abhängigkeit von der Betriebstemperatur (T_u)

T_u	Spezifizierte Lebensdauer (Güteklasse) der Elkos		
	85 °C / 2000 h	105 °C / 2000 h	105 °C / 5000 h
105 °C	—	2000 h (0,2 Jahre)	5000 h (0,6 Jahre)
95 °C	—	4000 h (0,5 Jahre)	10000 h (1,1 Jahre)
85 °C	2000 h (0,2 Jahre)	8000 h (0,9 Jahre)	20000 h (2,3 Jahre)
75 °C	4000 h (0,5 Jahre)	16000 h (1,8 Jahre)	40000 h (4,6 Jahre)
65 °C	8000 h (0,9 Jahre)	32000 h (3,7 Jahre)	80000 h (9,1 Jahre)
55 °C	16000 h (1,8 Jahre)	64000 h (7,3 Jahre)	160000 h (18,3 Jahre)
45 °C	32000 h (3,7 Jahre)	128000 h (14,6 Jahre)	320000 h (36,5 Jahre)

Quelle: Bicker Elektronik GmbH (2012)

Die Angaben der Kondensatoren-Hersteller bezüglich der Spannung und Temperatur hat einen Grenzwertcharakter, wobei die Angaben bezüglich der Lebensdauer lediglich als Orientierungswerte zu verstehen sind. Laut Windeck (2003) hängt die tatsächliche Lebensdauer der Elkos entscheidend von den konkreten jeweiligen Betriebsbedingungen ab. Bei Schaltnetzteilen, hier werden die meisten der großen Elkos eingesetzt, beeinflusst die elektrische Auslegung des Schaltreglers die anliegende Spannung und die Rippelstrombelastung und damit auch die Eigenerwärmung der Elkos.

Die Betriebstemperatur hängt von der konkreten Betriebssituation ab. Bei TV-Geräten, Notebooks und ähnlich kompakten Geräten ist das Hauptproblem die Kühlung von wärmeerzeugenden Komponenten (z.B. CPU, Grafikkarte, Speicher, etc.). Bei Notebooks kommt es regelmäßig im Laufe der Zeit zur Verstopfung der Lüftungskanäle. Dadurch steigt die Temperatur im Inneren des Notebooks und alle Komponenten unterliegen einem höheren Temperaturniveau (Re-Use Computer e.V. o.J.). Bei erhöhten Temperaturen ist die Verdampfungsrate des flüssigen Elektrolyts höher. In Folge der abnehmenden Elektrolytmenge ändern sich die elektrischen Eigenschaften der Elkos: Die Kapazität (C) verringert sich und der elektrische Serienwiderstand (ESR) nimmt zu (Disch 2015). Im schlimmsten Fall kommt es innerhalb des Elkos zum Kurzschluss – mit oftmals fatalen Folgen für das Gesamtsystem (Bicker Elektronik GmbH 2012). Die Lebensdauer von Elkos folgt im Wesentlichen der in der Industrie etablierten empirischen „10-Kelvin-Regel“ von Arrhenius – ein Absenken der Betriebstemperatur um 10 K führt zu einer Verdoppelung der Lebensdauer (Albertsen 2009). Zusätzlich kann eine Überlastung auch zu einem Auslaufen des Elektrolyts führen und damit zu einem früheren Ausfall.

Aus den oben genannten Gründen scheint der Vorwurf, dass Elkos gezielt in der Nähe der Wärme abgebenden Bauteilen platziert werden und deswegen aufgrund der Überhitzung

⁴⁷ In der Elektrotechnik wird unter Rippelstrom ein Wechselstrom bezeichnet, der einem Gleichstrom überlagert ist.

verstärkt ausfallen, auf den ersten Blick berechtigt. Allerdings folgt die Platzierung von Elkos bei Design von elektronischen Schaltungen komplexen Designentscheidungen, wie nachstehend näher erläutert wird. Beispielweise benötigen die Prozessoren äußerst präzise ausgeregelte Betriebsspannungen bei gleichzeitig hoher Strombelastung bis über 70 Ampere und hohen Schaltgeschwindigkeiten. Um diese Anforderungen zu erfüllen, werden Elkos möglichst nahe am Prozessorsockel platziert, da dann der elektrische Serienwiderstand gering ist und die dynamischen Eigenschaften der Schaltung verbessert werden. Dort sind sie allerdings der Wärmestrahlung der Schalttransistoren und des Prozessors ausgesetzt, wodurch wie oben dargestellt die Elektrolytverluste steigen und die Lebensdauer der Elkos sinkt.

Durch die hohe Taktfrequenz entsteht in dem Prozessor eine hohe Verlustleistung. Der Prozessor wird daher sehr warm, so dass er je nach Belastung Zwangskühlung durch einen Lüfter benötigt. Würde man die Elkos weit weg von dem Prozessor platzieren, würde sich durch die daraus resultierenden „langen“ Leitungen und hohen Taktfrequenzen eine Mischung von komplexen Widerständen bilden, sowohl kapazitiver als auch induktiver Art. Diese würde die Regelung der Spannungsregler verlangsamen. Zudem würden die längeren Leitungswege als Antennen wirken; die erhöhte Störstrahlung in den Geräten kann dann deren Funktion einschränken, selbst die Gefahr eines Totalausfalls ist nicht auszuschließen. Durch diese Antennenwirkung würden sich zudem schlechtere EMV⁴⁸-Werte für das Gerät ergeben. Die Kondensatoren müssen daher möglichst nahe an den Versorgungspins des Schaltnetzteils platziert sein. Dynamische Spannungsabfälle werden mit dieser Maßnahme möglichst gering gehalten. Stabile Spannungen sind wiederum wichtig für zuverlässig funktionierende Elektronikgeräte. Spannungsschwankungen im Bereich > 100 mV können zu Funktionsausfällen führen (Disch 2015). Die im Rahmen dieser Studie befragten Expertinnen und Experten haben außerdem bestätigt, dass bereits bei einem Delta von 50 mV Störungen auftreten können.

Dass temperaturempfindliche Bauteile wie Elkos in die Nähe von Wärmequellen platziert werden, mag sicher kein befriedigendes Ergebnis sein. Durch die oben beschriebenen technischen und physikalischen Gegebenheiten müssen Elkos jedoch nahe dieser wärmebringenden Bauteile platziert werden, um die Funktionsfähigkeit des Gerätes gewährleisten zu können. Es handelt sich also um eine komplexe Designentscheidung, bei der ein ausgewogener Kompromiss im Spannungsfeld unterschiedlich ausgerichteter Wirkungsprinzipien gefunden werden muss. Von einer geplanten Obsoleszenz im Sinne einer absichtlichen Designmanipulation kann hier nicht die Rede sein.

Nach Expertenmeinung wird bei der Auswahl von Elkos von einem Normalbetrieb ausgegangen. Erhöhte Umgebungs- und Betriebstemperaturen im Laufe der Gerätenutzung, wie zum Beispiel durch Verstopfung des Lüftungssystems bei Notebooks oder schlechte Positionierung eines TV-Geräts im Regal, womit die warme Abluft nicht sinnvoll weggeführt werden kann, werden in vielen Fällen nicht ausreichend berücksichtigt. In der Regel könnte zwar durch den Einsatz von hochwertigeren Elkos (z.B. Güteklasse $105^{\circ}\text{C}/2000$ h) die Lebensdauer verlängert

⁴⁸

„Unter elektromagnetischer Verträglichkeit versteht man die Fähigkeit eines Apparates, einer Anlage oder eines Systems, in der elektromagnetischen Umwelt zufriedenstellend zu arbeiten, ohne dabei elektromagnetische Störungen zu verursachen, die für die Umwelt vorhandene Apparate, Anlagen oder Systeme unannehmbar wären“ (Zitat aus Richtlinien 2004/108/EG über elektromagnetische Verträglichkeit). Seit 01.01.1996 müssen alle Hersteller elektrischer und elektronischer Geräte die sog. elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) ihrer Geräte nachweisen. Es muss sichergestellt sein, dass sich elektrische Geräte nicht gegenseitig beeinflussen. Weiter schreibt der Gesetzgeber Richtlinien mit maximalen Werten für alle elektrischen Geräte vor. Werden diese Grenzwerte nicht eingehalten, dürfen diese Produkte nicht auf den europäischen Markt angeboten werden.

werden. Aber die hochwertigeren Bauteile sind nach Aussage der befragten Hersteller teurer in der Anschaffung⁴⁹.

Ob sich der höhere Preis für die hochwertigeren Elkos aus der Produktentwicklungsperspektive lohnt, kann am folgenden einfachen Beispiel erläutert werden: Ein Elko der Güteklasse 105°C/2000 h ergibt bei der Betriebstemperatur von 65°C eine kalkulierte Lebensdauer von 32.000 Stunden⁵⁰. Geht man davon aus, dass ein TV-Gerät im Durchschnitt 4 Stunden pro Tag im Betrieb ist, würde die Lebensdauer der dort eingesetzten Elkos ca. 22 Jahre betragen. Würde der Fokus der Produktentwicklung auf Langlebigkeit gelegt, würden die Produktentwickler eher Elkos der Güteklasse 105°C/2000 h einsetzen.

Verwendet man stattdessen einen Elko der Güteklasse 85°C/2000 h, würde die Elko-Lebensdauer bei derselben Betriebstemperatur von 65°C nur ca. 5,5 Jahre betragen. Würden sich die Produktentwickler aber an einer vorher festgelegten Lebens- und Nutzungsdauer von ca. 5,5 Jahren orientieren, würden sie alle Bauteile dieses TV-Geräts (inkl. Elko) gleichermaßen dimensionieren, um Kosten, Materialien und Ressourcen zu sparen. In diesem Fall entspricht ein Elko der Güteklasse 85°C/2000 h der vorgesehenen Applikation und Nutzung und ist aus diesem Grund, zumindest aus der Perspektive der Produktentwicklung, ökonomisch am sinnvollsten und effizientesten.

Würde allerdings die für die Bauteilauslegung angenommene Betriebstemperatur von 65°C überschritten, würde die zu erwartende Lebensdauer der Elkos und somit in den meisten Fällen, des TV-Geräts sinken. Beispielsweise beträgt die voraussichtliche Lebensdauer von Elkos (Güteklasse 85°C/2000 h) nur noch 4.000 Stunden bzw. 2,7 Jahre, wenn eine Betriebstemperatur von 75°C erreicht wird. Unter derselben Betriebstemperatur erreichen die Elkos der Güteklasse 105°C/2000 h immer noch eine Lebensdauer von ca. 11 Jahren. Dieses Beispiel zeigt, dass eine richtige Dimensionierung der Elkos wohl eine wichtige Rolle bei der Produktlebensdauer spielt und der Einsatz von hochwertigeren Elkos trotz der Mehrkosten aus Umweltsicht eine sinnvolle Maßnahme wäre.

Das Beispiel der Firma Loewe Technologies GmbH, die anspruchsvolle Lebensdaueranforderungen an ihre Geräte stellt (10 Jahre/20.000 Stunden), zeigt, dass es allerdings durchaus möglich ist, das oben beschriebene Problem des frühzeitigen Elko-Ausfalls zu verhindern. Das Unternehmen hat nach eigenen Angaben keinerlei Schwierigkeiten mit Frühausfällen von Elkos und legt diese grundsätzlich so aus, dass sie im Normalbetrieb maximal eine 75%-Belastung haben. Zudem werden die Bauteile auf die Lebensdauer von 10 Jahren/20.000 Stunden ausgelegt. In der Entwicklungsphase wird die Eigen- und Fremderwärmung kritischer Elkos gemessen. Der Verschleiß eines Elkos zeigt sich im Wesentlichen in einer Abnahme der Kapazität und einer Verschlechterung der Güte. Deshalb wird die Funktionssicherheit einer Schaltung so ausgelegt, dass sich erst ein Fehler zeigt, wenn eine der beiden Einflussgrößen bereits auf einen Wert unter 50% des Ursprungswerts sinkt. Damit wird die Lebensdauer der Schaltung verlängert, obwohl der Elko bereits weit außerhalb seiner spezifizierten Werte liegt und eigentlich schon als defekt gilt. Mit dieser Vorgehensweise hat die Firma Loewe Technologies GmbH nach eigenen Angaben die Lebensdauer von Geräten auf ihre anspruchsvollen Anforderungen ge-

⁴⁹ Nach Informationen der im Rahmen dieser Studie befragten Expertinnen und Experten liegt der Preisunterschied am Beispiel der Güteklassen 85°C/2000 h und 105°C/5000 h bei einem verhältnismäßig kleinen Abnehmer bei ca. 10-15% beim gleichen Hersteller. Bei „Billigherstellern“, die altes Equipment von namhaften Herstellern gekauft haben und Standard-Elkos verkaufen, kann der Preisunterschied höher sein. Grundsätzlich geht der Trend bei den Elko-Herstellern zu langlebigen Bauteilen, da der Anteil der Automotive-Bauteile rasant zulegt und sich Standard-Bauteile somit nicht mehr wirtschaftlich herstellen lassen.

⁵⁰ $L_x = L_{\text{Spec.}} \cdot 2^{(T_o - T_u)/10}$; mit L_x = zu berechnende Lebensdauer (h), $L_{\text{Spec.}}$ = Spezifizierte Lebensdauer (h), T_o = Obere Grenztemperatur (°C) und T_u = Betriebstemperatur (°C).

bracht, obgleich es zu dieser Zeit noch keine Elkos gab, die für eine solch lange Lebensdauer (10 Jahre/20.000 h) ausgelegt waren. Die Überprüfung in der Schaltung erfolgt durch Reduzieren der Kapazität des Elkos bis eine Fehlfunktion auftritt.

Neben den Schwankungen in den realen Betriebsbedingungen können die Qualitätsdefizite bei Elkos auch in der Vorgeschichte gefunden werden. Während des Transports und der Lagerung spielen sich chemische Prozesse ab, die negativ auf das Dielektrikum wirken. Ein häufiges Beispiel sind Schädigungen durch Halogene, insbesondere durch Bromide, die zur Sterilisierung der Bauteile während des Überseetransportes eingesetzt werden (Disch 2015).

Laut Disch (2015) können aber auch durch mechanische Beanspruchung an den Anschlussdrähten während der Fertigung, z.B. beim Schneiden oder Biegen, leicht mechanische Kräfte in den Elko eingeleitet werden, was den Wickel des Elkos schädigen und die Oxidschicht der Anode schwächen kann. Weitere Fertigungsprobleme, wie das Verschweißen der Anschlussdrähte, Dosierung des Elektrolyts sowie der Elektrolytkonzentration, sind nach Expertenmeinung ebenfalls üblich.

Aus den oben genannten Gründen ist es sinnvoll, dass neben Mindestanforderungen an die Dimensionierung der Elkos und Formulierung von realitätsnahen Betriebsbedingungen für die Funktionsprüfung ein striktes Qualitätsmanagement in der Zuliefererkette umgesetzt wird. Die dabei entstehenden Mehrkosten für den Gerätehersteller scheinen im Hinblick auf den ökologischen Nutzen der Lebensdauerverlängerung (siehe 7.1) nicht signifikant zu sein.

Der Vorwurf einer geplanten Obsoleszenz im Sinne einer absichtlichen Unterdimensionierung der Elkos mit dem einzigen Zweck, Verbraucherinnen und Verbraucher zu manipulieren und ihnen einen Neukauf aufzuzwingen, kann aus den oben erläuterten Gründen nicht bestätigt werden. Die Auswahl der Elkos erfolgt nach betriebswirtschaftlichen Prinzipien während eines komplexen Produktentwicklungsprozesses, bei dem die zu erwartende Lebens- und Nutzungsdauer die Grundlage für die Produktgestaltung bildet. Dabei werden Produkte so konzipiert, dass alle enthaltenen Bauteile mehr oder weniger dieselbe Lebensdauer besitzen, damit Kosten und Ressourcen effizient eingesetzt werden können.

6.2.1.2 Literaturlauswertung

WRAP-Analyse

Das englische Forschungsinstitut WRAP hat im Jahr 2011 eine Untersuchung zu den werkstofflichen Schwachstellen von LCD-Fernsehgeräten veröffentlicht (WRAP 2011a)⁵¹. Die Ergebnisse werden im Folgenden zusammengefasst dargestellt. WRAP greift dazu auf umfassende Befragungen der Reparaturindustrie zurück und hat dabei folgende Ursachen identifiziert, welche die Lebensdauer von LCD-Fernsehgeräten verkürzen, sowie Designoptionen, die solche Defekte verringern können.

Mangelnde mechanische Robustheit

Obgleich Fernsehgeräte nicht für die mobile Nutzung ausgelegt sind, birgt der Transport der Geräte das Risiko, dass Komponenten durch mechanische Einwirkungen beschädigt werden. Dies bezieht sich hauptsächlich auf fragile Komponenten wie den Bildschirm. Die Robustheit der Gehäuse stellt hier einen kritischen Faktor für die Haltbarkeit des Gerätes dar.

Schnittstellen, Buchsen, Ein-Aus-Schalter sowie Funktionsschalter sind vor Beschädigungen geschützt, wenn sie in ein festes Gehäuse gefasst sind. Darüber hinaus bietet die Platzierung in hinreichendem Abstand von mechanisch verwundbaren Stellen (z.B. Geräteecken) Schutz vor Beschädigungen. Steckverbindungen und Buchsen werden optimalerweise so im Gehäuse

vertieft positioniert, dass diese vor mechanischen Einwirkungen (Stößen etc.) geschützt sind (vgl. Abbildung 58).

Abbildung 58 Geschützte Positionierung von Steckverbindungen und Buchsen zum Schutz vor mechanischen Einwirkungen



Quelle: WRAP (2011a)⁵¹

Die Verstärkung des Gehäuses durch Stahlelemente oder durch robustes Polycarbonat/Acrylnitril-Butadien-Styrol (PC/ABS) senkt die Wahrscheinlichkeit, dass die Geräte während des Transports beschädigt werden. Sind die genannten Merkmale nicht gegeben, steigt umgekehrt die Wahrscheinlichkeit, dass mechanische Einwirkungen Schäden an den Geräten verursachen, welche zum Ende der Lebensdauer führen.

Abbildung 59 Mangelhafte Fixierung des Ständers eines TV-Geräts mit Schrauben



Quelle: WRAP (2011a)⁵¹

Ständer sind aus mechanischer Sicht hochrelevant für die Lebensdauer von TV-Geräten, da ein Sturz eines Gerätes häufig irreparable Schäden an der Bildschirmeinheit mit sich bringt. Wenn TV-Ständer unmittelbar mit dem Gehäuse / dem Chassis fest montiert wer-

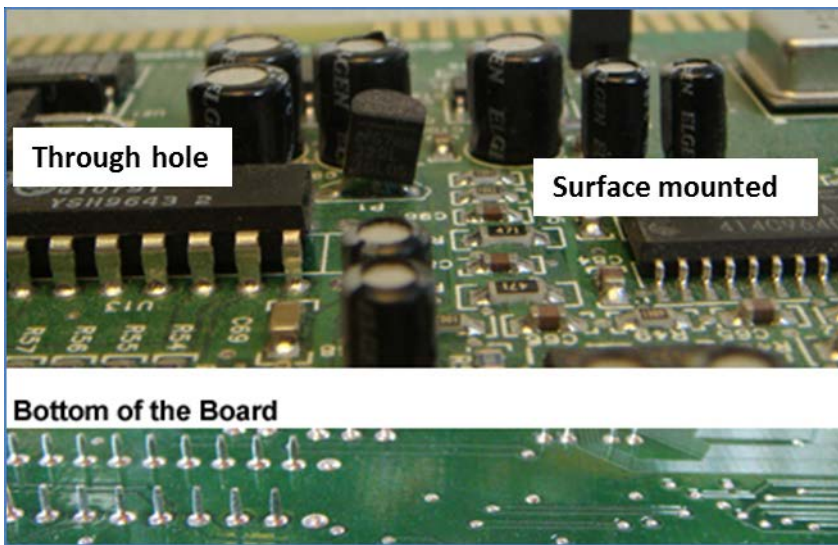
⁵¹ Entnommen von der Website www.wrap.org.uk des Waste and Resources Action Programme.

den, wird eine gute Stabilität erreicht. Demgegenüber sind lockere Verbindungen zwischen Ständer und Gehäuse, wie zum Beispiel in Form von Schrauben, weniger robust, so dass das Risiko steigt, dass der Ständer bricht (vgl. Abbildung 59).

Mangelnde elektronische Robustheit

Laut WRAP (2011a) ist eine mangelnde Verstärkung der Leiterplatten durch das Gehäuse eine häufige Ursache für defekte elektrische Verbindungen. In diesem Zusammenhang berichtet WRAP (2011a), dass oberflächenmontierte Lötverbindungen (SMT) deutlich weniger defektanfällig sind als Lötverbindungen mit Leiterplattenbohrungen (vgl. Abbildung 60).

Abbildung 60 Lötverbindungen mit Leiterplattenbohrungen (links) im Vergleich zu oberflächenmontierten Lötverbindungen (rechts)



Quelle: <http://encyclopedia2.thefreedictionary.com/thru-hole>

Eine weitere elektronische Ursache, welche die Lebensdauer von TV-Geräten beeinträchtigen kann, ist ein Mangel an Wärmesenken, der zu kritischen Überhitzungen und zum Ausfall von Komponenten führen kann (siehe Abschnitt zu Aluminium-Elektrolytkondensatoren, 6.2.1.1). Dies spielt bei TV-Geräten insofern eine große Rolle, da – im Gegensatz zu Computern – in der Regel keine Ventilatoren zur Kühlung der Elektronik eingesetzt werden.

Schließlich kann die Verbindung von Komponenten in einer Weise, welche diese gemeinsam verwundbar macht, kritisch für die Lebensdauer sein. Beispielsweise sollte ein Defekt des Netzteils nicht zu einem Defekt auf der Hauptplatine führen. Ein hinreichender elektronischer Schutz kann gewährleistet werden, indem die Komponenten räumlich getrennt voneinander eingebaut werden (WRAP 2011a).

Mangelnder technischer Support und Ersatzteilverfügbarkeit

Typische Hürden für eine Reparatur – und damit die Möglichkeit zur Verlängerung der Lebensdauer von Fernsehgeräten – sind, wenn manche Hersteller keinen technischen Support jenseits der Garantiezeit, keine FAQs bzw. Trouble-Shooting-Tipps und (Online-)Reparaturanleitungen anbieten.

Auch nicht verfügbare oder sehr teure Ersatzteile, mitunter aufgrund schneller Modellwechsel, erschweren die Reparatur von Fernsehgeräten. WRAP 2011a berichtet, dass die Schlüsselkom-

ponente in diesem Zusammenhang der Ersatz des LC-Displays darstellt. Die Preise für Ersatzteile sind so hoch, dass eine kosteneffiziente Reparatur (hier: in Großbritannien) nicht möglich ist.

Reparaturrelevante Hürden

Beim Gehäuse sind Einzelteile häufig miteinander festgeklebt, was den Zugang zum „Innenleben“ des Geräts ohne eine Beschädigung der Gehäuseteile erschwert. Zudem behindert die Verwendung von Spezialschrauben den Zugang. Mitunter sind Verschraubungen schwer auffindbar.

Auch der Zugang zu Leiterplatten, wie z.B. zur Grafikkarte, ist teilweise schwierig. Ein einfacher Zugang würde die Reparaturfreundlichkeit erhöhen und somit die Wahrscheinlichkeit einer längeren Nutzung erhöhen. Wenn Verbindungen zwischen Leiterplatten verlötet sind, ist die Reparatur erschwert. Steckverbindungen erlauben den Ersatz von Einzelkomponenten (vgl. Abbildung 61).

Abbildung 61 Steckverbindungen zwischen Leiterplatten



Quelle: WRAP (2011a)⁵¹

Clipverbindungen anstelle von Schrauben (vgl. Abbildung 62) erleichtern die Reparatur ebenso wie eine Farbkodierung von Bauteilen. Die Farbkodierung hilft, Bauteile für Reparaturen zu markieren. Außerdem können schadstoffhaltige Komponente und Kunststoffpolymere anhand einer Farbkodierung gekennzeichnet werden, um diese im Recyclingbetrieb schneller zu identifizieren.

Abbildung 62 Clipverbindungen anstelle von Verschraubungen von Leiterplatten



Quelle: WRAP (2011a)⁵¹

6.2.1.3 Experteninterviews

Bei den im Rahmen dieses Projekts durchgeführten Experteninterviews haben nur wenige Hersteller von Unterhaltungselektronik verwertbare Daten zu möglichen Ursachen von Obsoleszenz geliefert (siehe Abschnitt 6.1.1). Die folgenden Informationen und Daten sind daher nicht als repräsentativ anzusehen.

Die Auswertung der Experteninterviews hinsichtlich der Ursachen von Obsoleszenz bei Fernsehern lässt den Rückschluss zu, dass die meisten abgefragten Bauteile selten ausfallen. Tabelle 16 zeigt, wie – nach Information der Firma Loewe Technologies GmbH – die durchschnittliche Ausfallwahrscheinlichkeit der abgefragten Gerätekompontenten einzuschätzen ist. Wichtig ist dabei zu verstehen, dass nicht alle in Tabelle 16 aufgelisteten Komponenten bei einem Gerät in dieser Zeit ausfallen. Es handelt sich hier nur um Einzelausfallwahrscheinlichkeiten.

Die Hauptursache des Ausfalls der Fernsehgeräte liegt bei softwarebedingten Fehlern (funktionale Obsoleszenz, siehe Abschnitt 6.2.2). Für den hardwarebedingten Ausfall eines Fernsehgeräts liegt die wahrscheinlichste Ursache zum einen bei dem Defekt der Displays (<3%) sowie der Festplatte (<3%). Danach folgen die Netzteilkarte (<2%) und Hauptplatine (<1,5%). Bei den weiter genannten Bauteilen und Komponenten beträgt die Ausfallwahrscheinlichkeit bereits weniger als ein Prozent: Lautsprecher fallen in weniger als 0,4% der Fälle aus, Aluminium-Elektrolytkondensatoren in unter 0,3% aller Fälle, Schnittstellen und Lötstellen unter 0,2%. Diese Angaben basieren auf Informationen eines einzigen Herstellers und sind deswegen nicht repräsentativ für die ganze Branche.

Tabelle 16 Quantitative Aussagen zur Ausfallwahrscheinlichkeit bei TV-Geräten (Loewe Technologies GmbH, 2015)

Bauteil/Komponente	Ausfallwahrscheinlichkeit			
	nie	selten	häufig	sehr häufig
Display- /Bildschirmeinheit		X<3%*		
Netzteilkarte		X<2%*		
Hauptplatine		X<1,5%*		
Lautsprecher		X<0,4%*		
Aluminium Elektrolytkondensatoren		X<0,3%*		
Schnittstellen/ Anschlüsse		X<0,2%*		
Lötstellen		X<0,2%*		
Gehäuse		X<0,1%*		
Schalter		X<0,1%*		
Ständer		X<0,1%*		
Steckerverbindungen		X<0,1%*		
Schrauben	X			
Sonstige: ____ Festplatten		X<3%*		
Anmerkung: Hauptfehler bei TV-Geräten sind Software Bugs (siehe Abschnitt 6.2.2)				
* Angenommene Laufzeit: 5 Jahre; Nutzung 5h/Tag= 10.000h				

Zusätzlich wurden qualitative Angaben zur Ausfallwahrscheinlichkeit ergänzt. Beispielsweise wurde darauf hingewiesen, dass das Gehäuse ausschließlich beim Transport kaputt geht. Hersteller schließen einen Defekt der Schrauben aus.

Ferner wurden folgende Ursachen für den Ausfall der Komponenten genannt:

- Netzteile: überwiegend durch defekte Elektrolytkondensatoren (Elkos);
- Arbeitsfehler bei der Montage;
- Lötfehler bei BGAs (Kugelgitteranordnungen)⁵²;
- Kabel: Konfektionsfehler;
- Software-Fehler;
- Seltener: Bauteileausfälle, Gehäuseausfälle (nur als Transportschaden);
- Festplatten: nach 5 Jahren Laufzeit ist der Hauptfehler Verschleiß.

In der Regel planen Hersteller die Lebensdauer ihrer Produkte im Detail (Primus 2015). Nach Woidasky (2015) wird zunächst ausgehend von einer Produktidee oder einer spezifischen Kundenanforderung ein umfangreicher Anforderungskatalog aufgestellt, der als Entwicklungsgrundlage dient. In ihn fließen Anforderungen der Kunden, aber auch des Unternehmens, des Markt- und des gesellschaftlichen Umfeldes mit ein, so dass neben den Kundenwünschen auch Informationen über die Wettbewerbsprodukte sowie rechtliche Rahmenbedingungen berücksichtigt werden.

Nach Information der Firma Loewe Technologies GmbH entwickelt sie TV-Geräte für eine Lebensdauer von 10 Jahren. Dabei wird von einer durchschnittlichen Betriebsdauer von rund 20.000 Stunden ausgegangen (Nutzung 5 Stunden pro Tag), wobei das Standby-Netzteil 100.000 Stunden in Betrieb ist. Die Firma Loewe Technologies GmbH stellt folgendes Kriterium für die anforderungsgerechte Auslegung der Komponenten auf: Innerhalb von 20.000 Stunden darf keine Einzelkomponente eine Ausfallrate von über 10% aufweisen. Dieses Kriterium wird mittels eines Acceleration-Langzeitlifetests (beschleunigte Lifetests unter erhöhten Temperaturen mit DUT (Device under Test) > 20 Geräten) getestet.

Es kann davon ausgegangen werden, dass auch andere Hersteller ihre TV-Geräte auf bestimmte Lebensdauern auslegen. Allerdings war keiner der anderen Hersteller dazu bereit, vergleichbare Angaben zu machen. In dieser Hinsicht kann die Offenheit und Transparenz der Firma Loewe Technologies GmbH als einzigartig bezeichnet werden.

Im Rahmen des Projekts wurden ergänzend auch Experteninterviews mit Reparaturbetrieben durchgeführt. Insgesamt haben drei Reparaturbetriebe auf die Anfrage des Projektteams reagiert, so dass die folgenden Informationen nicht als repräsentativ für alle Reparaturbetriebe anzusehen sind. Dennoch liegen den Antworten langjährige praktische Erfahrungen zu Grunde, die Hinweise auf lebensdauerkritische Merkmale der untersuchten Gerätetypen geben.

Im Folgenden sind Ausfallwahrscheinlichkeiten der einzelnen Komponenten bezogen auf Erfahrungswerte einer der befragten Betriebe angegeben (Tabelle 17). Diese sind allerdings mit den Angaben in Tabelle 16 nicht vergleichbar. Denn die Angaben des Reparaturbetriebs sind eher qualitativer Natur und spezifizieren nicht die Lebensdauer der Geräte zum Zeitpunkt der Reparatur. Hier besteht noch erheblicher Forschungsbedarf, um zu ermitteln, welche durchschnittliche Lebensdauer Geräte haben, wenn sie durch Reparaturbetriebe repariert werden.

⁵²

Ball Grid Array (BGA, engl.) bzw. Kugelgitteranordnung ist eine Gehäuseform von integrierten Schaltungen, bei der die Anschlüsse für SMD-Bestückung kompakt auf der Unterseite des Chips liegen. Die Anschlüsse sind kleine Lotperlen (engl. balls), die nebeneinander in einem Raster (engl. array, Reihung) aus Spalten und Zeilen stehen. Diese Perlen werden beim Reflowlöten in einem Lötoven aufgeschmolzen und verbinden sich mit dem Kupfer der Leiterplatte (nach <http://www.riese-electronic.de/BGA.pdf>).

Außerdem wäre dabei eine Differenzierung der Reparaturen nach Bauteilen und Komponenten sinnvoll.

Tabelle 17 Antwort eines Reparaturbetriebs zur Ausfallwahrscheinlichkeit bei TV-Geräten

Bauteil/Komponente	Ausfallwahrscheinlichkeit			
	nie	selten	häufig	sehr häufig
Gehäuse	X			
Schalter		X		
Schnittstellen/Anschlüsse		X		
Ständer	X			
Display-/Bildschirmeinheit			X	
Steckerverbindungen	X			
Aluminium-Elektrolytkondensatoren				X
Lötstellen		X		
Netzteilkarte				X
Hauptplatine		X		
Lautsprecher		X		
Schrauben	X			
Sonstige: _____				

Die Angaben der anderen beiden befragten Reparaturbetriebe geben ein übereinstimmendes Bild mit den Angaben in Tabelle 17.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Verweise auf die Display-/Bildschirmeinheit, Netzteilkarte, Aluminium-Elektrolytkondensatoren sowie auftretende Transportschäden bei empfindlichen Bauteilen als lebensdauerbegrenzende Merkmale in den Angaben der Hersteller, des Reparaturbetriebs und der WRAP-Analyse bestätigt wurden. Deswegen können diese als Hauptursachen für werkstoffliche Obsoleszenz festgehalten werden.

6.2.1.4 Ergebnisse der internetbasierten Verbraucherumfrage

Alle Antworten beziehen sich auf den von den 875 Teilnehmenden der Verbraucherumfrage zuletzt entsorgten Fernseher.

Neu oder gebraucht gekaufte Fernseher

76 Prozent der entsorgten Fernseher wurden ursprünglich neu gekauft, 23 Prozent gebraucht (Tabelle 18).

Tabelle 18 Neu oder gebraucht gekaufter Fernseher

War der Fernseher beim Kauf neu oder gebraucht?	Häufigkeit	Prozent
Neu	666	76,1
Gebraucht	201	23,0
Ich weiß es nicht.	8	0,9
Gesamtsumme	875	100,0

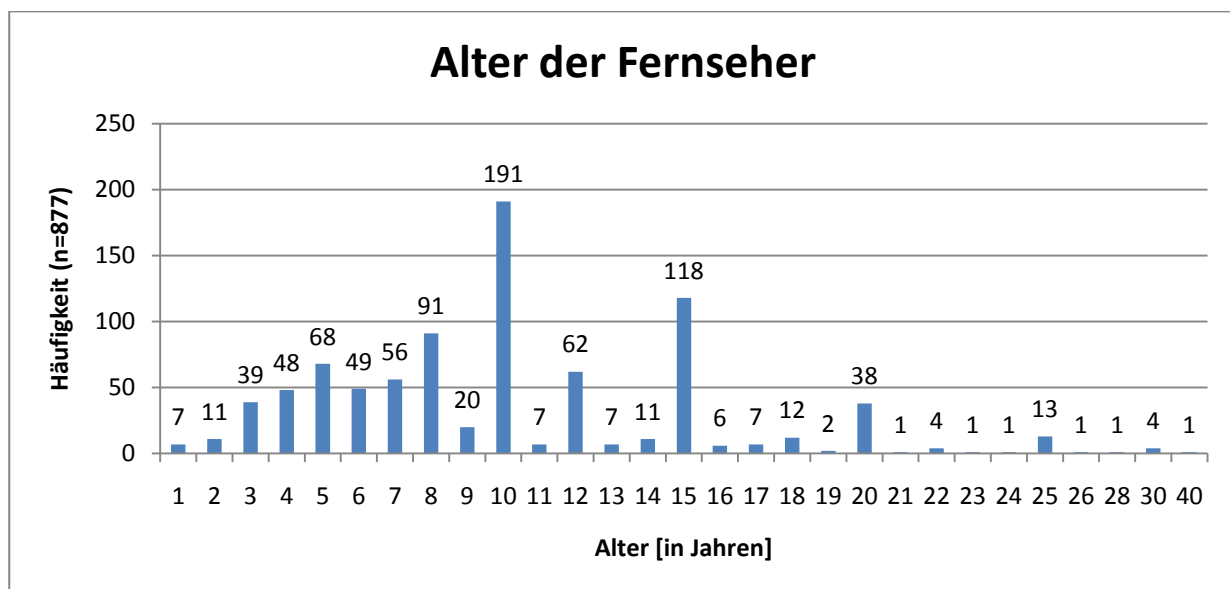
Alter des Fernsehers⁵³

50 Prozent der entsorgten Fernseher wurden nicht älter als 10 Jahre (Tabelle 19). In Abbildung 63 fällt die Häufung der „runden Jahre“ auf, was auch bei anderen untersuchten Geräten beobachtet wurde.

Tabelle 19 Altersverteilung der Fernseher

Wie alt ist der Fernseher ca. geworden? Wenn Sie es nicht genau wissen, dann schätzen Sie bitte einen Wert [in Jahren].								
N	Mittelwert	St.-Abw.	Minim.	Maxim.	Perzentil 25	Median	Perzentil 75	Bereich
877	10,2	5,2	1	40	6	10	14	39

Abbildung 63 Alter der Fernseher



Quelle: Eigene Darstellung

Preis des Fernsehers

44 Prozent der entsorgten Fernseher wurden im mittelpreisigen Segment gekauft. Jeweils knapp über 20 Prozent wurden im teuren und im günstigen Segment gekauft (Tabelle 20).

Tabelle 20 Preis des Fernsehers

Wie teuer war dieser Fernseher in der Anschaffung?	Häufigkeit	Prozent
Ein günstiges Gerät (No-Name-Marke)	184	21,0
Ein mittelpreisiges Gerät	385	43,9
Ein teures Gerät (Topmarkenprodukt)	189	21,6
Ich weiß es nicht.	118	13,5

⁵³

In der Befragung erfolgte keine Unterscheidung zwischen Röhrenfernseher und Flachbildschirme. Laut Analysen im Kapitel 5.3 besitzen diese allerdings sehr unterschiedliche Erst-Nutzungsdauern. Daher kann davon ausgegangen werden, dass die Röhrenfernseher einen relevanten Anteil an den Aussagen der Internetbefragung ausmachen.

Wie teuer war dieser Fernseher in der Anschaffung?	Häufigkeit	Prozent
Gesamtsumme	876	100,0

Reparatur des Fernsehers

71 Prozent der Fernseher sind nie repariert worden. 23 Prozent wurden repariert (Tabelle 21). Davon waren 17 Prozent ein Gewährleistungsfall; 77 Prozent der Reparaturen fanden erst nach Ablauf der Gewährleistung statt (Tabelle 22).

Tabelle 21 Reparatur Fernseher

Wurde dieser Fernseher auch einmal repariert?	Häufigkeit	Prozent
Ja	198	22,5
Nein	626	71,2
Ich weiß es nicht.	55	6,3
Gesamtsumme	879	100,0

Tabelle 22 Gewährleistungsfall Fernseher

Wurde die Reparatur in der Gewährleistungszeit durchgeführt?	Häufigkeit	Prozent
Die Reparatur wurde in der Gewährleistungszeit durchgeführt.	34	17,4
Die Reparatur wurde erst nach Ablauf der Gewährleistungszeit durchgeführt.	150	76,9
Ich weiß nicht, ob die Reparatur innerhalb der Gewährleistungszeit durchgeführt wurde.	11	5,6
Gesamtsumme	195	100,0

Benutzungshäufigkeit des Fernsehers

Die Teilnehmenden der Befragung gaben an, dass der Fernseher meist mehrmals täglich, täglich oder mehrmals pro Woche läuft (zusammen 96,7 Prozent), selten weniger (Tabelle 23).

Tabelle 23 Benutzung des Fernsehers

Wie häufig haben Sie diesen Fernseher in der Regel benutzt? Wenn Sie es nicht genau wissen, dann schätzen Sie bitte einen Wert.	Häufigkeit	Prozent
Einmal pro Monat	6	0,7
Fast nie	5	0,6
Einmal pro Woche	18	2,1
Mehrmals pro Woche	179	20,4
Täglich	457	52,1
Mehrmals täglich	212	24,2
Gesamtsumme	877	100,0

Entsorgung des Fernsehers

54 Prozent der Fernseher wurden endgültig entsorgt, 33 Prozent weitergegeben und 12 Prozent aufgehoben (Tabelle 24).

Tabelle 24 Entsorgung des Fernsehers

Was haben Sie mit dem Gerät gemacht? Ich habe den Fernseher...	Häufigkeit	Prozent
Entsorgt	476	54,4
Weitergegeben (verschenkt, verkauft)	284	32,5
Aufgehoben	104	11,9
Etwas anderes	11	1,3
Gesamtsumme	875	100,0

Grund für den Neukauf des Fernsehers

44 Prozent der Fernseher wurden nach Angaben der Befragten wegen eines Defekts ausrangiert. Das heißt, dass umgekehrt 56% der Geräte entsorgt wurden, obwohl diese möglicherweise noch intakt waren. Es werden mehr Fernseher entsorgt als defekt sind (Vgl. Tabelle 25).

Tabelle 25 Grund für den Neukauf des Fernsehers

Warum haben Sie den Fernseher ausrangiert? Welcher Punkt trifft am meisten zu?	Häufigkeit	Prozent
Der Fernseher war defekt.	381	43,5
Der Fernseher gefiel mir nicht mehr.	140	16,0
Der Fernseher hatte zu wenige Funktionen.	137	15,7
Ich habe einen neuen Fernseher geschenkt bekommen.	67	7,7
Ich hatte einen anderen Grund.	129	14,7
Der Fernseher war nicht sparsam genug.	21	2,4
Gesamtsumme	875	100,0

Zufriedenheit mit der Lebensdauer des Fernsehers

Aus Tabelle 26 ist die Zufriedenheit mit der Lebensdauer der Fernseher ersichtlich, insgesamt 16 Prozent waren nicht zufrieden mit der Lebensdauer ihres Fernsehgeräts.

Tabelle 26 Zufriedenheit mit der Lebensdauer des Fernsehers

Wie zufrieden waren Sie mit der Lebensdauer dieses Fernsehers?	Häufigkeit	Prozent
Die Lebensdauer hat meine Erwartungen erfüllt.	381	43,4
Ich war überrascht, wie lange der Fernseher gehalten hat.	138	15,7
Es war an der Zeit, den Fernseher durch ein neues Gerät zu ersetzen.	189	21,5
Ich hätte eine längere Benutzungsdauer erwartet.	94	10,7
Der Fernseher hat viel zu kurze Zeit seinen Dienst getan.	50	5,7
Ich weiß es nicht.	26	3,0
Gesamtsumme	878	100,0

Defekt des Fernsehers

Die häufigsten Defekte am Fernseher betrafen nach Angabe der Befragten die Röhre und die Elektrik (Tabelle 27).

Tabelle 27 Defekte des Fernsehers

Was genau war an dem Fernseher defekt?	Häufigkeit	Prozent
Röhre	136	35,7
Bildschirm	71	18,6
Schalter	26	6,8
Elektrik	134	35,2
Ein anderer Defekt.	27	7,1
Ich weiß es nicht.	72	18,9
Gesamtsumme der Antworten	466	122,3
Gesamtsumme der Teilnehmenden	381	100,0

6.2.2 Funktionale Obsoleszenz

In diesem Abschnitt wird die Rolle von funktionalen Faktoren in Bezug auf die Lebens- und Nutzungsdauer von Fernsehgeräten erörtert. In diesem Zusammenhang erscheint es sinnvoll, zwischen folgenden Arten von Faktoren zu unterscheiden:

- Faktoren, die außerhalb des Einflussbereichs der TV-Geräte-Hersteller liegen
- Faktoren, die im Einflussbereich der TV-Geräte-Hersteller liegen

Funktionale Faktoren im Einflussbereich der TV-Geräte-Hersteller

Fehlende Fehlerdiagnosefunktion

Für die Reparatur von TV-Geräten ist eine sogenannte Fehlerdiagnosefunktion signifikant nützlich. Dazu können auf einer Speicherkarte Informationen zur Reparatur für das Reparaturpersonal zur Verfügung gestellt werden, auf die über eine extra Schnittstelle zugegriffen werden kann. Eine solche Schnittstelle kann auch genutzt werden, um zu einem späteren Nutzungszeitpunkt relevante Updates zu installieren, welche die Lebensdauer der Geräte ebenfalls verlängern kann (siehe auch Abschnitt 6.2.1.2). Fehlt eine solche Fehlerdiagnosefunktion, werden die Reparatur, und damit die Verlängerung der Lebensdauer des Geräts, erheblich erschwert.

Abbildung 64 Schnittstelle für den Abruf von Informationen zur Reparatur oder Aktualisierung der Software



Quelle: WRAP (2011a)⁵¹

Funktionale Faktoren außerhalb des Einflussbereichs der TV-Geräte-Hersteller

Neue Formate

Die Entwicklung der TV-Formate hat sich folgendermaßen vollzogen:

- in der Zeit der analogen Übertragungstechnik war das Format SD (Standard Definition) branchenweiter Standard.
- In der Folge der Digitalisierung wurde Anfang 2005 das Format HD (High Definition) Ready (Auflösung 1280 x 720 Pixel) entwickelt, das die Darstellung hochauflösender Zuspäherlaubt.
- Die nächste Entwicklungsstufe stellt der Standard Full-HD dar (1920 X 1080 Pixel), welcher in der Lage ist, das Kompressionsformat mpeg4 auszulesen.
- Der aktuellste Standard ist derzeit der UHD-Standard (Ultra High Definition, Auflösung 3.840 x 2.160 Pixel), der quasi ein Kompressionsformat mpeg5 verwendet.

Die schnelle Weiterentwicklung der Standards hat in den vergangenen Jahren dazu geführt, dass in älteren Geräten die Hardware-Chips (Transmitter- und Receiver-Chips) fehlen, die in der Lage sind, die entsprechenden Formate auszulesen. Aktuell sind bei Fernsehgeräten noch HDMI 1.4-Anschlüsse üblich, die 30 Bilder pro Sekunde übermitteln. Der neue HDMI 2.0-Anschluss erlaubt eine Bildübertragung mit 60 Hz. Gemeint ist, dass die TV-Geräte künftig auch Ultra-HD-Signale mit 60 Hz entgegennehmen. Laut c't (2013) müsste dazu der im Gerät verbaute HDMI-Receiver-Chip allerdings die entsprechende Bandbreite auch verarbeiten können. Laut HDMI-Spezifikation sind für 60 Bilder pro Sekunde in UHD etwa 18 GBit/s nötig. Die in der HDMI 1.4 Version spezifizierte Höchstgrenze von 10,2 GBit/s reicht dafür nicht aus.

Obwohl derzeit noch Inhalte in UHD-Auflösung fehlen, ist zu erwarten, dass solche Inhalte in Zukunft zum Beispiel bei der TV-Übertragung oder beim Gaming verfügbar sind. Laut CHIP (2014) bieten einige Hersteller die Möglichkeit, ihre UHD-TVs per Hardware-Update⁵⁴ mit HDMI 2.0 nachzurüsten. Andere setzen auf Firmware-Updates, um die HDMI-1.4-Schnittstelle auf den 2.0-Standard zu bringen. Das ist zwar möglich, bedeutet aufgrund der fehlenden Bandbreite

⁵⁴ Evolution Kit: Der Hersteller Samsung wirbt im Zusammenhang mit der Aktualisierung von Hardware- und Software-Kapazitäten von Smart TVs mit einem sogenannten „Evolution Kit“. Damit soll das bestehende TV-Gerät beispielweise für aktuelle UHD-Standards kompatibel gemacht werden und Zugang zu vielen neuen Funktionen des Geräts ermöglichen. Dabei wird das Evolution Kit einfach in eine Buchse an die TV-Rückwand gesteckt und dann automatisch per Software in das Gerät integriert. Auf den technischen Datenblättern zum Evolution Kit der Firma Samsung wird allerdings erwähnt, dass „die Aktualisierungen des Evolution Kits auf das Veröffentlichungsjahr und die Verfügbarkeit der jeweiligen Anwendungen begrenzt sind. Die tatsächliche Leistung kann variieren und hängt von Modellspezifikationen und Hardware-Beschränkungen ab. Bestimmte Inhalte, TV-Services und Funktionen sind eventuell nicht in allen Regionen und Ländern verfügbar“ (SAMSUNG 2014).

Evolution Kit gewährleistet Kompatibilität für viele Premium-TV-Geräte ab 2012 (2012: ab Serie 7; 2013: ab Serie 7; 2014: alle UHD TVs, Full HD TVs Serie 8). Es gibt zwei Varianten: (1) Evolution Kit für Full HD TVs: Wird hinten am TV-Gerät angesteckt und enthält neue Hardware (Speicher, Prozessor usw.) sowie neue Software; (2) UHD Evolution Kit für UHD TVs: Dieses wird als separate Box (One Connect Box) an das TV-Gerät angeschlossen. Enthält neue Software und neue Hardware, wobei hier auch Tuner, Anschlüsse, Prozessoren und andere Chips integriert sind, die eine größere Möglichkeit bieten, das TV-Gerät auf den neuesten Stand zu bringen (inkl. neuer Anschlussarten wie z.B. HDMI) .

Beim UHD Evolution Kit können auch anhand eines USB-Sticks Einstellungen vom „alten“ Gerät auf das aktualisierte übertragen sowie die vorhandenen Aufnahmen auch nach dem Upgrade noch abspielbar gemacht werden.

der Chips aber wahrscheinlich einen Qualitätsverlust bei der Darstellung von ultrahochauflösenden Sendeinhalten.

Neue Funktionen

Neue Funktionen, wie HbbTV⁵⁵, Internetradio, Streaming usw., die senderseitig angeboten werden, stellen höhere Anforderungen an die Software. Ein TV-Hersteller berichtet, dass der aktuelle Trend bei TV-Geräten hin zu Smart-TV-Geräten⁵⁶ große Herausforderungen mit sich bringt. Fernseher sind mit Hochleistungs-Multimedia-Computern vergleichbar (Hochleistungs-Grafikkarte, Soundkarte, Internetkonnektivität etc.). Wenn die genutzte Software keinen modularen Aufbau hat und ein skalierbarer Speicher in den Geräten fehlt, kommen ältere Geräte aufgrund der neuen Inhalte und Funktionen schnell an ihre Grenzen.

Neue Übertragungsstandards

Beim technologischen Übergang vom analogen zum digitalen Fernsehen kam es nicht zu einer Vereinheitlichung der Übertragungsstandards. Vielmehr existieren seither viele Empfangsstandards parallel. Für terrestrische HDTV-Übertragungssysteme existieren beispielsweise die drei Systeme ATSC⁵⁷, DVB-T⁵⁸ und ISDB-T⁵⁹.

Außerdem bieten unterschiedliche Netzprovider jeweils spezifische Übertragungsstandards an. So gibt es nicht nur unterschiedliche Standards in Europa (z.B. NorDig Spec⁶⁰), selbst innerhalb Deutschlands haben unterschiedliche Netzprovider zum Teil unterschiedliche Formate. Das kann dazu führen, dass ein Gerät, das in München funktioniert, für einen Betrieb beispielsweise in Köln umgerüstet werden müsste.

Dies liegt zum einen daran, dass unterschiedliche Netzanbieter eine andere Netzbelegung anbieten, d.h. dass in jedem Fall ein neuer Suchlauf am neuen Ort notwendig wird. Typisch sind nach aktuellem Stand der Technik sogenannte „Fastscans“, welche die Kanäle in 1-2 Minuten identifizieren. Für diese sogenannte dynamische Kanalverwaltung (Dynamic Channel Management) gibt es keinen einheitlichen Standard, sondern nur herstellerabhängige Standards. Das kann dazu führen, dass regionale Unterschiede hinsichtlich der Netzbelegung zu Problemen bei der Sendersuche in anderen Netzumgebungen führen.

⁵⁵ HbbTV steht für Hybrid Broadcasting Broadband und ist ein anerkannter Standard für Hybrid-TV (Wikipedia). Das bedeutet, dass es über vielfältige TV-Empfangswege (Hybrid Broadcasting) und Breitbandinternet (Broadband) möglich ist, neue Informationen und Services am Fernseher anzubieten. Stichwort: Verschmelzung von Fernsehen und Internet (<http://www.hbbtv-infos.de/>; Zugriff: 16.11.2015).

⁵⁶ Smart TVs bezeichnen Fernsehgeräte mit Computer-Zusatzfunktionen wie beispielsweise Internetfähigkeit. Darüber hinaus haben Smart TVs in der Regel Schnittstellen für USB, WLAN und Speicherkarten.

⁵⁷ Advanced Television System Committee legt Standards für digitales Fernsehen fest, inklusive Vorgaben für hochauflösendes Fernsehen. ATSC ist das nordamerikanische Pendant zum DVB-T Standard (Wikipedia).

⁵⁸ Digital Video Broadcasting – Terrestrial: DVB-T ist eine Variante der digitalen Videoübertragung, die für die Funkübertragung von digitalen Hörfunk- und Fernsehsignalen über terrestrische Wege verwendet wird (Wikipedia).

⁵⁹ Integrated Service Digital Broadcasting - Terrestrial ist ein auf MPEG-2 basierender Standard für digitale Medienübertragung auf terrestrischem Wege (Wikipedia).

⁶⁰ Nordic Broadcast Specifications: TV- Übertragungsstandard, der nur für die nordischen Länder gilt; http://www.nordig.org/pdf/NorDig-Unified_ver_2.4.pdf

Des Weiteren können sogenannte Conditional-Access (CA)-Systeme⁶¹ die Umstellung von einem Netzprovider zu einem anderen behindern, wenn jeder Netzbetreiber seine Übertragung nach eigenen Regeln kodiert.

Abhilfe könnte geschaffen werden, indem eine Möglichkeit eingeräumt wird, den Conditional Access umzustellen, z.B. anhand eines entsprechenden Slots. Einige Hersteller garantieren die Möglichkeit einen Slot auszuwechseln. Wenn Hersteller jedoch darauf verzichten, dann können Fernsehgeräte u.U. nur regional genutzt werden, was die Lebens- bzw. Nutzungsdauer der Geräte verkürzen kann – etwa im Falle eines Umzugs in eine andere Region. Da die Anforderungen an TV-Geräte ständig wachsen, kann es aus Lebensdauer Gesichtspunkten vorteilhaft sein, skalierbare Speicher einzubauen, um so jederzeit zusätzliche Software nachladen zu können. Auf diese Weise werden Systemressourcen für die Zukunft vorgehalten. Dies ist aber mit zusätzlichen finanziellen Aufwendungen verbunden. Eine enge technische Kopplung von Betriebssystem und Hardware führt unter Umständen dazu, dass die Lebensdauer der Software auch zwingend die Lebensdauer der Hardware bestimmt. Das ist nach Aussage eines Herstellers besonders dann der Fall, wenn eine Software keinen modularen und portierbaren Aufbau hat. Ein Hersteller berichtet deshalb, eine Software mit Layerstrukturen zu verwenden, bei der im Wesentlichen eine beliebige Hardware-Plattform eingesetzt werden kann und man grundsätzlich nur den HAL (Applicationlayer) auf die neue Hardware anpassen muss. Diese erlaubt eine schnelle Übertragung der Software-Funktionalität inklusive der grafischen Benutzeroberfläche (GUI⁶²) auf eine neue Hardware. Die Grundidee von modularer Software ist eine Wiederverwendbarkeit von Software für Geräte nachfolgender Generationen. Der entscheidende Vorteil ist, dass sie dann nicht neu getestet werden muss. Die Software muss dazu von der Hardware so weit wie möglich abstrahiert werden. Der Fachbegriff dafür ist „horizontale Trennung“.

Steigendes „Sourcegut“

Aus Sicht der Software ist bei Smart-TVs zu beachten, dass das sogenannte „Sourcegut“ (d.h. die Quantität an zugrunde liegendem Quelltext) in den vergangenen Jahren von ca. 1 MB auf über 100 MB angewachsen ist. Um den kompletten Quelltext auf Fehler hin zu testen, also einen sogenannten „Volltest“ durchzuführen, benötigt man etwa 15 Arbeitswochen. Da die Produktinnovationszyklen in der Branche sehr kurz sind (Zykluszeit 1 Jahr), wird in vielen Fällen jedoch nicht der komplette Quelltext getestet, sondern häufig nur die typischen Fehlermöglichkeiten geprüft und anhand statistischer Verfahren („Regression“) daraus insgesamt Ausfallwahrscheinlichkeiten abgeleitet. Der Fokus der Tests liegt auf Internetkonnektivität, WLAN-Ankoppelungen, Bluetooth und der Vernetzung zu Routern. Einige Hersteller senken die Testdauern so auf etwa 3 Wochen. Problematisch ist hier jedoch, dass nicht die gesamte Software auf Funktionalität getestet wird, so dass es dennoch zu Softwarefehlern kommen kann.

⁶¹ Conditional Access bezeichnet die beim Bezahlfernsehen (Pay-TV) eingesetzten Systeme zur Ver- und Entschlüsselung der Programminhalte (Wikipedia).

Conditional Access Modules (CAM) sind Entschlüsselungseinrichtungen für Pay-TV. Jedes verschlüsselte Übertragungsverfahren benötigt ein eigenes CAM-Modul, das in der Settop-Box eingebaut ist oder in diese eingesteckt wird. Die Settop-Box verfügt über ein Kartenlesegerät oder über eine standardisierte Schnittstelle für die CAM-Module. Es gibt auch PC-Karten mit integriertem Common Interface (CI), in das ein CAM-Modul eingeschoben werden kann. Die PC-Karte gibt den verschlüsselten Datenstrom über das Common Interface an das CAM-Modul, das die Fernsehdaten entschlüsselt. Diese können dann weiterverarbeitet, wiedergegeben oder aufgezeichnet werden (Quelle: <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/conditional-access-modul-CAM-CAM-Modul.html>; Zugriff: 19.11.2015).

⁶² GUI steht für graphical interface use. Es bezeichnet die grafische Benutzeroberfläche eines Computers über grafische Symbole (z.B. über eine Maus oder Touchscreen).

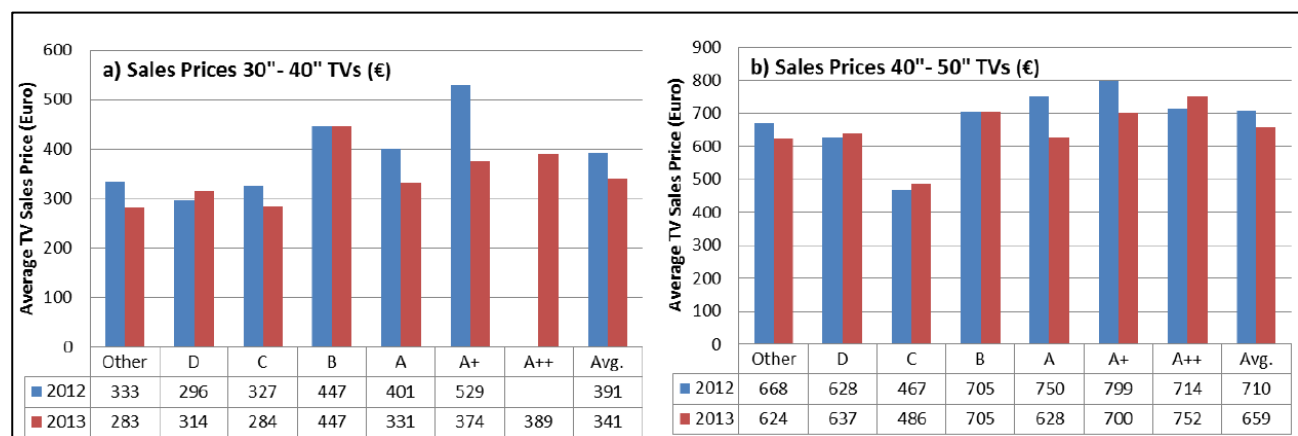
Hochrelevant für eine lange Lebensdauer von Smart-TVs ist, dass die Software von Fernsehern regelmäßig gepflegt wird. Diese decken neben Funktionsverbesserungen neue Funktionen ab (z.B. DLNA-Renderer⁶³, der erlaubt, dass Geräte unterschiedlicher Hersteller kompatibel sind). Ein Hersteller berichtet, dass die Software der Geräte grundsätzlich gepflegt wird, soweit es die Hardware zulässt, um funktionale Einschränkungen in der Zukunft entgegenzuwirken. Dies erfolge in regelmäßigen Software-Updates, welche neue Funktionen ermöglichen oder Einschränkungen durch Weiterentwicklungen des Marktes beseitigen. Dies gelte auch für die Adaption an neue Zuspieler.

Für ein Aufspielen von Updates ist ein Anschluss ans Internet und eine Anmeldung beim Hersteller notwendig. Unter diesen Umständen hält ein TV-Hersteller eine aus funktionalen Gesichtspunkten fehlerfreie Betriebsdauer von 5 Jahren für realistisch. Wird auf die Internetverbindung sowie die Updates verzichtet, können Funktionen unter Umständen schon früher eingeschränkt bzw. fehlerhaft sein.

6.2.3 Psychologische Obsoleszenz

In Abschnitt 5.3 wurde erläutert, 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. Laut Angaben der Firma Loewe Technologies GmbH beträgt die Innovationszykluszeit in der TV-Industrie mittlerweile nur 1 Jahr. Die extrem kurzen Innovationszyklen gehen mit fallenden Preisen für die TV-Geräte einher. Nach CLASP (2014) ist der Preis für die TV-Geräte in den letzten Jahren gesunken, wie die folgende Abbildung zeigt:

Abbildung 65 Durchschnittliche Verkaufspreise für TV-Geräte nach Energieeffizienzklassen in EU-24



Quelle: CLASP (2014), berechnet nach GfK-Daten

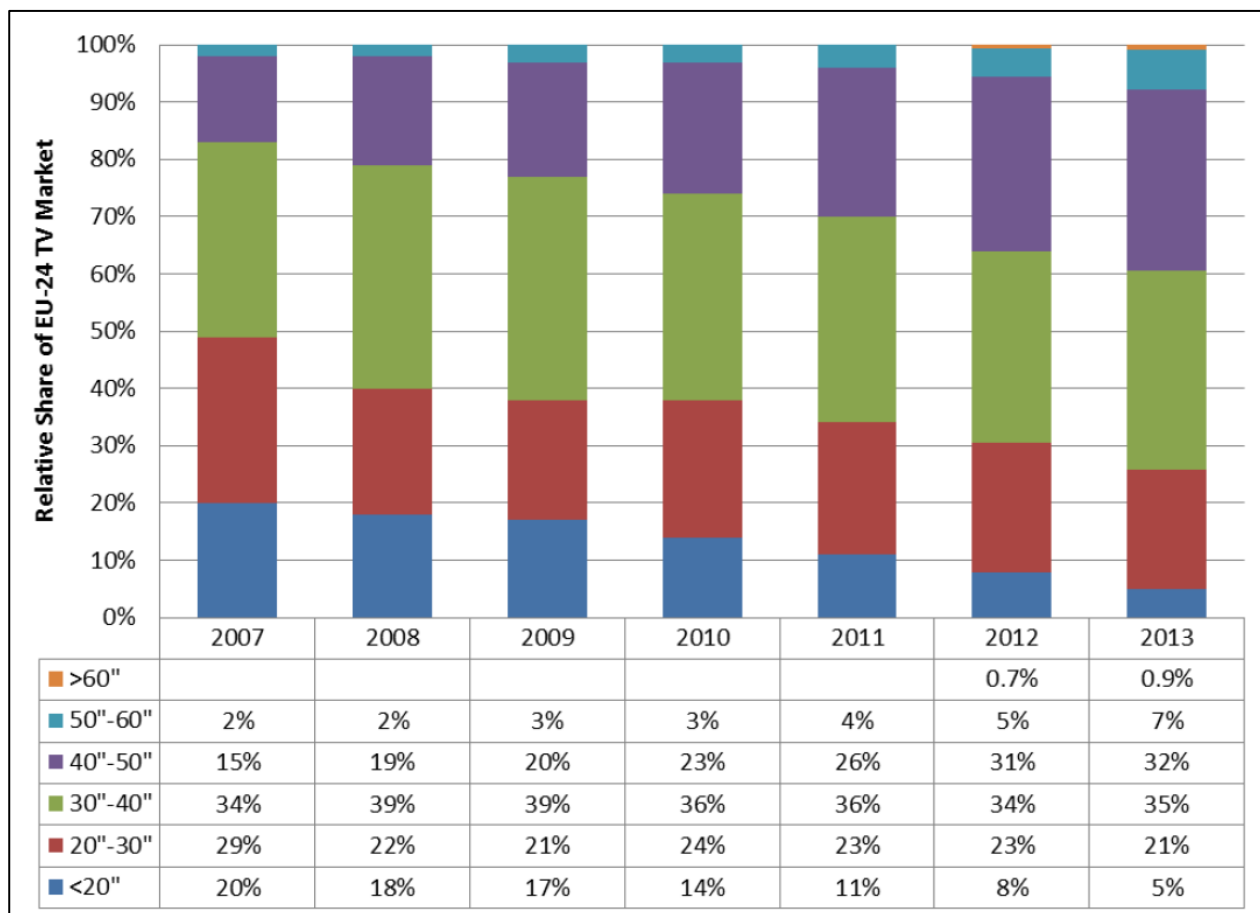
Wie Abbildung 65 zeigt, lag der Durchschnittspreis eines TV-Geräts (40–50 Zoll) mit Energieeffizienzklasse A bei 750 € in 2012 in EU-24; in 2013 fiel der Preis auf 628 €. Der Durchschnittspreis eines TV-Geräts (30–40 Zoll) mit Energieeffizienzklasse A fiel von 401 € in 2012 auf 331 € in 2013 in EU-24.

⁶³ DLNA ist eine internationale Vereinigung von Herstellern von Computern, Unterhaltungselektronik und Mobiltelefonen, die das Ziel hat, das IKT-Geräte unterschiedlicher Hersteller untereinander kompatibel sind.

Die Umfrage des Marktforschungsinstituts NPD DisplaySearch⁶⁴ hat gezeigt, dass das Bedürfnis nach größeren Bildschirmgrößen und besserer Bildqualität sowie die fallenden Preise die Hauptfaktoren für den Austausch eines TV-Geräts darstellen. Ein Defekt war zwar ein wichtiger Grund, jedoch selten ausschlaggebend für den Austausch von TV-Geräten. Neue Funktionen, wie LED-Hintergrundbeleuchtung, 3-D und Internetkonnektivität spielen laut der Umfrage nur eine untergeordnete Rolle als Anreiz zum Kauf eines neuen TV-Geräts.

Nach CLASP (2014) ist der Marktanteil der Fernsehgeräte mit größeren Bildschirmdiagonalen in EU-24 kontinuierlich gestiegen, wie die folgende Abbildung zeigt:

Abbildung 66 Steigende Bildschirmgrößen in EU-24



Quelle: CLASP (2014), berechnet nach GfK-Daten

Wie Abbildung 66 zeigt, verdoppelte sich der Anteil an Fernsehgeräten mit Bildschirmdiagonale 40-50 Zoll zwischen 2007 und 2013 von 15% auf 32% des TV-Marktanteils in EU24. Der Anteil der Fernsehgeräte mit Bildschirmdiagonale 20-30 Zoll sank zwischen 2007 und 2013 von 29% auf 21%, während der Anteil der Fernsehgeräte mit Bildschirmdiagonale 30-40 Zoll zwischen 2007 und 2013 relativ stabil blieb (ca. 35%).

⁶⁴

Quellen:

http://www.displaysearch.com/cps/rde/xchg/displaysearch/hs.xsl/110608_new_tv_features_not_strong_drivers_of_new_tv_purchases.asp; Zugriff 02.02.2015

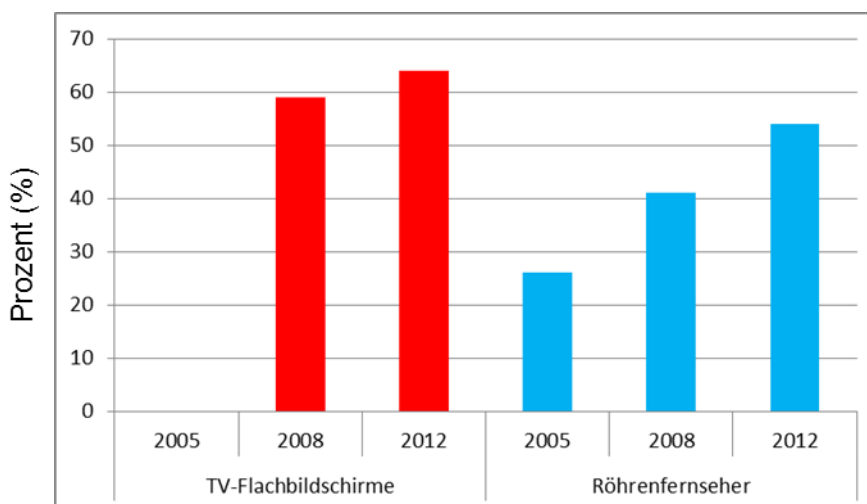
http://www.displaysearch.com/cps/rde/xchg/displaysearch/hs.xsl/110421_displaysearch_study_reveals_consumers_are_replacing_tvs_faster_than_ever.asp; Zugriff 02.02.2015

Eine weitere Umfrage von DisplaySearch in Großbritannien kam zu einem ähnlichen Ergebnis. Dort wurden Verbraucherinnen und Verbraucher, die in den letzten 12 Monaten ein TV-Gerät gekauft hatten oder beabsichtigten, in den kommenden 12 Monaten ein TV-Gerät zu kaufen, nach der Kaufmotivation gefragt⁶⁵. Demnach spielen folgende Aspekte eine Hauptrolle beim Neukauf eines TV-Geräts:

- Bildqualität
- Preis
- Bildschirmgröße
- Tonqualität
- Bildschirmtyp
- Full HD / 1080
- Design

In Abschnitt 5.3 dieser Studie wurde gezeigt, dass in 2012 über 60% der noch funktionierenden Flachbildschirmfernseher ersetzt wurden, weil die Konsumentinnen und Konsumenten ein besseres Gerät haben wollten (Abbildung 67).

Abbildung 67 Jährlicher Anteil der TV Geräte, die funktionsfähig waren und durch ein besseres TV-Gerät ersetzt wurden



Quelle: Eigene Darstellung, berechnet nach GfK-Daten

Die Analyse der Obsoleszenzursachen bei Fernsehgeräten zeigt, dass die psychologische Obsoleszenz hier eine deutlich wichtigere Rolle spielt als die werkstoffliche und funktionale Obsoleszenz.

6.2.4 Ökonomische Obsoleszenz

In der folgenden Tabelle 28 wird dargestellt, welche Reparaturkosten (Kosten für Ersatzteile und Arbeitszeit) entstehen, um defekte Komponenten reparieren zu lassen. Nicht enthalten sind Wegekosten, die je nach Größe des Geräts und Vor-Ort- oder Werkstattreparatur zwischen 40 und 80 € liegen könnten.

⁶⁵ Quelle: <http://www.dvd-and-beyond.com/display-article.php?article=1856>, Zugriff 02.02.2015

Tabelle 28 Reparaturkosten nach Angaben von Reparaturbetrieben

Bauteil/Komponente	Personalkosten	Ersatzteilkosten	Dauer der Reparatur
Gehäuse	50 € / 25 € (+MwSt.)	140 € / 25-75 €	60 Min. / 30 Min.
Schalter	50 € / 25-37,50 € (+MwSt.)	20 € / 12-15 €	30 Min. / 30-45 Min.
Schnittstellen / Anschlüsse	50 € / -	-	60 Min. / -
Ständer	13 € / -	80 € / -	
Display- bzw. Bildschirmeinheit	75 € / 50-100 € (+MwSt.)	450 € / 300-400 € (Ansteuerungsplatine: 80-180 €)	90 Min. / 60-120 Min. (bei Fehlersuche auch länger)
Steckerverbindungen	25 € / -		25 Min. / -
Aluminium-Elektrolytkondensatoren	30 € / 25-100 € (+MwSt.)	1 € / 1-2 €	40 Min. / 30-120 Min. (bei Fehlersuche auch länger)
Lötstellen	30 € / -		40 Min. / -
Netzteilkarte	50 € / 25-50 € (+MwSt.)	110 € / 50-200 €	60 Min. / 30-60 Min. (bei Fehlersuche länger)
Hauptplatine	40 € / 25-50 € (+MwSt.)	210 € / 120-200 €	45 Min. / 30-60 Min. (bei Fehlersuche länger)
Lautsprecher	25 € / -	50 € / -	20 Min. / -
Schrauben	13 € / -	2 € / -	3 Min. / -

Bei den häufig ausfallenden Komponenten wie die Display- bzw. Bildschirmeinheit und Netzteilkarte (siehe Abschnitt 6.2) entstehen Reparaturkosten von mehreren Hundert Euro. In Relation zu den insgesamt sinkenden Verkaufspreisen von TV-Geräten (siehe Abschnitt 6.2.3) führt dies möglicherweise dazu, dass Verbraucherinnen und Verbraucher bei einem Defekt das TV-Gerät nicht mehr reparieren lassen, sondern stattdessen ein Neugerät anschaffen.

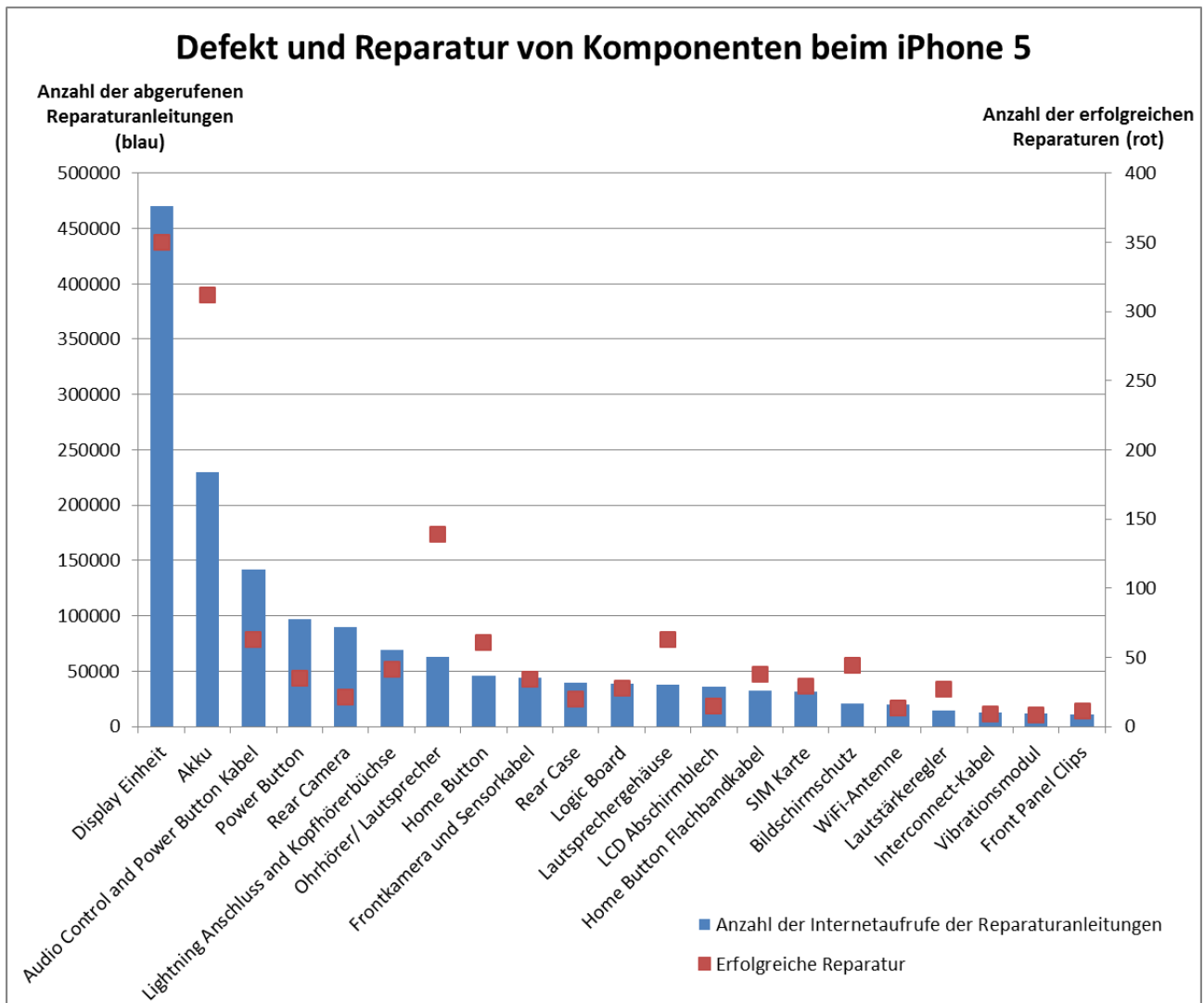
6.3 Ursachenanalyse – Smartphones/Mobiltelefone

Für Smartphones/Mobiltelefone erfolgte eine Auswertung der online-Reparaturplattform www.ifixit.com. Die Anzahl der dort abgerufenen Reparaturanleitungen erlaubt Rückschlüsse auf die Ursachen dafür, warum die entsprechenden Geräte reparaturbedürftig wurden.

Beim iPhone der 5. Generation ist, wie Abbildung 68 zeigt, die häufigste Reparaturursache (in blau) die Display Einheit (Display Assembly). Die zweithäufigste Ursache ist dem Akku (Battery), die dritthäufigste dem Steuerkabel (Audio Control and Power Button Cable) zuzuordnen. Auf Rang vier steht der An-/Aus-Schalter (Power Button). Die Häufigkeit der übrigen Komponenten kann ebenfalls Abbildung 68 entnommen werden.

Neben der Anzahl der abgerufenen Anleitungen zeigt Abbildung 68 die Anzahl der erfolgreich durchgeführten Reparaturen (rot, rechte Achse). Für viele Komponenten gilt tendenziell, dass die Anzahl der Reparaturen der Anzahl der abgerufenen Reparaturanleitungen folgt. Es fällt jedoch auf, dass die Komponenten Akku (Battery), Lautsprecher (Earpiece Speaker) sowie Lautsprecher-Gehäuse (Speaker Enclosure) auffällig häufig erfolgreich ausgetauscht bzw. repariert wurden (Abbildung 68).

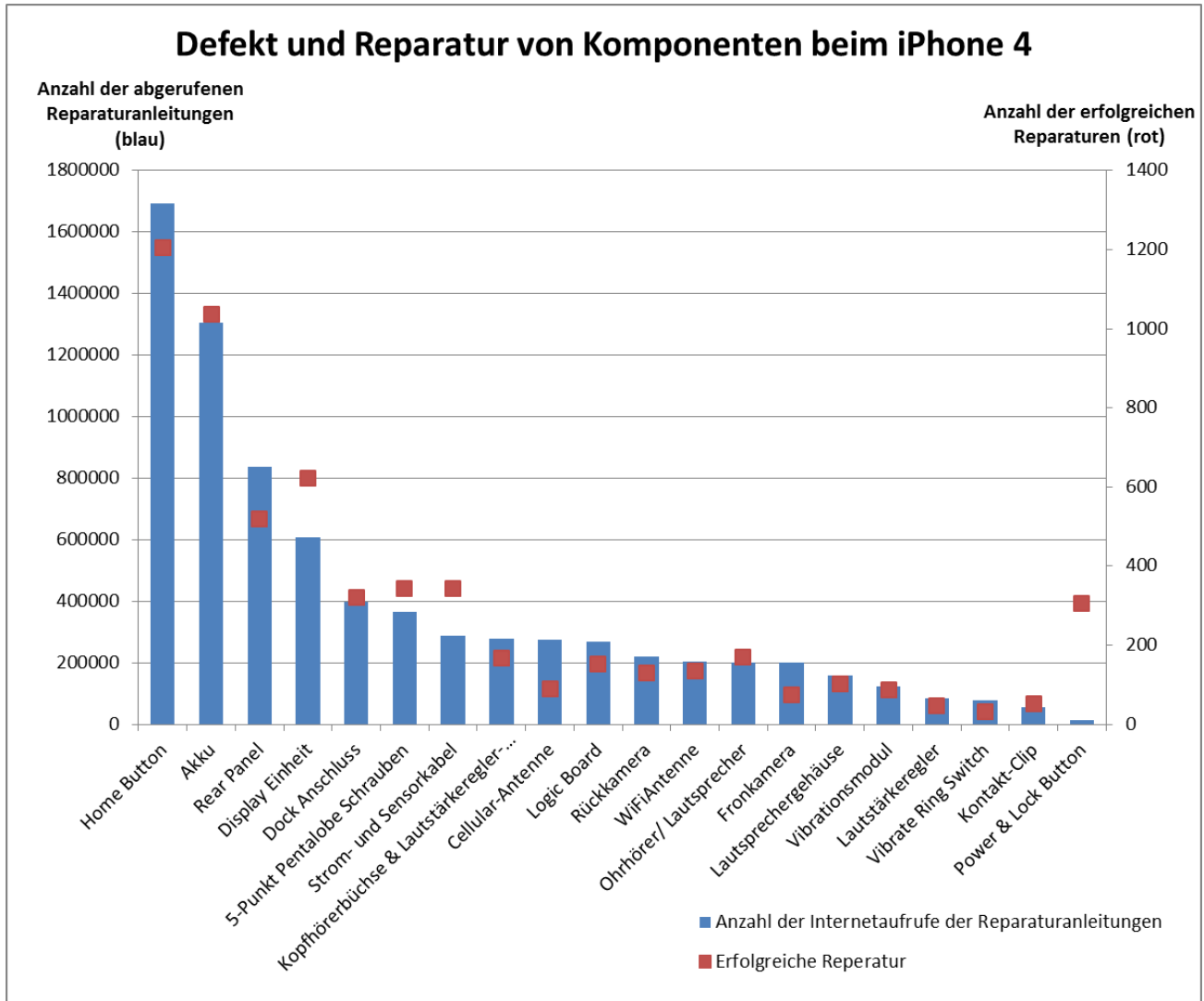
Abbildung 68 Anzahl der abgerufenen Reparaturanleitungen sowie der erfolgreichen Reparaturen bei www.ifixit.com



Quelle: Eigene Auswertung auf Basis von www.ifixit.com (ausgewertet am 14.02.2014)

Zum Vergleich wurde dieselbe Auswertung für das iPhone 4 vorgenommen. Die Ergebnisse sind in Abbildung 69 dargestellt.

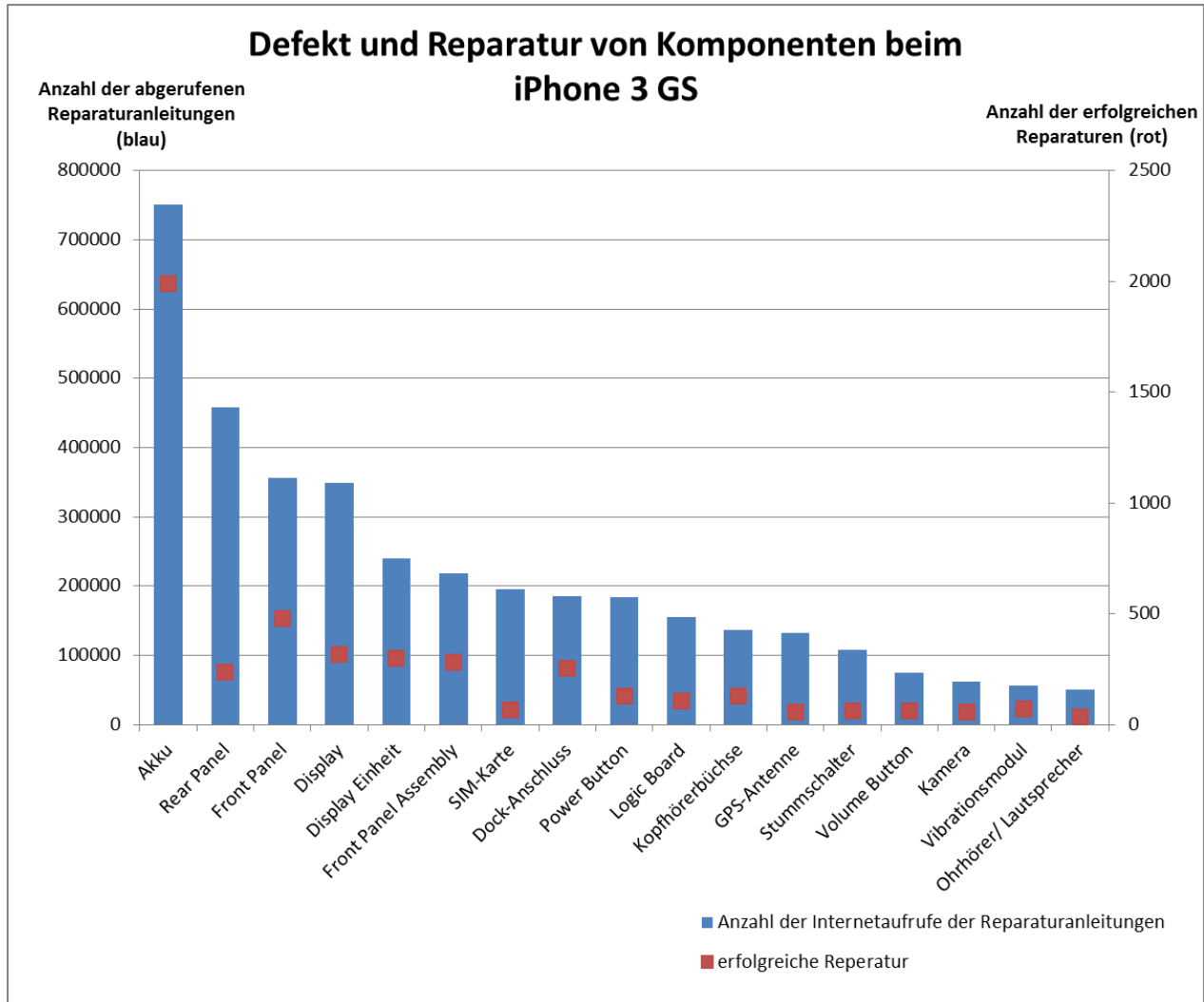
Abbildung 69 Anzahl der abgerufenen Reparaturanleitungen sowie der erfolgreichen Reparaturen des iPhone 4 bei www.ifixit.com



Quelle: Eigene Auswertung auf Basis von www.ifixit.com (ausgewertet am 14.02.2014)

Die Auswertung von iPhone 3 GS ist in Abbildung 70 zu finden.

Abbildung 70 Anzahl der abgerufenen Reparaturanleitungen sowie der erfolgreichen Reparaturen des iPhone 3GS bei www.ifixit.com

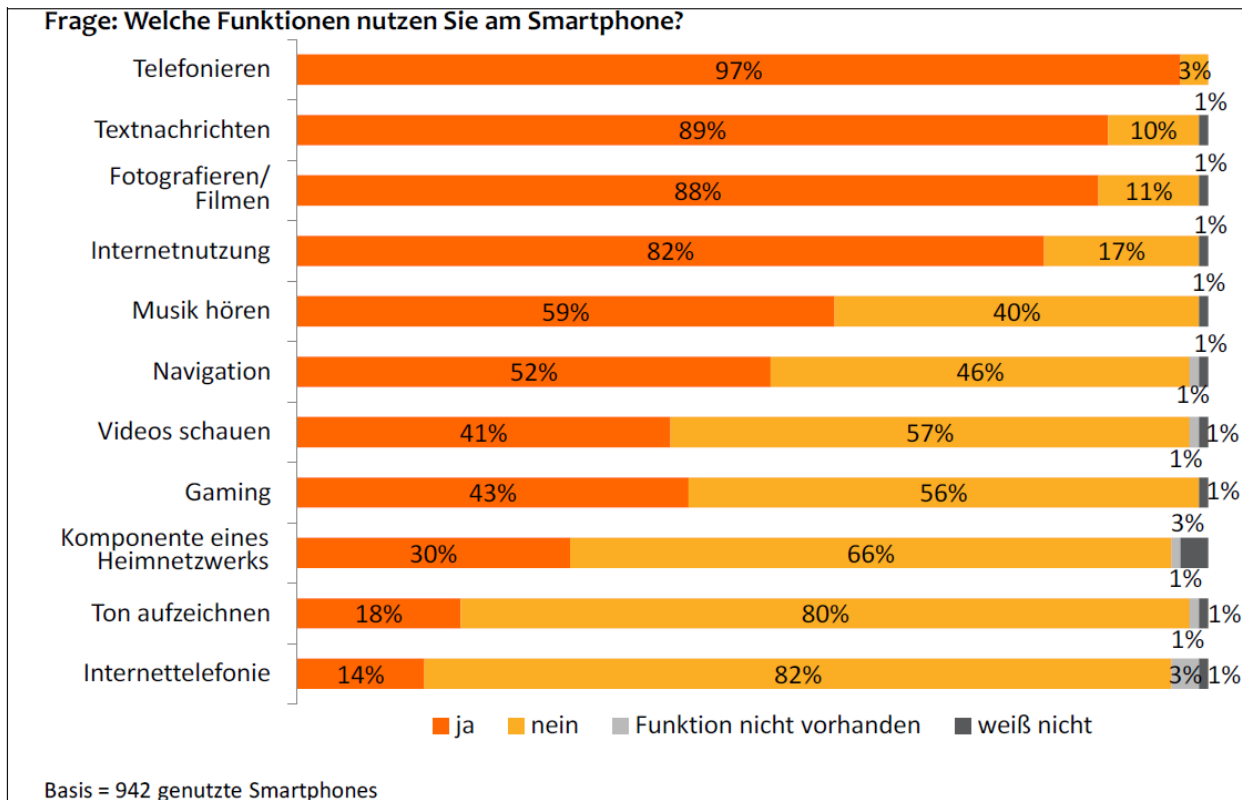


Quelle: Eigene Auswertung auf Basis von www.ifixit.com (ausgewertet am 14.02.2014)

Die Auswertung der drei iPhone-Modelle zeigt, dass Akkus mit hoher Wahrscheinlichkeit am häufigsten reparatur- bzw. austauschbedürftig sind. Das lässt sich an der hohen Anzahl der abgerufenen Reparaturanleitungen für iPhone 5, iPhone 4 und iPhone 3 auf www.ifixit.com feststellen. Neben Akkus scheinen Display Einheit, An-/Aus-Schalter (Power Button) und Home Button (zurück zum Hauptmenü) Hauptfaktoren für eine Reparatur der iPhone-Modelle zu sein.

Die häufige Notwendigkeit für eine Reparatur bzw. den Austausch der Akkus in Smartphones ist möglicherweise auf die steigende Nutzungsintensität sowie steigende Funktionsvielfalt von diesen Geräten zurückzuführen. Im Gegensatz zu klassischen Mobiltelefonen stellen Smartphones eine Vielzahl der Funktionen zur Verfügung, die von den Verbraucherinnen und Verbraucher genutzt werden (Abbildung 71):

Abbildung 71 Nutzung der Funktionen eines Smartphones



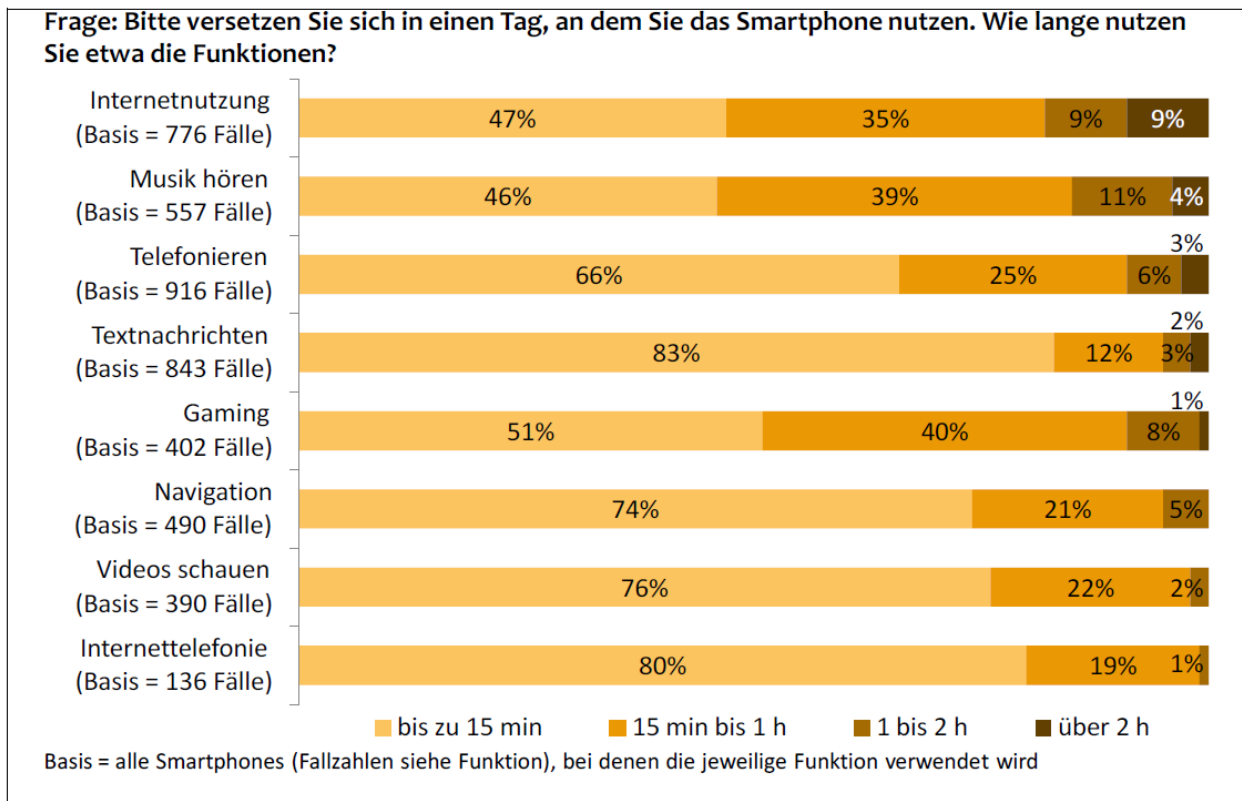
Quelle: Prakash et al. (2014b)

Abbildung 71 zeigt, dass über 80% der Smartphones für die Internetnutzung, über 50% für Navigation, über 40% für Videos und fast 90% zum Fotografieren benutzt werden. Laut der ARD/ZDF-Onlinestudie⁶⁶ (2014) hat sich mit der zunehmenden Verbreitung mobiler Endgeräte die Unterwegs-Nutzung in den vergangenen zwei Jahren mehr als verdoppelt: Lag der Anteil der Onliner, die unterwegs Netzinhalte abrufen, 2012 noch bei 23 Prozent, stieg er 2013 auf 41 Prozent und liegt aktuell bei 50 Prozent. Dabei sind Personen, die mobile Endgeräte wie Smartphone oder Tablets nutzen, mit 6,3 Tagen wöchentlich deutlich häufiger und länger (195 Minuten) im Netz als Personen, die keine mobilen Geräte nutzen (5,1 Tage wöchentlich; 108 Minuten) (ARD/ZDF, 2014).

Die folgende Abbildung 72 verdeutlicht, wie intensiv die unterschiedlichen Funktionen eines Smartphones im Durchschnitt täglich genutzt werden.

⁶⁶ Quelle: <http://www.ard-zdf-onlinestudie.de/>; Zugriff 02.02.2015

Abbildung 72 Tägliche Nutzungsdauer von Smartphones



Quelle: Prakash et al. (2014b)

Die häufige Reparaturbedürftigkeit von Smartphone-Komponenten, wie sie sich bei www.ifixit.com darstellt, könnte demnach in einem Zusammenhang stehen mit der insgesamt hohen/steigenden Nutzungsintensität von Smartphones.

Davon ausgehend, dass die Austauschbarkeit bzw. Wechselbarkeit von Akkus entscheidend für eine längere Nutzung eines Smartphones sein könnte, wurden die Akku-Demontageanalysen der iFixit-Plattform gesondert analysiert (Tabelle 29).

Tabelle 29 Akku-Demontageanalyse der Smartphones durch iFixit (Quelle: iFixit, 2015a)

Modell	Fest-verbauter Akku? (Ja/Nein)	Welche Schritte waren für die Demontage notwendig?	Wie viele Schritte waren für die Demontage notwendig?	Welche Werkzeuge wurden verwendet?	Wie lange (in Minuten) hat die Demontage gedauert)?	Anleitung zur Demontage verfügbar? (Ja/Nein)
Samsung Galaxy S4	Nein	1. Rückabdeckung lösen 2. Akku entnehmen	2	Keine	0,5	Ja
iPhone 6	Ja	1. 2 Schrauben lösen 2. Display mit Saugnäpfen vom Unterteil trennen 3. 5 Schrauben lösen 4. Abdeckung des Kabels der Display Einheit entfernen 5. Kamera und Sensor, Home Button Kabel, Digitizer Kabel und Display Datenkabel lösen 6. Frontabdeckung vom Unterteil abheben 7. 2 Schrauben des Akkuanschlusses lösen Abdeckung des Akkuanschlusses entfernen 8. Akkuanschluss lösen 9. 2 Akkukleber lösen 10. Akku entnehmen	11	P2 Pentalobe Schraubendreher Kleine Saugnäpfe Öffnungswerkzeuge aus Weichplastik Pinzette Heißluftgebläse und Plastikkarte (als Absicherung) Kreuzschlitz #00 Schraubendreher	15	Ja
Fairphone	Nein	1. Rückabdeckung lösen 2. Akku entnehmen	2	Keine	0,5	Ja
Samsung Galaxy S5	Nein	1. Rückabdeckung lösen 2. Akku entnehmen	2	Keine	0,5	Ja
Motorola Atrix 4G	Nein	1. Rückabdeckung lösen 2. Akku entnehmen	2	Keine	0,5	Ja

Modell	Fest- verbauter Akku? (Ja/Nein)	Welche Schritte waren für die Demontage notwendig?	Wie viele Schritte waren für die Demontage notwendig?	Welche Werkzeuge wurden verwendet?	Wie lange (in Minuten) hat die Demontage gedauert)?	Anleitung zur Demon- tage verfügbar? (Ja/Nein)
HTC One	Ja	1. Anwärmen der Klebeflächen, Anheben des Displays 2. Freilegen des inneren Komponentenverbundes durch Lösung vom Rückgehäuse mittels Spatel 3. Abschrauben des Akkusteckers vom Motherboard 4. Entfernung Motherboard 5. Herauslösen des Akkus durch Anhebeln	5	Heißluftgebläse Metallspatel Kreuzschlitz #00 Schraubendreher Öffnungswerkzeuge aus Weichplastik Kleine Saugnäpfe Antistatischer Spatel Pinzette	20	Ja

Tabelle 29 zeigt, dass die Entnahme von Akkus in Modellen ohne fest verbauten Akku in weniger als einer Minute möglich war. Bei zwei Modellen waren 15–20 Minuten sowie eine Reihe von Spezialwerkzeugen für die Akkuentnahme notwendig.

iFixit hat ähnliche Analysen auch für die Demontage von Smartphone-Displays durchgeführt. Die Zusammenfassung dieser Demontage-Analyse ist in folgender Tabelle 30 dargestellt:

Tabelle 30 Display-Demontageanalyse der Smartphones durch iFixit (Quelle: iFixit, 2015b)

Modell	Welche Schritte waren für die Demontage notwendig?	Wie viele Schritte waren für die Demontage notwendig?	Welche Werkzeuge wurden verwendet?	Wie lange (in Minuten) hat die Demontage gedauert)	Anleitung zur Demontage verfügbar (Ja/Nein)
Samsung Galaxy S4	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rückabdeckung lösen 2. microSD-Karte entnehmen 3. Akku entnehmen 4. SIM-Karte entnehmen 5. 9 Schrauben lösen 6. Clips lösen 7. Display-Einheit vom Rahmen abnehmen 8. USB-Port, Kamerakabel, Lautsprecherkabel, Kopfhörer-Buchsen-Kabel, Digitizerkabel und Antennenkabel vom Mainboard ablösen 9. Eine weitere Schraube lösen und Motherboard entnehmen 10. Letzte von insgesamt 11 Schrauben lösen und Kopfhörer-Buchse vom Display trennen 11. Klammern der Display-Einheit lösen 12. Kamera vom Display lösen 13. Lautsprecher vom Display lösen 14. Vibrationseinheit vom Display lösen 15. USB-Port vom Display lösen 16. Antennenkabel lösen 	16	<p>Kreuzschlitz #00 Schraubendreher Antistatischer Spatel Öffnungswerkzeuge aus Weichplastik Pinzette</p>	10	Ja

Modell	Welche Schritte waren für die Demontage notwendig?	Wie viele Schritte waren für die Demontage notwendig?	Welche Werkzeuge wurden verwendet?	Wie lange (in Minuten) hat die Demontage gedauert)	Anleitung zur Demontage verfügbar (Ja/Nein)
iPhone 6	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2 Schrauben lösen 2. Display mittels Saugnäpfen vom Unterteil trennen 3. 5 Schrauben lösen 4. Abdeckung des Kabels der Display Einheit entfernen 5. Kamera und Sensor, Home Button Kabel, Digitalisierer-Kabel, Display Datenkabel lösen 6. Frontabdeckung vom Unterteil abheben 	6	P2 Pentalobe Schraubendreher Kleine Saugnäpfe Öffnungswerkzeuge aus Weichplastik Pinzette Kreuzschlitz #00 Schraubendreher	10	Ja
Fairphone	<ol style="list-style-type: none"> 1. Öffnen der Akkuabdeckung 2. Entnahme Akku 3. SIM-Karte entfernen 4. 5 3,9 mm Kreuzschlitz #000 Schrauben Lösen 5. Gehäuserahmen mit Plastikplektren lösen und entfernen 6. Lautstärkeknopf und Ein-/Ausschalter lösen 7. Antennenkabelstecker mit Spatel lösen 8. Anschluss des Digitalisierer-Kabels durch Abziehen des Schaumstoffbandes freilegen 9. Digitalisierer-Kabel abziehen 10. 3x 2,5mm Kreuzschlitz #000 Schrauben lösen 11. Motherboard leicht anheben 12. Datenkabel von der Rückseite des 	18	6 Plastikplektren zum Geräteöffnen Kreuzschlitz #000 Schraubendreher Antistatischer Spatel Pinzette	5	Ja

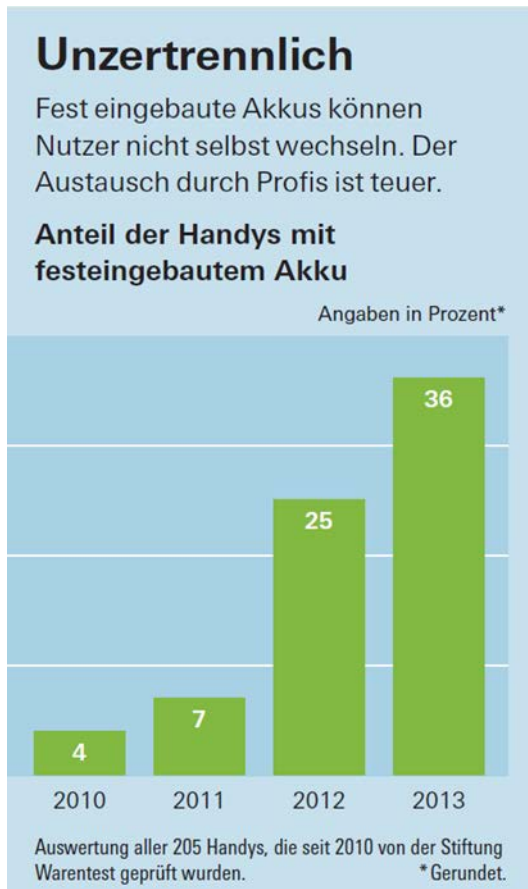
Modell	Welche Schritte waren für die Demontage notwendig?	Wie viele Schritte waren für die Demontage notwendig?	Welche Werkzeuge wurden verwendet?	Wie lange (in Minuten) hat die Demontage gedauert)	Anleitung zur Demontage verfügbar (Ja/Nein)
	<p>Motherboards lösen</p> <p>13. Motherboard entfernen</p> <p>14. Wifi-Antennenkabel lösen, Daughter-board-Kabel lösen</p> <p>16. Schrauben lösen: 2x 2,5mm Kreuzschlitz #000 Schrauben 2x 1,6mm Kreuzschlitz #000 Schrauben</p> <p>17. Durch leichtes Hebeln die Klebeverbindung des Motherboards lösen</p> <p>18. Ohrhörer von der Display-Einheit lösen, Antennenkabel lösen, Gummiführung an der Einbuchtung neben der Öffnung der Frontkamera entfernen</p>				
Samsung Galaxy S5	<p>1. Rückabdeckung lösen</p> <p>2. Akku entnehmen</p> <p>3. microSD-Karte entnehmen</p> <p>4. SIM-Karte entnehmen</p> <p>5. Abdeckung des Home Button Kabels lösen</p> <p>6. Home Button-Kabel lösen</p> <p>7. Erhitzen der Ränder der Glasabdeckung mittels Heißluftgebläse um die Klebeverbindung zu lösen. Anschließend die Abdeckung unter Zuhilfenahme der Plektren lösen.</p> <p>8. Kabel der Soft Buttons lösen</p> <p>9. Displaykabel lösen und Display anheben</p>	9	<p>Öffnungswerkzeuge aus Weichplastik</p> <p>Kreuzschlitz #00</p> <p>Schraubendreher</p> <p>6 Plastikplektren zum Geräteöffnen</p> <p>Heißluftgebläse</p> <p>Antistatischer Spatel</p>	20	Ja

Modell	Welche Schritte waren für die Demontage notwendig?	Wie viele Schritte waren für die Demontage notwendig?	Welche Werkzeuge wurden verwendet?	Wie lange (in Minuten) hat die Demontage gedauert)	Anleitung zur Demontage verfügbar (Ja/Nein)
Motorola Atrix 4G	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rückabdeckung entfernen 2. Batterie durch Hebeln mit Spatel an der markierten Stelle entfernen 3. 8 T5 Schrauben lösen und Rückteil mit Spatel entfernen 4. Antenne vom freigelegten Motherboard abstecken 5. Motherboard mit Spatel lösen und hochklappen 6. Kabelverbindungen vom Motherboard lösen 7. Glasabdeckung durch Erwärmen der Klebeverbindung lösen. 8. Glasabdeckung aufhebeln 9. Digitalisierer-Kabel abtrennen 	9	<p>Heißluftgebläse</p> <p>Öffnungswerkzeuge aus Weichplastik</p> <p>Antistatischer Spatel</p> <p>T5 Torx Schraubendreher</p>	5	Ja
HTC One	<ol style="list-style-type: none"> 1. Erhitzen der Klebeflächen mit Heißluftgebläse, Anheben des Displays mittels Saugnapf 2. Freilegen des inneren Komponentenverbundes durch Lösung vom Rückgehäuse mittels Spatels 3. Abschrauben des Akkusteckers vom Motherboard 4. Entfernung Motherboard 5. Herauslösen des Akkus durch Aufhebeln 6. Herauslösen des Display durch Aufhebeln 	6	<p>Heißluftgebläse</p> <p>Metallspatel</p> <p>Kreuzschlitz #00</p> <p>Schraubendreher</p> <p>Öffnungswerkzeuge aus Weichplastik</p> <p>Kleine Saugnapfe</p> <p>Antistatischer Spatel</p> <p>Pinzette</p>	35	Ja

Tabelle 30 zeigt, dass die Displaymontage bei den untersuchten Smartphone-Modellen zwischen 5 und 35 Minuten beansprucht hat.

Die folgende Abbildung 73 verdeutlicht, dass der Anteil von Handys mit fest eingebauten Akkus zwischen 2010 und 2013 kontinuierlich gewachsen ist. So besaßen 2013 fast 36% der von Stiftung Warentest untersuchten Handys einen fest eingebauten Akku:

Abbildung 73 Auswertung der Stiftung Warentest zu fest eingebauten Akkus



Quelle: test 9/2013, Stiftung Warentest (2013)

In test 11/2014 hat Stiftung Warentest 20 weitere Smartphones getestet. Unter 20 Smartphones waren 7 (ca. 35%) Modelle, die einen vom Nutzer nicht wechselbaren Akku enthielten. Davon wurden vier Modelle von der Stiftung bezüglich der Akkuqualität nur als „befriedigend“ bewertet (Stiftung Warentest 2014a)⁶⁷. In einem früheren Test (7/2014) fand Stiftung Warentest, dass elf von 20 untersuchten Smartphone-Modellen Akkus besaßen, die vom Nutzer nicht wechselbar waren. Davon bekamen drei Modelle die Bewertung „befriedigend“ und ein Modell sogar nur „ausreichend“ (Stiftung Warentest 2014b).

Die Tatsache, dass einige Akkus vom Nutzer nicht wechselbar waren in Kombination mit schlechteren Qualitätsurteilen bzgl. der Akkuleistung, lassen vermuten, dass diese Modelle im Laufe der Nutzung möglicherweise u.a. aufgrund von schwacher Akkuleistung ersetzt werden.

Eine weitere Untersuchung der Stiftung Warentest zeigt allerdings, dass nur 9% der Befragten, die innerhalb von 3 Jahren ihr Handy wechselten, einen Akkudefekt oder schwache Akkuleistung als Ersatzursache genannt haben. 68% der Befragten gaben dagegen an, das Handy innerhalb von 3 Jahren zu wechseln, entweder weil sie einfach ein noch besseres Gerät haben wollten (40%) oder sie durch den Vertrag regelmäßig ein neues Gerät bekommen (28%), d.h. eine psychologische Obsoleszenz.

⁶⁷ Testmethodik der Stiftung Warentest für Akkus: Durch Strommessungen wird die Betriebsdauer beim Telefonieren in GSM/UMTS-Netz sowie die Betriebsdauer im Standbybetrieb, beim Internetsurfen und bei Online-GPS-Nutzung im UMTS/LTE-Netz bestimmt. Auch wird die Ladedauer bestimmt und bewertet, ob sich der Akku vom Anwender wechseln lässt (Stiftung Warentest 2014b).

Abbildung 74 Umfrage Stiftung Warentest zur Motivation für einen Handywechsel



Quelle: test 9/2013, Stiftung Warentest (2013)

In Abschnitt 5.4.2 wurden die Ergebnisse einer Befragung der Stiftung Warentest (Stiftung Warentest 2013) dargestellt. Demzufolge tauschen 42% der Nutzer in Deutschland ihr Mobiltelefon innerhalb von zwei Jahren aus. Etwa 16% der Nutzer tauschen das Mobiltelefon alle drei Jahre aus (Abbildung 54). Zu einem ähnlichen Ergebnis kommt eine weitere Studie des Informationszentrums Mobilfunk (IZMF 2013). Demnach planen 48% der Handynutzer das Mobilfunkgerät/Smartphone noch maximal zwei Jahre zu gebrauchen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die psychologische Obsoleszenz, also der Wunsch, ein funktionierendes Gerät durch ein neues, besseres Gerät zu ersetzen, die entscheidende Rolle bei der Begrenzung der Nutzungsdauer von Smartphones spielt.

6.4 Ursachenanalyse – Notebooks

6.4.1 Werkstoffliche Obsoleszenz

Da Notebooks für den mobilen Gebrauch ausgelegt sind, werden an die Gebrauchseigenschaften andere Anforderungen gestellt als für den stationären Betrieb. So sind das Gewicht und die Größe für den mobilen Gebrauch relevant, außerdem die Akkulaufzeit des Notebooks, ohne dass ein Netzanschluss verfügbar sein muss (Time-off-the-Grid). Maßgebend ist zudem die Robustheit des Gehäuses der einzelnen Komponenten, die durch mobile Nutzungen stärker beansprucht werden. Eine schwächer werdende Akkuleistung bzw. geringere Akkulaufzeit wirkt lebensdauerlimitierend, insbesondere wenn der Akku nicht leicht selbst oder durch einen

Fachhändler um die Ecke ausgetauscht werden kann, wie eine aktuelle Forsa-Umfrage zeigt (Forsa 2013).

Mit fortschreitender Miniaturisierung werden zusätzliche Anforderungen an die Bauteile und das Gerätedesign gestellt, um dem Platzmangel, der Hitzeentwicklung innerhalb des Gehäuses und dem Gewicht des Gerätes Rechnung zu tragen. Der technologische Fortschritt und neue zusätzliche Funktionen führen zu einer zunehmenden Komplexität der elektronischen Schaltkreise, einem zunehmenden Stromverbrauch (z.B. für Videodarstellung) und neuen Komponenten- und Materialtechnologien (WRAP 2011b)⁵¹.

6.4.1.1 Experteninterviews

Bei den im Rahmen dieses Projekts durchgeführten Experteninterviews haben sechs Reparaturbetriebe verwertbare Daten zu möglichen werkstofflichen Ursachen von Obsoleszenz von Notebooks geliefert (siehe Abschnitt 6.1), wobei sich die Antworten eines Reparaturbetriebs auf Notebooks aus dem Businessbereich beziehen. Die folgenden Informationen und Daten sind daher nicht als repräsentativ anzusehen. Dennoch liegen den Antworten langjährige praktische Erfahrungen zugrunde, die Hinweise auf lebensdauerkritische Merkmale der untersuchten Gerätetypen geben. Die einzelnen Bestandteile von Notebooks und die von Reparaturbetrieben in Experteninterviews angegebenen Ausfallwahrscheinlichkeiten sind in Tabelle 31 dargestellt.

Die im Rahmen der Interviews gemachten Angaben stellen eine erste Einschätzung der gerätespezifischen Hotspots lebensdauerlimitierender Faktoren im Gesamtsystem dar und systematisieren die Analyseebenen.

Tabelle 31 Ausfallwahrscheinlichkeiten von Komponenten von Notebooks

Bauteil/Komponente	Ausfallwahrscheinlichkeit			
	nie	selten	häufig	sehr häufig
Hauptplatine/Mainboard		R3, R4	R1, R2	
Prozessor	R1	R2		
Prozessorkühler/-lüfter		R2, R4	R1, R3	
Arbeitsspeicher		R3, R4	R1	R2
Grafikchip		R4	R1, R2	R3
Netzteil		R3, R4	R1, R2	
Ethernet		R1, R2, R3, R4		
WLAN-Antenne (WLAN-Karte)		R1, R2		
Festplattenlaufwerk			R3, R4	R1, R2
optisches Laufwerk (CD/DVD) (i.d.R. Brenner)		R1, R2, R3, R4		
integrierte Controller		R1, R2		
periphere Schnittstellen (USB-Ports, 3,5 mm-Buchse, VGA- bzw. DVI-Ports usw.)		R2, R3, R4	R1	
Display (auch Kontrast)		R4	R1, R2, R3	
Displayabdeckung (inkl. Scharniere)		R4	R1, R2, R3	
Akku			R1, R3, R4	R2

Bauteil/Komponente	Ausfallwahrscheinlichkeit			
	nie	selten	häufig	sehr häufig
Touchpad		R1, R2		
Notebookgehäuse		R4	R1, R2, R3	
Tastatur		R4	R3	

Quelle: Eigene Umfragen; R1: Reparaturbetrieb 1, R2: Reparaturbetrieb 2, R3: Reparaturbetrieb 3, R4: Reparaturbetrieb 4; Angaben von R1–R3 bezogen auf Consumer Notebooks, R4 bezogen auf Business-Notebooks⁶⁸

Bei Consumer-Notebooks sind als die am häufigsten ausfallenden Komponenten Festplattenlaufwerke, Arbeitsspeicher, Grafikchips und Akkus (jeweils sehr häufig) sowie Mainboards, Prozessorlüfter, Netzteile, periphere Schnittstellen, Displays und -abdeckungen (Scharniere) und Notebookgehäuse (jeweils häufig, siehe Tabelle 31) genannt worden. Dabei gibt es teilweise unterschiedliche Einschätzungen zwischen den drei Reparaturbetrieben, was die Ausfallwahrscheinlichkeit von einzelnen Komponenten angeht (siehe Hauptplatine/Mainboard, Netzteil und periphere Schnittstellen).

Auffällig ist, dass sich die Business-Notebooks (R4) bei den Ausfallwahrscheinlichkeiten der Komponenten von Consumer-Notebooks unterscheiden. Bei Business-Notebooks fallen, laut Angaben eines erfahrenen Reparaturbetriebs, Festplattenlaufwerke und Akkus häufig aus. Alle weiteren Komponenten fallen dagegen nur selten aus.

Hauptgründe für die Ausfallwahrscheinlichkeiten, wie sie von den befragten Reparaturbetrieben genannt wurden, sind:

- thermische Probleme,
- mechanische Abnutzung und
- fahrlässiger Umgang.

Laut Angaben der Reparaturbetriebe weisen aktuelle Entwicklungen in der (Sub-)Kategorie Ultrabooks Unterschiede auf, da diese noch deutlich stärker auf den mobilen Einsatz ausgelegt sind als herkömmliche Notebooks. Dabei kommt ein stark verändertes Gerätedesign zum Einsatz, um weniger Gewicht bei höherer Leistung realisieren zu können. Wesentliche Unterschiede zeigen sich bei Ultrabooks bezüglich der Auf- und Nachrüstbarkeit sowie der Reparatur- und Recyclingfähigkeit der Geräte.

Im Unterschied zu herkömmlichen Notebooks müssen folgende Faktoren beachtet werden, die die Lebensdauer limitieren können:

- fest verbaute Akkus,
- eingelötete Arbeitsspeicherelemente und
- festverbaute Festplatten.

Weiterhin betonten die Expertinnen und Experten aus den Reparaturbetrieben, dass die Lebensdauer der verbauten elektrischen und elektronischen Bauteile und Bauteilgruppen einen wesentlichen Faktor für die Funktionsdauer der Geräte darstellen. Diese hängen von der Di-

⁶⁸ Die Angaben von zwei weiteren Reparaturbetrieben sind in Tabelle 31 nicht dargestellt. Diese spiegeln aber ein nahezu ähnliches Bild der Ausfallwahrscheinlichkeiten, wie es von den vier dargestellten Reparaturbetrieben angegeben wurde.

mensionierung der Komponenten und ihrer thermischen Exposition ab. Wie bereits für Aluminium-Elektrolytkondensatoren unter Abschnitt 6.2.1.1 ausgeführt, hat die Platzierung von Bauteilen in der Nähe von Hitzequellen Einfluss auf die Lebensdauer von Bauteilen. Die Beanspruchung steigt und die Alterungsprozesse der eingesetzten Materialien beschleunigen sich. Die Hitzeentwicklung ist bei Notebooks ein Problem für die Konstrukteure. Lüfter und Kühler im Inneren der Gehäuse saugen Außenluft durch die Lüftungslamellen an und transportieren diese zu den besonders empfindlichen Bauteilen (z.B. Prozessor, Grafikkarte). Dabei werden ständig auch Staubpartikel und Luftverunreinigungen angesogen. Diese verstopfen mit der Zeit die Lüftungswege mit dem Ergebnis, dass die Umdrehungszahl des Lüfters steigt. Damit steigt der Stromverbrauch und die Beanspruchung des Rotormotors nimmt zu. Gleichzeitig kann mit zunehmender Verschmutzung das betriebsgewöhnliche innere Temperaturniveau nicht mehr gehalten werden. Dies kann zu durchgeschmorten Prozessoren, Grafikkarten und weiteren Folgeschäden führen.

Bei einem im Rahmen dieser Studie geführten Experteninterview wurde deutlich, dass in verschiedenen Produktionsserien gleicher Geräte unterschiedliche Bauteile und Bauteilkomponenten verbaut seien. Die Zuliefermärkte für elektrische und elektronische Bauteile seien geprägt durch eine hohe Dynamik, hohe Stückzahlen und niedrige Margen. Dieses Marktumfeld mit hoher Wettbewerbsintensität führe zu starken Qualitätsschwankungen. Die Nachverfolgbarkeit in Bezug auf die Lieferkette werde erschwert, da häufig Insolvenzen der oft in Fernost ansässigen Unternehmen aufträten. Laut Herstellerangaben könne trotz umfangreicher Einzeltests und hoher Qualitätsanforderungen an Bauteile und Bauteilkomponenten die Gewährleistung der Zulieferer oft nicht eingefordert werden.

6.4.1.2 Literaturrecherche über die Fehlerursachen

In einer Studie von SquareTrade (2009) wurde auf Basis der Daten eines Garantiedienstleisters die Nutzung von 30.000 Notebooks (Laptops) von zehn verschiedenen Herstellern über die ersten drei Jahre hinweg betrachtet. Die Studie kam zu dem Ergebnis, dass 20,4% der Geräte auf Grund von Hardwarefehlern innerhalb der ersten drei Nutzungsjahre ausgefallen sind und weitere 10,6% der Geräte in dieser Zeit durch Unfälle und unsachgemäßen Gebrauch.

Eine Studie von IDC (2012), im Auftrag eines Herstellers besonders robuster Notebooks, unter 300 Unternehmen zeigte, dass jedes Jahr rund 14% der hier untersuchten Notebooks wegen eines Hardwaredefekts repariert oder ausgetauscht werden mussten und 9,5% bedingt durch einen Unfall. Angaben darüber, welche Unfälle zu Schäden führten, zeigten, dass in den meisten Fällen das Gerät beim Mitführen fallengelassen wurde, gefolgt von verschütteten Flüssigkeiten und Stürzen vom Tisch. Zu den am häufigsten ausfallenden Komponenten zählen laut dieser Studie die Tastatur und der Bildschirm, gefolgt von nicht-exponierten Komponenten wie Akku und Festplatte (IDC 2012).

In vielen Produkttests von Notebooks in Computerfachzeitschriften werden die haptischen und ergonomischen Eigenschaften von Notebooks bewertet (z.B. abgerundete Ecken, Tastatordruckverhalten, Lüftergeräusche, Festigkeit der Ballenunterlagen). Als Problem identifiziert werden dabei die Scharniere an Gehäusedeckeln sowie andere exponierte oder unterdimensionierte Komponenten-Verbindungen, die hoher Beanspruchung ausgesetzt sind. Unbeabsichtigte Stöße und Stürze, aber auch die Dauerbeanspruchung innerhalb der gebrauchstechnischen Parameter führen zu Defekten oder zum Ausfall von Geräten. Ein robustes und widerstandsfähiges Gehäuse ist ein relevanter Faktor gegen Beschädigungen der inneren Komponenten der Geräte durch Stürze und andere versehentliche Belastungen. Abgebrochene Scharniere und andere Komponenten-Verbindungen lassen sich oft nicht ersetzen und nur provisorisch reparieren (Heise 2013).

In einer Studie des britischen Forschungsinstituts WRAP zu Notebooks (WRAP 2011b)⁵¹ wurden systematisch Fehlerquellen von Notebooks identifiziert. Bezüglich der Ausfallwahrscheinlichkeit von Notebooks wird in der Studie berichtet, dass 7% der Geräte im ersten Jahr ausfallen, knapp 20% im zweiten Jahr und nach dem dritten Jahr bereits ein Drittel der Geräte ausgefallen sind (WRAP 2011b). Als kritische werkstoffliche Faktoren, die mit Konstruktion und Bauweisen von Gehäusen zusammenhängen, wurden in der Recherche für Notebooks die folgenden am häufigsten aufgetretenen Fehlerquellen identifiziert (WRAP 2011b):

- LCD-Bildschirme bei Notebooks zerbrechen und sind nur schwer vom Gehäusedeckel zu entfernen,
- Befestigung und Scharniere der Gehäusedeckel bei Notebooks,
- schnelle Ermüdung der Scharniere bei häufigem Gebrauch,
- elektrische Anschlüsse sind nur durch Plastikverbindungen befestigt und werden bei Stromspitzen beschädigt, wenn sie elektrischer Ladung ausgesetzt sind,
- bei manchen Bauweisen neigen elektrische Teile zur Überhitzung (insb. Festplatte und festverbaute Leiterplatten-Komponenten), z.B. wenn Lüftungsschlitze in Richtung Geräteunterseite ausgerichtet sind,
- Tastaturdefekt bei Notebooks, insbesondere weil einzelne Tasten i.d.R. nicht austausch- und ersetzbar sind,
- Überhitzung von Bauteilen durch ungenügende Lüftung, verstopfte Lüftungsschlitze der Lüfter, bei fehlenden Wartungskappen.

6.4.1.3 Ergebnisse der internetbasierten Verbraucherumfrage

Alle Antworten in diesem Abschnitt beziehen sich auf das von den 655 Teilnehmenden der im Rahmen des Projekts durchgeführten Verbraucherumfrage zuletzt entsorgte Notebook.

Neu oder gebraucht gekaufte Notebooks

80 Prozent der Teilnehmenden gaben an, dass das entsorgte Notebook beim Kauf ursprünglich ein neues Gerät war, bei 20 Prozent der entsorgten Geräte handelte es sich um ein beim Kauf gebrauchtes Notebook.

Tabelle 32 Anzahl neu und gebraucht gekaufter Notebooks

War das Notebook beim Kauf neu oder gebraucht?	Häufigkeit	Prozent
Neu	522	79,7
Gebraucht	131	20,0
Ich weiß es nicht.	2	0,3
Gesamtsumme	655	100,0

Alter des Notebooks

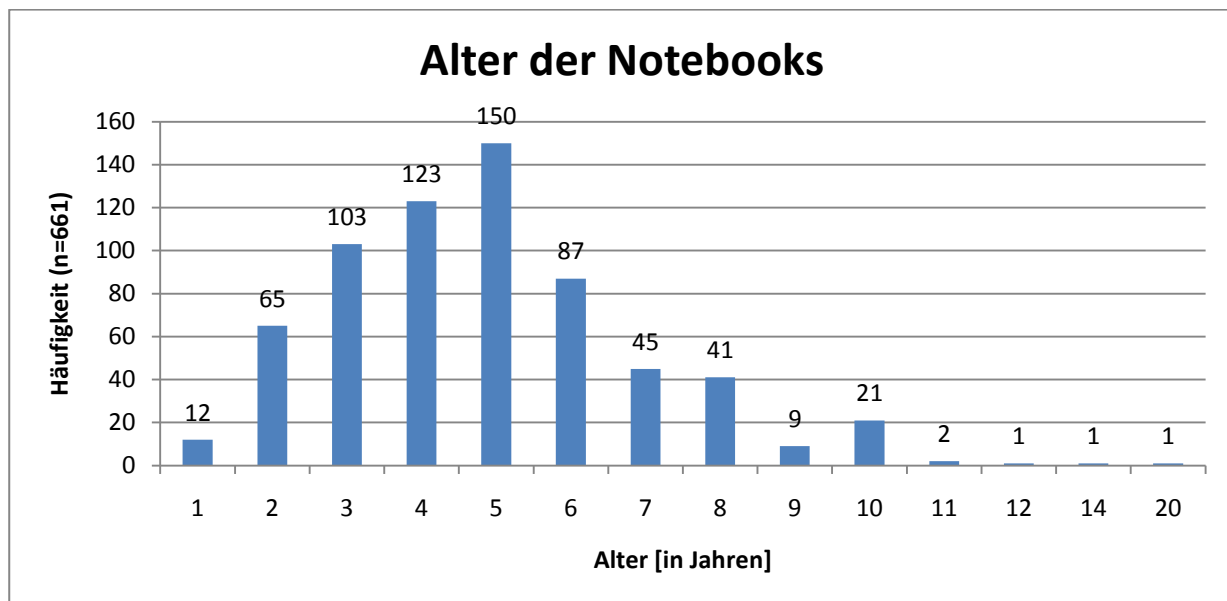
Im Mittel wurden die Notebooks der befragten Personen 4,9 Jahre alt mit einer Standardabweichung von 2,1 Jahren. Das jüngste Notebook wurde nur ein Jahr, das älteste 20 Jahre alt. 50 Prozent der Notebooks in der Umfrage wurden bis zu 5 Jahren alt, siehe Tabelle 33. In Abbil-

dung 75 ist die Altersverteilung nach Jahren gezeigt. Die Häufigkeit der Nennungen nimmt bis zu einem Alter der Notebooks von 5 Jahren zu und fällt danach stark ab.

Tabelle 33 Altersverteilung der Notebooks

Wie alt ist das Notebook ca. geworden? Wenn Sie es nicht genau wissen, dann schätzen Sie bitte einen Wert [in Jahren].								
N	Mittelwert	St.-Abw.	Minim.	Maxim.	Perzentil 25	Median	Perzentil 75	Bereich
661	4,9	2,1	1	20	3	5	6	19

Abbildung 75 Alter der Notebooks



Quelle: Eigene Darstellung

Preis des Notebooks

Knapp über die Hälfte der entsorgten Notebooks wurden ursprünglich im Mittelpreissegment gekauft und 32 Prozent im teuren Markensegment, siehe Tabelle 34.

Tabelle 34 Preis des Notebooks

Wie teuer war dieses Notebook in der Anschaffung?	Häufigkeit	Prozent
Ein günstiges Gerät (No-Name-Marke)	67	10,1
Ein mittelpreisiges Gerät	349	52,8
Ein teures Gerät (Top-Markenprodukt)	210	31,8
Ich weiß es nicht.	35	5,3
Gesamtsumme	661	100,0

Reparatur des Notebooks

30 Prozent der Notebooks wurden während ihrer Nutzungsdauer repariert. In 37 Prozent dieser Reparaturen handelte es sich um einen Gewährleistungsfall; in 55 Prozent der Fälle fand die

Reparatur erst nach Ablauf der Gewährleistung statt. 68 Prozent der entsorgten Notebooks wurden niemals repariert. Siehe Tabelle 35 und Tabelle 36.

Tabelle 35 Reparatur der Notebooks

Wurde dieses Notebook auch einmal repariert?	Häufigkeit	Prozent
Ja	196	30,0
Nein	442	67,6
Ich weiß es nicht.	17	2,4
Gesamtsumme	655	100,0

Tabelle 36 Gewährleistungsfall Notebook

Wurde die Reparatur in der Gewährleistungszeit durchgeführt?	Häufigkeit	Prozent
Die Reparatur wurde in der Gewährleistungszeit durchgeführt.	71	37,4
Die Reparatur wurde erst nach dem Ablauf der Gewährleistungszeit durchgeführt.	104	54,7
Ich weiß nicht, ob die Reparatur innerhalb der Gewährleistungszeit durchgeführt wurde.	15	7,9
Gesamtsumme	190	100,0

Benutzungshäufigkeit des Notebooks

51 Prozent der Teilnehmenden benutzten das Notebook mehrmals täglich, 31 Prozent nutzten das Notebook täglich. 14 Prozent gebrauchten das Notebook mehrmals in der Woche. Selten wurden Notebooks weniger häufig verwendet (Tabelle 37).

Tabelle 37 Nutzungshäufigkeit Notebook

Wie häufig haben Sie dieses Notebook in der Regel benutzt? Wenn Sie es nicht genau wissen, dann schätzen Sie einen Wert.	Häufigkeit	Prozent
Einmal pro Monat	7	1,1
Fast nie	5	0,8
Einmal pro Woche	15	2,3
Mehrmals pro Woche	94	14,3
Täglich	202	30,7
Mehrmals täglich	336	51,0
Gesamtsumme	659	100,0

Entsorgung des Notebooks

Die nicht mehr benutzten Notebooks wurden von den Teilnehmerinnen und Teilnehmern der Umfrage in 41 Prozent der Fälle aufbewahrt, nur 23 Prozent wurden entsorgt. 33 Prozent der Geräte wurden weitergegeben (siehe Tabelle 38). Es besteht die Vermutung, dass die Notebooks aufgrund der gespeicherten privaten Daten aufbewahrt werden.

Tabelle 38 Entsorgung des Notebooks

Was haben Sie mit dem Gerät gemacht? Ich habe das Notebook...	Häufigkeit	Prozent
Entsorgt	154	23,3
Weitergegeben (verschenkt, verkauft)	215	32,5
Aufgehoben	270	40,8
Etwas anderes	22	3,3
Gesamtsumme	661	100,0

Grund für den Neukauf eines Notebooks

In 46 Prozent der Fälle wurde das alte Notebook ausrangiert, da es defekt war. 25 Prozent der Notebooks wurden ersetzt, weil sie zu wenige Funktionen hatten. 17 Prozent der Befragten hatten einen anderen Grund.

Der Vergleich der defekten Notebooks (Tabelle 39) mit den entsorgten Notebooks (Tabelle 38) ergibt, dass höchstens die Hälfte der defekten Notebooks entsorgt wurde.

Tabelle 39 Grund für den Neukauf eines Notebooks

Warum haben Sie das Notebook ausrangiert? Welcher Punkt trifft am meisten zu?	Häufigkeit	Prozent
Das Notebook war defekt.	305	46,1
Das Notebook gefiel mir nicht mehr.	38	5,7
Das Notebook hatte zu wenige Funktionen.	162	24,5
Ich habe ein neues Notebook geschenkt bekommen.	37	5,6
Ich hatte einen anderen Grund.	115	17,4
Das Notebook war nicht sparsam genug.	4	0,6
Gesamtsumme	661	100,0

Zufriedenheit mit der Lebensdauer des Notebooks

Kumulativ waren 62 Prozent mit der Lebensdauer ihres Notebooks zufrieden, 36 Prozent der Teilnehmenden waren unzufrieden (siehe Tabelle 40).

Tabelle 40 Zufriedenheit mit der Lebensdauer des Notebooks

Wie zufrieden waren Sie mit der Lebensdauer dieses Notebooks?	Häufigkeit	Prozent
Die Lebensdauer hat meine Erwartungen erfüllt.	162	24,5
Ich war überrascht wie lange das Notebook gehalten hat.	64	9,7
Es war an der Zeit das Notebook durch ein neues Gerät zu ersetzen.	185	28,0
Ich hätte eine längere Benutzungsdauer erwartet.	151	22,9
Der Laptop hat viel zu kurze Zeit seinen Dienst getan.	83	12,6
Ich weiß es nicht.	15	2,3
Gesamtsumme	660	100,0

Defekt des Notebooks

In ca. einem Drittel der Fälle war der Akku der Grund für den Ausfall, gefolgt von Hardware und Mainboard (jeweils ca. 23%), Bildschirm und Lüfter (jeweils ca. 19%) sowie Grafikkarte (13%).

305 Teilnehmende gaben an, dass ihr Notebook defekt war. Bei insgesamt 530 Nennungen bedeutet dies, dass in mehr als der Hälfte der Fälle mehr als ein Defekt vorlag. Es könnte zum Beispiel sein, dass ein Defekt das Notebook nicht direkt zum Ausfall bringt, aber die Nutzbarkeit beeinträchtigt, und bei einem weiteren Defekt, der ebenfalls keinen Ausfall hervorruft, aber die Nutzbarkeit einschränkt, das Notebook dann ausgetauscht wird.

Tabelle 41 Defekte der Notebooks

Was genau war an dem Notebook defekt?	Häufigkeit	Prozent
Akku	101	33,1
Grafikkarte	41	13,4
Lüfter	58	19,0
Netzteil	35	11,5
Mainboard	70	23,0
Bildschirm	60	19,7
Tastatur	19	6,2
Hardware	72	23,6
Ein anderer Defekt.	46	15,1
Ich weiß es nicht.	28	9,2
Gesamtsumme der Antworten	530	173,8
Gesamtsumme der Teilnehmenden	305	100,0

6.4.2 Funktionale Obsoleszenz

Die funktionale Obsoleszenz ist im IKT-Bereich eine Ursache für den frühzeitigen Austausch technisch noch funktionstüchtiger Geräte. Veränderungen der Leistungsanforderungen durch neue Programme und veränderte Nutzungsweisen erhöhen stetig den Bedarf an Arbeits- und Festplattenspeicher sowie an Grafik und Prozessorleistung (Heise 2014).

Hardwaretreiber und funktionale Obsoleszenz

Die Hardwarekomponenten von Desktop-PC-Systemen, Notebooks und Drucker sind bezüglich ihrer Software-Schnittstellen festgelegt. Die Nutzung ergibt sich aus dem Zusammenspiel von Hardware und Software und erfordert Treiber zur Ansteuerung der Peripheriegeräte. Hersteller legen über die Verfügbarkeit ihrer Treiberversionen fest, für welche Betriebssysteme welcher Funktionsumfang der Hardware genutzt werden kann. Werden für ältere Peripheriegeräte keine Treiber für aktuelle Betriebssysteme herausgegeben, so können diese bei einer Aktualisierung des Betriebssystems gar nicht mehr bzw. nicht im gewohnten Umfang weitergenutzt werden und ein Austausch der Hardware erscheint unumgänglich.

Nach Aussage eines befragten Experten sind hierbei insbesondere die Hersteller der Peripheriegeräte gefordert, da die Support- und Entwicklungszyklen der Betriebssysteme sowie ein Wechsel der Treiberarchitektur langfristig angekündigt werden.

Betriebssystem und funktionale Obsoleszenz

Die Installation eines aktuellen Windows-Betriebssystems (Windows 7 oder höher) lässt sich bei sehr viel älteren Desktop-PCs und Notebooks nicht mehr umsetzen, da die Grenze der Leistungsfähigkeit erreicht ist, obwohl diese technisch noch funktionsfähig wären.⁶⁹ Können die Mindestanforderungen des Betriebssystems nicht eingehalten werden, ist das Betriebssystem auf dieser Hardware nicht lauffähig und muss ausgetauscht werden, obwohl das technische Lebensende noch nicht erreicht ist.

Im April 2014 hat der Marktführer Microsoft den Support für das Betriebssystem Windows-XP eingestellt. Die Einstellung des Software Supports führte dazu, dass sicherheitsrelevante Betriebssystem- und Software-Updates nicht mehr zur Verfügung standen, um Schutz vor Trojanern und Viren zu bieten, welche die in der XP Software (zahlreich) vorhandenen Sicherheitslücken ausnützen können. Außerdem werden durch die Einstellung des Supports zukünftig keine neuen Funktionen durch den Support zur Verfügung gestellt.

Experten gehen zwar davon aus, dass in weltweit mehr als 15% der mittleren und größeren Unternehmen auch nach dem Auslaufen des Supports noch auf 10% der verwendeten Desktop-PCs und Notebooks Windows-XP noch installiert sein wird (Gartner 2013). In den übrigen Fällen erfolgte jedoch der Austausch einer großen Zahl älterer, aber noch funktionstüchtiger Desktop-PCs und Notebooks, ohne dass diese ihr technisches Lebensende bereits erreicht hätten.⁷⁰

Ein befragter Experte betont den Sonderfall von Windows XP, da mit der Einführung dieses Betriebssystems in vielen Firmen und Haushalten auch die Umstellung auf eine digitale Datenverarbeitung und Multimedianeutzung verbunden war. Die hohe Popularität von Windows XP hat bei vielen Nutzern und Nutzerinnen zu einer so starken Gewöhnung geführt, dass als Folge der Remanenz ein gewisses Beharrungsvermögen in der Nutzung von Windows-XP aufgetreten ist. Dieser Effekt lässt sich in dieser Form nicht auf andere Betriebssysteme übertragen.

Am Beispiel von Windows-XP zeigt sich, dass nicht eine geplante Verkürzung der Software-Lebensdauer am folgenden massenhaften Austausch einer älteren Hardwaregeneration verantwortlich ist (immerhin wurde das Betriebssystem 13 Jahre lang unterstützt), sondern dass durch die technische Entwicklung veränderte Nutzungsanforderungen an Hard- und Software gestellt werden, die von einer älteren Hardware Generation nicht mehr unterstützt wird.

6.4.3 Psychologische Obsoleszenz

Der IKT-Sektor ist in der Regel geprägt von extrem kurzen Innovationszyklen und einer hohen Dynamik. Eine Ausnahme bietet der Markt von Desktop-PCs. Dieser gilt als gesättigt und es sind nur noch geringe Wachstumsraten zu erwarten, weshalb dieser Sektor in Zukunft eher schrumpfen als zunehmen wird. Demgegenüber entwickeln sich die Verkaufszahlen von Notebooks dynamisch. Die Verkaufsmengen von Notebooks in Deutschland sind von unter 2 Mio. in 2003 auf über 7 Mio. im Jahr 2011 gestiegen. Danach ist die Verkaufsmenge von Notebooks, möglicherweise aufgrund der zunehmenden Bedeutung von Substituten wie Tablet-PCs, wieder auf unter 6 Mio. im Jahr 2013 gesunken (siehe Abbildung 44).

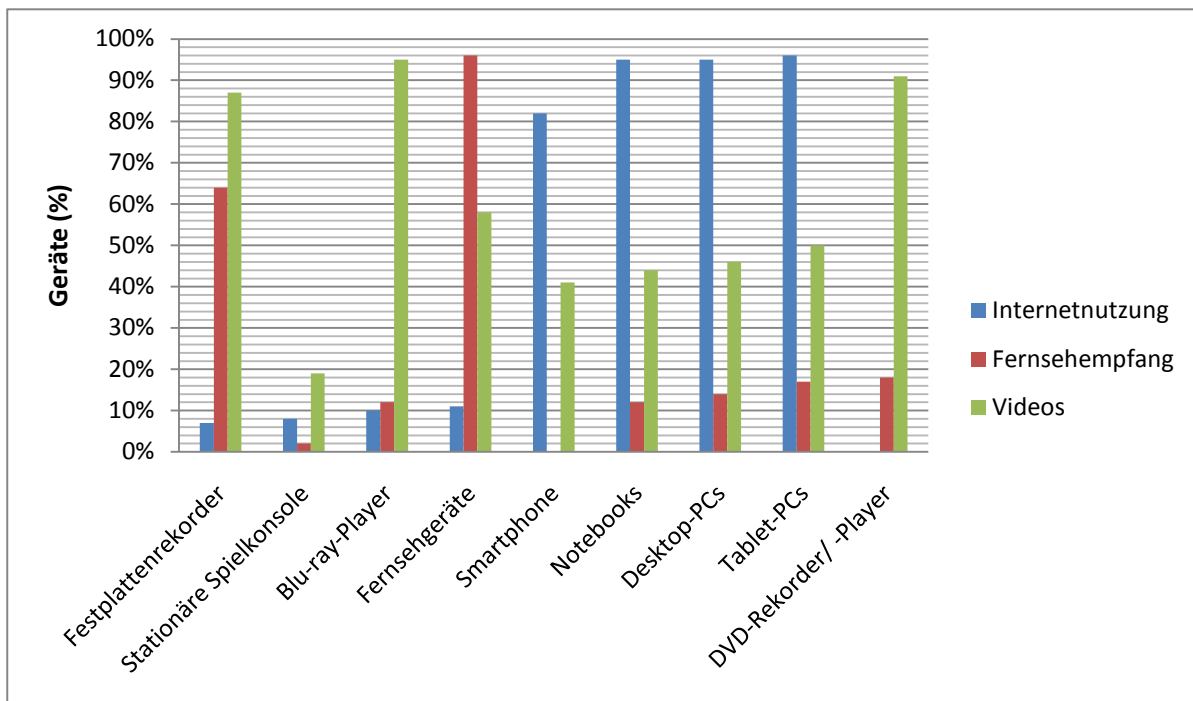
⁶⁹ Für Windows 7 gelten folgende Mindestanforderungen: 1Ghz-Prozessor, 1 GB RAM, 16 GB verfügbarer Festplattenspeicher, DirectX 9-fähiges Grafikgerät.

⁷⁰ „Intel hebt Umsatzprognose fürs zweite Quartal an“, <http://www.zdnet.de/88195725/support-ende-von-windows-xp-intel-hebt-umsatzprognose-fuer-das-zweite-quartal/?PageSpeed=noscript>

Bei Notebooks dienen Produktinnovationen wesentlich der Segmentierung der Märkte. Diese teilen sich in sehr günstige Einstiegs-Angebote, multimedia- und videobearbeitungsfähige Angebote und in High-End-Gamer-Geräte mit jeweils unterschiedlichen Ausstattungen. Lag in den 1990er und frühen 2000er Jahren das Hauptverkaufsargument für ein neues Notebook noch allein in der höheren Leistungsfähigkeit der Neuangebote begründet, so bleibt für die zukünftige Entwicklung eine weitere Diversifizierung des Leistungsspektrums zu erwarten.

Der Trend geht hin zu Geräten, bei denen die Grenzen zwischen Informations-, Kommunikations- und Unterhaltungselektronik zunehmend verwässern, da die Geräte zunehmend multifunktional werden. Prakash et al. (2014b) zeigten in einer im Auftrag des Umweltbundesamtes durchgeführten Studie, dass fast 12% der Notebooks, 14% der Desktop-PCs und 17% der Tablet-PCs für den Fernsehempfang genutzt werden. Zum Videoanschaun werden bereits 44% der Notebooks, 46% der Desktop-PCs, 41% der Smartphones und 50% der Tablet-PCs genutzt.

Abbildung 76 Nutzung von Geräten für Fernsehempfang, Videos anschauen und Internetnutzung



Quelle: Prakash et al. (2014b)

Die Auswertung der Ersatzkaufgründe im Abschnitt 5.4 hat gezeigt, dass die Motivation, ein besseres Gerät zu kaufen, obwohl das alte noch funktionierte, zwischen 2004 und 2007 eine wesentlich größere Rolle gespielt hat als zwischen 2010 und 2012. Im Abschnitt 5.4.1 wurde gezeigt, dass die durchschnittliche Nutzungsdauer der noch funktionierenden Notebooks, die aufgrund des Wunsches nach einem besseren Gerät ersetzt wurden, zwischen 2004 und 2012 ca. sechs Jahre betrug. Diese Daten legen nahe, dass bei Notebooks die psychologische Obsoleszenz inzwischen eine geringere Rolle spielt. Daraus kann geschlossen werden, dass die symbolische Bedeutung von Notebooks als Modeaccessoire oder als Anzeiger für die eigene gesellschaftliche Stellung abgenommen hat. Gleichzeitig kann auch davon ausgegangen werden, dass die Innovationszyklen verlangsamt und die Entwicklungsarbeit in andere Bereiche (z.B. Tablet-Computer) verlagert wurde.

6.4.4 Ökonomische Obsoleszenz

Austauschbare und erweiterbare Teile wie Arbeitsspeicher, Festplatte und Akku stellen lebensdauerlimitierende Faktoren dar, wenn diese nicht durch die Nutzer selbst mit einfachem Werkzeug ausgetauscht werden können (siehe JRC 2014b). Fest verklebte Akkus und Spezialschrauben vor Arbeitsspeichern oder Festplatten bei Ultrabooks, die nur mittels Spezialwerkzeugen geöffnet werden können, stellen in diesem Zusammenhang eine wesentliche Einschränkung dar.

Bislang war für batteriebetriebene Elektro- und Elektronikgeräte im Elektroggesetz geregelt, dass diese so zu gestalten waren, dass die Batterien/Akkus problemlos entnehmbar sein mussten, wobei das Kriterium ‚problemlos entnehmbar‘ nicht näher spezifiziert war. Zumeist wurde dies so verstanden, dass es sich auf die Abfallbehandlung bezieht, wobei auch hier Interpretationsspielräume bei der konkreten Auslegung bestanden. Die zerstörungsfreie Austauschbarkeit durch Verbraucherinnen und Verbraucher war nach gängiger Auffassung bislang nicht erforderlich.

Das kürzlich in Kraft getretene (neue) Elektroggesetz⁷¹ sieht nun in § 4 Absatz 1 (wie auch die Europäische Batterierichtlinie⁷² in Artikel 11) vor, dass Elektro- und Elektronikgeräte, die vollständig oder teilweise mit Batterien oder Akkumulatoren betrieben werden können, möglichst so zu gestalten sind, dass Altbatterien und Altakkumulatoren durch Endnutzer problemlos entnommen werden können. Sind Altbatterien oder Altakkumulatoren nicht problemlos durch den Endnutzer entnehmbar, sind die Elektro- und Elektronikgeräte so zu gestalten, dass die Altbatterien und Altakkumulatoren problemlos durch vom Hersteller unabhängiges Fachpersonal entnommen werden können. Die Europäische Kommission⁷³ vertritt - bezogen auf die Batterierichtlinie - den Standpunkt, dass sich dies sowohl auf die Entsorgung, als auch auf die Lebensphase bezieht. Es soll also für Reparaturwerkstätten und andere Service-Dienstleister möglich sein, nicht mehr funktionierende Batterien zu entnehmen. Eine gerichtliche Klärung der Frage, ob sich dies tatsächlich zwingend aus der Richtlinie ergibt, ist aber bislang nicht erfolgt.

In Ergänzung der allgemeinen Regelung stellt das Elektroggesetz aber in § 4 Absatz 3 klar, dass unter bestimmten Umständen eine Entnahmemöglichkeit nicht erforderlich ist (z.B. aus Sicherheitsgründen). Das ist im Einzelfall zu beurteilen.

Eine aktuelle Forsa-Umfrage unter rund 1.000 Befragten zeigt, dass die Austauschbarkeit des Akkus vor Ort eine wesentliche Bedingung für das Wahrnehmen dieser Möglichkeit und damit zur Verlängerung der Nutzungsdauer von Geräten ist. 61% der Befragten gaben an, dass sie den Akku austauschen lassen und das Gerät weiternutzen würden, wenn sie dies im nächsten Elektronikmarkt vor Ort machen könnten. Nur 10% würden ihr Gerät zum Austausch einschicken, um es dann weiter zu nutzen (Forsa 2013).

⁷¹ Elektro- und Elektronikgerätegesetz vom 20. Oktober 2015 (BGBl. I S. 1739), das durch Artikel 3 der Verordnung vom 20. Oktober 2015 (BGBl. I S. 1739) geändert worden ist.

⁷² Richtlinie 2006/66/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 6. September 2006 über Batterien und Akkumulatoren sowie Altbatterien und Altakkumulatoren und zur Aufhebung der Richtlinie 91/157/EWG (ABl. L 266 v. 26.9.2006, S. 1), zuletzt geändert durch Richtlinie 2013/56/EU vom 20.11.2013 (ABl. L 329 v. 10.12.2013, S. 5).

⁷³ Siehe Kapitel 2.8 in: Frequently Asked Questions on Directive 2006/66/EU on Batteries and Accumulators and Waste Batteries and Accumulators (Updated version, May 2014), <http://ec.europa.eu/environment/waste/batteries/pdf/faq.pdf>, aufgerufen am 30.12.2015.

Das Entnehmen der Batterien zum Zweck des sachgerechten Recyclings ist in Artikel 8 und Anhang VII der europäischen WEEE Richtlinie 2012/19/EU⁷⁴ geregelt. Diese besagt, dass Gerätebatterien einer gesonderten Behandlung zugeführt werden müssen. Die Art der Entnahme während des Recyclingprozess ist im normativen Anhang A.5 des Standards EN 50625-1 (Sammlung, Logistik und Behandlung von Elektro- und Elektronik-Altgeräten (WEEE)) geregelt. Dieser besagt, dass Batterien, die ohne Verwendung von Werkzeugen zugänglich sind, vor einer weiteren Behandlung entfernt werden müssen. Für Batterien, die nicht ohne Verwendung von Werkzeugen zugänglich sind, sind die Anforderungen weniger streng, sodass Recycler die Batterien auch nach mechanischen Vorbehandlungsschritten (mechanischer Geräteaufschluss) aussortieren können.

Laut Angaben der befragten Reparaturdienstleister sind in Tabelle 42 Arbeits- und Ersatzteilkosten für die Reparatur von Notebooks angegeben. Bei Notebooks entstehen für den Austausch von Mainboard, Prozessor und Grafikchip die höchsten Kosten für die Reparatur. Mit geringerem Aufwand können Arbeitsspeicher, Prozessorkühler, Festplatte und bei einigen wenigen das Display erweitert oder ausgetauscht werden.

Tabelle 42 Reparaturkosten bei Notebooks

Bauteil/Komponente	Personalkosten	Ersatzteilkosten	Dauer der Reparatur
Hauptplatine/Mainboard	ab 40 €/Std.	ab ca. 250 €	je nach Aufbau
Prozessor	ab 40 €/Std.	ab ca. 100 €	je nach Aufbau
Prozessorkühler/-lüfter	ab 40 €/Std.	ab ca. 40 €	je nach Aufbau
Arbeitsspeicher	ab 40 €/Std.	ab ca. 39 €	je nach Aufbau
Grafikchip	ab 40 €/Std.	siehe Mainboard	in der Regel unmöglich
Netzteil	ab 40 €/Std.	ab ca. 20 €	5 Min.
Ethernet	ab 40 €/Std.	siehe Mainboard	in der Regel unmöglich
WLAN-Antenne	ab 40 €/Std.	ab ca. 40 €	je nach Aufbau
Festplattenlaufwerk	ab 40 €/Std.	ab ca. 39 €	je nach Aufbau
Optisches Laufwerk (CD/DVD) (i.d.R. Brenner)	ab 40 €/Std.	ab ca. 39 €	je nach Aufbau
Integrierte Controller	ab 40 €/Std.	siehe Mainboard	in der Regel unmöglich
Periphere Schnittstellen (USB-Ports, 3,5 mm-Buchse, VGA- bzw. DVI-Ports usw.)	ab 40 €/Std.	ab ca. 20 €	ca. 2-3 Stunden
Display (auch Kontrast)	ab 40 €/Std.	ab ca. 60 €	45 Min.
Displaydeckel (inkl. Scharniere)	ab 40 €/Std.	ab ca. 70 €	je nach Aufbau
Akku	ab 40 €/Std.	ab ca. 40 €	5 Min.; länger bei fest verbauten Akkus
Touchpad	ab 40 €/Std.	ab ca. 40 €	je nach Aufbau
Notebookgehäuse	ab 40 €/Std.	kaum erhältlich	je nach Aufbau

Quelle: Eigene Umfragen

⁷⁴ Richtlinie 2012/19/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 4. Juli 2012 über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (ABl. L 197 v. 24.7.2012, S. 38).

Das Problem der ökonomischen Obsoleszenz wird anhand eines kleinen eigenen Praxisberichts bestätigt. Dafür wurde ein gebrauchtes Notebook (Intel Core2 Duo 2,0 GHz, 1 GB RAM, 80 GB HDD, 15 Zoll Bildschirmgröße und DVD-Brenner) von einem privaten Anbieter für 131 € gekauft. Das Notebook wird in Internetforen aufgrund der vielen Schnittstellen als besonders geeignetes Notebook zum Aufrüsten gepriesen. Zum Upgrade des Notebooks wurden folgende Maßnahmen getroffen:

- Speicherplatzerweiterung auf 2*2 GB: 70 €
- Ersatz der HDD-Festplatte durch ein SSD mit 150 GB und Klonsoftware: 90 €
- Adapterkabel zum „Festplattenklonen“: 25 €

Insgesamt kostete diese Aktion knapp 316 € und über 3 Stunden Arbeitszeit. Bei einem Stundenlohn eines Reparaturbetriebs von 40 € pro Stunde, würden die Gesamtkosten auf ca. 436 € beziffert. Bei einem Supermarkt-Discounter war allerdings ein neues Notebook gleicher Bildschirmgröße, einer 500 GB Festplatte, 4 GB DDR3 RAM, einem DVD-Brenner, einer Webcam mit Mikrofon und einem Kartenleser für nur 299 € erhältlich.

Für einige Notebookmodelle, insbesondere im Business-Bereich, sind im Gegensatz zu anderen Modellen (z.B. im Consumer-Bereich), ausführliche Anleitungen vorhanden, um einfachere Reparaturen, Upgrades und Wartungsarbeiten selbst vornehmen zu können. Oft ist das Gerätedesign reparaturfreundlicher gestaltet, was eigene Reparaturen, Auf- und Nachrüstungen ermöglicht und damit Kosten reduziert. Ältere Business-Geräte können deshalb noch einen vergleichsweise hohen Wiederverkaufswert erzielen. Die Verfügbarkeit von Veröffentlichungen der Hersteller über den Geräteaufbau, wie Baupläne, Anleitungen oder Schaltpläne, stellt eine wichtige Grundlage für eine kostengünstige Reparatur dar.

Die Qualität der veröffentlichten Informationen kann sehr unterschiedlich sein. Ein Vergleich der veröffentlichten Informationen zwischen verschiedenen Anbietern macht dies deutlich. Ein Anbieter, bekannt für eher günstige Consumer-Notebooks, weist in den Bedienungsanleitungen unter „Wartung“ darauf hin, dass der Lüfter von Zeit zu Zeit von Staub befreit werden solle. Gleichzeitig soll dies durch einen Servicetechniker durchgeführt werden. In der Bedienungsanleitung sind keine Hinweise darüber zu finden, wie das Gerät zu öffnen bzw. wie der Lüfter zu warten ist. Es bleibt dabei für die Konsumentinnen und Konsumenten unbestimmt, welche Kosten für die Wartung auf ihn zukommen. Diese Wartung wird dadurch erschwert und daher möglicherweise in vielen Fällen unterbleiben. Infolge treten die unter Abschnitt 6.4.1 beschriebenen Überhitzungsprobleme auf. Im Vergleich dazu sind als Gegenbeispiele einige Hersteller von Business-Notebooks zu nennen, die für alle ihre Modelle umfangreiche und sehr detaillierte Auf- und Umbauanleitungen herausgegeben haben, was auch komplexere Reparaturen, Wartungsarbeiten und Aufrüstungen in Selbsthilfe ermöglicht (WRAP 2011b).

6.5 Ursachenanalyse – Desktop-PCs

In diesem Abschnitt sind die Ausfallursachen der Desktop-PCs beschrieben. Teilweise gibt es Überschneidungen zum vorherigen Abschnitt zu Notebooks, vor allem bei funktionaler Obsoleszenz (siehe Abschnitt 6.4.2).

6.5.1 Werkstoffliche Obsoleszenz

Im Rahmen des Projekts wurden Experteninterviews mit Reparaturbetrieben durchgeführt. Für die Kategorie Desktop-PCs hat nur ein Reparaturbetrieb auf die Anfrage des Projektteams reagiert, sodass die folgenden Informationen nicht als repräsentativ für Reparaturbetriebe

insgesamt anzusehen sind. Dennoch liegen den Antworten langjährige praktische Erfahrungen zu Grunde, die Hinweise auf lebensdauerkritische Merkmale der untersuchten Gerätetypen geben.

Die Ausfallwahrscheinlichkeiten verschiedener Bauteile und Komponenten von Desktop-PCs auf Basis der Erfahrungsangaben des befragten Reparaturbetriebs sind in Tabelle 43 dargestellt.

Durch die Verknüpfung mit den Kosten für eine Reparatur der Komponenten (siehe weiter unten, Tabelle 44) sind die Angaben nützlich, um die Möglichkeit von Lebensdauerverlängerungen im Rahmen der gegebenen Bedingungen einzuschätzen.

Tabelle 43 Ausfallwahrscheinlichkeiten und Komponenten eines typischen Desktop-PCs

Bauteil/Komponente	Ausfallwahrscheinlichkeit			
	nie	selten	häufig	sehr häufig
Hauptplatine/Mainboard		X		
Prozessor	X			
Prozessorkühler/-lüfter		X		
Arbeitsspeicher			X	
Grafikkarte		X		
Netzteil / Lüfter			X	
Festplattenlaufwerk				X
Optisches Laufwerk (CD/DVD) (ggf. Brenner)			X	
Integrierte Controller	X			
Periphere Schnittstellen	X			
Gehäuse	X			

Quelle: Eigene Umfragen

Zu den in Desktop-PCs am häufigsten ausfallenden Gerätekomponten gehören laut Aussage des befragten Reparaturbetriebs Festplattenlaufwerke, optische Laufwerke, Arbeitsspeicher und Netzteile/Lüfter (siehe Tabelle 43). Hauptgründe sind dafür

- thermische Ursachen,
- Abnutzung und Alterungsprozesse.

Desktop-PCs sind insgesamt eher unspezifisch für den allgemeinen Gebrauch ausgelegt. Sie decken ein breites Einsatzspektrum ab, wie das Surfen im Internet, die Nutzung von gängigen Office-, Mail- und Multimediaanwendungen und darüber hinaus noch 3D-Unterstützung für Spiele. Desktop-PCs weisen zudem eine hohe Flexibilität hinsichtlich Austausch, Aufrüstung und Erweiterungen einzelner Komponenten sowie die Anpassung der Hardware-Konfiguration an die jeweiligen Bedürfnisse auf. Ein lebensdauerlimitierender Faktor besteht dann, wenn durch bestimmte Bauweisen eine nur beschränkte Auf- und Nachrüstung möglich ist. Dies kann zum Beispiel bei Sub-Kategorien wie Nettops oder Thin-Clients der Fall sein.

Nettops (auch Mini-PCs genannt) sind hauptsächlich für die übliche Internetnutzung (E-Mail, Surfen, Videos in Standardauflösung, Online-Spiele) sowie einfache Office-Anwendungen konzipiert. Bei einem Mini-PC (ohne Bildschirm und Tastatur) werden in der Regel das Gewicht (inklusive ggf. vorhandenem externen Netzteil) von 5,0 kg und das Gehäusevolumen von 5,0 Liter nicht überschritten.

Auch Thin Clients, die auf ein eingeschränkteres Anwendungsspektrum ausgelegt sind, stehen im Gegensatz zum allgemeinen Einsatzzweck von Desktop-PCs. Sie sind einfacher ausgestattet, da sie in Netzwerke integriert sind und den größten Teil der Rechenoperationen auf zentrale Server auslagern. Die Hardwareausstattung ist entsprechend reduziert, da auch bereits das Booten des Betriebssystems auf dem Server erfolgen kann. Die Hardware-Anforderungen an Thin Clients sind somit entsprechend geringer als bei Desktop-PCs.

Mini-PCs sind hingegen eigenständige Computer mit gegenüber herkömmlichen Desktop-PCs stark eingeschränkten Möglichkeiten für die Auf- und Nachrüstung.

6.5.2 Funktionale Obsoleszenz

Bei Desktop-PCs stehen für ältere Motherboards oft keine aktuellen Gerätekomponten zur Verfügung, sodass hinsichtlich aktueller Komponenten Kompatibilitätsprobleme auftreten. Bei Grafikkarten waren bei älteren Modellen die Anschlussarten meist nicht abwärtskompatibel. So konnte beispielsweise eine AGP-Karte nicht an PCI-Slots⁷⁵ angeschlossen werden, was zu einem Austausch der älteren Hardware zwang.

Moderne PCI-Express-Grafikkarten, die 2004 eingeführt wurden, sind demgegenüber abwärtskompatibel zu herkömmlichen PCI-Slots, jedoch kommt die zusätzliche Leistung nicht zur Wirkung. Auch im Bereich von USB-Ports für Peripheriegeräte wurde auf die Interoperabilität geachtet. Ein aktueller USB 3.0 Port kann auch von Geräten genutzt werden, die auf USB 1.0/2.0 ausgelegt sind, allerdings auch mit eingeschränkter Performance.

Einschränkungen in der Kompatibilität treten auf, wenn höhere Ansprüche einen Austausch des Prozessors erfordern. Hier muss eine Abwägung getroffen werden, zwischen der zusätzlichen Leistung und dem verfügbaren Angebot der für das Mainboard kompatiblen Prozessor-typen. In diesem Zusammenhang besteht ein limitierender Faktor in der fehlenden Verfügbarkeit von Bios-Updates für neuere Prozessorgenerationen, die zum Mainboard passen (Heise 2014).

Weitere funktionale Faktoren, die zum Ersatz bzw. Austausch der Desktop-PCs führen können, sind unter Abschnitt 6.4.2 dargestellt.

6.5.3 Ökonomische Obsoleszenz

Laut Angaben des befragten Reparaturdienstleisters und Angaben aus Fachzeitschriften (Heise 2014) sind in Tabelle 44 Arbeits- und Ersatzteilkosten für die Reparatur von Desktop-PCs angegeben. Dabei wird deutlich, dass der Ausfall von Hauptplatine oder Prozessor dazu führen kann, dass sich eine Reparatur wirtschaftlich nicht mehr lohnt im Vergleich zu den Kosten für die Neuanschaffung eines Desktop-PCs. Dagegen sind die Kosten für eine Reparatur / einen Austausch von Arbeitsspeicher, Festplatte, Netzteil und Grafikkarte deutlich geringer.

Tabelle 44 Reparaturkosten bei Desktop-PC

Bauteil/Komponente	Personalkosten	Ersatzteilkosten	Dauer der Reparatur
Hauptplatine/Mainboard	ab ca. 40 €/Std.	50-500 €	je nach Aufbau

⁷⁵ Accelerated Graphics Port (AGP) ist eine Anschlussnorm auf der PC-Hauptplatine („Mainboard“) zur direkten Verbindung der Grafikkarte mit dem Chipsatz/ Northbridge.

Peripheral Component Interconnect, meist PCI abgekürzt, ist ein Bus-Standard zur Verbindung von Peripheriegeräten mit dem Chipsatz eines Prozessors (Wikipedia).

Bauteil/Komponente	Personalkosten	Ersatzteilkosten	Dauer der Reparatur
Prozessor	ab ca. 40 €/Std.	50-500 €	30 Min.
Prozessorkühler/-lüfter	ab ca. 40 €/Std.	ab 20 €	20 Min.
Arbeitsspeicher	ab ca. 40 €/Std.	ab 30 €	10 Min.
Grafikkarte	ab ca. 40 €/Std.	ab 30 €	30 Min. inkl. Treiber
Netzteil/Lüfter	ab ca. 40 €/Std.	ab 25 €	20 Min.
Festplattenlaufwerk	ab ca. 40 €/Std.	ab 39 €	je nach Umfang
Optisches Laufwerk (CD/DVD) (ggf. Brenner)	ab ca. 40 €/Std.	ab 25 €	15 Min.
Integrierte Controller	ab ca. 40 €/Std.	-	siehe Mainboard
Periphere Schnittstellen	ab ca. 40 €/Std.	-	siehe Mainboard
Gehäuse	ab ca. 40 €/Std.	ab 30 €	je nach Aufbau

Quelle: Eigene Umfragen

6.6 Ursachenanalyse – Drucker

6.6.1 Werkstoffliche Obsoleszenz

6.6.1.1 Beispiel aus den Medien: Tintenschwämmchenreservoir bei Tintenstrahldruckern

Die mediale Berichterstattung zur geplanten Obsoleszenz greift immer wieder das Thema des „programmierten Druckertods“ auf. Hintergrund ist, dass beobachtet wurde, dass manche Tintenstrahldrucker kurz nach Ablauf der gesetzlichen Gewährleistungsfrist melden, dass der Drucker von einem Kundendienst gewartet werden müsse bzw. nicht mehr weiterbetrieben werden sollte (siehe z.B. Arte 2010).

In der Kritik steht dabei die beobachtete Thematik, dass Tintenstrahldrucker nach einer bestimmten Anzahl gedruckter Seiten bzw. Druckvorgängen⁷⁶ per Softwaresteuerung den Weiterbetrieb einstellen. Hintergrund ist, dass die Düsen der Druckköpfe von Zeit zu Zeit gereinigt werden müssen. Hierzu spült der Drucker eine winzige Menge Tinte durch den Druckkopf, die dann in ein hierfür vorgesehenes Reservoir für die Resttinte abgeleitet wird. Dieses Reservoir, auch Tintenschwämmchenreservoir, Dipper oder Waste-Ink-Pad genannt, besteht aus einer saugfähigen Fasermatte, die auf ein „normales“ Druckerleben hin ausgelegt ist. Wann die Fasermatte hinreichend mit Tinte gesättigt ist, wird in der Regel nicht durch einen Sensor real bestimmt, sondern ein eingebauter „Tröpfchenzähler“ sorgt dafür, dass die konstruktionsbedingte Auslegung des Reservoirs nicht überschritten wird, da bei einer Überfüllung Resttinte aus dem Gerät auslaufen und Folgeschäden (z.B. verunreinigte Möbel, Teppiche usw.) verursachen kann⁷⁷.

Der Tröpfchenzähler ist meist in Form eines seriellen EEPROM-Bauteils⁷⁸ (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) im Drucker verbaut. Für viele Hersteller und Modelle gibt

⁷⁶ In manchen Laserdruckern ist ein ähnlicher Zähler verbaut, der z.B. nach 50.000 gedruckten Seiten meldet, dass das Gerät nun zur Wartung beim Kundendienst gebracht werden soll (<http://www.struzyna.de/Drucker-Reset.html>).

⁷⁷ Quelle: <http://www.druckerchannel.de/artikel.php?ID=3285&>

⁷⁸ Ein nichtflüchtiger elektronischer Speicherbauteil, dessen gespeicherte Information elektrisch gelöscht werden kann (Wikipedia)

es Anleitungen im Internet, um den Zähler zurückzusetzen⁷⁹, das heißt die Sicherheitsfunktion außer Betrieb zu setzen und das Gerät weiter nutzen zu können, aber mit der Gefahr, dass Tinte austreten kann. Eine typische Anleitung zum Zurücksetzen des Zählers sieht folgendermaßen aus⁸⁰:

- Schalten Sie den Drucker aus.
- Drücken und halten Sie die Resume-Taste.
- Drücken und halten Sie die Power-Taste.
- Halten Sie so beide Tasten für fünf Sekunden gedrückt.
- Lassen Sie die Resume-Taste los.
- Drücken Sie 2x auf die Resume-Taste.
- Lassen Sie die Power-Taste los.

Der „programmierte Druckertod“ steht also im Zusammenhang mit einer Schutzvorrichtung, die weitere Folgeschäden wie Verschmutzungen verhindern soll. Der kausale Zusammenhang zwischen dem Tröpfchenzähler als „geplantem Druckertod“ kann so nicht aufrechterhalten werden. Nichtsdestotrotz zeigt eine kritische Betrachtung der Schutzvorkehrung jedoch, dass der Auslaufschutz technisch auch anders realisiert werden kann, ohne gleich die Funktion des ganzen Geräts stillzulegen. Dabei werden austauschbare Resttintenbehälter eingesetzt, die in Modellen ab der mittleren Preisklasse zum Einsatz kommen. Auch ist zu bemängeln, dass Verbraucherinnen und Verbrauchern bei Kauf diese begrenzte Kapazität des Tintenschwämmchenreservoirs häufig nicht bekannt ist.

6.6.1.2 Literaturoswertung

Kritische werkstoffliche Faktoren bei Druckern wurden in der Literaturrecherche identifiziert. Die am häufigsten aufgetretenen Fehlerquellen sind demnach (WRAP 2013)⁵¹:

- Befestigung und Scharnier der Gehäusedeckel bei Multifunktions-Druckern, Ermüdung durch häufigen Gebrauch,
- Befestigung und Scharnier von Scannerdeckel, Papierfach bei Multifunktions-Druckern,
- elektrische Anschlüsse sind nur durch Plastikverbindungen befestigt und werden bei Stromspitzen beschädigt, wenn diese elektrischer Ladung ausgesetzt sind (alle Produktklassen),
- elektrische Teile überhitzen,
- verstopfte Tintendüsen (bei Tintenstrahldruckern).

Außerdem werden folgende Faktoren genannt⁸¹ (siehe auch Abschnitt 6.6.1.1):

- EEPROM-Chip (Tröpfchenzähler).
- Tintenschwämmchenreservoir.

⁷⁹ Siehe z.B. <http://www.struzyna.de/Drucker-Reset.html>

⁸⁰ Quelle: http://www.druckerchannel.de/artikel.php?ID=2744&seite=7&t=schritt_1_zaehler_zuruecksetzen

⁸¹ Quellen: <http://struzyna.de>, www.murks-nein-danke.de

Das Verstopfen der Düsen wirkt sich, je nachdem ob der Druckkopf im Drucker eingebaut oder in die Tintenpatrone integriert ist, unterschiedlich auf die Lebensdauer von Druckern aus:

Wenn die Düsen des Druckkopfs eintrocknen, kann es zur Folge haben, dass die Qualität des Ausdrucks schlechter wird und im schlimmsten Fall der ganze Druckkopf kaputt geht. Patronen mit integriertem Druckkopf sind zwar in der Anschaffung etwas teurer, bieten aber vor allem Vorteile, wenn selten gedruckt wird. Ist der Druckkopf in die Tintenpatrone integriert, so wird er bei jedem Patronenwechsel automatisch erneuert. Dies verlängert unter Umständen die Lebensdauer des Druckers (EcoTopTen 2015).

Ist der Druckkopf in den Drucker eingebaut, gibt es im Falle des Defekts zwei Möglichkeiten (EcoTopTen 2015):

- Der Druckkopf ist austauschbar im Drucker integriert und kann unabhängig von der Tintenpatrone gewechselt werden. Hersteller empfehlen einen regelmäßigen Wechsel, zum Beispiel nach einer bestimmten Anzahl gedruckter Seiten.
- Der Druckkopf ist fest im Drucker eingebaut und kann nur von einem Spezialisten ausgetauscht werden. Unter Umständen kann der Druckkopf gar nicht repariert werden, sodass man beim Defekt des Druckkopfs einen ganz neuen Drucker benötigt.

6.6.1.3 Experteninterviews

Nach Aussage eines Herstellers (eigene Befragung) wird das Design eines langlebigen Druckers durch folgende Komponenten wesentlich beeinflusst:

- im Falle elektrischer Komponenten:
 - die Dimensionierung von Elektrolyt-Kondensatoren,
 - Lüftungskühler;
- im Falle mechanischer Komponenten:
 - Getriebe, Motoren, Verbindungen, Walzen und Riemen,
 - Abdeckteile, Bedienungsfelder,
 - bildgebende Einheit, Übertragungsriemen und -walzen, Fixiereinheit.

Nach Angaben desselben Herstellers fallen während der firmenintern definierten Produktlebensdauer von fünf Jahren alle Komponenten eines Druckers selten aus. Weitere Details bezüglich der Ausfallwahrscheinlichkeit in Prozent von einzelnen Komponenten wurden nicht angegeben.

Ein weiterer Hersteller, der keine Angaben über die firmenintern definierte Produktlebensdauer machte, gab an, dass Hauptplatine/Mainboard sehr häufig (entspricht $\geq 5\%$ Ausfallwahrscheinlichkeit) und Netzteile sowie Lüfter häufig (entspricht 1% bis $\leq 5\%$ Ausfallwahrscheinlichkeit) ausfallen. Der Ausfall dieser Komponenten würde nach Angaben des Herstellers nicht zum Ende der Produktlebensdauer führen, weil sie ersetzt und repariert werden können.

6.6.2 Funktionale Obsoleszenz

Neue Treiberversionen und Druckprogramme für ältere Drucker und Scanner werden von den Herstellern für aktuelle Betriebssysteme nicht immer angeboten. Anwenderinnen und Anwender, die sich an die Nutzung eines Betriebssystems oder eines bestimmten Programms gewöhnt

haben, können die alten Geräte oft nicht zuverlässig weiternutzen, oder diese sind in ihrem Funktionsumfang auf rudimentäre Dienste eingeschränkt.

Dies kann am Beispiel der ursprünglich unter Windows-XP mitgelieferten Treiber, die im Rahmen der sogenannten TWAIN-Schnittstellen für Drucker, Scanner und andere Peripheriegeräte benötigt wurden, illustriert werden. Beim Wechsel zum aktuelleren Windows 7 kommt nun die sogenannte WIA-Schnittstelle zum Einsatz, für die nur in eingeschränktem Maße die gewohnten Hardware-Funktionen über den mitgelieferten Treiber verfügbar sind. Von Hersteller-Seite werden für ältere Produktserien keine aktuellen WIA-kompatiblen Treiber mehr zur Verfügung gestellt, sodass Scan- und Druckfunktionen nicht mehr reibungslos unter Windows 7 verfügbar sind (Aussage in einem Interview).

6.6.3 Ökonomische Obsoleszenz

Eine Studie des Öko-Instituts hat gezeigt, dass die Lebenszykluskosten von Multifunktionsgeräten (über eine Lebensdauer von 5 Jahren) in hohem Maße von den Kosten für Toner (ca. 65 Prozent) und von den Kosten für Papier (23 – 38 Prozent) abhängen. Die Stromkosten machen mit 1 bis 2 Prozent hingegen nur einen geringeren Anteil aus. Auch die Anschaffung hat mit 5 bis 10 Prozent nur einen relativ geringen Anteil (Öko-Institut 2013). Die hohen Kosten für Tinte bzw. Toner sind einerseits abhängig vom konkreten Verbrauch, aber auch von den Kosten für den Neukauf von Tintenpatronen oder Tonerkartuschen.

Der im Vergleich zum Gesamtverhältnis hohe Anteil der Verbrauchskosten gibt einen Hinweis auf einen vorzeitigen Austausch der Geräte, wenn die Anschaffung von Zubehör wie Tintenpatronen/Tonerkartuschen oder die Reparatur der Geräte im Verhältnis zu den Kosten für eine Neuanschaffung des gesamten Gerätes deutlich teurer ist. Diesem Umstand trägt auch eine für das Druckersegment im Consumer-Bereich typische Verkaufsstrategie Rechnung. Die Geräte selbst werden relativ günstig angeboten, das benötigte Druckerzubehör ist im Verhältnis teuer.

Dagegen haben sich Fremdanbieter im Markt für Druckerzubehör positioniert, die günstigere Alternativen anbieten (Tabelle 45), obwohl die Qualität der Tinten umstritten ist, insbesondere wenn die Nachfülltinte nicht entgast ist und hierdurch Luft in den Druckkopf eingetragen wird⁸². Laut EcoTopTen (2015) liefern allerdings Fremdtinten in Qualitätstests häufig zufriedenstellende Druckergebnisse (siehe auch Stiftung Warentest 2015), teilweise schneiden sie sogar besser ab als Originaltinten. Mittlerweile widerstehen viele Fremdtinten dem Sonnenlicht genau so gut wie die Originaltinten. In der Regel ist die höchste Druckqualität aber immer noch mit der Originaltinte des Druckanbieters zu erzielen. Ist die Qualität der Fremdtinten deutlich schlechter gegenüber dem Original, sollte zwischen Kostenersparnis und Qualitätsverlust abgewogen werden⁸³.

Die Befürchtung, dass durch die Benutzung von Fremdpatronen die Garantie für den Drucker verfällt oder dem Drucker Schäden zugefügt werden, ist laut Stiftung Warentest unbegründet. Probleme kann es danach nur geben, wenn ein Schaden nachweislich durch die Fremdpatrone verursacht wurde. In diesem Fall gibt es aber auch die Möglichkeit, sich an den Hersteller der Fremdpatrone zu wenden (EcoTopTen 2015).

⁸² http://www.hitech.bfh.ch/de/archiv/hitech_32013/focus/labor_entgasungsstation_fuer_inkjet_tinten.html; Zugriff: 18.11.2015

⁸³ Siehe Qualitätstests der Stiftung Warentest in Stiftung Warentest (2015). Stiftung Warentest (2014c) und Stiftung Warentest (2012)

Auf der anderen Seite gibt es nicht für jeden Drucker kostengünstige Alternativpatronen. Der Nachbau wird vor allem dann erschwert, wenn die Originalpatronen einen Füllstandchip enthalten oder die Kartuschen patentrechtlich geschützt sind (EcoTopTen 2015).

Tabelle 45 Vergleich der Tinten- und Tonerkosten zwischen Original und Fremdanbieter

	Kosten pro Textseite in Cent		Kosten pro DIN-A4-Foto in Cent	
	Original	Fremdanbieter	Original	Fremdanbieter
Tinte	5,5	2,7	152,1	62,8
Laser	4,0	2,3	97,5	56,7

Quelle: EcoTopTen (2015)

6.7 Ursachenanalyse – Waschmaschinen

6.7.1 Werkstoffliche Obsoleszenz

6.7.1.1 Beispiel aus den Medien: Kunststofflaugenbehälter bei Waschmaschinen

In den Medien wird als typisches Beispiel für geplante Obsoleszenz bei Waschmaschinen oft der Einsatz von Kunststoff anstelle von Edelstahl als Material für den Waschbottich genannt:

Beispiel 1: „Ein weiterer Fall von geplanter Kurzlebigkeit wurde im R.U.S.Z. (Reparatur- und Service-Zentrum – <http://www.rusz.at/>) unter den Billig-Waschmaschinen entdeckt. In denen finden sich keine Edelstahl-, sondern Plastikbottiche. Und das Lager lässt sich auch nicht, wie bei hochwertigeren Geräten, leicht tauschen – sondern ist fix eingepresst. Und genau diese Lager geben dann nicht irgendwann, sondern innerhalb nur weniger Jahre schon den Geist auf – weil auch die Stoßdämpfer für die 1.600 Touren dieser Geräte zu schwach bemessen sind. Das heißt, dass dann in absehbarer Zeit der ganze Bottich getauscht werden müsste. Und das macht natürlich niemand.“ (David-Freihsl 2012)

Beispiel 2: „Nahezu alle Waschmaschinenproduzenten haben den Laugenbehälter, in dem sich die Waschtrommel dreht, vom früheren Edelstahlbottich gegen heutige Kunststofflaugenbehälter (KS-Bottich) ausgewechselt. Die geringere Belastbarkeit des Materials führt zu bisher unbekannten Schäden, verursacht teure Reparaturen, die letztlich einen wirtschaftlichen Totalschaden begründen, und verkürzt die Gebrauchsdauer deutlich. Dabei wurde die Aufhängung der Lager geändert (statt Lagerkreuz, Einpressung in den Kunststoffbehälter).“ (Schridde et al. 2012)

Ergänzende Informationen: „Die relativ instabilen Lagersitze im KS-Bottich führen insbesondere bei Frontladern zu dynamischen Undichtigkeiten der Wellenabdichtungen und in Folge zu einem Versagen der Lager durch Rost. So ist es möglich, dass die Trommellager trotz scheinbar großzügiger Dimensionierung oft schon nach wenigen Jahren defekt sind, während bei Waschmaschinen mit Lagerkreuz oft selbst nach 20 Jahren diesbezüglich kein Ende in Sicht ist. Eine Reparatur ist ohne Austausch des hinteren Halbbottichs oft nicht oder kaum möglich und mit neuem Halbbottich i.d.R. nicht mehr rentabel.“ (Schridde et al. 2012)

Beispiel 3: „Eine Waschmaschine mit Plastikbottich hält oft kaum drei Jahre. Bei einem Bottich aus Edelstahl kann die Lebensdauer 20 Jahre und mehr betragen. Aus welchem Material der Bottich ist, kann man häufig selbst überprüfen, indem man die Türmanschette ein wenig zur Seite zieht.“ (KONSUMENT 2/2013)

Als Kunststoff für die Herstellung von Waschmaschinenbottichen wird oft glasfaserverstärktes Polypropylen eingesetzt. Haupteigenschaften von Polypropylen sind (Licharz o.J.):

- niedrige Dichte im Vergleich zu anderen Werkstoffen (0,91 g/cm³),
- minimale Wasseraufnahme (< 0,01%),
- hervorragende chemische Beständigkeit auch gegen Lösemittel,
- Hohe Korrosionsbeständigkeit,
- relativ hohe Oberflächenhärte,
- sehr guter elektrischer Isolator,
- physiologisch unbedenklich.

Zum Aspekt der Zuverlässigkeit von Waschmaschinenbottichen aus Kunststoff befragt, meinen Fachleute von im Rahmen dieser Studie befragten Hausgeräteherstellern, dass „auch in anderen Industriezweigen metallische Werkstoffe durch Kunststoffe abgelöst werden, z.B. Kraftstofftank im Automobil, Karosserieteile im Kfz“. Auf die Frage, ob sich Bauteile aus Kunststoff genauso zuverlässig auslegen lassen wie Bauteile aus (Edel-)Stahl, stellen befragte Fachleute fest: „Ja. Die konstruktive Auslegung, vor allem hinsichtlich der Strukturmechanik, chemischer Beständigkeit und thermischen Belastungen, ist jedoch grundsätzlich unterschiedlich zu metallischen Werkstoffen. Entscheidend ist ausreichendes Knowhow im Bereich der Auslegung von hochbelasteten Kunststoffbauteilen. Gestützt durch Berechnung und Simulation, einer langjährigen Erfahrung in der Gestaltung von Kunststoffbauteilen und dem Einsatz geeigneter Verifikationsverfahren (Test und Analyse), ist die Firma X (Auslassung durch Autor aus Anonymitätsgründen) in der Lage, Bauteile aus Kunststoff anforderungsgerecht auszulegen. Seit Beginn der 90er Jahre setzt diese Firma einen speziell für diese Anwendung entwickelten Kunststoff als Werkstoff für Laugenbehälter ein. Diese erweisen sich im Kundeneinsatz seit vielen Jahren als sehr zuverlässig.“ Dass der Einsatz von Kunststoff als Bauteil nicht nur Kostenvorteile bieten kann, macht die Liste an Vorteilen klar, die nach Meinung von im Rahmen dieser Studie Befragten bestehen:

„Gegenüber Behältern aus Edelstahl bietet der Kunststoffbehälter verschiedene Vorteile:

- a) Bei Kunststoffbehältern ist keine Korrosion möglich.
- b) Durch die dämpfende Eigenschaft des Materials hat der Kunststoffbehälter ein besseres Geräuschverhalten.
- c) Die thermische Abstrahlung bei Kunststoff ist geringer, so dass ein geringerer thermischer Verlust entsteht.“

Die unabhängigen Untersuchungen der Stiftung Warentest über die Lebensdauer von Waschmaschinen (Abschnitt 6.7.1.2) der letzten 15 Jahre an rund 600 Maschinen (=196 Modelle á drei Geräte pro Test) zeigen, dass es nur an wenigen Geräten zu Problemen gekommen ist, die man einem Kunststoffbottich zuordnen könnte⁸⁴. Dabei ist davon auszugehen, dass rund 90% der getesteten Geräte über einen Kunststoffbottich verfügen. Allerdings hat die Stiftung Warentest bisher nur Geräte in Preisklassen größer als 350 € getestet.

⁸⁴ Von diesen 196 Modellen sind an 41 Modellen Probleme während der Prüfung einer 10-jährigen Benutzung aufgetreten, die zu einer ‚mangelhaften‘ Bewertung der Lebensdauer durch die Stiftung Warentest geführt haben.




Die These, dass durch den Einsatz von Kunststoff als Werkstoff für den Laugenbehälter eine geplant Obsoleszenz hervorgerufen wird, kann damit nicht bestätigt werden.

6.7.1.2 Wissenschaftliche Studien / Testberichte




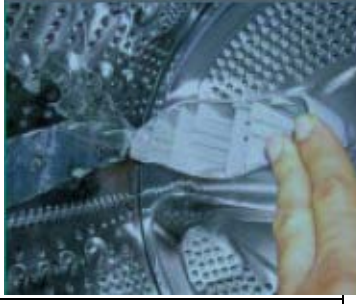
Stiftung Warentest

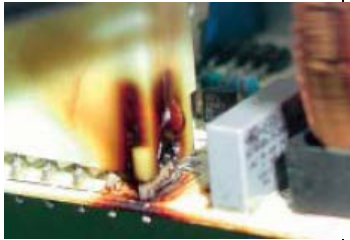


In Tabelle 46 sind die Ergebnisse der Lebensdaueruntersuchungen der Waschmaschinen zusammengefasst, die die Stiftung Warentest in den letzten 15 Jahren durchgeführt hat (Jahre 2000-2014). In diesen Tests wurden die Probleme identifiziert, die die Lebensdauer von Waschmaschinen begrenzt haben. Insgesamt sind dabei rund 600 Waschmaschinen getestet worden von 196 verschiedenen Modellen.








Tabelle 46 Ergebnisse der Lebensdaueruntersuchung an Waschmaschinen der letzten 14 Jahre⁸⁵



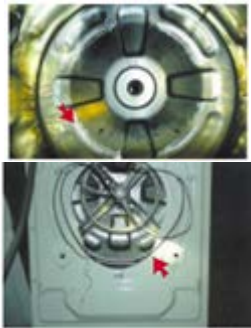

Jahr der Veröffentlichung	Anzahl der Maschinen im Test	Gerätebezeichnung	Lebensdauerproblem	Bild (falls veröffentlicht)
2014/11	13	LG F 14A8QDA	Gummi wurde undicht	
		Gorenje W 8544 T	Zwei Geräte fielen in der ersten Hälfte des Dauertests aus wegen abgelöster Dämmmaterialien	
		Beko WBB 71443 LE	Nach rund der Hälfte des Dauertests fielen zwei Geräte mit Elektronikschäden aus	
		Bauknecht WA Plus 784 DA	3 x Start-Taste kaputt	
2013/11	12	Haier HW80-B1486	1 von 3 ausgefallen wegen Lagerschaden und anderen Problemen	
		Gorenje W7543 T	Wasserzulaufschlauch aufgerieben	
2013/1	13	Gorenje WA 72149	Unbekannt	
		Candy EW0 1483DW	Wasserleckage	

⁸⁵ Eigene Zusammenstellung, Quelle: Zeitschrift test der Stiftung Warentest

Jahr der Veröffentlichung	Anzahl der Maschinen im Test	Gerätebezeichnung	Lebensdauerproblem	Bild (falls veröffentlicht)
2011	14	Gorenje WA 72147 AL	2 von 3 ausgefallen wegen Motorproblemen	
		Haier HW70-BW140	2 von 3 ausgefallen wegen Loch im Verbindungsteil zwischen Einspülkammer und Bottich	
2010	14	Candy GO 1460D	Trommelmantel geöffnet und die ganze Maschine zerstört	
2009	10	Bauknecht WA pure XL	Loch im Türbalg	
		LG F1403 TD	Gelockerter Lüfter + defektes Heizelement	
2008	13	Bauknecht WA Pure XL 12 BW	Probleme der Elektronik	
		Blomberg	Probleme der Elektronik	
		AEG-Electrolux Lavamat 72850	Leckage des Bottichs	
2007	11	LG WD-14370 FD	Stopp des Programms	
		Bauknecht WA Pure 14 Di	Fehler im Schalter	
		Samsung WF-B146 NV	Türfeder gebrochen	

Jahr der Veröffentlichung	Anzahl der Maschinen im Test	Gerätebezeichnung	Lebensdauerproblem	Bild (falls veröffentlicht)
2006	15	EBD WA 3112	Probleme der Elektronik	
		Indesit WIE 127	Befestigung des Ballastgewichts gelockert	
		Samsung B 1245 AV	Trommelmantel geöffnet	
2005	11	Bauknecht WAK 8788	Heizelement durch Trommel ausgeschliffen	
			Kontakt am Heizelement gebrochen	
		Blomberg WAF 1340 A	Fehler der Kohlebürsten	
		Ariston AWD 149	Temperatursensor gebrochen und Kontaktprobleme	
2004	10	Bauknecht Dynamic Sense WAL 10988	Kleinere Probleme mit Steuerung	
		Blomberg WA 54611	Kleinere Probleme	
		Candy Tempo Logic CBL 160 PDE	Kleinere Probleme	
		LG intellowasher WD 16220 FD	Kleinere Probleme	
2003	12	Foron WF 1596 A	Heizung verschmort	

Jahr der Veröffentlichung	Anzahl der Maschinen im Test	Gerätebezeichnung	Lebensdauerproblem	Bild (falls veröffentlicht)
2002	15	AEG 84740	Verbindungselement verschmort	
		Bauknecht WAP	Motor defekt	
		Brandt	Plastikteile gebrochen	
2001	16	Bauknecht WAT 9565 WP	Wasserschaden und andere Probleme (Motor, Riss im Zementgewicht)	
		EBT TL 2247	Wasserschaden und andere Probleme	
		Hoover T225E/1	Lagerschaden und andere Probleme	
		Candy ActivaCTA125 DE	Wasseraustritt und Lagerprobleme	

Jahr der Veröffentlichung	Anzahl der Maschinen im Test	Gerätebezeichnung	Lebensdauerproblem	Bild (falls veröffentlicht)
		Foron Vitatop WN 1243 N	Wasseraustritt bei 2 Maschinen, Beton-Gewicht gebrochen	
		Zanker FR 2921	Vibrationen, Rippe gebrochen (1 Gerät)	
2000	17	Constructa Viva 1000	Trommelkreuz gebrochen (1) – Riemen abgefallen (1)	
		Bauknecht WA 7575 W	Heizelement defekt (2) – Lager (1) – Trommel gerissen (1) – Laugenbehälter undicht (1) – Betongewicht gerissen (1)	

Die Detailanalyse der Ausfallursachen zeigt kaum wiederkehrende Ausfälle. Praktisch alle Elemente einer Waschmaschine tauchen als Ausfallursache auf. Insbesondere die Bauteile, die einer erhöhten Schwingungsbelastung ausgesetzt sind (alle am Bottich befestigten Teile) scheinen öfter auszufallen als andere Bauteile.

WRAP-Analyse

Das englische Forschungsinstitut WRAP hat im Jahr 2011 eine Untersuchung zu den Robustheitsanforderungen für Waschmaschinen veröffentlicht (WRAP 2011c)⁵¹. Das Ziel war, Kaufspezifikationen für Waschmaschinen zu entwickeln, um Käufer und Hersteller zu unterstützen und Produkte zu identifizieren, die länger halten und leichter repariert werden können, damit die Umweltbelastungen durch die Herstellung neuer Geräte gesenkt werden können. WRAP greift dazu auf umfassende Befragungen der Reparaturindustrie zurück und hat dabei folgende Hauptursachen identifiziert, welche die Lebensdauer von Waschmaschinen verkürzen könnten:

- Probleme in der Elektronik, insbesondere der Leiterplatte aufgrund der Schwankungen in der Spannungsversorgung oder auch aufgrund des Auslaufens des Wassers durch

schlechte Installation der Waschmaschinen in den Haushalten oder Blockade im Seifenschubfach, Zulauf- oder Abflussrohr,

- Türdichtung und -scharniere,
- Zulauf- und Abflussschlauch,
- Wasserheizelemente,
- Trommelbehälter (aufgrund Auslaufen des Wassers),
- Motor (aufgrund Verschleiß der Bürsten),
- Seifenschubfach (unsachgemäße Behandlung oder Verfestigung des Waschmittels, die zu einer Blockade führt),
- Motor und Trommelbehälter (aufgrund Überlastung).

Eine Gewichtung der einzelnen Defektursachen untereinander oder besondere Schwerpunktsetzung, die Rückschlüsse auf eine geplante Obsoleszenz zulassen würde, erfolgt in der Studie nicht.

WRAP (2011c) beschäftigt sich damit, wie durch die Herstellung länger haltbarer Geräte die Belastungen für die Umwelt durch die geringere Produktion neuer Geräte gesenkt werden können. Die vorteilhaftesten Maßnahmen zur Verlängerung der Produktlebensdauer werden spezifiziert, und zudem wird aufgezeigt, wie diese zu erreichen sind.

Zwei Gerätemodelle wurden verwendet, um die praktische Anwendung dieser Merkmale zu demonstrieren. Bei den Modellen handelt es sich um die Bosch Avantixx 6 VarioPerfect und die Siemens IQ-700. Beide Maschinen sind in Bezug auf die Energieeffizienz und die Waschleistung mit "A" deklariert. Die Siemens-Waschmaschine garantiert die Dichtigkeit und die Funktionalität für fünf Jahre. Die Bosch-Maschine verfügt über eine zweijährige Garantie. Insgesamt ist die Siemens IQ-700 mit ca. 800 Euro deutlich teuer als die Bosch Avantixx 6 VarioPerfect mit ca. 395 Euro.

Nach der Überprüfung wichtiger Schlüsselfunktionen wurde in der Studie festgestellt, dass sowohl die Bosch Avantixx 6 als auch das Siemens IQ-700-Modell robust gebaut sind, extrem haltbar und den einfachen und effektiven Zugang zu den wichtigsten Teilen für die Reparatur und den Austausch von Bauteilen gewähren. Klare Schritt-für-Schritt-Anleitungen zum Austausch von Ersatzteilen wie Motor und Trommel stehen für qualifizierte Werkstätten zur Verfügung. Andere Teile wie die Tür und Türdichtung können leicht durch den Benutzer mit dem Online-Benutzerhandbuch ersetzt werden.

Insgesamt ermöglichen beide Geräte einen einfachen Zugang zu internen Bauteilen durch den Zugriff über die Oberfläche und Rückseite. Motor, Betonblock und Dämpfer sind in beiden Modellen fest angeschraubt und verhindern unnötige Bewegung und Schäden durch Vibrationen.

Das Siemens-Modell bietet zusätzliches Dämpfungsmaterial, das die Belastung während der Vibrationen deutlich reduziert. Beide Modelle bieten einen relativ einfachen Austausch der Schaltplatten, Schläuche, des Motors und der Antriebsriemen. Die Reparatur wird durch die Verwendung einer minimalen, aber effektiven Art und Anzahl der Befestigungen wie Schrauben, Bolzen, Kabelführungssysteme und Verschaltungen vereinfacht.

Insgesamt wurde als Ergebnis der Studie eine Liste an Schlüsselfunktionen festgelegt, die eine einfachere Reparatur und damit eine längere Lebensdauer generieren:

Zugang von Informationen zur Diagnose und Reparatur:

- Gutes Design, um mechanische Schäden zu vermeiden;

- robuste und korrosionsbeständige Gehäuse;
- Dämpfungen um Vibrationen während der Nutzung zu widerstehen;
- gut gesicherte interne Komponenten, mit einer Kombination von Bolzen; und
- Sensoren und elektronische Steuerungen, um Vibrationen und Verschleiß zu reduzieren.

Robuste elektrische Konstruktionen, um Teilausfälle zu reduzieren:

- Wartungsarme, bürstenlose Motoren;
- Auslaufschutz für gefährdete Teile wie Verschaltungen;
- Verkabelungen, die durch Klemmen gesichert sind;
- in der Länge minimiertes Überbrückungskabel, um einen Bruch zu verhindern; und
- gut vor potenziellen internen Lecks geschützte Teile.

Zugang und Verfügbarkeit von Ersatzteilen für die Reparatur:

- Große und leicht zugängliche hintere und oberen Abdeckungen;
- mit einer minimalen Anzahl von Standard-Schrauben und Bolzen;
- interne Klemmen und Anschlüsse, die einfach zu bedienen sind; und
- gute Verfügbarkeit von Ersatzteilen und vernünftige Preisgestaltung, um eine Reparatur außerhalb der Gewährleistung oder Garantie zu ermöglichen.

Abschließend wird Einzelhändlern und Herstellern empfohlen, so viele dieser Funktionen wie möglich innerhalb der Preisbeschränkungen zu erfüllen. Unternehmen, die Produkte mit mehr Umweltnutzen produzieren und eine höhere Markendifferenzierung erlangen möchten, sollten Produkte mit hoher Qualität und längerer Lebensdauer produzieren, so das Fazit der Studie.

6.7.1.3 Experteninterviews

In den letzten Jahren und Jahrzehnten hat sich ein bedeutender Wandel im Aufbau fast aller Geräte im Haushalt vollzogen, wie Fachleute eines Hausgeräteherstellers betonen: vom elektrischen Gerät mit Motor, Heizung und Schaltern hin zum elektronischen Gerät mit Mikroprozessor, Sensoren und digitalen Anzeigen. Die damit einhergehenden Veränderungen durch den Einsatz grundsätzlich anderer Technologien lassen natürlich auch Veränderungen in dem Ausfallverhalten der Geräte erwarten.

Veränderungen durch den Einsatz von elektronischen Bauelementen

Während elektrische Bauteile wie mechanische Schalter, Bimetall-Thermostat, Druckschalter, Relais etc. häufig unter Netzspannung (230 V) betrieben werden und mitunter hohe Ströme (bis zu 16 A im Haushalt) schalten müssen, integrieren elektronische Bauelemente auf Basis von Halbleitern viele Funktionen in einem Bauteil und arbeiten nur mit Kleinspannungen von einigen Volt. Dementsprechend sind für elektrische Bauteile die Einhaltung von Luft- und Kriechstrecken wichtige Größen zur Vermeidung von Ausfällen, um eine hinreichende Spannungsfestigkeit zu haben und damit Kurzschlüsse zu verhindern.

Die Einhaltung genügend großer Luft- und Kriechstrecken wird u.a. durch einen hinreichenden Abstand zwischen den spannungsführenden Bauteilen erreicht. Dennoch kann die Spannungsfestigkeit durch Feuchtigkeit, Staub, Abrieb, Flusen usw. leicht beeinträchtigt werden. Im Gegensatz dazu erlaubt die Verwendung von elektronischen Sensoren und Mikroprozessoren zur Steuerung oder Regelung die Verwendung viel kleinerer Abstände und damit eine viel stärkere Integration von Funktionen in einem Halbleiterchip oder auf einer Platine. Damit entfallen gleichzeitig auch viele Steckkontakte zwischen einzelnen Bauteilen und damit viele Fehlermöglichkeiten. Zudem erlaubt die Integration auf einer Komponente eine sehr viel

weitergehende Prüfung der Funktionsfähigkeit dieser Komponente vor ihrem Einbau in ein Gerät.

Diesen klaren Vorteilen elektronischer Bauteile und Prozessoren stehen nach Expertenmeinung aber auch Nachteile gegenüber, die sich aus der Natur der eingesetzten Halbleiterbauteile ergeben: Halbleiter sind aufgebaut aus Siliziumkristallen, in denen leitende und nicht-leitende Strukturen eingebracht sind. Der Abstand dieser Strukturen hat sich über die Jahre stark reduziert. Waren in den 1980er Jahren noch Abstände von 90 nm üblich, so liegen sie heute bei nur noch 16 nm. Diese Verkleinerung des Aufbaus von Halbleitern hat ganz wesentlich zu der rasanten Erhöhung der Integrationsdichte der speicherbaren Information auf Halbleitern beigetragen, wie sie im Mooreschen Gesetz ausgedrückt wird, nach dem sich die Komplexität integrierter Schaltkreise mit minimalen Komponentenkosten regelmäßig verdoppelt; je nach Quelle werden 12 bis 24 Monate als Zeitraum genannt.

Bezüglich der Ausfallsicherheit stellt die Verkleinerung der Strukturen dagegen ein potenzielles Risiko dar: durch thermische Diffusion der eingelagerten Donatoren oder Akzeptoren oder durch von außen induzierte Störungen des atomaren Gitters der Halbleiter können die gespeicherten Informationen unbrauchbar werden und damit zum Ausfall des Bauteils führen.

Diese Zusammenhänge sind seit langem gut bekannt und haben dazu geführt, dass elektronische Bauteile vielfach in Varianten angeboten werden, die über eine unterschiedliche Ausfallwahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von den Einsatzbedingungen (insbesondere der Temperatur) verfügen. Bauteile mit geringerer Ausfallrate unter höheren Temperaturen sind mitunter aber auch deutlich teurer. Grundsätzlich können auch durch einen erhöhten Testaufwand der Bauteile und integrierten Schaltungen die potenziellen Ausfallursachen erkannt und beseitigt werden – allerdings auch wieder mit Auswirkungen auf die Kosten und Preise, wie Fachleute eines führenden Hausgeräteherstellers betonen. So werden für elektronische Bauteile teilweise Spezifikationen zugrunde gelegt, die sonst nur noch für militärische Anwendungen gefordert werden.

Stabilität der Versorgungsspannung

Eine weitere Ursache von Ausfällen von Geräten könnte in der Versorgungsspannung liegen. Insbesondere durch die Integration einer ansteigenden Menge von fluktuierenden Energieerzeugern, die durch die vermehrte Einspeisung von Strom aus PV- und Windkraft-Anlagen entsteht, sind an die Versorgungsnetze große Anforderungen zu stellen. Die Versorgungsspannung ist in Deutschland mit 230 V / 50 Hz nominell festgeschrieben, aber nach DIN EN 50160 muss nur der 10-Minuten-Mittelwert der Netzspannung für 95% der Zeit zwischen 230 V +/-10% liegen. D.h. aber für 5% darf sie außerhalb liegen, und auch innerhalb der 10 Minuten kann es zu Überspannungen kommen. Zwar schreibt die 3. Ausgabe der EN 50160 vor, dass auch 100% der Werte zwischen +10%/-15% der Nennspannung liegen müssen, es gibt aber nach Auskunft der Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen praktisch keine Messungen, die bestätigen, dass diese Werte auch für alle Haushalte immer eingehalten werden. Das Institut für Elektrische Energieversorgung und Hochspannungstechnik der TU Dresden bestätigt jedoch, dass „Insbesondere in Netzen mit viel Photovoltaik (...) es jedoch vorstellbar (ist), dass die obere Grenze von +10% Un (gemeint ist die nominelle Versorgungsspannung – der Verfasser) gelegentlich für kurze Zeit überschritten wird.“

Nach dem Einfluss der Netzspannung (Spannungshöhe, Oberwelle, Flicker, usw.) auf den möglichen Ausfall eines elektrischen/elektronischen Gerätes befragt, stellt der befragte Experte des Instituts für Elektrische Energieversorgung und Hochspannungstechnik der TU Dresden klar: „Es ist zwischen reversibler und irreversibler Schädigung zu unterscheiden. Außerdem ist

zwischen sofortigem Ausfall eines Gerätes und belastungsbedingter Lebensdauerreduktion zu trennen. Praktisch alle Elektroenergiequalitätsbeeinträchtigungen (Oberschwingungen, höherfrequente Emission, Unsymmetrien, ...) stellen eine Zusatzbelastung der Geräte dar, welche sich in vielen Fällen durch zusätzliche thermische Beanspruchung äußert und damit potenziell zur Lebensdauerreduktion führen kann. Extremere Abweichungen sowohl kurzzeitig (Überspannung), als auch dauerhaft, können zu sofortigen Ausfällen führen. Spannungseinbrüche führen in aller Regel nicht zum Ausfall, sondern verursachen reversible Schäden. Die Quantifizierung von Lebensdauerreduktionen ist sehr komplex und bisher nur wenig erforscht.“

Auf die Frage, ob die Definition der DIN EN 50160 für ausreichend erachtet werden kann, um eine lebensdauerbeeinflussende Rolle der Netzspannung zuverlässig auszuschließen, bemerkt der Experte des Instituts für Elektrische Energieversorgung und Hochspannungstechnik der TU Dresden: „Generell ist festzustellen, dass EN 50160 eine Produktnorm ist, die die Charakteristika der Netzspannung beschreibt. Sie ist keine Norm für die Auslegung von Geräten, allerdings sollten sich die entsprechenden Normen an der EN 50160 orientieren. Des Weiteren muss auch durch die Gerätehersteller gewährleistet werden, dass die eingesetzten Bauelemente eine entsprechende Mindeststörfestigkeit aufweisen. Elektromagnetische Verträglichkeitskoordination muss immer durch beide Interessengruppen und mit dem Ziel eines gesamtwirtschaftlichen Optimums realisiert werden. Dies nimmt aufgrund der probabilistischen Koordination bewusst in Kauf, dass in seltenen Fällen die Verträglichkeitspegel auch kurzzeitig überschritten werden können. Eine deterministische Koordination würde sowohl auf Seiten der Netzbetreiber als auch Gerätehersteller zu deutlich steigenden Kosten führen. Es ist weder sinnvoll, das Spannungsband zu stark einzuschränken, noch unnötig hohe Forderungen an die Störfestigkeit von Geräten zu stellen. Aus meiner Sicht stellt EN 50160 einen guten Kompromiss dar. Ein vollständiger Ausschluss einer Lebensdauerbeeinflussung ist sicher nur schwer erreichbar und nachweisbar. Hierzu besteht noch erheblicher Forschungsbedarf.“

Handlungsbedarf besteht aber trotzdem schon, denn der Experte des Instituts für Elektrische Energieversorgung und Hochspannungstechnik der TU Dresden schlägt vor: „Die Wahrung einer konstanten angemessenen Produktqualität sowohl seitens der Netzbetreiber als auch auf der Seite der Gerätehersteller ist aus meiner Sicht eine wichtige Voraussetzung zur dauerhaften Gewährleistung der elektromagnetischen Verträglichkeit. Bevor aktuelle Grenzen verschärft werden, müssen erst offensichtliche Grenzwertlücken geschlossen werden. Dies betrifft vor allem den Frequenzbereich zwischen 2–150 kHz, in dem bisher kaum Grenzwerte existieren, aber immer häufiger Störungen auftreten. Seitens der Hersteller von Hausgeräten sollte daher nicht davon ausgegangen werden, dass die Versorgungsspannung immer bei 230 V +/-10% und perfekten sinusförmigen 50 Hz Frequenz liegt, sondern, dass die Spannung durchaus den oberen und unteren Grenzwert übersteigen kann und dies dann nicht zu einem Ausfall des Geräten führen sollte. Insbesondere sollte berücksichtigt werden, dass die Versorgungsspannung auch einen wesentlichen Anteil an Oberwellen aufweisen kann, die möglichst herausgefiltert werden müssen, um keinen Schaden am Gerät anzurichten. Entsprechende Grenzwerte sind durch umfangreiche Untersuchungen am vorhandenen Versorgungsnetz und den potenziellen Schädigungen am Gerät gemeinschaftlich zu erarbeiten.“

Auslegung der Geräte nach definierter Lebensdauer / Anzahl von Zyklen

Die Firma Miele bestätigt, dass die „für Konstruktion und Entwicklung von Waschautomaten definierte technische Lebensdauer ... bei Miele mit 5.000 Programmzyklen festgelegt (ist), was ca. 20 Jahren in einem Vergleichshaushalt entspricht. Anhand von Vergleichshaushalten (Miele Versuchshaushalte) werden die Programmarten und Einstellungen für die einzelnen Programme festgelegt. Diese werden für eine statistisch relevante Anzahl von Geräten einer Serie

vor Serienstart abgeprüft. Eine nur sehr geringe Ausfallrate der geprüften Geräte während der Prüfdauer ist Voraussetzung für die Serienfreigabe (nur reparierbare Schäden sind erlaubt). Zusätzlich werden bei bestimmten kritischen Bauteilen (= hohe Belastung im Betrieb) Einzelteilprüfungen zur Lebensdauerabsicherung durchgeführt, die den realen Nutzungsgewohnheiten möglichst nah kommen.“

Auch die Vorgaben für die Lieferanten orientieren sich an den Lebensdauervorgaben für den Waschautomaten und werden sowohl in Einzelprüfungen als auch im Gerät geprüft. Die Firma Miele betont aber auch, dass „viele Fehler, die zu Frühausfällen führen, ... durch fehlende Erfahrung in Konstruktion und Test hervorgerufen (werden). Erfahrung lässt sich aber nur gewinnen, wenn vorher ausreichend getestet oder simuliert wird und damit die Frühausfälle ausgemerzt werden. Auch eine lange Felderfahrung mit eigenen Geräten bildet ein wichtiges Fundament zur Sicherstellung einer langen Lebensdauer. Fehlende Felderfahrung führt schnell zu erhöhten Ausfallraten durch nicht erwartete Fehlerursachen.“

Im Gegensatz zu den Geräten der Firma Miele unterscheidet sich nach Meinung der Firma Miele „eine kurzlebige Waschmaschine ... maßgeblich in der Auslegung kritischer Bauteile: Trommellager, Aufhängung Laugenbehälter, Stoßdämpferanbindung, Stoßdämpferauslegung, Auslegung der Lager von Motor und Pumpen und Auslegung sowie Materialbeschaffenheit der Dichtungen. Zusätzlich sind die wasserführenden Elemente eine Möglichkeit, bei der Materialauswahl und Auslegung Kosten einzusparen“.

Andere bedeutende Marken, wie z.B. BSH Hausgeräte, Whirlpool und Electrolux geben als Zielvorgabe aber „200 Waschzyklen pro Jahr x 10 Jahre“ für die technische Lebensdauer an (siehe auch <http://www.spiegel.de/karriere/berufsleben/ingenieure-entwickeln-waschmaschinen-fuer-die-zukunft-a-927797.html>; 16.10.2013). „Nach Erreichung der 2.000 Waschzyklen ist es durchaus anzuraten, die gesamte Maschine auszutauschen. Denn in diesem Zeitraum werden auch technologische Fortschritte erzielt, wie bei Energieverbrauch (Wasser, Strom). Sowie auch neue Waschprogramme, die unsere Kunden wünschen.“, begründet Marten van der Mei, Geschäftsführer von Whirlpool Corporation Deutschland, die Wahl seines Hauses.

Ob andere Hersteller eine deutlich geringere Lebensdauer von Waschmaschinen als Zielvorgabe verwenden, konnte im Rahmen dieses Projektes nicht verifiziert werden. Zumindest sprechen die Ergebnisse der Lebensdauerprüfung, die im Rahmen der Untersuchungen der Stiftung Warentest jährlich durchgeführt werden, dagegen, da hier kein Hersteller regelmäßig die Lebensdauerprüfung nicht besteht. Allerdings ist die Marktabdeckung dieser Tests nicht 100%, da Geräte unter einem Marktpreis von 350 € noch nie getestet wurden.

Nach Angaben der befragten Hersteller (siehe oben) sind Ausfälle von Komponenten ihrer Geräte ‚selten‘ oder ‚nie‘ zu beobachten und lassen sich alle über Reparaturmaßnahmen beheben. Auch wird aus den Antworten klar, dass es Möglichkeiten gibt, sowohl die Komponenten als auch die fertigen Geräte einer Überprüfung der Lebensdauieranforderung zu unterziehen. Die Durchführung solcher Überprüfungen ist jedoch nicht verbindlich vorgeschrieben, sodass nicht gewährleistet ist, dass sie bei allen Anbietern entsprechend umfangreich und häufig genug durchgeführt werden. Für Standardbauteile könnte eine Standardisierung der Prüfverfahren sinnvoll sein. Bei spezifisch für einen Hersteller produzierten Bauteilen lässt sich die Einhaltung ihrer Lebensdauieranforderung dagegen nur in speziellen Prüfvorrichtungen überprüfen.

Zusammenfassung der Expertenmeinung

Nach übereinstimmender Meinung der befragten Expertinnen und Experten werden Hausgeräte durchaus auf eine bestimmte Nutzungsdauer bzw. Zyklenanzahl ausgelegt, und die Einhaltung dieser Anforderung lässt sich auch durch entsprechende Prüfungen nachvollziehen. Allerdings sind die Anforderungen von Hersteller zu Hersteller durchaus unterschiedlich, was sich auch im Endverkaufspreis des Gerätes ausdrückt. Da der Preis sich nicht nur aus dem Materialeinsatz ergibt, sondern auch z.B. über den angebotenen Service, die Dauer der Verfügbarkeit von Ersatzteilen, den Zusatznutzen, das Design und andere Faktoren, lässt sich jedoch keine stringente Relation zwischen Preis und Lebensdauer ableiten.

Zu vorzeitigen Ausfällen von Geräten kann es kommen, wenn es z.B. zu Störungen im Stromversorgungsnetz kommt. Hier besteht laut Aussage in einem Experteninterview eine Lücke sowohl in der Ursachenforschung als auch in der regulatorischen Abdeckung.

6.7.1.4 Ergebnisse der internetbasierten Verbraucherbefragung

Alle Antworten beziehen sich auf die von den 736 Teilnehmenden der Verbrauchenumfrage zuletzt entsorgte Waschmaschine.

Neu oder gebraucht gekaufte Waschmaschinen

76 Prozent der Teilnehmenden gaben an, dass sie die zuletzt entsorgte Waschmaschine neu erworben hatten; 23 Prozent der Teilnehmenden hatten das zuletzt entsorgte Gerät gebraucht gekauft (Tabelle 47).

Tabelle 47 Anzahl neu und gebraucht gekaufter Waschmaschinen

War die Waschmaschine beim Kauf neu oder gebraucht?	Häufigkeit	Prozent
Neu	559	76,0
Gebraucht	170	23,0
Ich weiß es nicht.	7	1,0
Gesamtsumme	736	100,0

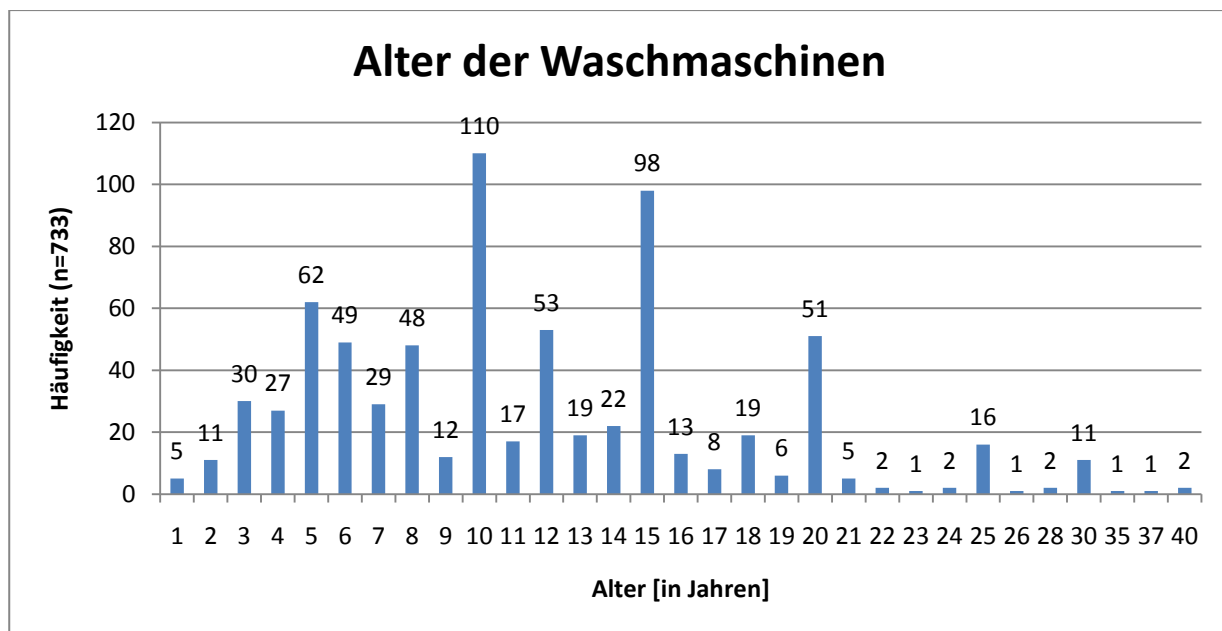
Alter der Waschmaschine

Im Mittel wurden die Waschmaschinen 11,6 Jahre alt, mit einer Standardabweichung von 6,3 Jahren. Die jüngste Waschmaschine wurde ein Jahr, die älteste 40 Jahre alt. Über 50 Prozent der Waschmaschinen der an der Umfrage teilnehmenden Personen wurden bis zu 10 Jahren alt, siehe Tabelle 48. In Abbildung 77 ist die Altersverteilung nach Jahren abgebildet. Auffallend ist die Häufung der Altersangabe mit 10, 15, 20 und weiteren ‚runden‘ Jahren. Dies kann durch die Unschärfe der Erinnerung an ein zurückliegendes Ereignis erklärt werden.

Tabelle 48 Altersverteilung der Waschmaschine

Wie alt ist die Waschmaschine ca. geworden? Wenn Sie es nicht genau wissen, dann schätzen Sie bitte einen Wert [in Jahren].								
N	Mittelwert	St.-Abw.	Minim.	Maxim.	Perzentil 25	Median	Perzentil 75	Bereich
733	11,6	6,3	1	40	6	10	15	39

Abbildung 77 Alter der Waschmaschinen



Quelle: Eigene Darstellung

Preis der Waschmaschine

Der ursprüngliche Kaufpreis der zuletzt entsorgten Geräte wurde nicht in Euro abgefragt, da der Zeitpunkt des Kaufes zu weit zurückliegt und die Preisentwicklung einen Vergleich ebenfalls ungenau macht. Deshalb wurde der Preis in drei Abstufungen abgefragt. Die Antwortmöglichkeiten waren „ein günstiges Gerät / No-Name-Produkt“, „ein mittelpreisiges Gerät“ und „ein teures Gerät / Top-Markenprodukt“, außerdem gab es die Antwortmöglichkeit „Ich weiß es nicht“. Mehr als die Hälfte der Waschmaschinen wurde im Mittelpreissegment gekauft. Ein gutes Viertel der Teilnehmenden kaufte ein teures Markenprodukt, siehe Tabelle 49.

Tabelle 49 Preis der Waschmaschine

Wie teuer war diese Waschmaschine in der Anschaffung?	Häufigkeit	Prozent
Ein günstiges Gerät (No-Name-Marke)	71	9,7
Ein mittelpreisiges Gerät	397	54,0
Ein teures Gerät (Top-Markenprodukt)	197	26,8
Ich weiß es nicht.	70	9,5
Gesamtsumme	735	100,0

Reparatur der Waschmaschine

Von 734 Geräten wurden 308 Waschmaschinen einmal repariert, das sind 42 Prozent. Die Hälfte der Maschinen (50 Prozent) wurde niemals repariert, siehe Tabelle 50. In 58 Fällen konnten die Teilnehmenden keine Angabe zur Reparatur machen.

Tabelle 50 Reparatur der Waschmaschine

Wurde diese Waschmaschine auch einmal repariert?	Häufigkeit	Prozent
Ja	308	42,0
Nein	368	50,1
Ich weiß es nicht.	58	7,9
Gesamtsumme	734	100,0

Die 308 Teilnehmenden, die angaben, dass sie ihre Waschmaschine haben reparieren lassen, wurden gefragt, ob diese Reparatur innerhalb der Gewährleistungszeit stattfand. 299 Teilnehmende beantworteten diese Frage. 13 Prozent gaben an, dass die Reparatur ein Gewährleistungsfall war; 82 Prozent gaben an, dass die Reparatur nach Ablauf der Gewährleistung durchgeführt wurde (siehe Tabelle 51).

Tabelle 51 Gewährleistungsfall Waschmaschine

Wurde die Reparatur in der Gewährleistungszeit durchgeführt?	Häufigkeit	Prozent
Die Reparatur wurde in der Gewährleistungszeit durchgeführt.	38	12,7
Die Reparatur wurde erst nach dem Ablauf der Gewährleistungszeit durchgeführt.	244	81,6
Ich weiß nicht, ob die Reparatur innerhalb der Gewährleistungszeit durchgeführt wurde.	17	5,7
Gesamtsumme	299	100,0

Benutzungshäufigkeit der Waschmaschine

66 Prozent der Teilnehmenden benutzen die Waschmaschine mehrmals pro Woche, 21 Prozent benutzen die Waschmaschine einmal pro Woche. In nur 11 Prozent der Fälle wird die Waschmaschine täglich oder mehrmals täglich benutzt (siehe Tabelle 52).

Tabelle 52 Benutzungshäufigkeit der Waschmaschine

Wie häufig wurde diese Waschmaschine in der Regel benutzt? Wenn Sie es nicht genau wissen, dann schätzen Sie einen Wert.	Häufigkeit	Prozent
Einmal pro Monat	12	1,6
Einmal pro Woche	156	21,2
Mehrmals pro Woche	488	66,2
Täglich	65	8,8
Mehrmals täglich	16	2,2
Gesamtsumme	737	100,0

Entsorgung der Waschmaschine

64 Prozent der Waschmaschinen wurden entsorgt, nachdem sie ausrangiert wurden. 26 Prozent der Waschmaschinen wurden weitergegeben, siehe Tabelle 53.

Tabelle 53 Entsorgung der Waschmaschine

Was haben Sie mit dem Gerät gemacht? Ich habe die Waschmaschine...	Häufigkeit	Prozent
Entsorgt	467	63,6
Weitergegeben (verschenkt, verkauft)	193	26,3
Aufgehoben	31	4,2
Etwas anderes	43	5,9
Gesamtsumme	734	100,0

Grund für den Neukauf einer Waschmaschine

Der Grund für das Ausrangieren der Waschmaschine war in 69 Prozent der 733 Fälle der Umfrage nach Angabe der Befragten ein Defekt der Waschmaschine. In 10 Prozent der Fälle war die Waschmaschine nicht sparsam genug, in 14 Prozent ist der Grund unbekannt (siehe Tabelle 54). Der Vergleich der defekten Waschmaschinen (Tabelle 54) mit den ausrangierten Waschmaschinen (Tabelle 53) ergibt, dass weniger Waschmaschinen entsorgt werden als defekt sind.

Tabelle 54 Grund für den Neukauf einer Waschmaschine

Warum haben Sie die Waschmaschine ausrangiert? Welcher Punkt trifft am meisten zu?	Häufigkeit	Prozent
Die Waschmaschine war defekt.	503	68,6
Die Waschmaschine gefiel mir nicht mehr.	7	1,0
Die Waschmaschine hatte zu wenige Funktionen.	14	1,9
Ich habe eine neue Waschmaschine geschenkt bekommen.	29	4,0
Ich hatte einen anderen Grund.	104	14,2
Die Waschmaschine war nicht sparsam genug.	76	10,4
Gesamtsumme	733	100,0

Zufriedenheit mit der Lebensdauer der Waschmaschine

Auf die Frage, ob die Lebensdauer der Waschmaschine zufriedenstellend war, waren 68 Prozent mit der Lebensdauer zufrieden, da die Erwartungen erfüllt oder übertroffen wurden. 29 Prozent der Teilnehmenden waren unzufrieden mit der Lebensdauer (siehe Tabelle 55).

Tabelle 55 Zufriedenheit mit der Lebensdauer der Waschmaschine

Wie zufrieden waren Sie mit der Lebensdauer der Waschmaschine?	Häufigkeit	Prozent
Ich weiß es nicht.	18	2,5
Ich war überrascht wie lange die Waschmaschine gehalten hat.	132	18,0
Die Lebensdauer hat meine Erwartungen erfüllt.	280	38,1
Es war an der Zeit die Waschmaschine durch ein neues Gerät zu ersetzen.	88	12,0
Ich hätte eine längere Benutzungsdauer erwartet.	135	18,4
Die Waschmaschine hat viel zu kurze Zeit ihren Dienst getan.	81	11,0
Gesamtsumme	734	100,0

Defekt der Waschmaschine

503 Teilnehmende gaben an, dass ihre Waschmaschine defekt gewesen ist, und wurden nach dem Defekt gefragt. Mehrfache Auswahl war hier möglich. Der meist genannte Grund war der Defekt der Elektrik (28%), gefolgt von dem Defekt der Pumpe (23%) und einem Lagerschaden (15%).

Tabelle 56 Defekte der Waschmaschine

Was genau war an der Waschmaschine defekt?	Häufigkeit	Prozent
Heizung	34	6,8
Pumpe	115	22,9
Schleudergang	57	11,4
Elektrik	142	28,3
Lagerschaden	79	15,7
Undichtigkeit	42	8,4
Tür (Scharniere Dichtung)	18	3,6
Schalter	23	4,6
Ein anderer Defekt	50	10,0
Ich weiß es nicht	105	20,9
Gesamtsumme der Antworten	665	132,5
Gesamtsumme der Teilnehmenden/Geräte	502	100,0

6.7.2 Funktionale Obsoleszenz

In der Regel ist die Leistung einer Waschmaschine über ihre gesamte Lebensdauer gleichbleibend. Andere Faktoren aber ändern sich. Zum Beispiel verändern sich ständig die Textilien, die gewaschen werden, nicht nur wegen der Mode, sondern auch als Ergebnis von neuen Fasern oder neuen Methoden der Veredlung der Textilien auf dem Markt. Waschmittel sind ein weiteres Feld des ständigen Wandels. Die Verbraucherinnen und Verbraucher kaufen in der Regel Waschmittel in für einige Wochen ausreichenden Mengen, aber das Waschmittel beim nächsten Kauf besteht möglicherweise bereits aus anderen Inhaltsstoffen und hat eine andere chemische Zusammensetzung. So gelangen Innovationen bei Waschmitteln viel schneller auf den Markt als Innovationen der Waschmaschinen, für die die Waschmittel gekauft werden. Es war daher das Ziel einer Untersuchung der Universität Bonn – Haushaltstechnik herauszufinden, wie gut Waschmaschinen verschiedenen Alters mit den aktuellen Waschmitteln harmonisieren und ob alte Waschmaschinen mit den aktuellen Waschmitteln noch immer gute Ergebnisse liefern. Dieses Ziel konnte nur erreicht werden, indem „echte“ alte Waschmaschinen unter den aktuellen Bedingungen getestet wurden. Solche Tests wurden im Jahr 2004 mit acht Waschmaschinen durchgeführt (Stamminger et al. 2005), die damals zwischen 9 und 29 Jahre alt und zuvor in Haushalten in Bonn und Umgebung (Tabelle 57) verwendet worden waren. Zum Vergleich wurden zwei nahezu neue Waschmaschinen (hergestellt in 2002 und 2004) unter den gleichen Bedingungen getestet. Da die Zusammensetzung des IEC-Testwaschmittels (IEC 60456:2003) nahezu identisch zu der von Kompaktwaschmitteln war, wurden nur Programme ohne Vorwäsche ausgewählt.

Tabelle 57 Charakteristika der untersuchten Waschmaschinen

Maschine	Code	Baujahr laut Verbraucher	Baujahr Kondensator	Drehzahl (U/min)	Trommel Volumen (l)
AEG Öko-Lavalogic 1600	A	2002	2002	1600	48
Miele W754	B	1983	1983	900	39
AEG Domina F	C	1975	?	?	44
Privileg 40	D	1985	1984	400	35
Siemens Siwamat Plus 284	E	1988	1988	800	39
BBC Rodomat 81	F	1981	1982	800	38
AEG Öko-Lavamat Sensorlogic	G	1995	1995	1400	40
Bosch V 454	H	1992	1990	800	36
Miele de luxe W 442	I	1979	1980	1100	43
Miele Softronic W 2245	J	2004	2004	1600	42

Um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten, wurden alle Waschmaschinen mit der gleichen Menge an Textilien beladen. Waschladungen von 4 kg wurden eingesetzt, um sicherzustellen, dass keine der Maschinen während der Untersuchung überlastet wurde, was unrealistische Probleme in der Reinigungsleistung hätte verursachen können. Zudem haben Studien gezeigt, dass Verbraucherinnen und Verbraucher im Durchschnitt nur etwa 3/4 der maximalen Kapazität ihrer Waschmaschine ausnutzen (Kruschwitz et al. 2014).

Vier Testläufe wurden für jeden Einstellungsparameter durchgeführt und dabei sowohl Wasser- und Energieverbrauch als auch Leistungsdaten aufgezeichnet. Die Waschwirkung (Waschleistung) wurde gemessen durch Zugabe von künstlich verschmutzten Farbfeldern auf die Wäsche und die Messung ihres Weißgrades danach (wie üblich bei der Prüfung von Waschmaschinen). Eine Wascator CLS Waschmaschine wurde als Referenz verwendet, um den Index der Waschwirkung zu berechnen und sie in die Waschwirkungsklasse zu übertragen, wie es bei der EU-Energieverbrauchskennzeichnung (95/12/EG:1995) üblich war. Alle anderen Bedingungen folgten internationalen Standards (IEC 60456:2003).

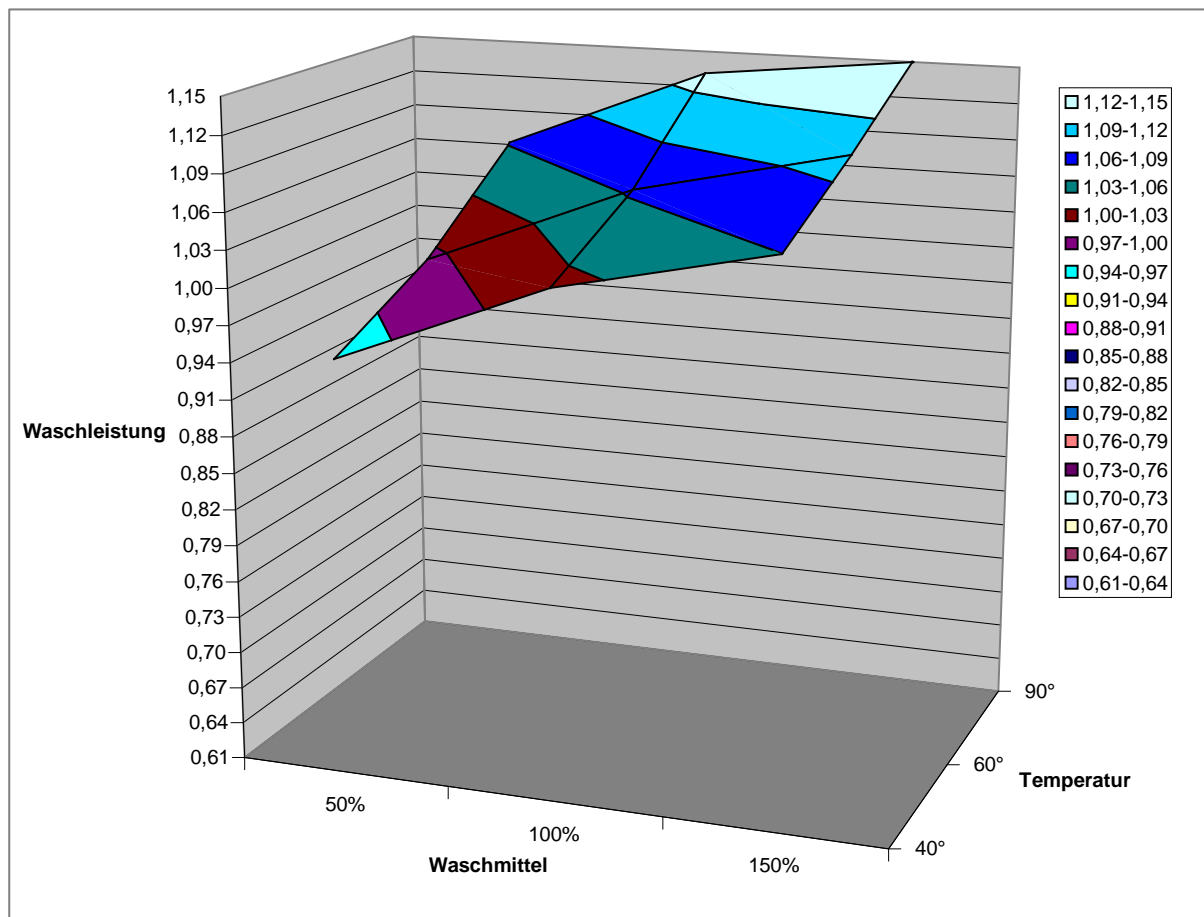
Tests mit nominaler Menge (100%) an Waschmittel wurden für Baumwolle-Programme bei 40, 60 und 90 °C durchgeführt. Darüber hinaus wurden die Maschinen mit reduzierten (50%) und erhöhten (150%) Waschmittel-Dosen im 60 °C-Programm für Baumwolle betrieben. Dies sollte die Flexibilität der Benutzer beim Einstellen der Leistung ihrer Waschmaschinen durch Wahl unterschiedlicher Temperaturen oder durch Variieren der Menge an Waschmittel berücksichtigen.

6.7.2.1 Testergebnisse

Die Ergebnisse werden hier vorgestellt in Bezug auf das Index-System und die Klassen-Definitionen der Waschwirkung, wie von der ersten europäischen Energieverbrauchskennzeichnung bekannt (1995 eingeführt), obwohl die Testbedingungen nicht alle den Definitionen für dieses System entsprachen. Dennoch bietet eine dreidimensionale Darstellung der Leistungsbereiche (Abbildung 78 und Abbildung 79), die die Waschmaschinen je nach Menge des verwendeten Waschmittels und der gewählten Temperatur erreichen können, die beste Übersicht über die Ergebnisse.

Es ist offensichtlich, dass die gleiche Leistung erzielt wird (Abbildung 78) in einem 90°C-Programm mit nur 50% der Waschmitteldosis, in einem 60°C-Programm mit voller Waschmitteldosis und in einem 40°C-Programm mit 150% der Waschmitteldosis. So sind Verbraucherinnen und Verbraucher grundsätzlich frei, eine dieser Optionen zu wählen, um ein bestimmtes Niveau der Waschwirkung zu erreichen. Die einzige Einschränkung ist die Temperaturstabilität der zu waschenden Gewebe.

Abbildung 78 Index der Waschwirkung (Waschleistung) einer neuen Waschmaschine jeweils unter verschiedenen Bedingungen⁸⁶

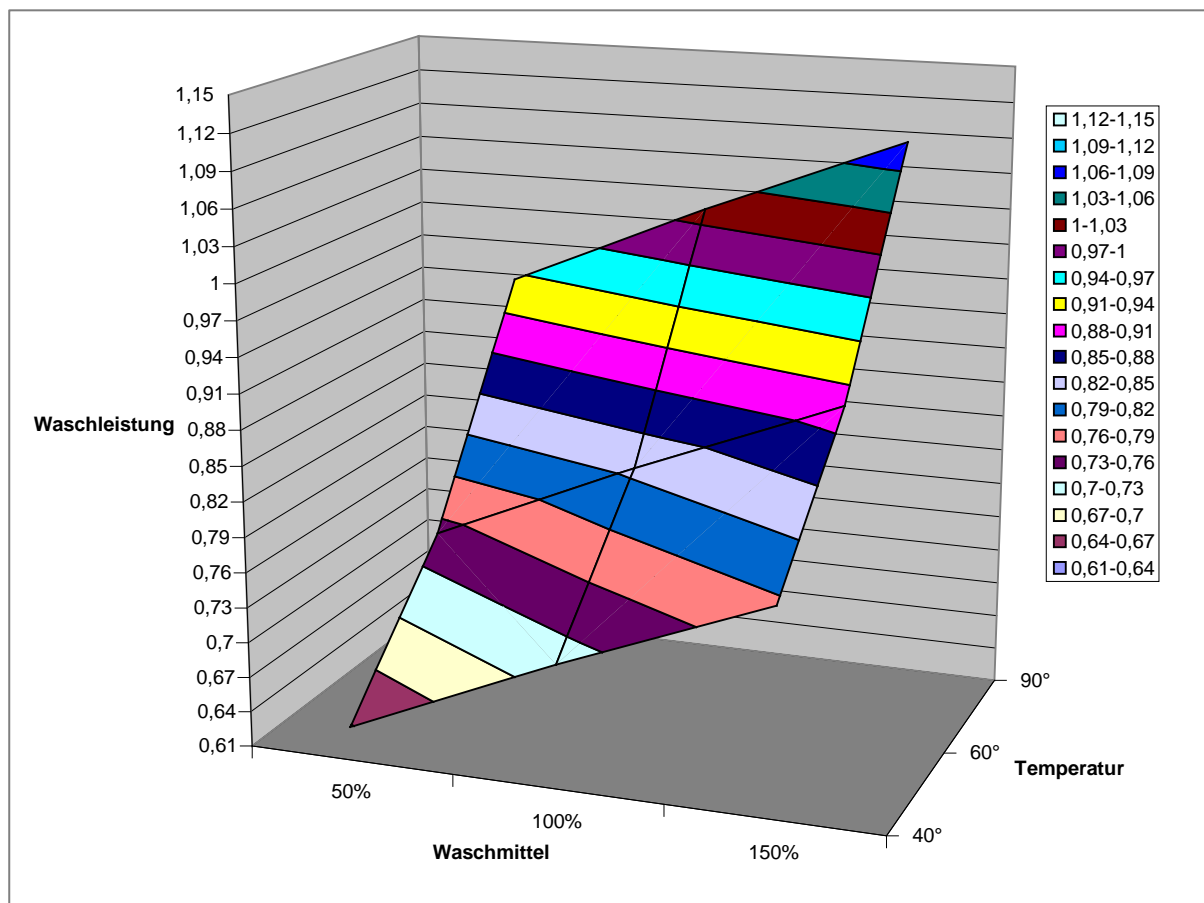


Quelle: Eigene Darstellung

⁸⁶

Schattierte Bereiche repräsentieren Klassen der Waschwirkung nach dem EU-Energielabel und dienen nur der Veranschaulichung. Die Waschwirkung der Maschinen mit reduzierter oder erhöhter Waschmitteldosierung bei 40 und 90°C wurden durch lineare Extrapolation berechnet.

Abbildung 79 Index der Waschwirkung (Waschleistung) einer alten Waschmaschine von 1975 jeweils unter verschiedenen Bedingungen⁸⁷.



Quelle: Eigene Darstellung

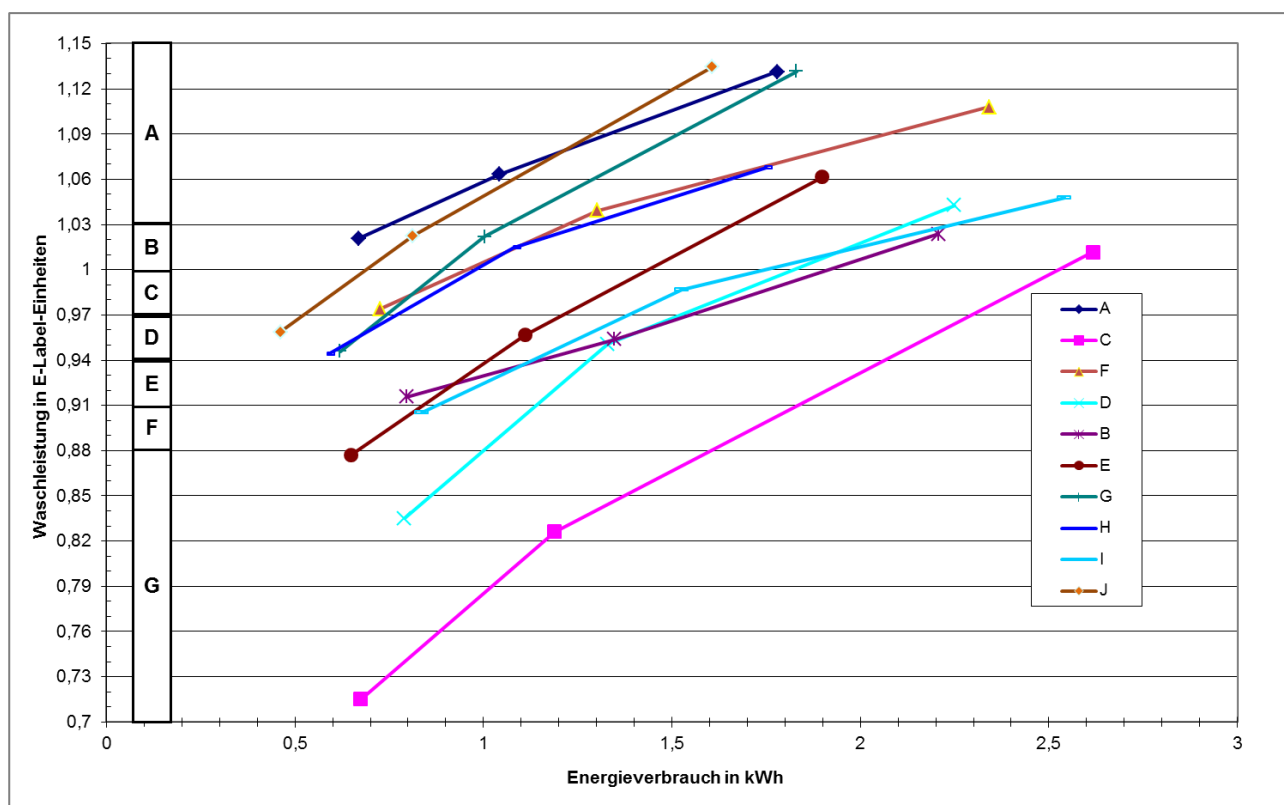
Andere Waschmaschinen, insbesondere ältere, haben ähnliche Leistungsbereiche, aber ihre absoluten Werte sind deutlich niedriger und ihre Steigungen zeigen einen erhöhten Einfluss der Dosierung und der Temperatur auf die Waschleistung (Abbildung 79). Eine Übersicht über die Messungen im 60°C-Programm für Baumwolle für alle drei Waschmittelmengen zeigt, dass die Leistung, die zwischen den Maschinen stark variiert, effektiv über die Waschmitteldosierung angepasst werden kann. Dies wird noch deutlicher, wenn die Ergebnisse nach dem Index der Waschwirkung des Energielabels von 1995 (95/12/EG) in Waschwirkungsklassen bewertet werden, welche von A (beste) bis G (sehr schlecht) reichten. Ältere Maschinen erreichen selten die Waschwirkungsklasse A, die üblich sind in neuen Waschmaschinen (bei Nennleistung – die hier nicht verwendet wird), sodass sie in der Regel erhöhte Dosen an Waschmittel erfordern. Darüber hinaus unterscheiden sich die Steigungen der Leistungsbereiche von älteren Waschmaschinen deutlich von denen neuerer Maschinen, wobei der Leistungsverlust bei einer Reduktion von 100% auf 50% der Waschmitteldosis deutlich höher ist als von 150% auf 100%. Dieser Unterschied kann aufgrund der Tatsache entstehen, dass bei älteren Waschmaschinen Verluste von Waschmittel im Pumpensumpf meist nicht verhindert wurden. Dementsprechend bleiben große Anteile des Waschmittels wahrscheinlich ungenutzt.

⁸⁷

Schattierte Bereiche repräsentieren Klassen der Waschleistung nach dem EU-Energielabel und dienen nur der Visualisierung. Die Waschleistung der Maschinen mit reduzierter oder erhöhter Waschmitteldosierung bei 40 und 90°C wurden durch lineare Extrapolation berechnet.

Ein Vergleich der Waschwirkung in 40, 60 und 90°C-Programmen mit den entsprechenden Werten der verbrauchten Energie (Abbildung 80) zeigt Ergebnisse, die umso überraschender sind. Die Verteilung der Kurven ist noch weniger einheitlich, und es wird deutlich, dass ältere Waschmaschinen viel mehr Energie benötigen, um eine gute Waschwirkung zu erzielen. Tatsächlich müssen alte Maschinen, um die gleiche Waschwirkung wie neue Maschinen in einem 40°C-Programm zu erreichen, im 90°C-Programm betrieben werden. Darüber hinaus ist die Waschwirkung bei 40°C (der Punkt ganz links in den Diagrammen) von alten Waschmaschinen viel niedriger als die von neueren Waschmaschinen.

Abbildung 80 Waschwirkung (Waschleistung) versus Energieverbrauch für alle Maschinen der Studie (codiert nach Produktionsjahr)⁸⁸



Quelle: Eigene Darstellung

Legt man die Klasse-A als erforderliche Waschwirkung fest, so ist es möglich, die Effizienz einer Waschmaschine zu bewerten als die Menge der verbrauchten Energie, die erforderlich ist, um dieses Leistungsniveau zu erreichen. Die Waschwirkungsklasse A wird im Übrigen von der Ökodesign-Verordnung für Waschmaschinen ((EU) Nr. 1015/2010) als Mindestwaschwirkung für in der EU in Verkehr gebrachte Waschmaschinen gefordert. Obwohl einige lineare Extrapolationen bei älteren Maschinen benötigt werden, ist es möglich, auf diese Art die Effizienz verschiedener Waschmaschinen im Laufe der Zeit (Abbildung 81) zu vergleichen. Wie erwartet sind die Werte für die Effizienz eher ungleichmäßig verteilt, aber der allgemeine Trend ist, dass ältere Maschinen einen viel höheren Energieeinsatz als die neueren Maschinen für die gleiche Waschleistung benötigen. Die Trendlinie zeigt ein deutlich höheres Maß an Verbesserung als

⁸⁸

Von links nach rechts sieht man die Verbrauchswerte bei 40, 60 und 90°C, Waschleistung ist als Index angegeben (entspricht Klassen A bis G der europäischen Energiekennzeichnungsverordnung). Fehlerbalken zeigen die Standardabweichung des Waschleistungs-Index und der verbrauchten Energie. Linien dienen nur zur Visualisierung.

man allein auf Basis konstanter Waschtemperatur vermuten würde, was auf die verbesserte Waschleistung neuerer Waschmaschinen zurückzuführen ist. Die Untersuchungen von 2004 zeigen, dass eine neue Maschine nur etwa halb so viel Energie wie eine 15-jährige Maschine und ein Viertel der Energie einer 30-jährigen Maschine benötigt, um die gleiche Waschleistung zu erreichen. Ein Vergleich des Wasserverbrauchs bei konstanter Beladung zeigt ähnliche Faktoren für eine Verbesserung im Laufe der Zeit.

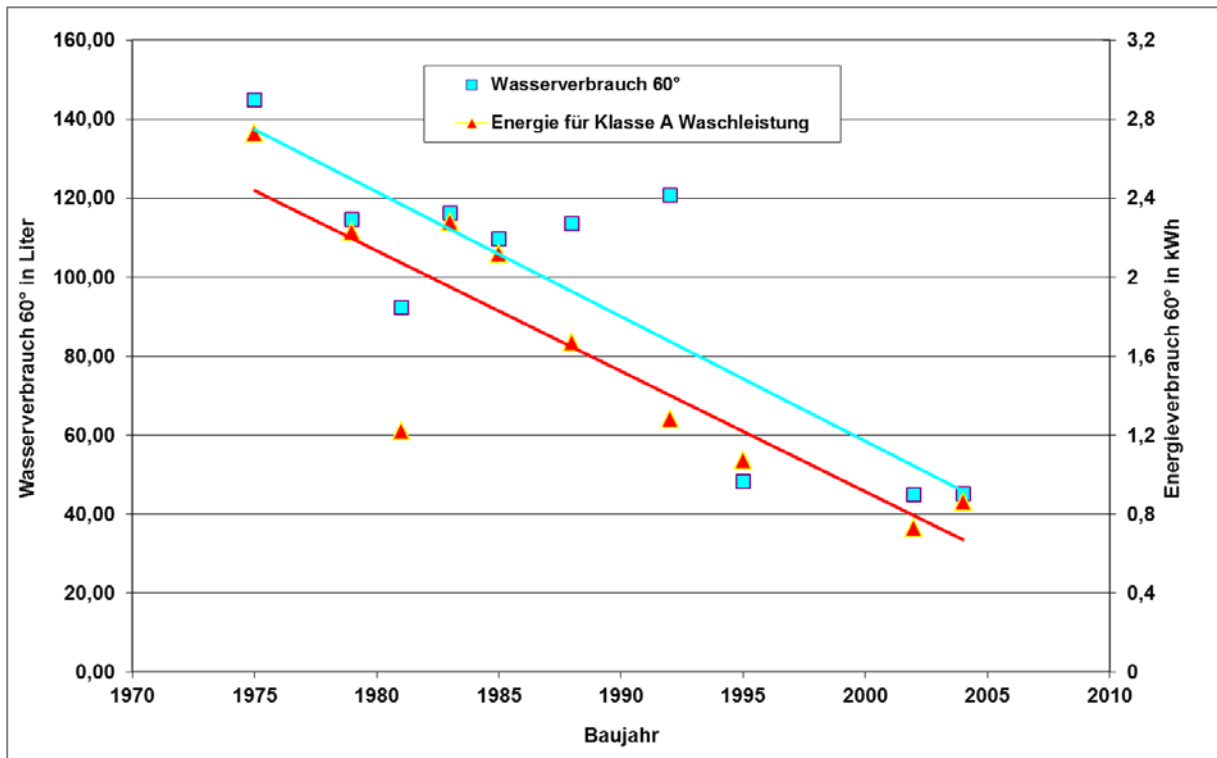
Die Erklärung für diese Ergebnisse liegt in den unterschiedlich langen Innovationszyklen von Waschmaschinen, Waschmitteln und Textilien. Noch vor 25 Jahren (bis 1991) war das Kochwaschprogramm bei 90°C für die Stiftung Warentest das Vergleichsprogramm für die Waschleistungsbeurteilung. Dem folgte bis 2002 das 60°C Buntwaschprogramm und erst danach wurde das 40°C Programm als Testprogramm genutzt. Dies deshalb, weil es früher notwendig war, durch hohe Temperaturen im Waschprozess ein gutes Ergebnis zu erzielen. Erst durch Einführung von Bleichaktivatoren in Waschmitteln und immer effizienterer Enzyme konnten die Waschtemperaturen gesenkt und dennoch ein hervorragendes Waschergebnis erreicht werden. Auch wurden weitere Waschmittel-Komponenten immer mehr für ihre Eignung bei niedrigen Temperaturen optimiert. Allerdings mussten dazu die Waschzeiten bei den niedrigen Temperaturen verlängert werden. Ältere Waschmaschinen besitzen aber nur relativ kurze Waschprogramme bei niedrigen Temperaturen, weil sie damals, als sie entwickelt und gebaut wurden, vornehmlich nur zum Waschen von leicht verschmutzten Textilien empfohlen wurden.

Ähnlich haben sich die Textilien im Laufe der Jahre weiterentwickelt. Wurden früher hauptsächlich Baumwoll- und Polyesterfasern zu waschbaren Textilien verarbeitet, so finden heute eine Vielzahl weiterer Chemie- und Naturfasern für Textilien Verwendung. Entsprechend bieten moderne Waschmaschinen heute auch Spezialprogramme für diese neuen Textilien.

Ältere Waschmaschinen können deshalb durchaus noch funktionieren, ihre Fähigkeiten aber, moderne Waschmittel ressourcenschonend zu nutzen und modern Textilien optimal zu pflegen, sind eingeschränkt. Auch in Zukunft werden sich die Waschmaschinen, Textilien und Waschmittel weiterentwickeln, weshalb auch heute moderne Waschmaschinen in ein oder zwei Jahrzehnten nicht mehr fähig sein werden, mit den dann angebotenen Waschmitteln und Textilien optimal umzugehen.

Aus der Internetbefragung (Abschnitt 6.7.1, Tabelle 54) kann man in etwa ableiten, dass diese Effekte der funktionalen Obsoleszenz für ca. 12% der Haushalte der Grund für die Anschaffung einer neuen Waschmaschine waren (Antworten zu: „Die Waschmaschine war nicht sparsam genug.“ und „Die Waschmaschine hatte nicht genügend Funktionen.“ zusammengefasst).

Abbildung 81 Wasserverbrauch und berechneter Energieverbrauch, um eine Waschwirkungsklasse-A zu erreichen, nach Baujahr



Quelle: Eigene Darstellung

6.7.3 Psychologische Obsoleszenz

Die Internetbefragung ergab als direkt messbare Größe für den Wunsch nach einer neuen Waschmaschine nur einen Anteil von 1,2% der Kaufgründe („Waschmaschine gefiel nicht mehr.“). Es ist jedoch davon auszugehen, dass der reale Anteil durchaus höher ist. Entsprechend der GfK-Umfrage (siehe Abschnitt 5.1.2) haben in 2012/2013 13,2% der Befragten angegeben, eine neue Waschmaschine gekauft zu haben, weil „das alte Gerät zwar noch funktionierte, ich/wir wollten aber ein besseres Gerät“. Ein Teil dieser Käufer hat dies wohl aus Gründen der psychologischen Obsoleszenz getan; der andere Teil ist dann wohl eher der funktionalen Obsoleszenz zuzurechnen. Eine genaue Angabe der Bedeutung der psychologischen Obsoleszenz bei Waschmaschinen lässt sich aus den vorhandenen Daten allerdings nicht ableiten.

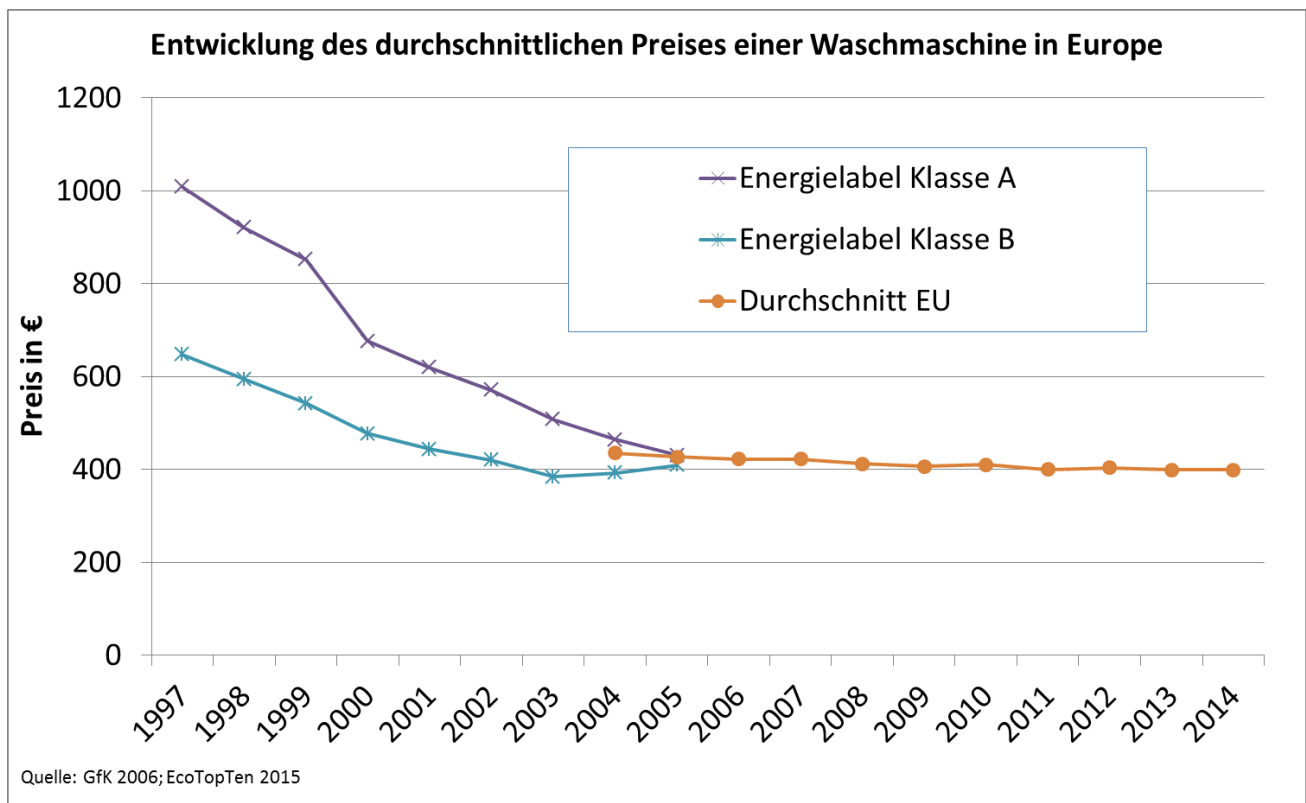
6.7.4 Ökonomische Obsoleszenz

Die Befragung der Hersteller (soweit Antworten vorliegen) bezüglich der Ausfallwahrscheinlichkeiten von Bauteilen der Waschmaschinen ergibt ein übereinstimmendes Bild mit den Ergebnissen der Lebensdaueruntersuchung der Stiftung Warentest und den Ergebnissen der WRAP-Studie (siehe Abschnitt 6.7.1.2): Praktisch alle Bauteile einer Waschmaschine können ausfallen, wobei die Laugenpumpen nach Herstellerangaben in Tabelle 58 häufiger ausfallen. Eine Reparatur dieser ausgefallenen Teile ist möglich, jedoch sind die Kosten teilweise hoch (siehe Tabelle 59). Dies liegt insbesondere daran, dass diese Reparaturen vor Ort durchgeführt werden und deshalb Reisekosten für den Service anfallen. Eine Reparatur durch Nicht-Fachleute ist auf der anderen Seite nicht zu empfehlen, da es sich bei Waschmaschinen und anderen elektrischen Hausgeräten um elektrische Betriebsmittel handelt, bei deren unsachgemäßer Reparatur

Lebensgefahr entstehen kann. Fachleute prüfen die elektrische Sicherheit nach erfolgter Reparatur und bestätigen diese durch Unterschrift.

Dem entgegen steht eine drastische Verringerung der Marktpreise von neuen Waschmaschinen (siehe Abbildung 82) insbesondere bis zum Jahr 2004. Dies dürfte ein Effekt der Globalisierung (Überkapazitäten durch neue Wettbewerber im Markt) und der Einführung des Euro (Vergleichbarkeit der Preise verschiedener Länder) als Gemeinschaftswährung sein. Vielfach wird es deshalb wohl für die Verbraucherinnen und Verbraucher wirtschaftlich häufig nicht mehr vertretbar sein, eine Reparatur durchführen zu lassen, wenn sie mehr oder weniger für das gleiche Geld eine neue Waschmaschine erstehen können.

Abbildung 82 Entwicklung des Durchschnittspreises von Waschmaschinen in Europa (Preise vor 2005 für die acht größten Märkte in der damaligen EU)



Quelle: Eigene Darstellung

Die Vermeidung einer anstehenden Reparatur durch eine Neuanschaffung könnte auch die Verringerung der Lebens- bzw. Nutzungsdauer von Waschmaschinen (und anderen Haushalts-großgeräten) erklären, wie sie aus dem Vergleich der Daten der GfK für die Jahre 2004 und 2012/2013 und der Analyse auf den Schrottplätzen (siehe Abschnitt 5.1) der Jahre 2004 und 2013 gewonnen wurden. (Da für die Geräte, die 2004 ausgefallen sind, noch ein deutlich höherer Anschaffungspreis bezahlt wurde, war eine Reparatur hier eher noch gerechtfertigt).

Tabelle 58 Ausfallwahrscheinlichkeit nach Angaben von Herstellern von Waschmaschinen

Bauteil/Komponente (Mehrfachnennungen durch unterschiedliche Herstellerantworten)	Ausfallwahrscheinlichkeit			
	sehr selten	selten	häufig	sehr häufig
Zulauf-/Ablaufschlauch	X	X		
Laugenpumpe (Pumpenmotor)		X	X	
Pumpengehäuse	X			
Federn	X			
Stoßdämpfer		X		
Kugellager	X			
Dichtungen		X		
Laugenbehälter		X		
Funkentstörung	X			
Druckwächter/-Sensor		X		
Heizung		X		
Thermostat		X		
Steuerungselektronik (Platine)	X	X		
Ein-/Ausgabeelektronik (Tasten, Display)	X	X		
Programmschalter/Mikroschalter		X		
Tachogenerator	X	X		
Türschloss (Elektronik)		X		
Türgriff, Türhaken (Mechanik)	X	X		
Temperatur-Fühler		X		
Motor (Kohlestifte)	X			
Aqua Stopp System	X			

Tabelle 59 Reparaturkosten nach Angaben von Herstellern (Preise ohne MwSt.)

Bauteil/Komponente	Personalkosten	Ersatzteilkosten	Dauer der Reparatur
Zulauf-/Ablaufschlauch	ca. 103,-	ca. 60,- / 23,-	ca. 30 Min.
Laugenpumpe (Pumpenmotor)	ca. 125,-	ca. 53,-	ca. 45 Min.
Pumpengehäuse	ca. 125,-	ca. 16,-	ca. 45 Min.
Federn	ca. 103,-	ca. 9,-	ca. 30 Min.
Stoßdämpfer	ca. 146,-	ca. 30,-	ca. 60 Min.
Kugellager	ca. 233,-	ca. 29,-	ca. 120 Min.
Dichtungen	ca. 125,-	ca. 20,-	ca. 45 Min.
Laugenbehälter	ca. 233,-	ca. 40,- plus 170,-	ca. 120 Min.
Funkentstörung	ca. 103,-	ca. 17,-	ca. 30 Min.
Druckwächter/-Sensor	ca. 103,-	ca. 33,-	ca. 30 Min.
Heizung	ca. 103,-	ca. 46,-	ca. 30 Min.
Thermostat	ca. 103,-	ca. 27,-	ca. 30 Min.
Steuerungselektronik (Platine)	ca. 125,-	ca. 158,-	ca. 45 Min.
Ein-/Ausgabeelektronik (Tasten, Display)	ca. 125,-	ca. 147,-	ca. 45 Min.
Programmschalter/Mikroschalter	k.A.	k.A.	k.A.

Bauteil/Komponente	Personalkosten	Ersatzteilkosten	Dauer der Reparatur
Tachogenerator	ca. 125,-	ca. 23,-	ca. 45 Min.
Türschloss (Elektronik)	ca. 125,-	ca. 45,-	ca. 45 Min.
Türgriff, Türhaken (Mechanik)	ca. 103,-	ca. 47,-	ca. 30 Min.
Temperatur-Fühler	ca. 103,-	ca. 46,-	ca. 30 Min.
Motor (Kohlestifte)	ca. 125,-	ca. 262,-	ca. 45 Min.
Aqua Stopp System	ca. 125,-	ca. 11,-	ca. 45 Min.

6.8 Ursachenanalyse – Haushaltskleingeräte

6.8.1 Handmixer und Wasserkocher

6.8.1.1 Analyse entsorgter Handmixer und Wasserkocher

Im Rahmen des Moduls „Projekt zur Technik und Nachhaltigkeit lebensmittelverarbeitender Geräte“ haben die Studentinnen der Universität Bonn entsorgte Handmixer und Wasserkocher bei einer kommunalen Sammelstelle gesammelt und sodann versucht, den vermeintlichen Entsorgungsgrund zu ermitteln.

Rahmenbedingungen

Insgesamt wurden 23 Handmixer und 28 Wasserkocher bei den RSAG-Entsorgungsanlagen Troisdorf im Zeitraum Ende 2013/Beginn 2014 gesammelt und in den Laboren der Universität Bonn, Sektion Haushaltstechnik untersucht. Nur bei zwei der Geräte konnte das Herstellungsdatum ermittelt werden: Einer der Handmixer wurde im Juni 2004 hergestellt und einer der Wasserkocher im November 2011.

Bei den Handmixern wurden zu 65% Markengeräte (= Krups, Philips, Tefal, Moulinex, Bosch, Severin und Siemens) ermittelt, während der Anteil an Markengeräten bei Wasserkochern mit insgesamt 43% geringer war.

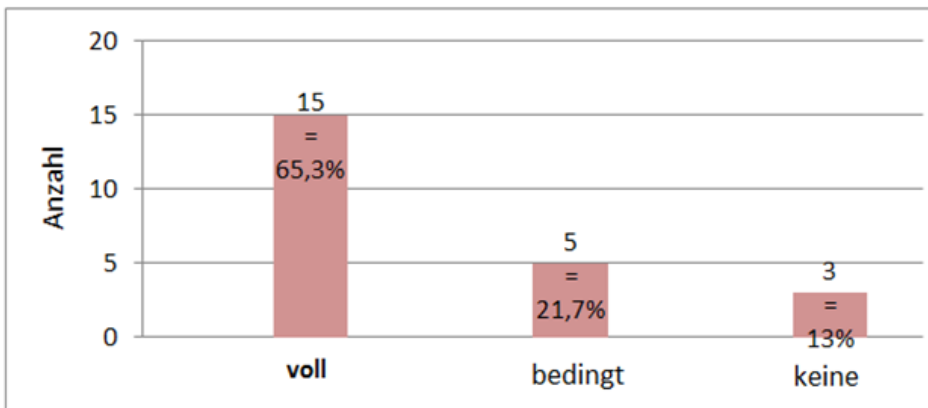
Funktionsfähigkeit

Die Funktionsfähigkeit war bei 63% der entsorgten Handmixer und bei 71% der entsorgten Wasserkocher „voll“ gegeben (Abbildung 83 und Abbildung 84). Darunter wurde verstanden, dass es in Handhabung und Funktion keine offensichtlichen Mängel gab.

Unter dem Begriff „bedingt“ funktionsfähig (Handmixer: 22%, Wasserkocher: 11%) werden alle Geräte zusammengefasst, die einen technischen oder mechanischen Defekt aufweisen, der die Funktion zwar einschränkt, aber nicht ausschließt. Beispiele hierfür sind bei den Handmixern der Funktionsverlust von einigen Intensitätsstufen und bei den Wasserkochern die Fehlfunktion der Einschalttaste während des Erwärmens, sodass diese gedrückt gehalten werden muss.

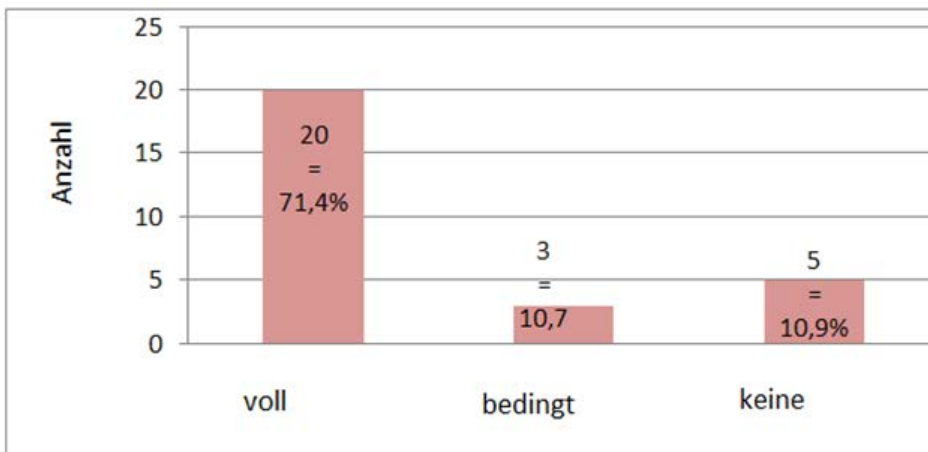
Nicht funktionsfähig, in dem Sinn, dass die eigentliche Funktion des Gerätes nicht mehr ausgeübt werden konnte, waren insgesamt 13% der Handmixer und 11% der Wasserkocher.

Abbildung 83 Funktionstest Handmixer



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 84 Funktionstest Wasserkocher



Quelle: Eigene Darstellung

Äußeres Erscheinungsbild und Design

Bei den Handmixern gab es bei zwei der Geräte Auffälligkeiten am äußeren Erscheinungsbild. In einem Fall wies das Gehäuse einen Riss auf, während bei dem anderen Gerät ein Bruch im Kabel zu verzeichnen war. Die technische Funktionsfähigkeit war bei diesen Geräten allerdings noch voll gegeben.

Bei den Wasserkochern hatten fünf der insgesamt 28 Geräte Defekte am Corpus. Ob die Beschädigung zuvor oder erst bei der kommunalen Sammelstelle oder Entsorgungsanlage entstanden sind, konnte aber nur bei zwei der Geräte eindeutig festgestellt werden, da hier ein Klebeband verwendet wurde, um den Bruch zu fixieren. In diesem Fall kann eindeutig gesagt werden, dass der Bruch nicht durch unsanfte Behandlung auf der kommunalen Sammelstelle oder Entsorgungsanlage entstanden ist.

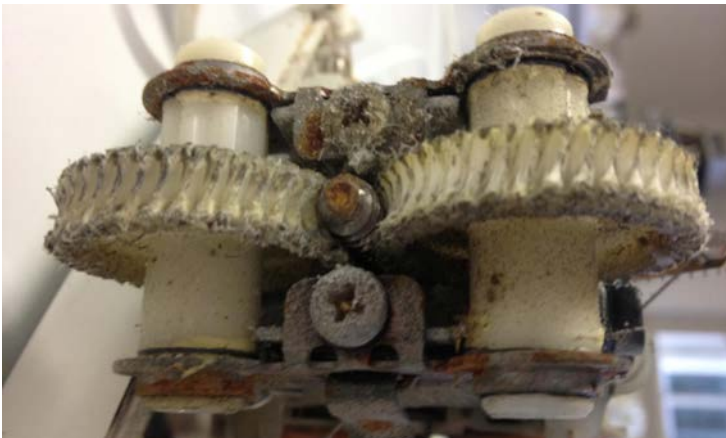
Das Design war bei einem der Handmixer und bei einem der Wasserkocher stark veraltet, was sich vor allem durch sehr eckige Formen und eine vergilbte Farbe zeigte. Alle anderen Geräte wiesen ein neutrales bis modernes Design auf. Die modernen Geräte waren beispielsweise durch eine Chromoberfläche zu erkennen.

Inneres Erscheinungsbild

Nach dem Testen der Funktionsfähigkeit und der Beurteilung des äußeren Erscheinungsbildes folgten der Auseinanderbau der Handmixer und die Innenrauminspektion der Wasserkocher.

Bei den Handmixern wurden vor allem die Zahnräder und die Kohlestifte der Motoren begutachtet. Die Kohlestifte waren bei keinem der Geräte so stark abgerieben, dass dies der Grund für den Ausfall des Gerätes hätte sein können. Die Zahnräder waren bei insgesamt 43,5% der Geräte stark abgefräst. Diese Abfräsung hatte allerdings nur in 34,8% dieser Geräte einen vollen oder teilweisen Funktionsverlust zur Folge (Abbildung 85).

Abbildung 85 Beispiel für abgefräste Zahnräder bei dem Handmixer



Quelle: Eigene Fotografie

Bei den Wasserkochern fiel bei der Inspektion auf, dass 39% (n=11) der Geräte eine starke Verkalkung aufwiesen (Abbildung 86). Von diesen 39% waren allerdings 82% voll funktionsfähig. Daraus kann geschlossen werden, dass die Verkalkung nicht zum Ausfall des Gerätes führt, allerdings einen möglichen Entsorgungsgrund für Verbraucherinnen und Verbraucher darstellt.

Abbildung 86 Beispiel für einen stark verkalkten Wasserkocher



Quelle: Eigene Fotografie

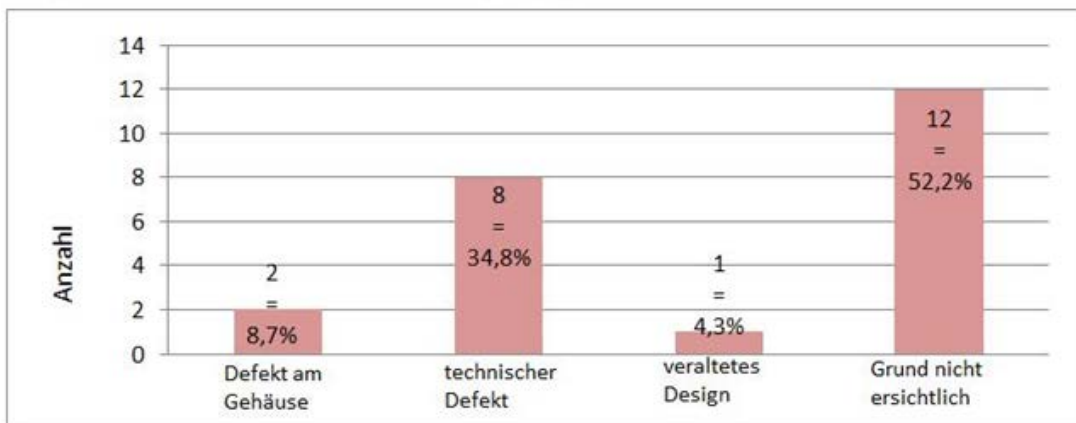
Hinweise auf vorangegangene Reparaturen

Bei keinem der Handmixer gab es Hinweise auf vorangegangene Reparaturen im Innenraum. Bei den Wasserkochern gab es lediglich bei einem der Geräte Hinweise auf vorangegangene Reparaturen, da es eine Abweichung an einer der insgesamt vier Schrauben gab.

Vermutlicher Entsorgungsgrund

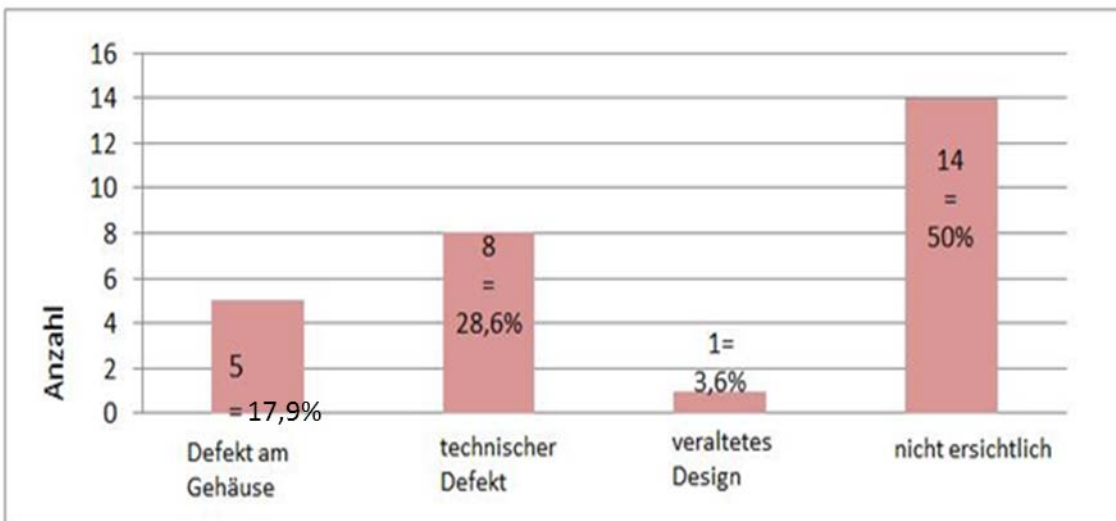
Abschließend wurde als Fazit der mutmaßliche Entsorgungsgrund ermittelt. In Bezug auf die Handmixer (Abbildung 87) war der Grund für die Entsorgung bei 52% der Geräte nicht ersichtlich, da keinerlei Mängel in Bezug auf die Technik, die Mechanik oder das Design festgestellt werden konnten. Bei 9% der Handmixer war der mutmaßliche Entsorgungsgrund ein Defekt am Gehäuse, während bei 35% der Geräte ein technischer Defekt der Grund für die Entsorgung war. In diesem Fall waren die Zahnräder so stark abgefräst, dass dies zu einem teilweisen oder vollen Ausfall der Drehbewegung der Rührstäbe führte.

Abbildung 87 Mutmaßlicher Entsorgungsgrund Handmixer



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 88 Mutmaßlicher Entsorgungsgrund Wasserkocher



Quelle: Eigene Darstellung

Bei den Wasserkochern war der Entsorgungsgrund bei 50% der Geräte nicht ermittelbar (Abbildung 88), da es auch hier keine Mängel in der Funktionsfähigkeit, Mechanik oder in Bezug auf das Design gab. Allerdings waren 64% der Geräte, bei denen der Grund nicht ermittelbar war, stark verkalkt, sodass dies ein Hinweis darauf sein kann, dass die Geräte aufgrund der Verkalkung entsorgt wurden. 17,9% der Geräte wiesen einen mechanischen Defekt am Gehäuse als mutmaßlichen Entsorgungsgrund auf. Bei 28,6% der Geräte ist ein

technischer Defekt, der Funktionseinbußen mit sich bringt, der mutmaßliche Entsorgungsgrund.

Da es bei keinem der Handmixer und nur bei einem der Wasserkocher Hinweise auf vorangegangene Reparaturen gab, ist davon auszugehen, dass Verbraucherinnen und Verbraucher die Geräte bei Defekten eher entsorgen als den Versuch zu unternehmen, diese zu reparieren.

Es konnte kein Zusammenhang zwischen dem Grund der Entsorgung und dem Kriterium, ob es sich um ein Markengerät handelt, festgestellt werden.

Insgesamt weisen die Ergebnisse des Tests darauf hin, dass ein funktionaler Ausfall nur in wenigen Fällen der Entsorgungsgrund bei Handmixern und Wasserkochern zu sein scheint. Die Verbraucherinnen und Verbraucher beendeten in 50% der Fälle unseres Tests die Lebensdauer des Gerätes selbst und waren nicht durch einen Funktionsausfall zur Entsorgung des Gerätes gezwungen.

6.8.1.2 Ergebnisse der internetbasierten Verbraucherumfrage – Handrührgerät⁸⁹

Neu oder gebraucht gekaufte Handrührgeräte

Handrührgeräte werden meist neu gekauft (89 Prozent), selten gebraucht (Tabelle 60).

Tabelle 60 Neu oder gebraucht gekauftes Handrührgerät

War das Handrührgerät beim Kauf neu oder gebraucht?	Häufigkeit	Prozent
Neu	441	89,1
Gebraucht	50	10,1
Ich weiß es nicht.	4	0,8
Gesamtsumme	495	100,0

Alter des Handrührgeräts

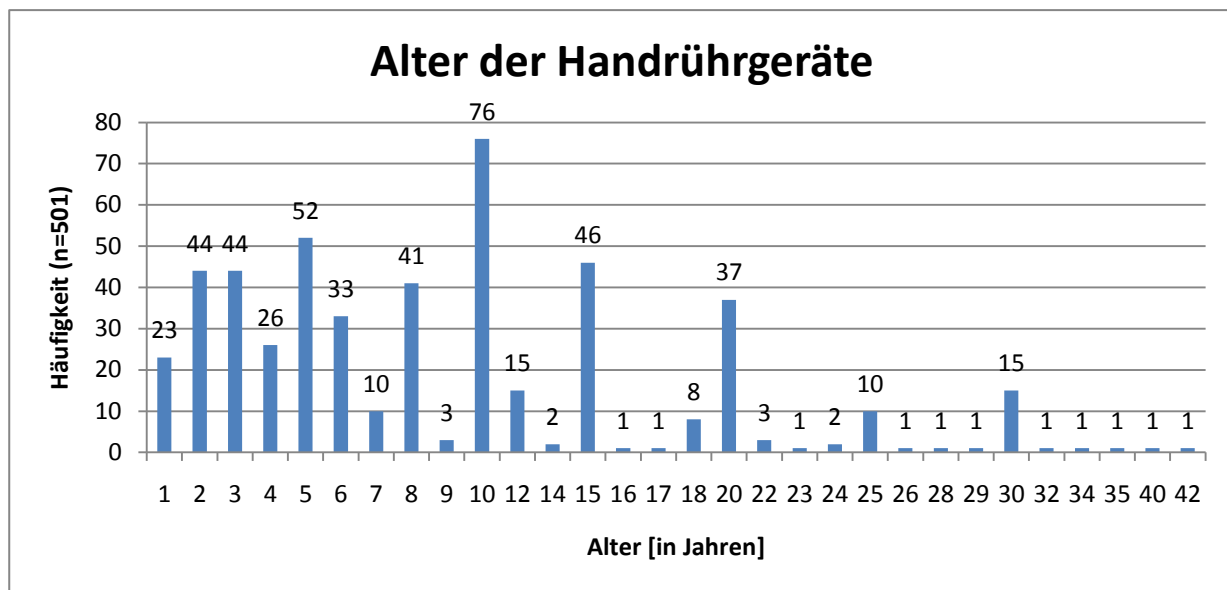
Im Mittel werden Handrührgeräte 10 Jahre alt (Tabelle 61), ebenfalls ist eine Häufung der runden Jahre durch Erinnerungsbias zu beobachten (Abbildung 89).

Tabelle 61 Altersverteilung der Handrührgeräte

Wie alt ist das Handrührgerät ca. geworden? Wenn Sie es nicht genau wissen, dann schätzen Sie bitte einen Wert [in Jahren].								
N	Mittelwert	St.-Abw.	Minim.	Maxim.	Perzentil 25	Median	Perzentil 75	Bereich
501	9,8	7,6	1	42	4	8	15	41

⁸⁹ Hier wird der Begriff Handrührgeräte anstelle Handmixer verwendet, weil er so auch in der Umfrage Verwendung fand.

Abbildung 89 Alter der Handrührgeräte



Quelle: Eigene Darstellung

Preis des Handrührgeräts

Handrührgeräte werden vornehmlich im mittelpreisigen Segment gekauft, gefolgt vom günstigen Preissegment (Tabelle 62).

Tabelle 62 Preis des Handrührgeräts

Wie teuer war dieses Handrührgerät in der Anschaffung?	Häufigkeit	Prozent
Ein günstiges Gerät (No-Name-Marke)	144	28,8
Ein mittelpreisiges Gerät	200	40,0
Ein teures Gerät (Top-Markenprodukt)	97	19,4
Ich weiß es nicht.	59	11,8
Gesamtsumme	500	100,0

Reparatur des Handrührgeräts

94 Prozent der Handrührgeräte werden nicht repariert (Tabelle 63). In nur drei von 23 Reparaturfällen handelte es sich um einen Gewährleistungsfall (Tabelle 64).

Tabelle 63 Reparatur des Handrührgeräts

Wurde dieses Handrührgerät auch einmal repariert?	Häufigkeit	Prozent
Ja	25	5,0
Nein	468	93,6
Ich weiß es nicht.	7	1,4
Gesamtsumme	500	100,0

Tabelle 64 Gewährleistungsfall Handrührgerät

Wurde die Reparatur in der Gewährleistungszeit durchgeführt?	Häufigkeit	Prozent
Die Reparatur wurde in der Gewährleistungszeit durchgeführt.	3	13,0
Die Reparatur wurde erst nach dem Ablauf der Gewährleistungszeit durchgeführt.	16	69,6
Ich weiß nicht, ob die Reparatur innerhalb der Gewährleistungszeit durchgeführt wurde.	4	17,4
Gesamtsumme	23	100,0

Benutzungshäufigkeit des Handrührgeräts

Handrührgeräte werden selten täglich, häufig zwischen einmal pro Woche und einmal im Monat verwendet (Tabelle 65).

Tabelle 65 Benutzung des Handrührgeräts

Wie häufig haben Sie dieses Handrührgerät in der Regel benutzt? Wenn Sie es nicht genau wissen, dann schätzen Sie bitte einen Wert.	Häufigkeit	Prozent
Einmal pro Monat	149	29,6
Fast nie	27	5,4
Einmal pro Woche	209	41,6
Mehrmals pro Woche	113	22,5
Täglich	5	1,0
Gesamtsumme	503	100,0

Entsorgung des Handrührgeräts

Handrührgeräte werden zu 85 Prozent entsorgt, selten weitergegeben oder aufgehoben (Tabelle 66).

Tabelle 66 Entsorgung des Handrührgeräts

Was haben Sie mit dem Gerät gemacht? Ich habe das Handrührgerät ...	Häufigkeit	Prozent
Entsorgt	427	85,2
Weitergegeben (verschenkt, verkauft)	39	7,8
Aufgehoben	31	6,2
Etwas anderes	4	0,8
Gesamtsumme	501	100,0

Grund für den Neukauf des Handrührgeräts

In den meisten Fällen (76,2%) werden Handrührgeräte entsorgt, weil sie nach Angabe der Befragten defekt sind. Interessant ist der Vergleich mit der Untersuchung der auf der Sammelstelle entnommenen Geräte (vgl. Abbildung 87), wo bei 9% der Handmixer der mutmaßliche Entsorgungsgrund ein Defekt am Gehäuse, während bei 35% der Geräte ein technischer Defekt der Grund für die Entsorgung war. Insofern zeigt die Verbraucherbefragung ein anderes Bild bezüglich des Entsorgungsgrundes der Handmixer. Möglicherweise werden viele Handmixer

entsorgt, weil die Konsumentinnen und Konsumenten sie für defekt halten, obwohl die Geräte eigentlich noch funktionsfähig sind.

Selten gefallen die Geräte nicht mehr oder haben zu wenige Funktionen. Acht Prozent entfallen auf einen anderen Grund (Tabelle 67). Es werden mehr Handrührgeräte entsorgt als defekt sind (vgl. Tabelle 67 und Tabelle 66).

Tabelle 67 Grund für den Neukauf des Handrührgeräts

Warum haben Sie das Handrührgerät ausrangiert? Welcher Punkt trifft am meisten zu?	Häufigkeit	Prozent
Der Handrührer war defekt.	381	76,2
Der Handrührer gefiel mir nicht mehr.	32	6,4
Der Handrührer hatte zu wenige Funktionen.	13	2,6
Ich habe einen neuen Handrührer geschenkt bekommen.	34	6,8
Ich hatte einen anderen Grund.	40	8,0
Gesamtsumme	500	100,0

Zufriedenheit mit der Lebensdauer des Handrührgeräts

34 Prozent der Befragten sind unzufrieden mit der Lebensdauer ihres Handrührgerätes. 60 Prozent sind zufrieden (Tabelle 68).

Tabelle 68 Zufriedenheit mit der Lebensdauer des Handrührgeräts

Wie zufrieden waren Sie mit der Lebensdauer dieses Handrührgeräts?	Häufigkeit	Prozent
Die Lebensdauer hat meine Erwartungen erfüllt.	182	36,3
Ich war überrascht wie lange das Handrührgerät gehalten hat.	69	13,8
Es war an der Zeit das Handrührgerät durch ein neues Gerät zu ersetzen.	51	10,2
Ich hätte eine längere Benutzungsdauer erwartet.	104	20,8
Das Handrührgerät hat viel zu kurze Zeit seinen Dienst getan.	67	13,4
Ich weiß es nicht	28	5,6
Gesamtsumme	501	100,0

Defekt des Handrührgeräts

Die Defekte der Handrührgeräte liegen meist in der Elektrik oder bei den Röhreinsätzen (zusammen 66 Prozent). 17 Prozent entfallen auf einen anderen Defekt, 19 Prozent sind nicht bekannt (Tabelle 69).

Tabelle 69 Defekt des Handrührgeräts

Was genau war an dem Handrührgerät defekt?	Häufigkeit	Prozent
Kabelbruch	11	2,9
Schalter	13	3,4
Stufeneinstellung	20	5,2
Röhreinsätze	106	27,7
Elektrik	145	37,9

Was genau war an dem Handrührgerät defekt?	Häufigkeit	Prozent
Ein anderer Defekt	66	17,2
Ich weiß es nicht.	71	18,5
Gesamtsumme der Antworten	432	112,8
Gesamtsumme der Teilnehmenden	383	100,0

6.8.1.3 Testberichte: Handrührer, Stabmixer, Kompaktküchenmaschinen und Entsafter

Das Prüfverfahren der Stiftung Warentest bei elektrischen Kleingeräten besteht aus:

- Handrührer: 150 Zyklen Rührmischung, 360 Zyklen kneten,
- Stabmixer: 450 Zyklen, davon 150 Mixphasen in Wasser und 300-mal pürieren,
- Kompaktküchenmaschinen: 500 Zyklen (300-mal mit Öl-Sägespäne-Gemisch, 100-mal mit Plastillin-Knetmasse, 100-mal im Leerlauf)
- Entsafter: 500 Zyklen (10 x 2 Minuten mit 1 Minute Pause, dann 1 Stunde abkühlen).

Die Gruppe der Küchenkleingeräte lässt sich zusammenfassen, da die Ausfallgründe ähnlich sind. Die überwiegend zur Zerkleinerung von Lebensmitteln vorgesehenen Geräte fallen hauptsächlich auf Grund einer Überlastung des Motors aus (Tabelle 70). Einige Hersteller geben eine maximale Betriebsdauer an, welche nicht überschritten werden sollte. Wird diese aber im Falle eines Stabmixers mit maximal 15 Sekunden angegeben, wird offensichtlich, dass diese Art des Kurzzeitbetriebes kaum realisierbar ist.

Ein kritischer Punkt von Handmixern mit Drehschüssel ist der Drehschüsselantrieb. Verschleißt dieser, ist im besten Falle der Handmixer noch alleine nutzbar und es muss nicht das gesamte Gerät entsorgt werden.

Tabelle 70 Dauerprüfung Küchenkleingeräte der Stiftung Warentest

Veröffent- lichung (JJJJ/MM)	Anzahl Modelle im Test	Geräteart	Gerätebezeichnung	Lebensdauerproblem
2012/03	24	Handrührer	Grundig HM 5040	Ursache unbekannt
			Dualit HMR 1	Ursache unbekannt
			bodum Bistro	Ursache unbekannt
2012/03	24	Handrührer mit Drehschüssel	Philips HR 1565	Schüsselantrieb verschleißt, Rührer noch i.O.
			Severin HM 3814	Schüsselantrieb verschleißt, Quirle lösen sich, Rührer noch i.O.
			Bosch MFQ 3560	Schüsselantrieb verschleißt, Rührer versagt
			efbe-Schott RG 310	Schüsselantrieb verschleißt, Rührer versagt
2003/01	12	Handrührer	CTC Clatronic HM 2642	Ursache unbekannt
2011/08	22	Stabmixer (+Zubehör)	Bosch Styline MSM 7800	Turbotaste hält nicht ewig, Stabmixer funktioniert aber noch
			Philip HR1377	Motor versagt
			Red Baron SM 5006	Ursache unbekannt
			Tefal Click&Mix 450	Motor versagt

Veröffent- lichung (JJJJ/MM)	Anzahl Modelle im Test	Geräteart	Gerätebezeichnung	Lebensdauerproblem
			Severin Profi Mix 3807	Motor versagt sehr früh, schon beim Rühren von Wasser
2011/08	22	Stabmixer	Real/Alaska STM1200	Motor versagt
			Solac INOX 400	Motor versagt sehr früh
			Severin SM 9617	Motor versagt sehr früh
			Superior HM 932A-2	Motor versagt sehr früh, schon beim Rühren von Wasser
2003/01	12	Stabmixer	Moulinex Spiraglio A DG1 42	Ursache unbekannt
			Philips Cucina HR 1350/6	Ursache unbekannt
			CTC Clatronic SM 2680	Ursache unbekannt
1996/10	20	Kompaktkü- chenmaschinen	Philips Compacto HR 2830	Ursache unbekannt, früher Ausfall
			CTC Clatronic KM E 2172	Ursache unbekannt, früher Ausfall
2013/08	15	Entsafter	Severin ES 3559	Motorschaden
			Clatronic AE 3465	Motorschaden
			Tristar SC-2283	Motorschaden
			Petra Electric Vitapure	Motorschaden
2003/07	14	Entsafter	Braun Multipress MP80	Abnutzungserscheinungen an der Motorauf- hängung
			Suco Saftpresse	Risse an der Raspelfrührer Ausfall
			CTC Clatronic AE 2758	Früher Ausfall
			Kenwood JE550	Früher Ausfall
			Philips Cucina HR 2828/26	Früher Ausfall
			Severin Juice 300 ES3556	Früher Ausfall
			Unold Electro Saftcenter 8850	Früher Ausfall

6.8.1.4 Ergebnisse der internetbasierten Verbraucherumfrage – Wasserkocher

Alle Antworten beziehen sich auf den von den 692 Teilnehmenden der Verbraucherumfrage zuletzt entsorgten Wasserkocher.

Neu oder gebraucht gekaufte Wasserkocher

Wasserkocher werden fast immer neu gekauft. Nur in 7 Prozent der Fälle wurden Wasserkocher gebraucht gekauft (siehe Tabelle 71).

Tabelle 71 Neu oder gebraucht gekaufte Wasserkocher

War der Wasserkocher beim Kauf neu oder gebraucht?	Häufigkeit	Prozent
Neu	633	91,9
gebraucht	45	6,5

War der Wasserkocher beim Kauf neu oder gebraucht?	Häufigkeit	Prozent
Ich weiß es nicht	11	1,6
Gesamtsumme	689	100,0

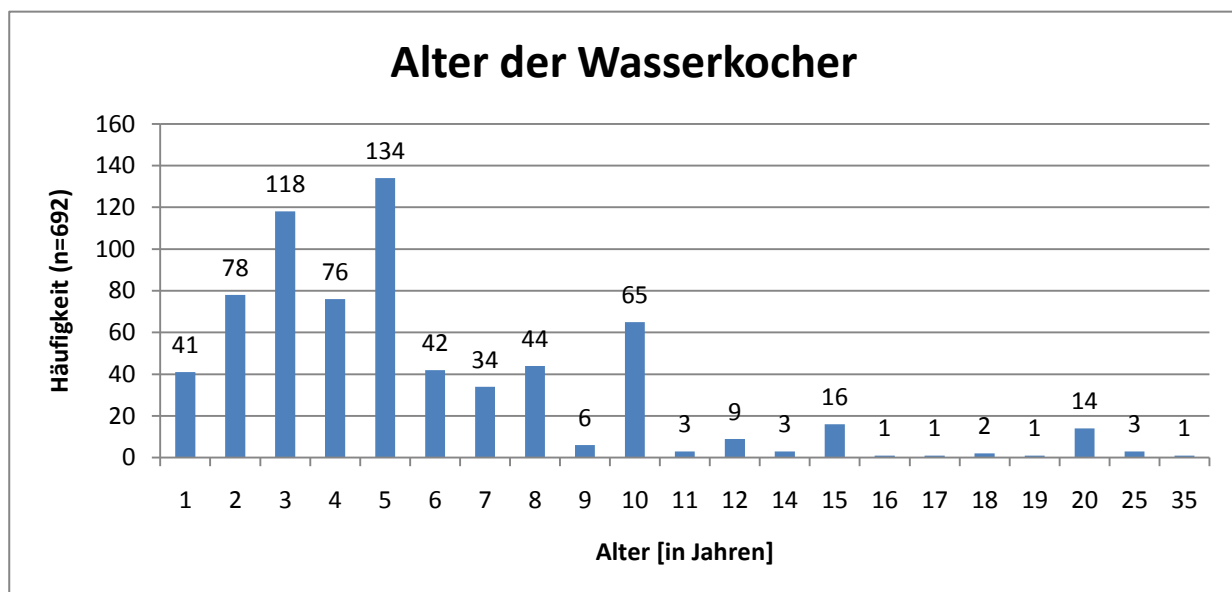
Alter des Wasserkochers

Die Wasserkocher, die von den Teilnehmenden der Verbraucherumfrage entsorgt wurden, wurden im Mittel 5,7 Jahre alt (siehe Tabelle 72). Auch hier ist eine Häufung der Altersangaben bei ‚runden‘ Jahren zu beobachten (siehe Abbildung 90).

Tabelle 72 Altersverteilung der Wasserkocher

Wie alt ist der Wasserkocher ca. geworden? Wenn Sie es nicht genau wissen, dann schätzen Sie bitte einen Wert [in Jahren].								
N	Mittelwert	St.-Abw.	Minim.	Maxim.	Perzentil 25	Median	Perzentil 75	Bereich
692	5,7	4,2	1	35	3	5	7	34

Abbildung 90 Alter der Wasserkocher



Quelle: Eigene Darstellung

Preis des Wasserkochers

Die entsorgten Wasserkocher wurden ursprünglich zu 50 Prozent im günstigen Segment gekauft. Aus dem teuren Segment stammen nur 8 Prozent (siehe Tabelle 73).

Tabelle 73 Preis des Wasserkochers

Wie teuer war der Wasserkocher in der Anschaffung?	Häufigkeit	Prozent
Ein günstiges Gerät (No-Name-Marke)	348	50,4
Ein mittelpreisiges Gerät	233	33,7
Ein teures Gerät (Top-Markenprodukt)	56	8,1

Wie teuer war der Wasserkocher in der Anschaffung?	Häufigkeit	Prozent
Ich weiß es nicht.	54	7,8
Gesamtsumme	691	100,0

Reparatur des Wasserkochers

Nur in 3 Prozent der Fälle wurde der zuletzt entsorgte Wasserkocher zuvor repariert (Tabelle 74), davon waren ca. ein Drittel Gewährleistungsfälle (Tabelle 75).

Tabelle 74 Reparatur Wasserkocher

Wurde dieser Wasserkocher auch einmal repariert?	Häufigkeit	Prozent
Ja	17	2,5
Nein	664	96,8
Ich weiß es nicht.	5	0,7
Gesamtsumme	686	100,0

Tabelle 75 Gewährleistungsfall Wasserkocher

Wurde die Reparatur in der Gewährleistungszeit durchgeführt?	Häufigkeit	Prozent
Die Reparatur wurde in der Gewährleistungszeit durchgeführt.	5	29,4
Die Reparatur wurde erst nach dem Ablauf der Gewährleistungszeit durchgeführt.	11	64,7
Ich weiß nicht, ob die Reparatur innerhalb der Gewährleistungszeit durchgeführt wurde.	1	5,9
Gesamtsumme	17	100,0

Benutzungshäufigkeit des Wasserkochers

Wasserkocher werden meist täglich oder mehrmals täglich verwendet (siehe Tabelle 76).

Tabelle 76 Benutzung des Wasserkochers

Wie häufig haben Sie diesen Wasserkocher in der Regel benutzt? Wenn Sie es nicht genau wissen, dann schätzen Sie bitte einen Wert.	Häufigkeit	Prozent
Einmal pro Monat	10	1,5
Fast nie	3	0,4
Einmal pro Woche	53	7,7
Mehrmals pro Woche	177	25,7
Täglich	241	35,0
Mehrmals täglich	204	29,7
Gesamtsumme	688	100,0

Entsorgung des Wasserkochers

84 Prozent der Wasserkocher aus der Verbraucherumfrage wurden nach dem Ausrangieren entsorgt. In seltenen Fällen wurden die Wasserkocher aufbewahrt oder weitergegeben (siehe Tabelle 77).

Tabelle 77 Entsorgung des Wasserkochers

Was haben Sie mit dem Gerät gemacht? Ich habe den Wasserkocher...	Häufigkeit	Prozent
Entsorgt	580	84,1
Weitergegeben (verschenkt, verkauft)	54	7,8
Aufgehoben	43	6,2
Etwas anderes	13	1,9
Gesamtsumme	690	100,0

Grund für den Neukauf des Wasserkochers

68 Prozent der Teilnehmenden haben den Wasserkocher aufgrund eines angeblichen Defektes entsorgt. 13 Prozent gaben an, dass sie einen anderen Grund für die Entsorgung hatten (siehe Tabelle 78). Es wurden laut der Verbraucherumfrage mehr Wasserkocher entsorgt als defekt waren (vgl. Tabelle 78 und Tabelle 77). Interessant ist auch hier der Vergleich mit der Untersuchung der an der Sammelstelle entnommenen Geräte (vgl. Abbildung 88). Demnach wiesen 17,9% der Geräte einen mechanischen Defekt am Gehäuse als mutmaßlichen Entsorgungsgrund auf. Bei 28,6% der Geräte war ein technischer Defekt, der Funktionseinbußen mit sich bringt, der mutmaßliche Entsorgungsgrund. Insofern zeigt die Verbraucherbefragung ein anderes Bild bezüglich des Entsorgungsgrundes der Wasserkocher. Möglicherweise werden viele Wasserkocher entsorgt, weil die Konsumentinnen und Konsumenten sie für defekt halten, obwohl die Geräte eigentlich noch funktionsfähig sind.

Tabelle 78 Grund für den Neukauf des Wasserkochers

Warum haben Sie den Wasserkocher ausrangiert? Welcher Punkt trifft am meisten zu?	Häufigkeit	Prozent
Der Wasserkocher war defekt.	470	68,0
Der Wasserkocher gefiel mir nicht mehr.	64	9,3
Der Wasserkocher hatte zu wenige Funktionen.	12	1,7
Ich habe einen neuen Wasserkocher geschenkt bekommen.	37	5,4
Ich hatte einen anderen Grund.	91	13,2
Der Wasserkocher war nicht sparsam genug.	17	2,5
Gesamtsumme	691	100,0

Zufriedenheit mit der Lebensdauer des Wasserkochers

Etwa 35 Prozent der Teilnehmenden waren eher unzufrieden mit der Lebensdauer des Wasserkochers, 58 Prozent waren zufrieden bis sehr zufrieden (siehe Tabelle 79).

Tabelle 79 Zufriedenheit mit der Lebensdauer des Wasserkochers

Wie zufrieden waren Sie mit der Lebensdauer dieses Wasserkochers?	Häufigkeit	Prozent
Die Lebensdauer hat meine Erwartungen erfüllt.	248	35,8
Ich war überrascht wie lange der Wasserkocher gehalten hat.	52	7,5
Es war an der Zeit den Wasserkocher durch ein neues Gerät zu ersetzen.	116	16,8
Ich hätte eine längere Benutzungsdauer erwartet.	169	24,4
Der Wasserkocher hat viel zu kurze Zeit seinen Dienst getan.	81	11,7
Ich weiß es nicht.	26	3,8
Gesamtsumme	692	100,0

Defekt des Wasserkochers

28 Prozent der Wasserkocher wurden aufgrund eines Defektes der Heizspirale entsorgt, bei 19 Prozent war die automatische Abschaltung defekt (siehe Tabelle 80). 23 Prozent der Teilnehmenden konnten zum Defekt keine nähere Angabe machen.

Tabelle 80 Defekte des Wasserkochers

Was genau war an dem Wasserkocher defekt?	Häufigkeit	Prozent
Kabelbruch	19	4,0
Schalter	53	11,2
Heizspirale	133	28,1
Automatische Abschaltung	91	19,2
Deckel oder Behälter	68	14,4
Ein anderer Defekt	78	16,5
Ich weiß es nicht.	109	23,0
Gesamtsumme der Antworten	551	116,5
Gesamtsumme der Teilnehmenden	473	100,0

6.8.2 Elektrische Zahnbürsten

Das Prüfverfahren der Stiftung Warentest bei elektrischen Zahnbürsten besteht aus 2.250 Prüfzyklen (je 4 x 2 Minuten, dazwischen 1 Minute Pause), was einer sechsjährigen Nutzung durch zwei Personen entspricht. Während des gesamten Zyklus läuft ein Zahnpasta-Wasser-Gemisch über die Bürste.

Die Haltbarkeit elektrischer Zahnbürsten wurde überwiegend mit „gut“ bis „sehr gut“ bewertet. Auffällig ist lediglich, dass Batteriezahnbürsten grundsätzlich schlechter bewertet wurden als akkubetriebene elektrische Zahnbürsten. Von einer nachlassenden Akkuleistung wird selten berichtet. Die Ausfallgründe der Modelle, die die Dauerprüfung nicht überstanden haben, wurden nicht genannt (Tabelle 81).

Tabelle 81 Dauerprüfung elektrischer Zahnbürsten der Stiftung Warentest

Veröffent- lichung (JJJJ/MM)	Anzahl Modelle im Test	Geräteart	Gerätebezeichnung	Lebensdauerproblem
2013/04	14	Elektrische Zahnbürsten	Grundig Schallzahnbürste TB 8030	Ursache unbekannt, früher Ausfall
			Incutex Dental Care Electromotive Brush	Ursache unbekannt
2011/05	10		Colgate Sonic Energy (einzige Batteriezahnbürste im Test)	Bürstenkopf nicht aus- wechselbar (Haltbarkeit ca. 3 Monate)
2003/05	10		Dr. BEST Brillant	Ursache unbekannt
			Severin Denti-Care HG 7704	Ursache unbekannt

6.8.3 Espressomaschinen

Das Prüfverfahren der Stiftung Warentest bei Espressomaschinen besteht aus:

- 6 000 Durchläufe von je einer Tasse mit 15-minütiger Abkühlpause nach jeweils zehn Brühungen,
- Entkalkung und Reinigung nach Herstellerangabe oder Geräteanzeige,
- Wasserhärte: ca. 3,6 Millimol Gesamthärte (21°dH).

Der jährliche Test von Espressomaschinen zeigt keine häufiger auftretenden Lebensdauerprobleme. Sowohl die Elektronik als auch die Mechanik (Mahlwerk) können Störungen verursachen (Tabelle 82).

Tabelle 82 Dauerprüfung Espressomaschinen der Stiftung Warentest

Veröffent- lichung (JJJJ/MM)	Anzahl Modelle im Test	Geräteart	Gerätebezeichnung	Lebensdauerproblem
2013/12	4	Espresso- maschinen	Krups EA 8258	Kaffee läuft an den Seiten aus, Kon- denswasser im Gerät → Display beschlägt, Maschine tropft
			De'Longhi ECAM 25.457	Falscher Befehl „Brühgruppe einsetzen“ (überhitzt?)
2012/12	14	Espresso- maschinen	De'Longhi Primadonna S ECAM 26.455	Falscher Befehl „Brühgruppe einsetzen“ (überhitzt?)
2010/12	12	Espresso- maschinen	Jura ENA 7	Etwas störanfällig
2008/12	15	Espresso- maschinen	Spidem My Coffee Rapid Steam	Gemahlener Kaffee verstopft Zuleitung zur Brühgruppe
			Krups Espresseria Automatik EA 8080	Bohnen blockieren Mahlwerk → Elektronik versagt
2005/12	14	Espresso- maschinen	Saeco Café Crema Silber	Herausnehmbare Brühgruppe fiel zum Ende der Dauerprüfung aus

Veröffent- lichung (JJJJ/MM)	Anzahl Modelle im Test	Geräteart	Gerätebezeichnung	Lebensdauerproblem
2004/12	17	Espresso- maschinen	Jura Impressa F50	Mahlwerk streikt
			Saeco Incanto Sirius SUP02 YADR	Mahlwerk streikt
			Saeco Incanto rondó SUP02 1Y0	Mahlwerk streikt
1999/12	14	Espresso- maschinen	AEG EA 100 Crema	Ursache unbekannt
1997/09	20	Espresso- maschinen	Eduscho Cafissimo 757371	Am Gewinde des Wassertankver- schlusses reiben sich beim Öffnen und Schließen Metallspäne ab
			La Pavoni Europiccola Lusso	
1994/09	16	Espresso- maschinen	Braun Espresso Maser E 250 T	Bei allen genannten Modellen Metall- abrieb am Wasserbehälterverschluss
			Ismet ES 561	
			Quelle Privileg Best.-Nr. 611.104	
			Severin KA 5950	
			EGS Presto Cappuccino	

6.8.4 Dampfbügeleisen

Bei der Prüfung der Stiftung Warentest von Dampfbügeleisen gelten folgende Bedingungen:

- Wasserhärte: etwa 17°dH,
- Entkalkung nach Gebrauchsanleitung,
- Test wurde u.a. abgebrochen, wenn das Gerät defekt war, die Dampfmenge weniger als 5 g/Min. betrug oder die vorgesehene Betriebsdauer von 240 Stunden erreicht war,
- kratzfeste Bügelsohle.

Das häufigste Lebensdauerproblem von Dampfbügeleisen ist ein Verkalken (Tabelle 83). Dies führt zur Verstopfung der Dampf Düsen und gelegentlich zum Ausfall der Heizung. Inwieweit undichte Stellen der Wasserleitung im Gerät auf ein Verkalken zurückzuführen ist, wird aus den Testergebnissen nicht ersichtlich.

Tabelle 83 Dauerprüfung Dampfbügeleisen der Stiftung Warentest

Veröffent- lichung (JJJJ/MM)	Anzahl Modelle im Test	Geräteart	Gerätebezeichnung	Lebensdauerproblem
2012/12	8+6	Dampfbügel- eisen + Bügel- stationen	Laurastar G7	Undichter Schlauch (42 Std.)
			Severin BA 3210	Verkalkt, Düsen verstopft (92 Std.)
			AEG 5Safety DB 8040	Heizungsschaden (95 Std.)
2009/01	16	Dampfbügel- eisen	Severin BA3259	Verkalken; Bügelsohle nicht kratzfest
			AFK DB-2200.8	Verkalken
			Beem Power Generator EV03 Pro-C	Verkalken; nach Falltest strom- führende Teile berührbar; Bügelsohle

				nicht kratzfest
2000/08	19	Dampfbügel-eisen	Alaska DB 1310	Verkalkt
			Quelle Privileg Best.Nr. 4881949	Verkalkt
			Severin BA 3255	Verkalkt
1996/08	18	Dampfbügel-eisen	Moulinex AL 9	Ursache unbekannt
			Tefal Turbogloss 2500	Ursache unbekannt

6.8.5 Staubsauger

Das Prüfverfahren der Stiftung Warentest bei Staubsaugern besteht aus:

- **Motordauerprüfung:** 600 Stunden, unterbrochen von Ruhepausen,
- **Stoßprüfung** (500 Zyklen): Die Staubsauger fahren 10 000 Mal über Schwellen und stoßen 1 000 Mal gegen Pfosten,
- **Fallprüfung:** Die Saugdüse muss 1 200 Stürze aus 80 Zentimetern Höhe überstehen,
- **Prüfung Kabelauszug:** 6 000 Züge,
- **Prüfung Schlauchbefestigungen:** 40 000 Schwenkungen bei eingespanntem Anschlussstutzen,
- **Quetschen der Rohre, Schläuche und Nebenluftsteller:** Die Tester belasten sie 10 Sekunden lang mit 70 Kilogramm

Die Auswertung der Staubsaugertests der letzten 20 Jahre zeigt wiederholt einen Ausfall des Motors aufgrund unterdimensionierter Kohlebürsten (Tabelle 84). Mechanische Beschädigungen am Gehäuse führen in den meisten Fällen nicht zu einer Begrenzung der Lebensdauer, haben aber trotzdem eine Abwertung in der Dauerprüfung zur Folge.

Tabelle 84 Dauerprüfung Staubsauger der Stiftung Warentest

Veröffent-lichung (JJJJ/MM)	Anzahl Modelle im Test	Geräteart	Gerätebezeichnung	Lebensdauerproblem
2014/02	13	Boden-staubsauger	Kalorik TKG VC 1006	Motor versagt, Gehäuse etwas stoßanfällig
2012/12	10	Boden-staubsauger	Hoover Xarion TXG 1210 Green Ray	Feder der Kabelaufwicklung, Schlauchkupplung gebrochen
2009/04	11	Boden-staubsauger	Panasonic MC-CG881	Motor versagt
			Solac Eco Apollo AS 3250	Motor versagt schnell
2008/04	15	Boden-staubsauger	LG V-KC902 HTM	Etwas stoßanfällig
			Fakir 2100	Etwas stoßanfällig, Motor versagt
2007/04	19	Boden-staubsauger	Siemens VS06G 1666	Schäden an Düsen oder Gehäuse während der Stoß-/Fallprüfungen → diese Schäden sind reparabel
			Quelle/Privileg VS06PR32	
			Dirt Devil Antiinfectiv R1M8028	
			AEG/ELux Cyclone XL ACX6203	
			Samsung SC 7253	

Veröffent- lichung (JJJJ/MM)	Anzahl Modelle im Test	Geräteart	Gerätebezeichnung	Lebensdauerproblem
			Panasonic MC-CG 467	
2006/04	17	Boden- staubsauger	Panasonic MC-E8024	Motor versagt
			Coop/Satrap aspira mouse 1500	Mech. Beschädigung am Gehäuse
			Fakir prestige 1800	Motor versagt sehr früh
2005/04	15	Boden- staubsauger	LG V-CA404STQ	Motor versagt durch defekte Kohlebürsten
			Clatronic BS 1237	Motor versagt durch defekte Kohlebürsten
			Otto/HanseaticDust master 2000	Defekte Fronträder, aber noch funktionsfähig
2004/04	13	Staubsauger	Lux TopLux1 S D820	Elektrodüse vorzeitig ausgefallen; Kohlebürsten verschlissen nach 335 Std.
			Samsung VC-8930E	Kohlebürsten verschlissen nach 230 Std.
2003/04	13	Staubsauger	Panasonic MC-E 886	Ursache unbekannt
2002/04	13	Boden- staubsauger	AEG T2	Mängel bei Motor, Elektronik und Teleskoprohr
2001/08	8	Spezial- staubsauger	Rainbow E-1	Laufrolle defekt
			Polti L´Ecologico compact AS 800	Laufrolle defekt und Motor nach ca. 300 Std
			Hitachi CV 2800	Motor nach ca. 350 Std. ausgefallen
1999/04	2	Staubsauger o. Papierfilter	Dyson dual cyclone DC 03	Motor im letzten Drittel des Prüf- laufs ausgefallen
1998/04	14	Boden- staubsauger	Panasonic MC-E962 mit Elektro- düse	Motor d. Elektrodüse ausgefallen (Kohlebürsten sehr früh verschlis- sen)
			Hoover Micro Power Electronic SC 150	Motor früh ausgefallen
			Rowenta dymbo RS 014	Motor früh ausgefallen

7 Ökologische und ökonomische Vergleichsrechnung zwischen kurz- und langlebigen Produkten

In diesem Arbeitspaket wurde aus drei ausgewählten Produktgruppen (Waschmaschine, Fernsehgerät und Notebook) jeweils ein kurz- und ein langlebiges Produkt in einem ökologischen (Life Cycle Assessment, kurz LCA; in Anlehnung an DIN EN ISO 14040/14044) sowie ökonomischen Vergleich (Lebenszykluskosten, kurz LCC (Life Cycle Costing); in Anlehnung an UNEP/SETAC 2011⁹⁰) einander gegenüber gestellt.

7.1 Ökologische Vergleichsrechnung

7.1.1 Methodische Vorgehensweise

Bei der Berechnung wurde der gesamte Lebensweg eines Produktes (Rohstoffgewinnung, Herstellung, Verarbeitung und Transport, Gebrauch, Nachnutzung und Entsorgung) analysiert. Die Wirkungsabschätzung erfolgte im Rahmen dieser Untersuchung mithilfe der im Folgenden genannten Wirkungsindikatoren.

Tabelle 85 Erläuterung der einbezogenen Wirkungsindikatoren

Bewertungsmethode	Wirkungsfaktoren mit dieser Bewertungsmethode	Quelle und Kommentar
Kumulierter Energieaufwand (KEA)	KEA _{nicht erneuerbar}	ecoinvent, siehe auch ecoinvent report No. 3 (2010), S. 33-40.
IPCC 2007	GWP _{100a} (Treibhauspotenzial)	IPCC 2007, siehe hierzu auch ecoinvent report No. 3 (2010), S. 136-142.
ReCiPe Midpoint (H) w/o LT	Terrestrial acidification w/o LT, TAP 100 w/o LT (Versauerungspotenzial)	LCIA-Methode, Ergebnisse auf Midpoint-Ebene, (H steht für Humanitarian), siehe auch Goedkoop et al. (2009) und ecoinvent report No. 3 (2010), S. 143-148.
	Marine eutrophication Potential w/o LT; MEP w/o LT (Marine Eutrophierung)	
	Freshwater eutrophication W/O LT, FEP w/o LT (Eutrophierung von Süßwasser)	
	Photochemical oxidant formation w/o LT POFP w/o LT (Photooxidantienbildungspotenzial)	
	Water depletion w/o LT, WDP w/o LT (Rohstoffentnahme Wasser)	
	Agricultural Land Occupation (ALOP) m ² a (Inanspruchnahme Landwirtschaftlich genutzter Flächen)	

Diese Wirkungsindikatoren sind als Charakterisierungsfaktoren in der Ökobilanz-Software Umberto NXT implementiert. Die Wirkungsabschätzung erfolgte im Rahmen der Bilanzierung mit Umberto NXT. Insgesamt liegen der Studie Wirkungsfaktoren aus den in Tabelle 85 ge-

⁹⁰ UNEP / SETAC (2011): Towards a Life Cycle Sustainability Assessment – Making informed choices on products, UNEP / SETAC Life Cycle Initiative, http://www.unep.org/pdf/UNEP_LifecycleInit_Dec_FINAL.pdf

nannten drei Bewertungsmethoden zugrunde. Die Datengrundlage für die Umweltaufwände bildete die Datenbank ecoinvent 3.01.

Die Definitionen der einzelnen Wirkungskategorien befinden sich in Anhang III, S. 309 ff.

Zusätzlich wurde wie im Vorhaben vorgesehen die zukünftige Entwicklung der Strombereitstellung in Deutschland abgebildet. Dazu wurde die BMUB-Leitstudie 2011⁹¹ zur Entwicklung der deutschen Bruttostromerzeugung ab 2010 in Fünf-Jahres-Schritten bis 2020 sowie in einem 10-Jahres-Schritt bis 2030 in die Strombereitstellung herangezogen (BMUB 2012). Für die in dieser Leitstudie abgebildeten Kraftwerkstypen wurden jeweils die Entsprechungen von Kraftwerken aus der Ökobilanzdatenbank ecoinvent 3.01 zugeordnet, wobei zum Teil Pauschalierungen und Vereinfachungen getroffen werden mussten (vgl. Zuordnungen in Tabelle 86).

⁹¹ BMUB (2012): Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global, BMU - FKZ 03MAP146, 29. März 2012; http://www.fvee.de/fileadmin/publikationen/Politische_Papiere_anderer/12.03.29.BMU_Leitstudie2011/BMU_Leitstudie2011.pdf

Tabelle 86 Zuordnungstabelle bei der Abbildung der zukünftigen Entwicklung der Strombereitstellung in Deutschland

Stromerzeugung aus...	In Umberto modelliert als...	Kommentar
Steinkohle / sonstige feste Brennstoffe	electricity production, hard coal [DE] + treatment of municipal solid waste, incineration [DE]	Für die Fraktion Steinkohle und sonstige feste Brennstoffe (Abfall) wurde zunächst der Anteil am ecoinvent-Mix berechnet. Dieser beträgt 18,5% Steinkohle + 1,4% Müll. Die Anteile dieser Fraktion werden entsprechend der Angaben in der Leitstudie über einen jahresspezifischen Faktor eingestellt. Dieser Faktor errechnet sich wie folgt: Anteil Leitstudie [in %]/Anteil ecoinvent [in %] = Umrechnungsfaktor, mit diesem Faktor werden sämtliche Gasinputs multipliziert.
Braunkohle	electricity production, lignite [DE]	Die Anteile dieser Fraktion werden entsprechend der Angaben in der Leitstudie über einen jahresspezifischen Faktor eingestellt. Da es sich hier nur um einen liefernden Prozess handelt, kann der entsprechende Anteil am Mix direkt eingestellt werden.
Erdgas / Öl / übrige Gase	treatment of blast furnace gas, in power plant [DE] + electricity production, oil [DE] + electricity production, natural gas, at conventional power plant [DE] + electricity production, natural gas, 10MW [DE] + treatment of coal gas, in power plant [DE]	Zunächst wurden die Anteile der verschiedenen Gase und dem Öl im ecoinvent-Mix ermittelt. Sie machen zusammen 14,3% des Mix aus. Die Anteile dieser Fraktion werden entsprechend der Angaben in der Leitstudie über einen jahresspezifischen Faktor eingestellt. Dieser Faktor errechnet sich wie folgt: Anteil Leitstudie [in %]/Anteil ecoinvent [in %] = Umrechnungsfaktor, mit diesem Faktor werden sämtliche Gasinputs multipliziert.
Atomstrom	electricity production, nuclear, pressure water reactor [DE] + electricity production, nuclear, boiling water reactor [DE]	Zunächst wurden der Atomstrom-Anteil im ecoinvent-Mix ermittelt. Die Anteile dieser Fraktion werden entsprechend der Angaben in der Leitstudie über einen jahresspezifischen Faktor eingestellt. Dieser Faktor errechnet sich wie folgt: Anteil Leitstudie [in %]/Anteil ecoinvent [in %] = Umrechnungsfaktor, mit diesem Faktor werden die beiden Atomstrom liefernden Prozesse multipliziert.

Stromerzeugung aus...	In Umberto modelliert als...	Kommentar
Wasserkraft	electricity production, hydro, run-of-river [DE] + electricity production, hydro, reservoir, non-alpine region [DE] + electricity production, hydro, pumped storage [DE]	Zunächst wurde der Anteil der verschiedenen Wasserkraftwerke im Ecoinvent-Mix ermittelt. Die Anteile dieser Fraktion werden entsprechend der Angaben in der Leitstudie über einen jahresspezifischen Faktor eingestellt. Dieser Faktor errechnet sich wie folgt: Anteil Leitstudie [in %]/Anteil ecoinvent [in %] = Umrechnungsfaktor, mit diesem Faktor werden die drei Strom aus Wasserkraft liefernden Prozesse multipliziert.
Wind (onshore)	electricity production, wind, 1-3 MW turbine, onshore [DE] + electricity production, wind, >3 MW turbine, onshore [DE] + electricity production, wind, < 1MW turbine, onshore [DE]	Zunächst wurde der Anteil an Windkraft im ecoinvent-Mix ermittelt. Die Anteile dieser Fraktion werden entsprechend der Angaben in der Leitstudie über einen jahresspezifischen Faktor eingestellt. Dieser Faktor errechnet sich wie folgt: Anteil Leitstudie [in %]/Anteil ecoinvent [in %] = Umrechnungsfaktor, mit diesem Faktor werden die drei Strom aus Windkraft liefernden Prozesse multipliziert.
Wind (offshore)	electricity production, wind, 1-3 MW turbine, offshore [DE]	Die Anteile dieser Fraktion werden entsprechend der Angaben in der Leitstudie über einen jahresspezifischen Faktor eingestellt. Da es sich hier nur um einen liefernden Prozess handelt, kann der entsprechende Anteil am Mix direkt eingestellt werden.
Fotovoltaik	electricity production, photovoltaic, 3 kWp slanted-roof installation, multi-Si, panel, mounted [DE] + electricity production, photovoltaic, 570 kWp open ground installation, multi-Si [DE] + electricity production, photovoltaic, 3 kWp slanted-roof installation, single-Si, panel, mounted [DE]	Für die Modellierung wurde der Gesamtanteil an Fotovoltaik-Strom zu je 1/3 auf die drei ecoinvent-Datensätze aufgeteilt.
Biomasse, gesamt	heat and power co-generation, wood chips, 6400 kW thermal, with extensive emission control [DE] + heat and power co-generation, biogas, gas engine [DE] + electricity production, geothermal [DE]	Zunächst wurde der Anteil an Strom aus Biomassenutzung im ecoinvent-Mix ermittelt. Die Anteile dieser Fraktion werden entsprechend der Angaben in der Leitstudie über einen jahresspezifischen Faktor eingestellt. Dieser Faktor errechnet sich wie folgt: Anteil Leitstudie [in %]/Anteil ecoinvent [in %] = Umrechnungsfaktor, mit diesem Faktor werden die Strom aus Biomasse liefernden Prozesse multipliziert.

Stromerzeugung aus...	In Umberto modelliert als...	Kommentar
Import-Strom-Anteil	electricity, high voltage, import from DK [DE] + electricity, high voltage, import from PL [DE] + electricity, high voltage, import from FR [DE] + electricity, high voltage, import from NL [DE] + electricity, high voltage, import from AT [DE] + electricity, high voltage, import from CZ [DE]	Die Import-Strom-Anteile lassen sich nicht nach Ihrer Herkunft spezifizieren. Sie wurden unverändert, das heißt ohne die Einführung eines Multiplikationsfaktors mitgeführt.
Infrastrukturaufwendungen, Verteil- und Umspannungsverluste	market for electricity, high voltage [DE] + market for transmission network, electricity, high voltage [GLO] + market for transmission network, long-distance [GLO] + electricity voltage transformation from high to medium voltage [DE] + market for electricity, medium voltage [DE] + natural gas, burned in gas turbine, for compressor station [DE] + market for transmission network, electricity, medium voltage [GLO] + market for sulfur hexafluoride, liquid [GLO] + electricity voltage transformation from medium to low voltage [DE] + market for distribution network, electricity, low voltage [GLO] + market for electricity, low voltage [DE]	Für diese Datensätze wurden ebenfalls keine Anpassungen gegenüber den Standardeinstellungen/Spezifikationen im ecoinvent-Datensatz vorgenommen.

Daneben wurde vereinfachend angenommen, dass sich im Betrachtungszeitraum bis 2030 ausschließlich die Zusammensetzung der Stromerzeugung nach den Arten von Kraftwerken ändert und für die einzelnen abgebildeten Kraftwerkstypen die spezifischen Wirkungsgrade und Emissionsfaktoren gleich bleiben. Um im Betrachtungszeitraum von 2011 bis 2030 alle Jahre abzubilden, wurde zwischen den in der Leitstudie ausgewiesenen Zeiträumen linear interpoliert.

Die mit dem Strombedarf der Geräte verbundenen potenziellen Umweltaufwendungen setzen sich zusammen aus dem Jahresstrombedarf des jeweiligen Geräts multipliziert mit dem jahresspezifischen Strommix.

Die berücksichtigten Umweltaufwendungen für die Strombereitstellung in der Nutzungsphase der Geräte sind in Tabelle 87 dargestellt:

Tabelle 87 Darstellung der Umweltaufwendungen der Strombereitstellung entsprechend der prognostizierten Entwicklung des deutschen Strommix in der BMUB-Leitstudie 2011 (BMUB 2012); Bezugsgröße: Bereitstellung 1 kWh Strom, Niederspannung

Wirkungs-kategorie	Einheit	Strommix Deutschland					
		2011	2014	2017	2020	2030	2050
KEA _{fossil}	MJ	8,12	8,31	7,36	6,54	5,62	4,55
KEA _{nuklear}	MJ	2,94	2,51	2,17	1,90	0,53	1,24
KEA _{nicht erneuerbar}	MJ	11,06	10,82	9,53	8,44	6,15	5,79
GWP _{100a}	kg CO ₂ -eq	0,69	0,69	0,61	0,53	0,43	0,37
WDP	m ³	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
TAP ₁₀₀	kg SO ₂ -eq	1,07E-03	1,12E-03	1,07E-03	1,02E-03	1,01E-03	9,96E-04
FEP	kg P-eq	7,89E-04	7,54E-04	6,49E-04	5,16E-04	3,15E-04	3,11E-04
MEP	kg N-eq	2,66E-04	2,76E-04	2,64E-04	2,44E-04	2,26E-04	2,59E-04
POFP	kg NMVOC	7,83E-04	8,22E-04	7,71E-04	7,32E-04	7,34E-04	6,78E-04
ALOP	m ² a	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,08

7.1.2 Waschmaschine

Die funktionelle Einheit bezieht sich auf eine Waschmaschine, wie sie typischerweise in privaten Haushalten genutzt wird. Als Referenzjahr wurde die Anschaffung der Waschmaschine im Jahr 2011 berücksichtigt. Die Untersuchung bezieht einen Zeitraum von 20 Jahren ein, also bis ins Jahr 2031.

Der geografische Bezug bei der Herstellung ist, ebenso wie bei der Distribution, global. Bei der Nutzungsphase wird eine Nutzung in Deutschland betrachtet. Dies gilt insbesondere für die Modellierung der erforderlichen Strombereitstellung in der Nutzungsphase. Für weitere Inputflüsse während der Nutzungsphase, wie beispielsweise die Bereitstellung des Waschmittels, kann auch ein europaweiter geografischer Bezug berücksichtigt werden.

Die folgende Tabelle 88 stellt die wesentlichen Bilanzierungsparameter und Annahmen für die Waschmaschine dar.

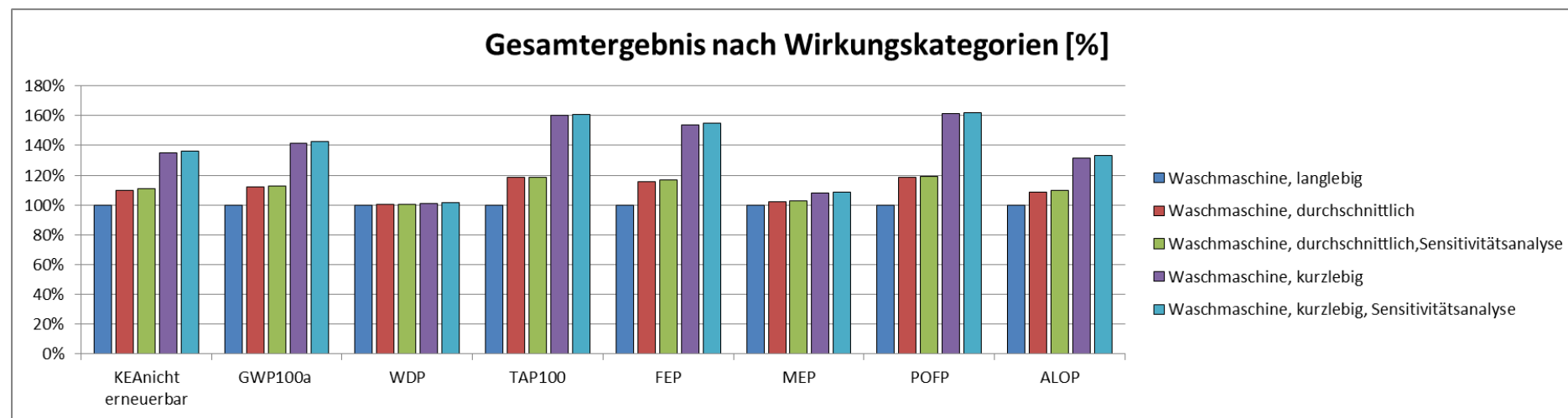
Tabelle 88 Bilanzierungsparameter für die Waschmaschine

Waschmaschine	
Referenzprodukt	Eine langlebige Waschmaschine nach Gensch und Blepp (2014)
Beobachtungszeitraum	20 Jahre (2011–2031)
Lebensdauer	Langlebige Waschmaschine: 20 Jahre Durchschnittliche Waschmaschine: 10 Jahre Kurzlebige Waschmaschine: 5 Jahre
Herstellung	Nach Gensch und Blepp (2014)
Distribution	Nach Gensch und Blepp (2014)
Nutzung	Nach Gensch und Blepp (2014): 0,65 kWh/Waschgang, 158 Waschgänge pro Jahr, 102,7 kWh pro Jahr (Energieeffizienzklasse A+++) Berücksichtigung der Entwicklung des Strommixes für die jeweiligen Nutzungsjahre (nach BMUB 2012).
End-of-Life	Nach Gensch und Blepp (2014)
Annahmen	Der Materialaufwand der durchschnittlichen Waschmaschine ist um 25% geringer als der der langlebigen Waschmaschine. Der Materialaufwand der kurzlebigen Waschmaschine ist um 35% geringer als der der langlebigen Waschmaschine. Energieeffizienzsteigerung: 10% in 10 Jahren (= pro Generationenwechsel)
Sensitivitätsanalyse	Energieeffizienzsteigerung 5% in 10 Jahren (= pro Generationenwechsel)

Je nach Lebensdauer der verglichenen Geräte werden innerhalb dieses Zeitraums kein weiteres Neugerät (langlebig), 1 weiteres Neugerät (durchschnittlich) oder 3 weitere Neugeräte (kurzlebig) angeschafft.

Im Folgenden sind die Ergebnisse der ökologischen Vergleichsrechnung für die Waschmaschine dargestellt:

Abbildung 91 Ökologische Vergleichsrechnung zwischen einer kurzlebigen, einer durchschnittlichen und einer langlebigen Waschmaschine (Betrachtungszeitraum 20 Jahre)



Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 89 Ökologische Vergleichsrechnung zwischen einer kurzlebigen, einer durchschnittlichen und einer langlebigen Waschmaschine (Betrachtungszeitraum 20 Jahre)

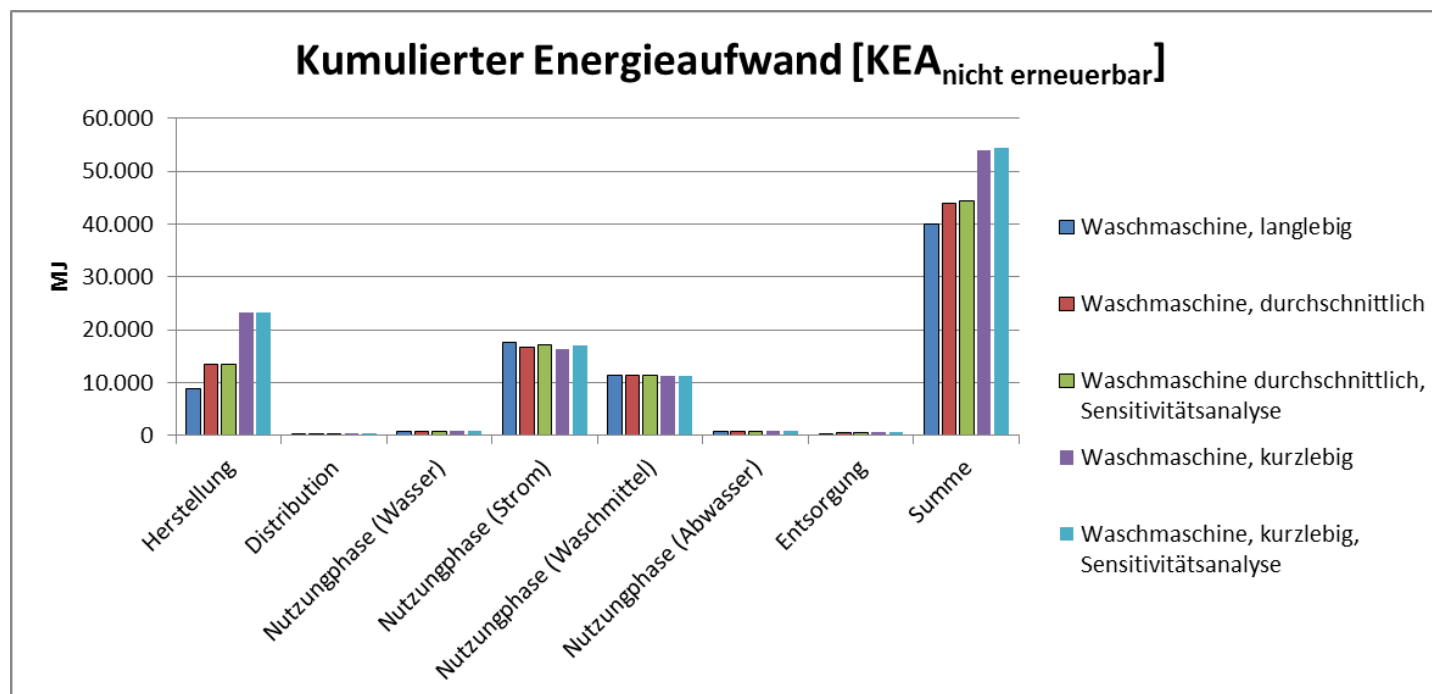
Wirkungskategorie	Einheit	Waschmaschine, langlebig	Waschmaschine, durchschnittlich	Waschmaschine, durchschnittlich, Sensitivitätsanalyse	Waschmaschine, kurzlebig	Waschmaschine, kurzlebig, Sensitivitätsanalyse
KEA nicht erneuerbar	MJ	39.967,9	43.935,6	44.310,2	53.897,0	54.464,5
GWP _{100a}	kg CO ₂ -eq	2.656,0	2.974,9	2.999,6	3.754,8	3.792,2
WDP	m ³	294,9	295,6	296,1	298,7	299,4
TAP ₁₀₀	kg SO ₂ -eq	11,4	13,5	13,6	18,3	18,4
FEP	kg P-eq	2,4	2,8	2,8	3,7	3,7
MEP	kg N-eq	4,5	4,6	4,6	4,8	4,8
POFP	kg NMVOC	7,7	9,1	9,2	12,4	12,5
ALOP	m _{2a}	232,4	252,3	255,1	305,6	309,8

Abbildung 91 und Tabelle 89 zeigen, dass die Umweltauswirkungen einer kurzlebigen Waschmaschine bei allen untersuchten Umweltindikatoren höher sind als die der durchschnittlichen und langlebigen Varianten. Trotz Energieeffizienzsteigerungen der neuen Waschmaschinen und größerem Herstellungsaufwand der langlebigeren Geräte schneidet das kurzlebigere Gerät bei allen Umweltindikatoren schlechter ab.

Der kumulierte Energieaufwand (KEA) und das Treibhauspotenzial einer kurzlebigen Waschmaschine sind ca. 40% höher im Vergleich zu der langlebigen Waschmaschine (Abbildung 92, Abbildung 93, Tabelle 98 und Tabelle 99). Das Versauerungspotenzial einer kurzlebigen Waschmaschine ist ca. 60% höher im Vergleich zu der langlebigen Waschmaschine. Der Unterschied zwischen einer langlebigen Waschmaschine und einer durchschnittlichen Waschmaschine ist vergleichsweise gering; die langlebige Waschmaschine schneidet aber trotzdem in den meisten Umweltkategorien besser ab.

Über einen Betrachtungszeitraum von 20 Jahren verursacht eine langlebige Waschmaschine knapp 1100 kg weniger CO₂e als die kurzlebige Variante. Der Anteil der herstellungsbedingten Treibhausgasemissionen beträgt ca. 47% an den Gesamttreibhausgasemissionen einer kurzlebigen Waschmaschine in einem Betrachtungszeitraum von 20 Jahren (Abbildung 93, Tabelle 99).

Abbildung 92 Kumulierter Energieaufwand (MJ) einer kurzlebigen, einer durchschnittlichen und einer langlebigen Waschmaschine (Betrachtungszeitraum 20 Jahre)

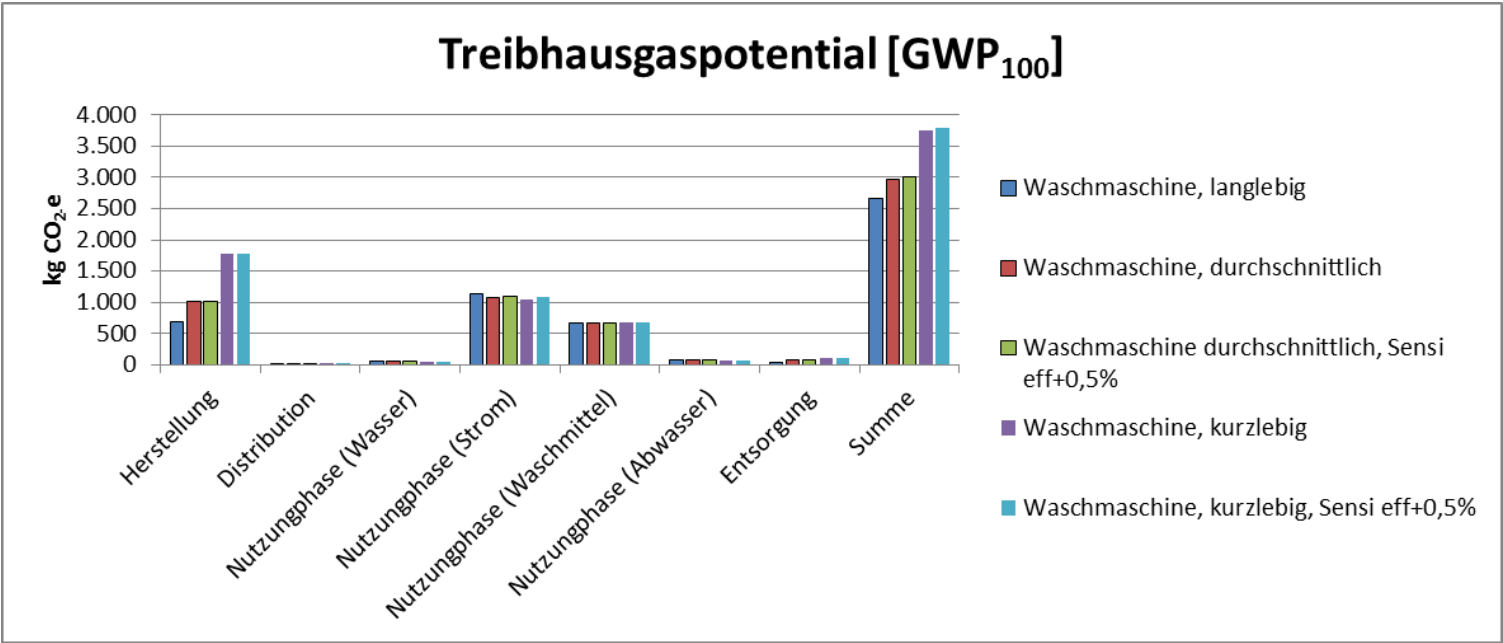


Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 90 Kumulierter Energieaufwand (MJ) einer kurzlebigen, einer durchschnittlichen und einer langlebigen Waschmaschine (Betrachtungszeitraum 20 Jahre)

KEA nicht erneuerbar [MJ]	Herstellung	Distribution	Nutzungsphase				Entsorgung	Summe
			Wasser	Strom	Waschmittel	Abwasser		
Waschmaschine, langlebig	8.961	172	857	17.498	11.370	810	301	39.968
Waschmaschine, durchschnittlich	13.442	258	857	16.749	11.370	810	451	43.936
Waschmaschine durchschnittlich, Sensitivitätsanalyse	13.442	258	857	17.123	11.370	810	451	44.310
Waschmaschine, kurzlebige	23.299	447	857	16.363	11.370	810	751	53.897
Waschmaschine, kurzlebige, Sensitivitätsanalyse	23.299	447	857	16.931	11.370	810	751	54.465

Abbildung 93 Treibhausgaspotenzial (kg CO₂e) einer kurzlebigen, einer durchschnittlichen und einer langlebigen Waschmaschine (Betrachtungszeitraum 20 Jahre)



Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 91 Treibhausgaspotenzial (kg CO₂e) einer kurzlebigen, einer durchschnittlichen und einer langlebigen Waschmaschine (Betrachtungszeitraum 20 Jahre)

GWP [kg CO ₂ -eq]	Herstellung	Distribution	Nutzungsphase				Entsorgung	Summe
			Wasser	Strom	Waschmittel	Abwasser		
Waschmaschine, langlebig	680	11	54	1.128	669	68	46	2.656
Waschmaschine, durchschnittlich	1.020	16	54	1.078	669	68	68	2.975
Waschmaschine durchschnittlich, Sensitivitätsanalyse	1.020	16	54	1.103	669	68	68	3.000
Waschmaschine, kurzlebig	1.768	27,98	54,42	1.053	669,21	68,43	113,88	3.755
Waschmaschine, kurzlebig, Sensitivitätsanalyse	1.768	27,98	54,42	1.090	669,21	68,43	113,88	3.792

7.1.3 Fernsehgeräte

Die funktionelle Einheit bezieht sich auf ein Fernsehgerät, wie es in einem durchschnittlichen privaten Haushalt genutzt wird. Als Referenzjahr wurde die Anschaffung des Fernsehgeräts im Jahr 2011 berücksichtigt. Die Untersuchung bezieht einen Zeitraum von 10 Jahren ein, also bis ins Jahr 2021.

Der geografische Bezug bei der Herstellung ist, ebenso wie bei der Distribution, global. Bei der Nutzungsphase wird eine Nutzung in Deutschland betrachtet. Dies gilt insbesondere für die Modellierung der erforderlichen Strombereitstellung in der Nutzungsphase. Für weitere Inputs während der Nutzungsphase kann auch ein europaweiter geografischer Bezug berücksichtigt werden.

Tabelle 92 Bilanzierungsparameter für Fernsehgeräte

Fernsehgerät	
Referenzprodukt	42" LCD-TV auf der Grundlage von BOM: EuP Lot 5 (2007): 32" LCD-TV ⁹²
Beobachtungszeitraum	10 Jahre (2011–2021)
Lebensdauer	Kurzlebig 5,6 Jahre ⁹³ Langlebig 10 Jahre
Herstellung	Nach EuP Lot 5 (2007), (BOM angepasst an 42" LCD-TV durch das Projektteam)
Distribution	Nach EuP Lot 5 (2007)
Nutzung	Erstgerät: 219 kWh/Jahr; nach Prakash et al. (2014a) Zweitgerät: 208,5 kWh/Jahr; Berechnungsgrundlage Prakash et al. (2014a) Berücksichtigung der Entwicklung des Strommixes für die jeweiligen Nutzungsjahre (nach BMUB 2012)
Annahmen	Merkmale eines kurzlebigen Produktes: keine lange SW-Maintenance vorsehen, weitgehend auf Updates verzichten. Merkmale eines langlebigen Produktes: lange SW-Maintenance vorsehen; Festplatte und Netzteilplatine austauschbar, ein Austausch im Beobachtungszeitraum. Reparatur und Austauschbarkeit durch Service-Techniker wurde berücksichtigt.
Sensitivitätsanalyse	Der Herstellungsaufwand des langlebigen Produktes ist 10% höher als der des kurzlebigen Produktes.

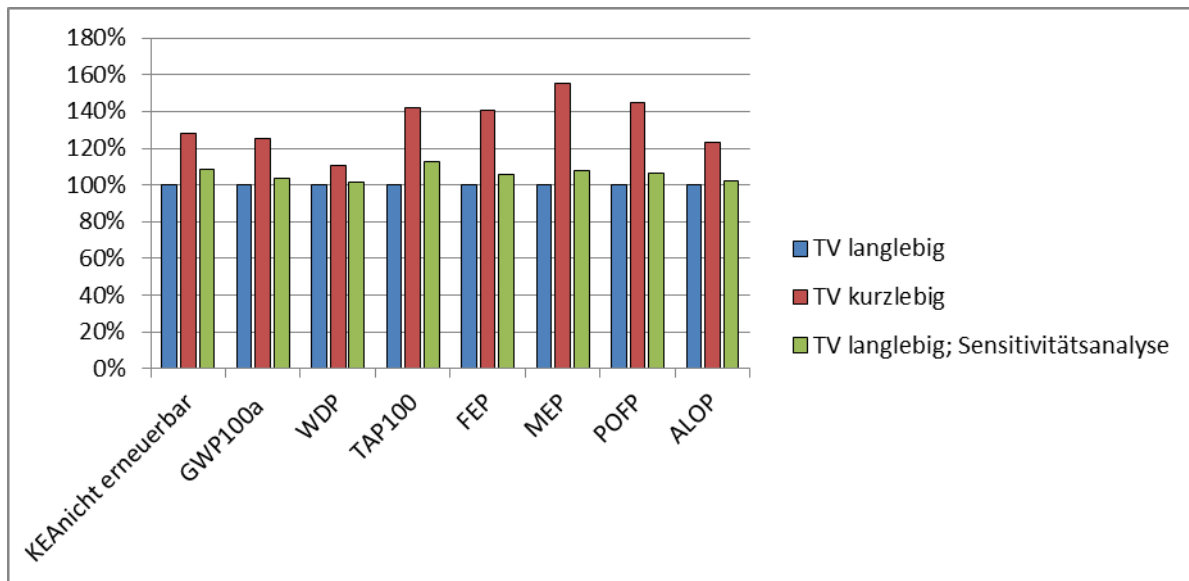
Je nach Lebensdauer der verglichenen Geräte wird innerhalb dieses Zeitraums nur ein einziges Gerät genutzt (langlebig) oder ein weiteres Neugerät angeschafft (kurzlebig). Die Austauschbarkeit der Festplatte sowie der Netzplatine (inkl. deren Herstellungsaufwand) wird beim langlebigen Fernsehgerät in die Bilanzierung miteinbezogen. Der Umweltaufwand des Software-Maintenance konnte aufgrund von fehlenden Daten nicht berücksichtigt werden.

Im Folgenden sind die Ergebnisse der ökologischen Vergleichsrechnung für Fernsehgeräte dargestellt.

⁹² EuP Lot 5 (2007):: Preparatory studies for eco-design requirements of EuP, Lot 5: Consumer electronics (TV), Stobbe, L.; Schischke, K.; in Zusammenarbeit mit Graulich, K.; Gensch, C.-O.; Quack, D. und Zangl, S.; Fraunhofer Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration (IZM) in Kooperation mit Öko-Institut e.V.; PE Europe; Codde; Bio Intelligence Service & Deutsche Umwelthilfe; 2007, Auftraggeber: EU-Kommission, DG Energie und Transport (DG TREN), Brüssel

⁹³ Für die Bilanzierung von 10 Jahren wurde das kurzlebige Zweitgerät nur anteilig angerechnet.

Abbildung 94 Ökologische Vergleichsrechnung zwischen einem kurz- und langlebigen Fernsehgerät (Betrachtungszeitraum 10 Jahre)



Quelle: Eigene Darstellung

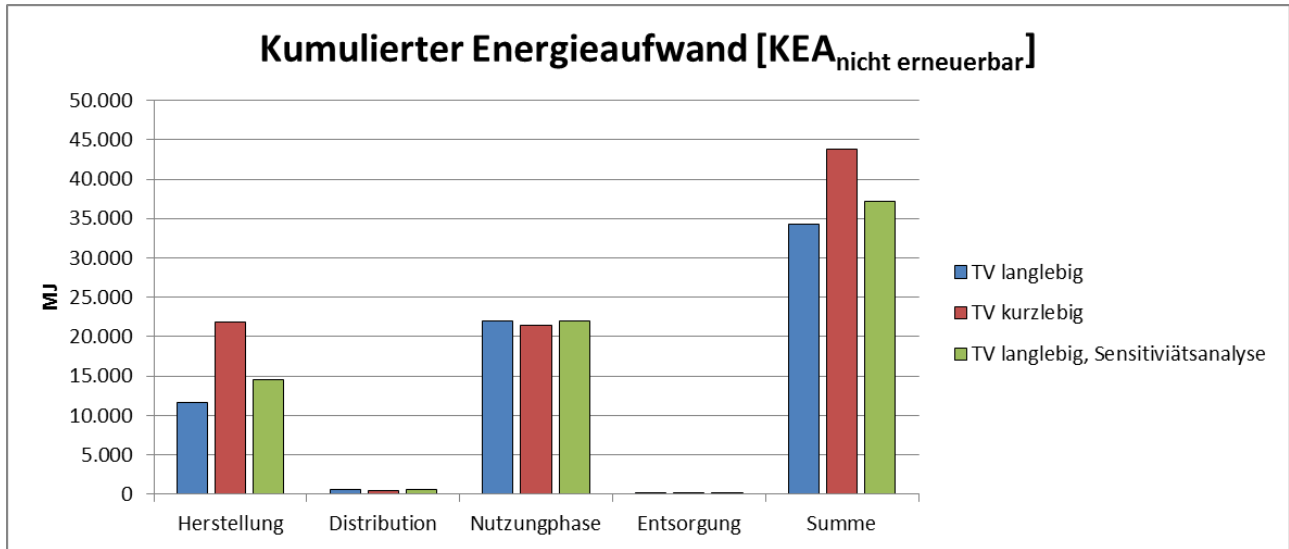
Tabelle 93 Ökologische Vergleichsrechnung zwischen einem kurz- und langlebigen Fernsehgerät (Betrachtungszeitraum 10 Jahre)

Wirkungskategorie	Einheit	TV langlebig	TV kurzlebig	TV langlebig; Sensi
KEA _{nicht erneuerbar}	MJ	34.270,1	43.850,0	37.184,6
GWP _{100a}	kg CO ₂ -eq	2465,1	3.088,3	2.560,7
WDP	m ³	24,4	27,0	24,8
TAP ₁₀₀	kg SO ₂ -eq	10,3	14,7	11,7
FEP	kg P-eq	3,3	4,6	3,5
MEP	kg N-eq	3,08	4,8	3,33
POFP	kg NMVOC	6,7	9,75	7,19
ALOP	m ² a	159,96	196,8	164,0

Abbildung 94 und Tabelle 93 zeigen, dass die Umweltauswirkungen eines kurzlebigen Fernsehgeräts bei allen untersuchten Umweltindikatoren höher sind als die des langlebigen Fernsehgeräts. Trotz Energieeffizienzsteigerungen der neuen Fernsehgeräte und größerem Herstellungsaufwand eines langlebigen Geräts (Sensitivitätsanalyse) schneidet das kurzlebigere Fernsehgerät bei allen Umweltindikatoren schlechter ab.

Der Umweltindikator Versauerungspotenzial liegt um 42% höher für ein kurzlebiges Fernsehgerät im Vergleich zu der langlebigen Variante. Der kumulierte Energieaufwand (KEA) eines kurzlebigen Fernsehgeräts ist 28% höher und das Treibhauspotenzial 25% höher im Vergleich zu einem langlebigen Fernsehgerät (siehe Abbildung 95, Abbildung 96, Tabelle 94 und Tabelle 95).

Abbildung 95 Kumulierter Energieaufwand (MJ) der kurz- und langlebigen Fernsehgeräte (Betrachtungszeitraum 10 Jahre)

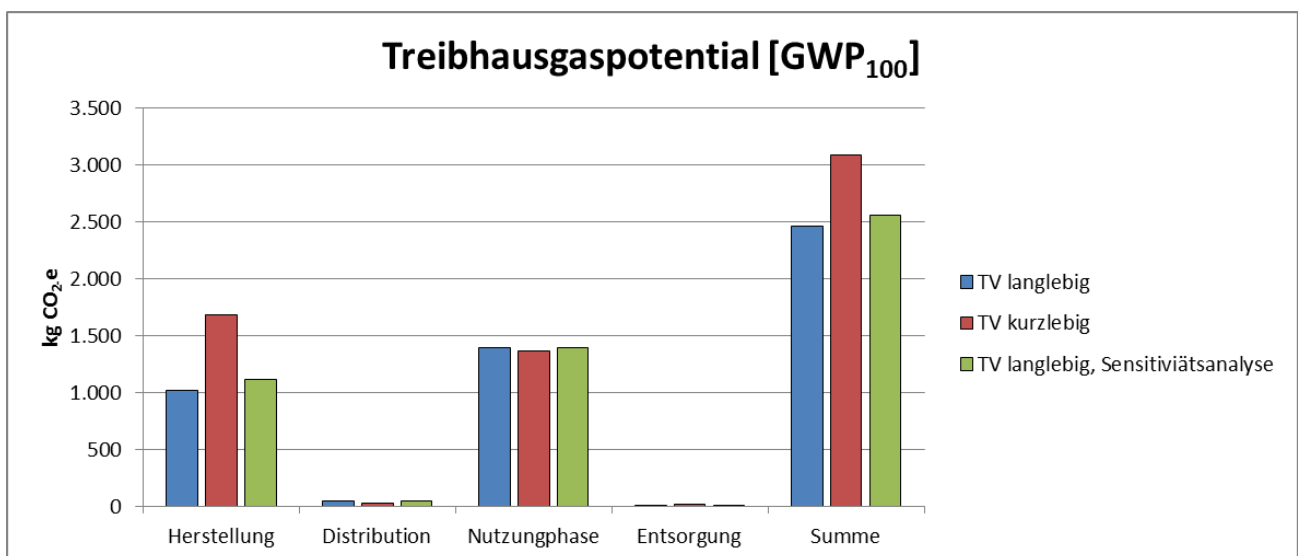


Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 94 Kumulierter Energieaufwand (MJ) der kurz- und langlebigen Fernsehgeräte (Betrachtungszeitraum 10 Jahre)

KEA nicht erneuerbar [MJ]	Herstellung	Distribution	Nutzungsphase	Entsorgung	Summe
TV langlebig	11.577	650	22.007	36	34.270
TV kurzlebig	21.841	473	21.476	60	43.850
TV langlebig, Sensitivitätsanalyse	14.492	650	22.007	36	37.185

Abbildung 96 Treibhausgaspotenzial (kg CO₂e) der kurz- und langlebigen Fernsehgeräte (Betrachtungszeitraum 10 Jahre)



Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 95 Treibhausgaspotenzial (kg CO₂e) der kurz- und langlebigen Fernsehgeräte (Betrachtungszeitraum 10 Jahre)

GWP [kg CO ₂ -eq]	Herstellung	Distribution	Nutzungsphase	Entsorgung	Summe
TV langlebig	1.017	43	1.395	10	2.465
TV kurzlebig	1.680	31	1.361	17	3.088
TV langlebig, Sensitivitätsanalyse	1.113	43	1.395	10	2.561

Über einen Betrachtungszeitraum von 10 Jahren verursacht ein langlebiges TV-Gerät knapp 600 kg weniger CO₂e als die kurzlebige Variante. Der Anteil der herstellungsbedingten Treibhausgasemissionen eines kurzlebigen TV-Geräts beträgt ca. 54% an Gesamttreibhausgasemissionen in einem Betrachtungszeitraum von 10 Jahren. Bei der langlebigen Variante machen die herstellungsbedingten Treibhausgasemissionen ca. 41% der Gesamttreibhausgasemissionen in einem Betrachtungszeitraum von 10 Jahren aus.

7.1.4 Notebooks

Die funktionelle Einheit bezieht sich auf ein Notebook, wie es in einem durchschnittlichen privaten Haushalt genutzt wird. Als Referenzjahr wurde die Anschaffung des Notebooks im Jahr 2011 berücksichtigt. Die Untersuchung bezieht einen Zeitraum von 12 Jahren ein, also bis ins Jahr 2023.

Der geografische Bezug bei der Herstellung ist, ebenso wie bei der Distribution, global. Bei der Nutzungsphase wird eine Nutzung in Deutschland betrachtet. Dies gilt insbesondere für die Modellierung der erforderlichen Strombereitstellung in der Nutzungsphase. Für weitere Inputs während der Nutzungsphase kann auch ein europaweiter geografischer Bezug berücksichtigt werden.

Die folgende Tabelle 96 stellt die wesentlichen Bilanzierungsparameter und Annahmen für Notebooks dar.

Tabelle 96 Bilanzierungsparameter für das Notebook

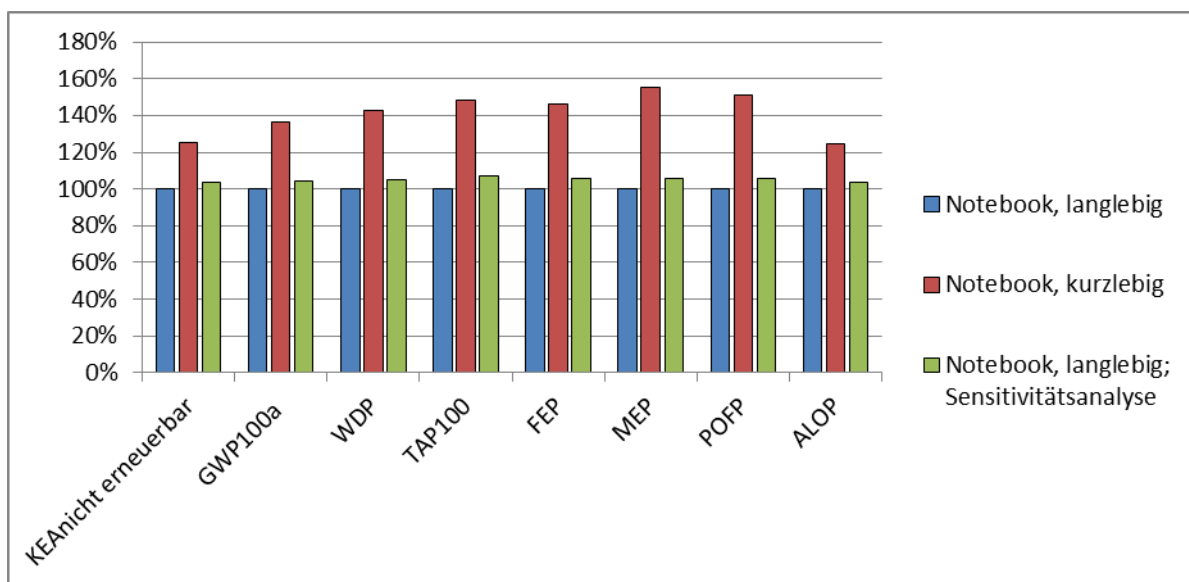
Notebook	
Referenzprodukt	ecoinvent 3.01
Beobachtungszeitraum	12 Jahre (2011–2023)
Lebensdauer	Langlebiges Notebook: 6 Jahre Kurzlebiges Notebook: 3 Jahre
Herstellung	Nach ecoinvent 3.01
Distribution	Nach Prakash et al. (2012)
Nutzung	Nach Prakash et al. (2014a), 58 kWh pro Jahr Berücksichtigung der Entwicklung des Strommixes für die jeweiligen Nutzungsjahre (nach BMUB 2012)
End-of-Life	Nach ecoinvent 3.01
Annahmen	Merkmale eines kurzlebigen Produktes: Akku, Festplatte und Tastatur nicht austauschbar. Merkmale eines langlebigen Produktes: Akku und Festplatte austauschbar; Tastatur langlebig/reparaturfähig. Beim langlebigen Produkt müssen Akku und Festplatte jeweils einmal in 6 Jahren ausgetauscht werden; Tastatur wird einmal repariert.

Notebook	
	Ab dem 2. Tausch wird die HDD-Festplatte durch SSD ersetzt. Reparatur und Austauschbarkeit durch Service Techniker wurde berücksichtigt. Das Neugerät ist in der Nutzung 5% energieeffizienter als das ersetzte Gerät.
Sensitivitätsanalyse	Der Herstellungsaufwand des langlebigen Produktes ist 10% höher als der des kurzlebigen Produktes.

Je nach Lebensdauer der verglichenen Geräte werden innerhalb dieses Zeitraums 1 weiteres Neugerät (langlebig) oder 3 weitere Neugeräte (kurzlebig) angeschafft. Nachrüstung des langlebigen Geräts mit Akku und Festplatte/SSD (inkl. deren Herstellungsaufwand) sowie die Reparatur der Tastatur wurden ebenfalls in die Bilanzierung miteinbezogen.

Im Folgenden sind die Ergebnisse der ökologischen Vergleichsrechnung für Notebooks dargestellt:

Abbildung 97 Ökologische Vergleichsrechnung zwischen einem kurz- und langlebigen Notebook (Betrachtungszeitraum 12 Jahre)



Quelle: Eigene Darstellung

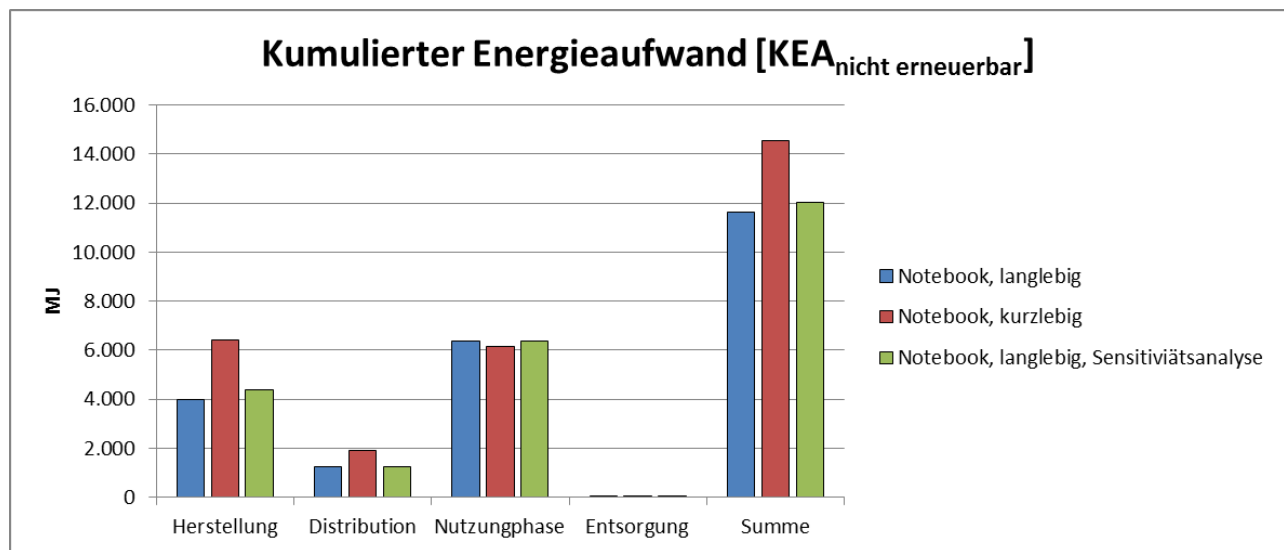
Tabelle 97 Ökologische Vergleichsrechnung zwischen einem kurz- und langlebigen Notebook (Betrachtungszeitraum 12 Jahre)

Wirkungskategorie	Einheit	Notebook, langlebig	Notebook, kurzlebig	Notebook, langlebig; Sensi
KEA nicht erneuerbar	MJ	11.627,8	14.553,9	12.024,9
GWP _{100a}	kg CO ₂ -eq	900,6	1.228,1	941,0
WDP	m ³	11,6	16,6	12,2
TAP ₁₀₀	kg SO ₂ -eq	3,3	4,8	3,5
FEP	kg P-eq	1,1	1,5	1,1
MEP	kg N-eq	0,46	0,7	0,49
POFP	kg NMVOC	2,2	3,39	2,37
ALOP	m ² a	47,29	59,0	48,9

Abbildung 97 und Tabelle 97 zeigen, dass die Umweltauswirkungen eines kurzlebigen Notebooks bei allen untersuchten Umweltindikatoren höher sind als die des langlebigen Notebooks. Trotz Energieeffizienzsteigerungen der neuen Notebooks und größerem Herstellungsaufwand eines langlebigen Geräts (Sensitivitätsanalyse) schneidet das kurzlebigere Notebook bei allen Umweltindikatoren schlechter ab.

Der Umweltindikator Versauerungspotenzial liegt um 49% höher für ein kurzlebiges Notebook im Vergleich zu der langlebigen Variante. Der kumulierte Energieaufwand (KEA) eines kurzlebigen Notebooks ist 25% höher und das Treibhauspotenzial 36% höher im Vergleich zu einem langlebigen Notebook (siehe Abbildung 98, Abbildung 99, Tabelle 98 und Tabelle 99).

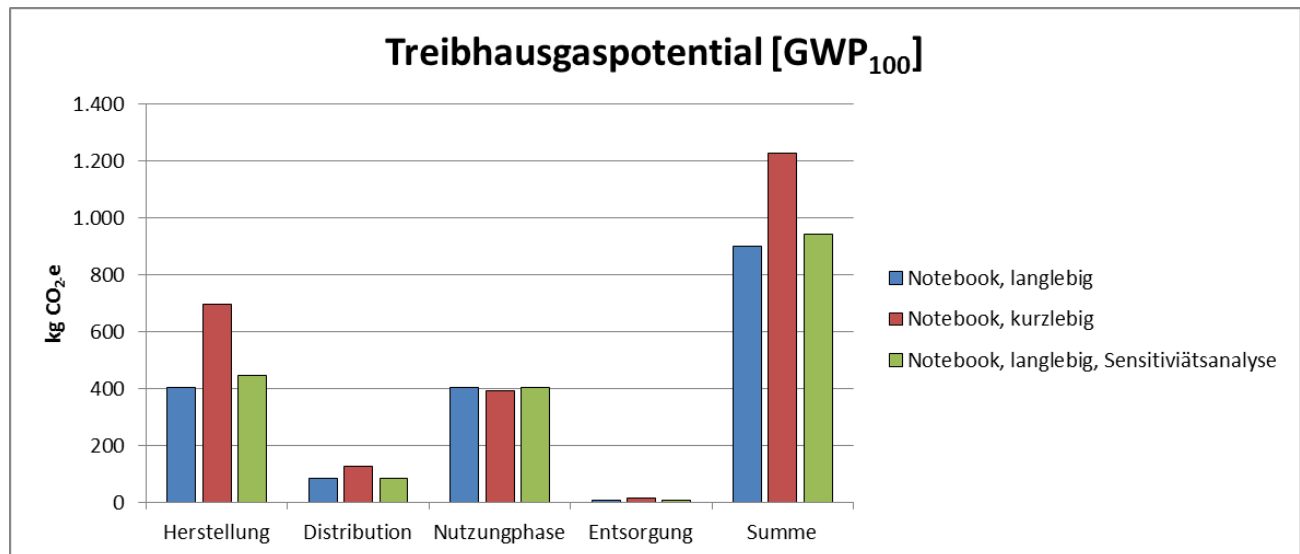
Abbildung 98 Kumulierter Energieaufwand (MJ) der kurz- und langlebigen Notebooks (Betrachtungszeitraum 12 Jahre)



Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 98 Kumulierter Energieaufwand (MJ) der kurz- und langlebigen Notebooks (Betrachtungszeitraum 12 Jahre)

KEA nicht erneuerbar [MJ]	Herstellung	Distribution	Nutzungsphase	Entsorgung	Summe
Notebook, langlebig	3.971	1.257	6.378	22	11.628
Notebook, kurzlebig	6.425	1.920	6.170	39	14.554
Notebook, langlebig, Sensitivitätsanalyse	4.368	1.257	6.378	22	12.025

Abbildung 99 Treibhausgaspotenzial (kg CO₂e) der kurz- und langlebigen Notebooks (Betrachtungszeitraum 12 Jahre)

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 99 Treibhausgaspotenzial (kg CO₂e) der kurz- und langlebigen Notebooks (Betrachtungszeitraum 12 Jahre)

GWP [kg CO ₂ -eq]	Herstellung	Distribution	Nutzungsphase	Entsorgung	Summe
Notebook, langlebig	405	84	404	8	901
Notebook, kurzlebig	696	128	391	13	1.228
Notebook, langlebig, Sensitivitätsanalyse	445	84	404	8	941

Über einen Betrachtungszeitraum von 12 Jahren verursacht ein langlebiges Notebook knapp 300 kg weniger CO₂e als die kurzlebige Variante. Der Anteil der herstellungsbedingten Treibhausgasemissionen eines kurzlebigen Notebooks beträgt ca. 56% an den Gesamttreibhausgasemissionen in einem Betrachtungszeitraum von 12 Jahren. Bei der langlebigen Variante machen die herstellungsbedingten Treibhausgasemissionen ca. 44% der Gesamttreibhausgasemissionen in einem Betrachtungszeitraum von 12 Jahren aus.

7.2 Ökonomische Vergleichsrechnung

7.2.1 Methodische Vorgehensweise

Die Lebenszykluskostenrechnung (englisch: life cycle costing, LCC) erfasst und bewertet alle Kosten, die mit einem bestimmten Produkt über den gesamten Lebensweg verbunden sind und die durch Akteure im Lebenszyklus dieses Produkts getragen werden (vgl. Griebhammer et al. 2004 und 2007; Hunkeler et al. 2008). Ein wichtiges Grundprinzip ist die Berücksichtigung des gesamten (physikalischen) Lebenszyklus des betrachteten Produkts (d.h. in der Regel einer Produkteinheit), der im Wesentlichen die Phasen Herstellung, Nutzung, Entsorgung und ggf. Transporte umfasst. Bei der Kostenrechnung werden entsprechend Kosten der Herstellung bzw. der Anschaffung, des Vertriebs und/oder der Beschaffung, der Nutzung, der Entsorgung und ggf. weiterer Transporte berücksichtigt (Rüdenauer 2011).

Lebenszykluskosten müssen akteursspezifisch berechnet werden, es werden also beispielsweise alle Kosten erfasst, die für die Hersteller oder für die Nutzerinnen und Nutzer des Produkts

relevant sind. Wesentlich bei der Durchführung von Lebenszykluskostenrechnungen ist – wie bei Ökobilanzen – die Orientierung am zu erfüllenden Nutzen, der eindeutig festgelegt werden muss und der mithilfe der funktionellen Einheit quantifiziert wird (vgl. auch die Normen zur Ökobilanz: DIN EN ISO 14040:2006 und DIN EN ISO 14044:2006). Die funktionelle Einheit dient als Bezugspunkt für alle Berechnungen und Ergebnisse (Rüdenauer 2011).

In der Literatur wird zwischen drei Haupttypen von Lebenszykluskosten unterschieden: (1) Konventionelle LCC, (2) Umwelt-LCC, (3) Gesellschaftliche LCC (UNEP/SETAC 2011). Ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal dieser Grundtypen ist der Einbezug externer Effekte (z.B. gesellschaftliche Kosten der Stromproduktion). Bei der konventionellen LCC werden keine externen Kosten einbezogen. Bei der Umwelt-LCC werden solche (noch) externen Kosten einbezogen, deren Internalisierung im entscheidungsrelevanten Zeitraum erwartet wird. Bei der gesellschaftlichen LCC werden schließlich alle externe Effekte und die damit zusammenhängenden Kosten berücksichtigt, auch wenn diese schwierig monetarisierbar sind und ggf. qualitativ einbezogen werden müssen (Rüdenauer 2011).

Die in der vorliegenden Studie verwendete Lebenszykluskostenrechnung kann methodisch der konventionellen LCC zugeordnet werden. Sie zeichnet sich im Wesentlichen dadurch aus, dass sie ausschließlich interne Kosten, also reale Geldflüsse für einen der beteiligten Akteure (in der vorliegenden Studie den Nutzer) berücksichtigt und teilweise nicht alle Phasen des Lebenszyklus umfasst. Bei der konventionellen LCC geht es um eine rein finanzielle Bewertung verschiedener (Investitions-)Alternativen (Rüdenauer 2011).

Die in der vorliegenden Studie verwendeten Kostenelemente einer Lebenszykluskostenrechnung werden folgendermaßen dargestellt (Tabelle 100):

Tabelle 100 Lebenszykluskosten aus der Sicht von Konsumentinnen und Konsumenten

Akteur	Lebenszykluskosten		
	Anschaffung	Nutzung	Entsorgung
Konsumentinnen/ Konsumenten	Kaufpreis ggf. Lieferung/Installation	Betriebskosten <ul style="list-style-type: none"> • Stromkosten • Wasserkosten • etc. Folgekosten <ul style="list-style-type: none"> • Wartung • Reparaturen 	Sammlung Recycling

Die Berechnung der Lebenszykluskosten für Waschmaschinen, Fernsehgeräte und Notebooks erfolgt nach den in Tabelle 88, Tabelle 92 und Tabelle 96 definierten Parametern und Szenarien. Im Rahmen der Studie konnten keine realen Daten zu den Kaufpreisen von kurz- und langlebigen Produkten erhoben werden. Es handelt sich in den Berechnungen lediglich um Werte, die sich bei kurzlebigeren Varianten an unteren Preisklassen der Online-Plattform www.idealo.de orientieren. Die Preise für die langlebigeren Varianten orientieren sich an den Produktpreisen der Markenhersteller, die bekanntermaßen hochwertigere Produkte herstellen. Dabei wird angenommen, dass die hochwertigeren und langlebigeren Produkte aufgrund der Material- und Designauswahl, des anspruchsvollen Qualitätsmanagements in der Zulieferkette und der aufwändigen Lebensdauerprüfungen teurer sind als die kurzlebigen Varianten. Allerdings existiert nicht immer eine lineare Korrelation zwischen dem Produktpreis und der Lebensdauer. Aus diesem Grund sind die Ergebnisse der Lebenszykluskostenberechnung nur als

eine erste Orientierung zu verstehen. Die genauen Lebenszykluskosten hängen vom konkreten Fall ab und könnten bei realen Produktvergleichen zu anderen Ergebnissen führen.

Die folgende Lebenszykluskostenrechnung stellt eine vereinfachte Berechnung der Kosten für kurz- und langlebigere Produkte dar. Ökonomische Größen, wie zum Beispiel Entwicklung der Energiepreise, Inflation und allgemeine Preissteigerungsraten, wurden nicht berücksichtigt. Zum Zweck der vorliegenden Studie sind allerdings die hier berechneten Lebenszykluskosten völlig ausreichend und erlauben richtungssichere Schlussfolgerungen.

7.2.2 Waschmaschine

In der folgenden Tabelle 101 sind die angenommenen Kostenelemente zur Berechnung der Lebenszykluskosten einer kurzlebigen, einer durchschnittlichen und einer langlebigen Waschmaschine zusammengefasst:

Tabelle 101 Kostenelemente zur Ermittlung der Lebenszykluskosten einer kurzlebigen, einer durchschnittlichen und einer langlebigen Waschmaschine

Kostenelement	Kosten (€)	Quelle
Kaufpreis einer kurzlebigen Waschmaschine	350,00 €	www.ideal.de
Kaufpreis einer durchschnittlichen Waschmaschine	600,00 €	Eigene Annahme
Kaufpreis einer langlebigen Waschmaschine	1.000,00 €	Eigene Annahme
Strompreis	0,298 €/kWh	EcoTopTen 2015, www.ecotopten.de
Wasserpreis	3,98 €/m ³	EcoTopTen 2015, www.ecotopten.de
Stromverbrauch	102,7 kWh pro Jahr	Nach Gensch und Blepp (2014)
Wasserverbrauch	48,2 Liter pro Waschgang	Nach Gensch und Blepp (2014)
Entsorgungskosten	Keine ⁹⁴	-
Annahme	Energieeffizienzsteigerung: 10% in 10 Jahren	

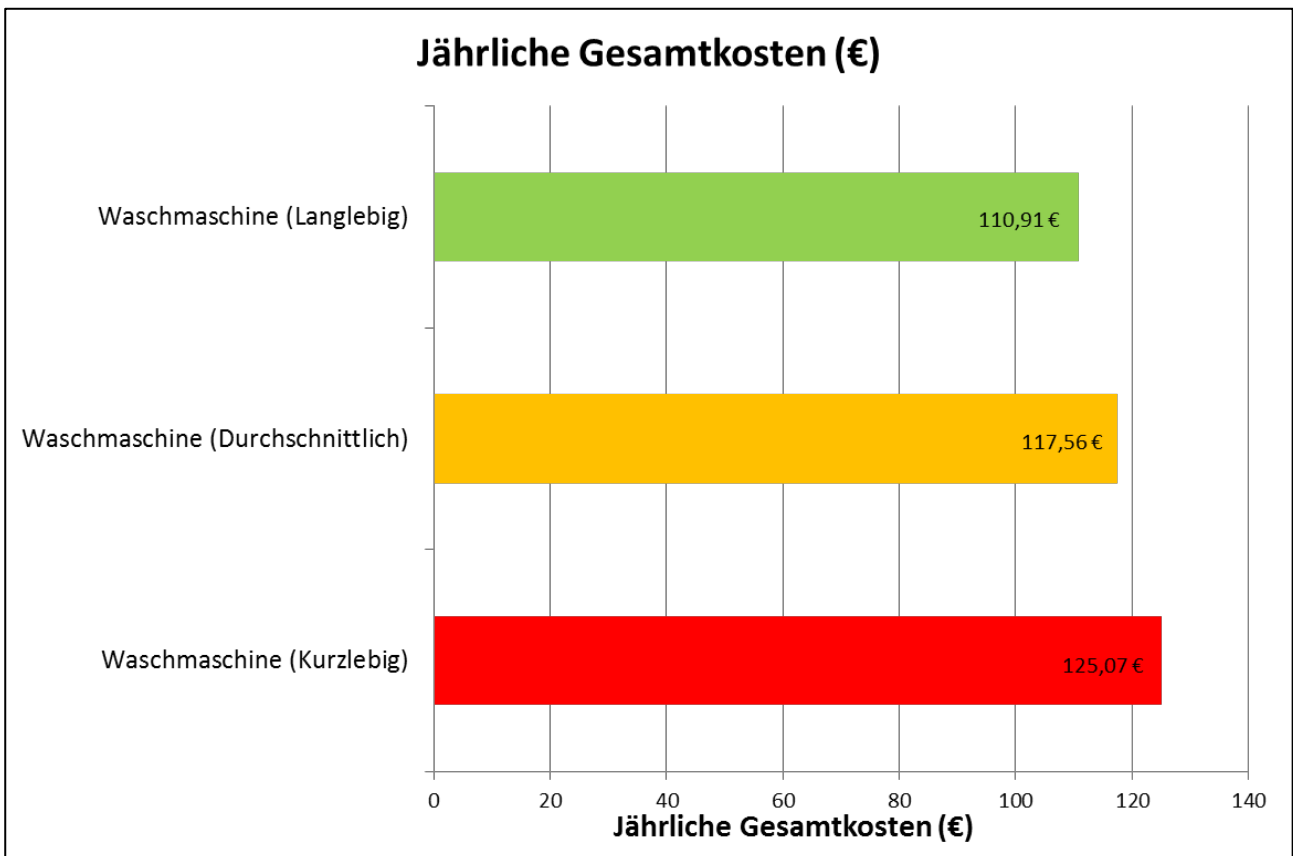
Abbildung 100 zeigt die jährlichen Gesamtkosten, die sich aus den anteiligen Anschaffungskosten und den Kosten für Strom und Reparaturen zusammensetzen. Bei der langlebigen Waschmaschine mit 20 Jahren Lebensdauer sind die jährlichen Gesamtkosten am geringsten. Im Vergleich dazu verursacht eine kurzlebige Waschmaschine mit 5 Jahren Lebensdauer ca. 13% Mehrkosten.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Unterschiede zwischen einer kurzlebigen, einer durchschnittlichen (10 Jahre Lebensdauer) und einer langlebigen Waschmaschine marginal sind. Dieser Effekt ist auf die vergleichsweise hohen Anschaffungskosten einer langlebigen Waschmaschine zurückzuführen. Würde die langlebige Waschmaschine einen noch höheren Kaufpreis aufweisen und wäre die angenommene Energieeffizienzsteigerung pro Gerätewechsel viel höher, hätte die langlebige Waschmaschine sogar höhere jährliche Gesamtkosten als

⁹⁴ Seit dem 24. März 2006 sind die Hersteller für die Rücknahme und Entsorgung der Altgeräte (finanziell) verantwortlich. In der vorliegenden Untersuchung werden daher keine zusätzlichen Entsorgungskosten angenommen.

kurzlebige und durchschnittliche Varianten. Außerdem wurde davon ausgegangen, dass eine langlebige Waschmaschine während der gesamten Lebensdauer ohne Reparaturen auskommt. Wenn Reparaturen doch auftreten und Ersatzteil- und Reparaturkosten anfallen, würden sich die Kosten der langlebigen Waschmaschine erhöhen. Umgekehrt heißt es aber auch, dass die langlebige Waschmaschine zu höheren Kosteneinsparungen geführt hätte, wenn die Differenz der Anschaffungskosten zwischen kurzlebigen und langlebigen Varianten kleiner gewesen wäre.

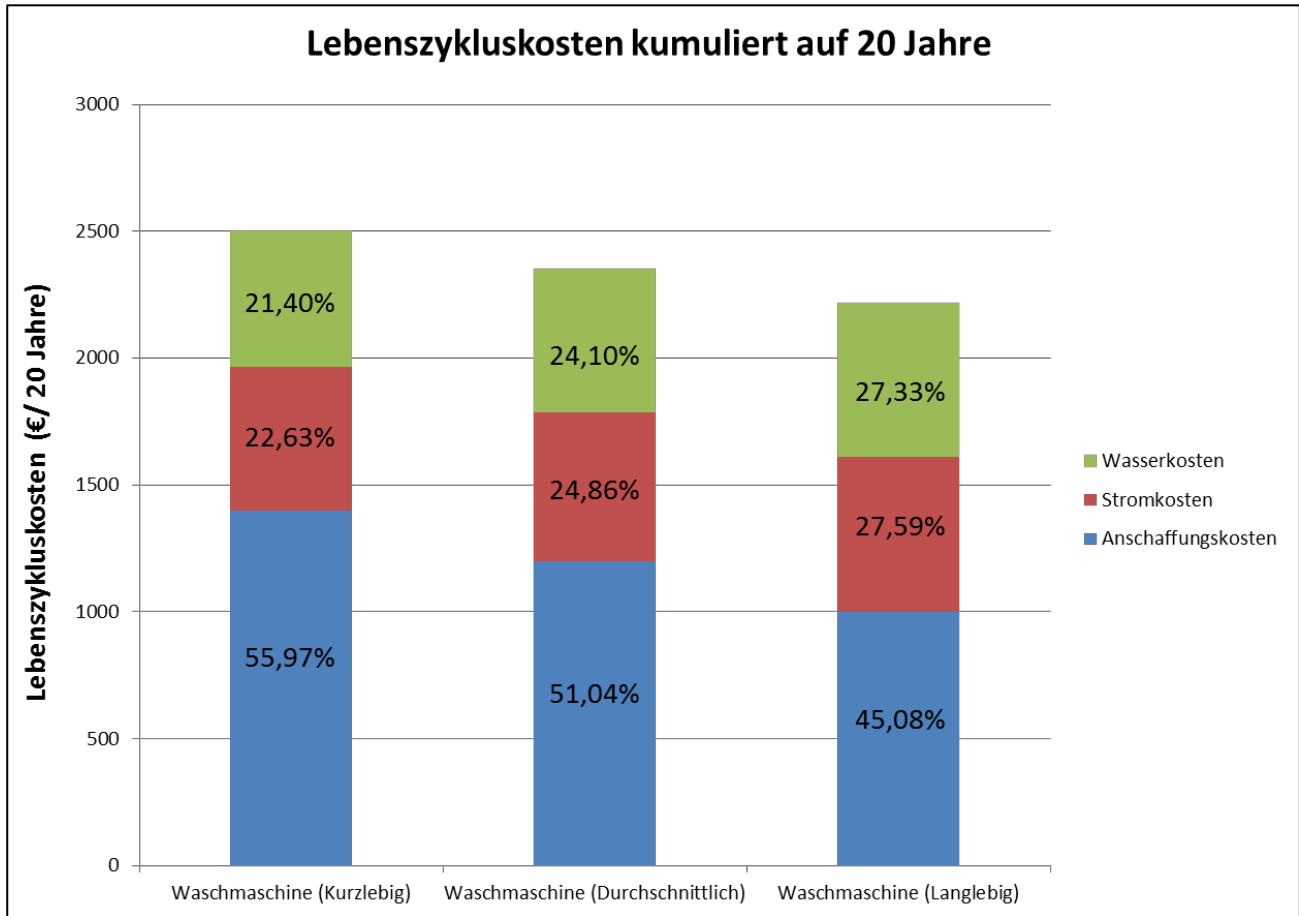
Abbildung 100 Jährliche Gesamtkosten einer kurzlebigen, einer durchschnittlichen und einer langlebigen Waschmaschine



Quelle: Eigene Darstellung

Die folgende Abbildung 101 stellt die kumulierten Lebenszykluskosten einer kurzlebigen, einer durchschnittlichen und einer langlebigen Waschmaschine dar. Verglichen mit einer kurzlebigen Waschmaschine lassen sich mit dem Kauf einer langlebigen Waschmaschine pro Gerät ca. 283 € in 20 Jahren sparen. Selbst bei der durchschnittlichen Waschmaschine fallen in 20 Jahren ca. 150 € weniger an als bei der kurzlebigen Variante. Eine langlebige Waschmaschine müsste nach den in dieser Studie getroffenen Annahmen einen ca. 270% höheren Kaufpreis als die kurzlebige Variante haben (in diesem Beispiel ca. 1.290 €), um die Lebenszykluskosten der kurzlebigen Waschmaschine zu überschreiten.

Abbildung 101 Lebenszykluskosten (kumuliert auf 20 Jahre) einer kurzlebigen, einer durchschnittlichen und einer langlebigen Waschmaschine



Quelle: Eigene Darstellung

7.2.3 Fernsehgeräte

In der folgenden Tabelle 102 sind die angenommenen Kostenelemente zur Berechnung der Lebenszykluskosten eines kurz- und langlebigen TV-Geräts zusammengefasst:

Tabelle 102 Kostenelemente zur Ermittlung der Lebenszykluskosten eines kurz- und eines langlebigen TV-Geräts

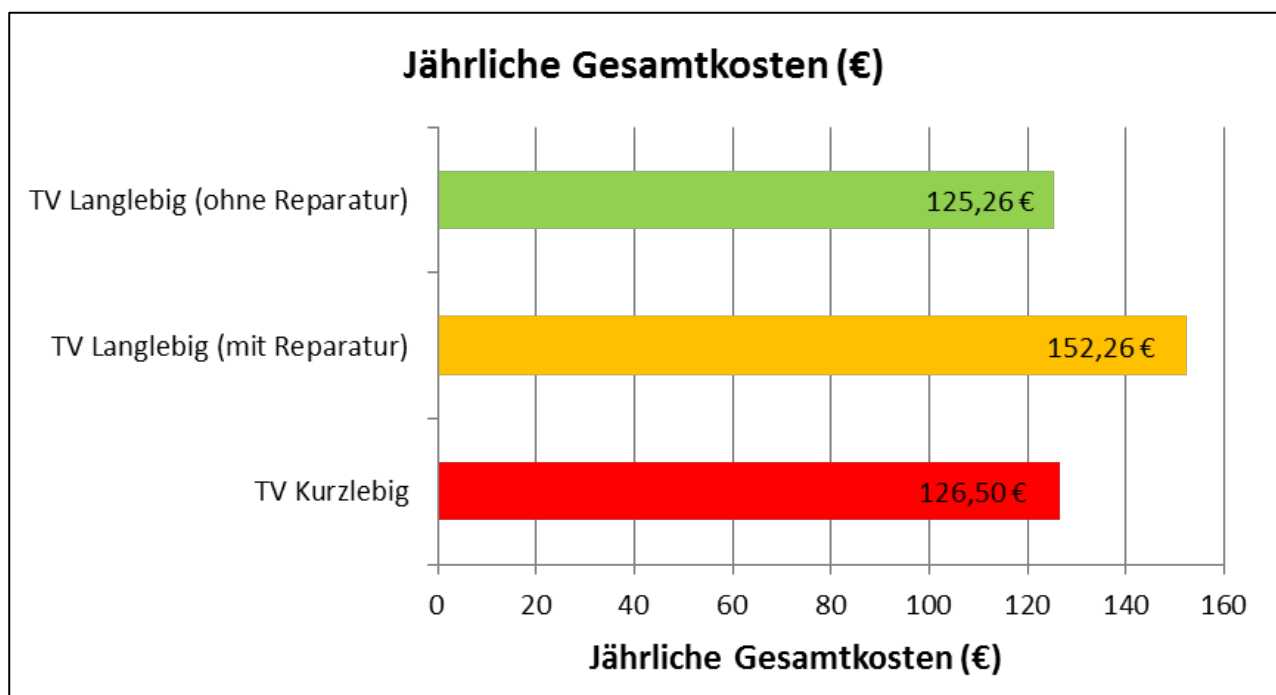
Kostenelement	Kosten (€)	Quelle
Kaufpreis eines kurzlebigen TV-Geräts (42 Zoll)	350,00 €	www.idealo.de
Kaufpreis eines langlebigen TV-Geräts (42 Zoll)	600,00 €	Eigene Annahme
Kaufpreis Ersatzteil Festplatte (HDD)	60,00 €	www.billiger.de (Durchschnitt)
Kaufpreis Ersatzteil Netzteilkarte	50,00 €	Abschnitt 6.2.4
Strompreis	0,298 €/kWh	EcoTopTen 2015, www.ecotopten.de
Stromverbrauch	Gerät 1: 219 kWh/Jahr; Gerät 2: 208,5 kWh/Jahr	nach Prakash et al. (2014a)
Reparaturkosten Personal Festplatte (HDD)	50,00 €	Eigene Annahme

Kostenelement	Kosten (€)	Quelle
Reparaturkosten Personal Netzteilkarte	110,00 €	Abschnitt 6.2.4
Entsorgungskosten	Keine ⁹⁵	-

Abbildung 102 zeigt die jährlichen Gesamtkosten, die sich aus den anteiligen Anschaffungskosten und den Kosten für Strom und Reparaturen zusammensetzen. Beim langlebigen TV-Gerät, das während seiner Lebensdauer von 10 Jahren gar nicht repariert werden muss, sind die jährlichen Gesamtkosten am geringsten. Allerdings ist der Unterschied zu der kurzlebigen Variante fast vernachlässigbar, was auf die hohen Anschaffungskosten des langlebigen TV-Geräts zurückzuführen ist. Ähnlich, wie bei den Waschmaschinen, hätte das langlebige TV-Gerät höhere jährliche Gesamtkosten, wenn es in der Anschaffung noch viel teurer gewesen wäre als angenommen. Umgekehrt heißt es aber auch, dass das langlebige Gerät zu höheren Kosteneinsparungen geführt hätte, wenn die Differenz der Anschaffungskosten zwischen kurzlebigen und langlebigen Varianten kleiner gewesen wäre.

Bemerkenswert ist, dass die jährlichen Gesamtkosten eines kurzlebigen TV-Geräts (Lebensdauer 5,6 Jahre) geringer sind als die eines langlebigen TV-Geräts, das während seiner Lebensdauer repariert werden muss. Die vergleichsweise hohen Kosten bei dem langlebigen TV-Gerät in dieser Beispielrechnung sind neben den hohen Anschaffungskosten auf die hohen Reparaturkosten (HDD und Netzteilkarte) zurückzuführen.

Abbildung 102 Jährliche Gesamtkosten eines kurz- sowie eines langlebigen TV-Geräts



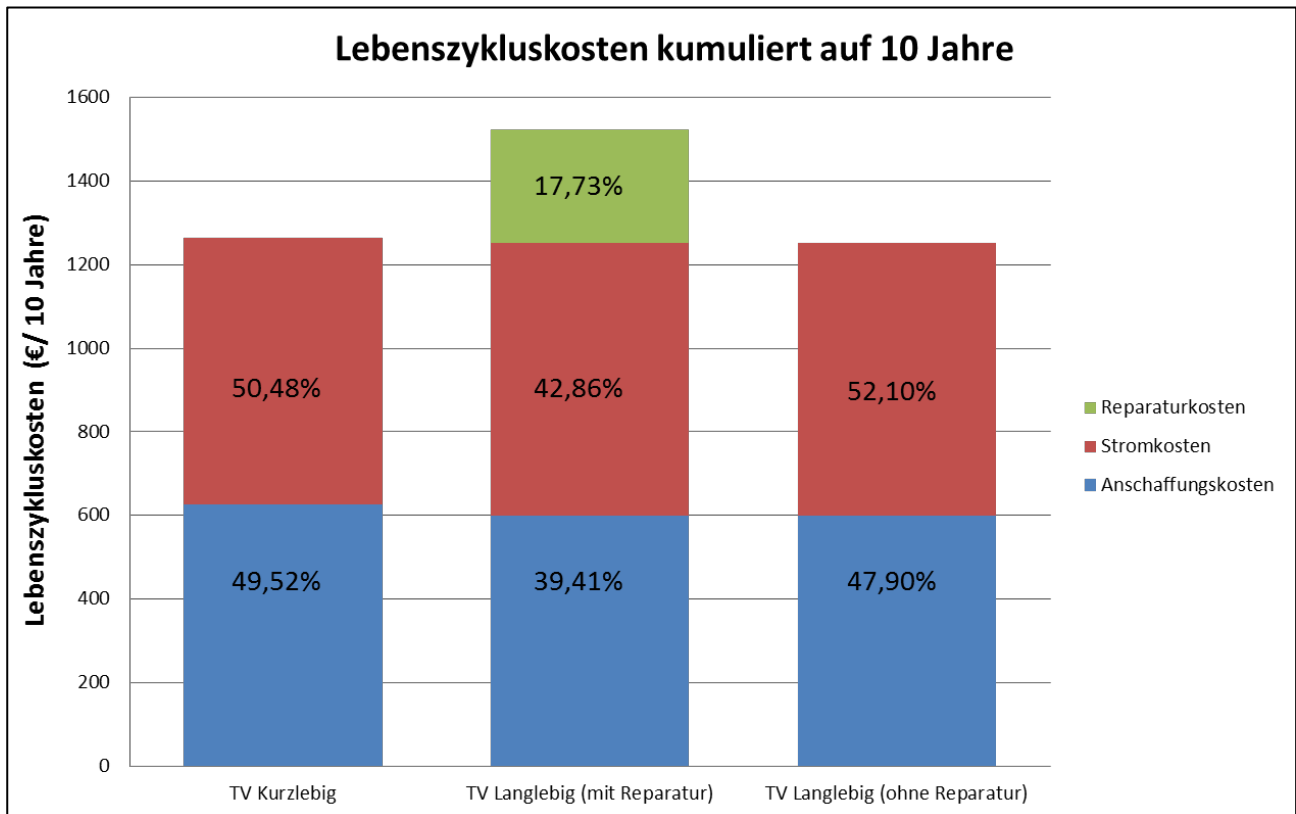
Quelle: Eigene Darstellung

Die folgende Abbildung 103 stellt die kumulierten Lebenszykluskosten eines kurz- und eines langlebigen TV-Geräts dar. Es wird deutlich, dass die anfallenden Reparaturkosten erheblich

⁹⁵ Seit dem 24. März 2006 sind die Hersteller für die Rücknahme und Entsorgung der Altgeräte (finanziell) verantwortlich. In der vorliegenden Untersuchung werden daher keine zusätzlichen Entsorgungskosten angenommen.

auf das Gesamtergebnis eines langlebigen TV-Geräts wirken und es somit deutlich verschlechtern. Ein langlebiges TV-Gerät müsste nach den in dieser Studie getroffenen Annahmen einen ca. 75% höheren Kaufpreis haben (in diesem Beispiel ca. 613 €) als die kurzlebige Variante, um die Lebenszykluskosten des kurzlebigen TV-Geräts zu überschreiten.

Abbildung 103 Lebenszykluskosten (kumuliert auf 10 Jahre) eines kurz- sowie eines langlebigen TV-Gerät



Quelle: Eigene Darstellung

7.2.4 Notebooks

In der folgenden Tabelle 103 sind die angenommenen Kostenelemente zur Berechnung der Lebenszykluskosten eines kurz- und langlebigen Notebooks zusammengefasst:

Tabelle 103 Kostenelemente zur Ermittlung der Lebenszykluskosten eines kurz- und eines langlebigen Notebooks

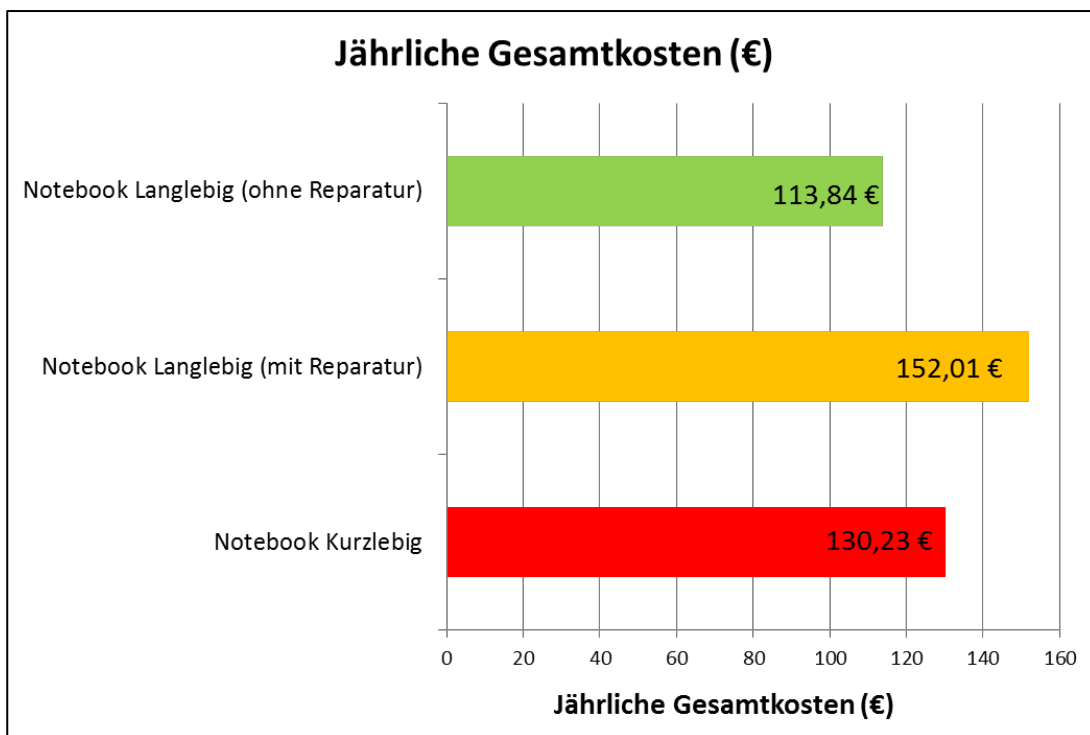
Kostenelement	Kosten (€)	Quelle
Kaufpreis eines kurzlebigen Notebooks	350,00 €	www.ideal.de
Kaufpreis eines langlebigen Notebooks	600,00 €	Eigene Annahme
Kaufpreis Ersatzteil SSD (Halbleiterfestplatte)	129,00 €	www.ideal.de
Kaufpreis Ersatzteil Akku	40,00 €	Kapitel 6.4.4
Strompreis	0,298 €/kWh	EcoTopTen 2015, www.ecotopten.de
Stromverbrauch	58 kWh pro Jahr	Nach Prakash et al. (2014a)
Reparaturkosten Personal SSD	40,00 €	Eigene Annahme: Reparaturzeit 1 Stunde

Kostenelement	Kosten (€)	Quelle
Reparaturkosten Personal Tastatur	40,00 €	Eigene Annahme: Reparaturzeit 0,5 Stunde
Entsorgungskosten	Keine ⁹⁶	-
Annahme	Das Neugerät ist in der Nutzung 5% energieeffizienter als das ersetzte Gerät	

Abbildung 104 zeigt die jährlichen Gesamtkosten, die sich aus den anteiligen Anschaffungskosten und den Kosten für Strom und Reparaturen zusammensetzen. Beim langlebigen Notebook, das während seiner Lebensdauer von 6 Jahren gar nicht repariert werden muss, sind die jährlichen Gesamtkosten am geringsten. Im Vergleich dazu verursacht ein kurzlebiges Notebook jährlich ca. 14% Mehrkosten.

Die jährlichen Gesamtkosten eines langlebigen Notebooks, das mehrfach repariert werden muss, um eine sechsjährige Lebensdauer zu erreichen, liegen aufgrund von hohen Reparaturkosten höher als die eines kurzlebigen Notebooks (Lebensdauer 3 Jahre). Unter Reparaturen wurde angenommen, dass bei einem langlebigen Notebook jeweils die Festplatte und der Akku einmal in 6 Jahren ausgetauscht und die Tastatur einmal repariert wurde.

Abbildung 104 Jährliche Gesamtkosten eines kurz- sowie eines langlebigen Notebooks



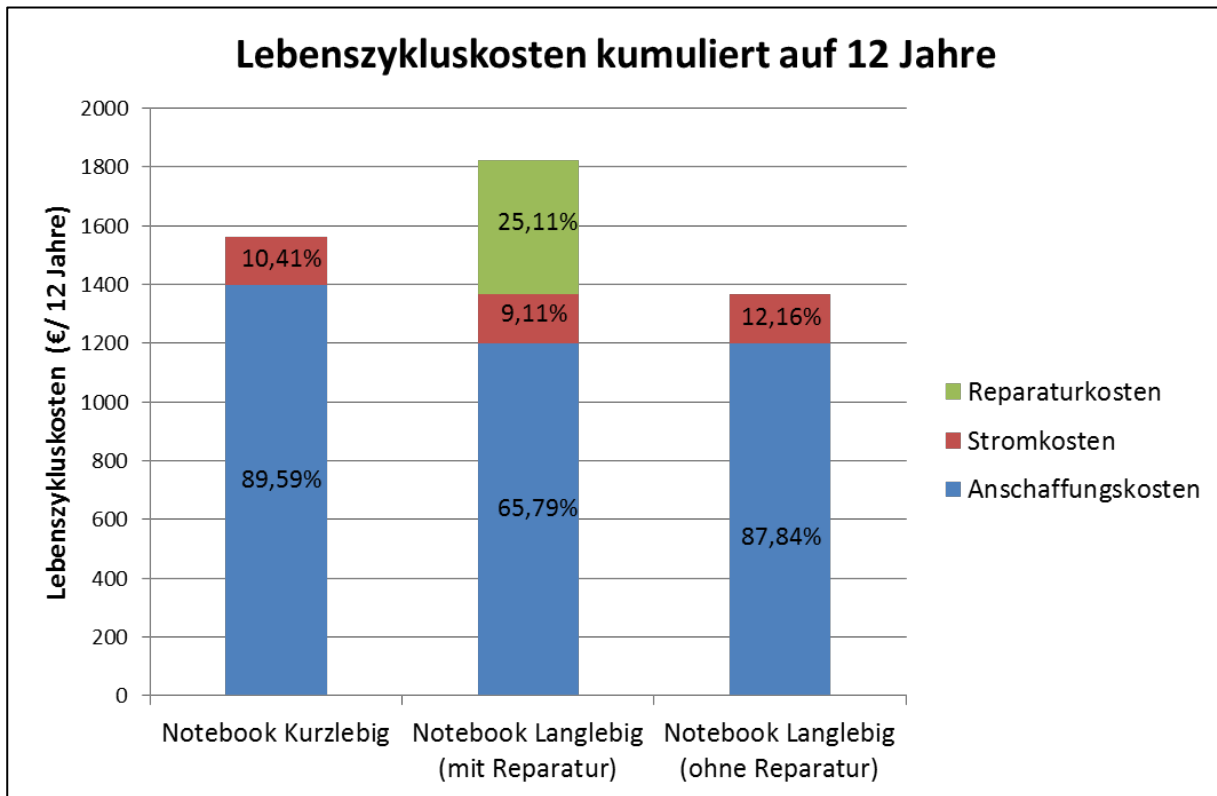
Quelle: Eigene Darstellung

Die folgende Abbildung 105 stellt die kumulierten Lebenszykluskosten eines kurz- und eines langlebigen Notebooks dar. Verglichen mit einem kurzlebigen Notebook lassen sich mit dem Kauf eines langlebigen Notebooks, bei dem keine Reparaturen durchgeführt werden müssen, pro Gerät ca. 196 € in 12 Jahren sparen. Bei dem reparaturbedürftigen langlebigen Notebook

⁹⁶ Seit dem 24. März 2006 sind die Hersteller für die Rücknahme und Entsorgung der Altgeräte (finanz-)verantwortlich. In der vorliegenden Untersuchung werden daher keine zusätzlichen Entsorgungskosten angenommen.

fallen in 12 Jahren ca. 261 € Mehrkosten an als bei der kurzlebigen Variante. Ein langlebiges Notebook müsste nach den in dieser Studie getroffenen Annahmen fast einen Doppel so hohen Kaufpreis haben als die kurzlebige Variante (in diesem Beispiel ca. 700 €), um die Lebenszykluskosten des kurzlebigen Notebooks zu überschreiten.

Abbildung 105 Lebenszykluskosten (kumuliert auf 12 Jahre) eines kurz- sowie eines langlebigen Notebooks



Quelle: Eigene Darstellung

Fazit der ökonomischen Vergleichsrechnung

Die in dieser Studie durchgeführten ökonomischen Vergleichsrechnungen zeigen, dass die Ergebnisse sehr stark von den getroffenen Annahmen abhängen und von Fall zu Fall zu unterschiedlichen Schlussfolgerungen führen können. Die Anschaffungskosten für die langlebigen Produkte beruhen in der Studie auf Annahmen, die sich an den auf dem Markt verfügbaren Geräten und Marken orientieren. Die Differenz der Anschaffungskosten zwischen kurzlebigen und langlebigen Produktvarianten ist eine entscheidende Größe, die die Kosteneinsparungseffekte oder die Mehrkosten eines langlebigen Produktes im Vergleich zu einer kurzlebigen Variante bestimmt. Ist die Differenz gering, käme es in der Regel zu größeren positiven Kosteneinsparungseffekten bei langlebigen Produkten. Auf der anderen Seite würde das langlebige Produkte im Hinblick auf die Lebenszykluskosten sogar schlechter abschneiden oder seine positiven Kosteneinsparungen eher geringer ausfallen, wenn seine Anschaffungskosten gegenüber einer kurzlebigen Variante deutlich höher sind. Die zweite entscheidende Größe ist die Annahme bezüglich der Energieeffizienzsteigerung von Produkten. Ist die Energieeffizienz der neu angeschafften kurzlebigen Produkte erheblich besser als die Vorläufergenerationen und die Differenz der Anschaffungskosten zwischen kurz- und langlebigen Varianten sehr hoch, käme es zu geringen positiven, oder im schlimmsten Fall, sogar zu negativen Kosteneffekten für die langlebigen Produkte.

8 Strategien gegen Obsoleszenz

Ausgehend von der Ursachenanalyse im Kapitel 6 werden in diesem Abschnitt Strategien gegen Obsoleszenz von Elektro- und Elektronikgeräten entwickelt. Dabei liegt der Fokus auf **technischen und produktspezifischen sowie managementbezogenen Strategien und Lösungsoptionen**. Das Hauptziel ist dabei, eine gesicherte Mindestlebensdauer oder Lebens- und Nutzungsdauerverlängerung von Elektro- und Elektronikgeräten zu erreichen.

Übergeordnete rechtliche und ökonomische Instrumente, die eine Verlängerung der Produktlebensdauer unterstützen könnten, z.B. Einführung von verpflichtenden Herstellergarantieausagen oder Reduzierung der Mehrwertsteuer für die Reparaturbetriebe, sind Gegenstand von zwei weiteren Vorhaben des Umweltbundesamtes⁹⁷ und sind deshalb hier explizit von einer detaillierten Betrachtung ausgeschlossen.

Der Ersatz von noch funktionierenden Produkten aufgrund psychologischer Obsoleszenz wird in dieser Studie über Strategien zur Verbesserung der Verbrauchertransparenz, Erhöhung der Informationspflichten für Hersteller, Reduzierung von Transaktionskosten für Alltagsentscheidungen und Identifizierung von Anreizmechanismen für eine längere Produktnutzung adressiert. Mögliche Maßnahmen aus den Bereichen soziale Innovation und kultureller Wandel, wie z.B. Suffizienz, „Nutzen statt besitzen“, Veränderung des individuellen und kollektiven Verbraucherverhaltens usw. werden wiederum in anderen Vorhaben des Umweltbundesamtes umfassend untersucht⁹⁸ und sind daher nicht Gegenstand der hier vorgeschlagenen Lösungsoptionen und Strategien.

Die Analyse der Ausfallursachen und Gründe für den Ersatz bei den im Rahmen dieser Studie untersuchten Produktgruppen hat ergeben, dass diese sehr vielfältig sind. Allerdings ergeben sich, unabhängig von der Produktgruppe, ähnliche Muster und Trends. Daher erscheint es wenig zielführend, für jeden einzelnen identifizierten Ersatzgrund eine eigene Gegenmaßnahme zu formulieren. Denn dieser Ansatz würde das Risiko bergen, dass die Strategien einerseits mit jeder neuen Produktentwicklung oder Innovation wieder obsolet werden und andererseits den Eindruck einer scheinbaren Vollständigkeit erwecken könnten. Sinnvoller erscheint dagegen eine Konsolidierung und Bündelung der Ursachen für Ausfälle und Ersatz in **Themenclustern**. Damit lassen sich unabhängig von der Produktgruppe sowie unabhängig von jedem einzelnen Ersatzgrund eher **Strategien gegen Obsoleszenz** definieren, die das gesamte Themencluster und somit diverse darunter fallende Produktgruppen und Obsoleszenzursachen adressieren.

In der folgenden Tabelle 104 sind die Themencluster und die dazugehörigen Ursachen für Ausfälle und Ersatz von Waschmaschinen, Notebooks und Fernsehgeräten abgebildet. Alle Ursachen lassen sich in insgesamt 4 Hauptthemencluster aufteilen:

- (1) Mangelnde mechanische und elektronische Robustheit (werkstoffliche Obsoleszenz)
- (2) Softwarebedingte Gründe (funktionale Obsoleszenz)
- (3) Hohe Kosten der Reparatur im Kontext der Preise für Neuprodukte (ökonomische Obsoleszenz)
- (4) Trends und der Wunsch nach neuen Funktionen (psychologische Obsoleszenz).

⁹⁷ „Stärkung eines nachhaltigen Konsums im Bereich Produktnutzung durch Anpassungen im Zivil- und öffentlichen Recht“ (FKZ 3713 18 308) und „Entwicklung von Vorschlägen zum Einsatz von ökonomischen Instrumenten zur Steigerung der Ressourceneffizienz in Deutschland und der EU“ (FKZ: 3712 93 105).

⁹⁸ Zum Beispiel www.umweltbundesamt.de/publikationen/soziale-innovationen-im-aufwind

Die identifizierten Ausfall- und Ersatzursachen der Produktgruppen Waschmaschinen, Notebooks und Fernsehgeräte wurden diesen Themenclustern zugeordnet. Durch diese Zuordnung entstand ein guter Überblick, welche Obsoleszenzursachen für alle untersuchten Produktgruppen gleichermaßen gelten und eher mit produktgruppenübergreifenden horizontalen Strategien adressiert werden können, und welche Obsoleszenzursachen eher produktgruppenspezifische Lösungsansätze benötigen.

Tabelle 104 Beschreibung und Zuordnung der Obsoleszenzursachen

Themencluster für die Obsoleszenzursachen		Waschmaschinen	Notebooks	Fernsehgeräte
1	Mangelnde mechanische und elektronische Robustheit (Werkstoffliche Obsoleszenz)			
1.1	Vorgabe an die Fertigung für die zu erreichende Lebensdauer nicht vorhanden oder zu kurz. Die fehlende Transparenz bewirkt, dass Konsumentinnen und Konsumenten ihre Kaufentscheidung hinsichtlich der eigenen Bedürfnisse nicht optimal treffen können (asymmetrische Information).	X	X	X
1.2	Komponenten werden in der laufenden Fertigung oder in der Freigabe nicht hinreichend auf die Einhaltung der Lebensdaueranforderungen geprüft.	X	X	X
1.3	Belastung ist in der Realität höher als die Lebensdaueranforderungen, die als Maßstab für die Fertigung zugrunde gelegt wurden.	X	X	X
1.4	Das Gesamtgerät wird nicht hinreichend auf die Einhaltung der Lebensdaueranforderung geprüft.	X	X	X
1.5	Verschiedene Produktionsserien gleichartiger Geräte enthalten unterschiedliche Bauteile. Der hohe Wettbewerbsdruck schafft Volatilität in Verfügbarkeit und Qualität der Komponenten. Die Qualitätsstandards der Hersteller, wenn überhaupt vorhanden, lassen sich vertikal nicht bis in Zulieferketten implementieren.	X	X	X
1.6	Schlechtes Gerätedesign und Wärmemanagement, wie z.B. Lüftungsschlitze, die durch Staub- und Schmutzpartikel verstopft werden und zu Überhitzungen im Gerät führen.		X	X
1.7	Kurze Akkulebensdauer (Laufzeit und Kapazität) limitiert Nutzung (elektrochemische Robustheit); fest verbaute Akkus erschweren oder verhindern einen gezielten Austausch.		X	
2	Softwarebedingte Gründe (Funktionale Obsoleszenz)			

Themencluster für die Obsoleszenzursachen		Waschmaschinen	Notebooks	Fernsehgeräte
2.1	Immer neue TV-Formate (z.B. HD Ready, Full HD, UHD), neue Funktionen (z.B. HbbTV) und somit der Anstieg des Sourceguts ⁹⁹ stellen höhere Anforderungen sowohl an die Software als auch an die Hardware.			X
2.2	Unterschiedliche Übertragungsstandards, fehlende Standardisierung von dynamischer Kanalverwaltung sowie Schnittstellen und Conditional Access Systeme.			X
2.3	Für ältere Komponenten und Peripheriegeräte (z.B. manche Grafikarten, Drucker und Scanner) geben Hersteller für aktuelle Betriebssysteme oft keine aktualisierten Treiber mehr heraus, sodass diese dann nicht mehr bzw. nicht im gewohnten Umfang weitergenutzt werden können.		X	
2.4	Die Installation eines aktuellen Betriebssystems lässt sich bei älteren Notebooks nicht mehr umsetzen, da die Grenze der Leistungsfähigkeit erreicht ist. Können die Mindestanforderungen des Betriebssystems nicht eingehalten werden, ist das Betriebssystem auf dieser Hardware nicht lauffähig und diese muss ausgetauscht werden, obwohl das technische Lebensende noch nicht erreicht ist.		X	
3	Hohe Kosten der Reparatur im Kontext der Preise für Neuprodukte (Ökonomische Obsoleszenz)			
3.1	Bei vielen Defekten erscheint eine professionelle Reparatur im Kontext der bestehenden Marktpreise für Neuprodukte als zu teuer.	X	X	X
3.2	Zu hohe Bauteilintegration, sodass immer ein großes und entsprechend teures Teil ausgetauscht werden muss. Außerdem schlechte Zugänglichkeit der Bauteile.	X	X	X
3.3	Keine Ersatzteile oder nur Originalbauteile erhältlich.	X	X	X
3.4	Zu hohe (Anfahrts-)Kostenpauschalen für die Servicetechniker ¹⁰⁰ .	X		(X)
4	Trends und Wunsch nach neuen Funktionen (Psychologische Obsoleszenz)			
4.1	Innovationen, neue Funktionen und Komfortversprechen der neuen Geräte veranlassen die Konsumentinnen und Konsumenten zu Neukäufen.	X	X	X
4.2	Sozio-demografische Faktoren, wie zum Beispiel Umzug in eine Wohnung mit einer Einbauküche oder Weitergabe der bestehenden Geräte an Jugendliche im Haushalt	X	X	X

⁹⁹ Siehe Kapitel 6.2.2 für eine ausführliche Erläuterung

¹⁰⁰ Vgl. Abschnitte 6.2.4 und 6.7.4

Themencluster für die Obsoleszenzursachen		Waschmaschinen	Notebooks	Fernsehgeräte
4.3	Bessere Energieeffizienz der neuen Geräte, z.B. Ersatz eines Desktop-PCs durch ein Notebook ¹⁰¹	X	X	X

Tabelle 104 ist zu entnehmen, dass der größte Teil der Ausfall- und Ersatzursachen eher produktgruppenunabhängig ist. Das bedeutet, dass diesen Ausfall- und Ersatzursachen mit horizontalen und produktgruppenübergreifenden Strategien begegnet werden kann.

In Tabelle 105 werden Strategien gegen die in Tabelle 104 identifizierten Ausfall- und Ersatzursachen vorgeschlagen. Das Ziel ist dabei, alle unter einem Themencluster genannten Ausfall- und Ersatzursachen mit denselben Strategien zu adressieren. Generell adressieren die in Tabelle 105 empfohlenen Strategien zwei Bereiche der Produktpolitik, die gleichermaßen von hoher Bedeutung sind:

- Strategien zur Erreichung einer gesicherten Mindestlebensdauer und Verlängerung der Produktlebensdauer,
- Strategien zur Verlängerung der Produktnutzungsdauer durch die Verbraucherinnen und Verbraucher.

Denn die Ursachenanalyse im Kapitel 6 hat gezeigt, dass ein relevanter Teil der untersuchten Elektro- und Elektronikgeräte auch dann ersetzt wird, wenn das Ende der möglichen technischen Lebensdauer noch nicht erreicht ist. Dabei spielen sowohl Aspekte der psychologischen als auch der ökonomischen Obsoleszenz eine große Rolle.

In der unten stehenden Tabelle 105 adressiert Strategie 1 die Produktlebensdauer und die Strategien 2, 3, 4 und 5 die Produktnutzungsdauer.

Strategien gegen das Ursachen-Themencluster „*Trends und der Wunsch nach neuen Funktionen*“ (Tabelle 104, Cluster 4) werden im Rahmen dieses Vorhabens nicht erarbeitet. Zu diesem Themenkomplex hat das Umweltbundesamt andere Vorhaben zu den Themen soziale Innovation und kultureller Wandel beauftragt (siehe Fußnote 98).

Tabelle 105 Identifizierung von Strategien gegen Obsoleszenz

Themencluster Obsoleszenz-ursachen		Strategien gegen Obsoleszenz	
1	Mangelnde mechanische und elektronische Robustheit	Strategie 1: Lebensdaueranforderungen, Standardisierung, Normung	
		S 1.1	Unterstützung von freiwilligen Lebensdauertests durch entsprechende Prüfnormen und unter kritischen Prüfbedingungen
		S 1.2	Verpflichtende Lebensdauertests unter kritischen Prüfbedingungen und Angabe Lebensdauer in den technischen Unterlagen und/oder als Teil der Verbraucherinformation

¹⁰¹ Prakash et al. (2012) haben gezeigt, dass sich der ökologische Aufwand für den Ersatz eines älteren Notebooks durch ein neues und energieeffizienteres Modell nicht in realistischen Zeiträumen amortisieren kann. Aus diesem Grund schlagen Prakash et al. (2012) vor, die IKT-Geräte möglichst lange zu nutzen.

In einer weiteren Studie zeigen Prakash et al. (2016), dass der ökologische Aufwand für den Ersatz eines Arbeitsplatzes mit Desktop-PC durch einen Arbeitsplatz mit Notebook ebenfalls in knapp 9 bis 10 Jahren amortisiert. Dieser Zeitraum liegt deutlich über die zu erwartende Lebens- und Nutzungsdauer von Arbeitsplatzcomputern in den Bundesverwaltungen.

Themencluster Obsoleszenz-ursachen		Strategien gegen Obsoleszenz	
		S 1.3	Erarbeitung von Prüfmethoden und -normen zur Überprüfung der Lebensdauerprüfung für Bauteile und Geräte
		S 1.4	Untersuchung des Einflusses der realen Nutzungsbedingungen auf die Lebensdauer und Etablierung einer Norm mit kritischen Prüfbedingungen
		S 1.5	Design für Langlebigkeit
		S 1.6	Vermehrte Tests der Lebensdauer durch unabhängige Testinstitute, wie die Stiftung Warentest
2	Softwarebedingte Gründe	Strategie 2: Mindestanforderungen an die Software	
		S 2.1	Entwicklung von innovativen und modularen Software-Lösungen
		S 2.2	Grundlegende Software-Treiber müssen eine ausreichend lange Zeit vorgehalten bzw. aktualisiert werden
		S 2.3	Förderung von freien Soft- und Hardware-Initiativen sowie Schaffung von Rechtssicherheit zu deren Verwendung und Vermarktung
		S 2.4	Verpflichtende Hardware und Software Updates sowie volle Funktionstests
		S 2.5	Standardisierung, Fehlerdiagnosefunktion und neue Softwarelösungen
3	Hohe Kosten der Reparatur im Kontext der Preise für Neuprodukte	Strategie 3: Reparaturfähigkeit	
		S 3.1	Verbesserte Rahmenbedingungen für unabhängige und freie Reparaturbetriebe, einschließlich transparente Reparaturinformationen
		S 3.2	Pflichtvorgaben zur Vorhaltung von Ersatzteilen, einschließlich transparente Informationen bezüglich der zu erwartenden Kosten für Ersatzteile
		S 3.3	Akkus und sonstige Verschleißteile müssen leicht auswechselbar oder reparierbar sein
		S 3.4	Veränderung der Kostenkalkulation für Reparaturen
		Strategie 4: Servicemodelle der Hersteller für eine Lebens- und Nutzungsdauerverlängerung	
		S 4.1	Leasing-Modelle (als eigentumsersetzende Nutzungsstrategie)
		S 4.2	Rückkaufvereinbarung
		S 4.3	Nachsorgebehandlung als Dienstleistung
4	Übergreifend: kürzere Nutzungsdauer durch Verbraucherinnen und Verbraucher ¹⁰²	Strategie 5: Informationspflichten, Verbraucherinformation	
		S 5.1	Eindeutige Deklaration von Sollbruchstellen (im Sinne Sicherheitsfunktion; siehe Fußnote 113), Verschleißteilen und Wartungsintervallen
		S 5.2	Verbraucherinformation zur Verlängerung der Nutzungsdauer

102

Diese Strategie ist querliegend zu verschiedenen Themenclustern und kann deswegen mehreren Themenclustern zugeordnet werden. Beispielsweise könnte diese Strategie das Themencluster „Mangelnde mechanische und elektronische Robustheit“ adressieren, denn dort fließen die Themen Lebensdauertests sowie Lebensdauerangabe, das heißt Information für Verbraucher, zusammen. Auf der anderen Seite können transparente Informationen bezüglich der zu erwartenden Reparaturen und damit verbundenen Kosten die Kaufentscheidungen zu Gunsten der reparaturfreundlicheren Produkte beeinflussen. Nicht zuletzt haben die Berechnungen der Lebenszykluskosten in dieser Studie gezeigt, dass diese für die Endverbraucher trotz der durchgeführten Reparaturen geringer sein können als wiederholte Neukäufe.

Die einzelnen Strategien gegen Obsoleszenz sind in den folgenden Tabellen (Tabelle 106 bis Tabelle 110) detaillierter dargestellt. Außerdem wird zu jeder einzelnen Strategie eine kurze Einschätzung zu möglichen Stärken und Schwächen abgegeben. Nicht zuletzt werden die möglichen produktpolitischen Instrumente genannt, die für die Umsetzung der jeweiligen Strategien geeignet wären.

Diese Darstellung ist ein Ergebnis von zahlreichen Expertengesprächen, von Diskussionen im Rahmen eines Fachgesprächs im Dezember 2014 und einer Tagung im Juni 2015¹⁰³ sowie von umfassenden Analysen und Recherchen, die im Rahmen dieser Studie stattgefunden haben.

Eine umfassende wissenschaftliche Analyse von allen hier dargestellten Strategien war im Rahmen dieser Studie nicht möglich. Die hier dargestellten Strategien liefern aber gute Ansatzpunkte, um die produktpolitischen Maßnahmen zum Thema Obsoleszenz ausführlich herauszuarbeiten. Infolge dessen besteht bei einigen Strategien noch Forschungsbedarf, um deren Erfolgswahrscheinlichkeit und Machbarkeit zu prüfen. Auf den bestehenden Forschungsbedarf wird in den beschriebenen Strategien sowie zusammenfassend im Kapitel 9.5 „Ausblick“ hingewiesen.

Eine Priorisierung bzw. ein Ranking der in den folgenden Tabellen empfohlenen Strategien im Hinblick auf Effektivität, Aufwand und Durchsetzbarkeit erschien nicht sinnvoll. Denn die vorgeschlagenen Strategien sind aufeinander abgestimmt und adressieren gleichzeitig Wirtschaft, Verbraucher und Politik. Damit soll gewährleistet werden, dass die Wirkung von Strategien, die an eine bestimmte Akteursgruppe gerichtet sind, durch die kontraproduktiven Handlungen einer anderen Akteursgruppe nicht verwässert werden. Zum Beispiel sind die Vorgabe einer Mindestlebensdauer oder Maßnahmen zur Produktlebensdauererweiterung (Zielgruppe: Hersteller) nur dann sinnvoll, wenn diese in der Praxis geprüft (Zielgruppe: Politik) und erreicht (Zielgruppe: Verbraucher) werden können.

Tabelle 106 Strategie 1: Lebensdaueranforderungen, Standardisierung, Normung

Strategie 1: Lebensdaueranforderungen, Standardisierung, Normung	
S 1.1: Unterstützung von freiwilligen Lebensdauertests durch entsprechende Prüfnormen und unter kritischen Prüfbedingungen	
Kurzbeschreibung	Entwicklung und/oder Identifizierung von Prüfnormen für Produkte/kritische Komponenten, die zur Messung der Lebensdauer herangezogen werden können. Den Herstellern soll es möglich sein, die Lebensdauerangaben auf der Produktverpackung oder in den Produktunterlagen anzugeben. Die Einhaltung der Prüfnormbedingungen soll durch unabhängige und akkreditierte Einrichtungen geprüft und bestätigt werden ¹⁰⁴ .
Instrument	Solche Lebensdauerangaben können im Rahmen der Typ-I-Umweltzeichen, wie zum Beispiel EU-Umweltzeichen oder Blauer Engel, als Mindestanforderung institutionalisiert werden.
Pro	Die Vergleichbarkeit der Produkte im Markt wird dadurch verbessert.

¹⁰³ Tagung „Wider die Verschwendung II – Strategien gegen Obsoleszenz“, 25. Juni 2015, Berlin; Tagungsdokumentation unter: www.umweltbundesamt.de/wider-die-verschwendung-ii-programm

¹⁰⁴ Beispielsweise könnten hier die bestehenden Regelungen des Umweltzeichens Blauer Engel Hilfestellung leisten. Dort werden folgende konkrete Anforderungen an die Prüfinstitute gestellt: „Der Antragsteller legt Prüfprotokolle eines unabhängigen Prüflabors, das für diese Messung nach DIN EN ISO/EC 17025 akkreditiert ist, vor. Prüfprotokolle des Antragstellers werden als gleichwertig anerkannt, wenn dieser ein Prüflaboratorium nutzt, das für diese Messungen von einer unabhängigen Stelle als SMT-Labor (supervised manufacturer's testing laboratory) anerkannt ist“.

Strategie 1: Lebensdaueranforderungen, Standardisierung, Normung	
Kontra	Nur die Hersteller hochwertiger Produkte werden solche freiwilligen Lebensdauerangaben machen. Dadurch ist keine Flächendeckung des Angebots gegeben. Die zusätzlichen Kosten der Prüfung durch externe und unabhängige Testinstitutionen werden durch den Kunden getragen werden müssen. Eine Überprüfbarkeit der freiwilligen Angaben durch eine unabhängige Institution ist notwendig.
S 1.2: Verpflichtende Lebensdauertests unter kritischen Prüfbedingungen und Angabe der Lebensdauer in den technischen Unterlagen und/oder als Teil der Verbraucherinformation	
Kurzbeschreibung	<p>Ein zentraler Punkt ist, dass die Gerätekomponten und Bauteile im Design- und Herstellungsprozess auf einen bestimmten Zielwert der Lebens- und Nutzungsdauer hin optimiert werden. Die fehlende Transparenz bewirkt, dass Konsumentinnen und Konsumenten ihre Kaufentscheidung hinsichtlich der eigenen Bedürfnisse nicht optimal treffen können (asymmetrische Information). Deswegen ist eine erhöhte Transparenz über die zu erwartende Lebensdauer des Produktes in den Produktunterlagen notwendig¹⁰⁵. Dabei sollen die Prüf- und Testbedingungen sowie Annahmen von der staatlichen Seite vorgegeben werden. Alle Produkte müssen die erwartete Lebensdauer (in Jahren oder Anzahl funktioneller Einheit) nach einem festgelegten Nutzerprofil angeben. Es ist auch denkbar, produktgruppenspezifische Mindestlebensdauern einzuführen.</p> <p>Für Geräte, bei denen Lebensdauerermessungen in praktikablen Zeiträumen und mit vertretbaren finanziellen Aufwendungen nicht möglich sind, sollen Qualitäts- und Haltbarkeitsanforderungen an die kritischen Komponenten gestellt werden. Dafür soll die Eignung von bestehenden Sicherheits- und Gebrauchstauglichkeitsnormen für Bauteile und Komponenten geprüft werden, inwiefern diese für die Prüfung von Lebensdaueranforderungen geeignet sind. Ggf. sollen diese, vor allem für kritische und defektanfällige Komponenten, um Lebensdauer- und Haltbarkeitsanforderungen erweitert werden.</p> <p>Die Angaben sollen von unabhängigen und akkreditierten Einrichtungen geprüft und bestätigt werden (siehe auch Fußnote 104).</p>
Instrument	Diese Maßnahme soll auf der EU-Ebene implementiert werden und möglicherweise als ein erweitertes Kriterium für die CE-Kennzeichnung oder als Mindestanforderung im Rahmen der Ökodesign-Richtlinie ¹⁰⁶ gelten. Im Rahmen der Ökodesign-Richtlinie werden bisher durch die Hersteller/Importeure veranlasste externe Drittprüfungen nicht vorgeschrieben. Eine solche Forderung ist sicherlich eine große Hürde, aber prinzipiell möglich.
Pro	Vergleichbarkeit der Produkte im Markt ist gegeben. Für bestimmte Geräte und Komponenten existieren bereits Prüfnormen und Messvorschriften für die Lebensdauerbestimmung oder können mit vertretbarem Aufwand entwickelt werden.

¹⁰⁵ Im Vorhaben „Stärkung eines nachhaltigen Konsums im Bereich Produktnutzung durch Anpassungen im Zivil- und öffentlichen Recht“ (FKZ 3713 18 308) wird eine Herstellergarantieaussagepflicht vorgeschlagen (S. 154 ff.). Die Hersteller sollen verpflichtend eine Aussage zur Lebensdauer treffen. Sie können dabei auch „null Jahre“ angeben (Schlacke et al. 2015). Laut Schlacke et al. (2015) sind die Hersteller im Falle der Garantieaussagepflicht im Kern nur zu einem (standardisierten) Signal an den Markt verpflichtet; sie trifft hingegen keine materielle „Versicherungspflicht“ – diese wird vielmehr (wie bisher auch nach § 443 BGB) freiwillig eingegangen. Damit wirkt die Garantie unverändert als (freiwilliger) Wettbewerbsparameter, insbesondere als Qualitätssignal für hochwertige Produkte auf Märkten mit Qualitätsunsicherheit bei den Konsumenten. Durch die Aussagepflicht, d. h. die flächendeckend erzwungene Emission eines Qualitätssignals, wird der Wettbewerb um Qualität befördert und die Transparenz zugunsten der Konsumenten verbessert (S. 213 ff.).

¹⁰⁶ Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Oktober 2009 zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte.

Strategie 1: Lebensdaueranforderungen, Standardisierung, Normung	
Kontra	<p>Für viele Produkte und Komponente müssen entsprechende Messvorschriften und allgemeingültige Spezifikationen erst noch entwickelt werden. Die Kosten für die Prüfung durch externe und unabhängige Prüfinstitutionen sind hoch und werden vom Kunden getragen werden müssen.</p> <p>Da die Marktüberwachung heute schon vor großen Herausforderungen steht, wäre auch nur die Prüfung von Testergebnissen der externen Prüfinstitutionen keineswegs trivial. Erfolgt keine systematische Überprüfung, entstehen klare Marktnachteile für die ‚ehrlichen‘ Hersteller.</p> <p>Nicht zuletzt besteht die Gefahr, dass durch die Einführung einer Mindestlebensdauer die Freiheit des Marktes eingeschränkt, bzw. eine quasi staatlich verordnete geplante Obsoleszenz eingeführt wird. Denn es gibt wenig Anreize für Hersteller, ihre Produkte so zu gestalten, dass sie die staatlich verordnete Mindestlebensdauer überschreiten. Auf der anderen Seite könnten die Verbraucherinnen und Verbraucher dazu verleitet werden, nach Ablauf der Mindestlebensdauer trotz Funktionsfähigkeit eher ein neues Gerät anzuschaffen.</p>
S 1.3: Erarbeitung von Prüfmethoden und -normen zur Überprüfung der Lebensdauerprüfung für Bauteile und Geräte	
Kurzbeschreibung	Für viele Produkte und Komponenten sind noch keine allgemein verfügbaren Methoden und Normen zur Überprüfung der Lebensdauer vorhanden. Erst wenn solche Vorschriften existieren, kann auch eine unabhängige Überprüfung erfolgen (siehe Strategie 1.2). Dies ist insbesondere für den Handel und kleinere Hersteller hilfreich, da die Erstellung solcher Prüfmethoden und -normen viel Knowhow erfordert.
Instrument	Normung, z.B. Normungsmandat für die Materialeffizienz im Rahmen der Ökodesign-Richtlinie
Pro	Prüfmethoden könnten dazu führen, dass mehr bzw. auch die richtigen Prüfungen durchgeführt werden. Insbesondere der Handel könnte diese Methoden nutzen, um von seinem Hersteller die Einhaltung einer bestimmten Lebensdauerprüfung zu verlangen.
Kontra	Die Prüfmethoden können immer nur ein beschränktes Abbild der realen Nutzung der Geräte oder Komponenten abdecken. Für manche Produkte (z.B. Waschmaschine, Fernsehgeräte) mögen solche Prüfungen der Lebensdauer nur über einen längeren Zeitraum hinweg sinnvoll sein, um mehr Richtungssicherheit zu gewährleisten.
S 1.4: Untersuchung des Einflusses der realen Nutzungsbedingungen auf die Lebensdauer und Etablierung einer Norm mit kritischen Prüfbedingungen	
Kurzbeschreibung	Untersuchung des Einflusses der Randbedingungen der realen Nutzung auf die Lebensdauer und Etablierung einer Norm mit kritischen Prüfbedingungen. Insbesondere sollen dabei thermische Belastungsspitzen und Spitzen der Versorgungsspannung betrachtet werden. Die zu erstellende Norm sollte dann definieren mit welchen Spitzenbelastungen im Einsatz der verschiedenen Geräte zu rechnen ist. Diese Norm kann dann von Herstellern und Vertreibern genutzt werden, um Lebensdauerprüfungen unter realen Nutzungsbedingungen durchzuführen.
Instrument	Normung, z.B. Normungsmandat für die Materialeffizienz im Rahmen der Ökodesign-Richtlinie. Hier besteht allerdings noch erheblichen Forschungsbedarf, der eine sehr umfangreiche Erhebung zum realen Nutzungsverhalten benötigt.
Pro	Da die realen Einsatzbedingungen von den nominellen Bedingungen deutlich abweichen können ist es wichtig, dass Hersteller und Prüfinstitute nicht die nominellen, sondern die realen Bedingungen für ihre Tests zugrunde legen.

Strategie 1: Lebensdaueranforderungen, Standardisierung, Normung	
Kontra	Das Wissen über die Belastungen in der Realität ist nicht vorhanden, bzw. nicht immer bei den Herstellern vorhanden. Die Ermittlung der realen Einsatzbedingungen erfordert zunächst eine umfangreichere Erhebung bei Verbraucherinnen und Verbrauchern. Die so ermittelten Bedingungen sollten nach einigen Jahren einem Review unterzogen werden. Die Prüfung unter extremen Bedingungen erfordert höhere Kosten und wird deswegen in vielen Fällen vermieden.
S 1.5: Design für Langlebigkeit	
Kurzbeschreibung	<p>Maßnahmen für Design für Langlebigkeit umfassen Mindestqualitätsstandards für kritische Verschleißteile (siehe Strategie 1.2), reparaturfreundliches Design, Ersatzteilverfügbarkeit (siehe auch Strategien 3.1 bis 3.3) und in ausgewählten, geprüften Fällen modulare Konstruktionsweise (Update und Upgrade-Fähigkeit).</p> <p>Beispielsweise wären für akkubetriebene Geräte, z.B. Notebooks, mindestens folgende Anforderungen sinnvoll: (1) Definierte Anforderungen an die Qualität von Akkus (Ladezyklen und Zyklenfestigkeit), siehe JRC 2014b; (2) Ladeschwellen sollten einstellbar sein (z.B. Implementierung über ACPI¹⁰⁷), Default-Einstellung (z.B. 80% obere Ladeschwelle, 20% untere Ladeschwelle für Li-Ion-Akkus, abhängig vom Nutzerverhalten); (3) Power Management sollte kurze, die Akku-Lebensdauer verkürzende Ladezyklen vermeiden; (4) Über optimales Ladeverhalten besser aufklären (z.B. über Bedienungsanleitung¹⁰⁸); (5) Leichte Entnehm- und Auswechselbarkeit des Akkus durch Endkonsument (oder kostengünstig durch Fachbetrieb bei festverbauten Akkus, sollte im Akku-Preis enthalten sein; siehe Strategie 3.4).</p> <p>Bei Fernsehgeräten könnten beispielsweise Mindestanforderungen an die Robustheit, Qualität und Haltbarkeit unter Berücksichtigung extremer und realistischer Belastungen [z.B. Vibrationsstest für die Transportsimulation nach MIL-STD-810G, Test Method 514.6 oder Falltest nach IEC 60068, Part 2: Ec (Freefall, procedure 1) oder DIN EN 60384-4:2014-01 für Kondensatoren für erhöhte Anforderungen] gestellt werden. Oder Mindestanforderungen an robustes Design nach WRAP (2011a), wie z.B. Anforderungen an die Positionierung der empfindlichen Bauteile, wie Buchsen, Ein-Aus-Schalter, Funktionsschalter usw., Schutz der Bildschirmeinheit und Bauweise des TV-Ständers.</p> <p>Die Maßnahme könnte auch die Einführung von verpflichtenden Qualitätsstandards für die Zulieferer von Komponenten und Bauteilen beinhalten, inkl. Lagerung, Transport und Fertigung (z.B. Lötprozesse) von identifizierten verschleißanfälligen Komponenten (z.B. Aluminium-Elektrolytkondensatoren) und Bauteilen (z.B. Hauptplatine).</p> <p>Nicht zuletzt sollte diese Maßnahme mit der Verlängerung der vorgesehenen Standzeiten und Abschreibungsfristen in Unternehmen und öffentlichen Bundesverwaltungen begleitet werden.</p>
Instrument	Diese Maßnahme kann als Mindestanforderung im Rahmen der Ökodesign-Richtlinie sowie der öffentlichen Beschaffung umgesetzt werden. Im Zusammenhang mit den verpflichtenden Qualitätsstandards für die Zulieferer besteht Forschungsbedarf im Hinblick auf die Implementierung und Prüfung solcher Standards in den Lieferketten.
Pro	Mit konkreten Maßnahmen bezüglich der Langlebigkeit werden die gesamten lebenszyklusbezogenen Umweltauswirkungen, inklusive des Ressourcenverbrauchs, im realen Kontext dargestellt. Diese Strategie geht deutlich über den bisherigen Fokus auf den Energieverbrauch in der Nutzungsphase hinaus. Der gesetzliche Rahmen ist mit der Ökodesign-Richtlinie gegeben. Aktuell besteht ein Impuls in Form eines Normungsmandates zur Materialeffizienz unter der Ökodesign-Richtlinie.

¹⁰⁷ Advanced Configuration and Power Interface (ACPI)

¹⁰⁸ Eine Vorschlagsliste, wie dies einfach und übersichtlich umgesetzt werden könnte, macht ifixit.com (https://de.ifixit.com/Wiki/Extend_Laptop%E2%80%99s_Battery_Life)

Strategie 1: Lebensdaueranforderungen, Standardisierung, Normung	
Kontra	<p>Alle Anforderungen der Ökodesign-Richtlinie und der öffentlichen Beschaffung müssten ebenfalls überprüft werden. Da die Marktüberwachungsbehörden (und die öffentlichen Verwaltungen) heute schon vor großen Herausforderungen stehen, wäre die Prüfung von hier angeforderten Kriterien keineswegs trivial. Erfolgt keine systematische Überprüfung, entstehen klare Marktnachteile für die ‚ehrlichen‘ Hersteller.</p> <p>Eine Überprüfung der Langlebigkeit ist bei einigen Komponenten mit hohen Kosten- und großem Zeitaufwand verbunden. Da die Ergebnisse ggf. erst nach langer Zeit vorliegen, würden die Marktüberwachungsmaßnahmen ins Leere laufen. Insgesamt könnte sich daraus eine Verringerung des Wettbewerbs ergeben.</p> <p>Zur Messung der Ladezyklen von Akkus müssen noch einheitliche Standards entwickelt werden, auf deren Grundlage die Herstellerangaben verglichen werden können.</p>
S 1.6: Vermehrte Tests der Lebensdauer durch unabhängige Testinstitute, wie die Stiftung Warentest	
Kurzbeschreibung	Die Prüfungen der Stiftung Warentest (StiWa) dürfen als Garant dafür angesehen werden, dass sich – zumindest in Deutschland – eine Art Mindestlebensdauer von Waschmaschinen von ca. 10 Jahren bei durchschnittlicher Nutzung etabliert und bewahrt hat. Dies sollte auch auf andere Hausgeräte und langlebige technische Geräte ausgedehnt werden. Allerdings sind solche Tests kostspielig und können daher in dem erforderlichen Umfang von den unabhängigen Testinstituten, wie z.B. StiWa nicht allein finanziert werden.
Instrument	Förderung von unabhängigen Produkttests
Pro	Erscheint eine geeignete Möglichkeit, den Markt zielgerichtet und schnell in Richtung längerer Produktlebensdauer zu beeinflussen.
Kontra	Die Beschränkungen hinsichtlich genereller Machbarkeit von Prüfnormen und Zeitdauer der Prüfung trifft auch hier zu (vgl. Kontra, S 1.5).

Tabelle 107 Strategie 2: Mindestanforderungen an die Software

Strategie 2: Mindestanforderungen an die Software	
S 2.1: Entwicklung von innovativen und modularen Software-Lösungen	
Kurzbeschreibung	Entwicklung von innovativen und modularen Software-Lösungen, um diese von der Hardware zu abstrahieren (sogenannte horizontale Trennung), damit diese Lösungen für mehrere nachfolgende Hardware-Generationen verwendet werden können. Dazu gehören u.a. skalierbare Speicher zur Integration zusätzlicher Software, modulare und portierbare Bauweise der Software, regelmäßige Aktualisierung und Pflege der Software, Bereitstellung von Decoderlösungen usw.
Instrument	Weiterer Prüf- und Forschungsbedarf notwendig. Es wird empfohlen, die Entwicklung von hier vorgeschlagenen Lösungen im Rahmen eines vom Staat geförderten Pilotvorhabens in Zusammenarbeit mit auf Software spezialisierten Klein- und Mittelständischen Unternehmen zu unterstützen.
Pro	Neue Funktionen und Anforderungen an die Hardware führen nicht zum Ende der Produktnutzungsdauer.
Kontra	Ggf. hohe Kosten für die regelmäßige Softwareaktualisierung und Pflege; fehlende Erfahrung in der Branche mit der Entwicklung von solchen Software-Lösungen; keine politischen Instrumente vorhanden, um Software-Problematik zu adressieren bzw. Einfluss auf die Software-Umgebung auszuüben.

Strategie 2: Mindestanforderungen an die Software	
S 2.2: Grundlegende Software-Treiber müssen eine ausreichend lange Zeit vorgehalten bzw. aktualisiert werden	
Kurzbeschreibung	<p>Treiber-Updates sollen verbindlich für einen bestimmten Zeitraum vorgeschrieben werden, und bei Auslaufen des Treiber-Supports muss der Quellcode verpflichtend offengelegt werden, damit freie Entwickler die Möglichkeit haben, die Entwicklung selbst weiter zu führen (siehe auch S 2.3, unten).</p> <p>Es muss ein Prozess der Zertifizierung von Treibern entwickelt werden, denn sonst besteht die Gefahr, dass Schadsoftware über diese Treiber auf die Geräte gelangen könnte.</p> <p>Eine weitere Möglichkeit könnte sein, dass die Treiber nicht mehr vom Hersteller zur Verfügung gestellt würden, sondern von einem von ihm beauftragten Unternehmen, das auch nach Auslauf des Supports des Herstellers die Treiber weiter entwickeln und dann dem Nutzer anbieten darf.</p>
Instrument	Weiterer Prüf- und Forschungsbedarf notwendig, auch im Hinblick auf die rechtlichen Instrumente.
Pro	Der gewohnte Funktionsumfang steht weiterhin zur Verfügung, die Geräte werden länger genutzt.
Kontra	Höhere Kosten des Treiber-Supports, bestehendes Urheberrecht müsste ggf. geändert werden.
S 2.3: Förderung von freien Soft- und Hardware-Initiativen sowie Schaffung von Rechtssicherheit zu deren Verwendung und Vermarktung	
Kurzbeschreibung	<p>Open-Source-Betriebssysteme könnten die (Software-)Lücke schließen, da eine Vielzahl von Derivaten existiert, die auch auf weniger leistungsfähigen und älteren Geräten lauffähig ist und alle gewohnten Funktionen zur Verfügung stellt. In Bezug auf Gerätetreiber für freie Betriebssysteme hängt es davon ab, ob die Hersteller einen geeigneten Treiber zur Verfügung stellen, oder ob durch die Community selbst Treiber durch mühsames Reverse-Engineering¹⁰⁹ geschrieben werden müssen, da in den meisten Fällen die Hersteller die Hardware-Spezifikationen, selbst für ältere Geräte, nicht freigeben wollen. Diese Software-Produkte können oft nicht vermarktet werden und befinden sich durch das bestehende Urheberrecht in einer rechtlichen Grauzone.</p>
Instrument	Weiterer Prüf- und Forschungsbedarf notwendig, auch im Hinblick auf die möglichen politischen und rechtlichen Instrumente.
Pro	(Ältere) Geräte können mit Open-Source-Systemen betrieben werden, und der gewohnte Funktionsumfang steht dabei weiter zur Verfügung.
Kontra	Die Unternehmen haben keinen ökonomischen Anreiz zur Veröffentlichung älterer Hardware-Spezifikationen und das bestehende Urheberrecht stellt ggf. ein zusätzliches rechtliches Hindernis dar.

¹⁰⁹ Auch Nachkonstruktion; bezeichnet den Vorgang, aus einem bestehenden (Software-)System durch Untersuchung der Strukturen, Zustände und Verhaltensweisen die Konstruktionselemente nachzuvollziehen bzw. nachzubauen.

Strategie 2: Mindestanforderungen an die Software	
S 2.4: Verpflichtende Hardware- und Software-Updates sowie volle Funktionstests	
Kurzbeschreibung	<p>Verpflichtende Hardware-Updates am bestehenden Gerät; verpflichtende Decoder-Lösung zum Auslesen der neuen Formate. Verpflichtende Software-Updates über das Internet oder gut sichtbare Kundeninformation, wie Software-Updates in Fällen mit problematischen oder fehlenden Internetverbindungen durchgeführt werden sollen (z.B. über USB).</p> <p>Falls sinnvoll, 100%-Funktionstest aller Funktionen und Geräte in der Produktion als Anforderung an die Hersteller.</p> <p>Aus Datenschutzaspekten müsste ein Update-Prozess zur Verfügung stehen, der die Art der Erhebung und Nutzung von Kundendaten transparenter macht. Zu prüfen wäre, ob ein Update-Prozess zur Verfügung stehen könnte, der keinerlei Daten vom Kunden fordert (z.B. auch offline durchgeführt werden kann) und damit unproblematische Nutzungsbedingungen hat.</p>
Instrument	Diese Maßnahme könnte im Rahmen der Ökodesign-Richtlinie umgesetzt werden. Allerdings besteht hier erheblicher Prüfbedarf bezüglich der Datenschutzaspekte. Es müssen stringente Leitlinien über die Erhebung und Nutzung von Kundendaten entwickelt werden. ¹¹⁰
Pro	Rahmenbedingungen für die regelmäßigen Updates sind bereits etabliert und viele Hersteller bieten diesen Service bereits an.
Kontra	<p>Software- oder Firmware-Updates sind zwar in vielen Fällen möglich, aber die fehlende Bandbreite der vorhandenen Hardware-Chips (Transmitter- und Receiver-Chips) führt beispielsweise bei TV-Geräten zu Qualitätsverlusten bei der Darstellung von ultrahochauflösenden Sendehalten. Viele TV-Geräte sind außerdem noch auf dem Stand des Full-HD-Standards und verfügen nicht über die Decoder-Lösung. Darüber hinaus verweigern die Konsumentinnen und Konsumenten in einigen Fällen den Software-Update-Prozess und/oder akzeptieren, u.a. aus berechtigten Datenschutzgründen, Update-Bedingungen nicht.</p> <p>In einigen Regionen können Updates aufgrund einer unzureichenden Internetverbindung nicht erfolgreich abgespielt werden.</p> <p>100%-Funktionstest sind zeitlich aufwändig und teuer.</p>
S 2.5: Standardisierung, Fehlerdiagnosefunktion und neue Softwarelösungen	
Kurzbeschreibung	<p>Mindestanforderungen zur Beseitigung von Einschränkungen bei einer Weiternutzung der Geräte, wie z.B. Umstellung des Conditional Access bei TV-Geräten mit Vorgaben über die Verfügbarkeit eines entsprechenden Slots¹¹¹.</p> <p>Fehlerdiagnosefunktion/Fehleranalysemöglichkeit zum Auslesen der Fehler direkt am Standort des Geräts beim Endkunden soll möglich sein.</p> <p>Standardisierung und Vereinheitlichung von Übertragungsstandards sowie dynamischer Kanalverwaltung im Bereich Fernsehen sollen vorangetrieben werden.</p>
Instrument	Diese Maßnahme könnte im Rahmen der Ökodesign-Richtlinie und/oder der freiwilligen Typ-I-Umweltzeichen umgesetzt werden.
Pro	Umstellung des Conditional Access und Fehlerdiagnosefunktion/Fehleranalysemöglichkeit direkt am Standort des Geräts beim Kunden sind technisch unproblematisch.

¹¹⁰ Siehe Ranking Digital Rights, eine Initiative zur Bewertung von IKT-Unternehmen beim Umgang mit Themen, wie IT-Sicherheit, Datenschutz und freier Meinungsäußerung (<https://rankingdigitalrights.org/>).

¹¹¹ Siehe Kapitel 6.2.2 für eine ausführliche Erläuterung

Strategie 2: Mindestanforderungen an die Software

Kontra	<p>Hohe finanzielle Aufwendungen für die Entwicklung neuer Software-Lösungen. Laut Expertenmeinung sind ca. 70% der Entwicklungskosten eines TV-Geräts auf die Software zurückzuführen.</p> <p>Der TV-Markt verändert sich rasant (Netze verändern sich, neue Anbieter, neue Schnittstellen), so dass der Einflussbereich eines TV-Herstellers begrenzt ist und weitere Akteure, wie z.B. Netzanbieter, in die Standardisierungsdebatte einbezogen werden müssen.</p>
--------	---

Tabelle 108 Strategie 3: Reparaturfähigkeit

Strategie 3: Reparaturfähigkeit**S 3.1: Verbesserte Rahmenbedingungen für unabhängige und freie Reparaturbetriebe, einschließlich transparenter Reparaturinformationen**

Kurzbeschreibung	<p>Freigabe des Herstellers für Lieferung von Ersatzteilen auch an nicht herstellergebundene Ersatzteilhändler; ausführliche Reparaturanleitungen, inkl. Werkzeuge, Diagnose-Tools und Information an nicht herstellergebundene Reparaturwerkstätten parallel zur Produkteinführung in den Markt.</p> <p>Mit Blick auf die Übertragung auf die hier behandelten Produktbereiche ist insbesondere von Relevanz, dass es im KFZ-Bereich eine gesetzliche Verpflichtung (Verordnung Nr. 566/2011¹¹²) der Hersteller gibt, Ersatzteile und Diagnose-Tools auch für freie Werkstätten verfügbar zu machen. Diese gesetzliche Verpflichtung wurde von der EU-Kommission mit der Intention etabliert, einer marktbeherrschenden Stellung der KFZ-Hersteller entgegenzuwirken und einen Preiswettbewerb im KFZ-Reparaturbereich aufrechtzuerhalten. Diagnose-Tools und detaillierte Reparaturinformationen werden üblicherweise gegen eine entsprechende Schutzgebühr abgegeben (Ökopol GmbH 2015).</p>
Instrument	Diese Strategie könnte im Rahmen der Ökodesign-Richtlinie oder einer zu entwickelnden Reparaturrichtlinie für Elektro- und Elektronikgeräte implementiert werden (analog zur Verordnung 566/2011 für Fahrzeuge).
Pro	<p>Ggf. geringere Reparaturkosten für den Endkunden.</p> <p>Erhalt von Arbeitsplätzen bei stationären Fachhändlern und Reparaturbetrieben, persönliche und wohnortnahe Betreuung der Kunden durch den Fachhandel.</p>
Kontra	<p>Frage von Patenten und Investitionsrechten muss geklärt werden. Nutzung von Reparaturanleitungen durch nicht-herstellergebundene Reparaturbetriebe könnte ggf. zu Haftungsproblemen führen, wenn sicherheitsrelevante Funktionen betroffen sind. Dieser Sachverhalt muss noch genauer untersucht werden.</p> <p>Der Erfolg der Übertragbarkeit der Erfahrungen aus dem KFZ-Bereich ist ungewiss. „Der hohe Stellenwert des Reparierens hat beim KFZ selbstverständlich zunächst mit dem sehr hohen Produktpreis zu tun. Das KFZ ist üblicherweise (neben einer Immobilie) das weitaus teuerste Produkt, das ein Verbraucher / eine Verbraucherin erwirbt. Im Vergleich zu dem Anschaffungspreis lohnen sich deshalb sehr viele Reparaturen“ (Ökopol GmbH 2015).</p>

¹¹² VERORDNUNG (EU) Nr. 566/2011 DER KOMMISSION vom 8. Juni 2011 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 715/2007 des Europäischen Parlaments und des Rates und der Verordnung (EG) Nr. 692/2008 der Kommission über den Zugang zu Reparatur- und Wartungsinformationen für Fahrzeuge

Strategie 3: Reparaturfähigkeit	
S 3.2: Pflichtvorgaben zur Vorhaltung von Ersatzteilen, einschließlich transparenter Informationen bezüglich der zu erwartenden Kosten für Ersatzteile	
Kurzbeschreibung	<p>Klare Mindestvorgaben für die Vorhaltung von Ersatzteilen und Werkzeugen zur erfolgreichen Reparatur. Ersatzteile sollten je nach Produktgruppe oder Preis des Gerätes für eine Mindestdauer nach Produktion des Gerätes verfügbar sein. Beispiel: bei Geräten mit Verkaufspreis < 500 € für 5 Jahre und für > 500 € für 10 Jahre.</p> <p>Außerdem könnte ein maximaler prozentualer Anteil der Kosten eines Ersatzteils am Neupreis des Geräts festgelegt werden. Beispiel: ein Ersatzteil eines Gerätes sollte nicht mehr als 20% des Neupreises des Gerätes kosten dürfen.</p> <p>Nicht zuletzt könnte ein Markt für Fremdbauteile geschaffen werden. Dazu müssten Dokumentationen (z.B. über Schnittstellen) offengelegt und eine Standardisierung durchgesetzt werden sowie Zwangslizensierungen möglich sein, sodass es Fremdherstellern überhaupt möglich ist, Ersatzteile herzustellen.</p>
Instrument	<p>Diese Strategie könnte im Rahmen der Ökodesign-Richtlinie oder einer zu entwickelnden Reparaturrichtlinie für Elektro- und Elektronikgeräte implementiert werden (analog zur Verordnung 566/2011 für Fahrzeuge).</p> <p>Es besteht noch Forschungsbedarf, wie die hier vorgeschlagenen Modelle in der Praxis funktionieren könnten. Vor allem gilt es zu erforschen, welche ökonomischen, aber auch ökologischen Effekte dabei auftreten könnten.</p>
Pro	Im Rahmen dieser verbindlichen Mindestanforderungen könnten, analog zu der aktuellen französischen Gesetzgebung (Code de la consommation, Version consolidée au 22 mars 2015, Art. L111-3), u.a. auch Informationspflichten in Bezug auf die Ersatzteilverfügbarkeit etabliert werden.
Kontra	<p>Preise für Neugeräte sinken kontinuierlich, sodass der Kauf eines neuen, modernen Geräts selbst bei einer im Vorfeld festgelegten Preisgrenze von Ersatzteilen ökonomisch attraktiver ist als der Austausch eines Bauteils zur Weiternutzung.</p> <p>Diese Maßnahme wäre ein starker Eingriff in die Innovationsfreiheiten eines Unternehmens. Bestimmte Innovationen, wie z.B. hocheffiziente Motoren usw., wären aus ökologischen Gesichtspunkten sinnvolle Lösungen, aber als Ersatzteile sicherlich teuer. Ggf. würde ein Teil der hohen Ersatzteilkosten bereits auf den Kaufpreis umgelegt, um solche Maßnahmen zu umgehen.</p> <p>Hersteller könnten zunehmend versuchen, ihre Stellung über „geistiges Eigentum“ zu sichern und beispielsweise hohe Preise für Lizenzen fordern.</p> <p>Die ökonomischen und ökologischen Effekte einer solchen Regelung müssen allerdings genauer untersucht werden.</p>
S 3.3: Akkus und sonstige Verschleißteile müssen leicht auswechselbar oder reparierbar sein	
Kurzbeschreibung	Die vom Hersteller deklarierten Verschleißteile sowie Akkus müssen leicht durch den Nutzer selbst bzw. kostengünstig über einen Fachbetrieb ausgewechselt oder repariert werden können. Dabei ist es wichtig, dass eine zerstörungsfreie Demontage von Geräten zum Zweck der Reparatur möglich ist.
Instrument	Diese Strategie könnte im Rahmen der Ökodesign-Richtlinie oder einer zu entwickelnden Reparaturrichtlinie für Elektro- und Elektronikgeräte implementiert werden (analog zur Verordnung 566/2011 für Fahrzeuge).
Pro	Erhöht Markttransparenz und gibt dem Nutzer Kontrolle über das Gerät zurück.
Kontra	Keine

Strategie 3: Reparaturfähigkeit	
S 3.4: Veränderung der Kostenkalkulation für Reparaturen	
Kurzbeschreibung	Hier handelt es sich um die Entwicklung von neuen Modellen zum Umgang mit hohen Reparaturkosten. Beispiele könnten sein: (1) Reparaturkosten dürfen keine Anfahrtkosten enthalten. D.h. Umlegen der Anfahrtkosten auf den Anschaffungspreis; (2) Veränderung der Kostenkalkulation, sodass z.B. eine Reparatur immer gleich viel kostet, egal wie teuer das Ersatzteil ist. Damit soll der Unsicherheit bezüglich der während der Produktnutzung auftretenden Reparaturfälle entgegen gewirkt werden; (3) Informationen über die zu erwartenden Kosten einer Reparatur im Falle eines Defektes müssen in den Produktunterlagen oder im Internet verfügbar sein (z.B. Ersatzteilkosten für die unterschiedlichen Bauteile und durchschnittliche Anfahrtspauschalen), siehe auch Strategie 3.2. Im Prinzip geht es hier darum, die möglichen Reparaturkosten, soweit wie möglich, zu internalisieren und die tatsächlichen Kosten für Verbraucherinnen und Verbraucher bereits beim Kauf eines Produktes sichtbar zu machen. Die Umsetzung der Modelle soll auf jeden Fall mit einer sinnvollen und ausreichenden Einbindung der unabhängigen Reparaturbetriebe einhergehen.
Instrument	Es besteht noch Forschungsbedarf, wie die hier vorgeschlagenen Modelle in der Praxis funktionieren könnten. Die Informationsanforderungen bezüglich der zu erwartenden Reparaturkosten könnten im Rahmen der Ökodesign-Richtlinie oder einer zu entwickelnden Reparaturrichtlinie für Elektro- und Elektronikgeräte implementiert werden (analog zur Verordnung 566/2011 für Fahrzeuge). Ein Prüfbedarf besteht außerdem über die möglichen Auswirkungen dieser Maßnahme auf die unabhängigen Reparaturbetriebe, wenn diese nicht sinnvoll und ausreichend eingebunden werden.
Pro	Die anfallenden realen Kosten (Anschaffung und Reparaturen) werden für die Kunden sichtbar und transparenter.
Kontra	Zu (1) Beim Umlegen der Anfahrtkosten auf den Anschaffungspreis bleiben die Gesamtkosten im Endeffekt gleich. Das Produkt wird durch das Umlegen in der Anschaffung teurer. Verbraucherinnen und Verbraucher, die keine Reparaturen benötigen, tragen die Kosten für die anderen. Zu (2) Eine solche Maßnahme würde Reparatur von einfachen Bauteilen verteuern und von komplexen Bauteilen verringern. Die Preise für die Reparaturen sowie Ersatzteilkosten ändern sich jährlich, während die Produktunterlagen, wo die Reparaturkosten genannt sind, nach dem Kauf auf demselben Stand bleiben. Ein großes Risiko dieser Maßnahme besteht darin, dass diese den unabhängigen Reparaturbetrieben die Geschäftsgrundlage entziehen könnte, wenn diese Betriebe nicht sinnvoll und ausreichend eingebunden werden.

Tabelle 109 Strategie 4: Servicemodelle der Hersteller für eine Lebens- und Nutzungsdauerverlängerung

Strategie 4: Servicemodelle der Hersteller für eine Lebens- und Nutzungsdauerverlängerung	
S 4.1: Leasing-Modelle (als eigentumsersetzende Nutzungsstrategie)	
Kurzbeschreibung	Hersteller/Händler bleiben die Eigentümer des Produktes und überlassen das Produkt für den Gebrauch den Konsumentinnen und Konsumenten. Insofern wird dadurch die Dienstleistung bzw. Funktion des Produktes geleast, anstatt das Produkt zu verkaufen. Hersteller/Händler können auch eine Wartungs- und Reparaturdienstleistung innerhalb dieses Modells zur Verfügung stellen.

Strategie 4: Servicemodelle der Hersteller für eine Lebens- und Nutzungsdauerverlängerung	
Instrument	Ausgestaltung eines entsprechenden Vertrages zur angemessenen Risiko- und Haftungsverteilung im Rahmen des Bürgerlichen Gesetzbuches (BGB). Diese Empfehlung muss einer vertieften rechtlichen Überprüfung unterzogen werden (zu rechtlichen Ausgestaltungsmöglichkeiten der Nutzungsüberlassung siehe auch Schlacke et al. 2012).
Pro	Es entwickelt sich dadurch eine starke Bindung des Kunden an den Händler. Durch die Vermietung entfällt die Notwendigkeit der Investition durch den Kunden. Dadurch wird die Marktdurchdringung hochwertiger und langlebiger Produkte im Markt unterstützt. Nutzungsdauer kann sich durch Wartungsarbeiten und ggf. Upgrade/Update der Hardware und/oder Software verlängern. Hersteller bekommen durch die Rückgabe der Produkte ein besseres Verständnis über das tatsächliche Nutzerverhalten und die Nutzungsdauer und können neue Geräte gezielter danach ausrichten/entwickeln.
Kontra	Hoher Verwaltungsaufwand für die Administration des Leasing-Vertrages – darum nur für hochpreisige Geräte denkbar. Beim Leasingunternehmen entsteht eine hohe Kapitalbindung, die letztendlich auch wieder vom Kunden bezahlt werden muss. Dadurch wäre das Modell deutlich teurer als eine private Anschaffung. Leasing hat nur dann eine direkte Rückwirkung auf das Design, wenn Leasingpartner auch Hersteller ist. Untersuchungen haben ergeben, dass eigentumsersetzende Nutzungskonzepte in der Praxis nicht zwangsläufig ökologisch vorteilhaft sind. So kann eine Nutzungsintensivierung als Kehrseite einen überhöhten Verschleiß der Produkte auslösen, insbesondere wenn die Nutzer nicht Eigentümer der Sache sind und deshalb nachlässig mit den Produkten umgehen (siehe Schlacke et al. 2012). Leasingmodelle, die Produktaustausch in kurzen Zeitintervallen anbieten, führen dazu, dass eine schnelle und umfassendere Marktdurchdringung neuer Produkte stattfindet, was die Nutzungsdauer der Produkte erheblich reduzieren könnte.
S 4.2: Rückkaufvereinbarung	
Kurzbeschreibung	Das Produkt wird von den Herstellern/Händlern für die Wiederverwendung gesammelt und für die Wiederverwendung wiederaufbereitet. Diese Maßnahme ermöglicht, dass die gesamte Nutzungsdauer des Produktes ausgeschöpft wird (bei mehreren Konsumentinnen/Konsumenten) und das Produkt nicht vorzeitig entsorgt wird. Dafür sollen die Rahmenbedingungen so gestaltet sein, dass eine möglichst lange Nutzungsdauer stattfindet. Außerdem bietet der Ansatz die Möglichkeit, hochwertige Ersatzteile aus den alten Geräten zu gewinnen. Förderung von Re-Use und des Gebrauchtgerätemarktes mit Etablierung einer Dachmarke für die Qualität (z.B. Professionalisierung des Second-Hand-Marktes für IKT-Geräte, inkl. sicheren Datenlöschungsmanagements).
Instrument	Ausgestaltung eines entsprechenden Vertrages zur angemessenen Risiko- und Haftungsverteilung im Rahmen des Bürgerlichen Gesetzbuches (BGB). Diese Empfehlung muss einer vertieften rechtlichen Überprüfung unterzogen werden.
Pro	Mit einer deutlich höheren Rücklaufquote als heute ist zu rechnen. Die rückgelieferten Geräte bieten ein großes Potenzial, um daraus Ersatzteile zu gewinnen.
Kontra	Hoher Verwaltungsaufwand für die Administration, darum nur für hochpreisige Geräte denkbar. Die Attraktivität des Gebrauchtgerätesegments im Bereich IKT und Unterhaltungselektronik ist aufgrund von Innovation und Marktdynamik ungewiss. Die Maßnahme könnte im schlimmsten Fall als Verkaufsförderungsstrategie instrumentalisiert werden, wenn die Nutzungsdauer bei einzelnen Kunden gering ist.

Strategie 4: Servicemodelle der Hersteller für eine Lebens- und Nutzungsdauerverlängerung	
S 4.3: Nachsorgebehandlung als Dienstleistung	
Kurzbeschreibung	Die Produktlebens- und Nutzungsdauer wird verlängert, indem Hersteller/Händler die Nachsorgebehandlung als Dienstleistung anbietet (z.B. durch Bereitstellung von Wartungsarbeiten oder Reparatur anhand einer verbesserten Verfügbarkeit für die Ersatzteile). Die Maßnahme könnte mehrere Formen haben, wie z.B. im Endpreis inbegriffene bestimmte Anzahl von Wartungsarbeiten und Reparaturen über eine festgelegte Periode, Ersatzteilversorgung ebenfalls im Endpreis inbegriffen oder Erweiterung des Reparaturdienstes in Zusammenarbeit mit den Handelsunternehmen und/oder in Partnerschaft mit akkreditierten Reparaturbetrieben.
Instrument	Freiwillige Herstellerangebote
Pro	Die Wartung der Geräte wird dadurch als neues Geschäftsmodell interessant.
Kontra	Für manche Unternehmen kann dies das Ende des heutigen Geschäftsmodells bedeuten, weil sie die Risiken nicht kalkulieren können, bzw. diese nicht eingehen wollen. Für den Kunden mangelt es an Transparenz zwischen Geräte- und Dienstleistungskosten.

Tabelle 110 Strategie 5: Informationspflichten, Verbraucherinformationen

Strategie 5: Informationspflichten, Verbraucherinformationen	
S 5.1: Eindeutige Deklaration von Sollbruchstellen¹¹³, Verschleißteilen und Wartungsintervallen	
Kurzbeschreibung	Sollbruchstellen und Verschleißteile sollen für Konsumentinnen und Konsumenten eindeutig erkennbar sein, und es soll deutlich werden, unter welchen Voraussetzungen die Sollbruchstellen und Verschleißteile ausfallen bzw. in welchen Abständen (Zeit, Nutzungszyklen oder Grenzwerte) eine Wartung erfolgen sollte. Hierzu gehören auch Informationen zu Einschränkungen der Benutzung, wie z.B. Kurzzeitbetrieb bei Handmixern. Beispielsweise könnte die Problematik der verstopften Lüftungsschlitze eines Notebooks über eine automatisierte Sensorik behandelt werden (z.B. Temperaturfühler, oder nach Zeit oder Anzahl von Umlaufzyklen), wobei ein elektronischer Hinweis auf Fälligkeit der Wartung erscheint. Zusätzlich muss die Wartung aus Kostengründen durch den Nutzer selbst möglich sein.
Instrument	Diese Maßnahme könnte im Rahmen der Ökodesign-Richtlinie und/oder der freiwilligen Typ-I-Umweltzeichen umgesetzt werden.
Pro	Erhöht die Markttransparenz für den Konsumentinnen und Konsumenten.
Kontra	Zu prüfen ist, ob oder unter welchen Umständen dies in Konflikt zum Geschäftsgeheimnis steht. Ggf. hoher Aufwand zur Bestimmung und Festlegung von Sollbruchstellen und Verschleißteilen bei verschiedenen Produktgruppen.
S 5.2: Verbraucherinformation zur Verlängerung der Nutzungsdauer	
Kurzbeschreibung	Eine Reihe von Maßnahmen, die das Thema Produktlebens- und Nutzungsdauer adressieren, wie z.B. Kommunikation der ökologischen Auswirkungen der kurzlebigen Produkte, Ausweisung von lebenszyklusbezogenen Kosten (LCC), Ressourcenverbrauch usw.

¹¹³ 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. Diese soll von der Begrifflichkeit her von einer Schwachstelle abgegrenzt werden. Eine Schwachstelle ist ein mechanisches oder elektrisches Konstruktionselement, das besonders defektanfällig ist und dadurch die Lebensdauer eines Produktes stark beeinflusst.

Strategie 5: Informationspflichten, Verbraucherinformationen	
Instrument	Bundesweite bzw. europaweite Verbraucherkampagne
Pro	Eine derartige Kampagne könnte begleitend zu möglichen erweiterten Informationspflichten zur Lebensdauer durch Hersteller und Handel sinnvoll sein.
Kontra	Muss als Kampagne über längere Zeit mit einfachen Botschaften konzipiert werden. Es ist unklar, wie unterschiedliche Verbrauchermilieus auf verschiedene Informationen zum Thema Produktlebensdauer (z.B. Lebensdauerangabe, Reparierbarkeit, Ersatzteilverfügbarkeit, Mindestgarantien usw.) reagieren und welche Entscheidungen in Wechselwirkung mit anderen Parametern (z.B. Preise, Innovationszyklen, demographische Entwicklung usw.) in realen Kaufsituationen tatsächlich getroffen werden.

9 Schlussfolgerungen und Ausblick

Die Analyse der Lebens- und Nutzungsdauertrends sowie der Ursachen für Obsoleszenz hat verdeutlicht, dass die untersuchten Geräte aus vielfältigen Gründen ersetzt werden. Dabei wirken werkstoffliche, funktionale, psychologische und ökonomische Obsoleszenzarten zusammen und erzeugen ein hochkomplexes Muster. Selbst die Ursachen der werkstofflichen Obsoleszenz sind in der Regel sehr divers und ermöglichen somit keine eindeutige Schwerpunktsetzung.

Allerdings bestätigten die umfassenden Analysen in dieser Studie, dass die Erst-Nutzungsdauer von den meisten untersuchten Produktgruppen in den letzten Jahren abgenommen hat (z.B. Haushaltsgroßgeräte, TV-Geräte und Notebooks). Dabei wurde festgestellt, dass mehr Elektro- und Elektronikgeräte ersetzt werden, obwohl sie noch gut funktionieren. Häufig sind Technologiesprünge, wie bei Fernsehgeräten, ein Auslöser. Selbst bei Haushaltsgroßgeräten war bei einem Drittel der Ersatzkäufe das Gerät sogar noch funktionstüchtig und der Wunsch nach einem besseren Gerät kaufentscheidend.

Auf der anderen Seite wird auch festgestellt, dass der Anteil der Haushaltsgroßgeräte, die aufgrund eines Defektes schon innerhalb von fünf Jahren ersetzt wurden, zwischen 2004 und 2012 von 3,5 Prozent auf 8,3 Prozent der Gesamtersatzkäufe gestiegen ist. Dieser Trend wurde mit der Untersuchung von entsorgten Waschmaschinen an den Recyclinganlagen bestätigt. Dabei zeigte die Analyse des Kondensatorproduktionsdatums der Waschmaschinen, dass mehr als 10% der Waschmaschinen im Jahr 2013 nur 5 Jahre und weniger alt wurden (6% in 2004). Nicht zuletzt zeigte eine weitere Online-Verbraucherbefragung ebenfalls, dass ein beträchtlicher Anteil von Geräten (z.B. Waschmaschine, TV-Geräte und Notebooks) entsorgt wurden, bevor sie das Alter von 5 Jahren erreicht haben.

Eine lange Nutzung von Elektro- und Elektronikgeräten ist aus ökologischen Gesichtspunkten unabdingbar. Dabei steht fest, dass die langlebigen Produkte meist umweltfreundlicher und ressourcenschonender sind, weil sie den zusätzlichen Herstellungsaufwand für neue Produkte vermeiden. Dabei gilt aber die Hauptbedingung, dass langlebige Geräte tatsächlich länger genutzt und nicht vorzeitig ersetzt werden. Viele Verbraucherinnen und Verbraucher tauschen aber noch funktionierende Geräte aus, weil sie sich von den neuen Modellen innovative Funktionen und einen Imagegewinn wünschen. Für Produkte, die auf Langlebigkeit ausgelegt sind, werden in der Regel hochwertigere Materialien verwendet, Ersatzteile müssen hergestellt und für mehrere Jahre vorgehalten werden. Außerdem sind kosten- und zeitaufwändige Lebensdauerprüfungen und Tests notwendig. Werden auf eine lange Lebensdauer ausgelegte Produkte vorzeitig ersetzt, könnte es unter Umständen unter ökologischen Gesichtspunkten zu negativen Auswirkungen kommen.

Daher müssen die Strategien gegen Obsoleszenz gleichzeitig an zwei Hauptsträngen ansetzen, wie Tabelle 111 zusammenfasst. In den folgenden beiden Abschnitten 9.1 und 9.2 werden sie nochmals detailliert diskutiert.

Tabelle 111 Hauptstränge für die Strategien gegen Obsoleszenz

Hauptstränge für die Strategien gegen Obsoleszenz		Adressierte Akteure	Strategien
1	Strategien zur Erreichung einer gesicherten Mindestlebensdauer und Verlängerung der Produktlebensdauer	<ul style="list-style-type: none"> • Industrie (Gerätehersteller) • Politik (Standardisierung, Normung) 	Strategie 1: Lebensdaueranforderungen, Standardisierung, Normung
2	Strategien zur Verlängerung der Produktnutzungsdauer	<ul style="list-style-type: none"> • Industrie (Gerätehersteller) • Politik (Bessere Rahmenbedingungen für die Reparaturwirtschaft) • Verbraucher (Verhalten) 	Strategie 2: Mindestanforderungen an die Software Strategie 3: Reparaturfähigkeit Strategie 4: Servicemodelle der Hersteller für eine Lebens- und Nutzungsdauerverlängerung Strategie 5: Informationspflichten, Verbraucherinformationen

9.1 Strategien zur Erreichung einer gesicherten Mindestlebensdauer und Verlängerung der Produktlebensdauer

In Anbetracht der technologischen Weiterentwicklungen und Innovationen bei Elektro- und Elektronikgeräten muss die Frage gestellt werden, in wieweit individuelle und sehr spezifische Designanforderungen an Produkte erfolgversprechend sein können oder überhaupt sinnvoll sind. Viel wichtiger erscheint der Aspekt der **Mindestanforderungen an die Produktlebensdauer und Qualität**, unabhängig vom Produktdesign und der Produktgruppe. Auch im Hinblick auf die Tatsache, dass in vielen Fällen die ökonomische Obsoleszenz zum Ende der Produktnutzung führt bzw. führen kann (siehe Abschnitte 6.2.4, 6.4.4 und 6.7.4), erscheint eine zuverlässige Produktlebensdauer, innerhalb derer nicht oder nur in seltensten Fällen repariert werden muss, der richtige Weg.

Um derartige Mindestanforderungen verlässlich entwickeln und nachprüfen zu können, bedarf es **Standards und Messnormen**. Zwar gibt es bereits etliche Standards und Normen für die verwendeten Bauteile zur Prüfung der Sicherheit und Gebrauchstauglichkeit von elektrischen und elektronischen Geräten (*siehe Anhang IV, S. 311, und Anhang V, S. 312 ff.*). Was jedoch fehlt sind laut Meinung der befragten Expertinnen und Experten „... *lebensdauerbezogene Prüfungen für Produkte, nicht nur für einzelne Bauteile. In den Sicherheitsnormen für Hausgeräte sind zum Beispiel für einzelne Komponenten und Bauteile Anforderungen und Prüfungen hinsichtlich Qualität und Haltbarkeit festgelegt, aber immer unter dem Fokus der Sicherheit (es darf keine gefährliche Situation entstehen), nicht unter Betrachtung der Funktion des Gerätes. Möglicherweise genügt es auch bei manchen Geräten, Qualitätsanforderungen für die kritischen Bauteile festzulegen anstatt das Gerät als Ganzes zu prüfen*“. Beispielweise könnte die Nutzung der DIN EN 62506 „Verfahren für beschleunigte Produktprüfungen“ dabei helfen, die mitunter sehr langen Prüfzeiten bei Lebensdauerprüfungen zu reduzieren.

Die Erarbeitung weiterer geeigneter Testnormen ist möglich, jedoch erfordert dies die aktive Mitarbeit vieler Expertinnen und Experten und entsprechender Absicherungen der Wiederholpräzision und Vergleichspräzision der Prüfung, z.B. nach DIN SPEC 40619. Die Erstellung einer neuen Norm erfordert zudem viel Zeit, laut Expertenmeinung mindestens 30 bis 60 Monate. Dennoch sollten durch die nationalen und internationalen Normungsorganisationen (DIN, DKE,

CENELEC, IEC) relevante Messnormen erarbeitet werden, die es erlauben, die Lebensdauer von elektrischen und elektronischen Produkten realistisch zu prüfen.

Auf der anderen Seite bieten bestehende **Messnormen und Standards auf der Komponentenebene** erste Ansatzpunkte, obwohl diese primär zur Prüfung der Sicherheit und Gebrauchstauglichkeit von elektrischen und elektronischen Geräten entwickelt wurden. Das zeigt auch eine aktuelle Studie der Europäischen Kommission über Produkthaltbarkeit am Beispiel von Kühlschränken und Backöfen (siehe Boulos et al. 2015).

Laut Boulos et al. (2015) könnten Sicherheitsstandards Haltbarkeitsaspekte beinhalten. Produktsicherheit könnte auch dadurch erreicht bzw. erhöht werden, dass Defekte, vor allem bei elektrischen und elektronischen Komponenten, nicht oder nur selten auftreten. Ein haltbareres oder langlebigeres Produkt könnte durch die Verringerung von Ausfallwahrscheinlichkeiten die Wahrscheinlichkeit von Sicherheitsrisiken reduzieren. Daher bestehen gemeinsame Ziele zwischen Sicherheits- und Haltbarkeitsstandards, sodass die Test- und Prüfverfahren für beide Aspekte ähnlich oder vergleichbar ablaufen könnten (Boulos et al. 2015).

Aus diesem Grund ist es empfehlenswert, bestehende Sicherheitsnormen und Standards auf der Komponentenebene im Hinblick auf deren Eignung für Lebensdauer- und Haltbarkeitsprüfungen zu analysieren und sie bei Bedarf anzupassen. Dafür kann der Fokus zunächst nur auf diejenige Komponenten und Bauteile gelegt werden, die defekt- und verschleißanfällig sind. Boulos et al. (2015) haben am Beispiel von Kühlschränken und Backöfen gezeigt, dass dieser Weg im Hinblick auf den Kosten- und Zeitaufwand effektiver sein könnte als der Ansatz zur Entwicklung von komplett neuen Normen und Standards auf der Gesamtproduktebene.

Wichtig ist allerdings, dass die Auslegung der Geräte mit den **realistischen Randbedingungen** ihres Einsatzes konform ist. Gibt es hier Abweichungen, kann es leicht zu einer Überbelastung kommen und damit zu einem verfrühten Ausfall. Einschränkungen der Benutzung eines Gerätes, wie etwa nur für den Kurzzeitbetrieb, müssen daher deutlich auf der Verpackung und dem Gerät angegeben werden. Ebenso sollten spezielle Aufstellbedingungen klar spezifiziert sein. Dazu gehört aber auch, dass Konstrukteure wissen, unter welchen Bedingungen das jeweilige Gerät später betrieben wird, damit sie dies in ihrer Auslegung berücksichtigen können. Hierzu wäre eine **Integration der Nutzerinnen und Nutzer bei der Produktentwicklung** zielführend. Damit wäre auch die Basis vorhanden, auf der klare Anforderungen zwischen Lieferanten und Händlern spezifiziert werden könnten. In einer immer globaler werdenden Warenwelt wären solche Handelsnormen sicherlich von Vorteil. Hier besteht Forschungsbedarf, weil die realen Randbedingungen, unter denen Geräte betrieben werden, bisher nicht detailliert genug untersucht und veröffentlicht wurden. Dies betrifft z.B. speziell die Netzspannung, die durch Einbindung von immer mehr und alternativen Energieerzeugern vor den Herausforderungen der Stabilitätsaufrechterhaltung steht.

Aus den oben genannten Gründen bildet die Strategie **„Lebensdaueranforderungen, Standardisierung und Normung“** den Kern der übergeordneten Strategien gegen Obsoleszenz.

9.2 Strategien zur Verlängerung der Produktnutzungsdauer

Im Kapitel 7.1 wurde am Beispiel von Waschmaschinen, Notebooks und Fernsehgeräten gezeigt, dass langlebigeren Produkte aus ökologischen Gesichtspunkten den kurzlebigeren Varianten deutlich überlegen sind. Neben den Strategien zur Produktlebensdauererweiterung oder Erreichung einer gesicherten Mindestlebensdauer (siehe vorheriger Abschnitt) sind Maßnahmen und Modelle zu einer Verlängerung der Produktnutzungsdauer ebenfalls relevant. Denn die langlebigeren Produkte könnten in schlimmsten Fällen aus ökologischen Gesichtspunkten sogar nachteilig sein, wenn die technisch mögliche Lebensdauer in der Realität, beispielsweise aus Gründen der funktionellen und psychologischen Obsoleszenz, nicht ausgeschöpft wird. Eine wichtige Maßnahme wäre in diesem Zusammenhang zum Beispiel, eine **Mindestnutzungsdauer von Elektro- und Elektronikgeräten in den öffentlichen Verwaltungen** vorzuschreiben, da diese als relevanter öffentlicher Beschaffer zum einen mengenmäßig eine Bedeutung haben, zum anderen über diese Maßnahme aber auch eine Vorbildfunktion für andere öffentliche und private Beschaffer übernehmen (Prakash et al. 2016). Dafür sollten die heute empfohlenen, eher kurzen Nutzungsdauern der Geräte in den Verwaltungsvorschriften¹¹⁴ verlängert werden.

Darüber hinaus könnten auch **innovative Servicemodelle** der Hersteller (z.B. Leasing, Rückkaufvereinbarung oder Nachsorgebehandlung) sowie verpflichtende **Mindestanforderungen an die Software**¹¹⁵ dazu beitragen, dass die technische Produktlebensdauer in der Praxis auch erreicht werden kann (z.B. durch Wiederaufbereitung für die Weiter- bzw. Wiederverwendung, garantierte Reparaturen durch die Hersteller oder verbesserte Abstimmung der Software und Hardwarelösungen miteinander). Außerdem bieten vor allem die oben genannten Servicemodelle das Potenzial, den Markt für langlebigeren und hochwertigere Produkte positiv zu beeinflussen. Allerdings bestehen nach dem aktuellen Forschungsstand einige angebots- und nachfragebezogene sowie rechtliche Hemmnisse, die zu beseitigen wären, damit ein solches Geschäftsmodell überhaupt funktionieren kann (Roedig 2015).

Maßnahmen zur **Verbesserung der Verbraucherinformationen** (z.B. ökologische Vorteile von langlebigen Produkten) und **Erhöhung der Informationspflichten der Hersteller** (z.B. eindeutige Deklaration von Verschleißteilen) sind weitere wichtige Instrumente, um die Kaufentscheidung zu Gunsten von langlebigeren Produkten zu beeinflussen. Hier ist anzumerken, dass noch Forschungsbedarf besteht, wie unterschiedliche Verbrauchermilieus auf verschiedene Informationen zum Thema Produktlebensdauer¹¹⁶ (z.B. Lebensdauerangabe, Reparierbarkeit, Ersatzteilverfügbarkeit, Mindestgarantien usw.) reagieren und welche Entscheidungen in

¹¹⁴ Zum Beispiel: Richtlinie zur Nutzungsdauer, Aussonderung und Verwertung von IT-Geräten und Software, Anlage zum Beschluss Nr. 2013/7 des Rats der IT-Beauftragten der Ressorts vom 6. Dezember 2013; Webseite: http://www.cio.bund.de/SharedDocs/Publikationen/DE/Bundesbeauftragter-fuer-Informationstechnik/IT_Rat_Beschlusse/beschluss_07_2013_download.pdf?__blob=publicationFile; Zugriff: 06.10.2015

¹¹⁵ Zum Thema Software hat das Umweltbundesamt aktuell (Juli 2015) ein Vorhaben „*Entwicklung und Anwendung von Bewertungsgrundlagen für ressourceneffiziente Software unter Berücksichtigung bestehender Methodik (FKZ 3715 37 601 0)*“ in Auftrag gegeben. Im Ergebnis des Forschungsvorhabens sollen Kriterien benannt werden, nach denen Software auf ihre Umweltverträglichkeit hin untersucht und bewertet werden kann. Perspektivisch sollen diese Kriterien dazu geeignet sein, die Anforderungen eines Umweltkennzeichens, beispielsweise eines Blauen Engels für Software, darzustellen. Im Forschungsvorhaben werden erste Vorschläge für Kriterien und deren Nachweisregelung entwickelt. Anhand eines Leitfadens werden die Erkenntnisse des Vorhabens als Arbeitshilfe für die energie- und ressourceneffiziente Softwareentwicklung zusammengestellt. Auftragnehmer: Öko-Institut e.V. (Projektleitung), Hochschule Trier und Universität Zürich.

¹¹⁶ Im Abschlussbericht zum Vorhaben „Stärkung eines nachhaltigen Konsums im Bereich Produktnutzung durch Anpassungen im Zivil- und öffentlichen Recht“ (S. 213 ff.) wird u.a. das Instrument der verpflichtenden Herstellergarantieaussage einer Wirkungsanalyse unterzogen (u.a. Wirkung auf Konsumentenseite, Akzeptanz usw.) (Schlacke et al. 2015).

Wechselwirkung mit anderen Parametern wie Preise, Innovationszyklen, demographische Entwicklung usw. in realen Kaufsituationen tatsächlich getroffen werden. Ein Teil der Verbraucherinnen und Verbraucher wünscht sich definitiv detaillierte Produktinformationen, wobei der andere Teil komplexe Produktinformationen nicht wahrnehmen und verarbeiten kann und eher überfordert ist. Aus diesem Grund ist die Wirkung von komplexen Verbraucherinformationen im Vergleich zu anderen dargestellten Strategien erst nach einer umfassenden Analyse des Verbraucherverhaltens möglich.

Nicht zuletzt ist es aus ökologischen Gesichtspunkten wichtig, dass Geräte repariert werden können, um die Nutzungsdauer der Geräte zu verlängern. Seit einigen Jahren findet zu diesem Thema eine intensive Debatte in Europa statt, in der vor allem über die Verbesserung der Rahmenbedingungen für nicht-herstellergebundene Reparaturbetriebe (auch Fachhandel) diskutiert wird. Die Analyse der ökonomischen Obsoleszenz (siehe Abschnitte 6.2.4, 6.4.4 und 6.7.4) in dieser Studie hat gezeigt, dass die hohen Ersatzteil- und Personalkosten im Vergleich zu sinkenden Preisen für Neuprodukte in vielen Situationen die Reparaturbereitschaft verringern. Zusätzlich stellen steigende Produktkomplexität und hohe Integrationsdichte der modernen Produkte sowie ferngesteuerte softwarebedingte Fehlerdiagnosen und Debugging unabhängige, nicht-herstellergebundene Reparaturbetriebe vor große Herausforderungen. Die sozialen und gesellschaftlichen Auswirkungen der modernen Produktentwicklungen im Bereich elektrische und elektronische Produkte auf die unabhängige Reparaturwirtschaft sind aus der Sicht der Autoren dieser Studie derzeit ungewiss.¹¹⁷

Mit einer **Strategie zur verbesserten Reparaturfähigkeit** könnten u.a. Rahmenbedingungen für den Erhalt der unabhängigen Reparaturszene in Europa geschaffen werden. Allerdings besteht noch Prüfbedarf über die Erfolgswahrscheinlichkeit einer solchen Strategie im Hinblick auf die oben dargestellten Herausforderungen. Daher sollten die Wechselwirkungen der Marktentwicklung und des Verbraucherverhaltens im Bereich der elektrischen und elektronischen Geräte mit der sozio-ökonomischen Entwicklung des Reparaturssektors in Deutschland untersucht werden.

Aus Umweltgesichtspunkten ist die Wahl des Reparaturdienstleisters, herstellergebunden oder unabhängig, eher zweitrangig. Wichtig ist, dass Reparaturen möglich sind und von Endkunden auch in Anspruch genommen werden (Strategie 4). Noch wichtiger sind jedoch Mindestqualitätsstandards und verlässliche Lebensdauerprüfungen und -angaben für die Produkte (Strategie 1), damit Reparaturen gar nicht oder nur selten erforderlich werden.

Wie unter Kapitel 8 beschrieben, ist die Untersuchung von rechtlichen und ökonomischen Instrumenten zur Produktlebens- und Nutzungsdauerverlängerung nicht Gegenstand des vorliegenden Berichts. Übergeordnete rechtliche und ökonomische Instrumente zur Produktlebens- und Nutzungsdauerverlängerung werden in zwei anderen Vorhaben des Umweltbundesamtes ausführlich behandelt. Aktuell werden einige rechtliche Möglichkeiten in der Zivilge-

¹¹⁷

In einem offenen Brief (15. Juli 2015) kritisierte das Netzwerk „MeinMacher-Netzwerk“, in dem rund 1.000 Fachhändler und Reparatur-Werkstätte für elektrische und elektronische Geräte in Deutschland zusammengeschlossen sind, die laufende Diskussion über eine mögliche Verlängerung der Gewährleistung und betont die schwierige Lage der unabhängigen Reparaturszene in Deutschland. In dem offenen Brief wird u.a. folgendermaßen argumentiert: *„Wird die Reparatur in die Hände der Hersteller gelegt, bedeutet das den Niedergang der meisten stationären Fachhändler und Reparatur-Werkstätten in Deutschland. Viele Kunden entscheiden sich für den Fachhandel, weil dieser nicht nur gute Beratung anbietet, sondern vor allem auch im Falle eines Defektes persönlich ansprechbar ist und die Reparatur anbietet. Für die vielen Fachhändler, die es ohnehin schon schwer haben, gegen die Megamärkte und Discounter zu bestehen, entfällt nicht nur ein bedeutendes Verkaufsargument. Es ist auch wichtig zu verstehen, dass Reparatur- und Serviceangebote ein wirtschaftlich unverzichtbares Standbein sind, da sie von den Handelsmargen alleine nicht anbieten können. Auch hier wäre mit einem gravierenden Verlust von Knowhow, Arbeits- und Ausbildungsplätzen zu rechnen.“*

sellschaft diskutiert und angeregt¹¹⁸, die die Technik der Produktentwicklungsprozesse sowie die Produktkommunikation potenziell beeinflussen könnten. Beispielsweise könnten Maßnahmen bezüglich einer sinnvolleren Gestaltung von Gewährleistungsfristen und Garantien dazu beitragen, dass die Produktentwickler die vor allem in der Frühausfallsphase auftretenden Montage-, Werkstoff-, Konstruktions- oder Fertigungsfehlerwahrscheinlichkeiten deutlich verringern müssen. Auch aus technischer Sicht wäre daher eine umfassende **Analyse von rechtlichen Maßnahmen im Bereich Garantien und Gewährleistungsrahmenbedingungen**, die früh auftretende Ausfallwahrscheinlichkeiten reduzieren könnten, sehr empfehlenswert.

9.3 Einordnung der Strategien gegen Obsoleszenz in den Kontext der Produktentwicklung

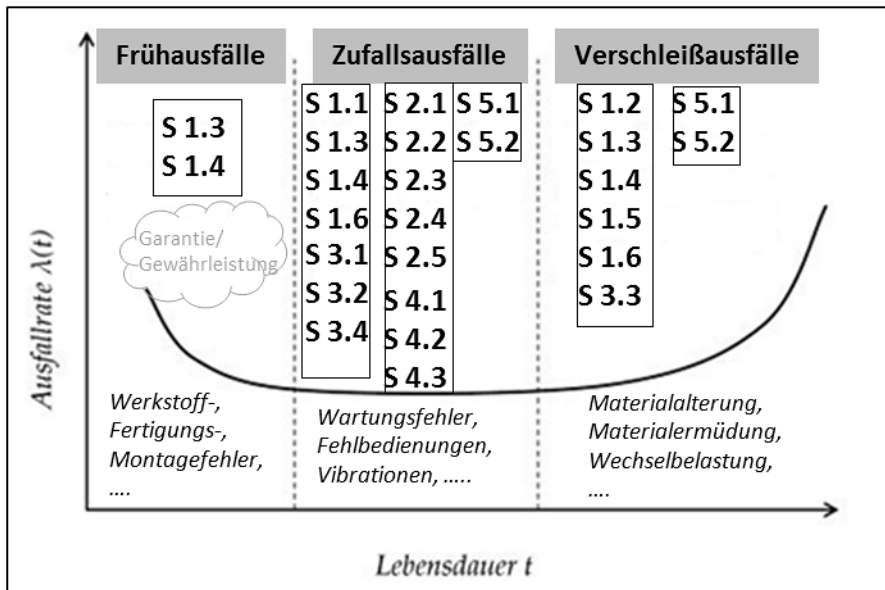
Wie in Abschnitt 4.5.2 bereits beschrieben, verändert sich die Ausfallrate von Produkten im Laufe der Lebensdauer nach dem Prinzip der so genannten „Badewannenkurve“. Das bedeutet eine leicht erhöhte Ausfallrate in den ersten Jahren („Frühausfälle“) bedingt durch Werkstoff-, Fertigungs- oder Montagefehler, gefolgt von geringeren „Zufallsausfällen“ aufgrund von Wartungsfehlern, Fehlbedienungen während der Laufzeit, sowie hohen Ausfallraten („Verschleißausfälle“) gegen Ende der Produktlebensdauer durch Materialalterung etc.

Die in Kapitel 8 entwickelten Strategien gegen Obsoleszenz setzen jeweils zu unterschiedlichen Phasen der Produktlebensdauer an und adressieren somit unterschiedliche Arten von Ausfällen. Dieser Hintergrund sollte berücksichtigt werden, damit die politischen Entscheidungsträger die Interventionen sowie die dafür vorgesehenen produktpolitischen Instrumente im Sinne der Produktlebens- und Nutzungsdauerverlängerung oder der Erreichung einer gesicherten Mindestlebensdauer besser beurteilen und zielgerichtet einsetzen können.

Zur Verdeutlichung von Einsatzmöglichkeiten der in den vorigen Abschnitten entwickelten Strategien gegen Obsoleszenz im Verlauf der Produktentwicklung bzw. der Produktlebensdauer werden die einzelnen Maßnahmen in der folgenden Abbildung 106 den einzelnen Phasen der Badewannenkurve zugeordnet.

¹¹⁸ Siehe BEUC (2015): Durable goods: More sustainable products, better consumer rights – Consumer expectations from the EU’s resource efficiency and circular economy agenda

Abbildung 106 Einordnung der Strategien gegen Obsoleszenz in den Kontext der Produktentwicklung (Badewannenkurve)



Quelle: Eigene Darstellung

Frühausfälle sind aus Verbraucher- und Umweltsicht inakzeptabel und sollten deswegen durch Entwicklung (und Anwendung) von Prüfnormen und Messvorschriften, die Produkte unter realistischen und extremen Belastungsbedingungen testen, verringert werden. In der Phase der Frühausfälle wären auch rechtliche und ökonomische Instrumente wie Garantien und Gewährleistungsfristen einzuordnen, die im Rahmen dieser Studie nicht näher untersucht wurden.

Abbildung 106 zeigt deutlich, dass die Mehrheit der vorgeschlagenen Maßnahmen die Phase der **Zufallsausfälle** adressiert. Zufallsausfälle treten innerhalb der charakteristischen Nutzungsdauer auf und sind auf Wartungs- und Bedienfehler sowie auf Belastungen, z.B. durch Vibrationen, zurückzuführen.

Strategien zur Verlängerung der Lebens- und Nutzungsdauer setzen in der Regel während der Phase der Zufallsausfälle (z.B. innovative Service Modelle) und beim Beginn der Phase der **Verschleißausfälle** an (z.B. durch Erneuerung der anfälligen Verschleißteile und Umsetzung von weiteren Reparaturmaßnahmen). Anspruchsvolle Anforderungen an die Lebensdauerprüfungen, Produktqualität- und Haltbarkeit führen dazu, dass die Zufallsausfälle zurückgehen und die Phase der Verschleißausfälle erst später eintritt.

9.4 Obsoleszenz = geplante Obsoleszenz?

Zum Abschluss erscheint es den Autoren dieser Studie notwendig, die öffentliche Debatte über die Erscheinung Obsoleszenz bzw. geplante Obsoleszenz zu kommentieren. In den letzten Jahren hat die Medienberichterstattung das Thema „geplante Obsoleszenz“ sehr emotional präsentiert und die Gesellschaft in zwei voneinander unabhängige Pole geteilt:

- (1) Hersteller und Industrie als „Täter“, denn sie würden das Design ihrer Produkte manipulieren, indem sie bewusst Schwachstellen einbauen, um die Produkte nach einer vorher definierten Zeitdauer geplant ausfallen zu lassen. Damit wird suggeriert, dass die Hersteller mit dieser Strategie ihren Absatz ankurbeln und die Verbraucherinnen und Verbraucher zu Neukäufen zwingen wollen;

(2) Verbraucher als „Opfer“ der oben genannten Verschwörung, denn die Verbraucherinnen und Verbraucher hätten gar keine Möglichkeiten, sich gegen eine solche Herstellerstrategie zu wehren.

Die vorliegende Studie hat gezeigt, dass Obsoleszenz, das heißt die (natürliche oder künstliche) Alterung von Produkten, nicht so eindimensional ist wie oben beschrieben.

Hersteller und Verbraucher interagieren miteinander in einer sich stetig wandelnden Umgebung und beeinflussen gegenseitig die Produktentwicklung und Konsummuster. In diesem Kontext besteht in der Frage, ob Hersteller die Lebensdauer ihrer Produkte planen, im Grunde kein Dissens. 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, Wandel der Technik, Trends, Mode und Werte sowie weiteren äußeren Umwelteinflüssen. Idealerweise wird angestrebt, dass die technische Produktlebensdauer der Produktnutzungsdauer entspricht. Um ein solches Optimierungsziel zu erreichen, sollten 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 lange wie nötig und nicht so lange wie möglich halten. Denn Maßnahmen zur „unnötigen“ Verlängerung der technischen Lebensdauer können unter Umständen die Ressourceninanspruchnahme in der Herstellung sogar erhöhen, was insgesamt ökologisch kontraproduktiv wäre.

Deshalb 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 orientiert¹¹⁹. Die Anforderungen sind daher von Produkt zu Produkt und Unternehmen zu Unternehmen unterschiedlich, was sich auch im Endverkaufspreis der Produkte 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 Planung bzw. Auslegung von Produkten auf eine – unter ökologischen und ökonomischen Aspekten – sinnvolle Lebensdauer kann also ebenfalls als von Herstellern „geplante Obsoleszenz“ bezeichnet werden, folgt aber einem anderen Verständnis als die „geplante Obsoleszenz“ im Sinne einer manipulativen Beeinflussung der Lebensdauer durch Hersteller, wie sie im populären öffentlichen Diskurs verwendet wird.

Insofern könnte man die Frage nach der „geplanten Obsoleszenz“ bejahen, da die Planung und Auslegung der Produktlebensdauer ein integrativer Teil der Produktpolitik von Unternehmen ist. Je genauer die Hersteller ihre Lebensdauertests durchführen und je genauer sie ihre Testbedingungen an reale Nutzungsbedingungen anpassen, umso sicherer können sie Aussagen über die zu erwartende Lebensdauer machen, also mit welcher Wahrscheinlichkeit eine bestimmte Lebensdauer erreicht wird oder mit welcher Wahrscheinlichkeit bestimmte Bauteile wann ausfallen. Auf der anderen Seite ist zu beobachten, dass vor dem Hintergrund von schnellen Produktzyklen, sinkenden Produktpreisen sowie kosten- und zeitaufwändigen Lebensdauertests

¹¹⁹ Diese Entscheidungsgrundlagen sind allerdings für die Konsumentinnen und Konsumenten nicht sichtbar. Die fehlende Transparenz bewirkt, dass sie ihre Kaufentscheidung hinsichtlich der eigenen Bedürfnisse nicht optimal treffen können (asymmetrische Information).

die Anwendung von Lebensdauertests in der Praxis stark verkürzt, und mitunter nur die wichtigsten Funktionen geprüft werden. Dies führt dazu, dass die Hersteller selber keine richtungssicheren Angaben über die Lebensdauer ihrer Produkte mehr machen können.

Den Vorwurf zu be- oder widerlegen, dass Hersteller bestimmte Bauteile bewusst so auslegen, dass sie nach einer vorher definierten Zeit aufgrund eines Defektes ausfallen, um Verbraucherinnen und Verbraucher zu Neukäufen zu zwingen, war nicht die Zielsetzung dieser Studie. Vielmehr diente die Studie der Analyse der durchschnittlichen Lebens- und Nutzungsdauer sowie der Ausfallursachen bzw. Gründe für den Ersatz von Produkten.

Die Analyse hat gezeigt, dass es in der Realität sehr vielfältige Gründe gibt, Produkte zu ersetzen: werkstoffliche, funktionale, ökonomische und psychologische Gründe. Selbst die auftretenden technischen Defekte von Produkten haben wiederum vielfältige Ursachen. Schwerpunkte, auch im Hinblick auf bewusst eingebaute Schwachstellen, konnten im Rahmen der Studie nicht identifiziert werden.

9.5 Ausblick

Die im Rahmen dieser Studie vorgeschlagenen Strategien gegen Obsoleszenz zielen darauf ab, die Informationsasymmetrien zwischen Herstellern und Verbrauchern bezüglich der zu erwartenden Produktlebensdauer sowie der von Herstellern vorgesehenen Nutzungsintensitäten zu beheben. Die empfohlenen Strategien nehmen vor allem die Hersteller und Politik in die Pflicht, Transparenz bezüglich der zu erwartenden Produktlebensdauer zu erhöhen sowie Mindesthaltbarkeits- und Qualitätsanforderungen an die Produkte, Bauteile und Komponenten vorzuschreiben. Auf der anderen Seite sind aber auch Verbraucherinnen und Verbraucher aufgefordert, die Produkte im Sinne des Umwelt- und Ressourcenschutzes so lange wie möglich zu nutzen.

Zur Umsetzung der in dieser Studie skizzierten Empfehlungen erfordert es in einigen Fällen weiteren **Forschungsbedarf**, der wie folgt zusammengefasst werden kann:

Im Bereich Lebensdaueranforderung, Normung

- Prüfung und Anpassung der bestehenden Sicherheitsnormen und Standards auf der Komponentenebene (mit Fokus auf defekt- und verschleißanfälligen Komponenten) im Hinblick auf deren Eignung für Lebensdauer- und Haltbarkeitsprüfungen.
- Schaffung des Wissens über die realen Belastungen sowie Einsatzbedingungen von Produkten mit einer umfangreichen Erhebung bei Verbraucherinnen und Verbrauchern und anschließend Untersuchung des Einflusses der Randbedingungen der realen Benutzung (z.B. thermische Belastungsspitzen und Spitzen der Versorgungsspannung) auf die Produktlebensdauer.

Im Bereich Software

- Entwicklung von innovativen und modularen Software-Lösungen zur Produktlebens- und Nutzungsdauerverlängerung in einem Pilotvorhaben in Zusammenarbeit mit auf Software spezialisierten klein- und mittelständischen Unternehmen.
- Kosten-/Nutzenanalyse sowie Risikobewertung der Maßnahmen im Bereich der Software-Updates, der Bereitstellung von Software-Treibern für mehrere Jahre sowie der Förderung von freien Soft- und Hardware-Initiativen.

Im Bereich Reparaturen

- Kosten-/Nutzenanalyse einer eigenständigen Reparaturrichtlinie für Elektro- und Elektronikgeräte (analog zur Verordnung 566/2011 für Fahrzeuge).
- Einfluss der modernen Produktentwicklungen sowie des Konsumentenverhaltens im Bereich elektrische und elektronische Produkte auf die unabhängige Reparaturwirtschaft in Deutschland, inklusive einer Zukunftsanalyse und anschließend Ausarbeitung eines Fahrplanes für die Förderung von Reparaturen im Bereich elektrische und elektronische Produkte.
- Eine umfassende und produktgruppenspezifische ökobilanzielle Betrachtung sowie eine Kosten-/Nutzenanalyse der in Zusammenhang mit der Reparaturfähigkeit diskutierten Vorschläge, wie z.B. Modularität und Austauschbarkeit von Komponenten und Pflichtvorgaben zur Vorhaltung von Ersatzteilen, unter Berücksichtigung des realen Nutzerverhaltens.

Im Bereich Verbraucherverhalten

- Analyse des realen Verbraucherverhaltens in Bezug auf die Kaufentscheidungen für oder gegen langlebige Produkte vor dem Hintergrund von verfügbaren Produktinformationen, wie z.B. Lebensdauerangabe, Reparierbarkeit, Ersatzteilverfügbarkeit, Mindestgarantien usw.) und weiteren Einflussfaktoren wie Preise, Innovationszyklen, demographische Entwicklung usw.

Im Bereich Service-Modelle der Hersteller

- Prüfung der rechtlichen Gestaltungsmöglichkeiten sowie Förderung von Service-Modellen, wie Leasing und Rückkaufvereinbarung im privaten Bereich.

Strategien gegen Obsoleszenz lassen sich demnach keineswegs von einem Tag auf den anderen umsetzen. Vielmehr sind sie als eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe im Zusammenspiel zwischen Politik, Herstellern, Wissenschaft und Verbrauchern zu verstehen.

10 Referenzen

- Albertsen 2009 Albertsen, A.; Elko-Lebensdauerabschätzung, Jianghai Europe GmbH, 20.07.2009
- 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 2010 Apple Datasheet MacBook Pro
- Apple 2012 Apple Datasheet Mac Pro Workstation
- ARD/ZDF 2014 <http://www.ard-zdf-onlinestudie.de/>
- 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
- 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, Vol. 69, 2014, 10-16
- Bertling et al. 2014 Bertling, J.; Hiebel, M.; Pflaum, H.; Nühlen, J.; Arten und Entstehungstypen frühzeitiger Produktalterung – Entwicklung eines Obsoleszenz-Portfolios; UmweltMagazin 3-2014
- BFH 1997 Bundesfinanzhof (BFH), 19.11.1997 - X R 78/94
- Bicker Elektronik GmbH 2012 BickerTechPaper – Lebensdauer von Elektrolytkondensatoren, Stand 27.03.2012; verfügbar unter:
<http://www.bicker.de/index.php/bicker/Download/Fachbeitraege/BickerTechPaper-Lebensdauer-von-Elektrolyt-Kondensatoren>
- 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_Steuertemen/Betriebspruefung/AfA_Tabellen/afa_tabellen.html,
Zugriff am 18.03.2014
- BMUB 2012 Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB); Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global – FKZ 03MAP146, 29. März 2012;
http://www.fvee.de/fileadmin/publikationen/Politische_Papiere_anderer/12.03.29.BMU_Leitstudie2011/BMU_Leitstudie2011.pdf
- Boulos et al. 2015 Boulos, S.; Sousanoglou, A.; Evans, L.; Lee, J.; King, N.; Facheris, C.; Iraldo, F.; Nucci, B.; Donellis, M.; The Durability of Products – Standard assessment for the circular economy under the Eco-Innovation Action Plan; Ricardo-AEA in cooperation with Intertek and Istituto

- di Management, Scuola Superiore Sant'Anna, commissioned by the European Commission, DG Environment; Web: <http://www.productdurability.eu/assets/Product-Durability-Full-Report-logo-updated.pdf>; Zugriff am 08.10.2015
- 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
- c't 2013 c't Magazin: Verwirrung um HDMI 2.0, <http://www.heise.de/newsticker/meldung/Verwirrung-um-HDMI-2-0-1952099.html>; Zugriff am 29.01.2015
- 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/>
- CHIP 2014 CHIP Magazin; HDMI 2.0: Der Anschluss für 4K, http://www.chip.de/artikel/HDMI-2.0-Neue-Multimedia-Schnittstelle-fuer-Fernseher-und-Heimkino_69832936.html; Zugriff am 29.01.2015
- Ciroth & Franze 2011 Ciroth A.; Franze J.; LCA of an Ecolabeled Notebook, Consideration of Social and Environmental Impacts, Along the Entire Life Cycle, 2011
- CLASP 2014 Collaborative Labeling and Appliance Standard Program (CLASP), European Programme; Review of Ecodesign and Energy Labelling Regulations for Televisions and Draft Regulation for Electronic Displays: Discussion Paper; 10th November 2014
- 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
- David-Freihsl 2012 David-Freihsl, R. im Interview mit Sepp Eisenriegler, „Geräte mit gezielt eingebautem Ablaufdatum“, www.derStandard.at, letzter Zugriff am 29.04.14
- Defra 2009 Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA), UK: Downes, J.; Thomas, B.; Dunkerley, C and H. Walker; Longer Product Lifetimes, Final Report; 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
- Disch 2015 Disch, T.; Geplante Obsoleszenz – Untersuchung von Ausfallsmechanismen an elektronisch-mechanisch Bauteilen, Masterarbeit an der Fakultät - Alternative Antriebe in der Fahrzeugtechnik der Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften, Wolfenbüttel

- 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
- ecoinvent report Nr. 3 2010 Hischier R., Weidema B., Althaus H.-J., Bauer C., Doka G., Dones R., Frischknecht R., Hellweg S., Humbert S., Jungbluth N., Köllner T., Loerincik Y., Margni M. and Nemecek T.; Implementation of Life Cycle Impact Assessment Methods. ecoinvent report No. 3, v2.2. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf.
- EcoTopTen 2015 EcoTopTen – Die Plattform für ökologische Spitzenprodukte, www.ecotopten.de; letzter Zugriff 16.12.2015
- ESRI 2008 Economic and Social Research Institute (ESRI), Cabinet Office; Consumer confidence survey Tokyo, Japan, 1992–2008; 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 Lot 3 2007 Preparatory studies for eco-design requirements of EuP, Lot 3: personal computers (desktops and laptops) and computer monitors, European Commission, Brussels 2007
- EuP Lot 5 2007 Preparatory studies for eco-design requirements of EuP, Lot 5: Consumer electronics (TV), European Commission, Brussels 2007
- Forsa 2013 Gesellschaft für Sozialforschung und statistische Analysen mbH (Forsa) (2013): Meinungen zu Umweltaspekten bei Computern. Hg. v. Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND), zuletzt geprüft am 23.09.2015
- Gabler 2014 Gablers Wirtschaftslexikon; „Betriebsgewöhnliche Nutzungsdauer“, <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/56479/betriebsgewoehnliche-nutzungsdauer-v7.html>, Zugriff am 11.11.2014
- Gartner 2013 Gartner Inc. (Hrsg.); Prepare Now for the End of Windows XP and Office 2003 Support in Less Than a Year; unter Mitarbeit von Michael A. Silver und Stephen Kleynhans; 2013
- Gensch und Blepp 2014 Gensch C.-O.; Blepp, M.; Betrachtungen zu Produktlebensdauer und Ersatzstrategien von Miele-Haushaltsgeräten. Studie im Auftrag der Miele & Cie. KG. Öko-Institut e.V. 2014
- GfK Consumer Panel 2004-2012 Gesellschaft für Konsumforschung (GfK); Daten aus dem Consumer Panel 2004-2012 zur Produktgruppe Fernseher; 2014
- Goedkoop et al. 2009 Goedkoop M.; Heijungs R.; de Schryver A.; Struijs J.; van Zelm R.; ReCiPe 2008; A life cycle impact assessment method which comprises harmonized category indicators at the midpoint and the endpoint level / Report I: Characterisation. Ministerie van VROM, Den Haag (NL); 2009

- Grießhammer et al. 2004 Grießhammer, R.; Graulich, K.; Bunke, D.; Eberle, U.; Gensch, C.-O.; Quack, D. & Rüdenauer, I.; in Zusammenarbeit mit Götz, K. & Birzle-Harder, B.; EcoTopTen – Innovationen für einen nachhaltigen Konsum (Pilot-Phase); Öko-Institut e.V. 2004
- Grießhammer et al. 2007 Grießhammer, R.; Buchert, M.; Gensch, C.-O.; Hochfeld, C.; Manhart, A. & Rüdenauer, I. (2007): PROSA – Product Sustainability Assessment, Öko-Institut e.V. 2004
- Gutiérrez et al. 2011 Gutiérrez, E.; Adenso-Díaz, B.; Lozano S.; González-Torre, P.; Life-time 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
- Heise 2013 Heise Verlag (Hrsg.); Mobil für wenig Geld. Test: Notebooks aller Größen zwischen 300 und 500 Euro. In: *c't Magazin*, 2013 (11), S. 90–105, Zugriff am 23.09.2015
- Heise 2014 Heise Verlag (Hrsg.); Mobiles flottgemacht. Aufrüst-Tipps für Notebooks. In: *c't Magazin*, 2014 (11), S. 106–107, Zugriff am 23.09.2015
- Hendriksen 2007 Hendriksen, T.; Bezit, afdanking en verkrijging van witgoed, bruin-goed en grijsgoed; GfK Panel Services Benelux, NL-Dongen 2007
- Hendriksen 2009 Hendriksen, T.; Possession, disposal and purchasing of discharge lamps in Dutch households; GfK Panel Services Benelux, NL-Dongen 2009
- Hennies & Stamminger 2015 Hennies, L.; Stamminger, R.; An empirical survey on obsolescence of appliances in households, Universität Bonn
- 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.; Eijsbouts, R.J.J.; Wang, F.; Baldé, C.P.; Wielenga, C.A.; The Dutch WEEE Flows; United Nations University, ISP – SCYCLE, Bonn, March 2012
- Hunkeler et al. 2008 Hunkeler, D.; Lichtenwort K. & Rebitzer, G. (Hrsg.); Environmental Life Cycle Costing; Boca Raton et al. (2008); CRC Press
- Huulgaard & Remmen 2012 Huulgaard, R.D.; Remmen, A.; Eco-design Requirements for Televisions; The Danish Environmental Protection Agency, 2012
- IDC 2012 Independent Distributors Cooperative (IDC); The Business case for ruggedized PC's, USA, June 2012
- IFEU 2011 Institut für Energie- und Umweltforschung (IFEU); Rohstoffdatenblätter; Heidelberg 2011
- iFixit 2015a ifixit.com; Akku-Demontageanalyse der Smartphones
- iFixit 2015b ifixit.com; Display-Demontageanalyse der Smartphones

- IZMF 2013 Informationszentrum Mobilfunk (IZMF); Handystudie – Studie zur Nutzung / Verwendung von Handys/Smartphones; Hannover 2013
- JRC 2014a Osmani, D.; Wolf O. (JRC-IPTS) in cooperation with Graulich, K.; Groß, R.; Liu, R.; Manhart, A.; Prakash, S. (Öko-Institut e.V.); Development of European Ecolabel Criteria for Televisions; Joint Research Centre (JRC), Institute for Prospective Technological Studies (IPTS); October 2014
- JRC 2014b Dodd N.; Wolf O. (JRC-IPTS) in cooperation with Graulich, K.; Groß, R.; Liu, R.; Manhart, A.; Prakash, S. (Öko-Institut e.V.); Development of European Ecolabel and Green Public Procurement Criteria for Personal Computers & Notebook Computers, Joint Research Centre (JRC), Institute for Prospective Technological Studies (IPTS); October 2014
- 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
- KONSUMENT 2/2013 Verein für Konsumentenforschung (VKI) (Hrsg.); Lebensdauer von Produkten. Geplante Obsoleszenz, in: Konsument 02/2013; online verfügbar unter <http://www.konsument.at/cs/Satellite?pagename=Konsument/MagazinArtikel/Detail&cid=318883933401&pn=5>, letzter Zugriff am 10.05.14
- Kruschwitz et al. 2014 Kruschwitz, A.; Karle, A.; Schmitz, A. & Stamminger, R.; Consumer laundry practices in Germany. International Journal of Consumer Studies, 38(3), 2014, 265–277.
- Licharz o.J. Licharz GmbH (Hrsg.); Konstruieren mit technischen Kunststoffen, Licharz technische Kunststoffe; o. J.; http://www.licharz.de/index.php?id=173&licharz=Standard_Kunststoffe, letzter Zugriff: 24.10.2014
- 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; Öko-Institut e.V. 2012; <http://www.oeko.de/oekodoc/1518/2012-081-de.pdf>
- Murakami et al. 2009 Murakami, S.; Ohsugi, H.; Murakami-Suzuki, R.; Mukaida, A.; Tsujimura, H.; 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, 598-612

- 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
- Öko-Institut 2013 Möller, M.; Stratmann, B.; Gröger, J. (Öko-Institut e.V.); Umweltfreundliche Beschaffung. Schulungsskript 5: Einführung in die Berechnung von Lebenszykluskosten und deren Nutzung im Beschaffungsprozess; Umweltbundesamt (Hrsg.), <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/umweltfreundlich-e-beschaffung-schulungsskript-5>, Zugriff am 23.09.2015
- Ökopol GmbH 2015 Wirksame Unterstützung von Reparaturnetzwerken – Wichtige Aspekte, mögliche Ansätze und ihre Verbreitung. Ergebnisprotokoll der Dialogveranstaltung am 02.06.2015, im Rahmen der AbfallvermeidungsDialoge2014-17
- Prakash et al. 2016 Prakash, S.; Antony, F.; Köhler, A.; Liu, R.; Schlösser, A.; Proske, M.; Stobbe, L.; Schischke, K.; Zedel, H.; Ökologische und ökonomische Aspekte beim Vergleich von Arbeitsplatzcomputern für den Einsatz in Behörden unter Einbeziehung des Nutzerverhaltens (Öko-APC), Öko-Institut e.V. in Zusammenarbeit mit der Technischen Universität Berlin, Forschungskennzahl (UFOPLAN) FKZ 3712 95 301 im Auftrag des Umweltbundesamtes, Dessau; 2016
- Prakash et al. 2014a Prakash, S.; Baron, Y.; Liu, R.; Proske, M.; Schloesser, A.; Study on the practical application of the new framework methodology for measuring the environmental impact of ICT – cost/benefit analysis (SMART 2012/0064), Öko-Institut e.V. in Kooperation mit TU-Berlin, im Auftrag der EU Kommission, DG Communications, Networks, Content & Technology, Brüssel; 2014
- Prakash et al. 2014b 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; 2014
- 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 Kooperation mit 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; 2010
- Primus 2015 Primus, H.; Qualität und Verschleiß aus der Sicht vergleichender Warentests, in Obsoleszenz interdisziplinär. Vorzeitiger Verschleiß aus Sicht von Wissenschaft und Praxis, Herausgeber Prof. Dr. Tobias Brönneke und Prof. Dr. Andrea Wechsler, Schriftenreihe des Instituts für Europäisches Wirtschafts- und Verbraucherrecht e.V., Bd. 37, ISBN 978-3-8487-2003-3, www.nomos-shop.de/24187
- Re-Use Computer e.V., o.J. Re-Use Computer e.V. (Hrsg.); Die Wärme und die Elektrolytkondensatoren, http://www.reuse-computer.org/fileadmin/user_upload/documents/Dialog.5/AuskunftElKos06.pdf; Zugriff am 21.09.2015
- Roedig 2015 Roedig, L.; Geschäftsmodelle für die Kreislaufwirtschaft – Hemmnisse und Handlungsempfehlungen am Beispiel von Elektro- und Elektronikgeräten; Beiträge zur sozialwissenschaftlichen Nachhaltigkeitsforschung, Band 18, Metropolis – Verlag für Ökonomie, Gesellschaft und Politik, ISBN 978-3-7316-1151-6, August 2015
- Rüdenauer 2011 Rüdenauer, I.; Konzept zur Kommunikation von Lebenszykluskosten im Handel, Masterarbeit am Centrum für Nachhaltigkeitsmanagement (CNM) der Leuphana Universität Lüneburg im Rahmen des BMU-Projekts „Energieeffizienter Klimaschutz bei Produkten“; 2011
- Samsung 2014 Samsung Electronics GmbH (Hrsg.); Eigenschaften und Technische Daten zum Evolution Kit; <http://www.samsung.com/de/consumer/tv-av/accessories/tv-accessories/SEK-1000/XC>, Zugriff am 01.12.2014
- Schlacke et al. 2015 Schlacke, S.; Alt, M.; Tonner, K.; Gawel, E.; Bretschneider, W.; Stärkung eines nachhaltigen Konsums im Bereich Produktnutzung durch Anpassungen im Zivil- und öffentlichen Recht, Institut für Umwelt- und Planungsrecht, Westfälische Wilhelms-Universität, Münster, in Zusammenarbeit mit Universität Rostock und Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ, Department Ökonomie, Leipzig, Forschungskennzahl (UFOPLAN) 3713 18 308 im Auftrag des Umweltbundesamtes, Dessau; 2015
- Schlacke et al. 2012 Schlacke, S.; Stadermann, M.; Grunow, M.; Rechtliche Instrumente zur Förderung des nachhaltigen Konsums – am Beispiel von Produkten, Forschungsstelle für Europäisches Umweltrecht (FEU), Bremen, Forschungskennzahl (UFOPLAN) 363 01 348 im Auftrag des Umweltbundesamtes, Dessau; 2012
- 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
SquareTrade 2009	SquareTrade Inc. (Hrsg.), 1 in 3 laptops fail over 3 years, USA, November 16th 2009; http://www.squaretrade.com/htm/pdf/SquareTrade_laptop_reliability_1109.pdf
Stamminger et al. 2005	Stamminger R.; Barth A.; Dörr S.; Old Washing Machines Wash Less Efficiently and Consume More Resources. Hauswirtschaft und Wissenschaft 2005, 53(3):124-131
Stiftung Warentest 2015	Stiftung Warentest (Hrsg.); „Druckerpatronen: Großes Sparpotenzial – Probleme bei Kompatibilität“, test 6/2015
Stiftung Warentest 2014a	Stiftung Warentest (Hrsg.); „Smartphones: Apple jetzt ganz groß“, test 11/2014
Stiftung Warentest 2014b	Stiftung Warentest (Hrsg.); „Smartphones: Gipffest der Smartphones“, test 7/2014
Stiftung Warentest 2014c	Stiftung Warentest (Hrsg.); „Druckertinten: Bis zu 90 Prozent Ersparnis“, test 3/2014
Stiftung Warentest 2013	Stiftung Warentest (Hrsg.); „Schon kaputt?“, test 9/2013
Stiftung Warentest 2012	Stiftung Warentest (Hrsg.); „Druckertinte: Ordentlich sparen mit Fremdpatronen“, test 10/2012
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 (taz) vom 05.11.2014
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
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
UNEP / SETAC 2011	UNEP / SETAC Life Cycle Initiative (Hrsg.); Towards a Life Cycle Sustainability Assessment – Making informed choices on products, http://www.unep.org/pdf/UNEP_LifecycleInit_Dec_FINAL.pdf
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, S. 177-182
- Windeck 2003 Lebensdauer-Probleme von Low-ESR-Elkos;
<http://www.heise.de/ct/artikel/Lebensdauer-Probleme-von-Low-ESR-Elkos-301791.html>; Zugriff 21.09.2015
- Woidasky 2015 Woidasky, J.; Frühzeitiger Ausfall von Produkten – „Geplante Obsoleszenz“ zwischen Faktensuche und Medienspektakel, in: Obsoleszenz interdisziplinär. Vorzeitiger Verschleiß aus Sicht von Wissenschaft und Praxis; Prof. Dr. Tobias Brönneke und Prof. Dr. Andrea Wechsler (Hrsg.), Schriftenreihe des Instituts für Europäisches Wirtschafts- und Verbraucherrecht e.V., Bd. 37, ISBN 978-3-8487-2003-3, www.nomos-shop.de/24187
- WRAP 2011a Waste & Resources Action Programme (WRAP); Case study; Specifying durability and repair for LCD televisions – A case study of three LCD televisions to identify end encourage durability and repair, June 2011;
<http://www.wrap.org.uk/sites/files/wrap/TV%20case%20study%20AG.pdf>
- WRAP 2011b Waste & Resources Action Programme (WRAP); Case study; Specifying durability and repair for Laptops – A case study of a Hewlett-Packard notebook to illustrate and encourage durability and repair of laptop computers, June 2011;
<http://www.wrapcymru.org.uk/sites/files/wrap/Laptop%20case%20study%20AG.pdf>
- WRAP 2011c Waste & Resources Action Programme (WRAP); Buying Specifications Guides for Durability and Repair – Washing Machines, Fundamental Good Practice;
<http://www.wrap.org.uk/sites/files/wrap/Buying%20spec%20%20Washing%20Mac%20AG.pdf>
- WRAP 2013 Waste & Resources Action Programme (WRAP); Computer Printers. PAS 141 Protocol: Product Guide, zuletzt geprüft am 23.09.2015
- 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.

Anhang

Anhang I. Beispiel-Fragebogen zur Produktgruppe „Fernseher“



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

FRAGEBOGEN: Fernseher

1. Fragen zu den Ursachen von Obsoleszenz

1.1 Wie schätzen Sie die Ausfallwahrscheinlichkeit folgender Komponenten / Bauteile ein?

Bauteil/Komponente	Ausfallwahrscheinlichkeit			
	nie	selten	häufig	sehr häufig
Gehäuse				
Schalter				
Schnittstellen / Anschlüsse				
Ständer				
Display- / Bildschirmeinheit				
Steckerverbindungen				
Alu-Elektrolytkondensatoren				
Lötstellen				
Netzteilkarte				
Hauptplatine				
Lautsprecher				
Schrauben				
Sonstige:				

1.2 Was sind die Ursachen für den Ausfall der häufig bzw. sehr häufig ausfallenden Komponenten?

1.3 Führt der Ausfall dieser Komponenten zum Ende der Lebensdauer eines Fernsehers?

☐ ja ☐ nein

1.4 Wenn nein, welche von den oben genannten Komponenten können repariert oder ersetzt werden?

1.5 Wie schätzen Sie die Kosten für eine solche Reparatur ein?

Bauteil/Komponente	Personalkosten	Ersatzteilkosten	Dauer der Reparatur
Gehäuse			
Schalter			
Schnittstellen / Anschlüsse			
Ständer			
Display- / Bildschirmeinheit			
Steckerverbindungen			
Alu-Elektrolytkondensatoren			
Lötstellen			
Netzteilkarte			
Hauptplatine			
Lautsprecher			
Schrauben			
Sonstige: _____			

1.6 Welche technischen Maßnahmen können den oben genannten Ursachen entgegenwirken?

1.7 Welche Hemmnisse sehen Sie in Bezug auf die Implementierung der oben genannten technischen Maßnahmen?

- 1.8 Welche der oben genannten Komponenten/Bauteile könnten ohne relevante Kostensteigerungen (<5% der Gesamtkosten) bereits bei Konstruktion/Design so dimensioniert werden, dass das Gerät länger genutzt werden kann?

2 Fragen zur Lebensdauer

(Technische Obsoleszenz = Qualitative (d.h. werkstoffliche) Mängel verkürzen die Nutzungsdauer von Geräten)

Definitionen:

- Die technische **Lebensdauer** ist die durchschnittliche Zeit von der Erstvermarktung bis zum endgültigen Defekt eines Geräts.
- 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.
- Die **Verweildauer** bezeichnet die Zeit vom Verkauf eines Gerätes bis dieses der Entsorgung überführt wird.

- 2.1 Wie wird die Lebensdauer eines Fernsehers festgelegt? Bitte beschreiben Sie die zugehörige Methode oder legen sie diese diesem Antwortbogen bei.

- 2.2 Welche Vorgaben bezüglich einer bestimmten Lebensdauer / Nutzungsdauer / Nutzungshäufigkeiten machen Sie Ihren Lieferanten? Wie überprüfen sie die Einhaltung dieser Vorgaben?

- 2.3 Wir gehen davon aus, dass die qualitativ hochwertigen Komponenten / Bauteile eine höhere Lebensdauer aufweisen. Wie unterscheiden sich diese von minderwertigen Komponenten / Bauteile für diejenigen sie häufig / sehr häufig ausfallen?

Unterschiede				
Material [Typ, Beschreibung]	Preis [Euro]	Verfügbarkeit [Jahre]	Design [Reparatur- fähigkeit etc.]	Entwicklungs- und Prüfungszeiten

2.4 Was berücksichtigen Sie hinsichtlich der Vorgabe der Lebensdauer...

2.4.1 ...im Designprozess bei den häufig / sehr häufig ausfallenden mechanischen Bauteilen

2.4.2 ...im Designprozess bei den häufig / sehr häufig ausfallenden elektrischen Bauteilen

2.4.3 ...im Freigabeprozess bei den häufig / sehr häufig ausfallenden mechanischen und elektrischen Bauteilen

2.4.4 ... im Approbationsprozess / Zertifikationsprozess bei den häufig / sehr häufig ausfallenden mechanischen und elektrischen Bauteilen

2.5 Bitte geben Sie Beispiele wie Sie zwei Fernseher mit einer kurzen und mit einer langen Lebensdauer designen würden.

2.6 Welche Bauteile sind bei der Entscheidung, einen möglichst langlebigen Fernseher zu designen, maßgebend?

2.7 Welche Strategien zur Reduzierung der Ausfallrate von elektrischen und elektronischen Geräte werden bei ihnen angewandt?

3 Fragen zur funktionalen Obsoleszenz

(Funktionale Veränderungen von Geräten verkürzen ihre Nutzungsdauer)

3.1 Welche Rolle spielen funktionale Faktoren (z.B. Softwareupdates usw.) in Bezug auf die Lebens- und Nutzungsdauer eines Fernsehers?

3.2 Welche Faktoren begünstigen es, dass Konsumenten mit dem Funktionsumfang ihrer Fernseher unzufrieden werden und sich ein neues Gerät anschaffen? Wie werden diese Faktoren bei der Konstruktion/Planung berücksichtigt?

3.3 Führt eine enge technische Kopplung von Betriebssystem und Hardware dazu, dass die Lebensdauer der Software auch zwingend die Lebensdauer der Hardware bestimmt? Geben Sie uns bitte Beispiele für das Produkt Fernseher.

4 Sollbruchstellen

Definition: 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.

4.1 Werden Sollbruchstellen in Fernseher bereits bei der Konstruktion eingeplant und welchen technischen, sicherheitsrelevanten und rechtlichen Anforderungen müssen diese genügen?

4.2 Wie werden Sollbruchstellen auf eine optimale Gebrauchsdauer hin ausgelegt?

Vielen Dank für Ihre Teilnahme!

Anhang II. Übersicht der angeschriebenen Einrichtungen¹²⁰

Nr.	Einrichtung	Thema
1	Bundesnetzagentur	Netzspannungsversorgung
2	TU-Dresden, Institut für Elektrische Energieversorgung und Hochspannungstechnik	Netzspannungsversorgung
3	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)	Ionisierende Strahlung
4	VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut	Prüfinstitut
5	TÜV-Rheinland	Prüfinstitut
6	SLG Prüf- und Zertifizierung GmbH	Prüfinstitut
7	Stiftung Warentest	Prüfinstitut
8	Institut für Markt-Umwelt-Gesellschaft (imug)	Verbraucher/Psychologie
9	Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW)	Verbraucher/Psychologie
10	Universität Oldenburg, Fakultät für Informatik, Wirtschafts- und Rechtswissenschaften	Verbraucher/Psychologie
11	TU-Dortmund, Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät	Verbraucher/Psychologie
12	Verbraucherzentrale NRW (Umwelt)	Verbraucher/Psychologie
13	Verbraucherzentrale NRW (Recht)	Verbraucher/Psychologie
14	Verbraucherzentrale Bundesverband	Verbraucher/Psychologie
15	Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH	Verbraucher/Psychologie
16	Universität Potsdam, Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre mit dem Schwerpunkt Marketing	Verbraucher/Psychologie
17	TU-Berlin, Institut für Berufliche Bildung und Arbeitslehre, Arbeitslehre/Ökonomie und Nachhaltiger Konsum	Verbraucher/Psychologie
18	TU-München, TUM School of Management	Verbraucher/Psychologie
19	Aalborg University, Center for Design, Innovation and Sustainable Transitions	Verbraucher/Psychologie
20	Verbraucherzentrale Bundesverband	Verbraucher/Psychologie
21	Sustainable Design Centre (SDC)	Design
22	Rebeam, Recycling and Recommerce	Reparatur
23	ReUse Computer	Reparatur
24	Reparatur- und Service-Zentrum (R.U.S.Z), Wien	Reparatur
25	Reparaturnetzwerk Österreich	Reparatur
26	Recyclingbörse Herford	Reparatur
27	ITRAC POS & DISPLAYS GmbH	Reparatur
28	Netzwerk Haushalt - Berufsverband der Haushaltsführenden	Zivilgesellschaft
29	Journalist (1)	Medien
30	Journalist (2)	Medien
31	Fachgemeinschaft für effiziente Energieanwendung	Zivilgesellschaft
32	Fraunhofer IWM	Werkstoffwissenschaft

¹²⁰

Nicht alle angeschriebenen Einrichtungen haben geantwortet, siehe Abschnitt 6.1.1

Nr.	Einrichtung	Thema
33	Deutsches Institut für Normung (DIN)	Normung
34	c't magazin für computertechnik	Medien
35	Bundesanstalt für Materialforschung und -Prüfung (BAM)	Design
36	Deutsche Energieagentur (dena)	Zivilgesellschaft
37	Werkstatt Frankfurt	Reparatur
38	Dr. Brüning Engineering UG	Normung
39	AfB – Social and Green IT Europe	Reparatur
40	Samsung Electronics GmbH (Haushaltsgeräte)	Hersteller
41	Miele & Cie. KG	Hersteller
42	Bauknecht Hausgeräte GmbH	Hersteller
43	Electrolux Hausgeräte GmbH	Hersteller
44	Robert Bosch Hausgeräte GmbH	Hersteller
45	Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V. (BITKOM)	Industrieverband
46	Apple GmbH	Hersteller
47	Samsung Electronics GmbH (Unterhaltungselektronik)	Hersteller
48	Dell GmbH	Hersteller
49	Epson Deutschland GmbH	Hersteller
50	Fujitsu Technology Solutions GmbH	Hersteller
51	SHARP Electronics GmbH	Hersteller
52	TP Vision Europe B.V. – Niederlassung Deutschland	Hersteller
53	Loewe Technologies GmbH	Hersteller
54	Toshiba Europe GmbH	Hersteller
55	Panasonic Marketing Europe GmbH	Hersteller
56	Philips GmbH	Hersteller
57	Grundig Intermedia GmbH	Hersteller
58	Sony Europe Limited	Hersteller
59	Metz-Werke GmbH & Co KG	Hersteller
60	HTV Halbleiter-Test & Vertriebs-GmbH	Prüfinstitut
61	Hewlett Packard GmbH	Hersteller
62	Hewlett Packard Development Company	Hersteller
63	Hochschule für Wirtschaft und Recht, Berlin	Psychologie
64	Universität Siegen, Lehrstuhl für Materialkunde und Werkstoffprüfung	Werkstoffwissenschaften
65	RICOH DEUTSCHLAND GmbH	Hersteller
66	NEWSALES, www.elko-verkauf.de	Handel
67	Vangerow GmbH	Reparatur
68	ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.	Industrieverband

Anhang III. Definition der einzelnen Wirkungskategorien

Verbrauch energetischer Ressourcen (Kumulierter Energie-Aufwand, KEA)

Der kumulierte Energieaufwand (KEA) ist ein Maß für den gesamten Verbrauch an energetischen Ressourcen, die für die Bereitstellung eines Produkts oder einer Dienstleistung benötigt werden. Darüber hinaus wird im KEA auch der Energiegehalt bilanziert, der im Produkt selbst enthalten ist. Der $KEA_{\text{nicht erneuerbar}}$ weist alle nicht-erneuerbaren energetischen Ressourcen als Primärenergiewerte aus. Zur Berechnung des $KEA_{\text{nicht erneuerbar}}$ wird der obere Heizwert (in MJ) der verschiedenen nicht erneuerbaren Energieträger angesetzt.

Treibhauspotenzial (Global Warming Potential, GWP_{100a})

Das Treibhauspotenzial beschreibt den Beitrag anthropogener Emissionen an der Wärmeabsorption in der Atmosphäre und ist damit ein Indikator zur Messung des sogenannten Treibhauseffekts. Luftemissionen, die zum Treibhauseffekt beitragen (z.B. CO_2 , Methan, Lachgas), werden bilanziert und entsprechend ihres spezifischen Treibhauspotentials zum gesamten Treibhauspotenzial charakterisiert. Das spezifische Treibhauspotenzial beschreibt den Treibhauseffekt von chemischen Substanzen im Verhältnis zu Kohlenstoffdioxid (CO_2) mit Hilfe von CO_2 -Äquivalenten.

Boden-Versauerungspotenzial (Terrestrial Acidification Potential, $TAP_{100\text{ w/o LT}}$)

Das Versauerungspotenzial fasst Emissionen zusammen, die Säuren sind, oder zur Versauerung in der Luft, im Wasser oder im Boden beitragen. Diese Substanzen werden entsprechend ihres spezifischen Versauerungspotenzials relativ zu SO_2 mit Hilfe von SO_2 -Äquivalenten zusammengefasst. Die Hauptverursacher des Versauerungspotenzials sind Schwefeldioxid (SO_2), Ammoniak¹²¹ und Stickoxide.

Aquatisches Eutrophierungspotenzial (Freshwater Eutrophication Potential $FEP_{\text{w/o LT}}$)

Die Wirkungskategorie Eutrophierung steht für eine Nährstoffzufuhr im Übermaß in Gewässern. Die Anreicherung von Nährstoffen kann eine Verschiebung der Artenzusammensetzung und eine erhöhte Biomasseproduktion in aquatischen Ökosystemen bewirken. Das aquatische und Eutrophierungspotenzial von Nährstoffemissionen in Luft, Gewässer und Boden wird mit Hilfe von kg P-Äquivalenten zu einer Maßzahl aggregiert.

Photochemisches Oxidantienbildungspotenzial (Photochemical Oxidant Formation Potential, $POFP_{\text{w/o LT}}$)

Die Bildung reaktiver Substanzen, wie z.B. Ozon, unter dem Einfluss von chemischen Substanzen (z.B. flüchtige organische Kohlenwasserstoffe) und Sonnenlicht in der Troposphäre wird auch als Sommersmog bezeichnet. Ozon schädigt das menschliche respiratorische System, aber auch Pflanzen. Substanzen, die zur Bildung von troposphärischem Ozon beitragen, werden mit Hilfe ihres photochemischen Oxidantienbildungspotenzials (in kg NMVO-Äquivalenten) zusammengefasst, wobei NMVO für flüchtige organische Verbindungen (ohne Methan) steht.

¹²¹ Die versauernde Wirkung von Ammonium beruht darauf, dass es in Böden durch Mikroorganismen zu Nitrat oxidiert wird, wobei Protonen freigesetzt werden (verborgene Säure).

Wasserverbrauch (Water Depletion Potential, $WDP_{w/o LT}$)

Süßwasser ist eine regenerierbare abiotische Ressource, die nur in wenigen Prozessen irreversibel verbraucht wird (Zement -> Beton, Hydrolysen). Bei manchen Nutzungsarten wird das Wasser nur erwärmt (Kühlung in thermischen Kraftwerken) oder gibt bei der Nutzung potenzielle Energie ab (Wasserkraftwerke). Die Verdunstung (z.B. bei landwirtschaftlicher Nutzung) entzieht das Wasser zwar vorübergehend der menschlichen Nutzung, entfernt es aber nicht aus dem geologischen Kreislauf. Wasser ist in Form von Süßwasser nicht nur eine vielerorts knappe Ressource, sondern auch ein für das Leben aller Organismen unerlässliches „Element“. Es kommt ihm damit eine wesentlichere Rolle zu, als den weiter oben besprochenen (vor allem fossilen und mineralischen) Ressourcen, die in erster Linie in Hinblick auf den Menschen interessieren. In dieser Rolle gehört das Wasser zum Schutzziel der Ökosysteme und sollte durch einen zusätzlichen geeigneten Indikator charakterisiert werden. Der hier gewählte Wirkungsindikator berücksichtigt die Wassernutzung im Sinne des gesamten Wasservolumens. Dieses setzt sich aus vier verschiedenen Süßwasserarten zusammen („See-Wasser“, „Fluss-Wasser“, „Brunnen-Wasser“ und „Wasser unspezifiziert natürlichen Ursprungs“ zusammen. Letztlich handelt es sich dabei um einen Indikator auf Sachbilanzebene, bei dem der nur formal eingefügte Charakterisierungsfaktor $1\text{m}^3/\text{m}^3$ für alle Wasserarten identisch ist. Die innerhalb der Systemgrenzen dieser Studie wesentlichen Wasserverbräuche fallen in Mitteleuropa (genauer Deutschland an). Aufgrund der für diesen geographischen Raum Großteils ausreichend vorhandenen Frischwasserversorgung konnte auf die mitunter aufwändige Recherche und Berücksichtigung von Wasserkritikalitäts-Parametern, wie sie andere Methoden berücksichtigen, verzichtet werden.

Flächeninanspruchnahme (Agricultural Land Occupation, ALOP)

Dieser Indikator beschreibt die mit einem Produkt bzw. Produktsystem verbundenen potentiell verknüpfte Inanspruchnahme von ackerbaulich genutzten Flächen. Der Wirkungsindikator berücksichtigt dabei die Fläche in Quadratmetern und die Dauer der Inanspruchnahme durch das jeweilige Produkt bzw. Produktsystem in Jahren. Weitere Informationen können der ausführlichen Dokumentation der Wirkungskategorie unter <http://www.lcia-recipe.net/system/app/pages/search?scope=search-site&q=ALOP> entnommen werden (Website zuletzt abgerufen am 02.11.2014).

Anhang IV. Normen (Sicherheit und Gebrauchstauglichkeit), in denen Prüfungen der Lebensdauer bzw. Dauerhaftigkeit schon enthalten sind

DIN EN 60335-1 Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke – Allgemeine Anforderungen: Abschnitt 21 Mechanische Festigkeit; Abschnitt 23 innere Leitungen, Abschnitt 24 Komponenten, Abschnitt 25 Netzanschluss und äußere Leitungen (25.14), Anhang C Alterungsprüfung an Motoren

DIN EN 60335-2-2 Besondere Anforderungen für Staubsauger und Wassersauger: Abschnitt 21 Mechanische Festigkeit (gesonderte Anforderungen für Elektroschläuche)

DIN EN 60335-2-3 Besondere Anforderungen für elektrische Bügeleisen: Abschnitt 24 Einzelteile

DIN EN 60335-2-4 Besondere Anforderungen für Wäscheschleudern: Abschnitt 18 Dauerhaftigkeit und Abschnitt 21 Mechanische Festigkeit

DIN EN 60335-2-5 Besondere Anforderungen für Geschirrspülmaschinen, Anhang BB

DIN EN 60335-2-6 Besondere Anforderungen für ortsfeste Herde, Kochmulden, Backöfen und ähnliche Geräte: Abschnitt 21 Mechanische Festigkeit, Abschnitt 22 Aufbau

DIN EN 60335-2-7 Besondere Anforderungen für Waschmaschinen: Abschnitt 18 Dauerhaftigkeit und Abschnitt 21 Mechanische Festigkeit, Anhang BB

DIN EN 60335-2-8 Besondere Anforderungen für Rasiergeräte, Haarschneidemaschinen und ähnliche Gerät: Abschnitt 21 Mechanische Festigkeit

DIN EN 60335-2-9 Besondere Anforderungen für Grillgeräte, Brotröster und ähnliche ortsveränderliche Kochgeräte: Abschnitt 21 Mechanische Festigkeit, Anhang C Alterungsprüfung an Motoren

DIN EN 60335-2-10 Besondere Anforderungen für Bodenbehandlungs- und Nassschrubbmachines: Anhang C Alterungsprüfung von Motoren

DIN EN 60335-2-11 Besondere Anforderungen für Trommeltrockner

DIN EN 60335-2-12 Besondere Anforderungen für Warmhalteplatten und ähnliche Geräte: Abschnitt 21 Mechanische Festigkeit

DIN EN 60335-2-13 Besondere Anforderungen für Frittiergeräte, Bratpfannen und ähnliche Geräte (keine besonderen gerätespezifischen Anforderungen)

DIN EN 60335-2-14 Besondere Anforderungen für Küchenmaschinen; Abschnitt 21 Mechanische Festigkeit

DIN EN 60335-2-15 Besondere Anforderungen für Geräte zur Flüssigkeitserhitzung

DIN EN 60312-1 Staubsauger für den Hausgebrauch - Teil 1: Trockensauger – Prüfverfahren zur Bestimmung der Gebrauchseigenschaften (diverse Prüfungen, siehe Fragen 5.2 / 5.3)

DIN EN 60311 Elektrische Bügeleisen für Haushalt und ähnliche Zwecke – Verfahren zur Messung der Gebrauchseigenschaften; Abschnitt 14 Gesamtdampfdauer bei hartem Wasser

Anhang V. Lebensdauerbezogene Spezifikationen von Bauteile von Geräten in Normen und Art der Messung

Innere Leitungen (DIN EN 60335-1) "Der bewegliche Teil wird mit 30 Biegungen je Minute vorwärts und rückwärts bewegt, so dass der Leiter um den größten, durch die Konstruktion möglichen Winkel gebogen wird. Die Anzahl der Biegungen beträgt:

- 10 000 für Leiter, die im sachgemäßen Gebrauch gebogen werden
- 100 für Leiter, die während der Benutzer-Wartung gebogen werden.“

(In den gerätespezifischen Teilen gibt es teilweise Abänderungen bzgl. der Anzahl der Biegungen.)

Komponenten (DIN EN 60335-1) Norm für Schalter ist IEC 61058-1. Anzahl der Betriebsspiele muss mindestens 10 000 betragen

Regel- und Steuereinrichtungen (IEC 60730-1) Anzahl der mindestens erforderlichen Betriebsspiele für z.B. Temperaturregler: 10000, Betriebstemperaturbegrenzer 1000 (in den gerätespezifischen Teilen gibt es teilweise Abänderungen bzgl. der Anzahl der Betriebsspiele)

Netzanschlussleitung (DIN EN 60335-1) (in den gerätespezifischen Teilen gibt es teilweise Abänderungen bzgl. der Anzahl der Betriebsspiele)

Motor (DIN EN 60335-1) Alterungsprüfung für Motor (in den gerätespezifischen Teilen gibt es teilweise Abänderungen)

Elektroschläuche (DIN EN 60335-2-2) Es wird geprüft, ob die Schläuche quetschfest, biegefest, gegen Verdrehung beständig und kältebeständig sind

Motoren (60335-2-2) Alterungsprüfung

Schalter (DIN EN 60335-2-3) Schalter, die die Dampf- oder Wasserabgabe regeln werden 50000 Betriebsspielen unterzogen.

Deckel- und Türverriegelungen (DIN EN 60335-2-4) Deckel und Tür werden 6000 aus Öffnen und Schließen bestehenden Betriebsspielen unterzogen (Öffnungswinkel, Öffnungsgeschwindigkeit und Kraft sind definiert)

Festigkeit von Deckel und Tür (DIN EN 60335-2-4) Prüfung mit Gummihalbkuugel (Durchmesser 70 mm; definierte Härte, befestigt an einem Zylinder mit Masse 20 kg); wird aus 1 m Höhe auf die Mitte des Deckels und der Tür fallen gelassen, 3 mal wiederholt.

Altersprüfung für elastomere Teile (DIN EN 60335-2-5) Prüfung durch Ermitteln der Härte und der Masse vor und nach dem Eintauchen in Reinigungs- und Klarspülmittel bei erhöhter Temperatur

Festigkeit der Glastür und Glaskeramik-Kochfläche und weitere Komponenten (DIN EN 60335-2-6) 3 Schläge auf die Mitte der Frontscheibe bei geschlossener Tür; Glas darf nicht brechen. Drei Schläge auf Oberfläche der Kochfläche. Einschubelemente werden mit dem 220fachen Volumen des nutzbaren Backofenraums belastet. Temperaturmessfühler darf nicht beschädigt sein, wenn er in der Tür eingeklemmt wurde (wird für 5 s mit 90 N eingeklemmt)

Prüfung der Tür bei Backöfen mit pyrolytischer Selbstreinigung (DIN EN 60335-2-6) Öffnen und Schließen der Tür darf nicht das Verriegelungssystem beeinträchtigen oder die Türdichtung beschädigen. Tür wird mit Kraft von 90 N geschlossen (5000 mal)

Deckel- und Türverriegelungen (DIN EN 60335-2-7) Deckel oder Tür werden 10000 (13000 bei Geräten mit Trocknungsfunktion) aus Öffnen und Schließen bestehenden Betriebsspielen unterzogen (Öffnungswinkel, Öffnungsgeschwindigkeit und Kraft sind definiert)

Festigkeit von Deckel und Tür (DIN EN 60335-2-7) Prüfung wie in DIN EN 60335-2-4; zusätzlich muss Deckel ausreichend Festigkeit gegen Verformung aufweisen

Altersprüfung für elastomere Teile (DIN EN 60335-2-7) Prüfung durch Ermitteln der Härte und der Masse vor und nach dem Eintauchen in eine Waschmittellösung bei erhöhter Temperatur

Mechanische Festigkeit (DIN EN 60335-2-8) Schläge mit einer Schlagenergie von 0,5 J werden gegen solche Teile geführt, die auf den Fußboden auftreffen können, falls das Gerät fallen gelassen wird. Drei Schläge werden auch auf andere Teile ausgeführt, Schlagenergie 0,35 J; Scherköpfe sind ausgenommen.

Spezielle Anforderungen an die mechanische Festigkeit von Geräten zur Verwendung im Freien (DIN EN 60335-2-9) Prüfung wie in Teil 1 aber Erhöhung der Schlagenergie

Anforderungen an Glaskeramik (DIN EN 60225-2-9) gefülltes Gefäß (Gesamtmasse 1,8 kg) wird aus Höhe von 150 mm 10 mal flach auf die Kochzone fallen gelassen. Danach wird eine definierte Menge Wasser über die Kochplatte gegossen. Die Kochplatte darf nicht gebrochen sein und das Gerät muss die Prüfung der Spannungsfestigkeit bestehen.

Alterungsprüfung von Motoren (DIN EN 60335-2 Teil 9 / 10/ 14 / 15) unterschiedliche Anforderungen als in Teil 1)

Festigkeit der Glaskeramik (DIN EN 60335-2-12) Abschnitt 21.101

Mechanische Festigkeit handgehaltener Geräte (DIN EN 60335-2-14) Das Gerät wird auf eine waagerechte Oberfläche 700 mm über einem starr abgestütztem Holzbrett gelegt und betrieben. Es wird frei fallengelassen. Prüfung wird dreimal mit je einem neuen Gerät durchgeführt. (Es darf danach keine elektrische Gefahr (Zugang zu aktiven Teilen) gegeben sein)

Aufbau, spezielle Anforderung für Espresso-Kaffeebereiter (DIN EN 60335-2-15)

Abschnitt 22.7, Gerät wird für 5 min dem doppelten Maximaldruck ausgesetzt, gerät darf nicht brechen oder undicht werden und muss für den weiteren Gebrauch geeignet sein

Anschlusskontakte von schnurlosen Wasserkesseln DIN EN (60335-2-1) Wasserkessel wird auf Abstellvorrichtung gestellt und 10 000 mal abgenommen (unter Strom) (Geschwindigkeit: 10 mal pro Minute) und weitere 10 000 mal ohne dass Strom fließt. Nach der Prüfung muss der Wasserkessel für den weiteren gebrauch geeignet sein.

Schlagbeständigkeit DIN EN 60312-1 (Abschnitt 6.5) Prüfung des abnehmbaren Reinigungskopfes (Trommelprüfung); keine direkte Anforderung definiert aber es wird empfohlen die Prüfung nach max. 500 Umläufen der Trommel abubrechen

Verformung von Schläuchen und Verbindungsrohren DIN EN 60312-1 (6.6), Prüfeinrichtung: Schraubenspindel zum Aufbringen einer Kraft (700 N) auf den Prüfgegenstand. Keine Anforderung aber prozentuale Änderung des Außendurchmessers wird angegeben

Stoßprüfung DIN EN 60312-1 (6.7), Überfahren von Schwellen und Stoßen gegen Türpfosten wird simuliert. Definierte Türschwelle und definierter Türpfosten. Staubsauger wird mit definierter Geschwindigkeit über die Türschwelle/gegen den Türpfosten gezogen. Prüfzyklus besteht aus 22 Vorwärtsläufen (10 mal Überfahren Türschwelle – 1 mal Anstoßen Pfosten – 10 mal Überfahren Türschwelle – 1 mal Anstoßen Pfosten).

Keine Anforderung aber Empfehlung, die Prüfung nach 500 Zyklen abubrechen

Wiederholtes Biegen des Schlauches DIN EN 60312-1 (6.9), definierte Prüfeinrichtung (Schwenkarm mit Befestigungsmittel für das Anschlussstück des Schlauches; der Schwenkarm wird mit Hilfe eines Antriebs gehoben und gesenkt, Gewicht von 2,5 kg am Ende des Schlauches angebracht) 40000 Schwenkungen empfohlen

Lebensdauerprüfung DIN EN 60312-1 (6.10) Die Fähigkeit des Staubsaugers soll bestimmt werden seine Luftleistung mit teilweise gefülltem Staubbehälter beizubehalten. Mit gefülltem Staubbehälter wird der Staubsauger periodisch 14 min und 30 s eingeschaltet und 30 s ausgeschaltet. Luftdaten werden nach je 50+/- 5 h Betriebszeit gemessen. Prüfung bis zu einer empfohlenen Gesamtzeit von 500 h.

Gesamtdampfdauer bei hartem Wasser DIN EN 60311 (Abschnitt 14), Verkalkungsprüfung, Prüfung wird mit hartem Wasser durchgeführt . Die Dampffunktion wird solange betrieben (unter definierten Bedingungen), bis bestimmte Messwerte unterschritten werden (Dampfdosis). Bei Boiler-Dampfbügeleisen wird die Prüfung fortgesetzt, bis die Dampfdosis auf 5 g/min abgefallen ist oder 500 l Wasser verdampft wurden. (In der Anmerkung ist angegeben, dass 500 l einer normalen Nutzung von 5 Jahren entspricht.)

