

Abschlussbericht

SEEK

Untersuchung von Maßnahmen zur Erhöhung der Sammelquote von Elektro- und Elektronik-Altgeräten auf Wertstoffhöfen sowie der Sammelmengen alternativer Entsorgungswege in Baden-Württemberg

von

Johannes Schuler, Pia Niessen, Denis Stijepic, Regine Frank,
Luis Tercero, Carsten Gandenberger

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI

Förderkennzeichen: L75 19003

Laufzeit: 01.09.2019 - 31.12.2021

Die Arbeiten des Baden-Württemberg-Programms Lebensgrundlage Umwelt und ihre Sicherung (BWPLUS) werden mit Mitteln des Landes Baden-Württemberg gefördert

August 2023



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

Impressum

SEEK – Untersuchung von Maßnahmen zur Erhöhung der Sammelquote von Elektro- und Elektronik-Altgeräten auf Wertstoffhöfen sowie der Sammelmengen alternativer Entsorgungswege in Baden-Württemberg

Projektleitung

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI

Breslauer Straße 48, 76139 Karlsruhe

Dr. Denis Stijepic, denis.stijepic@isi.fraunhofer.de (vormals: Dr. Johannes Schuler)

Verantwortlich für den Inhalt des Textes

Dr. Johannes Schuler; Dr. Pia Niessen, pia.niessen@isi.fraunhofer.de; Dr. Denis Stijepic, denis.stijepic@isi.fraunhofer.de; Regine Frank; Dr. Luis Tercero, luis.alberto.tercero.espinoza@isi.fraunhofer.de; Dr. Carsten Gandenberger

Verfasst im Auftrag von

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

Kernerplatz 9, 70182 Stuttgart

Bildnachweis

Deckblatt: dokumol - Pixaby

Zitierempfehlung

Schuler, Johannes; Stijepic, Denis; Niessen, Pia; Frank, Regine; Tercero, Luis; Gandenberger, Carsten (2022): SEEK – Untersuchung von Maßnahmen zur Erhöhung der Sammelquote von Elektro- und Elektronik-Altgeräten auf Wertstoffhöfen sowie der Sammelmengen alternativer Entsorgungswege in Baden-Württemberg. Karlsruhe: Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI

Veröffentlicht

August 2022

Hinweise

Dieser Bericht einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Die Informationen wurden nach bestem Wissen und Gewissen unter Beachtung der Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis zusammengestellt. Die Autorinnen und Autoren gehen davon aus, dass die Angaben in diesem Bericht korrekt, vollständig und aktuell sind, übernehmen jedoch für etwaige Fehler, ausdrücklich oder implizit, keine Gewähr. Die Darstellungen in diesem Dokument spiegeln nicht notwendigerweise die Meinung des Auftraggebers wider.

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung und Zusammenfassung des Projekts	5
1.1	Zusammenfassung.....	5
1.2	Zielsetzung.....	5
2	Wissenschaftliche Ergebnisse der Arbeitspakete (AP)	7
2.1	AP 1: Status-Quo Analyse	7
2.1.1	Der regionale Kontext der Wertstoffhöfe.....	7
2.1.2	Untersuchung bisheriger Sammelmengen.....	14
2.2	AP 2: Sichtung und Bewertung weiterer Quellen.....	17
2.2.1	Status Quo der EAG-Sammlung in Deutschland und Baden-Württemberg	17
2.2.2	Lösungsansätze zur Erhöhung der Sammelquote – Erkenntnisse aus internationalen Forschungsprojekten	18
2.2.3	Übertragbarkeit der Ergebnisse auf Baden-Württemberg	22
2.3	AP 3.1: Begleitende Evaluation des Zollernalbkreises	24
2.3.1	Beschreibung des Zollernalbkreis.....	24
2.3.2	Fragestellung, Datenlage, Methodik	25
2.3.3	Deskriptive Ergebnisse	29
2.3.4	Effekte der Gesamt-Kampagne in 2018 / 2019	32
2.3.5	Effekt der Power-Tage in 2018 / 2019	38
2.3.6	Abschließende Bewertung	43
2.4	AP 3.2: Evaluation des Landkreises Karlsruhe	45
2.4.1	Beschreibung des Landkreises Karlsruhe.....	45
2.4.2	Fragestellung, Datenlage, Methodik	46
2.4.3	Deskriptive Ergebnisse	51
2.4.4	Effekt der Maßnahmen.....	55
2.4.5	Abschließende Bewertung	66
2.5	AP 4: Übertragbarkeitspotenzial	68
2.5.1	Praxisimplikationen und Effektivität der Maßnahmen	68
2.5.2	Generalisierbarkeit der Effekte (Übertragbarkeit auf andere Standorte).....	70
2.5.3	Effektivität und Generalisierbarkeit: Literatureinordnung	72
2.5.4	Abschließende Bewertung: Effektive und übertragbare Maßnahmen	73
2.6	AP 5: Stoffströme und alternative Entsorgungswege großer EAG	74
2.6.1	Einführung	74
2.6.2	Überblick über Akteure und alternative Entsorgungswege	76
2.6.3	Methodik der Erhebung.....	77
2.6.4	Ergebnisse zu Mengen, Treibern und Hemmnissen der Entsorgungswege.....	78
2.6.5	Weitere Entsorgungswege.....	85
2.6.6	Schlussfolgerungen.....	87

3	Zusammenfassende Betrachtung: Maßnahmen, Wirkungen, Empfehlungen	90
4	Abbildungsverzeichnis	92
5	Tabellenverzeichnis	94
6	Literaturverzeichnis	95
A.1	Anhang	102
A.1.1	Anhang A zu AP 3	102
A.1.2	Anhang B zu AP 5	104
A.1.2.1	Fragebögen für die Interviewgruppe 1	104
A.1.2.2	Fragebögen für Interviewgruppe 2	109
A.1.2.3	Fragebögen für Interviewgruppe 3	111

Abkürzungsverzeichnis

AP	Arbeitspaket
DBU	Deutsche Bundesstiftung Umwelt
EAG	Elektro- und Elektronik-Altgeräte
EAR	Elektro-Altgeräte Register
ElektroG	Elektro- und Elektronikgerätegesetz
EW	Einwohner
gEAG	große Elektroaltgeräte
LK	Landkreis
LK KA	Landkreis Karlsruhe
LOESS	locally estimated scatterplot smoothing
örE	öffentlich-rechtliche Entsorger
Prä	Zeitraum vor der Durchführung von Maßnahmen
Post	Zeitraum nach Beginn der Maßnahmen
UBA	Umweltbundesamt
WSH	Wertstoffhöfe
ZAK	Zollernalbkreis

1 Einführung und Zusammenfassung des Projekts

1.1 Zusammenfassung

Das vorgestellte Projekt dient zum einen dazu, die wissenschaftliche Begleitung von zwei Modellprojekten auf Wertstoffhöfen vorzunehmen und die Ergebnisse einzuordnen. Hieraus sollen wissenschaftlich fundierte Aussagen darüber getroffen werden, wie effektiv die durchgeführten Maßnahmen in den Modellprojekten sind, um die Sammelquote von Elektro- und Elektronik-Altgeräten [EAG] zu erhöhen. Basierend auf den Erkenntnissen aus diesen Modellprojekten, aber auch basierend auf wissenschaftlichen Erkenntnissen aus der Forschungsliteratur sollen praktikable und verallgemeinerbare Handlungsempfehlungen für öffentlich-rechtliche Entsorger [örE] in Baden-Württemberg gegeben werden. Darüber hinaus sollen alternative Entsorgungswege großer EAG untersucht werden, um Sammelmengen dieser alternativen Wege besser abschätzen zu können. Ziel des Projekts ist es, durch die Untersuchung von Maßnahmenpaketen auf Wertstoffhöfen und die Analyse alternativer Entsorgungswege Handlungsoptionen zur Erhöhung der Sammelquote von EAG aufzuzeigen.

1.2 Zielsetzung

Bisher entsorgen noch zu wenige Menschen in Europa ihre Elektro-Altgeräte [EAG] über Wertstoffhöfe, den Hersteller oder Vertreiber, um diese einem fachgerechten Recycling zuzuführen. Dieses ungenutzte Potenzial im EAG-Bereich rief auch die Europäische Kommission auf den Plan, die für das Jahr 2019 eine Mindestsammelquote von 65 % vorschreibt. Die Initiative aus Brüssel erhöht auch in Deutschland den Druck, weitere Maßnahmen zur Erhöhung der Sammelquote zu ergreifen. Die bisher erreichten Sammelquoten von ca. 39 % - 45 % (2017) werden dann nicht mehr ausreichen (EUWID 2018b, S. 6).

In diesem Projekt soll nach effektiven Maßnahmen gesucht werden, die zu einer Erhöhung der Erfassungsmengen von EAG auf Wertstoffhöfen beitragen. Hierzu werden die Maßnahmen von zwei Modellprojekten evaluiert, die das Ziel hatten, die Sammelquote im entsprechenden Landkreis zu erhöhen. Die beiden Modellprojekte gestalten sich wie folgt:

- *Zollernalbkreis [Abfallwirtschaftsamt]*
Im Zollernalbkreis wurde eine große Öffentlichkeits-Kampagne gestartet und zwischen März und Oktober 2018 durchgeführt. Während der Kampagnendauer wurde auf vielfältige Maßnahmen zurückgegriffen, um die Aufmerksamkeit und Kompetenz der Bürger für die sachgerechte Entsorgung von Elektronik- und Elektroaltgeräten (EAG) zu steigern. Die gesteigerte Kompetenz und die gesteigerte Motivation zur sachgerechten Entsorgung von EAG soll sich positiv auf die Erfassungsmenge und letztendlich Sammelquote auswirken.
- *Landkreis Karlsruhe [Abfallwirtschaftsbetrieb des LK Karlsruhe]*
Im Landkreis Karlsruhe werden pilotweise verschiedene Maßnahmen an unterschiedlichen Wertstoffhöfen umgesetzt. Die Maßnahmen des Projekts zielen zum einen darauf ab, die Abgabe von EAG insgesamt einfacher und angenehmer zu machen (Gitterboxen zur einfacheren Zuordnung der EAG, Verbesserung der Servicequalität vor Ort, Anreizsystem auf Wertstoffhöfen für Kinder). Zum anderen sollen durch alternative Wege zur Sammlung von EAG neue Abgabemöglichkeiten geschaffen werden. Mithilfe von Vorerfassungsboxen oder -tüten für kleine EAG sollen diese zuhause vorgesammelt werden. Durch die Einführung eines Bringsystems für große EAG an einem Wertstoffhof entsteht die Möglichkeit, auch bei kurzfristiger Entsorgung der Geräte eine sachgerechte Entsorgung zu ermöglichen.

In einem weiteren Ansatz sollen alternative Entsorgungswege untersucht werden, um zu einem besseren Verständnis dieser beizutragen. Aus den Erkenntnissen sollen entsprechende politische Handlungsoptionen abgeleitet werden können.

2 Wissenschaftliche Ergebnisse der Arbeitspakete (AP)

2.1 AP 1: Status-Quo Analyse

Ziel von AP 1 ist es, die im Projekt SEEK betrachteten Wertstoffhöfe im Landkreis Karlsruhe näher vorzustellen. Um im weiteren Projektverlauf die Wirksamkeit der geplanten Interventionen zur Erhöhung der Sammelquote bei Elektroaltgeräten (EAG) vergleichend beurteilen zu können, müssen die unterschiedlichen Voraussetzungen der Wertstoffhöfe berücksichtigt werden. Hierzu wird im ersten Unterkapitel der regionale Kontext der Wertstoffhöfe vorgestellt, wie z. B. Fläche, Bevölkerungszahl und -struktur, PKW-Bestand der jeweiligen Orte sowie die Öffnungszeiten der Wertstoffhöfe. Die Lage und räumliche Erreichbarkeit der Wertstoffhöfe wird jeweils in Unterkapiteln näher ausgeführt.

Im zweiten Unterkapitel werden die Sammelmengen für die verschiedenen Abfallkategorien und Wertstoffhöfe berichtet.

2.1.1 Der regionale Kontext der Wertstoffhöfe

Die im Rahmen des Projekts SEEK betrachteten Wertstoffhöfe (WSH) liegen im Landkreis Karlsruhe in Zaisenhausen, Kürnbach, Linkenheim-Hochstetten, Hambrücken und Untergrombach (Abbildung 1).

Abbildung 1: Lage der teilnehmenden Wertstoffhöfe im Landkreis Karlsruhe



Quelle: Google Maps, 2020

In Tabelle 1 werden Fläche, Bevölkerungszahl und -dichte der teilnehmenden Gemeinden dargestellt. Hierbei wird deutlich, dass sich die SEEK-Wertstoffhöfe in kleineren Gemeinden befinden. Die Gemeinden unterscheiden sich jedoch in Hinblick auf ihre Bevölkerungsdichte recht deutlich: Untergrombach weist mit 639 EW/km² die höchste Bevölkerungsdichte auf, Kürnbach hat dagegen eine Bevölkerungsdichte von nur 184 EW/km².

Tabelle 1: Fläche, Bevölkerungszahl und Bevölkerungsdichte der teilnehmenden Gemeinden

	Fläche (ha)	Anzahl Bewohner	Bevölkerungsdichte (EW/qkm)
Zaisenhausen (Kreis Karlsruhe)	1.010	1.753	174
Bruchsal Stadt (Untergrombach)	960	6.139	639
Linkenheim-Hochstetten (Kreis Karlsruhe)	2.360	11.796	500
Hambrücken (Kreis Karlsruhe)	1.098	5.527	504
Kürnbach (Kreis Karlsruhe)	1.266	2.335	184

Quelle: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg 2018b

Tabelle 2 zeigt die Bevölkerungsstruktur der Gemeinden.

Tabelle 2: Bevölkerungsstruktur, Anteile je Altersklasse in Prozent

Alter	<15	15-18	18-25	25-40	40-65	Ab 65
Zaisenhausen	14,1	2,5	7	21	36	19
Bruchsal Stadt (Untergrombach)	13,9	2,9	7,6	20,1	35,8	19,6
Linkenheim-Hochstetten	13,8	2,8	7,6	16,8	37,4	21,6
Hambrücken	13,6	3,2	8	18	39,2	18,3
Kürnbach	14,0	2,7	8	16	37	23

Quelle: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg 2018a

Da im ländlichen Raum häufig ein PKW benötigt wird, um Elektroaltgeräte beim Wertstoffhof zu entsorgen, wird in Tabelle 3 der Fahrzeugbestand in absoluten Zahlen und in der Relation zur Bevölkerung in den jeweiligen Gemeinden berichtet (PKW-Anteil in Prozent). Außerdem wurde recherchiert, ob in der Nähe der Gemeinden ein Elektrofachgeschäft vorhanden ist, da Elektrofachgeschäfte als alternative Entsorgungsmöglichkeit für Elektroaltgeräte dienen können.

In Tabelle 4 werden zusätzlich noch die Öffnungszeiten der betrachteten Wertstoffhöfe genannt.

Tabelle 3: Fahrzeugbestand und Elektrofachgeschäfte

	Kraftfahrzeugbestand (2018)	PKW-Anteil 2018 (in %)	Elektrofachgeschäfte
Zaisenhausen	1.601	73	-
Bruchsal Stadt (Untergrombach)	31.489	84	Groß Elektrotechnik
Linkenheim-Hochstetten	8.232	86	-

	Kraftfahrzeugbestand (2018)	PKW-Anteil 2018 (in %)	Elektrofachgeschäfte
Hambrücken	4.295	82	-
Kürnbach	1.972	78	Euronics (Oberderdingen)

Quelle: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg 2018c

Tabelle 4: Öffnungszeiten der Wertstoffhöfe

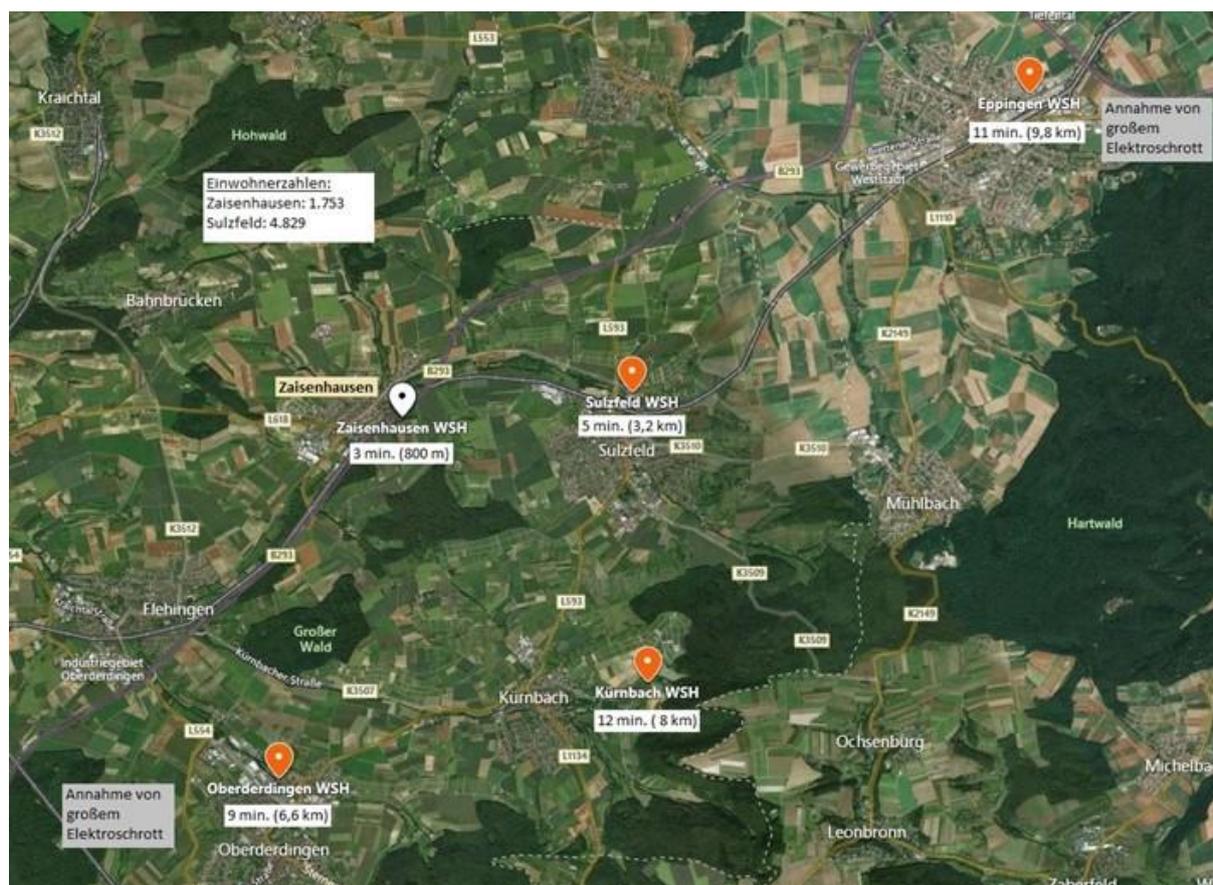
S = Sommer, W = Winter

	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag
Zaisenhausen (S)	-	-	16-18 Uhr	-	15-18 Uhr	10-15 Uhr
Zaisenhausen (W)	-	-	15-17 Uhr	-	14-17 Uhr	10-15 Uhr
Untergrombach (S)	-	15-18 Uhr	-	-	15-18 Uhr	10-17 Uhr
Untergrombach (W)	-	14-17 Uhr	-	-	14-17 Uhr	10-17 Uhr
Linkenheim-Hochstetten	-	-	16-18 Uhr (neu)	-	13-17 Uhr	9-17 Uhr
Hambrücken (S)	-	-	14-18 Uhr	-	-	10-16 Uhr
Hambrücken (W)	-	-	13-17 Uhr	-	-	10-16 Uhr
Kürnbach (S)	-	16-18 Uhr	-	-	15-17 Uhr	10-16 Uhr
Kürnbach (W)	-	15-17 Uhr	-	-	14-16 Uhr	10-16 Uhr

Quelle: Eigene Darstellung

Zaisenhausen

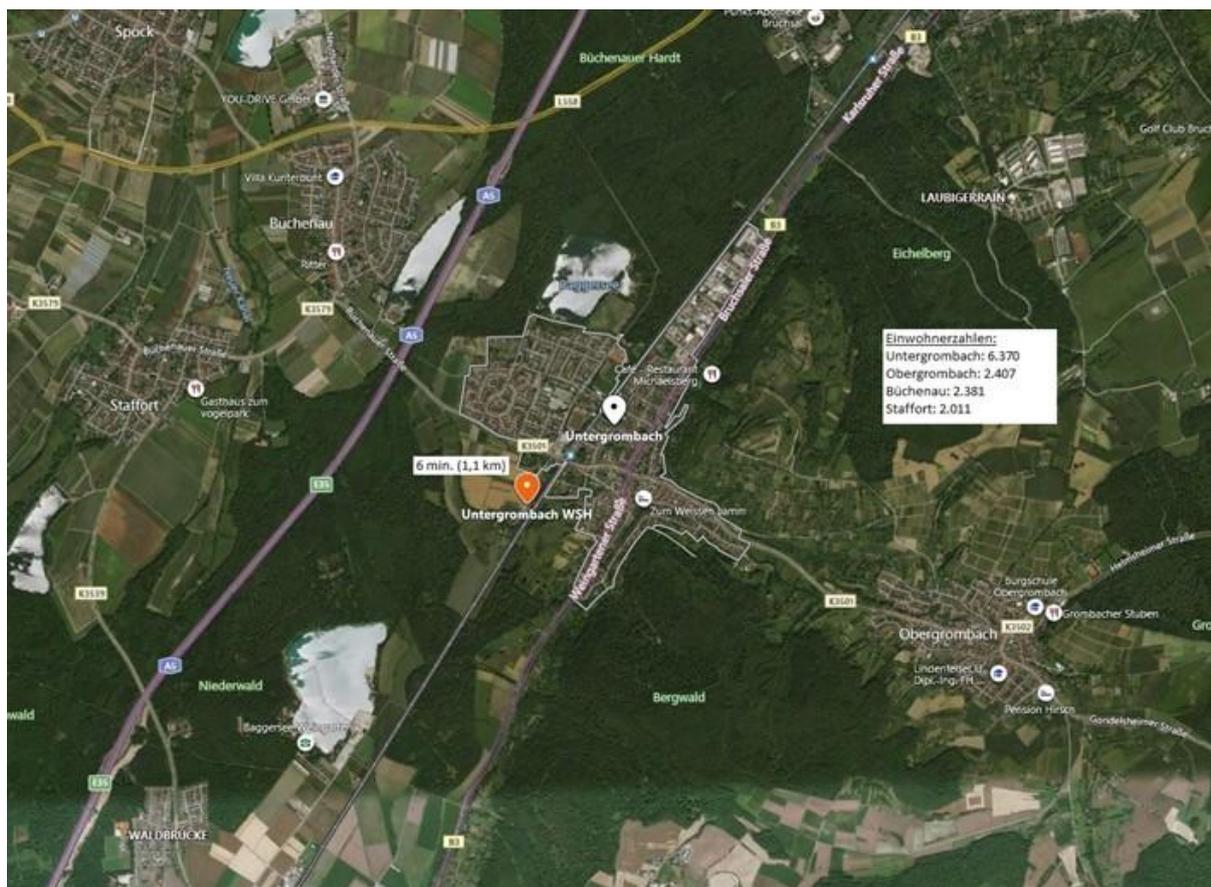
Zaisenhausen umfasst eine Fläche von 1.010 ha und hat eine Einwohnerzahl von circa 1.753 Einwohnern, wobei der größte Anteil der Bevölkerung (36 %) zwischen 40 und 65 Jahren alt ist. 73 % der Bevölkerung besitzen einen PKW. Der Wertstoffhof in Zaisenhausen liegt beim Ortsfriedhof am Rand der Gemeinde, etwa drei Fahrminuten (800 m) vom Zentrum entfernt und ist über die B 293 zu erreichen (siehe Abbildung 2). Ein Elektrofachgeschäft als alternative Entsorgungsmöglichkeit für Elektroaltgeräte ist in der Nähe nicht vorhanden. Der nächstgelegene Wertstoffhof für die Bewohner von Zaisenhausen befindet sich in Sulzfeld, circa fünf Fahrminuten entfernt. Dieser hat an mehr Tagen geöffnet als der Wertstoffhof in Zaisenhausen und wäre deswegen für die Bürger eine Alternative. Weiterhin gibt es noch Wertstoffhöfe in anderen Gemeinden, welche jedoch im Schnitt zehn Minuten entfernt liegen und deswegen vernachlässigbar sind.

Abbildung 2: Entsorgungsmöglichkeiten für EAG in und um Zaisenhausen und Kürnbach

Quelle: Google Maps, 2020

Untergrombach

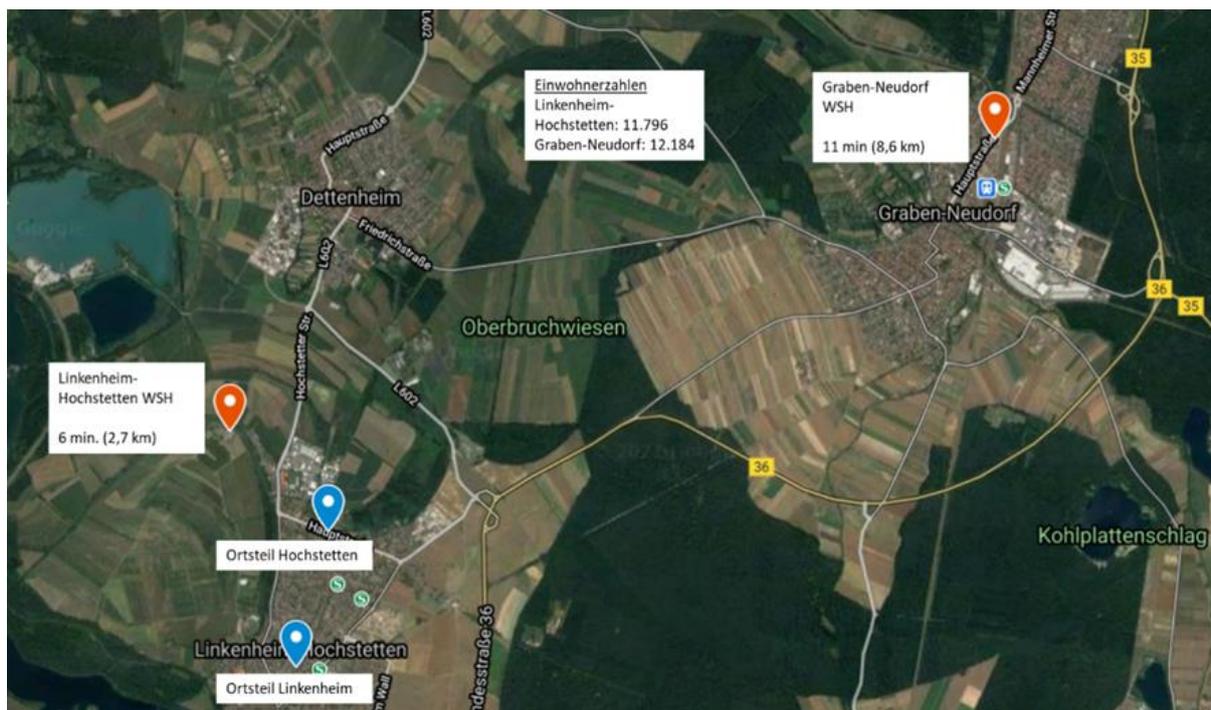
Untergrombach ist ein Stadtteil der Stadt Bruchsal mit ca. 6.139 Einwohnern (Stand 2018) und besitzt ein Elektrofachgeschäft (Elektro Gross). Der Kombihof in Untergrombach liegt am Rötzenweg, circa fünf Minuten entfernt vom Ortszentrum in Richtung Karlsruhe (siehe Abbildung 3). Der nächstgelegene Wertstoffhof liegt 15 Minuten Fahrzeit entfernt in Bruchsal. Im "Einzugsgebiet" des WSH Untergrombach liegen auch die umliegenden Siedlungen Büchenau (Einwohner: 2.381), Staffort (Einwohner: 2.011) und Obergrombach (Einwohner: 2.407).

Abbildung 3: Entsorgungsmöglichkeiten für EAG in und um Untergrombach

Quelle: Google Maps, 2020

Linkenheim-Hochstetten

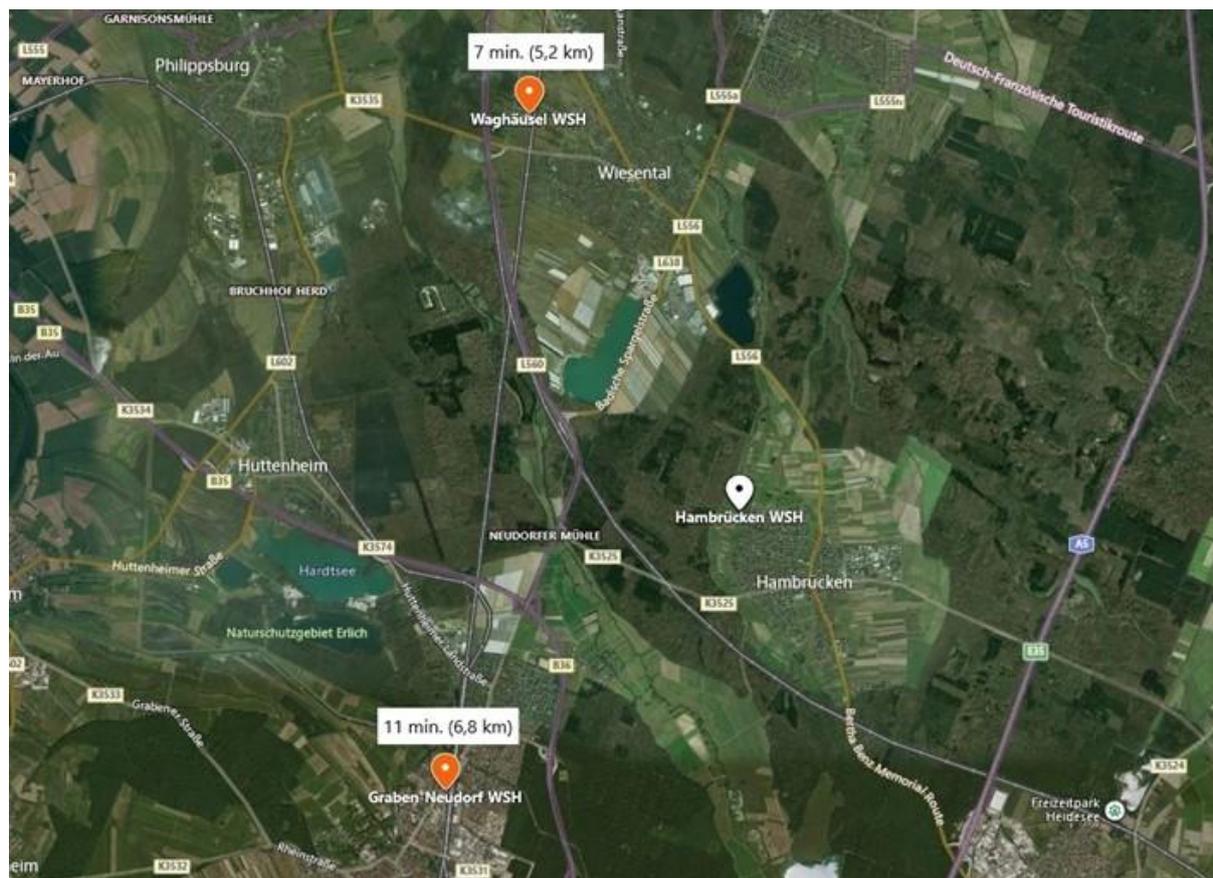
Linkenheim-Hochstetten umfasst eine Fläche von 2.360 ha und hat circa 11.796 Einwohner mit einem PKW-Anteil von 86 %. Es gibt keine Elektrofachgeschäfte, die sich in kurzer Fahrdistanz befinden und nach Auskunft des dortigen Wertstoffhofs auch keine sonstigen Möglichkeiten zur Abgabe von EAG. Der Wertstoffhof (Recyclinghof der Gemeinde Linkenheim-Hochstetten) liegt 2,7 km von Linkenheim-Hochstetten entfernt in der Nähe der Kläranlage im Ortsteil Linkenheim. Im Rahmen des Praxisprojekts ist dort nun auch neben Elektrokleingeräten eine Abgabe von Elektro-Großgeräten möglich. Der nächstgelegene Wertstoffhof befindet sich in Graben-Neudorf, 8,6 km entfernt (siehe Abbildung 4). Graben-Neudorf hat circa 12.184 Einwohner.

Abbildung 4: Entsorgungsmöglichkeiten für EAG in und um Linkenheim-Hochstetten

Quelle: Google Maps, 2020

Hambrücken

Hambrücken hat circa 5.527 Einwohner auf einer Fläche von 1.098 ha. Der PKW-Anteil beträgt 82 %. Der Wertstoffhof liegt am Ortsrand am Vogelsang circa fünf Minuten entfernt vom Zentrum. Die nächstgelegenen Wertstoffhöfe liegen in Graben-Neudorf und Waghäusel (siehe Abbildung 5). Aufgrund der Entfernung zum Wertstoffhof in Graben-Neudorf und der ähnlichen Öffnungszeiten ist die Bedeutung dieser WSH für die Einwohner von Hambrücken vermutlich eher gering. In Waghäusel ist der Wertstoffhof jedoch täglich geöffnet und wäre damit auch für die Bewohner Hambrückens interessant.

Abbildung 5: Entsorgungsmöglichkeiten für EAG in und um Hambrücken

Quelle: Google Maps, 2020

Kürnbach

Kürnbach hat eine Einwohnerzahl von 2.335 auf einer Fläche von 1.266 ha. Der PKW-Anteil beträgt 78 %. In Oberderdingen befindet sich ein Elektrofachgeschäft (Euronics Weiß), welches Großgeräte bei einem Neukauf kostenlos zurücknimmt. Dieses liegt circa 3,4 km entfernt. Der Wertstoffhof in Kürnbach liegt außerhalb vom Ort in der Austraße circa drei Minuten entfernt vom Ortszentrum. Umliegende Wertstoffhöfe befinden sich in Oberderdingen (Einwohner: 6.193), Sulzfeld (Einwohner: 4.829) und Zaisenhausen und sind in sieben bis zehn Minuten zu erreichen (siehe Abbildung 6).

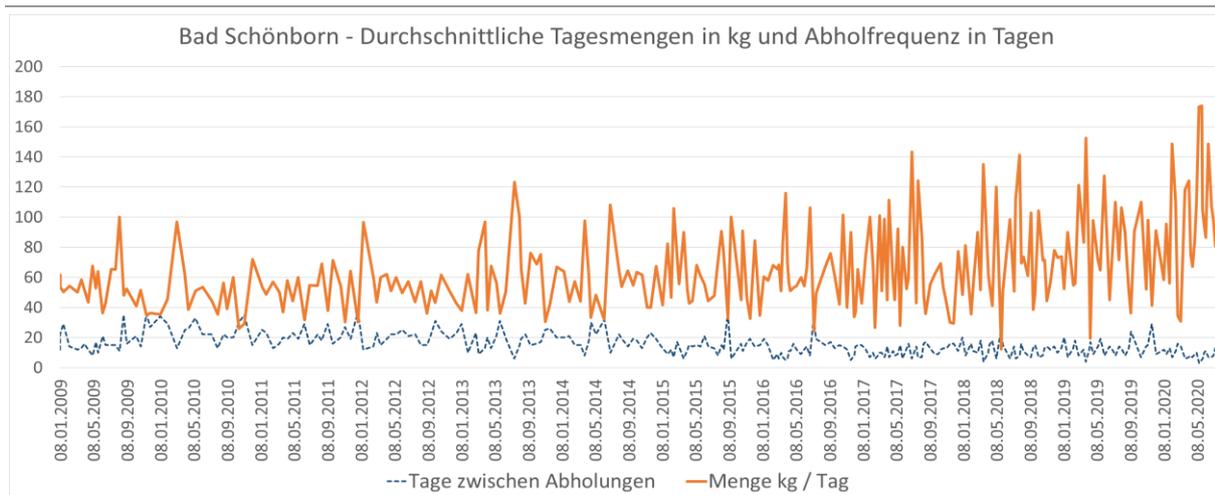
Abbildung 6: Entsorgungsmöglichkeiten für EAG in und um Kürnbach

Quelle: Google Maps, 2020

2.1.2 Untersuchung bisheriger Sammelmengen

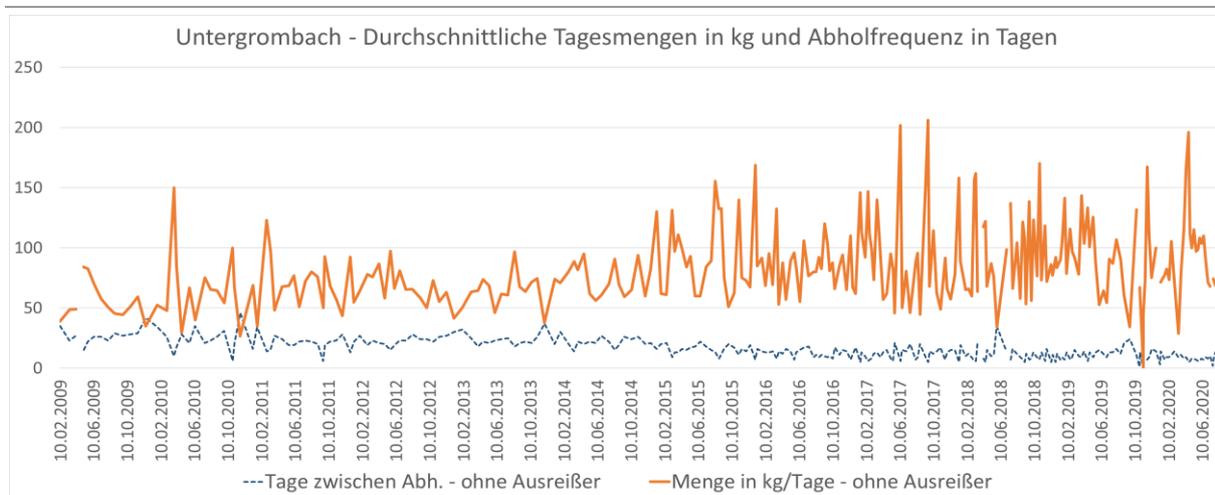
Zur Beschreibung des Status quo hinsichtlich der an den WSH abgegebenen Mengen an EAG wurde für jeden WSH die durchschnittliche Tagesmenge berechnet und graphisch dargestellt. Die Rohdaten hierfür wurden dem Projekt vom Landkreis Karlsruhe bereitgestellt. Für jeden WSH wird anhand der nachfolgenden Abbildungen die Entwicklung der durchschnittlichen Tagessammelmenge bei kleinen EAG (in kg) und der Abholfrequenz (in Tagen) dargestellt. Die Abholfrequenz errechnet sich aus der Anzahl der Tage, die zwischen zwei Abholungen bzw. Leerungen des Sammelbehälters vergehen. Sowohl die Tagesmenge in kg als auch die Abholfrequenz in Tagen werden auf der vertikalen Achse abgetragen. Der betrachtete Zeitraum erstreckt sich von Anfang 2009 bis Mitte 2020.

Abbildung 7: Durchschnittliche Tagesmengen und Abholfrequenz des WSH Bad Schönborn



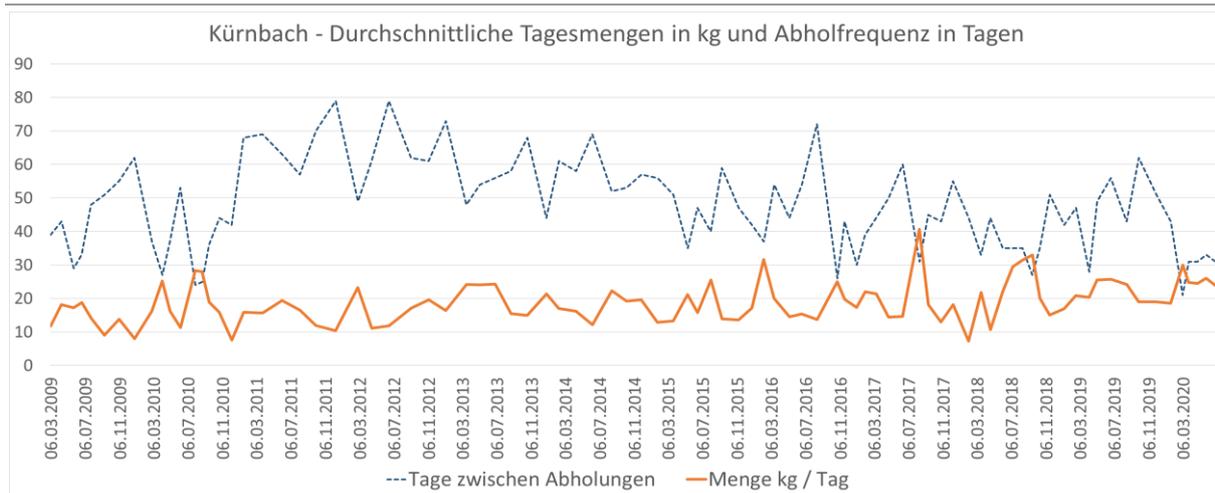
Quelle: Eigene Berechnungen, Carsten Gandenberger

Abbildung 8: Durchschnittliche Tagesmengen und Abholfrequenz des WSH Untergrombach

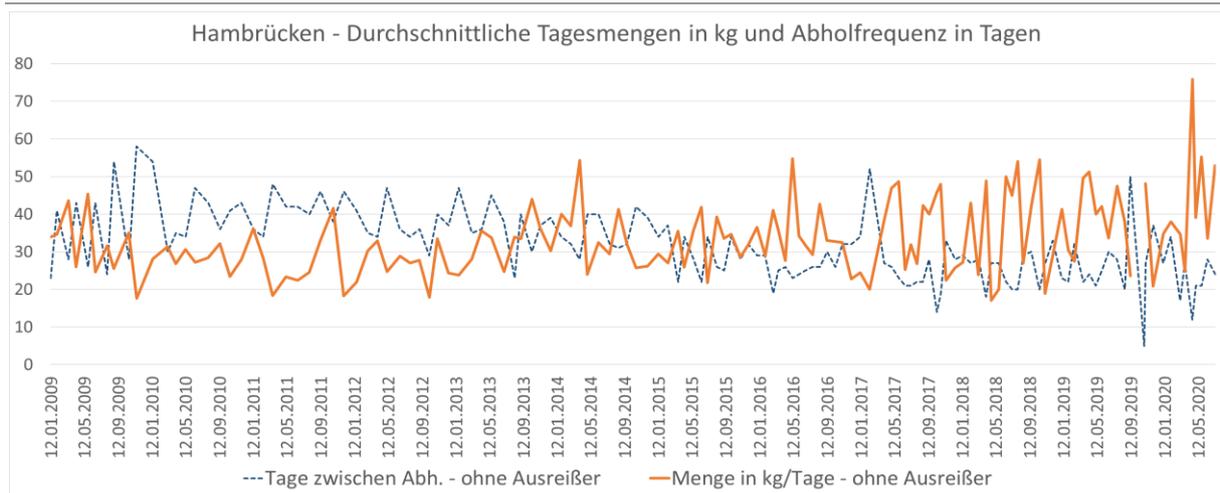


Quelle: Eigene Berechnungen, Carsten Gandenberger

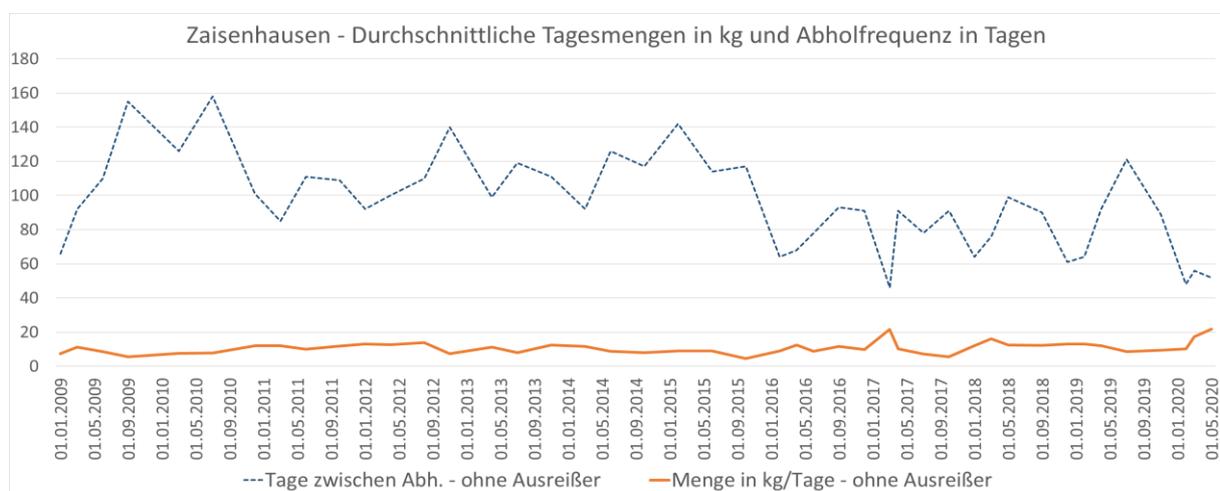
Abbildung 9: Durchschnittliche Tagesmengen und Abholfrequenz des WSH Kürnbach



Quelle: Eigene Berechnungen, Carsten Gandenberger

Abbildung 10: Durchschnittliche Tagesmengen und Abholfrequenz des WSH Hambrücken

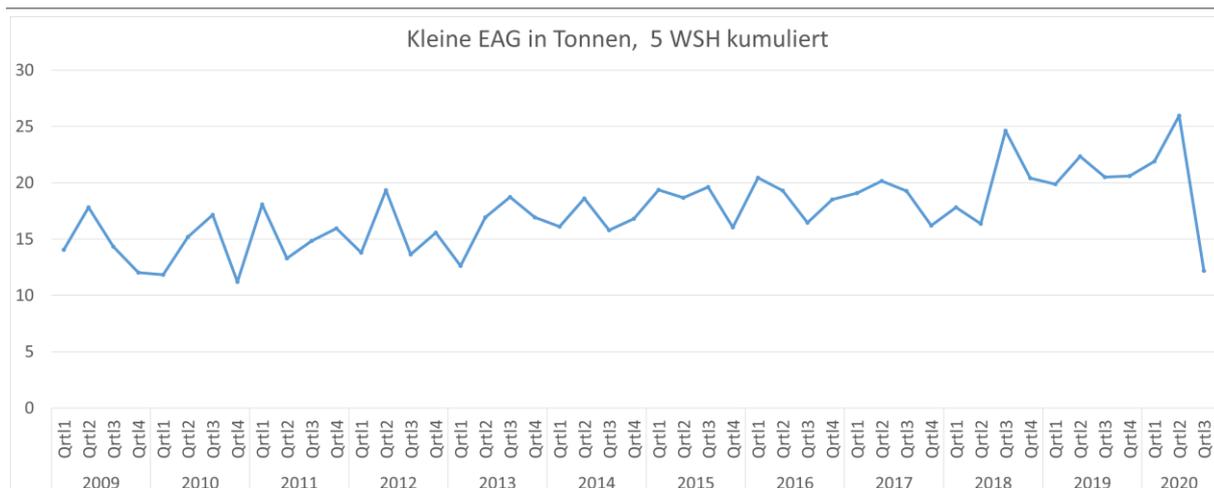
Quelle: Eigene Berechnungen, Carsten Gandenberger

Abbildung 11: Durchschnittliche Tagesmengen und Abholfrequenz des WSH Zaisenhausen

Quelle: Eigene Berechnungen, Carsten Gandenberger

Deutlich wird hierbei, dass die Sammelmengen sehr starken Schwankungen unterliegen. Zudem erschweren bei einigen WSH die zahlreichen Ausreißer eine Interpretation der Daten. Die Sammelmengen scheinen in der Tendenz bei den größeren WSH (Bad Schönborn und Untergrombach) zu steigen, während bei den kleineren WSH (Kürnbach, Zaisenhausen, Hambrücken) die Situation aufgrund der geringen Mengen und der hohen Varianz der Daten schwieriger zu beurteilen ist.

Um die Gesamtsituation besser einschätzen zu können wurde auch die kumulierte Entwicklung der Sammelmenge für alle fünf WSH betrachtet (siehe Abbildung 12). Trotz der weiterhin bestehenden Schwankungen zeichnet sich in der Tendenz eine deutliche Steigerung der Sammelmengen in den letzten Jahren ab.

Abbildung 12: Kumulierte Entwicklung der Sammelmenge für kleine EAG über alle fünf WSH kumuliert (in Tonnen)

Quelle: Eigene Berechnungen, Carsten Gandenberger

Die Analyse des Status quo zeigt, dass die Sammelmengen eine hohe Varianz aufweisen und starken saisonalen Schwankungen unterliegen. Zudem sind zahlreiche Ausreißer festzustellen. Die Ausgangslagen der Sammelmengen an den fünf Höfen stellen sich sehr unterschiedlich dar, was bei der Bewertung der geplanten Interventionen berücksichtigt werden sollte. Tendenziell sind die Schwankungen bei den größeren WSH etwas geringer als bei den kleineren WSH, aber auch hier können die Auswirkungen einer Intervention vermutlich nur dann zuverlässig bewertet werden, wenn mehrere Folgeperioden betrachtet werden.

2.2 AP 2: Sichtung und Bewertung weiterer Quellen

2.2.1 Status Quo der EAG-Sammlung in Deutschland und Baden-Württemberg

Gerade im Hinblick auf die steigenden Verkaufszahlen von Elektro- und Elektronikgeräten (EUWID 2020c), stellt die Erhöhung der Mindestsammelquote von 45 auf 65 % eine große Herausforderung für die deutsche Abfallwirtschaft und das gesamte System der EAG-Sammlung dar (EUWID 2018b, 2019e). Insgesamt bewerten die Deutsche Umwelthilfe sowie das Umweltbundesamt die vorhandenen Rücknahmesysteme für Elektro- bzw. Elektronikgeräte als mangelhaft und nicht verbraucherfreundlich gestaltet (EUWID 2017b; Umweltbundesamt 13.07.2020), was einer der gewichtigsten Faktoren für die geringe Sammelquoten ist. Während die Sammelquote für EAG in Deutschland noch deutlich gesteigert werden muss, zeigen aktuelle Zahlen des statistischen Bundesamtes aber auch, dass die Wiederverwendungs- und Recyclingquote der im Jahr 2018 gesammelten Geräte mit 85,6 % durchaus positiv dasteht (Statistisches Bundesamt 21.02.2020).

Ein Blick in andere europäische Länder zeigt eine große Varianz bei der Sammlung von EAG aber auch bei der Art der Zählung auf. Österreich lag im europäischen Spitzenfeld und erreichte im Jahr 2017 mit 62,5 % bereits beinahe die neue Mindestquote von 65 % (EUWID 2018a). Jedoch inkludierte die Berechnung im Jahr 2017 erstmalig Altgerätemengen aus der kommunalen Schrottsammlung. Diese zusätzlichen Mengen aus der kommunalen Alteisensammlung wurde auf Basis der europäischen Altgeräterichtlinie vorgenommen. Demnach ist es den Mitgliedstaaten erlaubt, zur Erfüllung der Mindestquoten verschiedene fundierte Quellen über Mengenströme heranzuziehen (EUWID 2018a). Das Beispiel zeigt, dass die Herangehensweise bei der Zählung von EAG die erreichten Sammelquoten in den Mitgliedsstaaten systematisch beeinflusst.

Aktuellen Angaben des Statistischen Bundesamts zufolge ist im Jahr 2018 die Sammelquote Deutschlands erneut unter 45 % auf 43,1 % gefallen (EUWID 2020c; Statistisches Bundesamt 21.02.2020). Zwar stieg die Gesamtmenge an zurückgeführten EAG gegenüber 2017 um knapp 2 % auf 853.000 Tonnen, jedoch stieg im gleichen Jahr die Menge an in Verkehr gebrachter Geräte um 15 % an (Umweltbundesamt 13.07.2020). Somit wird deutlich, dass der Handlungsdruck auch in Zukunft noch weiter steigen wird, um den Anteil an gesammelten EAG im Verhältnis zu verkauften Neugeräten zu steigern, da die Menge an verkauften Neugeräten voraussichtlich auch in Zukunft weiter ansteigen wird (EUWID 2020c). Während die Sammelquote mit über 75 % bei Haushaltskleingeräten bereits recht gut ist, ist die Sammellücke bei Haushaltsgroßgeräten und weißer Ware wie Waschmaschinen und Kühlschränken besonders groß (Umweltbundesamt 13.07.2020). Der Naturschutzbund Deutschland fordert aufgrund der aktuellen Zahlen, dass sich die Bundesregierung bei der Novelle des Elektroggesetzes auf Vermeidung und Wiederverwertung fokussieren sollte (EUWID 2020c). Eine mögliche Schlüsselrolle könnte der Handel spielen. So könnten möglicherweise auch Discounter zur Rücknahme von Elektroaltgeräten verpflichtet werden (EUWID 2020a).

Auf Seiten der Verwerter von Elektro- und Elektronikgeräten machen ein verstärkter Aufwand im Behandlungs- und Recyclingbereich sowie sinkende Erlöse die Lage zunehmend schwieriger (EUWID 2019b, 2019f, 2019c, 2020b). Infolgedessen treten vermehrt Akteure aus dem Geschäftsfeld der Elektroschrottverwertung zurück, wodurch bestehende Anlagen mit einer erhöhten Materialmenge umgehen müssen (EUWID 2019c, 2019b). Probleme bestehen bei der Mengensteuerung, wachsende Kosten für die Sortierung inhomogener Sammelfraktionen sowie der Behandlung der Geräte, vor allem im Hinblick auf die weiterhin steigende Menge an Flachbildschirmen (EUWID 2019f, 2019b, 2020b). Aufgrund der geänderten Einteilung der Sammelgruppen von zehn auf sechs Kategorien hat sich nicht nur die Zusammensetzung der Sammelgruppen verändert, auch der Sortieraufwand und die damit verbundenen Kosten sind gestiegen (EUWID 2019b, 2019f). Am stärksten sind die Sammelgruppen 4 und 5 der Groß- und Kleingeräte von allgemein reduzierter Werthaltigkeit betroffen. Durch die teilweise starke Durchsetzung mit Sperrmüll und anderen Geräten, die gesondert verwertet werden müssen, verschlechtert sich die Qualität der Großgerätefraktion, und es können höhere Verwertungspreise anfallen (EUWID 2019b). Eine große Problematik bei der Verwertung von Kleingeräten stellen Batterien dar, die falsch entsorgt werden oder bei der Sammlung nicht aus den Geräten entfernt wurden (EUWID 2020b). Befragte Marktteilnehmer prognostizieren mehrheitlich, dass die beiden Gruppen zukünftig aus dem Bereich der Zuzahlungen herausfallen und damit auch einhergehende Optimierung enden werden (EUWID 2019f). Zu erhöhten Kosten für Sortierung und Behandlung kommen immer schlechter erscheinende Bedingungen auf der Erlösseite: 2019 hatten Verwerter mit sinkenden Preisen für Stahlschrott, Kunststoffe aus Altgeräteverwertung und Aluminium zu kämpfen. 2020 erholte sich die Situation zuletzt leicht durch deutlich steigende Stahlschrottpreise (EUWID 2020b).

2.2.2 Lösungsansätze zur Erhöhung der Sammelquote – Erkenntnisse aus internationalen Forschungsprojekten

Forderungen und Vorschläge, um die aktuelle Lage zu verbessern und die neue Sammelquote von 65 % erreichen zu können, wurden von unterschiedlichen Seiten gestellt. Aber auch verschiedene Forschungs- und Praxisprojekte haben sich in der Vergangenheit mit der Frage nach evidenzbasierten Maßnahmen zur Erhöhung der EAG-Sammelmenngen auseinandergesetzt. Wir haben die vorgeschlagenen Maßnahmen zur besseren Übersicht thematisch geordnet.

Verwertungsprozesse. Von verschiedener Seite wurden Vorschläge zur Verbesserung gemacht, die meist den Verwertungsprozess als solchen betreffen. So fordert eine Studie für das EU-Parlament, dass Entsorger neue Geschäftsmodelle für einen Übergang zur Kreislaufwirtschaft entwerfen

sollten, welche die Vermeidung von Abfall sowie ein hochwertiges Recycling gleichermaßen fördern (Lee et al. 2017). Laut der Studie ist vor allem in Hinblick auf das Elektroschrottrecycling eine hochwertige Aufbereitung notwendig, welche die Rückgewinnung der darin enthaltenen Rohstoffe als Ziel hat. Hier sollte Qualität über Quantität stehen. Mitglieder der Ellen-MacArthur-Stiftung sprechen sich außerdem aufgrund der oft noch sehr arbeitsintensiven Verwertungsprozesse für mehr Automatisierung bei Demontage- und Aufarbeitungsprozessen aus. Durch die Entwicklung preisgünstiger Verfahren, welche die Qualität der hergestellten Materialien nicht beeinträchtigen, könnten durch automatisierte Prozesse sowohl die Menge an recyceltem Material erhöht als auch der Wert der entstehenden Produkte gesteigert werden. Außerdem sollten die Geräte „recyclingfreundlicher“ und damit nachhaltiger designt werden, was die Demontage erleichtern könnte (Meloni et al. 2018). Dies wiederum könnte sich positiv auf die erzielten Erlöse für verarbeiteten Elektroschrott niederschlagen.

Illegale EAG-Sammlung und Export. In Deutschland verschwinden jedes Jahr geschätzt 150.000 Tonnen Elektroaltgeräte über den illegalen Export (EUWID 2018c; IZT 2019). Die Unterbindung illegalen Exports entspräche einer beträchtlichen Steigerung der EAG-Sammelmengen von 17,6 % für das Jahr 2018. Auch auf europäischer Ebene gehen durch den Export von EAG (1,5 Millionen Tonnen) sowie durch die nicht genehmigte Behandlung von EAG (3,15 Millionen Tonnen) mit Abstand am Meisten der 65 % (6,15 Millionen Tonnen) nicht erfasster EAG in der EU verloren. Ein entschlossenes Vorgehen gegen organisierte illegale Exporte von Elektroschrott wird in verschiedenen Studien sowohl auf nationaler als auch auf internationaler Ebene als wertvolle Maßnahme identifiziert (IZT 2019; Huranova et al. 2018; Huisman et al. 2015b). Eine Verschärfung der Strafverfolgung kann darüber hinaus als Möglichkeit betrachtet werden, die Hemmschwelle von Verbrauchern in Bezug auf das illegale Abladen von Müll und die unsachgemäße Entsorgung von EAG zu erhöhen (Huisman et al. 2015b).

Um illegale Exporte zu bekämpfen, wird empfohlen, Barzahlungen für Transaktionen im Zusammenhang mit EAG EU-weit zu verbieten, um den Diebstahl an den Grenzen zu unterbinden und den Handel über den Schwarzmarkt zu erschweren (Huisman et al. 2015b; Huranova et al. 2018). Außerdem sollten insbesondere kommunale Sammelstellen ausreichend gesichert werden, indem sie bspw. überdacht oder besser gesichert werden (Huranova et al. 2018). IZT und Ökopol (2019) schlagen darüber hinaus vor, den ökonomischen Wettbewerb zwischen Behandlungsanlagen zu entschärfen, der Anreize für unsachgemäße Behandlungen von Geräten liefert und den EAG-Recyclingmarkt insgesamt verzerrt.

Das Elektro- und Elektronikgerätegesetz (ElektroG) von 2015 beinhaltet nach §5 das „Einrichten der gemeinsamen Stelle“ der Hersteller, woraufhin die Stiftung EAR (Elektro-Altgeräte Register) in Nürnberg gegründet wurde. Dort müssen sich alle Hersteller registrieren, die Elektrogeräte in Umlauf bringen (Umweltbundesamt 2018). In der EU begünstigen lückenhafte Meldungen über gesammelte EAG und das Fehlen von einheitlichen nationalen Datenbanken den illegalen Handel und die unsachgemäße Weitergabe von gebrauchten Geräten. Um die Sammlung der Daten zu verbessern, müssen einheitliche Beschreibungen für EAG eingeführt werden, die eine internationale Vergleichbarkeit zulassen. Die verbesserte Berichterstattung soll die Überwachung des illegalen Handels, der zwischen Europa und den Entwicklungsländern stattfindet, begünstigen und den internationalen Wissens- und Datenaustausch gewährleisten (Huisman et al. 2015b).

Rücknahmenetz von EAG. Gerade im Hinblick auf die Rücknahme von Elektroaltgeräten im Handel besteht noch viel Handlungsbedarf (EUWID 2017a, 2017c, 2019d, 2019a). Die Umwelthilfe stellte 2017 verschiedene Verstöße fest und fordert deshalb den Handel dazu auf, die Sammelmengen an Elektroaltgeräten zu steigern (EUWID 2017c; Deutsche Umwelthilfe 2019). Verbraucher dürfen seit

Ende Juli 2016 Elektroaltgeräte auch bei Händlern abgeben, wenn diese über eine Mindestverkaufsfläche von 400 m² verfügen (EUWID 2017a). 2017 nahm der Handel mit 70.000 Tonnen damit zwar 10 % der gemeldeten EAG-Mengen zurück, die Umwelthilfe stellte bei Testbesuchen aber etliche Verstöße gegen die Rücknahmepflicht sowie die gesetzlichen Informationspflichten zur Rücknahme fest. Deshalb fordert sie die Länder auf, Kontrollen im Einzelhandelsbereich über den aktuellen Stand zu erhöhen und bei Verstößen das Fehlverhalten auch konsequent zu sanktionieren (EUWID 2019a). Seit dem 1. Juni 2016 droht dem rücknahmepflichtigen Handel ein Bußgeld in der Höhe von bis zu 100.000 €, wenn Elektroaltgeräte nicht angenommen werden.

Von großer Wichtigkeit ist auch die Schaffung ausreichender stationärer Sammelstellen zu einem flächendeckenden Netz an Sammel- und Rücknahmestellen, damit die Verbraucher auch die Möglichkeit haben, ihren Elektroschrott einfach, bequem und korrekt entsorgen zu können (z. B. Umweltbundesamt 13.07.2020). Die Deutsche Umwelthilfe (2019) forderte im Hinblick auf den großen Absatz von Elektrogeräten bei Discountern neben der konsequenten Rücknahme des Handels eine Ausdehnung der gesetzlichen Rücknahmeverpflichtung auf alle Händler im Elektro- und Elektronikbereich, die bereits über eine Gesamtverkaufsfläche von 100 m² verfügen. Bezüglich der Ausweitung der Handelsrücknahmepflichten deutet sich in der Novelle des ElektroG Bewegung an (EUWID 2020a). Laut eines Referentenentwurfs könnte die Rücknahmepflicht auf Discounter ausgeweitet werden, und auch die Rücknahme durch den Onlinehandel soll verbessert werden. Die Senkung von Hindernissen bei der EAG-Rückgabe und damit eine Senkung der Verhaltenskosten für den Verbraucher ist aber nur ein möglicher regulatorischer Maßnahmenbaustein, der mit weiteren Maßnahmen wie der Information der Bürger gekoppelt werden muss.

Ähnliche Maßnahmen werden auch auf europäischer Ebene vorgeschlagen (Huranova et al. 2018). Sie umfassen eine verbesserte Infrastruktur der Rücknahmesysteme. Demnach muss eine ausreichende Schaffung von kommunalen Sammelstellen sowie Händler-Sammelstellen gewährleistet werden, sowie verstärkt Kontrollen zur Einhaltung der Rücknahmepflichten durchgeführt werden.

Finanzielle Anreize. In einer Studie im Auftrag des Naturschutzbundes Deutschland wird neben dem Ausbau der Handelsrücknahme von den Autoren die Etablierung eines Pfandsystems vorgeschlagen. Durch finanzielle Anreize könnte die Motivation der Verbraucher gesteigert werden, ihre Elektro- und Elektronik-Altgeräte am Ende der Nutzungsdauer fachgerecht zu entsorgen. Diese Überlegung knüpft an den Erfolg des Pfandsystems im Getränkesektor an, bei dem Rücknahmequoten von 94-99 % erzielt werden. Die Erhebung eines Pfandsystems ist somit nicht nur sehr effektiv, sondern Herstellern und Händlern bereits jetzt rechtlich möglich (§ 25 Abs. 1 Nr. 2 KrWG). Zunächst könnte das System für besonders ressourcenrelevante Geräte eingeführt werden und anschließend weiter ausgebaut werden (EUWID 2019d; IZT 2019). Auch in einer Studie für die Europäische Kommission (Huranova et al. 2018) werden finanzielle Anreize empfohlen, um die Rücknahmequote zu erhöhen.

Verbesserung der Verbraucherfreundlichkeit der Rücknahme. Im Projekt SEEK werden neben der Untersuchung alternativer Entsorgungswege zwei Praxisprojekte evaluiert, die (a) mit Maßnahmen der Verbraucherinformation und (b) mit Maßnahmen zur Verbesserung der Verbraucherfreundlichkeit bei der Rücknahme an Wertstoffhöfen die Sammelmengen erhöhen sollen. Entsprechend werden Maßnahmen in diesen Bereichen an dieser Stelle nochmals detaillierter betrachtet.

Ergänzend zu einem flächendeckenden Netz an Rücknahmestellen wird betont, dass die Rückgabe von EAG insgesamt bequemer gestaltet werden muss (Huranova et al. 2018; Umweltbundesamt 13.07.2020; Deutsche Umwelthilfe 2019). Ein Abholservice mit gezielten Abholungen bei Verbrauchern zu Hause kann die Rücknahmequote erhöhen (Huranova et al. 2018). Bei einer repräsentativen Umfrage, die sich mit dem Entsorgungswissen und -verhalten der Deutschen befasst hat, wurde eine Wunschliste der Befragten angelegt. Dabei lag die „Abholung von Geräten von zu Hause bei

Anlieferung eines Neugeräts“ auf Platz 1 der Wunschliste, gefolgt von „mehr Elektro-Sammelstellen in der Nachbarschaft“ (Platz 3) und „mehr Entsorgungsmöglichkeiten in der näheren Umgebung“ (Platz 5) (Stiftung Elektro-Altgeräte Register (EAR) 2020). Ähnliche Ergebnisse lieferte eine Studie in Nordhausen, bei der die Sammlung von EAG in Form eines Holsystems am Straßenrand zu einer deutlichen Erhöhung der Recyclingmenge führte (Otto et al. 2018). Auch die Einführung eines Depotsystems für kleine EAG an Flaschencontainern war überaus erfolgreich. Studien wie diese belegen, dass Faktoren wie Bequemlichkeit und Komfort, die wissenschaftlich auch als Verhaltenskosten für Verbraucher bezeichnet werden, auch einen großen Einfluss auf das Recyclingverhalten von EAG haben und in die Maßnahmenüberlegungen mit aufgenommen werden müssen. In Deutschland wird die kostenfreie Abholung von großen Altgeräten in einigen Bundesländern bzw. Kommunen bereits praktiziert. Insbesondere bei den Depotcontainern gibt es jedoch häufig Bedenken aufgrund von unkontrollierbaren Fehleinwürfen, die insbesondere bei Einwurf von Gefahrgut wie bspw. Lithium-Batterien zu Problemen führen können. Gesetzeskonforme Alternativen sind meist bzgl. Kosten und Logistik mit einem Mehraufwand verbunden (Unger et al. 2017). Da die flächendeckende Aufstellung von stationären Sammelsystemen generell kostspielig werden kann, werden in Schweden als Alternative für einwohnerschwache Regionen mobile Sammelcontainer zur Rückgabe von Kleingeräten aufgestellt, welche in einem zweiwöchigen Rhythmus den Standort wechseln (Heßler 2018, zitiert nach Tegnell 2015).

Eine weitere Alternative einer mobilen Sammelstelle wurde u.a. von der Stadt Halle (Saale) in Form eines sog. „Schadstoffmobil“ eingerichtet, welches zu bestimmten Terminen eine bequeme Entsorgung von Schadstoffen ermöglicht. Neben der Entsorgung von Farben, Medikamenten und Batterien ist an einigen Standorten auch die Abgabe von kleinen Elektrogeräten möglich (Stadt Halle (Saale) 2021). Im Vergleich zu den Depotsystemen hat das Schadstoffmobil den Vorteil, dass eine komfortable Abgabe für die Bevölkerung mit einer sicheren Abgabe unter Aufsicht von geschultem Personal kombiniert wird (Heßler 2018).

Die Studie in Nordhausen zeigt darüber hinaus, dass soziale Anreize, wie die Kommunikation sozialer Normen (8 von 10 Bewohnern recyceln ihre EAG) und die Schaffung eines gemeinsamen übergreifenden Ziels (gemeinsame Sammelaktion), neben Infrastrukturmaßnahmen zusätzliche Effekte bringen, die keinesfalls unterschätzt werden dürfen (Otto et al. 2018).

Verbraucherinformation. Natürlich müssen aber Verbraucher auch ausreichend über die Möglichkeit der Rückgabe von Elektroaltgeräten informiert werden. Im Jahr 2017, ein Jahr nach Inkrafttreten der Rücknahmepflicht, zogen Verbraucherschützer und Branchenverbände eine durchmischte Zwischenbilanz. Die Möglichkeit der EAG-Rückgabe im Handel war beispielsweise schlichtweg bei den Verbrauchern kaum bekannt (EUWID 2017d). Aus psychologischer Perspektive ist Verbraucherinformation von zentraler Bedeutung. So ist ein ausreichendes Vorhandensein eines Problembewusstseins und Kenntnis des Zielverhaltens notwendig, damit Verbraucher das gewünschte Verhalten überhaupt zeigen können und ihre Altgeräte nicht horten (EUWID 2018c) oder diese gar unsachgemäß über den Restmüll entsorgen (z. B. EUWID 2020a). Eine wichtige und – wie verschiedene Studien belegen – effiziente Maßnahme ist es daher, Verbraucher besser über die Notwendigkeit der Sammlung und die möglichen Rückgabeoptionen zu informieren (Deutsche Umwelthilfe 2017; IZT 2019; EUWID 2020a; Otto et al. 2018; Buschhorn, H., Meinecke, C. Ding, T. et al. 2016; Huranova et al. 2018) und auf die entstehenden Umweltschäden durch unsachgemäße Entsorgung aufmerksam zu machen (Huisman et al. 2015b). Auch eine repräsentative Studie der Stiftung EAR kam zu dem Ergebnis, dass das Wissen über die richtige Entsorgung von Elektroschrott mit dem entsprechenden Umwelthandeln der Bürger korreliert. Neben dem Horten von Elektroschrott wurden insbesondere fehlendes faktisches Wissen über Rückgabemöglichkeiten im stationären Handel sowie beim Online-Handel identifiziert (Stiftung Elektro-Altgeräte Register (EAR) 2020). Bereits die Infor-

mation zur Notwendigkeit des Recyclings von EAG kann eine deutliche Steigerung der EAG Sammelmenge erzielen (Gallinaro 2019). Um das fachgerechte Entsorgen der Elektroaltgeräte nicht zu verkomplizieren, wird zudem ein einheitliches Logo für Sammelstellen von Altgeräten und Batterien vorgeschlagen (EUWID 2018c). Das bereits nach § 9 Absatz 2 ElektroG verpflichtend eingeführte Symbol einer durchgestrichenen Abfalltonne, welches die Notwendigkeit einer gesonderten Entsorgung von EAG kennzeichnet, sollte ebenfalls zu einer simplen Erkennungsmöglichkeit von Elektrogeräten führen. Die Ergebnisse einer Studie ergaben, dass die Mehrheit der Befragten zwar erkennt, dass dadurch eine Entsorgung in der Tonne verhindert werden soll, die Antworten waren jedoch unspezifisch und wurden nur von 2 % der Befragten explizit mit Elektroschrott in Verbindung gebracht. Dadurch wird die Problematik des Aufklärungsbedarfs sowie eindeutigen Handlungsanweisungen zusätzlich unterstrichen (Stiftung Elektro-Altgeräte Register (EAR) 2020).

Eine von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) geförderte Kampagne „Nicht-für-die-Tonne“ hat im Rahmen einer interaktiven Ausstellung unterschiedliche Methoden angewendet, um die Informationsvermittlung zielgruppenspezifisch auszurichten und abwechslungsreich zu gestalten. Durch interaktive Spiele, anschauliche Grafiken oder Social Media Beiträge soll explizit die junge Generation erreicht werden, die als Hauptverbraucher von Elektrogeräten betrachtet wird. Auch die kostenlose Recyclingsuche-App „eSchrott“ ist eine Kernkomponente der Kampagne. Sie soll nicht nur die Suche nach umliegenden Sammelstellen vereinfachen, sondern auch die Meldung von illegal abgeladenem Elektroschrott ermöglichen (Hirschnitz-Garbers und Langsdorf 2015; Hellmann Process Management GmbH & Co. KG o. J.). Otto et al. (2018) konnten außerdem zeigen, dass soziale Anreize eine größere Wirkung haben können, als finanzielle Anreize. Im Vergleich zu strukturellen Verbesserungen, die häufig teurer sind und mit Sicherheitsanforderungen verbunden sind (z. B. wenn Batterien Teil des Altgerätes sind), bieten soziale Anreize den Vorteil, dass bestehende soziale Ereignisse genutzt werden können, um das Recyclingverhalten punktuell zu beeinflussen.

Des Weiteren darf auch die oftmals intransparente Vorgehensweise des Onlinehandels nicht außer Acht gelassen werden, der meist nicht praxistaugliche Rücksendeangebote an die Verbraucher stellt (EUWID 2017c). Die Stiftung EAR sieht insgesamt große Potenziale durch Verbraucheraufklärungen wie die am 14.11.2019 gestartete Kampagne „Drop It Like E-Schrott“.¹ Ziel ist die Sensibilisierung der Öffentlichkeit zum Thema Altgeräte-Rückgabe und die Motivation, dementsprechend eine Handlungsbereitschaft zu entwickeln (Stiftung Elektro-Altgeräte-Register (EAR) 2019). Sie könnte dabei helfen den Anteil der EAG, die bisher im Restmüll landen, deutlich zu reduzieren (EUWID 2020a).

2.2.3 Übertragbarkeit der Ergebnisse auf Baden-Württemberg

Bei der Übertragbarkeit von Maßnahmen auf Baden-Württemberg sind verschiedene Faktoren zu beachten. Zum einen muss für regulatorisch-gesetzgeberische Maßnahmen das Land über entsprechende Kompetenzen in dem Bereich verfügen. Berücksichtigt wurden in diesem Rahmen nur regulatorische Maßnahmen, auf die die Landesregierung Einfluss hat. Zum anderen müssen erfolgreiche Maßnahmen auf die infrastrukturellen Gegebenheiten im Land übertragbar sein und im Einklang mit dem deutschen Abfallrecht und dem ElektroG stehen.

In Deutschland greifen die Abfallgesetze der Länder mit landesrechtlichen Vorschriften nur in Bereichen, die nicht schon durch Bundesrecht erfasst sind. Dies betrifft im Wesentlichen Fragen des Vollzugs (Umweltbundesamt 2019). Auf kommunaler Ebene kommen in diesem Einflussbereich beispielsweise noch kommunale Abfallgebührensatzungen hinzu. Im Bereich der Verwertungsprozesse

¹ Die Kampagne „Drop-It-Like-E-Schrott“ kann unter folgendem Link abgerufen werden:
<https://e-schrott-entsorgen.org/> (Zuletzt geprüft am 20.05.2020)

sind daher Empfehlungen wie eine stärkere Automatisierung bei der Demontage, recyclingfreundliche Geräte oder hochwertiges Recycling nicht ohne weiteres auf Baden-Württemberg übertragbar.

In europäischen Studien wird die Problematik der illegalen Sammlung und des Exports von EAG thematisiert. Auch für Deutschland bzw. Baden-Württemberg spielt dieser alternative Entsorgungspfad eine gewichtige Rolle (siehe hierzu auch Arbeitspaket 5). Eine vielversprechende Empfehlung, die auch im Einflussbereich der Länder liegt, ist die Stärkung des derzeit mangelnden Vollzugs sowohl was die Bekämpfung des Exports von EAG durch den Zoll als auch die Bekämpfung der illegalen EAG-Sammlung betrifft. Möglicherweise ist hier auch eine finanzielle Unterstützung der Länder notwendig, um fehlendes Personal in diesen Bereichen aufzustocken (IZT 2019). Doch auch im Bereich der Rücknahme von EAG durch Händler sind 2019 noch erhebliche Mängel und Verstöße festgestellt worden (Deutsche Umwelthilfe 2019). Hier sind die Bundesländer in der Pflicht durch Kontrollen die Umsetzung des ElektroG zu forcieren und damit zum Ausbau des Rücknahmenetzes beizutragen. Die konsequentere Umsetzung der bestehenden Informationspflicht sowie der Rücknahmeregelungen durch Hersteller und Händler wären eine kostengünstige und schnelle Möglichkeit ein engmaschigeres Rücknahmenetz in Baden-Württemberg aufzubauen und damit die Sammelmenge an EAG zu erhöhen.

Verbesserung der Verbraucherfreundlichkeit der Rücknahme. Ein zentraler Punkt in beinahe jeder deutschen und europäischen Studie zur Sammlung von EAG spricht die Verbesserung der Verbraucherfreundlichkeit bei der EAG-Entsorgung an. Die vielversprechendsten vorgeschlagenen Maßnahmen sind hier die Abholung von EAG sowie die Aufstellung von Depots zur Abgabe von Elektrokleingeräten, die allerdings mit erheblichen rechtlichen Bedenken vonseiten der Abfallbetriebe behaftet ist, was Haftung und Brandschutz angeht. Umso wichtiger ist daher eine transparente Kommunikation mit den Kommunen, welche Möglichkeiten es gibt, ein Depotcontainersammlensystem gesetzeskonform zu etablieren und gleichzeitig die Risiken dieses Systems zu minimieren (Unger et al. 2017).

Nach einer Studie der Stiftung EAR werden ausgemusterte Elektrogeräte häufig im Haushalt aufbewahrt, bis es sich lohnt, den Elektroschrott gebündelt zum Wertstoffhof zu bringen (Stiftung Elektro-Altgeräte Register (EAR) 2020). Recycling- und Wertstoffhöfe sind für die Sammlung von EAG von essenzieller Bedeutung. Im Vergleich zur Aufstellung von Abgabe-Depots besteht ein großer Vorteil in der durch geschultes Personal überwachten Abgabe von EAG, die bruchfrei und ordnungsgemäß übergeben werden können. Gleichzeitig ergeben sich im Alltag jedoch Entsorgungsbarrieren, die den Erfolg der Sammelstellen mindern. Neben den schlecht erreichbaren Standorten spielen auch zu kurze Öffnungszeiten eine Rolle, dass das Angebot der Wertstoffhöfe teilweise nicht wahrgenommen wird (Heßler 2018). Um das Angebot in Zukunft attraktiver zu gestalten, könnten Öffnungszeiten, insbesondere am Wochenende, angepasst werden. Ergänzend zu den stationären Wertstoffhöfen könnte außerdem ein erweitertes Abholangebot durch mobile Schadstoffsammlungen zu besseren Abgabezahlen führen. Bei der Abholung von EAG gibt es bereits verschiedene Systeme, die sich etabliert haben und teilweise auch schon in Baden-Württemberg angewendet werden. Während bspw. im Raum Karlsruhe mit der „weißen Ware auf Abruf“ individuelle Termine für die Abholung von großen EAG vereinbart werden können, bietet zusätzlich eine mobile Schadstoffsammlung die Möglichkeit, Elektrokleingeräte (Kantenlänge kleiner als 50 cm) zu festen Terminen in der näheren Umgebung abzugeben (Stadt Karlsruhe 2021). Eine flächendeckende Anwendung dieser Systeme könnte die Abgabezahlen von EAG erhöhen.

In Unterkapitel 2.2.2 wurde darauf verwiesen, dass viele der untersuchten Studien darauf hinweisen, dass ein gesteigertes Wissen über die Entsorgung von EAG zu einem besseren Recyclingverhalten führen kann. Eine aktuelle Studie kommt zu dem Ergebnis, dass nur 6 - 8% der Befragten über fundiertes Wissen in Bezug auf die Entsorgung von Elektroschrott verfügen (Stiftung Elektro-Altgeräte

Register (EAR) 2020). Dadurch wird deutlich, dass das Wissen der Verbraucher trotz bereits bestehender Informationsangebote wie die Informationsbroschüre des Landes Baden-Württemberg „Unsere Elektro-Geräte: Wie aus Schätzen Schrott und wieder Schätze werden“ (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (Hg.) 2019) nicht ausreichend ausgeprägt ist. Die flächendeckende Kommunikation über die Rückgabemöglichkeiten und -pflichten muss im ElektroG konkretisiert und auf Länderebene durchgesetzt werden (IZT 2019). Die Sensibilisierung der Öffentlichkeit über die Notwendigkeit der EAG-Sammlung, sowie das Vermitteln von Wissen über richtige Entsorgungswege sind wichtige Aspekte, die auf kommunaler Ebene umgesetzt werden können.

2.3 AP 3.1: Begleitende Evaluation des Zollernalbkreises

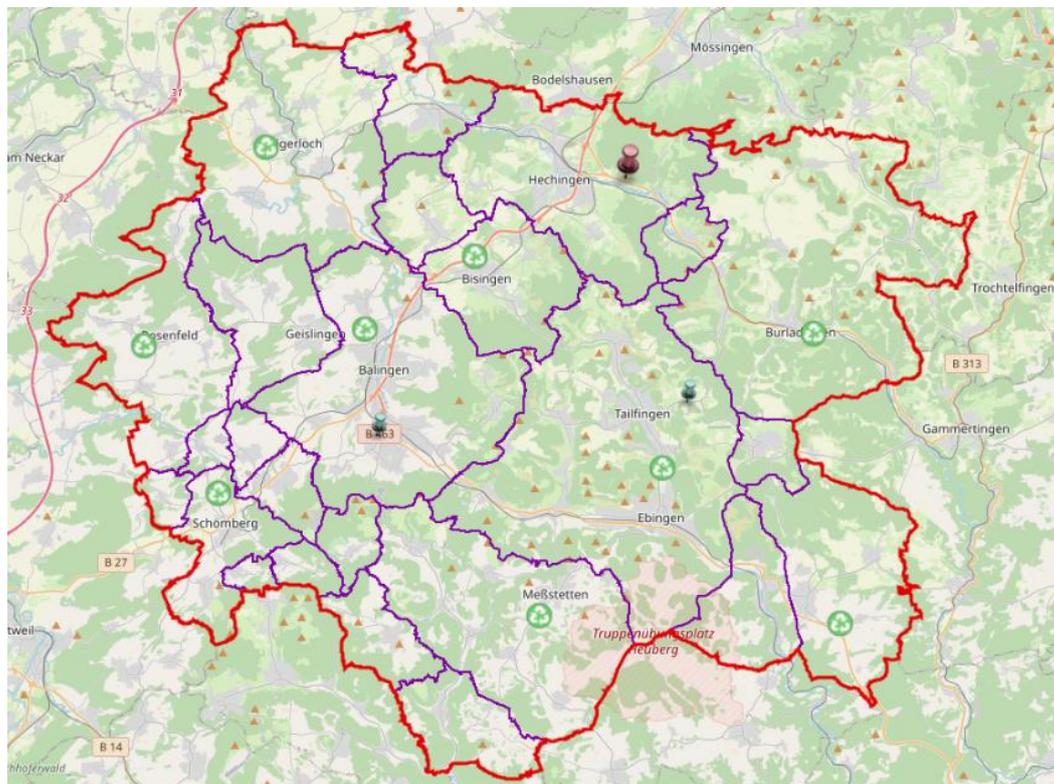
2.3.1 Beschreibung des Zollernalbkreises

Der Zollernalbkreis (ZAK) ist ein Landkreis in Baden-Württemberg. Im ZAK leben auf einer Fläche von 917,58 km² 189.362 Einwohner:innen (Stand 31.12.2020), was einer Bevölkerungsdichte von 207 Einwohner:innen je km² entspricht (Statistisches Bundesamt (Destatis) 2021). Die meisten Einwohner:innen sind zwischen 40 und 65 Jahren (36 %) alt (Statistisches Landesamt Baden-Württemberg 2021b). Der Landkreis hat mit 808 PKW pro 1000 Einwohner:innen zudem eine sehr hohe PKW-Dichte (Statistisches Landesamt Baden-Württemberg 2021d; Statistisches Bundesamt (Destatis) 2021), was für eine prinzipiell gute Erreichbarkeit der Wertstoffhöfe durch die Bevölkerung spricht.

Er verfügt über zehn Wertstoffzentren, wobei drei davon als Deponien fungieren (Hechingen, Balingen, Albstadt). Auf dem Deponiegelände in Hechingen befindet sich auch das Wertstoffzentrum Hechingen. Bei den Deponien Albstadt und Balingen ist dem nicht so, hier handelt es sich um jeweils separate Standorte. Die sieben übrigen dienen als Wertstoffhöfe mit unterschiedlichen Möglichkeiten zur Abgabe von Wertstoffen (Abbildung 13, grüne Wertstoffsymbole). In Abbildung 13 wird deutlich, dass alle Regionen des Zollernalbkreises eine geringe Entfernung zu den Wertstoffhöfen haben und somit eine gute Abdeckung bzw. hohe Verfügbarkeit für die Bevölkerung gegeben ist. Die Öffnungszeiten variieren auf den verschiedenen Wertstoffzentren, wobei die Öffnungszeiten für Freitage und Samstage einheitlich geregelt sind.

Abbildung 13: Geoinformationen für die Bürger im Zollernalbkreis

Die Stecknadeln markieren Wertstoffhofdeponien, die grünen Wertstoffsymbole markieren Abgabemöglichkeiten für EAG (Landratsamt Zollernalbkreis 2021)



Quelle: Google Maps, 2020

2.3.2 Fragestellung, Datenlage, Methodik

2.3.2.1 Fragestellung

Im vorliegenden Bericht wurden die durchgeführten Maßnahmen zur Erhöhung der EAG-Abgabemengen im Zollernalbkreis hinsichtlich ihrer Effektivität evaluiert. Das bedeutet, dass untersucht wurde, welchen unmittelbaren Effekt die Maßnahmen auf die Gesamtabgabemengen an EAG im Landkreis hatten.² Die vom Landratsamt Zollernalbkreis erstellten Maßnahmen sind übersichtlich in Tabelle 5 dargestellt.

Tabelle 5: Übersicht über die durchgeführten Maßnahmen im Zeitraum 2018-2019

Maßnahme	Zeitraum	Details	Evaluationsmaßnahme
Begleitende Veranstaltungen	16.-17.08.2018 17.10.2018	Open-Air-Veranstaltungen Informationsfahrt	Fragestellung 1: Jahresweise Analyse der Abgabemengen 2004-2019 (Vergleich zu Vorjahren)
Informationen	März 2018	Informationsblatt (60.000 Hauseigentümer)	

² Der Unterschied zur Untersuchung der Effizienz der Maßnahmen besteht hierbei darin, dass der Effekt der Maßnahmen unabhängig vom organisatorischen, finanziellen und zeitlichen Aufwand der Maßnahmen betrachtet wird. Eine solche Untersuchung erfordert häufig subjektive Bewertungen des geleisteten Aufwands für die verschiedenen Maßnahmen.

Maßnahme	Zeitraum	Details	Evaluationsmaßnahme
	März 2018 - 2019 Juni 2018 2019	Gib's Ab-Webseite mit Infobeiträgen Broschüre zu EAG (96.000 Haushalte) Gib's Ab-Abfallkalender 2019	
Werbemaßnahmen	März - Dezember 2018 zusätzlich ganzjährig 2019	Kino-Spots, Square-Flags, Werbestempel Plakate, Abreißblöcke, E-Mail Signaturen	
Power-Tage	16.06. / 23.06.2018; 13.10. / 20.10.2018; 18.05. / 25.05.2019	Veranstaltung vor Ort Give-Aways	Fragestellung 2: Monatsweise Analyse der Abgabemengen 2018 und 2019

Quelle: Eigene Zusammenstellung basierend auf Interviews mit dem Abfallwirtschaftsamt

Die Werbe- und Informationsmaßnahmen der Kampagne "Gib's ab" starteten im März 2018 und liefen vereinzelt bis in das gesamte Jahr 2019 weiter (Abfallwirtschaftsamt ZAK 2021-2022). Da Informations- und Marketingmaßnahmen häufig einige Zeit laufen müssen, bevor sie sich auf das Verhalten von Konsument:innen auswirken, ist insbesondere hinsichtlich der Informationsmaßnahmen der Gib's-Ab-Kampagne eher mit mittel- bis langfristigen Effekten auf das Abgabeverhalten der Bürger:innen zu rechnen. Die Power-Tage als begleitende Veranstaltung sollten sich hingegen direkt auf das Abgabeverhalten auswirken.

Für die Untersuchung spielen zwei Fragestellungen, die sich aus der Art der durchgeführten Maßnahmen ergeben, eine Rolle:

- 1) Wie wirksam war die gesamte Kampagne inklusive aller kleineren Maßnahmen (siehe Tabelle 5), die in den Jahren 2018 / 2019 durchgeführt wurden, im Hinblick auf die Steigerung der EAG-Abgabemengen?
- 2) Wie wirksam war im Speziellen die Maßnahme der Power-Tage in 2018 und 2019 im Hinblick auf die Steigerung von EAG-Abgabemengen?

Für beide Fragestellungen sind unterschiedliche Betrachtungsweisen erforderlich. Für die Untersuchung der Gesamtwirkung in 2018 / 2019 wird eine jahresweise Analyse der Abgabemengen von 2004 - 2019 (für das Jahr 2020 waren noch keine Daten vorliegend) in vier verschiedenen Kategorien durchgeführt. Zur Frage der Wirkung der Power-Tage erfolgt eine monatsweise Auswertung für die Jahre 2018 und 2019 für die vier verschiedenen Kategorien mit Blick auf diejenigen Monate (Juni 2018, Oktober 2018, Mai 2019), in denen die Power-Tage (16.06., 23.06., 13.10. und 20.10.2018 sowie 18.05. und 25.05.2019) stattfanden.

2.3.2.2 Datenlage

Die Daten wurden vom Landratsamt Zollernalbkreis (Abfallwirtschaftsamt) zur Verfügung gestellt und in fünf unterschiedlichen Kategorien erhoben: Elektro-Kleinschrott (in Tonnen), weiße Ware (in Tonnen), Kühlgeräte (Stück), Nachtspeicherheizgeräte (Stück) und Bildschirme (Stück). Das ElektroG (Elektro- und Elektronikgerätegesetz) gibt sechs fixe Sammelgruppen vor. Die vom Landratsamt ZAK erhobenen Kategorien lassen sich hierbei wie folgt zuordnen:

- 1) Elektro-Kleinschrott: Sammelgruppe 5 – Haushaltskleingeräte & IKT (< 50 cm)

- 2) weiße Ware: Sammelgruppe 4 – Großgeräte (> 50 cm)
- 3) Kühlgeräte: Sammelgruppe 1 – Wärmeüberträger
- 4) Nachtspeicherheizgeräte: Sammelgruppe 4 – Großgeräte (> 50 cm)
- 5) Bildschirme: Sammelgruppe 2 – Bildschirme, Monitore und Geräte (>100cm²)

Die Sammelgruppe 3 (Lampen) und Sammelgruppe 6 (Photovoltaikmodule) wurden beim Landratsamt des ZAK nicht berücksichtigt. Nachtspeicherheizgeräte werden außerhalb dieser Sammelgruppen gesondert erfasst, da ihre Entsorgung durch einen dritten Anbieter übernommen wurde.

Für die Analyse erscheint eine höhere Aggregationsebene von kleinen Geräten (z. B. Elektro-Kleinschrott und Bildschirme) und großen Geräten (alle übrigen Geräte) zunächst sinnvoll. Da die einzelnen Sammelgruppen in ihren Trendverläufen jedoch sehr stark voneinander abweichen (siehe deskriptive Analyse) wurde von einer weiteren Gruppierung abgesehen, um eine differenzierte Betrachtung der einzelnen Kategorien zu ermöglichen. Zudem wurden die Kategorien Elektro-Kleinschrott und Weiße Ware in Tonnen (t) erhoben, während die übrigen Kategorien als Stückzahlen vorliegen. Eine Zusammenlegung der einzelnen Fraktionen in große Elektroaltgeräte ist damit nicht möglich.

Die Daten konnten für 2018 und 2019 monatsweise sowie zwischen 2004 und 2019 jahresweise für die einzelnen Kategorien zu Verfügung gestellt werden. Eine tagesweise Auswertung war aufgrund fehlender tagesspezifischer Daten und der großen Tagesschwankungen nicht möglich bzw. nicht sinnvoll.

2.3.2.3 Methodik

Zunächst erfolgt eine deskriptive Beschreibung der Ergebnisse, bei der getrennt für die jeweiligen Altgerätegruppen die Entwicklungen der Sammelmengen im Vergleich zum Vorjahr dargestellt werden.

Fragestellung 1. Zur Prüfung des Effekts des gesamten Maßnahmenpakets (Fragestellung 1) wurde das grafische Glättungsverfahren LOESS (*locally estimated scatterplot smoothing*) genutzt, um zu analysieren, ob die Jahre 2018 / 2019 vom Trendverlauf der Vorjahre abweichen. Das Verfahren ist ein nicht-parametrisches Regressionsverfahren, bei dem Teilmengen lokaler Datenpunkte in gewichteter Form genutzt werden, um den Verlauf eines Teilstücks der Glättungskurve zu modellieren. Jeder Wert X der Kurve wird somit auf Basis der benachbarten Datenpunkte geschätzt. Auf diese Art entsteht eine Kurve, die das Muster des gesamten Datenverlaufs beschreibt. Für den vorliegenden Fall wurden für alle Graphen zur Vorhersage der lokalen Kurvenwerte 50 % der Datenpunkte für die Anpassung einbezogen und das traditionelle trikubische Verfahren für die Gewichtungsfunktion verwendet.

Da sich die Effekte der einzelnen Maßnahmen über das gesamte Jahr akkumulieren, wurden bei dieser Fragestellung Jahressammelmengen miteinander verglichen. Bei dem Vergleich von Jahreswerten spielen saisonale Schwankungen in den Abgabemengen innerhalb eines Jahres keine Rolle. Ein grafisches Analyseverfahren ist in diesem Fall vorrangig geboten, da die geringen Fallzahlen der Daten keine zuverlässigen inferenzstatistischen Aussagen erlauben.

Neben dem grafischen Verfahren wird jedoch zusätzlich ein inferenzstatistisches Regressionsverfahren angewandt, bei dem untersucht wird, ob es über den zeitlichen Trendverlauf hinaus einen

signifikanten Anstieg der Sammelmenge im Jahr 2018 und 2019 gibt.³ Bei geringer Datengröße (d. h. wenigen Datenpunkten) ist die Teststärke (sog. statistische Power) zum Nachweis kleinerer und mittlerer Effekte gering. Das bedeutet, die Wahrscheinlichkeit einen Effekt zu finden, der in den Daten tatsächlich vorliegt, liegt deutlich unter 80 %. Ein nicht-signifikantes Ergebnis kann somit immer auch das Resultat der geringen Teststärke sein. Ein inferenzstatistisches Verfahren ist aber auch bei wenigen Datenpunkten sinnvoll, da statistisch signifikante Effekte trotzdem auf einen nicht-zufälligen Effekt hinweisen. Ein signifikanter Effekt kann also auch bei geringer Datengröße interpretiert werden, ein nicht-signifikanter Effekt sollte aber keinesfalls als Beleg für die Abwesenheit eines Effektes herangezogen werden.

Fragestellung 2. Zur Prüfung des Effekts der Power-Tage (Fragestellung 2) wird nach derselben Analyselogik vorgegangen. Zunächst werden die monatscharfen Daten (ähnlich des LOESS-Verfahrens) graphisch mit einem Verfahren aus dem Bereich der Zeitreihenanalyse untersucht. Mit Hilfe des "gleitenden Durchschnitts"⁴ wird eine Trendkurve erstellt, die aus den Mittelwerten gleich großer Untermengen der ursprünglichen Datenpunktmenge besteht. Beim Vergleich mit den ursprünglichen Datenpunkten wird somit deutlich, an welchen Stellen besondere Abweichungen von der Trendkurve (gleitenden Durchschnitt) entstehen. Somit können Effekte, die in Monaten mit Power-Tagen entstanden sind, grafisch ermittelt werden.

Während das LOESS-Verfahren Datenpunkte gewichtet um eine Trendkurve zu erzeugen, nutzt das Verfahren des gleitenden Durchschnitts ungewichtete Mittelwerte für die Trendkurve. Das LOESS-Verfahren glättet insgesamt stärker und lässt stärkere Abweichungen zwischen Trendkurve und Sammelmengen zu. Die Kurve schwankt weniger. Ein möglicher Effekt für die Maßnahmen in den Jahren 2018 / 2019 ist somit leichter zu erkennen. Für die saisonal geprägten Monatsdaten wurde das weniger stark glättende Verfahren des gleitenden Durchschnitts eingesetzt, um saisonal auftretenden Schwankungen der Sammelmengen besser Rechnung zu tragen. Die Trendkurve folgt hier stärker den periodischen Schwankungen innerhalb eines Jahres. Zusätzlich zum graphischen Verfahren erfolgt ein inferenzstatistisches Regressionsverfahren, bei dem (a) geprüft wird, welcher lineare Trend (d. h. welche Zuwächse / Abnahmen) innerhalb von 24 Monaten zu verzeichnen sind und (b) ob der Effekt in den drei Monaten der Power-Tage statistisch signifikant ist.⁵ Hierzu wird analysiert, ob die Abweichung der tatsächlichen Sammelmengen vom Trendverlauf des gleitenden Durchschnitts in den drei Monaten der Power-Tage signifikant unterschiedlich zu den Monaten ist, in denen keine Power-Tage stattfanden.

³ Hierzu wird in einem ersten Regressionsschritt der Einfluss des (linearen) Jahrestrends auf die Sammelmenge untersucht. Im Anschluss wird per Dummykodierung (2018 / 2019 vs. restliche Jahre) in einer zweiten Regression analysiert, ob die Jahre 2018 und 2019 signifikante zusätzliche Varianzaufklärung an den Residuen, d. h. der Abweichungen vom linearen Trendverlauf der ersten Regression, bringt. Das Verfahren ist vergleichsweise liberal, d. h. Abweichungen vom linearen Trend werden mit höherer Wahrscheinlichkeit detektiert.

⁴ Im vorliegenden Fall wurde eine hinkende 3-Punkte-Glättung angewendet, bei der jeder Punktwert X der Trendkurve anhand des Durchschnitts von drei monatlichen Abgabemengen ($X-2$; $X-1$; X) berechnet wird. Hierdurch entsteht eine Trendkurve, die den saisonalen Veränderungen der Abgabemengen Rechnung trägt und gleichzeitig datengeleitete Prognosen der Sammelmengen erzeugt.

⁵ Statistisch wird überprüft, ob die Residuen (d. h. die Differenz zwischen Trendkurve und tatsächlichen Sammelmengen) der drei Power-Monate signifikant unterschiedlich von Residuen der Monate ohne Powertage ist (Dummykodierung).

2.3.3 Deskriptive Ergebnisse

2.3.3.1 Übersicht

In Tabelle 6 sind sowohl die Mittelwerte und die entsprechende Standardabweichung über die erhobenen Jahre (N) in fünf verschiedenen Kategorien dargestellt. Zu den Kategorien liegen unterschiedlich umfangreiche Daten vor: In der Kategorie weiße Ware liegen die Daten nur ab 2008 vor, die Kategorie Nachtspeicherheizgeräte beinhaltet Daten ab 2016. In den übrigen Kategorien wurden Daten ab 2004 erfasst. Die Angaben zu Kühlgeräten und Bildschirmen wurden in Stück erfasst und untersucht. Dies hat den Vorteil, dass der Trend zu immer größeren Geräten nicht ins Gewicht fällt, aber gleichzeitig den Nachteil, dass nicht das Gesamtgewicht interpretiert werden kann.

Tabelle 6: Übersicht über die Anzahl der erhobenen Jahre sowie den Mittelwert und die Standardabweichung über alle Jahre hinweg pro EAG-Kategorie

t=Tonnen, Zeitraum: 2004-2019 (keine Werte für Nachtspeicherheizgeräte von 2004-2015, keine Werte für weiße Ware von 2004-2007)

	Anzahl der Jahre	Mittelwert	Median
Elektro-Kleinschrott (t)	16	483,17	476,20
Weißer Ware (t)	12	179,04	177,22
Kühlgeräte (Stück)	16	6.490	6.490
Nachtspeicherheizgeräte (Stück)	4	154	148
Bildschirme (Stück)	16	15.718	16.026

Quelle: Eigene Darstellung

Wie in Tabelle 6 erkennbar, werden im Untersuchungszeitraum im Schnitt ca. 480 Tonnen Elektro-Kleinschrott, ca. 180 Tonnen weiße Ware, 6.490 Kühlgeräte, 154 Nachtspeicherheizgeräte und ca. 16.000 Bildschirme pro Jahr gesammelt. Die jeweiligen Medianwerte weichen nur geringfügig von den Mittelwerten ab, was bedeutet, dass die Werte in den verschiedenen Kategorien annähernd normalverteilt und nicht mit statistischen Ausreißern behaftet sind.

Die erfassten EAG Mengen wurden außerdem Pro-Kopf (basierend auf der jeweils aktuellen Einwohnerzahl) ausgewertet (Tabelle 7). Jede:r Einwohner:in gibt im Jahr etwa 2,5 kg Elektro-Kleinschrott und knapp 1 kg weiße Ware ab. In der Summe zeigt sich über die Jahre, dass jede:r Einwohner:in innerhalb von 16 Jahren 0,5 Kühlgeräte und 1,3 Bildschirme abgibt.

Tabelle 7: Übersicht der mittleren Lage- und Streuungsmaße pro EAG Kategorie

Angaben pro Kopf auf Basis der Anzahl der Einwohner (jeweils jahresaktueller Stand), Zeitraum: 2004-2019 (keine Werte für Nachtspeicherheizgeräte von 2004-2015, keine Werte für weiße Ware von 2004-2007)

	N Anzahl der Jahre	Mittelwert	Median	Summe
Elektro-Kleinschrott (kg)	16	2,56	2,53	40,98
Weißer Ware (kg)	12	0,95	0,96	11,41
Kühlgeräte (Stück)	16	0,034	0,035	0,55
Nachtspeicherheizgeräte (Stück)	4	0,0008	0,00075	0,0032
Bildschirme (Stück)	16	0,083	0,086	1,33

Quelle: Eigene Darstellung

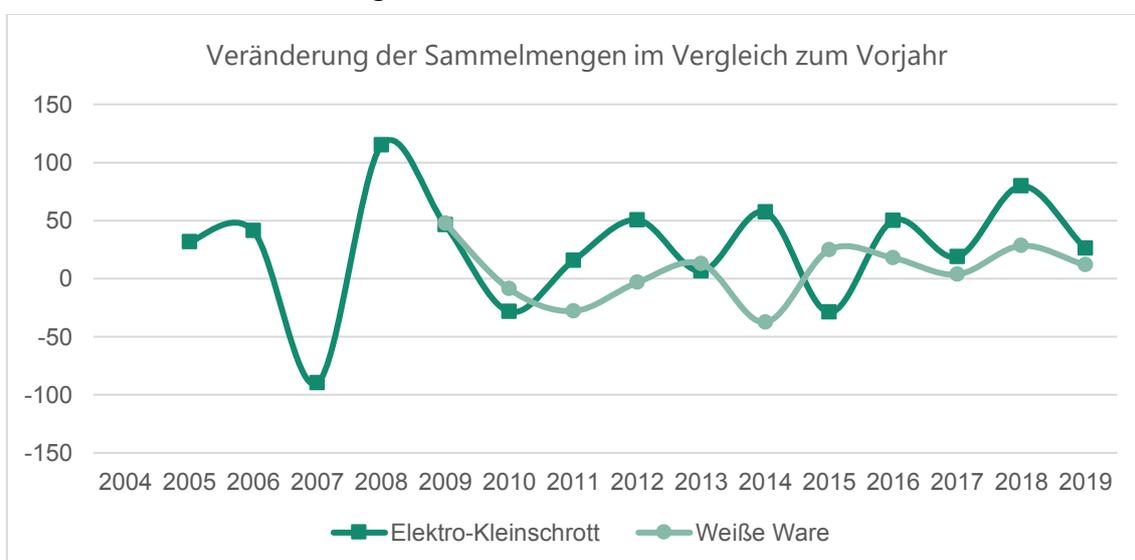
Die nachfolgende Auswertung verdeutlicht nochmal die Unterschiede zwischen den Kategorien und skizziert die Entwicklung der Abgabemengen über die einzelnen Jahre.

2.3.3.2 Zeitliche Entwicklung der Sammelmengen

In Abbildung 14 ist die absolute Änderung der Abgaben von Elektro-Kleinschrott und weißer Ware im Vergleich zum jeweiligen Vorjahr, basierend auf absoluten Jahressammelmengen (siehe Anhang, Abbildung 45 und Abbildung 46) dargestellt. Die Darstellung dieser Änderung hilft, den zeitlichen Trend und die Entwicklung der jährlichen Veränderungen bei den einzelnen Sammelgruppen darzustellen.

Abbildung 14: Entwicklung der Sammelmengen im Vergleich zum Vorjahr für Elektro-Kleinschrott und Weiße Ware

Für den Zeitraum 2004-2019; Angaben in Tonnen



Quelle: Eigene Berechnungen

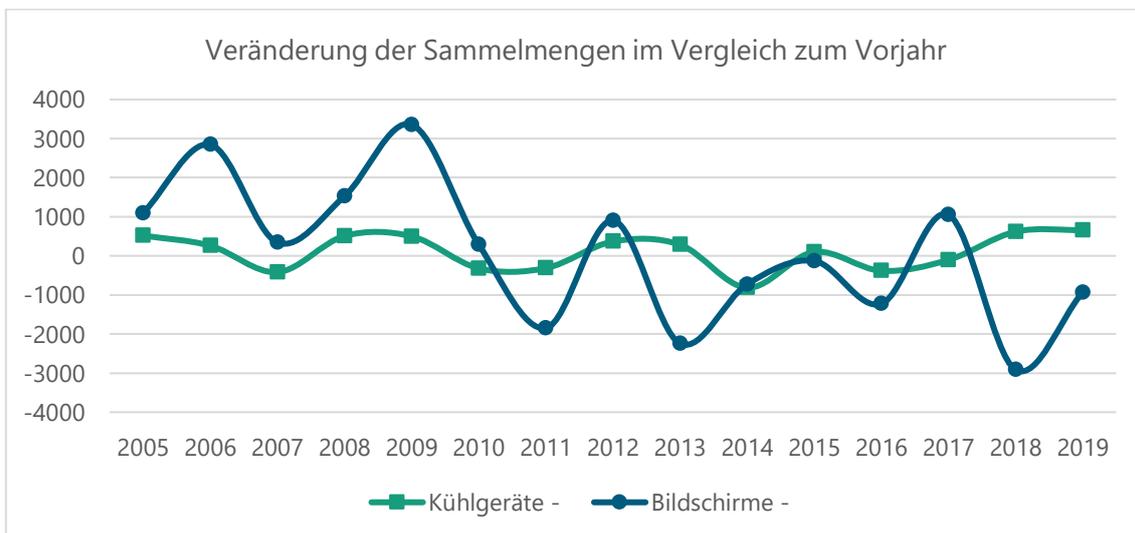
Beim Elektro-Kleinschrott zeigt sich anhand der Veränderung der Sammelmenge im Vergleich zum Vorjahr ein kontinuierlicher Zuwachs in der Sammelquote unter hohen jährlichen Schwankungen.

In der Kategorie zeigt sich, dass im Jahr 2007 mit nur 296,5 t (- 90 t) die niedrigste und im Jahr 2018 mit 678,3 t (+ 79,2 t) die höchste Abgabemenge im Vergleich zum Vorjahr zu verzeichnen ist. Die jährliche Sammelquote für diese Gruppe steigt für den Untersuchungszeitraum pro Jahr um durchschnittlich 26 Tonnen, ist aber auch von Jahren geprägt, die geringere Sammelmengen als im Vorjahr hervorbringen.

Bei der Kategorie weiße Ware ist bei den Abgaben über die Jahre kein einheitlicher Trend auszumachen. Auch wenn die Sammelmenge im Durchschnitt um 6,3 Tonnen (seit 2008) leicht wächst, wechseln sich Zunahme und Abnahme der Sammelmenge gegenüber dem Vorjahr häufig ab (Abbildung 14). Im Jahr 2009 ist der stärkste Anstieg mit + 47,74 t gegenüber dem Vorjahr zu verzeichnen. Im Jahr 2014 gab es im Vergleich zum Vorjahr einen Rückgang von 37 Tonnen. Seit 2014 steigt die abgegebene Menge an weißer Ware aber kontinuierlich an (siehe Anhang, Abbildung 46), was umso bemerkenswerter ist, da beispielsweise der Absatz von Waschmaschinen seit 2014 bundesweit praktisch stagniert (ZVEI 2021b) und auch der Absatz von Geschirrspülern nur in sehr geringem Umfang zunimmt (ZVEI 2021a). Es zeigt sich außerdem, dass in den Jahren, in denen viel oder wenig Elektro-Kleinschrott abgegeben wurde, dies bei der weißen Ware nicht zwangsläufig der Fall ist. Dies spricht für eine gewisse Unabhängigkeit der Sammelmengen zwischen den beiden Gruppen.

Abbildung 15: Entwicklung der Sammelmengen im Vergleich zum Vorjahr für Kühlgeräte und Bildschirme

Für den Zeitraum 2004-2019; Angaben in Stück



Quelle: Eigene Berechnungen

Die Menge der abgegebenen Kühlgeräte steigt im Zeitraum mit durchschnittlich 97 Geräten pro Jahr sehr wenig (Abbildung 15), gemessen an den jährlichen Sammelmengen mit im Durchschnitt abgegebenen 6.500 Geräten (zur Übersicht siehe Anhang, Abbildung 47). Mit anderen Worten stagniert die Abgabe der Kühlgeräte auf einem stabilen Plateau. Die Veränderungen zum Vorjahr sind in dieser Kategorie mal rückläufig, mal ansteigend, überschreiten jedoch nie die Grenzen von + bzw. - 1.000 Geräten. Die Veränderungen gegenüber dem Vorjahr streuen daher sehr wenig. Im Jahr 2014 gab es mit 814 Geräten weniger den stärksten Rückgang im Vergleich zum Vorjahr. 2019 wurden 660 Geräte mehr als im Vorjahr abgegeben.

Im Schnitt wurden pro Jahr knapp 15.700 Bildschirme, zu denen auch Fernsehbildschirme zählen, abgegeben (siehe Anhang, Abbildung 48). Dabei ist ebenfalls über den gesamten Zeitraum ein sehr geringer Anstieg von durchschnittlich etwa 93 Geräten pro Jahr zu erkennen. Im Jahr 2009 wurden 3.356 Geräte mehr als im Vorjahr abgegeben, im Jahr 2018 hingegen 2.912 Geräte weniger als im

Vorjahr (Abbildung 15). Im Unterschied zur Sammelmenge der Kühlgeräte, folgt der Anstieg aber keinem linearen Trend. Die höchste Abgabemenge mit 20.160 Geräten wurde im Jahr 2010 erreicht, seither sinkt die Abgabemenge in diesem Bereich wieder und beschreibt eine umgekehrt U-förmige Kurve. Der Rückgang der Sammelmenge verläuft allerdings parallel zum Rückgang der bundesweiten Absatzzahlen in dieser Kategorie. So geht etwa der Absatz von Fernsehgeräten auf dem Konsumentenmarkt seit dem Höhepunkt in 2011 zurück und stieg erst 2020 wieder leicht an (gfu 2021a).

2.3.4 Effekte der Gesamt-Kampagne in 2018 / 2019

Zur Evaluierung der gesamten Kampagne wurde das LOESS-Verfahren⁶ genutzt um zu prüfen, ob im Jahr 2018 / 2019 Abgabemengen erzielt wurden, die vom allgemeinen Trend abweichen. Es können somit die modellierten Trendverläufe der Abgabemengen grafisch dargestellt und mögliche Ausreißer grafisch identifiziert werden. Liegt keine relevante grafische Abweichung vor, indiziert dies, dass kein bedeutsamer bzw. beobachtbarer Effekt über den generellen Zeittrend hinaus erzielt wurde. Zusätzlich erfolgte eine inferenzstatistische Testung auf signifikante Abweichungen der Jahressammelmenen in 2018 und 2019 (für Details siehe Kapitel 2.3.2.3 Methodik).

2.3.4.1 Elektro-Kleinschrott & weiße Ware

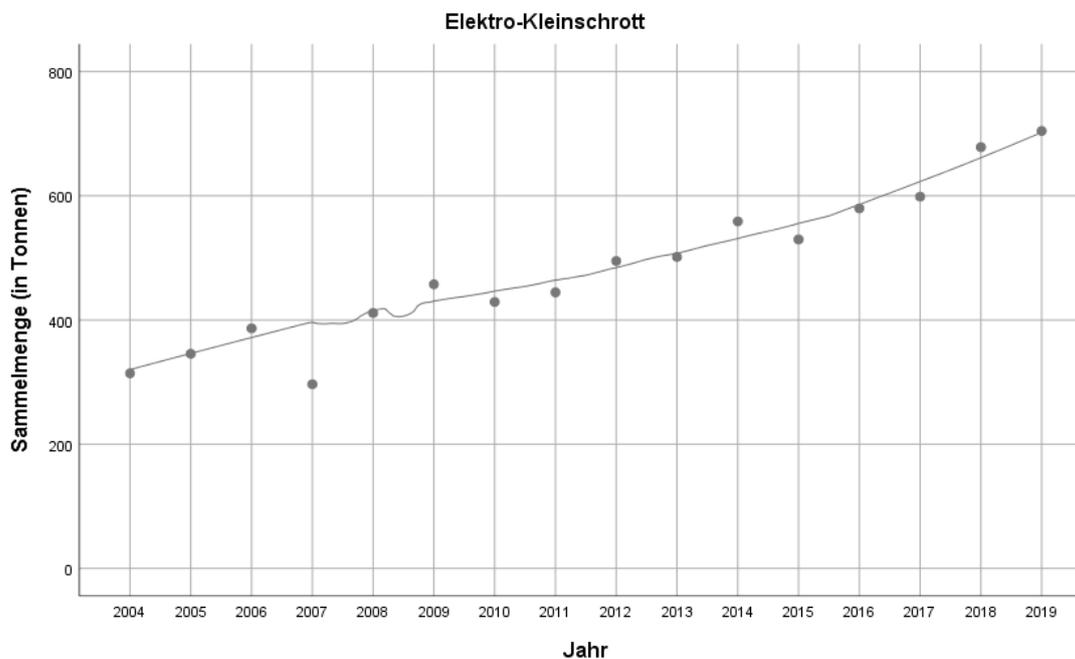
Elektro-Kleinschrott. Über die letzten 16 erfassten Jahre hinweg ist für die Abgabemenge von kleinen EAG im Zollernalbkreis ein kontinuierlicher, fast linearer Aufwärtstrend zu erkennen. Dieser Anstieg, der im Schnitt bei etwa 24,4 t pro Jahr bzw. 0,13 kg pro Einwohner pro Jahr liegt, kann zum einen auf die gleichzeitig zunehmenden Umsatzmengen in dieser Kategorie (die bedingt auf zunehmende Absatzmengen schließen lassen; gfu 2021b) und zum anderen auf die steigende relative Rückgabequote zurückzuführen sein. Im Vergleich zu den anderen Kategorien zeigt sich in dieser Kategorie der höchste Anstieg an Abgabemengen.

In Abbildung 16 ist die absolute Sammelmenge für die Kategorie Elektro-Kleinschrott und ein LOESS-modellierter Trendverlauf dargestellt. Die einzelnen Datenpunkte stehen für die tatsächlichen Abgabemengen im jeweiligen Jahr, während die Kurve den geglätteten, modellierten Verlauf darstellt. Sie zeigt einen annähernd linearen Verlauf, bei dem die meisten Datenpunkte nahe an der LOESS-Kurve liegen, was auf einen gleichmäßigen, linearen Zuwachs der Sammelmenge hinweist. Das Jahr 2018 liegt etwas über der Trendkurve, das Jahr 2019 direkt auf dieser Geraden und hebt sich nicht von der linearen Entwicklung, welche in dieser Kategorie zu beobachten ist, ab. Graphisch lässt sich anhand des LOESS-Verfahrens daher kein eindeutiger Effekt der Maßnahme in den Jahren 2018 und 2019 feststellen.

⁶ Das LOESS (locally estimated scatterplot smoothing) Verfahren ist ein nicht-parametrisches Regressionsverfahren, bei dem Teilmengen lokaler Datenpunkte in gewichteter Form genutzt werden, um den Verlauf eines Teilstücks der Kurve zu modellieren. Hieraus entsteht eine geglättete Kurve die keiner a-priori bestimmten Funktion folgt, sondern datengeleitet eine Verlaufskurve zeichnet (für eine kurze Einführung siehe Wilke 2020, S. 131-145).

Abbildung 16: Sammelmengen von Elektro-Kleinschrott

In den Jahren 2004 bis 2019 (Datenpunkte) und LOESS-Trendkurve (Linie)



Quelle: Eigene Berechnungen

Die lineare Regression zeigt einen statistisch signifikanten Jahrestrend mit einer linearen Zunahme von 24,5 Tonnen pro Jahr an ($B = 24,51$, $t = 13,47$, $p < 0,001$)⁷. Unter Berücksichtigung dieses Trends zeigt sich im Hinblick auf die Kampagne in 2018 und 2019 darüber hinaus, dass die Sammelmengen während den beiden Jahren im Vergleich zu den Vorjahren marginal signifikant ($p < 0,10$) von dem allgemeinen linearen Trend abweichen ($B = 41,82$, $t = 1,84$, $p = 0,09$)⁸. Das bedeutet, dass die Sammelmengen in den beiden Kampagnenjahren pro Jahr 41,8 Tonnen kleinen Elektroschrott zusätzlich im Vergleich zu den Jahren 2004 bis 2017 einbrachten (unter Berücksichtigung des zeitlichen Trendverlaufs steigender Sammelmengen). Dieser Effekt ist aufgrund der wenigen Daten marginal signifikant und daher unter Vorbehalt zu bewerten. Für die Inferenzstatistik fehlte für den Effekt die Teststärke (statistische Power).

Trotz allem führten die beiden Jahre damit zu einem deutlichen Anstieg der gewöhnlichen jährlichen Zuwächse. Dieser zeigt sich auch in den absoluten Zahlen (ohne Berücksichtigung der zeitlichen Trendverläufe): Während die Sammelmengen bei kleinem Elektroschrott durchschnittlich um 26,1 Tonnen pro Jahr zunehmen, waren es in den Jahren 2018 und 2019 durchschnittlich 52,9 Tonnen.

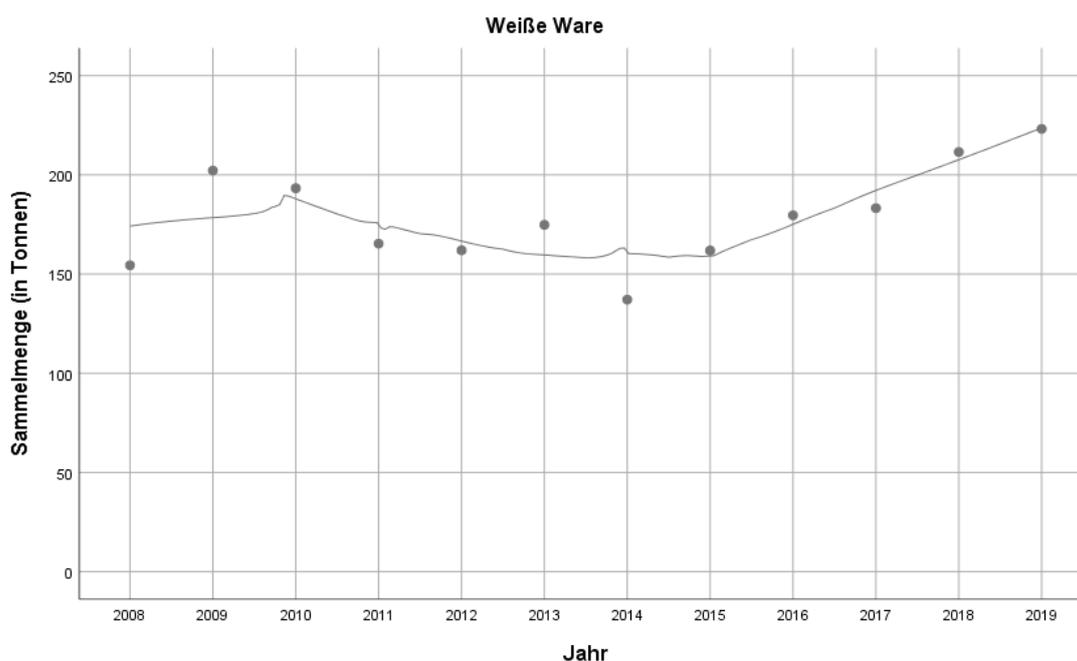
⁷ Die jährliche Zunahme im linearen Trend der Regression kann von der tatsächlichen durchschnittlichen jährlichen Zunahme abweichen, da der modellierte Trend einer Geraden mit vorhergesagten Werten folgt. Der Regressionskoeffizient B steht hierbei für das unstandardisierte Beta, das den direkten Effekt des Prädiktors auf das Kriterium beschreibt (z. B. Zunahme an Tonnen pro Jahr). Der t -Wert ist die Test-Statistik des Parameters aus dem sich der p -Wert, also die Wahrscheinlichkeit der Test-Statistik ergibt. Nach gängiger Norm wird ein p -Wert kleiner 0,05 (Fehlerwahrscheinlichkeit 5 %) als "signifikant" eingestuft.

⁸ Durchgeführt wurde eine lineare Regression auf das Kriterium der Jahressammelmengen mit den Jahreszahlen als Prädiktor zur Analyse des Trends. In einem zweiten Schritt wurde eine Regression auf das Kriterium der Residuen der vorherigen Regression mit einem Treatment-Dummy (1 = 2018, 2019; 0 = 2004 -2017) durchgeführt, um den Effekt der gesamten Kampagne zu testen. Die inferenzstatistische Analyse hätte bei der geringen Anzahl an Datenpunkten ($N = 16$) nur bei extrem großen Effekten zu einem signifikanten Ergebnis geführt.

Weißer Ware. In der Kategorie Weiße Ware wurden erst Daten ab 2008 erfasst (siehe Anhang, Abbildung 46). Die Abbildung 17 zeigt, dass die Abgabemengen bei der weißen Waren keinem durchgängigen linearen Trend folgen (wie etwa bei dem Elektro-Kleinschrott). Zwischen 2008 und 2014 sinken die Abgabemengen tendenziell. Seit 2014 ist ein Anstieg der Abgabemengen zu verzeichnen, der als annähernd linear betrachtet werden kann und bei durchschnittlich 14,3 Tonnen pro Jahr bzw. 88 g pro Einwohner und Jahr liegt. Auch hier liegen die Jahre 2018 / 2019 graphisch im Trend und zeigen nur eine leicht über dem Trend liegende Abweichung. Graphisch lässt sich anhand des LOESS-Verfahrens daher kein eindeutiger Effekt der Maßnahme in den beiden Jahren feststellen.

Abbildung 17: Sammelmengen von Weißer Ware

In den Jahren 2008 bis 2019 (Datenpunkte) und LOESS-Trendkurve (Linie)



Quelle: Eigene Berechnungen

Auch inferenzstatistisch lässt sich kein überzufälliger Effekt für 2018 und 2019 belegen. Die lineare Regression zeigt einen nicht signifikanten Trend mit einer Zunahme von durchschnittlich 2,8 Tonnen pro Jahr über den gesamten Zeitverlauf seit 2008 ($B = 2,81$, $t = 1,40$, $p = 0,19$). Darüber hinaus erbringen die Maßnahmenjahre im Vergleich zu den Vorjahren zusätzliche 29,1 Tonnen pro Jahr ($B = 29,1$, $t = 1,80$, $p = 0,10$). Diese zusätzliche Sammelmenge ist aber aufgrund der wenigen Daten und der großen Schwankungen der Sammelmengen nicht signifikant und könnte daher auch rein zufällig über den zu erwartenden Sammelmengen liegen (wie etwa das Jahr 2009 oder 2013)

2.3.4.2 Kühlgeräte & Bildschirme

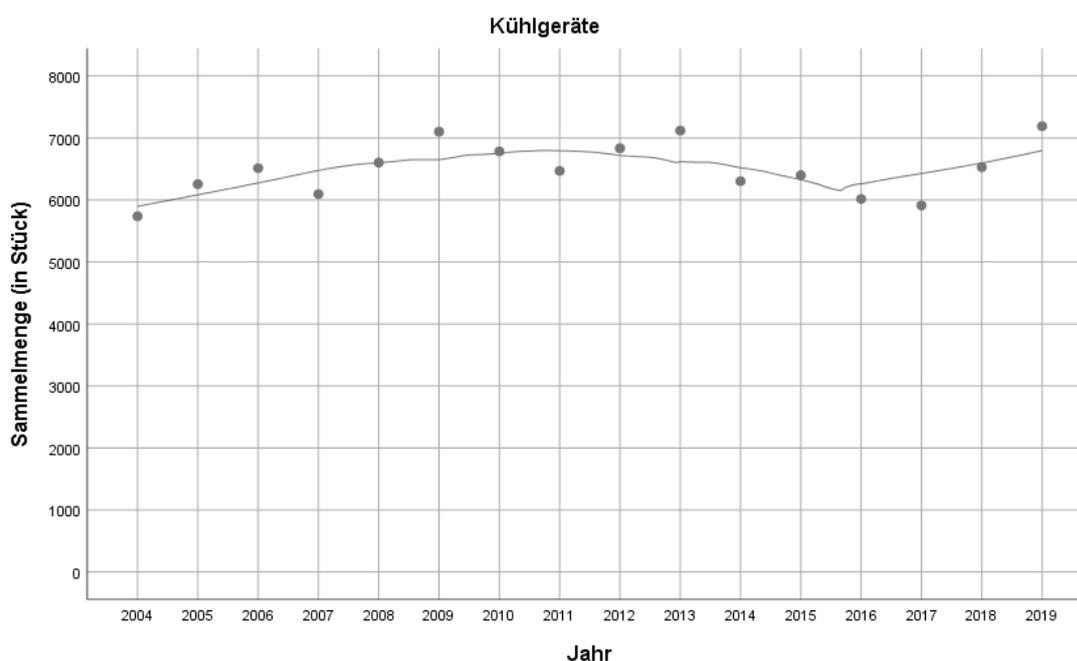
Kühlgeräte. Im Schnitt werden pro Jahr etwa 6.500 Kühlgeräte abgegeben (siehe auch Anhang, Abbildung 47). Auch in dieser Kategorie ist die Tendenz steigend mit etwa 97 Stück/Jahr, auch wenn dies im Vergleich gemessen an der Menge der jährlich abgegebenen Geräte ein sehr langsamer Anstieg ist.

Wie in Abbildung 18 erkennbar folgen auch die Abgabemengen der Kühlgeräte keinem Trend und verhalten sich auch nicht linear. Zwischen 2004 und 2015 variieren die Daten stark und deuten auf

einen leichten umgekehrten U-förmigen Verlauf hin. 2018 lieferte in etwa Abgabemengen wie sie durch den Trendverlauf zu erwarten waren. 2019 hingegen ist das Jahr mit den bisher größten Sammelmengen mit 7.188 Geräten. Betrachtet man die Abweichung in 2019 gegenüber den Vorjahren (2015-2018) so ist der Zuwachs substantiell – was zu einer moderaten Abweichung zur modellierten LOESS-Kurve führt, die so allerdings in den Jahren 2013 und 2009 auch schon zu beobachten war.

Abbildung 18: Sammelmengen von Kühlgeräten

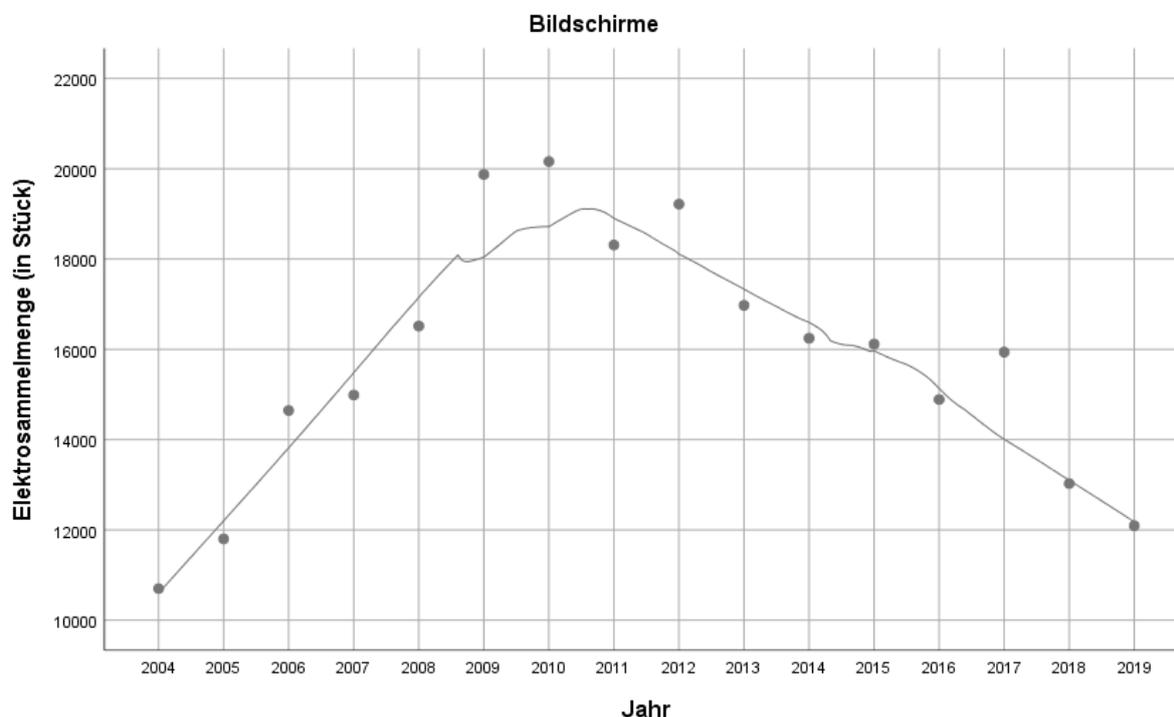
In den Jahren 2004 bis 2019 (Datenpunkte) und LOESS-Trendkurve (Linie)



Quelle: Eigene Berechnungen

Die Inferenzstatistik zeigt einen nicht signifikanten linearen Trend mit einer Zunahme von durchschnittlich 20,5 Geräten pro Jahr seit 2004 ($B = 20,54$, $t = 0,86$, $p = 0,40$). Darüber hinaus weichen die Jahre 2018 und 2019 im Vergleich zu den Vorjahren nicht signifikant von diesem allgemeinen linearen Trend ab ($B = 256,41$, $t = 0,79$, $p = 0,44$). Die Betrachtung zeigt, dass im Jahr 2018 etwas weniger Geräte, 2019 dafür aber deutlich mehr Geräte abgegeben wurden. Eine zweite Analyse, die auf das Jahr 2019 als relevantes Jahr des Effekts beschränkt ist, brachte jedoch auch kein signifikantes Ergebnis.

Bildschirme. Im Schnitt wurden seit Beginn der Betrachtung 2004 pro Jahr etwa 93 Geräte mehr abgegeben als im jeweiligen Vorjahr. Allerdings folgt die Sammelmenge der Kategorie Bildschirme einem anderen Trend als die vorigen Kategorien. In Abbildung 19 ist ein umgekehrter U-förmiger Verlauf zu erkennen. Die Abgabemengen fallen seit dem Höhepunkt im Zeitraum 2009-2011 stetig ab. Die Jahre 2018 und 2019 bilden hier keine Ausnahme, sondern liegen voll in diesem Trend. Graphisch lässt sich über das LOESS-Verfahren kein Effekt der Kampagne für 2018 und 2019 feststellen, da die Sammelmengen beinahe exakt durch den Datenverlauf der vorherigen Jahre vorhergesagt werden können.

Abbildung 19: LOESS-Graphik und Sammelmengen von Bildschirmen in den Jahren 2004 bis 2019

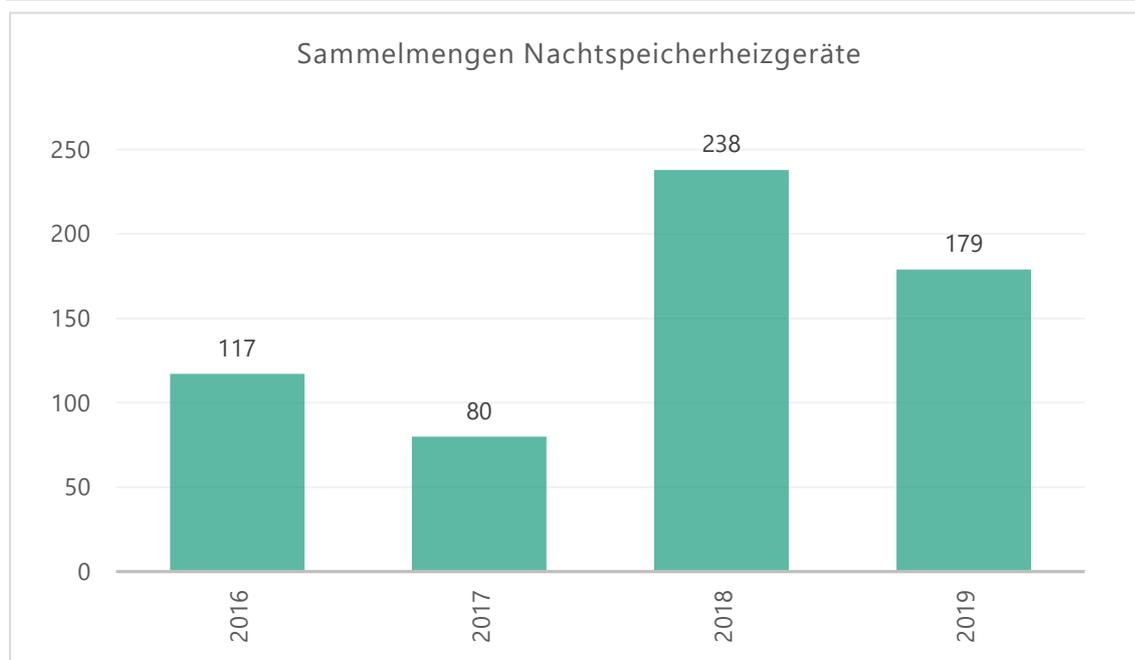
Quelle: Eigene Berechnungen

Die inferenzstatistische Testung bestätigt die graphische Analyse, dass die Jahre 2018 und 2019 nicht signifikant vom Gesamttrend abweichen. Die Regression für den näherungsweise linearen Verlauf ab 2012 zeigt einen statistisch signifikanten Jahrestrend mit einer jährlichen Abnahme von 854 Geräten pro Jahr ($B = -854,18$, $t = -6,37$, $p = 0,001$)⁹. Die Jahre 2018 und 2019 weichen im Vergleich zu den Vorjahren dabei nicht signifikant vom linearen Trend ab ($B = -586,79$, $t = -0,88$, $p = 0,41$) und deuten auf etwa 587 Geräte weniger hin, als durch den zeitlichen Verlauf zu erwarten gewesen wäre.

2.3.4.3 Nachtspeicherheizgeräte

Die Daten zu den Nachtspeicherheizgeräten lassen sich aufgrund der geringen Datenmenge von nur vier Jahren nur unzureichend auswerten. So ist zwar auch hier anhand der Jahre 2016-2019 ein leichter Anstieg von 21 Stück im Vergleich zum Vorjahr zu erkennen, aufgrund der sehr variierenden Werte in den einzelnen Jahren lässt sich hier jedoch kein statistischer Trend bzw. ein Anstieg erkennen. Nachtspeicherheizgeräte werden aufgrund der geringen Datenmenge nicht weiter analysiert.

⁹ Da der umgekehrt U-förmige Datenverlauf mit dem verwendeten inferenzstatistischen Verfahren nicht getestet werden kann, wird nur der lineare Verlauf der Bildschirme ab 2012 betrachtet.

Abbildung 20: Kategorie Nachtspeicherheizgeräte: Übersicht über die Gesamtabgabemengen pro Jahr (in Stück)

Quelle: Eigene Darstellung

2.3.4.4 Zusammenfassung

Untersucht wurden jeweils jährliche Abweichungen der EAG-Sammelmenngen für unterschiedliche EAG-Kategorien von den berechneten zeitlichen Trendverläufen. Außergewöhnlich hohe Sammelmenngen in den Jahren 2018 und 2019, die deutlich von den historisch zu erwartenden Sammelmenngen abwichen, wurden hierbei als Effekt der Kampagne "Gib's Ab" interpretiert. Während sich für Elektro-Kleinschrott und Weiße Ware Anzeichen für erhöhte Sammelmenngen in den Jahren 2018 und 2019 ergeben, zeigen die Analysen keine Anzeichen für zusätzliche Abgaben von Kühlgeräten und Bildschirmen, die sich auf die Maßnahmen zurückführen ließen.

Für kleine Elektroaltgeräte stieg vor allem im Jahr 2018 die absolute Sammelmenge gegenüber dem Vorjahr um 79,7 Tonnen auf 678 Tonnen, eine Steigerung von 13 %. Während die Sammelmenngen bei kleinem Elektroschrott durchschnittlich um 26,1 Tonnen pro Jahr zunehmen, waren es in den Jahren 2018 und 2019 durchschnittlich 52,9 Tonnen. Die graphische Analyse zeigte eine leicht überdurchschnittliche Sammelmenge für 2018 gegenüber dem LOESS-modellierten Trendverlauf an. Inferenzstatistisch war der Effekt von 41,8 Tonnen/Jahr zusätzlich gesammeltem Elektroschrott in 2018 und 2019 (unter Berücksichtigung des zeitlichen Trendverlaufs steigender Sammelmenngen) im Vergleich zu den Vorjahren 2004-2017 aufgrund der geringen Datenmenge zwar nur marginal signifikant, aber nicht weniger relevant.

Auch bei der der Kategorie Weiße Waren stieg vor allem im Jahr 2018 die absolute Sammelmenge gegenüber dem Vorjahr um 28,3 Tonnen auf 212 Tonnen an. Während die Sammelmenngen seit 2008 durchschnittlich um 6,3 Tonnen pro Jahr zunehmen, waren es in den Jahren 2018 und 2019 durchschnittlich 39,9 Tonnen. Die absoluten Steigerungen sind allerdings vor dem Hintergrund starker Schwankungen der Sammelmenngen in dieser Kategorie zu interpretieren. Unter Berücksichtigung des LOESS-modellierten zeitlichen Trendverlaufs zeigte die graphische Analyse keine überdurchschnittlichen Sammelmenngen an. Inferenzstatistisch ergab sich modelliert eine zusätzliche Sammelmenge von 29,1 Tonnen/Jahr in 2018 und 2019, der Wert fiel allerdings knapp unterhalb des Signifikanzniveaus von $p < 0,10$.

Die Ergebnisse lassen einen deutlichen Interpretationsspielraum zu. Eine optimistische Betrachtung, die die zusätzlichen Sammelmengen allein kausal der Kampagne zuschreibt, ergäbe 70,9 Tonnen pro Jahr zusätzlichen Elektroschrott für das Jahr 2018 und das Jahr 2019, die über die historisch zu erwartenden jährlichen Steigerungsmengen hinausgehen (Berücksichtigung des Trendverlaufs). Das entspricht etwa 8,5 % zusätzlicher EAG-Sammelmenge pro Jahr über die beiden Kategorien weiße Ware und Elektro-Kleinschrott. Die Kampagne Gib's Ab hätte somit knapp 142 Tonnen zusätzliche EAG (Elektro-Kleinschrott und weiße Ware) erbracht. Eine pessimistischere Betrachtung würde diese Effekte entweder als zufällige Ausschläge des ohnehin stark schwankenden Verlaufs an EAG-Sammelmengen bewerten, wie sie auch in der Vergangenheit (z. B. 2009 oder 2014) vorgekommen sind, oder zumindest Teile des Effekts sich ändernden Rahmenbedingungen in den Jahren 2018 / 2019 zuschreiben (Vgl. "Sekundäreffekte auf Sammelmengen" S. 43 ff.). Beide Möglichkeiten, ein zufälliger Ausschlag oder sekundäre Einflüsse in dem Jahr, können unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten nicht ausgeschlossen oder post-hoc überprüft werden.

2.3.5 Effekt der Power-Tage in 2018 / 2019

Um den Effekt der sechs durchgeführten Power-Tage zu analysieren, wurden die EAG Kategorien monatsweise gemäß der Fragestellung 2 ausgewertet. Hierfür wurde die Methode des gleitenden Durchschnitts, ein Verfahren der Zeitreihenanalyse, verwendet (siehe Kapitel 2.3.2.3 Methodik für Details). Der gleitende Durchschnitt wird durch die gepunktete Linie dargestellt und zeigt eine Trendkurve der Sammelmengen auf, die sich jeweils aus drei benachbarten monatlichen Sammelmengen speist (X-2 bis X). Die durchgezogene Linie stellt die tatsächlichen Abgabemengen pro Monat dar. Mit Hilfe des gleitenden Durchschnitts lässt sich analysieren, wo es besonders große Abweichungen zwischen erwartbarer Abgabemenge in einem Monat (d. h. der durchschnittlichen Abgabemenge von drei Monaten) und der tatsächlich erfassten Menge gibt. Liegt die tatsächlich abgegebene Menge deutlich über oder unter dem gleitenden Durchschnitt, kann von einer Abweichung ausgegangen werden, die untypisch für diese Datenfolge ist.

Die rot markierten Datenpunkte sind diejenigen Monate, in denen die Power-Tage jeweils an zwei Tagen im Monat durchgeführt wurden (Juni 2018, Oktober 2018, Mai 2019).

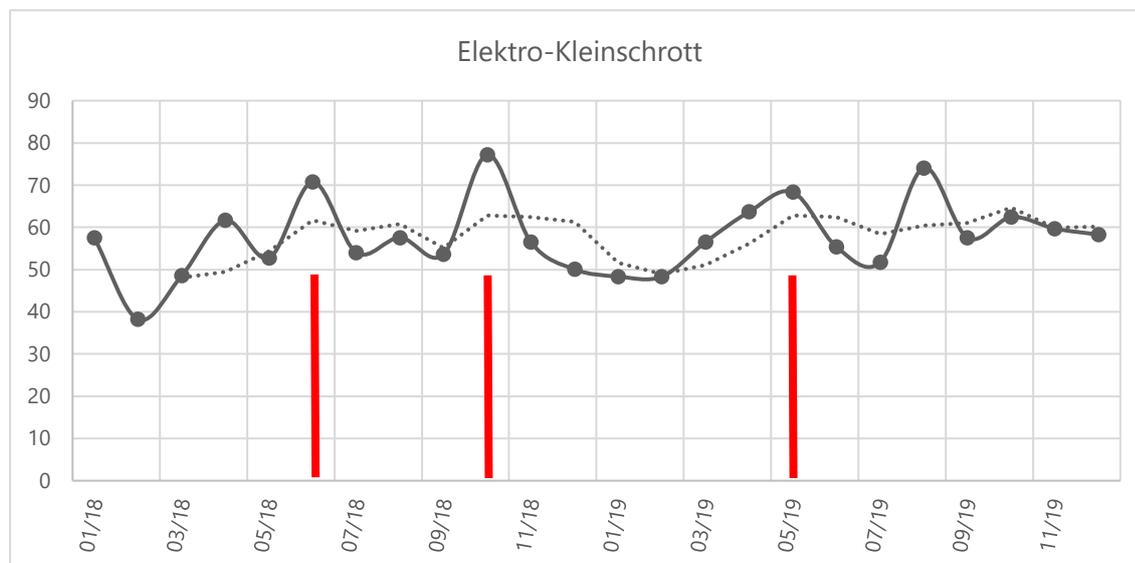
2.3.5.1 Elektro-Kleinschrott & Weiße Ware

Elektro-Kleinschrott. Beim Elektro-Kleinschrott ist keine starke Periodizität (Saisonalität) über die zwei Jahre erkennbar (Abbildung 21). Eine Saisonalität ist eine jahreszeitlich bedingte Form der Periodizität, das heißt, es entstehen sich wiederholende Perioden. Eine mögliche Saisonalität wären zum Beispiel immer wiederkehrende jährliche Steigerungen der Abgabemengen im Frühling, Sommer, Herbst oder Winter. Dies ist jedoch beim Elektro-Kleinschrott nicht der Fall.

Zu den Zeitpunkten der ersten beiden Power-Tage im Juni 2018 und im Oktober 2018 sind deutlich höhere Abgabemengen zu verzeichnen, als im Schnitt zu vermuten wäre. Es zeigt sich auch, dass diese Erhöhung nicht durch einen überdurchschnittlichen Abfall in den darauffolgenden Monaten gekennzeichnet ist ("Kannibalisierungseffekt"), sondern dass sich hier die Abgabemengen wieder auf das Ursprungsniveau einpendeln. Für Mai 2019 ist dieser Effekt nicht in gleichem Maße erkennbar. Eine graphische Interpretation der Daten legt nahe, dass die überdurchschnittlichen Abgabemengen im Juni 2018 und Oktober 2018 auf die durchgeführten Power-Tage zurückzuführen sein könnten. Führt man den deutlich kleineren Ausschlag im Mai 2019 auch auf die Power-Tage zurück, so erzielten diese einen etwas kleineren Effekt. Dies wäre möglicherweise auf eine Sättigung der Haushalte zurückzuführen, d. h., in einigen teilnehmenden Haushalten hatte sich in der Zeit zwischen Oktober 2018 und Mai 2019 noch nicht genügend zusätzlicher Elektroschrott angesammelt.

Abbildung 21: Abgabemengen und gleitender Durchschnitt der Jahre 2018 und 2019 für den Elektro-Kleinschrott in Tonnen

Die rot markierten Linien visualisieren die Durchführungsmonate der Power-Tage



Quelle: Eigene Berechnungen

Die inferenzstatistische Analyse zeigt keine signifikante Veränderung der Sammelmengen über den Verlauf der 24 Monate ($B = 0,34$, $t = 1,34$, $p = 0,20$). Innerhalb von zwei Jahren kam es nur zu einer sehr leichten Zunahme der Sammelmengen bei kleinen EAG. Entscheidender für die Fragestellung ist jedoch die Analyse der Power-Monate (Monate mit Power-Tagen). Sie führten im Vergleich zu Monaten ohne Power-Tage zu zusätzlichen Sammelmengen von 10,4 Tonnen pro Monat ($B = 10,40$, $t = 2,677$, $p = 0,014$).¹⁰ Die Durchführung von zwei Power-Tagen brachte also mit anderen Worten durchschnittlich eine zusätzliche Sammlungsmenge von 10,4 Tonnen kleiner EAG. Die Sammelmengen während der Power-Tage wichen damit signifikant von gewöhnlichen Monaten ab.

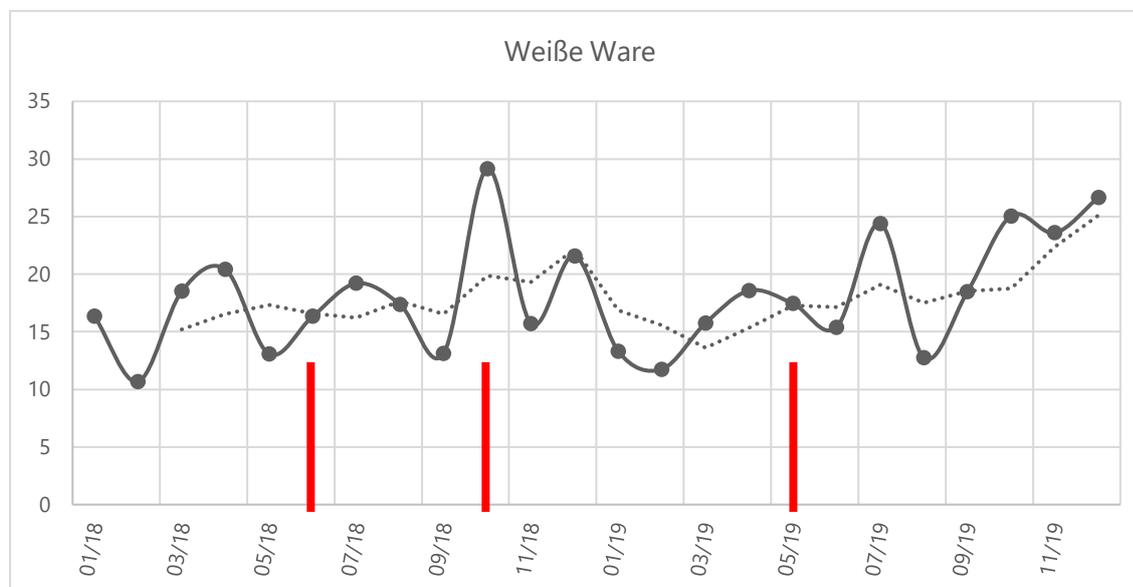
Weißer Ware. Die Daten der weißen Ware zeigen keine deutlichen saisonalen Effekte auf (Abbildung 22). Allerdings steigen sowohl 2018 als auch 2019 die Abgabemengen unter Schwankungen leicht an, erreichen jeweils im Oktober 2018 und im August 2019 den jährlichen Höhepunkt und fallen direkt danach wieder ab. Dies ist allerdings nur ein sehr leichter, tendenzieller Effekt, der sich erst bei der Betrachtung weiterer Jahre als stichhaltig erweisen würde.

In Hinblick auf die Power-Tage zeigt sich für Oktober 2018 ein Effekt, der deutlich über dem Durchschnitt liegt. Hier ist bei der Interpretation allerdings Vorsicht geboten, da auch im Oktober 2019 ein Anstieg zu verzeichnen war. Dennoch ist der Abstand zwischen dem gleitenden Durchschnitt und der tatsächlich abgegebenen Menge im Oktober 2018 höher. Für die beiden Power-Tage im Frühjahr, das heißt im Juni 2018 und im Mai 2019, lassen sich keine Abweichungen vom gleitenden Durchschnitt und somit auch keine Effekte durch die Powertage feststellen.

¹⁰ Statistisch waren die Differenzen der tatsächlichen Sammelmengen von den zu erwartenden Sammelmengen der Trendkurve in Monaten mit Powertagen signifikant größer (9,62 Tonnen) als in Monaten ohne Powertage (- 0,78 Tonnen).

Abbildung 22: Abgabemengen und gleitender Durchschnitt der Jahre 2018 und 2019 für die weiße Ware in Tonnen

Die rot markierten Linien visualisieren die Durchführungsmonate der Power-Tage



Quelle: Eigene Berechnungen

Die inferenzstatistische Analyse zeigt anhand der linearen Regression über alle Monate eine leichte, nicht signifikante Steigerung der Sammelmengen von 0,265 Tonnen pro Monat ($B = 0,27$, $t = 1,93$, $p = 0,07$), auf die bereits die graphische Analyse hinwies. Die Power-Monate führten im Mittel im Vergleich zu Monaten ohne Power-Tage zu zusätzlichen Sammelmengen von 2,9 Tonnen ($B = 2,86$, $t = 1,24$, $p = 0,23$). Diese leichte Differenz zu Monaten ohne Power-Tage ist statistisch nicht signifikant.

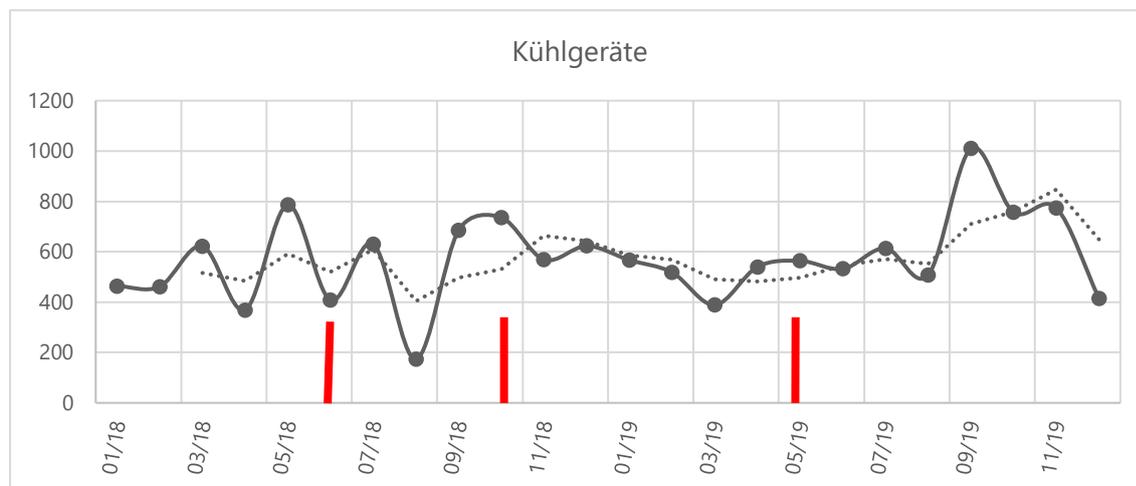
2.3.5.2 Kühlgeräte & Bildschirme

Kühlgeräte. Die Abgabemengen der Kühlgeräte folgen keiner erkennbaren periodischen Systematik (Abbildung 23). Es sind somit keine saisonalen Einflüsse erkennbar, während im August 2018 die Werte stark absinken, sind sie im August 2019 auf dem Höhepunkt. Das Kauf- und Abgabeverhalten ist vermutlich wenig auf saisonale Faktoren zurückzuführen, wodurch sich auch die Abgabemengen relativ konstant halten.

Auch die Power-Tage haben darauf keinen großen Effekt: in allen drei Monaten liegt die tatsächliche Abgabemenge nur leicht über dem Trendverlauf (Oktober 2018, Mai 2019) oder sogar darunter (Juni 2018).

Abbildung 23: Abgabemengen und gleitender Durchschnitt der Jahre 2018 und 2019 für Kühlgeräte in Stück

Die rot markierten Linien visualisieren die Durchführungsmonate der Power-Tage



Quelle: Eigene Berechnungen

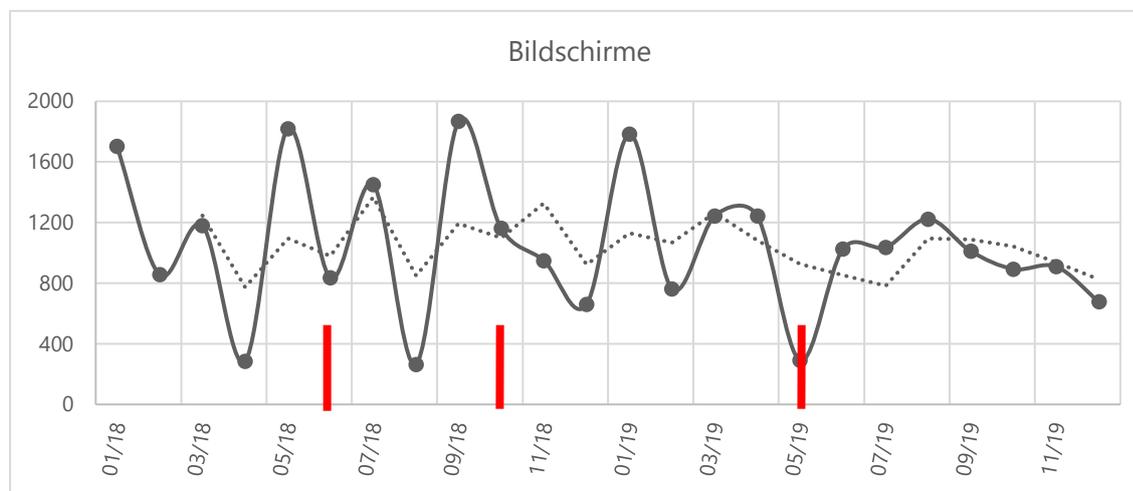
Die inferenzstatistische Analyse zeigt über alle Monate keine relevante Veränderung der Sammel-mengen pro Monat ($B = 7,33$, $t = 1,48$, $p = 0,15$) anhand der linearen Regression. Wie anhand der graphischen Analyse zu erwarten, erbrachten die Power-Monate im Vergleich zu Monaten ohne Power-Tage keine signifikant zusätzlichen Sammel-mengen ($B = 57,2$, $t = 0,67$, $p = 0,51$). Die Monate mit Power-Tagen erbrachten durchschnittlich etwa 57 Kühlgeräte mehr als Monate ohne Power-Tage, ein Unterschied, der statistisch nicht belastbar ist.

Bildschirme. Für die Abgabemengen der Bildschirme ist ebenfalls keine Periodizität festzustellen (Abbildung 24). Es zeigt sich hier vielmehr, dass auf abgabestarke Monate sehr abgabeschwache Monate folgen.

Dieses Muster ist auch von der Durchführung der Power-Tage weitestgehend unberührt. So liegt die abgegebene Menge in allen drei Monaten leicht oder stark unter dem Durchschnitt. Zwar folgen darauf wieder Monate mit einem Anstieg der Mengen, dies ist aber nicht auf die durchgeführten Maßnahmen zurückführbar.

Abbildung 24: Abgabemengen und gleitender Durchschnitt der Jahre 2018 und 2019 für die Bildschirme

Die rot markierten Linien visualisieren die Durchführungsmonate der Power-Tage



Quelle: Eigene Berechnungen

Die inferenzstatistische Analyse zeigt über alle Monate einen leichten, nicht signifikanten Abnahmetrend an gesammelten Geräten von ca. 13 Stück pro Monat ($B = -12,93$, $t = -0,96$, $p = 0,35$). Die Power-Monate führten nicht zu einer statistisch signifikanten Steigerung im Vergleich zu Monaten ohne Power-Tage ($B = -256,4$, $t = -1,12$, $p = 0,28$). Tendenziell war während der Monate mit Power-Tagen sogar eher eine Abnahme der Sammelmenge von rund 256 Geräten im Vergleich zu Monaten ohne Power-Tage zu beobachten.

2.3.5.3 Zusammenfassung

Untersucht wurden jeweils monatliche Abweichungen der EAG-Sammelmengen für unterschiedliche EAG-Kategorien von den berechneten zeitlichen Trendverläufen (gleitenden Durchschnitt) in den Jahren 2018 und 2019. Wie sich bereits in anderen Projekten mit Aktionstagen für EAG (Otto et al. 2018) andeutete, hatten die Power-Tage unterschiedliche Effekte auf die verschiedenen Sammelkategorien. Während für größere Geräte (weiße Ware, Kühlgeräte, Bildschirme) weder inferenzstatistisch noch graphisch ein konsistenter Effekt durch die Power-Tage nachgewiesen werden konnte, hatten die Power-Tage einen deutlichen Effekt auf kleine Elektroaltgeräte in den jeweiligen Monaten.

In der Kategorie Elektro-Kleinschrott zeigten alle drei Power-Monate erhöhte Sammelmengen, die auch inferenzstatistisch zu signifikant höheren Sammelmengen führten als in Monaten ohne Power-Tage. Die Analyse ergab eine durchschnittlich erhöhte Sammelmenge von 10,4 Tonnen für kleinen Elektroschrott. Der Effekt der Power-Tage war allerdings nicht in allen Monaten gleich stark. Während im Oktober 2018 14,4 Tonnen mehr als erwartet erzielt wurden, waren es im Mai 2019 5,5 Tonnen mehr als per Trendkurve zu erwarten gewesen wäre. Der Effekt der Power-Tage (i.S.v. zusätzlichen Sammelmengen in den jeweiligen Monaten) kann nur berechnet werden, weil er mit einer Trendkurve verglichen wird, die mit Annahmen und Ungenauigkeiten behaftet ist.

Die Power-Tage waren im Vergleich zu den anderen Maßnahmen inhaltlich darauf ausgelegt, dass Bürger:innen vorhandenen Elektroschrott an Aktionstagen flexibel zu den Wertstoffhöfen bringen. Da Elektroaltgeräte in größerem Umfang über längere Zeit in Haushalten gelagert werden und der Transportaufwand vergleichsweise gering ist, sind die stärkeren Effekte für Elektro-Kleinschrott folgerichtig. Für große EAG wie etwa Kühlgeräte werden im Zollernalbkreis pro Kopf innerhalb von

16 Jahren 0,5 Geräte entsorgt (siehe Tabelle 7). Einzelne Power-Tage können sich auf derart seltene Ereignisse daher nur sehr begrenzt auswirken. Hervorzuheben ist, dass die Power-Tage die Sammelmengen in den Folgemonaten nicht zu kannibalisieren scheinen. Die Sammelmengen pendelten sich wieder auf das ursprüngliche Niveau vor den Power-Tagen ein. Daher spricht einiges dafür, dass die Maßnahme geeignet ist, größere Mengen gelagerter kleiner EAG aus den Haushalten im Einzugsgebiet den Wertstoffhöfen zuzuführen.

2.3.6 Abschließende Bewertung

Im Rahmen des vorliegenden Evaluationsberichtes wurden zwei unterschiedliche Fragestellungen beantwortet. Zum einen wurde untersucht, ob die vom Landratsamt Zollernalbkreis durchgeführte Kampagne "Gib's Ab" in der Gesamtheit aller Maßnahmen (für eine Übersicht siehe Tabelle 5) im Jahr 2018 und 2019 zu einer Veränderung der Abgabemengen geführt hat. Zum anderen wurde untersucht, ob die (als Teil der gesamten Kampagne) durchgeführten Power-Tage in den Jahren 2018 und 2019 einen spezifischen Einfluss auf die Erhöhung der Abgabemengen haben.

Für die Evaluation wurden zwei verschiedene Datenquellen genutzt. Zum einen die jahresweisen Abgabemengen für die Wertstoffhöfe im Zeitraum 2004 bis 2019 (Fragestellung 1) und zum anderen die monatsweisen Abgabemengen auf den verschiedenen Wertstoffhöfen für die Jahre 2018 und 2019 (Fragestellung 2). Die Erfassung der Abgabemengen durch das Landratsamt ZAK erfolgt in fünf verschiedenen Kategorien (und Einheiten): Elektro-Kleinschrott (in Tonnen), weiße Ware (in Tonnen), Kühlgeräte (Stück), Nachtspeicherheizgeräte (Stück) und Bildschirme (Stück). Diese Kategorisierung wurde beibehalten, da sich in der deskriptiven Auswertung starke Unterschiede zwischen den Kategorien gezeigt haben und eine Kombination der unterschiedlichen Einheiten (Tonne und Stück) weitere Annahmen notwendig gemacht hätte. Nachtspeicherheizgeräte wurden aufgrund zu geringer Mengen und Daten aus der Beantwortung der beiden Fragestellungen ausgenommen.

Effekte der Gesamt-Kampagne. Während sich für Elektro-Kleinschrott und weiße Ware Indizien für erhöhte Sammelmengen in den Jahren 2018 und 2019 ergaben, konnte die Analyse keine Anzeichen für zusätzliche Sammelmengen bei Kühlgeräten und Bildschirmen zeigen, die sich auf die Maßnahmen zurückführen ließen. Berücksichtigt man die ermittelten Mengen an zusätzlich gesammelten EAG für Elektro-Kleinschrott und weiße Ware, hätte die Kampagne "Gib's Ab" knapp 142 Tonnen zusätzliche EAG über beide Jahre erbracht. Berücksichtigt man nur Elektro-Kleinschrott, da unklar ist, ob die Sammelmengen für weiße Ware nicht eher zufällig entstanden sind, wären es rund 84 Tonnen über beide Jahre. Gleichwohl könnten neben der Kampagne verschiedene weitere Faktoren (z. B. stärkere Absatzmengen an Elektrogeräten) zu erhöhten Sammelmengen in 2018 und 2019 geführt haben. Somit ist unklar, welchen Effekt die Kampagne allein hatte.

Effekte der Power-Tage. Während für größere EAG weder inferenzstatistisch noch graphisch ein konsistenter Effekt durch die Power-Tage nachgewiesen werden konnte, hatten diese einen deutlichen Effekt auf kleine EAG. Die Analyse ergab eine signifikant zusätzliche Sammelmenge von 10,4 Tonnen pro Monat mit je zwei Power-Tagen im gesamten Landkreis. Die gesamte Maßnahme führte daher zu zusätzlichen Sammelmengen von 31,2 Tonnen bei sechs durchgeführten Tagen innerhalb von zwei Jahren im ZAK. Das wären umgerechnet rund 2,26 % zusätzlicher Elektro-Kleinschrott in 2018 und 2019, der durch die Powertage zusammenkam. Da die Powertage an unterschiedlichen Monaten über zwei Jahre durchgeführt wurden, sind Sekundäreffekte die zu diesen erhöhten Sammelmengen geführt haben (z. B. periodische Effekte) weniger wahrscheinlich. Die Belastbarkeit eines Kausalzusammenhangs zwischen den Powertagen und der erhöhten EAG-Sammelmenge ist daher größer.

Robustheit der Befunde. Die inferenzstatistischen Analysen wurden allesamt auch mit alternativen Verfahren gerechnet (z. B. linearen Trends statt gleitendem Durchschnitt), um die Robustheit der Ergebnisse zu prüfen. Andere Verfahren zur Ermittlung des Trendverlaufs und der sich daraus ergebenden Abweichungen zu den absoluten Sammelmengen erbrachten aber keine Unterschiede für die Interpretation der Ergebnisse (Maßnahme hat Effekt auf EAG-Kategorie vs. kein Effekt). Gleichwohl variiert je nach Verfahren die Höhe der absolut geschätzten zusätzlichen Sammelmengen. Die Angaben zu zusätzlichen Sammelmengen in Tonnen können daher nur ein grober Richtwert zur Einschätzung der Stärke des jeweiligen Effekts sein.

Interpretierbarkeit inferenzstatistischer Ergebnisse. Die graphischen und inferenzstatistischen Analysen können nur das Vorliegen eines Effekts aufzeigen. Nicht-signifikante Ergebnisse sind aber gleichzeitig kein Beweis für das Fehlen eines Effekts.¹¹ Das Vorliegen eines kleinen oder mittleren Effekts durch die Maßnahmen wäre mit anderen Worten also möglich, kann aber aufgrund der wenigen Datenpunkte und der damit verbundenen geringen Teststärke (geringe Sensitivität der statistischen Tests) nicht nachgewiesen werden.

Sekundäreffekte auf Sammelmengen. Im Rahmen der Kampagne wurde kein experimentelles Design mit einer Kontrollgruppe verwendet, die eine Kontrolle von zeitgleich auftretenden Effekten auf die Sammelmengen hätte kontrollieren können. Daher hängen die Kampagne in 2018 und 2019 bzw. die Power-Tage nur korrelativ – nicht kausal – mit den EAG-Sammelmengen in 2018 / 2019 bzw. in den untersuchten "Power-Monaten" zusammen. Ein kausaler Schluss ("Die Kampagne führte zu einer Erhöhung der Sammelmengen") wurde hier vereinfachend angenommen, ist aber nur einer von mehreren Einflussfaktoren. Die Höhe der EAG-Sammelmenge wird immer multikausal und zeitgleich von verschiedenen Faktoren positiv oder negativ beeinflusst. Im Untersuchungszeitraum könnten etwa, neben dem Einfluss der Kampagne, bundesweite Veränderungen, wie veränderte Abgabebedingungen von EAG im Einzelhandel (EUWID 2019a) und die bundesweit deutlich zunehmende Sammelmenge von EAG in 2019 (Umweltbundesamt 2021) maßgeblich Einfluss auf die Sammelmengen im ZAK in 2018 und 2019 gehabt haben. Auch die zeitgleiche Veränderungen der Abgabemöglichkeiten im ZAK durch Einrichtung eines Bring-Systems für große EAG an allen Wertstoffhöfen (Abfallwirtschaftsamt ZAK 2021-2022) hatte vermutlich leichte Effekte auf die erzielten Sammelmengen. Eine Trennung der einzelnen Effekte während des Untersuchungszeitraums ist Post-Hoc nicht mehr möglich, da die Höhe und Richtung dieser alternativen Effekte nicht bekannt ist. Daher müssen Sekundäreffekte, die die Sammelmengen möglicherweise zusätzlich erhöht oder reduziert haben, weitgehend ignoriert werden.

Die vorsichtige Analyse der Ergebnisse lässt – wenn auch unter Unsicherheit – den Schluss zu, dass die Maßnahmen einen Effekt auf einzelne EAG-Kategorien hatten. Die Sammelmenge von Elektrokleinschrott konnte vermutlich durch Power-Tage und noch einmal zusätzlich durch die begleitenden Maßnahmen der gesamten Kampagne kurz- und mittelfristig in den Jahren 2018 und 2019 gesteigert werden. Unter Vorbehalt lässt sich auch schließen, dass die Sammelmenge der weißen Ware gesteigert werden konnte. Welche längerfristigen Effekte die Kampagne durch Information und durch Schaffung von Bewusstsein für die Thematik schaffen konnte, lässt sich an dieser Stelle nicht abschließend klären.

Das Vorhaben SEEK sollte eine Evaluation der Effektivität der Maßnahmen (Größe des Effekts der Maßnahmen) ermöglichen, die in diesem Rahmen erfolgt ist. Die sich anschließende Frage ist die Frage nach der Effizienz (Größe des Effekts im Verhältnis zum Aufwand der Maßnahmen). Hierzu

¹¹ Testtheoretisch bezeichnet die Null-Hypothese das Vorliegen keines Effekts, während die Alternativhypothese H1 das Vorliegen eines Effekts beschreibt. Das Überschreiten des Signifikanzniveaus $p > 0,05$ zeigt nun, dass die Null-Hypothese nicht verworfen werden kann. Im Gegensatz zur häufigen Interpretation von nicht-signifikanten Ergebnissen bestätigt das Signifikanzniveau nicht die Null-Hypothese (das Vorliegen keines Effekts), sondern kann nur die Alternativhypothese nicht bestätigen.

würden weitere Abschätzungen und Quantifizierungen der personellen und finanziellen Aufwände benötigt, um Generalisierungen und Empfehlungen für andere Abfallwirtschaftsbetriebe im Land abzuleiten.

2.4 AP 3.2: Evaluation des Landkreises Karlsruhe

2.4.1 Beschreibung des Landkreises Karlsruhe

Der Landkreis Karlsruhe (LK KA) ist ein Landkreis in Baden-Württemberg. Im LK KA leben auf einer Fläche von 1.084,98 km² 446.852 Einwohner:innen (Stand 31.12.2020), was einer Bevölkerungsdichte von 412 Einwohner:innen je km² entspricht (Statistisches Bundesamt (Destatis) 2021). Die meisten Einwohner:innen sind zwischen 40 und 65 Jahren (36 %) alt, den geringsten Anteil stellen die 15-bis-18-Jährigen (3 %) dar (Stand 31.12.2020, Statistisches Landesamt Baden-Württemberg 2021a). Die PKW-Dichte des LK KA beträgt im Jahr 2020 627 PKW pro 1000 Einwohner:innen (Statistisches Landesamt Baden-Württemberg 2021c; Statistisches Bundesamt (Destatis) 2021).

Abbildung 25: Lage der teilnehmenden Wertstoffhöfe im Landkreis Karlsruhe

Rote Markierung: Landkreis Karlsruhe; lila Markierung: Orte der untersuchten Wertstoffhöfe Zaisenhausen, Kürnbach, Linkenheim-Hochstetten, Hambrücken und Untergrombach



Quelle: Basiskarte wikipedia.org (bearbeitet)

Eine ausführliche Beschreibung des Landkreises und der Wertstoffhöfe findet sich in der Beschreibung des Arbeitspakets 1. In Abbildung 25 ist die Lage der untersuchten Wertstoffhöfe nochmals abgebildet.

2.4.2 Fragestellung, Datenlage, Methodik

2.4.2.1 Fragestellung

Im vorliegenden Bericht soll die Wirkung von vier unterschiedlichen Maßnahmen, die im Projekt an vier unterschiedlichen Wertstoffhöfen (WSH) im Landkreis Karlsruhe durchgeführt wurden, untersucht werden. Die Maßnahmen zielten entweder auf die Erhöhung der Abgabe kleinerer EAG (Bildschirme, Entladungslampen, Elektrokleinschrott) oder im Falle Linkenheim-Hochstetten auf die Abgabe großer EAG ab. Die vom Abfallwirtschaftsbetrieb des Landkreises Karlsruhe erstellten Maßnahmen sind übersichtlich in Tabelle 8 dargestellt.

Tabelle 8: Übersicht über die durchgeführten Maßnahmen an den Wertstoffhöfen

Wertstoffhof	Maßnahme	Zeitraum	Details
Zaisenhausen	Verteilung von Sammelboxen	15.05.2021	Verteilung Sammelboxen
		15.05.2021	Veröffentlichung Amtsblatt / Pressemitteilung
		27.11.2021	Aufstellung einer Beachflagge
Untergrombach	Bauliche Optimierung kleiner EAG-Abgabestellen	04.01.2021	Bauliche Optimierung kleiner EAG-Abgabestellen
		26.03.2021	Aufstellung von Plakaten
		15.05.2021	Veröffentlichung Amtsblatt / Pressemitteilung
Linkenheim-Hochstetten	Annahme großer EAG	02.03.2021	Annahme großer EAG und Beschilderung
		15.05.2021	Veröffentlichung Amtsblatt / Pressemitteilung
Hambrücken	Umsetzung softer Anreiz-Maßnahmen	01.10.2020	Einrichtung Zählgerät für Besucher EAG-Annahmestelle
		13.02.2021	Zusätzlicher Mitarbeiter
		15.05.2021	Ausgabe Stempelkarten
		15.05.2021	Plakat, Vitrine, Ausgabe Bonusprodukte
		15.05.2021	Veröffentlichung Amtsblatt / Pressemitteilung

Quelle: Eigene Zusammenstellung basierend auf Abfragen des Abfallwirtschaftsamtes LK Karlsruhe

Das maßgebliche Kriterium für die Evaluation der Effektivität¹² einer Maßnahme sind dabei die Veränderungen der EAG-Abgabemengen, die direkt auf die Maßnahmen zurückzuführen sind. Vereinzelt kann neben diesem Kriterium auch auf weitere Kriterien, wie etwa die Besucherzahl an einem WSH, eingegangen werden.

Die einzelnen Maßnahmen innerhalb eines Wertstoffhofs fanden nicht alle zeitgleich statt (vgl. Tabelle 8). Da aber die Maßnahmen an einem Wertstoffhof nur gemeinsam Wirkung entfalten können und die jeweilige Maßnahme in der Bevölkerung bekannt gemacht werden muss, wurde für die Evaluation ein Maßnahmenstart zum 15.05.2021 festgelegt. Zu diesem Zeitpunkt erfolgte die Bekanntgabe über die entsprechenden Amtsblätter und via Pressemitteilung. Die Evaluation der Wirkung erfolgt bis einschließlich 31.12.2021. Weitere Faktoren, die die EAG-Abgabemengen beeinflussen, sind die Einführung der Bioabfallsammlung zum 01.01.2021 sowie die damit erfolgte Verlängerung der Öffnungszeiten an den WSH, die vom Landkreis betrieben werden, aber auch die Corona-Pandemie und die damit einhergehenden Einschränkungen ab März 2020.

Für die Evaluation ist damit folgende Fragestellung zentral:

Wie wirksam waren die jeweiligen Maßnahmen an den Wertstoffhöfen im Zeitraum vom 15.05.2021 bis zum 31.12.2021 im Hinblick auf die Steigerung der EAG-Abgabemengen und unter Berücksichtigung weiterer Einflussfaktoren?

2.4.2.2 Datenlage

Vom Abfallwirtschaftsbetrieb des Landkreises Karlsruhe wurden die EAG-Sammelmengen bis zum 31.12.2021 für sämtliche WSH des Landkreises aufgeteilt nach den folgenden Fraktionen übermittelt:

- 6) Elektro-Kleinschrott: Sammelgruppe 5
- 7) Elektrokleingeräte mit Batterie: Sammelgruppe 5 – Untersammelgruppe
- 8) Bildschirmgeräte: Sammelgruppe 2
- 9) Entladungslampen: Sammelgruppe 3
- 10) Große Elektroaltgeräte: Sammelgruppe 4 & 1

Da die Sammelmengen für Elektrokleingeräte mit Batterie an den einzelnen WSH verschwindend gering sind oder teilweise gar nicht auftauchen, werden die Gruppen 1) und 2) als "kleine EAG mit und ohne Batterie" zusammengefasst.

Die Sammelmengen an den einzelnen Höfen für die einzelnen Fraktionen wurden nicht täglich, sondern im Zuge der Abholung (i.d.R. bei vollen Gefäßen) für alle Fraktionen in Tonnen erfasst. Dies führt zu starken Schwankungen der Sammelmengen in einzelnen Monaten und Wochen, da pro Monat, Fraktion und Projekt-WSH im Durchschnitt etwa zwei Abholungen erfolgen und etliche Monate ganz ohne Abholungen vorliegen. Für eine sinnvolle beschreibende Darstellung ist damit die Betrachtung von Quartalen sinnvoll, um einerseits saisonale Schwankungen abbilden zu können und andererseits zu große Schwankungen zu vermeiden. Für die inferenzstatistischen Analysen werden wöchentliche Sammelmengen verglichen, die den genauen Maßnahmenzeitraum (15.05.2021 - 31.12.2021) und Prä-Maßnahmen-Zeitraum (15.05.2020 - 31.12.2020) abbilden.

¹² Der Unterschied zur Untersuchung der Effizienz der Maßnahmen besteht hierbei darin, dass der Effekt der Maßnahmen unabhängig vom organisatorischen, finanziellen und zeitlichen Aufwand der Maßnahmen betrachtet wird. Eine solche Untersuchung erfordert häufig subjektive Bewertungen des geleisteten Aufwands für die verschiedenen Maßnahmen.

Die Untersuchung der wöchentlichen Sammelmengen (jeweils 7 Tage, beginnend mit dem 15.05. des Jahres 2020 oder 2021) ist aus testtheoretischer Sicht notwendig, um die Teststärke der Inferenzstatistik zu maximieren und um keine Sammelmengen außerhalb des Maßnahmenzeitraums zu erfassen (wie es beispielsweise bei monatlichen Betrachtungen der Fall wäre). Die größeren Schwankungen der wöchentlichen Sammelmengen werden statistisch durch die höhere Fallzahl an Sammelmengen-Datenpunkten herausgemittelt.

Erhebung der Besucherzahlen in Hambrücken. Zur zusätzlichen Erhebung der Besucherzahlen am WSH Hambrücken wurde ein Feedbackgerät (siehe Abbildung 26) in Hambrücken ab dem 24.08.2020 installiert. Das Gerät wurde so positioniert, dass es Besucher, die EAG abgaben, unmittelbar zu einer Bewertung ihrer Zufriedenheit animierte. Andere Besucher, die etwa Grünschnitt oder Kartonagen am WSH abliefern, wurden durch das Feedbackgerät nicht erfasst. Unter der Annahme, dass der prozentuale Anteil an WSH-Besuchern, die eine Zufriedenheitsbewertung abgeben, konstant bleibt, lässt sich durch ein solches Feedbacksystem die Entwicklung der Besucherzahlen über die Zeit erfassen. Dabei dürfen die wöchentlichen "Feedbacks" nicht als absolute Besucherzahlen interpretiert werden, sondern als relative Entwicklung. Die Zahlen können mit anderen Worten nur in ihrer zeitlichen Entwicklung interpretiert werden und helfen dabei festzustellen, ob sich die Besucherzahlen durch die Maßnahmen am WSH Hambrücken verändern. Das Gerät war durch eine 10-Sekunden-Sperre so eingestellt, dass Personen nach Abgabe eines Feedbacks durch mehrmaliges Drücken nicht mehrfache Feedbacks abgeben konnten.

Während der Erhebung kam es zu zwei technischen Pannen, bei der einmal der Anbieter des Systems selbst die Zählung stoppte und einmal die Mitarbeiter des Hofes die Stromzufuhr des Routergerätes unterbrachen. Daher gibt es für den Zeitraum 16.11.2020 - 10.01.2021 sowie für den Zeitraum 22.02.2021 - 02.05.2021 keine Daten.

Abbildung 26: Bild des Feedbackgeräts am WSH Hambrücken

Die Positionierung des Feedbackgeräts war direkt am Abgabepunkt für kleine EAG positioniert.



Quelle: Eigene Aufnahme

2.4.2.3 Methodik

Zur Untersuchung der Effekte wird der in der Ökonometrie gebräuchliche Differenz-von-Differenz-Ansatz verwendet, um einen kausalen Effekt zu beschreiben. Hierzu werden im Forschungsdesign Kontrollgruppe (ohne Maßnahme) und Treatmentgruppe (mit Maßnahmen) vor (Prä) und nach (Post) Beginn einer Maßnahme untersucht (siehe Abbildung 27).

Abbildung 27: Schematische Darstellung des Forschungsdesigns zur Evaluation der WSH

"Prä" steht für den Zeitraum vor der Durchführung von Maßnahmen (d. h. 15.05. - 31.12.2020); "Post" steht für den Zeitraum nach Beginn der Maßnahmen (d. h. 15.05. - 31.12.2021). Die Kontrollgruppe besteht aus WSH des LK KA ohne Maßnahmen während die Treatmentgruppe aus jeweils einem WSH besteht, an dem eine Maßnahme durchgeführt wurde (Maßnahmenhof).

1	Prä Kontrollgruppe	Post Kontrollgruppe
2	Prä Treatmentgruppe	Post Treatmentgruppe

Quelle: Eigene Darstellung

Durch ein solches Design können zeitlich auftretende Effekte (vor versus nach Beginn einer Maßnahme) wie etwa die Einführung einer Biotonne (Januar 2021), die Verlängerungen der Öffnungszeiten (Januar 2021) oder die Corona-Pandemie von dem kausalen Effekt einer Maßnahme getrennt werden, da diese Effekte sowohl in der Treatment- als auch in der Kontrollgruppe auftreten.

Die Berechnung erfolgt in mehreren Schritten:

1. Die Differenz der Sammelmengen vor (Prä) versus während (Post) der Maßnahme wird innerhalb der Kontrollgruppe (siehe Abbildung 27; Reihe 1) und innerhalb der Treatmentgruppe (Maßnahmenhof; Reihe 2) gebildet. Neben den absoluten Differenzen (in kg/Woche) werden die Werte normiert, sodass prozentuale Veränderungen (in %) entstehen.
2. Die relative Differenz (in %) der Kontrollgruppe wird von der relativen Differenz (in %) der Treatmentgruppe subtrahiert. Die somit entstehende prozentuale Differenz zwischen den beiden Differenzen (Prä versus Post) in Treatment- und Kontrollgruppe ist dann ein Indikator für die Effektstärke der Maßnahme. Sie ist für die zeitlich bedingten Veränderungen der Sammelmengen zwischen 2020 und 2021, die im gesamten Landkreis auftreten, statistisch bereinigt. Durch die Normierung der absoluten Sammelmengen spielen Unterschiede zwischen "großen" und "kleinen" WSH keine Rolle mehr.
3. Die relative Differenz zwischen beiden Differenzen wird in einem dritten Schritt auf absoluten Mengen in kg/Woche bzw. kg/Monat umgerechnet, um die tatsächliche – bereinigte – Veränderung der Sammelmenge an einem Maßnahmenhof widerzuspiegeln. Diese modellierten, näherungsweise berechneten Mengen, die durch eine Maßnahme erzielt werden, sind allerdings direkt von Größe eines WSH und der damit verbundenen Sammelmenge von EAG abhängig (10% Zuwachs bei einem großen WSH führen zu mehr kg/Woche als bei einem kleinen WSH).

Grundlegend bei diesem Vorgehen ist die Annahme, dass die Sammelmengenverläufe beider Gruppen über den Zeitraum Prä vs. Post hinweg ohne durchgeführte Maßnahme parallel verlaufen würden. Das bedeutet, dass sich die Sammelmengen von Treatmentgruppe und Kontrollgruppe ohne die durchgeführten Maßnahmen in ähnlichem Maße entwickeln sollten und sich Einflüsse wie die Einführung einer Biotonne, die Corona-Pandemie oder verlängerte Öffnungszeiten in gleichem Maße auswirken. Daher werden nur die Jahre 2020 und 2021, und zwar jeweils die Zeiträume vom 15.05. bis 31.12., herangezogen, um den Einfluss weiterer lokaler Effekte an einzelnen WSH möglichst minimal zu halten. Zugleich werden die jährlichen Sammelmengenverläufe im Abschnitt der deskriptiven Ergebnisse untersucht, um zu prüfen, ob die Sammelmengenverläufe prinzipiell in unterschiedliche Richtungen laufen.

Trotz aller statistischer Bemühungen, externe Effekte zu kontrollieren oder konstant zu halten, sind die Werte, die bei der Berechnung über den Differenz-in-Differenz-Ansatz entstehen, immer mit der Annahme behaftet, dass sich die Treatmentgruppe (d. h. die jeweiligen Maßnahmenhöfe) ohne durchgeführte Maßnahmen in gleichem Maße entwickelt hätten wie die Kontrollhöfe im Landkreis. Die Ergebnisse sind damit immer nur eine Annäherung an die Realität. Es handelt sich um geschätzte Effektgrößen, gegeben den entsprechenden Daten und unter gegebenen Annahmen, die nicht post-hoc überprüft werden können.

Signifikanztestung. Um die statistische Signifikanz eines solchen Effekts testen zu können, verwenden wir eine Messwiederholungsanova, in der die wöchentlichen Sammelmengen der jeweiligen Fraktion für den jeweiligen Maßnahmenhof (Treatmentgruppe) und die gemittelten wöchentlichen Sammelmengen aller Wertstoffhöfe im Landkreis Karlsruhe, an denen keine Maßnahmen durchgeführt werden (Kontrollgruppe), analysiert werden. Wöchentliche Sammelmengen zwischen dem 15. Mai und 31. Dezember 2020 werden dann als "Prä" und die entsprechenden Sammelmengen von 2021 als "Post" gewertet. In der Interpretation der Daten kann nun jeweils der Effekt Prä versus Post untersucht werden als auch der Effekt Kontrollgruppe versus Treatmentgruppe. Von Interesse für den Effekt der Maßnahme ist aber der Interaktionseffekt, der anzeigt, ob die Differenzen der Differenzen zwischen beiden Gruppen unterschiedlich groß sind.¹³ Dieser Effekt wird entsprechend berichtet. Trotz der Maximierung der Teststärke durch die Untersuchung wöchentlicher Sammelmengen sind die Streuungen zu groß und die Testzeitpunkte zu gering, um eine verlässliche inferenzstatistische Analyse durchzuführen. Selbst große Effekte können somit inferenzstatistisch nicht zuverlässig identifiziert werden. Den inferenzstatistischen Analysen sollte daher nur nachrangige Beachtung geschenkt werden. Ein Effekt, der außerhalb des Signifikanzbereichs von $p < 0,1$ liegt, kann trotzdem existieren und inhaltlich bedeutsam sein.

Robustheit der Befunde. Denkbar sind prinzipiell verschiedene Verfahren zur Berechnung und inferenzstatistischen Analyse des Effekts. Freiheitsgrade ergeben sich insbesondere bei der Auswahl möglicher Kontrollhöfe sowie des "Prä-Maßnahmen-Zeitraums", der berücksichtigt wird. Im Zuge der Evaluation wurde Rücksprache mit drei Experten zu möglichen Herangehensweisen gehalten.¹⁴ Die inferenzstatistischen Analysen wurden daher zur Prüfung vereinzelt auch mit alternativen Verfahren gerechnet (a: Einschluss der Daten von 2017-2020 für Kontrollgruppe, b: Verwendung der monatlichen Sammelmengen, c: statistische Kontrolle der jahresspezifischen und monatspezifischen Effekte). Diese Analysen lieferten unterschiedliche absolute Effekte, die teilweise auch Signifikanzniveau erreichten. Sie wichen aber nicht entscheidend von den hier berichteten Ergebnissen ab. Die hier berichtete Vorgehensweise wurde als genaueste und adäquateste Vorgehensweise für die vorliegende Fragestellung eingestuft.

¹³ Statistisch wird der Interaktionsterm auf Signifikanz geprüft, der untersucht ob sich die Steigung (slope) zwischen Prä und Post-Zeitraum in der Kontrollgruppe signifikant von der Steigung der Experimentalgruppe unterscheidet.

¹⁴ Prof. Dr. Joachim Schleich, Prof. Dr. Tobias Vogel, Prof. Dr. Oliver Genschow

2.4.3 Deskriptive Ergebnisse

2.4.3.1 Übersicht

Um einen Eindruck zu den Maßnahmenhöfen in Bezug auf ihre Sammelmengen zu erhalten, wird an dieser Stelle zunächst eine rein beschreibende (deskriptive) Untersuchung vorgenommen. Wie in Tabelle 9 zu sehen, sammelt der durchschnittliche Hof im Landkreis Karlsruhe etwa 30 Tonnen EAG pro Jahr. Daraus ist direkt zu entnehmen, dass die WSH Zaisenhausen und Hambrücken kleinere Höfe sind, während der WSH Untergrombach sehr groß ist.

In der Summe (für alle Kontroll- und Maßnahmenhöfe) waren im Jahr 2019 leichte Rückgänge und in den Jahren 2020 / 2021 deutliche Steigerungen der Sammelmengen zu verzeichnen (Tabelle 9). Betrachtet man die Entwicklung der Sammelmengen an den Maßnahmenhöfen vor der eigentlichen Durchführung der Maßnahmen (2018-2020) zeigt sich für den WSH Hambrücken eine deutlich überdurchschnittliche Entwicklung, die von den Kontrollhöfen im Jahr 2020 um 7 Prozentpunkte abweicht. Die WSH Zaisenhausen und Linkenheim-Hochstetten weisen dagegen eine deutlich unterdurchschnittliche Entwicklung auf, die in 2020 bis zu 14 Prozentpunkte von der sonstigen Entwicklung im Landkreis abweicht.

Tabelle 9: Übersicht der mittleren jährlichen Sammelmengen an kleinen EAG für Kontroll und Maßnahmenhöfe

Sammelmengen an kleinen EAG (kleine EAG mit & ohne Batterie, Entladungslampen, Bildschirme) in Tonnen. In Klammern stehen jeweils die relativen Sammelmengen im Vergleich zum Jahr 2018.

	2018	2019	2020	2021
Kontrollhöfe	27,57	28,50 (103%)	31,35 (114%)	30,33 (110%)
WSH Zaisenhausen	7,46	5,2 (70%)	7,69 (103%)	9,49 (127%)
WSH Untergrombach	40,57	39,27 (97%)	45,05 (111%)	51,14 (126%)
WSH Linkenheim-Hochstetten	33,46	32,37 (97%)	33,41 (100%)	29,24 (87%)
WSH Hambrücken	15,9	18,04 (113%)	19,17 (121%)	22,02 (138%)

Quelle: Eigene Darstellung; "Kontrollhöfe" sind alle WSH des Landkreises ohne Maßnahmen (vgl. 2.4.3.2)

Dieser Vergleich macht die eigenständige Entwicklung jedes Wertstoffhofes nochmals deutlich. Mit anderen Worten lässt sich daran ablesen, dass neben Faktoren, die die Sammelquoten des gesamten Landkreises beeinflussen, weitere Faktoren auf Ebene der einzelnen Höfe (z. B. die Verfügbarkeit eines Elektrohandels) und moderierende Faktoren (z. B. die geographische Struktur der Höfe) eine bedeutende Rolle spielen.

2.4.3.2 Kontrollhöfe

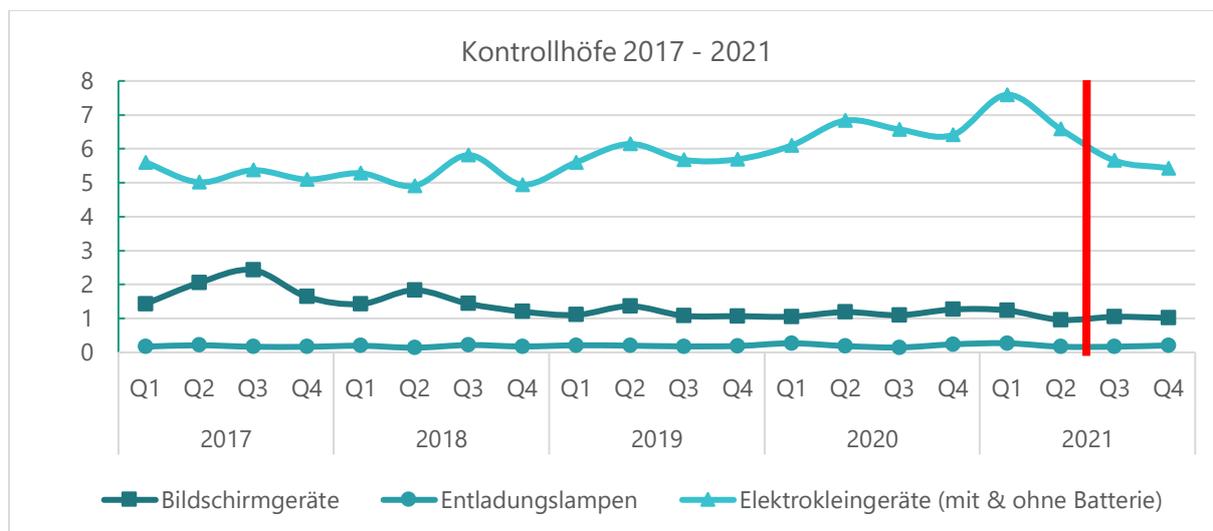
Als Kontrollhöfe wurden sämtliche Wertstoffhöfe des Abfallwirtschaftsbetriebs Landkreis Karlsruhe genutzt, an denen keine Maßnahmen durchgeführt wurden und an denen messbare Mengen EAG gesammelt wurden. Dies entspricht prinzipiell 32 WSH. Für jede Fraktion wurden nur WSH in die

Zählung mitaufgenommen, die regelmäßige Sammelmengen in der entsprechenden Fraktion produzieren. Dies resultierte in 32 WSH für kleine EAG (ohne Maßnahmenhöfe Hambrücken, Linkenheim-Hochstetten, Untergrombach und Zaisenhausen), 30 WSH für Entladungslampen (ohne vorgenannte WSH und abzüglich Bretten-Bauerbach, Bretten-Sprantal), 28 WSH für Bildschirme (ohne vorgenannte WSH und abzüglich Karlsdorf und Eggenstein-Leopoldshafen).

Aus der Entwicklung der Kontrollhöfe geht eine sehr konstante Sammelmenge für Bildschirme und Entladungslampen hervor (Abbildung 28). Im Bereich der kleinen EAG ist eine Steigerung über die Jahre zu beobachten, sowie ein insgesamt starker Anstieg in 2020 und dem 1. Halbjahr 2021. Jegliche Effekte an den Maßnahmenhöfen sind daher auch dadurch getrieben, dass der allgemeine Trend im 2. Halbjahr 2021 generell rückläufig (im Vergleich zum 2. Halbjahr 2020) war.

Abbildung 28: Entwicklung der Sammelmengen an den Kontrollhöfen

Getrennt nach drei Fraktionen über den Zeitraum 2017-2021; rote Linie markiert Beginn des Maßnahmenzeitraums; die Mengenangaben sind in Tonnen



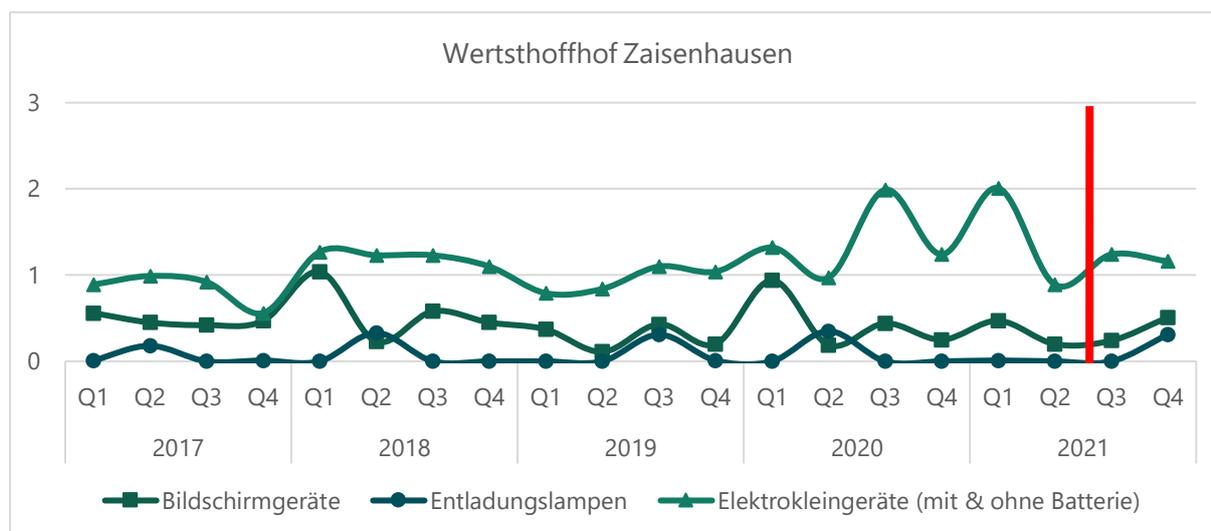
Quelle: Eigene Darstellung

2.4.3.3 WSH Zaisenhausen

Am WSH Zaisenhausen werden drei verschiedene Sammelfraktionen (kleine EAG, Entladungslampen, Bildschirme) gesammelt. Große EAG können nicht abgegeben werden. Wie in Abbildung 29 zu sehen, bewegt sich die Sammelmenge bei Entladungslampen und Bildschirmen seit 2017 auf relativ gleichbleibendem Niveau mit stark schwankenden Sammelmengen in den einzelnen Quartalen. Bei den kleinen EAG sind insgesamt höhere Sammelmengen zu beobachten, die aber auch stark variieren. Deskriptiv sind über alle drei Fraktionen im 3. und 4. Quartal 2021 Steigerungen bei Bildschirmen und Entladungslampen zu beobachten. Die Entwicklung der kleinen EAG ähnelt der der Kontrollhöfe, wenn auch mit größeren Schwankungen.

Abbildung 29: Entwicklung der Sammelmengen am WSH Zaisenhausen

Getrennt nach drei Fraktionen über den Zeitraum 2017-2021; rote Linie markiert Beginn des Maßnahmenzeitraums; die Mengenangaben sind in Tonnen



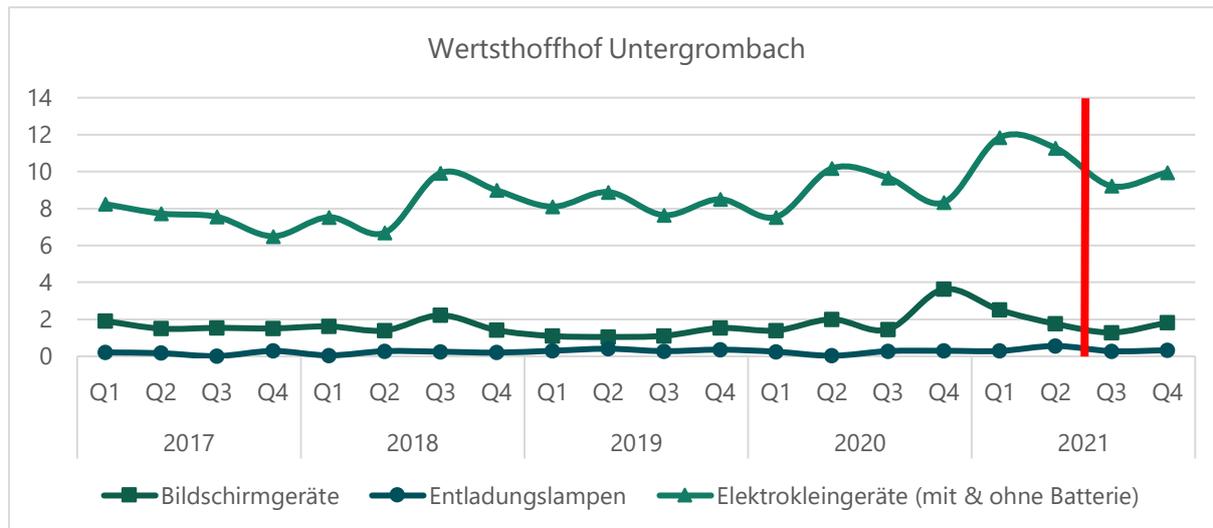
Quelle: Eigene Darstellung

2.4.3.4 WSH Untergrombach

Am WSH Untergrombach werden drei verschiedene Sammelfraktionen (kleine EAG, Entladungslampen, Bildschirme) gesammelt. Große EAG können nicht abgegeben werden. Wie in Abbildung 30 zu sehen, ist der WSH Untergrombach deutlich größer und weist bei den kleinen EAG eine leicht steigende Tendenz auf. Außerdem weisen die Jahre 2020 und 2021 stark zyklische Schwankungen auf, mit höheren Abgabemengen in der ersten Jahreshälfte. Deskriptiv sind im 3. und 4. Quartal 2021 keine außergewöhnlichen Abweichungen der Sammelmengen zu beobachten. Allerdings fällt der Peak (Höhepunkt) bei den Bildschirmen, der im Jahr 2020 zu beobachten ist, im Jahr 2021 deutlich schwächer aus. Im Vergleich zu den Kontrollhöfen ist eine ähnliche Entwicklung mit geringeren Sammelmengen im 2. Halbjahr 2021 und höheren Abgabemengen in 2020 und dem 1. Halbjahr 2021 zu erkennen.

Abbildung 30: Entwicklung der Sammelmengen am WSH Untergrombach

Getrennt nach drei Fraktionen über den Zeitraum 2017-2021; rote Linie markiert Beginn des Maßnahmenzeitraums; die Mengenangaben sind in Tonnen



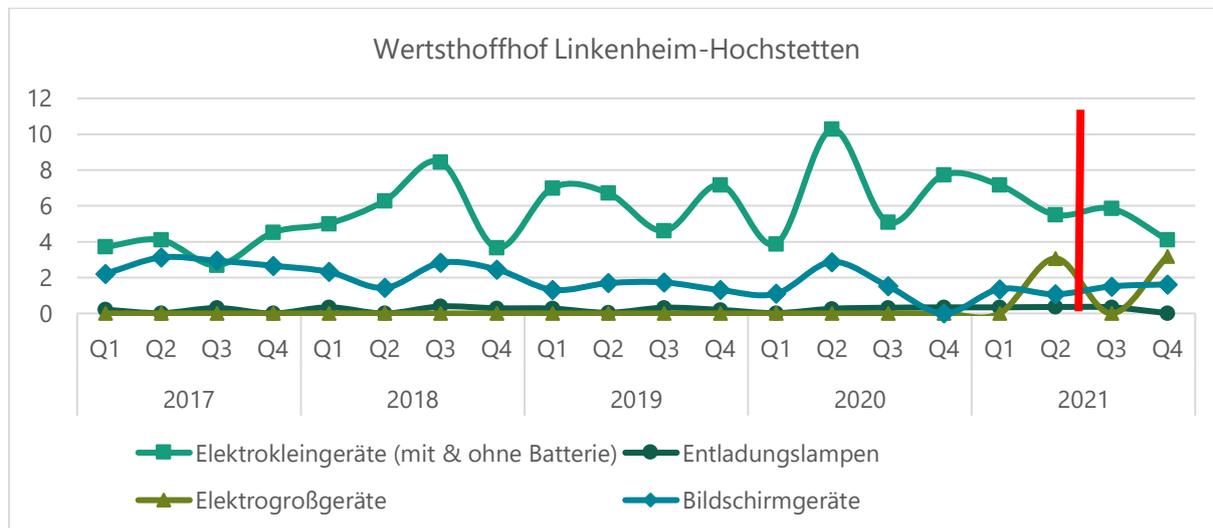
Quelle: Eigene Darstellung

2.4.3.5 WSH Linkenheim-Hochstetten

Am WSH Linkenheim-Hochstetten werden neben den drei kleinen Sammelfraktionen (kleine EAG, Entladungslampen, Bildschirme) seit dem 02.03.2021 auch große EAG gesammelt. Kurz vor Beginn des Maßnahmenzeitraums wurden am 12.05.2021 nochmals die bis dahin angefallenen Mengen großer EAG abgeholt. Wie in Abbildung 31 zu sehen, weisen die Jahre 2020 und 2021 starke Schwankungen auf. Die höheren Abgabemengen in 2020 sind auch bei den Kontrollhöfen zu erkennen. Allerdings verläuft die Entwicklung im 1. Halbjahr 2021 anders, mit sinkenden Sammelmenen bei kleinen EAG.

Abbildung 31: Entwicklung der Sammelmengen am WSH Linkenheim-Hochstetten

Getrennt nach vier Fraktionen über den Zeitraum 2017-2021; rote Linie markiert Beginn des Maßnahmenzeitraums; die Mengenangaben sind in Tonnen



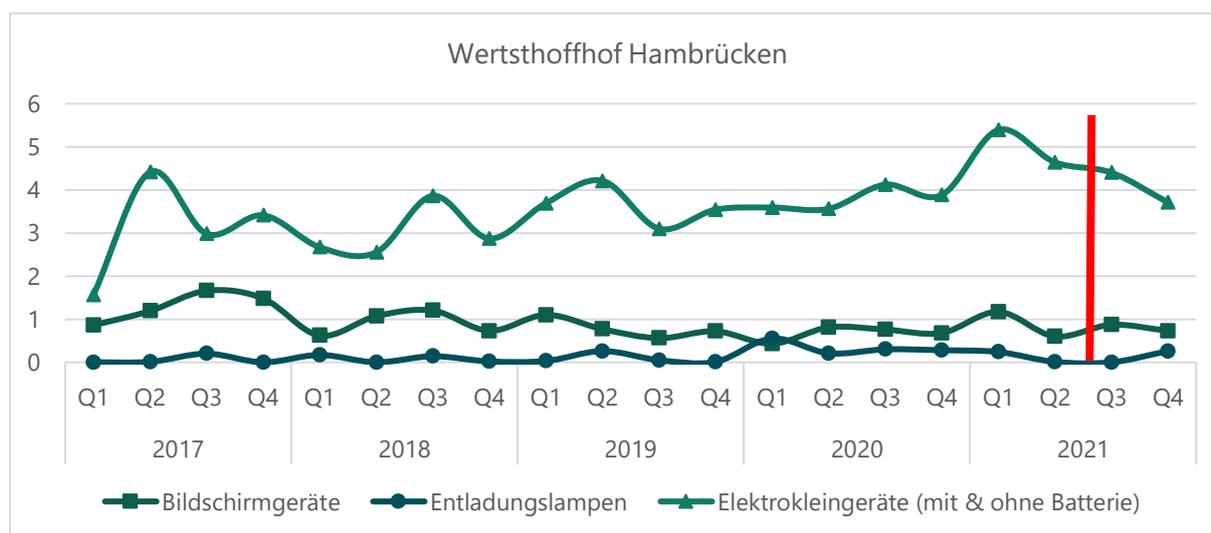
Quelle: Eigene Darstellung

2.4.3.6 WSH Hambrücken

Am WSH Hambrücken werden drei verschiedenen Sammelfraktionen (kleine EAG, Entladungslampen, Bildschirme) gesammelt. Große EAG können nicht abgegeben werden. Wie in Abbildung 32 zu sehen, verläuft die Entwicklung der Sammelmengen der Bildschirme und Entladungslampen relativ analog zu den Kontrollhöfen. Besonders hervorzuheben ist, dass auch die Entwicklung der Sammelmengen kleiner EAG in 2020 und 2021 sehr analog zu der Entwicklung an den Kontrollhöfen verläuft.

Abbildung 32: Entwicklung der Sammelmengen am WSH Hambrücken

Getrennt nach drei Fraktionen über den Zeitraum 2017-2021; rote Linie markiert Beginn des Maßnahmenzeitraums; die Mengenangaben sind in Tonnen



Quelle: Eigene Darstellung

2.4.4 Effekt der Maßnahmen

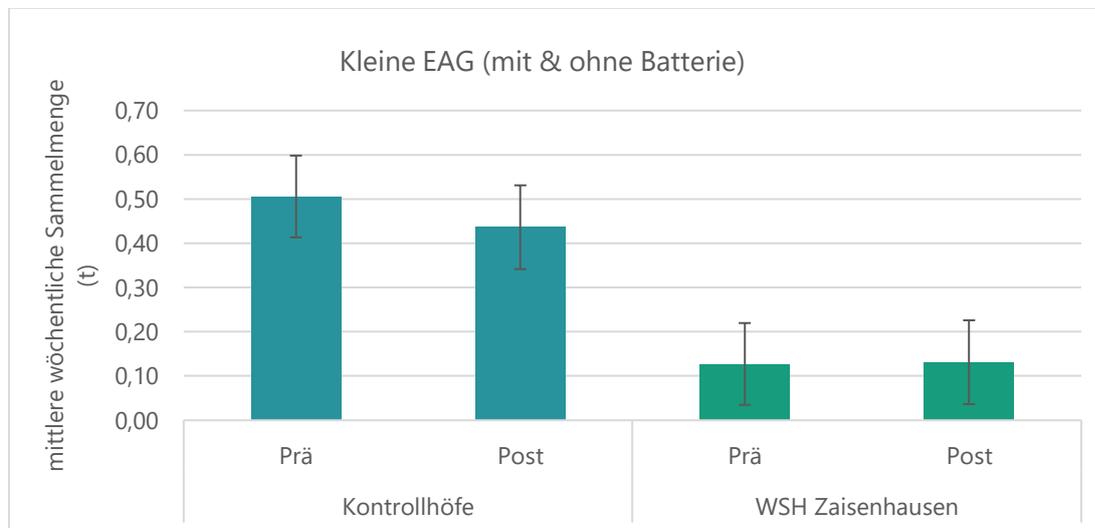
2.4.4.1 Zaisenhausen

Im WSH Zaisenhausen wurden Sammelboxen an die Haushalte verteilt. Diese Sammelboxen sollten die Sammlung der kleinen EAG in Haushalten vereinfachen. Um die Effekte auf die Sammelmengen zu analysieren, untersuchten wir drei verschiedene Fraktionen: Kleine EAG (mit und ohne Batterie), Entladungslampen und Bildschirme.

Kleine EAG. Die Sammelmengen im Jahr 2021 (Post) im Vergleich zu den Sammelmengen von 2020 (Prä) bei den Kontrollhöfen waren rund 14 % geringer (-69 kg/Woche), während sie am Wertstoffhof Zaisenhausen um 3 % (4 kg/Woche) höher lagen als in 2020 (siehe Abbildung 33). Die Maßnahmen in Zaisenhausen führten also unter Berücksichtigung der sonstigen Entwicklung der Sammelmengen im Landkreis zu einer Erhöhung der Sammelmengen bei kleinen EAG von 17 % (21,4 kg/Woche bzw. 92 kg/Monat). Die Differenz zwischen beiden Gruppen war inferenzstatistisch nicht signifikant ($F(1,64) = 0,58; p = 0,45$).

Abbildung 33: Sammelmengen kleiner EAG für den WSH Zaisenhausen

Prä = mittlere wöchentliche Sammelmenge in 2020 vom 15. Mai bis 31. Dezember. Post = wöchentliche Sammelmengen im analogen Zeitraum in 2021. Daten der Kontrollhöfe aus 32 WSH mit regelmäßiger Sammlung von kleinen EAG. Fehlerbalken entsprechen dem 95 % Konfidenzintervall.

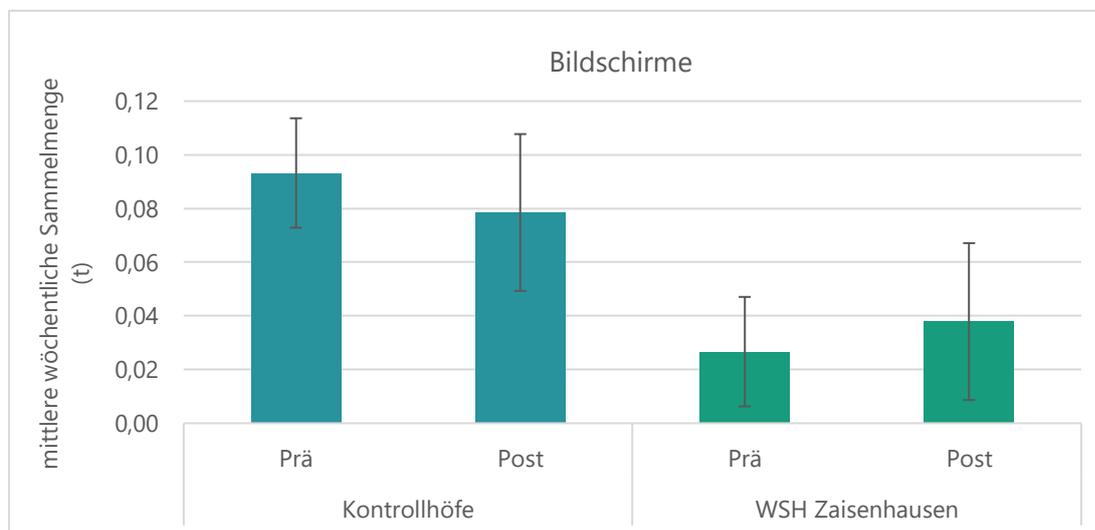


Quelle: Eigene Darstellung

Bildschirme. Während die Sammelmengen im Maßnahmenzeitraum 2021 (Post) im Vergleich zu den durchschnittlichen Sammelmengen in 2020 (Prä) bei den Kontrollhöfen um rund 16 % (-15 kg/Woche) sanken, stiegen sie am Wertstoffhof Zaisenhausen im gleichen Zeitraum um 42 % (+11 kg/Woche; siehe Abbildung 34). Dies führte zu einer Nettosteigerung von 58 % (+15 kg/Woche bzw. 66 kg/Monat) bei der Fraktion der Bildschirme am WSH Zaisenhausen. Differenz zwischen beiden Gruppen war statistisch nicht signifikant ($F(1,64) = 0,99$; $p = 0,32$).

Abbildung 34: Sammelmengen Bildschirme für den WSH Zaisenhausen

Prä = mittlere wöchentliche Sammelmenge in 2020 vom 15. Mai bis 31. Dezember. Post = wöchentliche Sammelmengen im analogen Zeitraum in 2021. Daten der Kontrollhöfe aus 28 WSH mit regelmäßiger Sammlung von Bildschirmen. Fehlerbalken entsprechen dem 95 % Konfidenzintervall.



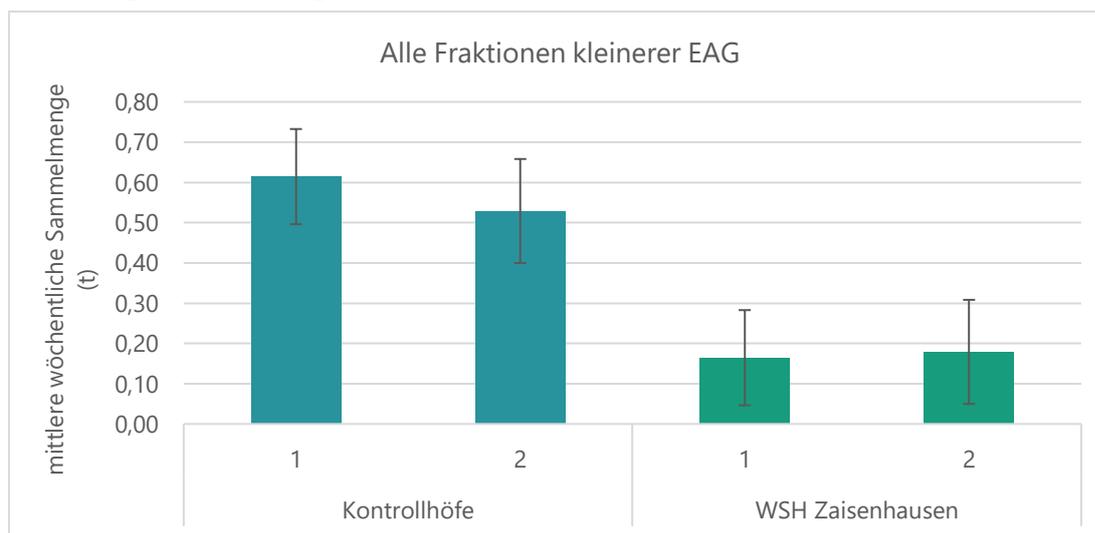
Quelle: Eigene Darstellung

Entladungslampen. Die Sammelmengen bei der Fraktion der Entladungslampen sind ohnehin gering und betragen bei den Kontrollhöfen im Mittel etwa 15 kg/Woche. Entsprechend sind die gemessenen Veränderungen bei dieser Fraktion auch sehr klein. Während die Sammelmengen 2021 im Vergleich zu den Sammelmengen in 2020 bei den Kontrollhöfen um rund 8 % (-1,2 kg/Woche) sanken, sanken sie am Wertstoffhof Zaisenhausen um 6 % (-610g/Woche) und blieben damit absolut gesehen nahezu unverändert. Die Differenz zwischen beiden Gruppen von 2 % (227g/Woche bzw. 975 g/Monat) war nicht signifikant ($F(1,64) = 0,002$; $p = 0,97$).

Zusammenfassung. Über die Fraktionen kleiner EAG, Bildschirme sowie Entladungslampen hinweg ergab sich durch die Maßnahme am WSH Zaisenhausen ein Effekt von +23 % (+37 kg/Woche bzw. +160 kg/Monat) zusätzlichen EAG (vergleiche Abbildung 35). Für den gesamten Maßnahmenzeitraum vom 15.05. bis zum 31.12.2021 wurden 1,24 Tonnen zusätzlich im Vergleich zu 2020 und unter Berücksichtigung der relativen Veränderungen im gesamten Landkreis (d. h. der Veränderungen der Sammelmengen an den Kontrollhöfen) gesammelt. Sollte sich der Effekt an zusätzlichen EAG pro Monat zeitlich stabilisieren, ist dieser nicht nur relativ (+23 %), sondern auch absolut (+160kg/Monat) durchaus beachtlich, auch wenn er inferenzstatistisch nicht als klar überzufällig (signifikant) definiert werden kann ($F(1,64) = 0,599$; $p = 0,44$).

Abbildung 35: Sammelmengen aller EAG-Fraktionen für den WSH Zaisenhausen

Prä = mittlere wöchentliche Sammelmenge in 2020 vom 15. Mai bis 31. Dezember. Post = wöchentliche Sammelmengen im analogen Zeitraum in 2021. Daten der Kontrollhöfe aus 32 WSH mit regelmäßiger Sammlung von kleinen EAG, 28 WSH mit Sammlung von Bildschirmen und 30 WSH mit Sammlung von Entladungslampen. Fehlerbalken entsprechen dem 95 % Konfidenzintervall.



Quelle: Eigene Darstellung

Vergleich mit dem WSH Kürnbach. Der WSH Kürnbach war a priori aufgrund seiner ähnlichen geographischen Struktur als Kontrollhof für den WSH Zaisenhausen ausgewählt worden. Daher erfolgt an dieser Stelle zusätzlich ein Vergleich mit diesem einzelnen WSH. Eine vergleichende Analyse mit dem WSH Kürnbach als Kontrollhof für den WSH Zaisenhausen erbrachte bei kleinen EAG und Entladungslampen geringere Differenzen zwischen beiden Gruppen und bei der Fraktion der Bildschirme größere Zuwächse (+71 %), die allesamt nicht signifikant waren ($p > 0,53$). Über alle Fraktionen hinweg war der bereinigte Effekt für die Maßnahme geringer (+15 % bzw. 107 kg/Monat). Da der WSH Kürnbach zwar ähnliche Strukturmerkmale wie der WSH Zaisenhausen aufweist, aber auch starke Schwankungen bezüglich der wöchentlichen Sammelmengen aufweist

und lokale Effekte die Sammelmengen stärker beeinflussen, wurde der Vergleich hier nachrangig angestellt.¹⁵

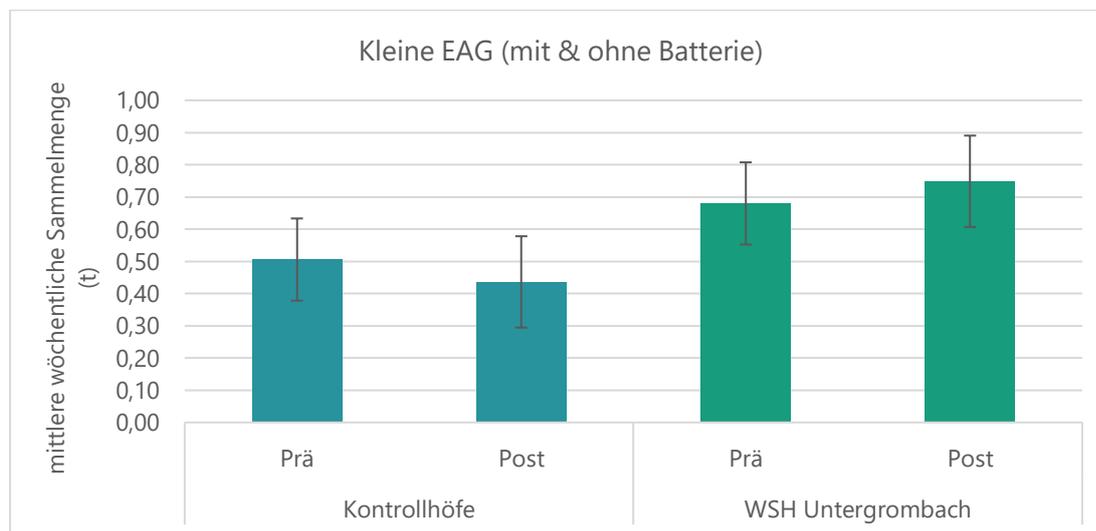
2.4.4.2 Untergrombach

Im WSH Untergrombach fand eine bauliche Optimierung kleiner EAG-Abgabestellen statt, die durch das Aufstellen von Plakaten unterstützt wurde. Die Maßnahme hatte zum Ziel, die Abgabe kleiner EAG zu erleichtern. Um die Effekte auf die Sammelmengen zu analysieren, untersuchten wir drei verschiedene Fraktionen: Kleine EAG (mit und ohne Batterie), Entladungslampen und Bildschirme.

Kleine EAG. Die Sammelmengen im Jahr 2021 (Post) im Vergleich zu den Sammelmengen von 2020 (Prä) bei den Kontrollhöfen waren rund 14 % (-69 kg/Woche) geringer, während sie am Wertstoffhof Untergrombach im gleichen Zeitraum um 10 % (+69 kg/Woche) stiegen (siehe Abbildung 36). Die Maßnahmen in Untergrombach führten also im Vergleich zur sonstigen Entwicklung der Sammelmengen im Landkreis zu einer Erhöhung der Sammelmengen bei kleinen EAG von 24 % (+ 162 kg/Woche bzw. 695 kg/Monat). Die Differenz zwischen beiden Gruppen war inferenzstatistisch nicht signifikant ($F(1,64) = 1,16; p = 0,29$).

Abbildung 36: Sammelmengen kleiner EAG für den WSH Untergrombach

Prä = mittlere wöchentliche Sammelmenge in 2020 vom 15. Mai bis 31. Dezember. Post = wöchentliche Sammelmengen im analogen Zeitraum in 2021. Daten der Kontrollhöfe aus 32 WSH mit regelmäßiger Sammlung von kleinen EAG. Fehlerbalken entsprechen dem 95 % Konfidenzintervall.



Quelle: Eigene Darstellung

Bildschirme. Während die Sammelmengen im Maßnahmenzeitraum 2021 (Post) im Vergleich zu den durchschnittlichen Sammelmengen in 2020 (Prä) bei den Kontrollhöfen um rund 16 % (-15 kg/Woche) sanken, sanken sie am WSH Untergrombach im gleichen Zeitraum um 34 % (-63 kg/Woche). Die Nettodifferenz zwischen beiden Gruppen betrug somit 18 % (34 kg/Woche bzw. 145 kg/Monat). Der Unterschied zwischen Kontrollhöfen und dem WSH Untergrombach in Bezug auf die Differenz zwischen 2021 und 2020 war nicht signifikant ($F(1,64) = 0,93; p = 0,34$).

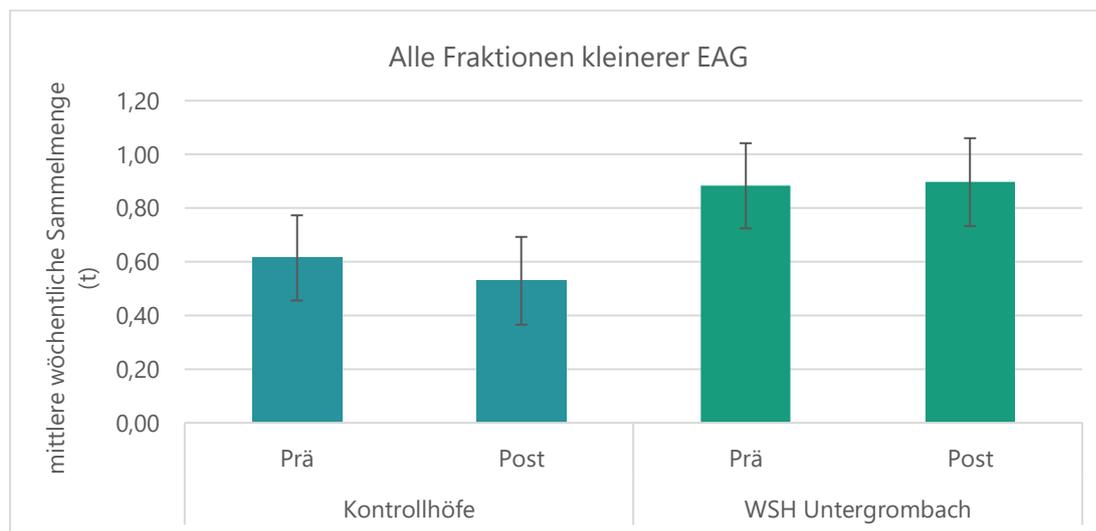
¹⁵ Große Varianzen sowohl in Kontroll- als auch in der Experimentalgruppe (d. h. beim Maßnahmenhof) wirken sich nachteilig für den statistischen Nachweis des Maßnahmeneffekts aus. Darüber hinaus unterliegt die Quantifizierung des Effekts größeren Unsicherheiten.

Entladungslampen. Während die Sammelmengen 2021 im Vergleich zu den Sammelmengen in 2020 bei den Kontrollhöfen um rund 8 % (-1,2 kg/Woche) sanken, stiegen sie am Wertstoffhof Untergrombach um 43 % (+8 kg/Woche). Die Differenz zwischen beiden Gruppen von 50,5 % (9 kg/Woche bzw. 40 kg/Monat) war trotz der großen Differenzen zwischen den WSH nicht signifikant ($F(1,64) = 0,242; p = 0,62$).

Zusammenfassung. Die Differenz-in-Differenz-Analyse ergab eine zusätzliche Sammelmenge am WSH Untergrombach über alle Fraktionen (kleine EAG, Bildschirme, Entladungslampen; siehe Abbildung 37) von 15 % (136 kg/Woche bzw. 584 kg/Monat), die inferenzstatistisch jedoch nicht signifikant war ($F(1,64) = 0,374; p = 0,54$). Für den gesamten Maßnahmenzeitraum vom 15.05. bis zum 31.12.2021 wurden somit 4,50 Tonnen zusätzlich im Vergleich zu 2020 und unter Berücksichtigung der Veränderungen im gesamten Landkreis (d. h. der Veränderungen der Sammelmengen an den Kontrollhöfen) gesammelt. Die hohen absoluten Sammelmengenzuwächse sind allerdings durch den großen WSH Untergrombach begründet, der auch geringe relative Zuwächse von 15 % extrem groß wirken lassen kann. Zum Vergleich der Effektivität der Maßnahme sollte hier der prozentuale Zuwachs betrachtet werden.

Abbildung 37: Sammelmengen aller EAG-Fraktionen für den WSH Untergrombach

Prä = mittlere wöchentliche Sammelmenge in 2020 vom 15. Mai bis 31. Dezember. Post = wöchentliche Sammelmengen im analogen Zeitraum in 2021. Daten der Kontrollhöfe aus 32 WSH mit regelmäßiger Sammlung von kleinen EAG, 28 WSH mit Sammlung von Bildschirmen und 30 WSH mit Sammlung von Entladungslampen. Fehlerbalken entsprechen dem 95 % Konfidenzintervall.



Quelle: Eigene Darstellung

2.4.4.3 Linkenheim-Hochstetten

Am WSH Linkenheim-Hochstetten wurde als Maßnahme die Annahme großer EAG am Wertstoffhof eingeführt. Dieser Service ergänzte die bisherige – oft langwierige – Vorgehensweise der Sperrmüll-Terminvereinbarung mit Vor-Ort-Abholung am Wegesrand und sollte Verbraucher:innen neue Möglichkeiten der Entsorgung bieten. Um diese Effekte zu analysieren, wurden die Sammelmengen aller kleinen EAG (kleine EAG mit und ohne Batterie, Entladungslampen, Bildschirme) – wobei hier kein Effekt erwartet wurde – sowie die Sammelmengen großer EAG untersucht.

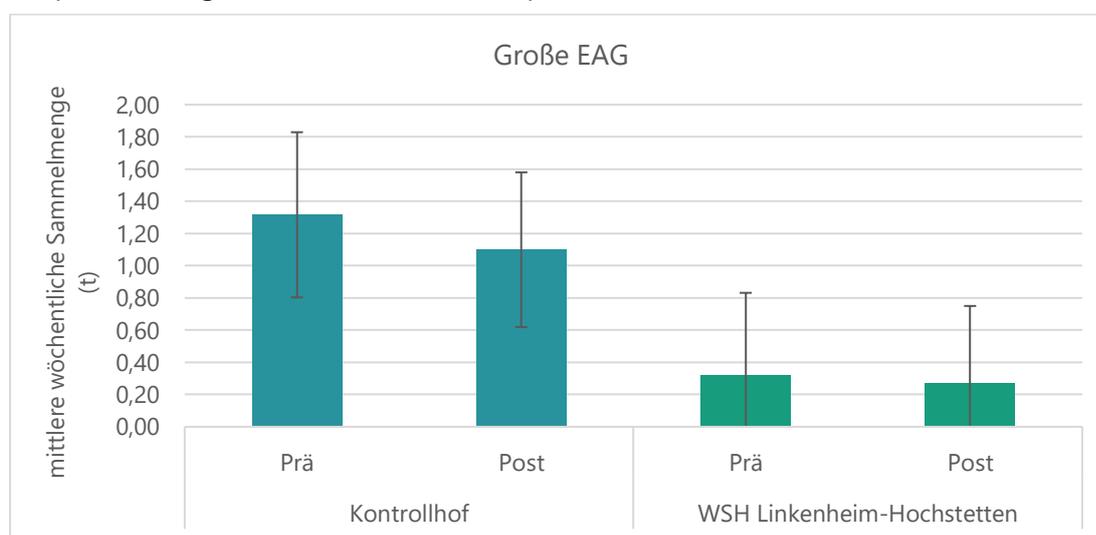
Um mögliche Kannibalisierungseffekte¹⁶ auszuschließen, wurden die Sammelmengen großer EAG, die 2020 und 2021 im Zeitraum zwischen dem 15.05. und 31.12. durch Sperrmüllsammelungen generiert wurden, zu den Sammelmengen am Wertstoffhof addiert. Dies entspricht für 2020 10,52 Tonnen und für 2021 5,71 Tonnen für Linkenheim-Hochstetten.

Als Kontrollhof fungierte der WSH Eggenstein-Leopoldshafen, der als einziger Hof im Landkreis große EAG annimmt und somit als Vergleichshof in Frage kommt.

Große EAG. Wie in Abbildung 38 graphisch illustriert, waren die wöchentlichen Sammelmengen am Kontrollhof in Eggenstein-Leopoldshafen im Jahr 2021 (Post) im Vergleich zu 2020 (Prä) rund 16 % (-217 kg/Woche) geringer. Am WSH Linkenheim-Hochstetten sanken sie von insgesamt 319 kg/Woche auf 269 kg/Woche um 15 % (-49 kg/Woche). Die Sammelmengen großer EAG aus Sperrmüllsammelungen in Linkenheim-Hochstetten wurden dabei miteingerechnet. Die Einführung der Annahmemöglichkeit großer EAG führte am WSH somit zu einer Netto-Steigerung von 1 % (3 kg/Woche bzw. 13 kg/Monat). Die Differenz zwischen beiden Gruppen war inferenzstatistisch nicht signifikant ($F(1,64) = 0,11$; $p = 0,74$).

Abbildung 38: Sammelmengen großer EAG für den WSH Linkenheim-Hochstetten

Prä = mittlere wöchentliche Sammelmenge in 2020 vom 15. Mai bis 31. Dezember. Post = wöchentliche Sammelmengen im analogen Zeitraum in 2021. Als Kontrollhof wurde der WSH Eggenstein-Leopoldshafen genutzt. Fehlerbalken entsprechen dem 95 % Konfidenzintervall.



Quelle: Eigene Darstellung

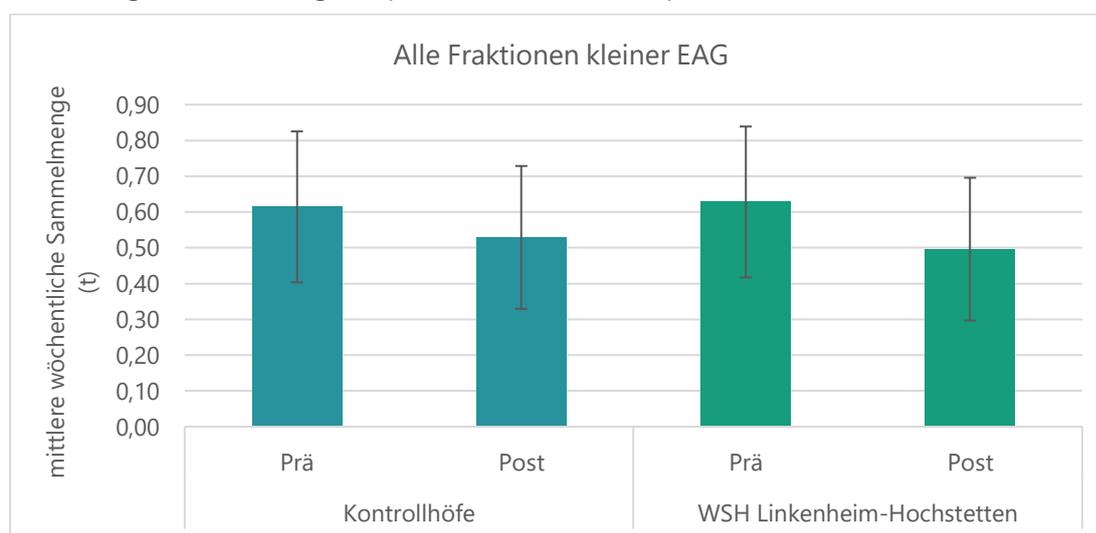
Summe kleiner EAG. Die Sammelmengen im Jahr 2021 (Post) im Vergleich zu den Sammelmengen von 2020 (Prä) bei den Kontrollhöfen waren rund 14 % (-8,5 kg/Woche) niedriger, während sie am WSH Linkenheim-Hochstetten im gleichen Zeitraum stärker sanken, nämlich um 21 % (-13,2 kg/Woche; siehe Abbildung 39). Die Differenz der Prä-Post-Differenzen des WSH Linkenheim-Hochstetten und des WSH Eggenstein-Leopoldshafen von -7,1 % (-4,5 kg/Woche) war inferenzstatistisch nicht signifikant ($F(1,64) = 0,06$; $p = 0,80$). Für kleine EAG war a-priori kein Effekt erwartet

¹⁶ Dieser Begriff bezeichnet hier den Fall, dass eine Maßnahme zu einer Erhöhung der Menge, die über einen bestimmten Entsorgungsweg gesammelt wird, führt, und diese Mengenerhöhung ganz oder teilweise zu Lasten der Menge, die über einen bestimmten anderen Entsorgungsweg gesammelt wird, erfolgt (z. B. Erhöhung der Abgabemenge am WSH zu Lasten der Abgabemenge über die Sperrmüllsammlung).

worden; der stärkere Abfall der EAG-Sammelmengen am WSH Linkenheim-Hochstetten sollte daher auch nicht als durch die Maßnahmen hervorgerufen interpretiert werden. Der Unterschied von -7,1 % ist im Rahmen der zufälligen statistischen Schwankungen der Sammelmengen.

Abbildung 39: Sammelmengen kleiner EAG-Fractionen für den WSH Linkenheim-Hochstetten

Prä = mittlere wöchentliche Sammelmengen in 2020 vom 15. Mai bis 31. Dezember. Post = wöchentliche Sammelmengen im analogen Zeitraum in 2021. Daten der Kontrollhöfe aus 32 WSH mit regelmäßiger Sammlung von kleinen EAG, 28 WSH mit Sammlung von Bildschirmen und 30 WSH mit Sammlung von Entladungslampen. Fehlerbalken entsprechen dem 95 % Konfidenzintervall.



Quelle: Eigene Darstellung

Zusammenfassung. Die Differenz-in-Differenz-Analyse ergab einen nicht signifikanten Effekt von 1 % (3 kg/Woche bzw. 13 kg/Monat) für große EAG ($F(1,64) = 0,11$; $p = 0,74$). Für den gesamten Maßnahmenzeitraum vom 15.05. bis zum 31.12.2021 bedeutet dies eine (für den Kontrollhof bereinigte) zusätzliche Sammelmengen von 102 kg im Vergleich zu 2020 und unter Berücksichtigung der Veränderungen am Kontrollhof Eggenstein-Leopoldshafen. Die Veränderungen bzw. zusätzlichen Sammelmengen durch die Maßnahme sind absolut (102 kg für den gesamten Maßnahmenzeitraum) als auch relativ (1 %) marginal, da die zusätzlichen Sammelmengen am WSH von 3,18 Tonnen im Maßnahmenzeitraum 2021 praktisch vollständig das Holsystem kannibalisierten. Die Maßnahme erscheint daher – basierend auf der eingeschränkten Generalisierbarkeit durch die Daten eines Kontroll- und eines Maßnahmenhofs – wenig effektiv, um höhere Sammelmengen bei großen EAG zu erzielen.

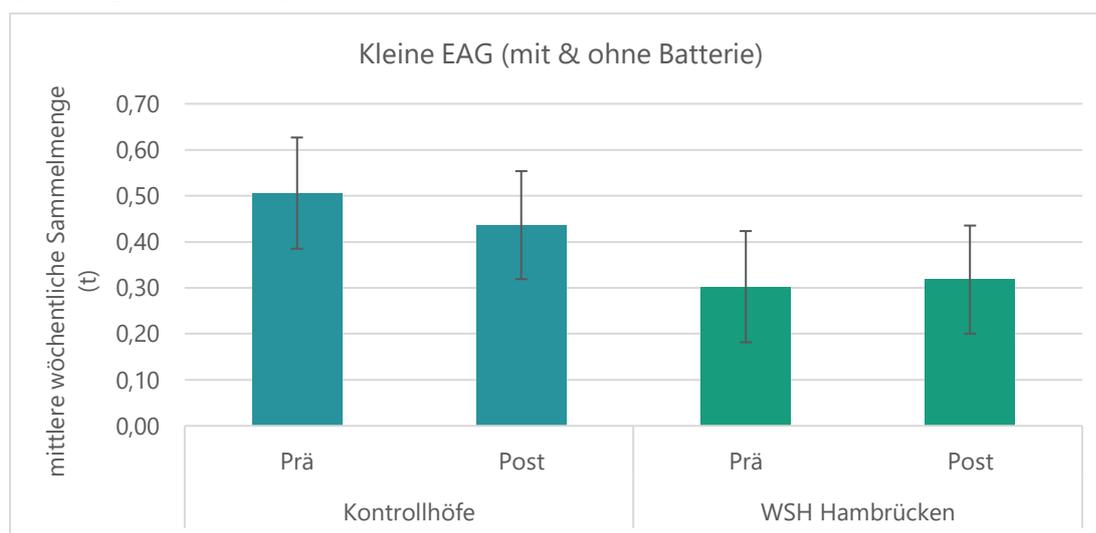
2.4.4.4 Hambrücken

Im WSH Hambrücken wurden verschiedenen "weiche" Anreizmaßnahmen durchgeführt, um die Abgabe kleiner EAG für Verbraucher:innen attraktiver zu gestalten. Verbraucher:innen konnten bei der EAG-Abgabe via Stempelkarten Bonusprodukte erhalten, die in einer Vitrine ausgestellt waren. Daneben wurde samstags ein zusätzlicher Mitarbeiter (der nur die EAG entgegennimmt) zur Verbesserung des Service am Hof eingestellt. Zudem machte ein großflächiges Plakat am WSH auf die EAG-Sammlung aufmerksam. Um die Effekte auf die Sammelmengen zu analysieren, untersuchten wir drei verschiedene Fraktionen: kleine EAG (mit und ohne Batterie), Entladungslampen und Bildschirme.

Kleine EAG. Die Sammelmengen im Jahr 2021 im Vergleich zu den Sammelmengen von 2020 bei den Kontrollhöfen waren rund 14 % (-69 kg/Woche) geringer, während sie am Wertstoffhof Hambrücken um 5 % (+15 kg/Woche) stiegen (siehe Abbildung 40). Die Maßnahmen führten im Vergleich zur sonstigen Entwicklung der Sammelmengen im Landkreis zu einer Erhöhung der Sammelmengen bei kleinen EAG von 19 % (+57 kg/Woche bzw. 244 kg/Monat). Die Differenz zwischen beiden Gruppen war inferenzstatistisch nicht signifikant ($F(1,64) = 0,68$; $p = 0,41$).

Abbildung 40: Sammelmengen kleiner EAG für den WSH Hambrücken

Prä = mittlere wöchentliche Sammelmenge in 2020 vom 15. Mai bis 31. Dezember. Post = wöchentliche Sammelmengen im analogen Zeitraum in 2021. Daten der Kontrollhöfe aus 32 WSH mit regelmäßiger Sammlung von kleinen EAG. Fehlerbalken entsprechen dem 95 % Konfidenzintervall.

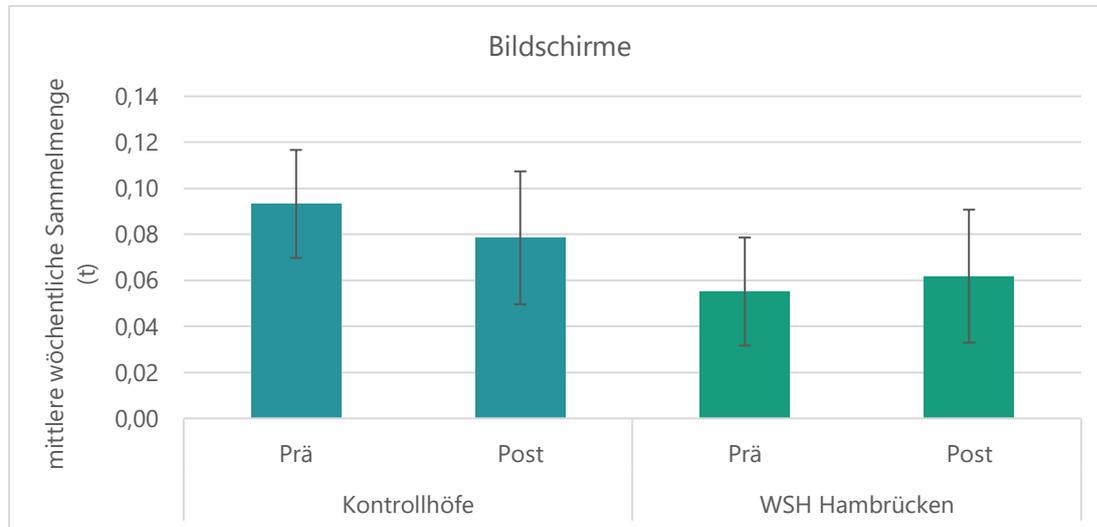


Quelle: Eigene Darstellung

Bildschirme. Während die Sammelmengen im Maßnahmenzeitraum 2021 (Post) im Vergleich zu den durchschnittlichen Sammelmengen in 2020 (Prä) bei den Kontrollhöfen um rund 16 % (-15 kg/Woche) sanken, stiegen sie am Wertstoffhof Hambrücken im gleichen Zeitraum um 12 % (+7 kg/Woche; siehe Abbildung 41). Die Nettodifferenz zwischen beiden Gruppen und damit der Effekt der weichen Maßnahmen betrug somit 28 % (+15 kg/Woche bzw. 66 kg/Monat). Der Unterschied zwischen Kontrollhöfen und dem WSH Hambrücken in Bezug auf die Differenz zwischen 2021 und 2020 war nicht signifikant ($F(1,64) = 0,99$; $p = 0,32$).

Abbildung 41: Sammelmengen Bildschirme für den WSH Hambrücken

Prä = mittlere wöchentliche Sammelmenge in 2020 vom 15. Mai bis 31. Dezember. Post = wöchentliche Sammelmengen im analogen Zeitraum in 2021. Daten der Kontrollhöfe aus 28 WSH mit regelmäßiger Sammlung von Bildschirmen. Fehlerbalken entsprechen dem 95 % Konfidenzintervall.



Quelle: Eigene Darstellung

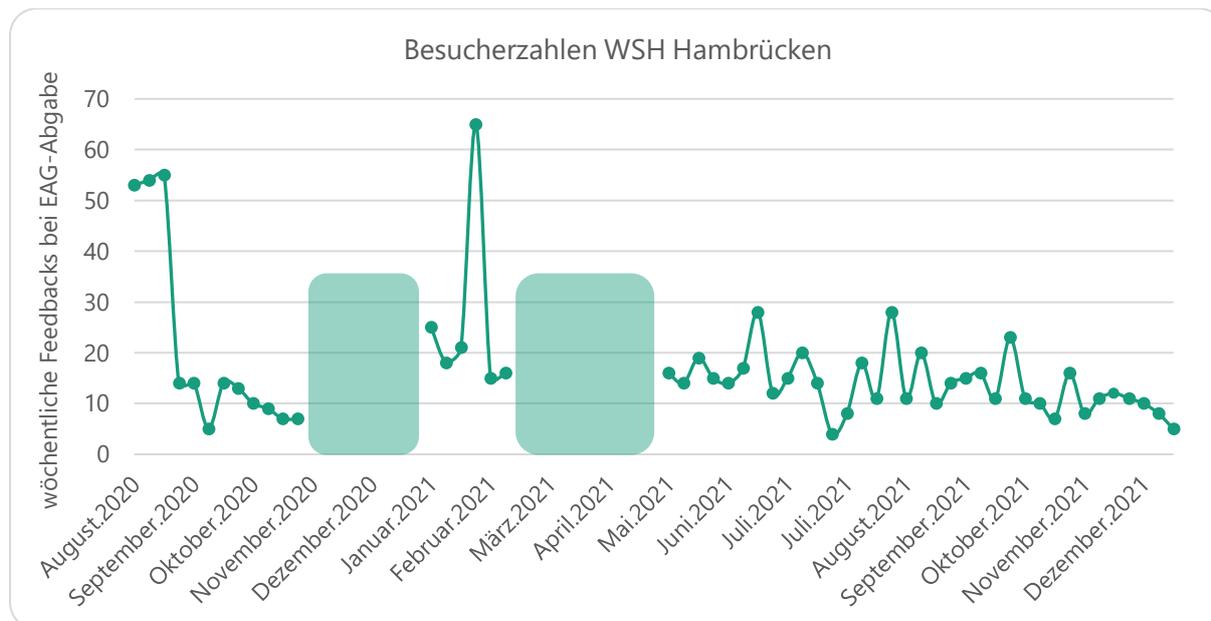
Entladungslampen. Während die Sammelmengen 2021 im Vergleich zu den Sammelmengen in 2020 bei den Kontrollhöfen um rund 8 % (-1,2 kg/Woche) sanken, sanken sie am Wertstoffhof Hambrücken um rund 53 % (-9 kg/Woche). Die Differenz zwischen beiden Gruppen von 46 % (-8 kg/Woche bzw. -34 kg/Monat) war nicht signifikant ($F(1,64) = 0,32; p = 0,58$).

Besucherkzahlen an EAG-Abgabestelle. Durch das Aufstellen eines Kundenzufriedenheits-Terminals an der EAG-Abgabestelle des WSH konnte die relative Entwicklung der Besucherzahlen erfasst werden. Anhand Abbildung 42 lassen sich starke Ausreißer bei der Anzahl der Kundenbewertungen (sog. "Feedbacks") erkennen. Die hohen Zahlen zu Beginn der Installation zwischen dem 24.08.2020 und 13.09.2020 lassen sich möglicherweise durch die Einführung des Geräts erklären. Der Anteil an WSH-Besuchern, die in dieser Zeit Feedbacks gaben, war daher vermutlich größer. Lässt man die ersten drei Wochen unbeachtet, so ergibt sich im Mittel eine Rückmeldequote von 16,6 pro Woche im Zeitraum vor den Maßnahmen (14.09.2020 bis 16.05.2021) und im Zeitraum während der Maßnahmen eine Rückmeldequote von 13,7 (17.05.2021 bis 31.12.2021). Aufgrund der Maßnahmen (etwa Anreize durch Stempelkarten) aber auch aufgrund der deutlich ausgedehnten Öffnungszeiten ab dem 01.01.2021 (Öffnung an 6 Tagen/Woche statt 2 Tagen/Woche) wären hier höhere Besucherzahlen zu erwarten gewesen. Der Eindruck der Mitarbeiter am WSH Hambrücken war, dass durch die Maßnahme deutlich zunehmende Besucherzahlen und auch höhere Mengen an kleinen EAG abgegeben wurden. Eine mögliche Erklärung wäre, dass der Anteil an Besuchern, die Bewertungen am Gerät abgaben, mit der Zeit geringer wurde. Die Anzahl der Kundenbewertungen kann immer nur als fehlerbehafteter Indikator für die absoluten Besucherzahlen gesehen werden.

Abbildung 42: Darstellung der relativen Besucherzahlen am WSH Hambrücken vom 24.08.20 - 31.12.21

Darstellung der wöchentlichen Besucherzahlen in jeweils einem Datenpunkt. Zur zeitlichen Einordnung sind zusätzlich die jeweiligen Monate auf der X-Achse abgetragen. Für den Zeitraum

16.11.202 - 10.01.2021 sowie für den Zeitraum 22.02.2021 - 02.05.2021 (grün unterlegte Flächen) liegen keine Daten vor.

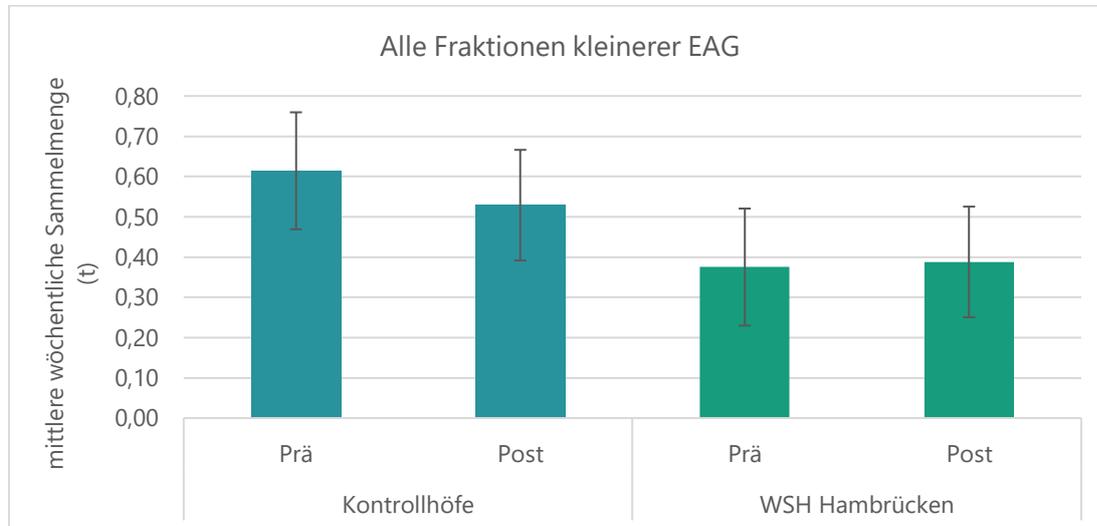


Quelle: Eigene Darstellung

Zusammenfassung. Die Differenz-in-Differenz-Analyse ergab eine zusätzliche Sammelmenge über alle Fraktionen (kleine EAG, Bildschirme, Entladungslampen) von 17 % (65 kg/Woche bzw. 278 kg/Monat; siehe Abbildung 43). Dieser Effekt war inferenzstatistisch nicht signifikant ($F(1,64) = 0,70$; $p = 0,41$). Für den gesamten Maßnahmenzeitraum vom 15.05. bis zum 31.12.2021 wurden 2,14 Tonnen zusätzlich im Vergleich zu 2020 und unter Berücksichtigung der Veränderungen im gesamten Landkreis (d. h. der Veränderungen der Sammelmengen an den Kontrollhöfen) gesammelt. Der Zuwachs von rund 17% ist durchaus beachtenswert. Allerdings stellt sich die Frage, ob sich das Plus an Sammelmengen zeitlich stabilisieren ließe. Zu erwarten wäre bei derartigen Anreizmaßnahmen ein Gewöhnungseffekt gegenüber dem Bonussystem. Gleichzeitig wäre es möglich, dass durch die einmalige Intervention neue Routinen in den Haushalten erlernt werden, die dazu führen, dass mehr Haushalte gezielt kleine EAG für die Abgabe am WSH sammeln.

Abbildung 43: Sammelmengen aller EAG-Fraktionen für den WSH Hambrücken

Prä = mittlere wöchentliche Sammelmenge in 2020 vom 15. Mai bis 31. Dezember. Post = wöchentliche Sammelmengen im analogen Zeitraum in 2021. Daten der Kontrollhöfe aus 32 WSH mit regelmäßiger Sammlung von kleinen EAG, 28 WSH mit Sammlung von Bildschirmen und 30 WSH mit Sammlung von Entladungslampen. Fehlerbalken entsprechen dem 95 % Konfidenzintervall.



Quelle: Eigene Darstellung

2.4.4.5 Zusammenfassung

In Tabelle 10 sind die Effekte der verschiedenen Maßnahmen an den Wertstoffhöfen übersichtlich dargestellt. Dabei ist hervorzuheben, dass die relativen Werte in Prozent den besten generalisierbaren Schätzer für den Effekt einer Maßnahme unabhängig vom jeweiligen Wertstoffhof liefern. Die absoluten Werte in kg/Woche hängen direkt von der Größe eines WSH und den entsprechenden Grundsammelmengen ab. Gleichzeitig können auch die relativen Werte nur grobe Anhaltspunkte für die Effektivität einer Maßnahme liefern. Pauschale Generalisierungen der Größe des Effekts für andere Höfe sind nicht möglich, da sich etwa die Größe eines WSH, die Einwohnerdichte und Autoverfügbarkeit auf die Effektivität einzelner Maßnahmen auswirken können.

Im Vergleich der verschiedenen Maßnahmen ist zu sehen, dass die Verteilung der Sammelboxen zumindest in Zaisenhausen effektiv war und zu einem relativen Zuwachs der Sammelmengen von 23 % geführt hat; wenn auch die Sammelboxen nicht notwendigerweise zum EAG-Transport zum Wertstoffhof genutzt wurden, so scheinen sie doch in einigen Haushalten zu einer verstärkten Sammlung kleiner EAG geführt zu haben. Die baulichen Optimierungen der Abgabestellen für kleine EAG sowie die Umsetzung weicher Anreizmaßnahmen zeigten ebenfalls Effekte für die Sammelmengen; diese beliefen sich auf 15 % bzw. 17 %. Einzig die Maßnahme der Einführung der Annahme großer EAG zeigte keine relevanten Effekte (+1 %). Die Effekte (relativen Zuwächse) sind dabei unter dem Vorbehalt zu interpretieren, dass sie an einem einzigen Wertstoffhof entstanden sind und die Sammelmengen vor dem Hintergrund der Corona-Pandemie und weiterer struktureller Änderungen im Landkreis, wie der Einführung der Biotonne und der Verlängerung der Öffnungszeiten, entstanden sind.

Inferenzstatistisch war keiner der Effekte signifikant, was durch die wenigen Datenpunkte und die großen Streuungen der Sammelmengen zu erwarten war. Selbst große Effekte können in diesem Rahmen nicht mehr zuverlässig erkannt werden. Daher sollte die Inferenzstatistik zwar als Fehlen eines Belegs, dass die Effekte nicht zufällig entstanden sind, bewertet werden, aber keinesfalls als Beleg dafür, dass die Maßnahmen keine nachweisbaren Effekte hervorgebracht haben.

Tabelle 10: Übersicht der Maßnahmeneffekte an den vier Wertstoffhöfen

Angegeben als "Sammelmenen aller kleinen EAG" ist die Summe der Sammelmenen der Fraktionen Bildschirme, kleine EAG mit & ohne Batterie und Entladungslampen, die an den jeweiligen WSH im Differenz-in-Differenz-Verfahren ermittelt wurden.

Wertstoffhof	Maßnahme	Fraktion	Effekt
Zaisenhausen	Verteilung von Sammelboxen	Sammelmenge aller kleinen EAG	Relativer Zuwachs: +23 % Absoluter Zuwachs am WSH: +37 kg/Woche bzw. +160 kg/Monat
Untergrombach	Bauliche Optimierung kleiner EAG-Abgabestellen	Sammelmenge aller kleinen EAG	Relativer Zuwachs: +15 % Absoluter Zuwachs am WSH: 136 kg/Woche bzw. 584 kg/Monat
Linkenheim-Hochstetten	Annahme großer EAG	Große EAG	Relativer Zuwachs: +1 % Absoluter Zuwachs am WSH: +3 kg/Woche bzw. +13 kg/Monat
Hambrücken	Umsetzung softer Anreizmaßnahmen	Sammelmenge aller kleinen EAG	Relativer Zuwachs: +17 % Absoluter Zuwachs am WSH: +65 kg/Woche bzw. +278 kg/Monat

Quelle: Eigene Zusammenstellung

2.4.5 Abschließende Bewertung

Ziel dieser Evaluation war es, die Wirksamkeit unterschiedlicher Maßnahmen an unterschiedlichen Wertstoffhöfen im Zeitraum vom 15.05.2021 bis zum 31.12.2021 im Hinblick auf die Steigerung der EAG-Abgabemengen kleiner oder großer EAG zu bewerten. Hierzu wurden die Sammelmenen im Maßnahmenzeitraum 2021 mit den Vorjahressammelmenen im gleichen Zeitraum verglichen und mit der Entwicklung an Kontrollhöfen im Landkreis kontrastiert (Differenz-in-Differenz-Methode; siehe Methodik 2.4.2.3). Das Vorgehen sollte hierzu bestmöglich den Einfluss weiterer Faktoren neben den eigentlichen Maßnahmen kontrollieren oder minimieren.

Effekte der Gesamt-Kampagne. Für kleine EAG erzielten alle drei Maßnahmen einen Effekt zwischen 15 % (Bauliche Optimierungen) und 23 % (Verteilung von Sammelboxen). Die Effekte waren nicht signifikant (d. h. konnten inferenzstatistisch nicht als überzufällig klassifiziert werden) und unterscheiden sich in ihrer Größe nicht signifikant. Während die fehlende Signifikanz wegen der geringen Teststärke nicht überinterpretiert werden sollte, ist es wichtig zu betonen, dass die Maßnahmen Effekte in einer Größenordnung von 15-23 % erbringen, sich diese Effekte im Rahmen der statistischen Unsicherheit aber nicht notwendigerweise in ihrer Größe unterscheiden. Bei einer Umsetzung dieser Maßnahmen in der Breite auf weiteren Wertstoffhöfen müssten die Effekte vermutlich etwas nach unten korrigiert werden, da bei einer breiten Umsetzung nicht an allen WSH eine optimale Implementierung sichergestellt werden kann, wie sie an den Projekthöfen umgesetzt wurde.

Gleichwohl liegen die Effekte im Rahmen dessen, was aus konsumentenpsychologischer Einschätzung zu erwarten gewesen wäre. Wie bereits im Kapitel "AP 2: Sichtung und Bewertung weiterer Quellen" erläutert, scheinen die wichtigsten Faktoren für eine Erhöhung der Sammelquote von EAG die Vereinfachung der EAG-Rücknahme sowie die Verbesserung der Verbraucherinformation zu sein. Hier spielen die Wege zu den Rücknahmepunkten, also die Verbesserung des Rücknahmenetzes und das Wissen über diese Rücknahmeorte, eine entscheidende Rolle, um die notwendigen

Verhaltenskosten¹⁷ auf Verbraucherseite zu senken. Maßnahmen an Wertstoffhöfen (Anreizmaßnahmen, Optimierung von Abgabestellen) oder bei der Sammlung von EAG (Sammelboxen) können hier zwar unterstützend wirken, aber nicht den Weg zum Abgabeort, der den Großteil der verhaltensbedingten Kosten ausmacht, reduzieren.

Einschränkungen der Generalisierbarkeit. Jede Maßnahme wurde nur an jeweils einem einzigen Wertstoffhof durchgeführt, sodass sich wertstoffhofspezifische Einflüsse statistisch nicht herausmitteln. Die Untersuchungen des Sammelmengenverlaufs (siehe 2.4.3 Deskriptive Ergebnisse) deuteten darauf hin, dass die Sammelmengenverläufe einzelner Maßnahmenhöfe durchaus vom Gesamttrend der Kontrollhöfe abweichen können, was die Interpretierbarkeit der Ergebnisse der Differenz-in-Differenz-Analyse insgesamt einschränkt. Darüber hinaus enthalten besonders die Fraktionen der Bildschirme und Entladungslampen sehr geringe Sammelmengen mit großen Schwankungen. Vor diesem Hintergrund ist es daher wichtig, nochmals zu verdeutlichen, dass die Ergebnisse nur näherungsweise Schätzungen der Realität sind. Die "robustesten" Schätzwerte sind die prozentualen Sammelmengen aller kleinen EAG (siehe Tabelle 10). Dezidierte Schlussfolgerungen zu einzelnen Fraktionen an einzelnen Wertstoffhöfen sind mit großer Vorsicht zu interpretieren.

Abschließende Bewertung. Die Gesamtbetrachtung der Ergebnisse lässt den Schluss zu, dass die Maßnahmen bis auf den WSH Linkenheim-Hochstetten bzw. die Annahme großer EAG einen positiven Effekt auf die EAG-Sammelmengen hatten, der prozentual zu niedrigen zweistelligen Sammelmengenzuwächsen führte. Daran schließt sich die Frage nach der Effizienz (Größe des Effekts im Verhältnis zum Aufwand der Maßnahmen) an. Insgesamt erscheint eine Steigerung der Sammelmengen kleiner EAG von ca. 10 % mit vertretbarem Aufwand an den Wertstoffhöfen als eine sinnvolle Maßnahme. Diese muss allerdings vor allem hinsichtlich ihres Kosten-Nutzen-Verhältnisses mit den zu Verfügung stehenden alternativen Maßnahmen (siehe AP 2) verglichen werden.

Eine mögliche Interpretation aus Sicht der Autoren ist, dass alle Maßnahmen an den WSH in Begleitung mit den kommunikativen Mitteln Aufmerksamkeit für das Thema der Entsorgung von EAG bei den Verbraucher:innen wecken und dies für den Großteil der Effekte an den WSH verantwortlich ist. Möglicherweise ist es daher nicht entscheidend, welche Änderungen an den einzelnen WSH im Detail umgesetzt werden, sondern dass das Thema EAG für eine Zeit prägender in den Köpfen wird.

Der nächste Schritt zur Absicherung der Ergebnisse und zum weiteren Ausrollen einer Maßnahme wäre, eine der Maßnahmen an mehreren Wertstoffhöfen zu testen, die sich insgesamt auch von ihrer Größe und regionalen Struktur (ländlich vs. städtisch) unterscheiden. Dies sollte etwa über einen Zeitraum von einem Jahr erfolgen, um auch träge Effekte zu ermitteln. Prädestiniert wäre hier das Verteilen der Sammelboxen als Maßnahme, um das Thema EAG-Sammeln über WSH direkt in die Haushalte der Konsumenten zu bringen, da diese den größten Effekt in der Evaluation zeigten. Da sich aber die anderen beiden Maßnahmen in ihrer Größe nicht statistisch signifikant von der Maßnahme der Sammelboxen unterscheiden, könnten auch die beiden anderen Maßnahmen vertiefend getestet werden.

¹⁷ Verhaltenskosten sind ein Konzept der Psychologie, das die finanziellen, kognitiven (Verhalten ist kompliziert) und physischen (Verhalten ist anstrengend) Kosten, die für ein Verhalten aufgebracht werden müssen, einschließt. Man geht hierbei davon aus, dass je niedriger die Verhaltenskosten desto wahrscheinlicher wird ein Verhalten gezeigt, da es geringere Kosten des Individuums erfordert.

2.5 AP 4: Übertragbarkeitspotenzial

2.5.1 Praxisimplikationen und Effektivität der Maßnahmen

In diesem Abschnitt werden die Praxisimplikationen der im Landkreis Karlsruhe und Zollernalbkreis durchgeführten Modellprojekte herausgearbeitet. Insbesondere werden die durchgeführten Maßnahmen auf *Effektivität* geprüft. Eine detaillierte Zusammenfassung der aus den Modellprojekten gewonnenen Resultate (insbesondere Details zu den Zahlen) findet sich in den Kapiteln zum AP 3.

Zur *Effektivitätsbeurteilung* werden die Veränderungen der EAG-Sammelmengen, die direkt auf die Maßnahmen zurückzuführen sind, herangezogen. Es geht folglich nicht um die Beurteilung der Effizienz der Maßnahmen, die eine Berücksichtigung des Aufwandes, der durch die Maßnahmen entsteht, erfordert. Statistisch gesehen wird die Effektivität einer Maßnahme aufgezeigt, indem (nach einer Kausalitätsprüfung) zum einen die Korrektheit der Wirkungsrichtung des Effekts der Maßnahme und zum anderen die statistische Signifikanz des Effekts aufgezeigt wird.

Im *Landkreis Karlsruhe* wurden verschiedene Maßnahmen auf ausgesuchten Wertstoffhöfen umgesetzt. Ihre (kausale) Wirkung wurde mithilfe des Differenz-von-Differenz-Ansatzes bewertet. Für die Beurteilung der *Effektivität* verschiedener Maßnahmen zur Erhöhung der Sammelmenge der *kleinen EAG* sind die folgenden Resultate von Bedeutung:

- 1) Bei der *Verteilung von Sammelboxen* an Haushalte zeigten sich positive Effekte auf die Sammelmengen der kleinen EAG, Bildschirme und Entladungslampen, doch waren alle diese Effekte statistisch insignifikant.
- 2) Die *bauliche Optimierung der Abgabestellen für kleine EAG* (unterstützt durch Plakataufstellung) zeigte positive Effekte auf die Sammelmengen der kleinen EAG und der Entladungslampen, doch sind auch diese Effekte statistisch insignifikant.
- 3) "*Weiche*" *Anreizmaßnahmen*, insbesondere die Vergabe von Bonuspunkten, Einstellung eines zusätzlichen Mitarbeiters für die EAG-Abnahme und die Aufstellung eines großflächigen Plakats am Wertstoffhof, hatten positive, jedoch statistisch insignifikante Effekte auf die Sammelmengen der kleinen EAG und der Bildschirme.

Die Effektivitäten der unter 1) bis 3) genannten Maßnahmen im Hinblick auf die Erhöhung der Sammelmengen der kleinen EAG unterscheiden sich (im Rahmen der statistischen Unsicherheit) nicht signifikant voneinander: Die Maßnahmen erzielten relative Sammelmengenzuwächse, die zwischen 15% (bauliche Optimierung) und 23% (Sammelboxen) liegen und, wie bereits angemerkt, als statistisch insignifikant zu werten sind.

Für die Beurteilung der Effektivität von Maßnahmen zur Erhöhung der Sammelmenge der *großen EAG* lieferte das Modellprojekt des Landkreises Karlsruhe das folgende Resultat:

- 4) Die Einführung der *Annahme großer EAG am Wertstoffhof als Ergänzung zum bereits existierenden Abholservice* hatte einen positiven, jedoch statistisch insignifikanten Effekt auf die Sammelmengen der großen EAG (relativer Sammelmengenzuwachs um 1%).

Insgesamt sind also (potentielle) Effekte der unter 1) bis 4) genannten Maßnahmen im Analysezeitraum zwar beobachtbar und zeigen in die erwartete Richtung (relativer Sammelmengenzuwachs), doch unter wissenschaftlichen Standards ist dieses Resultat mit großen Vorbehalten zu behandeln: Wie bereits erwähnt, sind die unter 1) bis 4) genannten Effekte statistisch insignifikant, d. h., es lässt sich aus den vorliegenden Daten nicht (wissenschaftlich rigoros) schlussfolgern, dass die unter 1)

bis 4) genannten Maßnahmen tatsächlich (nichtmarginale) Effekte auf die Sammelmengen hatten.¹⁸ Dieses Ergebnis deutet darauf hin, dass die *Effektivität* der unter 1) bis 4) genannten Maßnahmen nur marginal und das Entsorgungsverhalten der Akteure relativ rigide sein könnte – zumindest im Hinblick auf die hier diskutierten Maßnahmen und innerhalb der betrachteten Periode.

Im *Zollernalbkreis* wurden zum einen verschiedene Maßnahmen mit Werbe- und Informationscharakter durchgeführt, die hier unter dem Begriff "Gesamtkampagne" zusammengefasst werden. Diese umfassten Open-Air-Veranstaltungen, eine Informationsfahrt, an Hauseigentümer verteilte Informationsblätter, eine "Gib's-Ab-Webseite" mit Infobeiträgen, an Haushalte verteilte Broschüren zu EAG, einen "Gib's-Ab-Abfallkalender 2019", Kino-Spots, Square-Flags, Werbestempel, Plakate, Abreiblätze und E-Mail-Signaturen. Zum anderen wurden "Power-Tage" veranstaltet – dies waren Aktionstage, die eine Kombination aus Veranstaltung vor Ort und Give-Aways waren, und die Haushalte dazu bewegen sollten, EAG flexibel zum Wertstoffhof zu bringen. Die Kausalität (und *Effektivität*) der Maßnahmen wurde mittels nicht-parametrischen, inferenzstatistischen und aus Zeitreihenanalyse stammenden Regressionsverfahren beurteilt.

Die *Gesamtkampagne* mit Informations- und Werbemaßnahmen hatte

- 5) einen marginal signifikanten, positiven Effekt auf die Sammelmenge von *kleinem Elektroschrott* (kleine EAG) und
- 6) einen positiven, statistisch insignifikanten Effekt auf die Sammelmenge der *Weißer Ware* (große EAG).

Aufgrund der hohen Volatilität der Sammelmengenzitreihen und der statistischen Insignifikanz der Effekte, lassen sich kaum *quantitative* Aussagen über den Effekt der Gesamtkampagne machen: Er könnte für beide Kategorien zusammen (*Weißer Ware* und *Elektro-Kleinschrott*) zwischen 0% und 8,5% zusätzliche EAG-Sammelmenge pro Jahr liegen.

Die *Effektivität* der *Power-Tage* lässt sich wie folgt darstellen:

- 7) Der Effekt auf die Sammelmenge von *Elektrokleinschrott* (kleine EAG) ist statistisch signifikant und positiv, jedoch von eher kurzfristiger Natur: In den Monaten, in denen *Power-Tage* stattfanden, war die Sammelmenge statistisch signifikant höher als in den anderen Monaten (*Kurzfristeffekt*); durchschnittlich war sie um 10,4 t (ca. 17%)¹⁹ höher als in den Monaten ohne *Power-Tage*. Über die 24 Monate der Jahre 2018 und 2019 insgesamt kam es jedoch zu einer kleinen und statistisch insignifikanten Zunahme der Sammelmenge (*Langfristeffekt*).
- 8) Der *Kurzfrist-* und der *Langfristeffekt* der *Power-Tage* auf die Sammelmenge der *Weißer Ware* (große EAG) war klein, positiv und statistisch insignifikant.

Auch bei der Interpretation der *Zollernalbkreis*-Resultate gilt, dass insignifikante Effekte, insbesondere die unter 6) und 8) beschriebenen Effekte, unter wissenschaftlichen Standards mit großen Vorbehalten zu behandeln sind, d. h., aus den vorliegenden Resultaten lässt es sich nicht schlussfolgern, dass die unter 6) und 8) genannten Maßnahmen Effekte auf die Sammelmengen der EAG hatten. Dies gilt eigentlich auch für den *marginal* signifikanten Effekt, der unter 5) genannt wurde.

¹⁸ Unter Umständen kann es als unterstützend für die Annahme, dass die Effekte doch signifikant sein könnten, gewertet werden, dass alle Maßnahmen positive (jedoch insignifikante) Effekte hatten. Auch könnte die Hypothese aufgestellt werden, dass sich die Effekte erst mit einer großen Verzögerung, die die Länge des Untersuchungszeitraums überschreitet, einstellen. Dies ist grundsätzlich möglich und kann in zukünftigen Studien durch viele längere Untersuchungszeiträume geprüft werden.

¹⁹ Der prozentuale Wert wurde errechnet, indem die Sammelmengendifferenz in Höhe von 10,4 t ins Verhältnis zu der ungefähren durchschnittlichen Sammelmenge (laut Trendkurve) der drei Monate, in denen die *Power-Tage* stattfanden, gesetzt wurde. Diese ist hier mit 62 t angesetzt.

Es lässt sich festhalten, dass sich aus den zwei Modellprojekten unter strengen wissenschaftlichen Kriterien nur die *Effektivität* von Aktionstagen ("Power-Tagen") im Hinblick auf eine kurzfristige Erhöhung der Sammelmenge der kleinen EAG feststellen lässt. Bei dieser Erhöhung handelt es sich nicht um einen permanenten Effekt; die Sammelmenge der kleinen EAG fällt nach dem Aktionstag relativ schnell wieder auf das Normalniveau zurück, sodass permanente Anstrengungen (regelmäßige Aktionstage) notwendig wären, um die Erhöhung der Sammelmenge längerfristig aufrechtzuerhalten (*ceteris paribus*).

2.5.2 Generalisierbarkeit der Effekte (Übertragbarkeit auf andere Standorte)

In diesem Abschnitt werden die im vorigen Abschnitt zusammengefassten Praxisimplikationen der im Landkreis Karlsruhe und Zollernalbkreis durchgeführten Modellprojekte auf ihre landesweite *Generalisierbarkeit* geprüft. Dabei geht es hier um die Frage, ob die Maßnahmen ähnliche (jedoch hochskalierte) Effekte wie in den Modellprojekten haben würden, wenn sie in ganz Baden-Württemberg umgesetzt würden. Dies ist äquivalent zu der Frage, ob sich die für Landkreis Karlsruhe und Zollernalbkreis erhaltenen Resultate auf andere Standorte übertragen lassen. Die Diskussion der Generalisierbarkeit erfolgt im Folgenden auf Basis der im AP 1 und AP 2 gewonnen deskriptiven und inferenzstatistischen Resultate. Im nächsten Unterschnitt erfolgt sie mittels einer Literatureinordnung.

Die statistische Signifikanz ist auch dann besonders wichtig, wenn es um eine *Generalisierung* der Effekte geht, d. h. um die Frage, ob die Effekte in anderen Perioden (z. B. in der Zukunft) oder in anderen Räumen (z. B. in anderen Regionen Baden-Württembergs) aufkommen werden. Bei allen Maßnahmen, die im vorigen Abschnitt unter 1) bis 8) genannt wurden, wurden in der Untersuchung (potentielle) Effekte festgestellt. Die durchgeführten statistischen Signifikanztests zeigten jedoch, dass die unter 1) bis 4), 6) und 8) genannten Effekte statistisch insignifikant sind. Deswegen kann aus den im vorigen Abschnitt diskutierten Resultaten nicht geschlussfolgert werden, dass sich bei einer zukünftigen Durchführung der im vorigen Abschnitt unter 1) bis 4), 6) und 8) genannten Maßnahmen in ganz Baden-Württemberg auch (nichtmarginale) Auswirkungen auf die Sammelmengen ergeben würden. Gleichzeitig schließen diese Resultate nicht aus, dass sich dennoch signifikante Effekte ergeben könnten, oder dass diese in anderen Untersuchungen (z. B. bei längeren Untersuchungszeiträumen oder auf anderen Wertstoffhöfen) nachgewiesen werden könnten.

Wenn folglich auf ganz Baden-Württemberg *generalisiert* wird, können hier Effekte

- der Verteilung von Sammelboxen,
- der baulichen Optimierung auf Wertstoffhöfen,
- der Einführung der Annahme von großen EAG auf Wertstoffhöfen (bei bereits bestehender Abdeckung des Gebiets durch Holddienste) oder
- der "soften Maßnahmen" (wie Bonuspunkte)

auf EAG-Sammelmengen *nicht uneingeschränkt postuliert werden*. Deswegen kann hier auch keine Empfehlung für eine Einführung dieser Maßnahmen in ganz Baden-Württemberg gegeben werden (sofern sie den Zweck einer signifikanten Sammelmengenerhöhung hat). Das heißt, dass bei einer zukünftigen breiten Umsetzung dieser Maßnahmen Vorsicht geboten ist, sofern deutliche Effekte unverzichtbar sind, oder dass zumindest weitere Analysen vor ihrer Umsetzung erfolgen sollten.

Ähnliches gilt für die Effekte von

- Informations- und Werbekampagnen ("Gesamtkampagne") und
- Aktionstagen ("Power-Tagen") für die Erhöhung der Sammelmenge der *großen EAG*,

wenn auf ganz Baden-Württemberg *generalisiert* wird; da die Effekte dieser Kampagnen und Aktionstage statistisch insignifikant waren, können sie hier nicht als auf andere Zeiten (z. B. die Zukunft) oder Räume (z. B. andere baden-württembergische Regionen) übertragbar eingestuft werden. Dabei sind allerdings die Effekte der Informations- und Werbekampagnen auf *kleine* EAG nicht (ganz) insignifikant, sondern marginal signifikant, sodass hier eher eine Generalisierbarkeit auf ganz Baden-Württemberg zu erwarten wäre (als bei den insignifikanten Effekten).

Angesichts der aus der mangelnden statistischen Signifikanz resultierenden Einschränkungen der Generalisierbarkeit der Resultate, erscheinen die folgend diskutierten Einschränkungen der Generalisierbarkeit eher "nachrangig".

Erstens ergeben sich aus der Wahl der "Stichprobe" Einschränkungen für die Generalisierbarkeit. So wurde z. B. im Modellprojekt des Landkreises Karlsruhe jede Maßnahme an nur einem Wertstoffhof umgesetzt, während die Daten (siehe AP 3) zeigen, dass sich die Sammelmengenentwicklung über Wertstoffhöfe z. T. stark unterscheidet. Dies deutet darauf hin, dass für die Validität der Ergebnisse der lokale (und nicht der regionale) Rahmen entscheidend ist. Das heißt, dass die Untersuchungsergebnisse durch örtliche Gegebenheiten (darunter auch lokale soziokulturelle Faktoren) beeinflusst wurden, sodass nicht davon auszugehen ist, dass sich die quantitativen Resultate (insbesondere die prozentualen Änderungen der Sammelmengen) auf ganz Baden-Württemberg übertragen lassen. Dieses Problem betrifft das Modellprojekt des Landkreises Karlsruhe und insbesondere die im vorigen Abschnitt unter 1) bis 4) zusammengefassten Maßnahmen / Effekte. Das Problem scheint etwas weniger relevant für das Modellprojekt im Zollernalbkreis und die im vorigen Abschnitt unter 5) bis 8) genannten Maßnahmen / Effekte, da die Maßnahmen im Zollernalbkreis-Projekt relativ breit angelegt waren (breites Maßnahmenbündel mit verschiedenen soziokulturellen Zielgruppen).

Zweitens ergeben sich Generalisierungseinschränkungen aus der Natur der Sammelmengendynamik. Wie in AP 1 und AP 3 gezeigt, sind die Sammelmengenzeitreihen sehr volatil, was eine Herausforderung für die Identifikation und Quantifizierung von Maßnahmeneffekten darstellt, sodass davon auszugehen ist, dass die Resultate bei einer landesweiten Einführung der Maßnahmen quantitativ und qualitativ abweichen werden. Das heißt, dass bei einer landesweiten Umsetzung der Maßnahmen prozentuale Steigerungen der Sammelmengen deutlich anders ausfallen und einige hier als insignifikant gekennzeichnete Effekte sich als signifikant erweisen könnten. Im Kontext dieser Studie wird durch die Volatilität insbesondere die Identifikation von eher schwachen oder mittelstarken Effekten erschwert. Dies könnte ein Grund dafür sein, dass die im vorigen Abschnitt unter 1) bis 4) aufgeführten Effekte (Karlsruher Modellprojekt) statistisch insignifikant waren.

Drittens ergeben sich aus der Wahl der statistischen Methode (zur Kausalitätsanalyse) Einschränkungen. Hier wurden der Differenz-von-Differenz-Ansatz und andere regressionsbasierte Ansätze gewählt. Grundsätzlich hat jede statistische Methode ihre Grenzen. Für die bessere Funktionsfähigkeit der in der Studie gewählten Methoden – dies gilt aber auch allgemein für die meisten Methoden – wäre eine längere Untersuchungsdauer (insbesondere eine längere Beobachtungsperiode nach Einführung der Maßnahmen) wünschenswert – einerseits, weil einige Maßnahmen zumindest hypothetisch mit einer längeren Verzögerung Effekte entwickeln könnten, und andererseits, weil dies für die statistischen Signifikanztests von Vorteil wäre. Auch aufgrund dieser Einschränkungen ist zu erwarten, dass die Effekte in der Realität (und damit auch bei einer landesweiten Umsetzung der Maßnahmen) deutlich von den hier prognostizierten Werten abweichen. Dies gilt für die quantitativen (prozentuelle Steigerung der Mengen) und qualitativen (Signifikanz der Effekte) Resultate.

Es lässt sich festhalten, dass sich unter allen Maßnahmen / Effekten, die in den zwei Modellprojekten umgesetzt / erzeugt wurden, am ehesten der Effekt von Aktionstagen ("Power-Tagen") im Hinblick auf eine kurzfristige Erhöhung der Sammelmenge der kleinen EAG auf gesamt Baden-Württemberg generalisieren lässt. Daneben besteht höchstens bei dem Effekt der im Zollernalbkreis durchgeführten Gesamtkampagne (mit Informations- und Werbecharakter) eine gewisse Generalisierbarkeit.

Grundsätzlich sind die quantitativen Effekte beider Maßnahmen nur eingeschränkt übertragbar. Das heißt, dass bei einer landesweiten Durchführung dieser Maßnahmen die prozentualen Sammelmengensteigerungen deutlich anders ausfallen würden als im vorigen Abschnitt für Zollernalbkreis angegeben.

2.5.3 Effektivität und Generalisierbarkeit: Literatureinordnung

Neben der in den vorigen Abschnitten durchgeführten deskriptiv- und inferenzstatistischen Diskussion der Effektivität und Generalisierbarkeit der in den Modellprojekten generierten Maßnahmen / Effekte, kann auch die im AP 2 vorgenommene Literatureinordnung einen Beitrag zur Frage der Effektivität und Generalisierbarkeit dieser Maßnahmen / Effekte leisten. Während im AP2 ein detaillierter Literaturüberblick gegeben wurde, liegt der Fokus hier auf der Ableitung von Schlussfolgerungen aus diesem Literaturüberblick zur Einordnung der in den letzten zwei Abschnitten gewonnenen Erkenntnisse zur Effektivität und Generalisierbarkeit.

Die Effektivität der *Einführung der Annahme großer EAG am Wertstoffhof (Bringsystem) als Ergänzung zum bereits existierenden Abholservice (Holsystem)* wurde im Abschnitt 2.5.1 wegen mangelnder statistischer Signifikanz des entsprechenden Effekts in Frage gestellt. Wie im AP 2 diskutiert wurde, deutet die Literatur darauf hin, dass Haushalte zwar mehr Sammelstellen in der näheren Umgebung wünschen, doch spricht insgesamt der stark ausgeprägte Wunsch nach Bequemlichkeit / Verbraucherfreundlichkeit mehr für ein Holsystem als für ein Bringsystem. Dies könnte eine mögliche Erklärung dafür sein, dass die in der Maßnahme umgesetzte Einführung eines Bringsystems bei einem bereits existierenden Holsystem (das von den Haushalten präferiert wird) zumindest im Rahmen des Analysezeitraums keine statistisch signifikante Wirkung hatte.

Wie in AP 2 beschrieben, zeigen verschiedene Studien die Bedeutung von Verbraucherinformation und -aufklärung ("Schaffung eines Bewusstseins") für das Entsorgungsverhalten und einen mangelnden Informationsstand in der Bevölkerung zu EAG auf. Dies stützt die Annahme, dass *Kampagnen mit Informations- und Werbemaßnahmen* – für diese wurde im Abschnitt 2.5.1 gezeigt, dass sie nur einen marginal signifikanten, positiven Effekt auf die Sammelmengen im Modellprojekt hatten – tatsächlich einen signifikanten positiven Effekt auf die Sammelmengen haben. Für die Wirksamkeit von *Aktionstagen ("Power-Tagen")*, die in den vorigen Abschnitten als eine effektive und generalisierbare Maßnahme klassifiziert wurden, gibt es unterstützende Literatur, die zeigt, dass sich die Schaffung eines gemeinsamen übergreifenden Ziels ("gemeinsame Sammelaktion") positiv auf die Sammlung auswirkt.

In der Literatur findet sich auch für die übrigen drei Maßnahmen, die in den Modellprojekten umgesetzt, jedoch im Abschnitt 2.5.1 als statistisch insignifikant in ihrer Wirkung beurteilt wurden, Unterstützung. Die *Verteilung von Sammelboxen* könnte als eine Maßnahme zur Schaffung eines Bewusstseins für die EAG-Entsorgung interpretiert werden, deren Wichtigkeit in der Literatur betont wird. Die *bauliche Optimierung der Abgabestellen* und die *"weichen" Anreizmaßnahmen* (Bonuspunkte etc.) können als Maßnahmen zur Erhöhung der Verbraucherfreundlichkeit verstanden werden, die in der Literatur allgemein auch als ein relevanter Faktor für das Entsorgungsverhalten beschrieben wird (wobei in der Kategorie "Verbraucherfreundlichkeit" eher Holsysteme für EAG an erster Stelle stehen).

Im AP 2 wurden auf Basis der Literatur in Baden-Württemberg potentiell umsetzbare und erfolgversprechende Maßnahmen, die nicht Teil der Modellprojekte waren, gesammelt. Hier werden sie zusammenfassend kurz aufgezählt (für eine Diskussionsdiskussion siehe das Kapitel zum AP 2):

- Verbesserung des Vollzugs sowohl was die Bekämpfung des Exports von EAG durch den Zoll als auch die Bekämpfung der illegalen EAG-Sammlung betrifft
- Ausweitung des Holservices

- Erweiterung der Öffnungszeiten von Wertstoffhöfen
- mobile Schadstoffsammlung (für kleine EAG)
- Verbesserung der flächendeckenden Kommunikation der Rückgabemöglichkeiten und Rückgabepflichten.

2.5.4 Abschließende Bewertung: Effektive und übertragbare Maßnahmen

In den vorigen Abschnitten, die die Resultate des AP 4 repräsentieren, wurden die in den Modellprojekten des Landkreises Karlsruhe und des Zollernalbkreises umgesetzten Maßnahmen zur Sammelmengenerhöhung auf Effektivität und Generalisierbarkeit / Übertragbarkeit auf ganz Baden-Württemberg analysiert. Dafür wurden die deskriptiv- und inferenzstatistischen Ergebnisse des AP 1 und des AP 3 sowie die Literaturanalyse des AP 2 genutzt.

Sofern bei relativ repräsentativen empirischen Untersuchungen eindeutige und stark signifikante Effekte aufgezeigt werden, kann fast unmittelbar dazu geraten werden, die entsprechenden Maßnahmen umzusetzen. Die folgenden Maßnahmen, die in den Modellprojekten umgesetzt wurden, hatten zwar eindeutige, doch statistisch *insignifikante* Effekte auf die Sammelmengen:

- Verteilung von Sammelboxen
- bauliche Optimierung auf Wertstoffhöfen
- Einführung der Annahme von großen EAG auf Wertstoffhöfen (bei bereits bestehender Abdeckung des Sammelgebiets durch Holddienste)
- "softe" Maßnahmen (wie Bonuspunkte).

Insofern kann im Rahmen der vorliegenden Untersuchung keine Effektivität und Übertragbarkeit dieser Maßnahmen postuliert werden, und es kann nicht ohne weiteres zur landesweiten Umsetzung dieser Maßnahmen geraten werden. Die Untersuchung hat jedoch *nicht* gezeigt, dass diese Maßnahmen grundsätzlich ineffektiv oder unübertragbar sind. Einige Literatur deutet darauf hin, dass sie effektiv sein könnten. Deswegen könnte die Effektivität dieser Maßnahmen in weiteren, auf Baden-Württemberg bezogenen wissenschaftlichen Analysen vertieft geprüft werden. Ein Beispiel wären Studien, die die Effekte jeder Maßnahme nicht nur an einem Wertstoffhof, sondern an einer für die regionale Struktur Baden-Württembergs repräsentativen Gruppe von Wertstoffhöfen über ein Jahr (oder länger) beobachten.

Im Gegensatz zu den obigen Maßnahmen ließ sich die Effektivität von

- *Aktionstagen* ("Power-Tagen")

im Hinblick auf eine kurzfristige Erhöhung der Sammelmenge der *kleinen EAG* feststellen. In der Untersuchung konnten nur temporäre Effekte von Aktionstagen auf die Sammelmenge der kleinen EAG nachgewiesen werden, sodass diese Maßnahme aufrechterhalten werden müsste ("regelmäßige Aktionstage"), um die Sammelmenge auf dem höheren Niveau zu halten. Die Voraussetzung für die Aufrechterhaltung des höheren Sammelmengenniveaus wäre, dass sich der "Vorrat" der EAG, der durch die Aktionstage abgeschöpft wird, nicht längerfristig erschöpft. Dazu wurden in der Studie jedoch keine Erkenntnisse gewonnen. Auf Basis der statistischen und literaturbezogenen Resultate lässt sich schlussfolgern, dass die kurzfristige Wirkung der Aktionstage auf die Sammelmenge der kleinen EAG auch auf ganz Baden-Württemberg (eher) generalisierbar ist. Jedoch lässt sich nicht aus den Modellprojekten verallgemeinern, wie groß tatsächlich der Effekt einer landesweiten Einführung von Aktionstagen wäre – dafür ist die Studie (wie die meisten anderen Studien) mit zu großen Vorbehalten behaftet. Das heißt, es ist nicht davon auszugehen, dass sich bei einem

landesweiten Aktionstag ca. 17% Zuwachs der Sammelmenge im Monat des Aktionstags (relativ zu einem "normalen" Monat) ergeben würde. Der Effekt könnte größer oder kleiner sein.

Eine weitere Maßnahme, die potentiell effektiv und auf ganz Baden-Württemberg übertragbar sein könnte, ist eine

- *Kampagne von Informations- und Werbemaßnahmen.*

Obwohl die statistische Analyse hier nur marginal signifikante Effekte dieser Kampagne auf *kleine EAG* im Modellprojekt aufgezeigt hat, deuten viele Literaturquellen darauf hin, dass signifikante Effekte durch solche Kampagnen erzeugt werden könnten.

Neben den hier statistisch untersuchten Maßnahmen, finden sich in der Literatur weitere Maßnahmen, die in Baden-Württemberg potentiell umsetzbar wären. Diese wurden hier nicht weiter (statistisch untersucht) und werden nur als interessante Themen für weitere Forschung aufgezählt. Eine detaillierte Analyse mit Quellverweisen findet sich im Kapitel zum AP 2.

- Verbesserung des Vollzugs sowohl was die Bekämpfung des Exports von EAG durch den Zoll als auch die Bekämpfung der illegalen EAG-Sammlung betrifft
- Ausweitung des Holservices
- Erweiterung der Öffnungszeiten von Wertstoffhöfen
- mobile Schadstoffsammlung (für kleine EAG)
- Verbesserung der flächendeckenden Kommunikation der Rückgabemöglichkeiten und Rückgabepflichten.

Insgesamt ließen sich im Rahmen dieser Studie zwei potentiell effektive und potentiell auf ganz Baden-Württemberg übertragbare Maßnahmen zur Erhöhung der Sammelmenge der *kleinen EAG* finden: Aktionstage und Informations- / Werbekampagnen. Aus der Studie konnte nicht geschlossen werden, ob diese Maßnahmen unterschiedliche Effekte in ländlichen und städtischen Gebieten haben würden. Auch ließen sich in den Modellprojekten keine effektiven Maßnahmen für die Erhöhung der Sammelmenge der *großen EAG* identifizieren.

Unabhängig von den hier erfolgten Ausführungen gilt, dass die Resultate dieser Studie vor einer landesweiten Umsetzung durch weitere Studien bestätigt und die empfohlenen Maßnahmen z. B. auf Effizienz geprüft werden sollten.

2.6 AP 5: Stoffströme und alternative Entsorgungswege großer EAG

2.6.1 Einführung

Die zentrale Säule des Entsorgungssystems für große Elektroaltgeräte (gEAG) stellen kommunale Entsorgungswege dar. Zu diesen zählt die Entsorgung mittels Abgabe des gEAG an den für die gEAG-Behandlung zertifizierten Wertstoffhöfen / Sammelstellen (Bringsystem) und die Entsorgung über Sammlungen (Straßensammlungen und Abholung-auf-Abruf-Services), die durch öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger (öRE) betrieben oder organisiert / beauftragt werden (Holsystem). Neben diesen kommunalen Entsorgungswegen existieren zahlreiche weitere legale und illegale, formelle und informelle Entsorgungswege für gEAG (z. B. die Entsorgung über Elektrogerätevertreiber oder illegale Entsorgung im öffentlichen Raum), die Gegenstand der folgenden Abschnitte sind.

In dieser Studie werden ausschließlich die Entsorgungswege großer Elektroaltgeräte untersucht. Die Definition der gEAG folgt hier der entsprechenden Definition aus dem Elektro- und Elektronik-

gerätegesetz (ElektroG).²⁰ Insbesondere werden gEAG als Elektro- und Elektronikaltgeräte verstanden, "bei denen mindestens eine der äußeren Abmessungen mehr als 50 Zentimeter beträgt" (ElektroG §2(1)), und die nicht unter eine der anderen, in §2(1) ElektroG genannten EAG-Kategorien fallen. Es werden hier also keine Wärmeüberträger, Bildschirme / Monitore, Geräte mit Bildschirmen (mit einer Oberfläche von mehr als 100 cm²) und Lampen betrachtet, selbst wenn eine ihrer äußeren Abmessungen mehr als 50 cm beträgt. Der Analysefokus auf nur eine der in §2(1) ElektroG genannten Gerätegruppen (insbesondere auf gEAG) erscheint sinnvoll, da sich die Gerätegruppen entlang entscheidender Dimensionen der Entsorgung voneinander unterscheiden:

- Erstens führt die Sperrigkeit der gEAG zu Besonderheiten bei den Anreizstrukturen und Hindernissen legaler und illegaler Entsorgung. So stellt z. B. die Notwendigkeit das Großgerät aus den Wohnräumen auf die Straße zu befördern ein Hindernis für die legale Entsorgung, und die relativ kleine Größe der Haushaltsrestmüllbehälter ein Hindernis für die illegale Entsorgung der gEAG über den Haushaltsrestmüll.
- Zweitens führen gesetzliche und infrastrukturelle Aspekte zu Unterschieden bezüglich der Entsorgungswege verschiedener EAG-Kategorien. So können z. B. gEAG nur bei Kauf eines gleichartigen Neugeräts über Elektrogerätevertreiber (z. B. Elektrofachmärkte) entsorgt werden (siehe Abschnitt 2.6.4.1)²¹, während diese Einschränkung für Kleingeräte nicht zutrifft; grundsätzlich können nicht alle Geräte an allen zertifizierten Abnahmestellen (Wertstoffhöfen, Recyclingunternehmen, etc.) abgegeben werden, da sich diese hinsichtlich ihrer Verwertungsmöglichkeiten und damit verbundener Zertifizierung unterscheiden.
- Drittens unterscheiden sich die Materialgehalte und Verwertungspraktiken sehr über die verschiedenen EAG-Gruppen hinweg. So hat in vielen Kleingeräten Gold den größten Anteil am Materialwert, während in Großgeräten oft Kupfer aus Kabeln und Spulen, das zudem relativ leicht auch von Seiten nichtprofessioneller Recycler separiert / wiedergewonnen werden kann, zu den "wertvollsten" Wiedergewinnungstoffen zählt.

Insgesamt sind also allgemeine Aussagen über die Entsorgungswege der EAG (und insbesondere der kleinen EAG) nicht ohne weiteres auf gEAG übertragbar.

Der räumliche Schwerpunkt dieser Studie ist das Land Baden-Württemberg. Hierzu dient das Gebiet von (Stadt und Landkreis) Karlsruhe als eine Fallstudie in den folgenden Abschnitten. Darüber hinaus werden Entsorgungswege, die außerhalb von Karlsruhe eine Rolle spielen, dargestellt, um eine Einordnung des lokalen Systems Karlsruhe in das Entsorgungssystem in ganz Baden-Württemberg bzw. in ganz Deutschland zu gewährleisten. Da für die meisten Haushalte, die ein gEAG entsorgen möchten, nur ihr lokales System mit seinen Gegebenheiten bei der Wahl des Entsorgungswegs entscheidend ist, erscheint die Analyse eines solchen lokal abgegrenzten Entsorgungssystems (wie des Entsorgungssystems Karlsruhe) sinnvoll.²²

In den folgenden Abschnitten wird zunächst ein Überblick über die alternativen Entsorgungswege und die für die Analyse verwendeten Quellen gegeben. Darauf folgt eine detailliertere Beschreibung

²⁰ Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten (Elektro- und Elektronikgerätegesetz - ElektroG)

²¹ Eine Ausnahme hiervon ist die im ElektroG verankerte "freiwillige Rücknahme" des gEAG durch den Vertreiber.

²² Einige Ausnahmen von dem lokalen/kommunalen Fokus der Studie sind jedoch unausweichlich, weil bestimmte für die Entsorgung relevante Akteure nicht auf einzelne Kommunen lokal beschränkt sind, sondern deutschlandweit tätig sind. Dies ist z. B. der Fall bei Onlinehändlern, die EAG anbieten, und großen Elektrogeräteverteilern/-Unternehmensketten. Doch auch hier spielen z. T. lokale Spezifitäten eine Rolle (z. B. bei der Frage, welcher lokaler Dienstleister oder Standort für die Umsetzung der Rücknahmepflichten eingesetzt wird).

der Entsorgungswege, Mengen und Treiber / Hemmnisse je Entsorgungsweg sowie eine Zusammenfassung der Resultate.

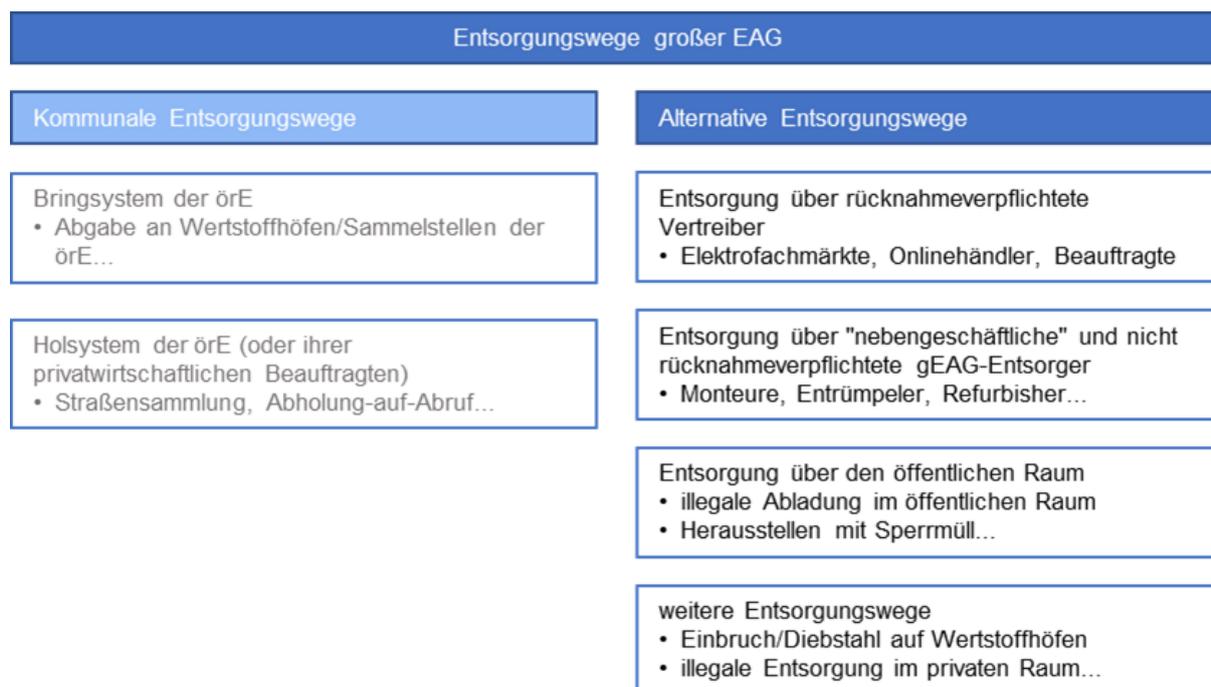
2.6.2 Überblick über Akteure und alternative Entsorgungswege

Die alternativen Entsorgungswege großer EAG lassen sich anhand der Akteure oder der Räume, über die die Entsorgung der gEAG abläuft, definieren.²³ So existieren alternative Entsorgungswege, die über (A) rücknahmeverpflichtete Vertreiber wie Elektrofachmärkte, (B) nebegeschäftliche, nichtrücknahmeverpflichtete Entsorger wie Monteure oder (C) den öffentlichen Raum ablaufen. Entsprechend der Ergebnisse der Literaturrecherche, der theoretischen Vorüberlegungen und Interviews wurden die drei Gruppen von Entsorgungswegen verfeinert / untergliedert, verallgemeinert oder erweitert (vergleiche Abbildung 44).

- Die Gruppe A (Elektrofachmärkte) wurde erweitert, sodass sie auch Onlinemärkte umfasst, die durch das ElektroG zur Rücknahme von gEAG unter bestimmten Bedingungen verpflichtet sind. Zudem existieren zahlreiche Dienstleister, die von den Elektro- und Onlinemärkten mit der Erfüllung ihrer durch das ElektroG entstehenden gEAG-Rücknahmepflichten beauftragt werden, und diese z. T. an außerhalb der Elektromärkte liegenden Lokationen erfüllen ("Outsourcing der Rücknahmepflichterfüllung"; siehe Abschnitt 2.6.4.2). Diese Dienstleister werden in der Analyse mitberücksichtigt. Insgesamt betrachten wir also die Entsorgungswege, die über alle durch das ElektroG zur Rücknahme verpflichteten Vertreiber und deren Beauftragte verlaufen.
- Die Gruppe B (Monteure) wurde zur Gruppe der nicht rücknahmeverpflichteten, nebegeschäftlichen gEAG-Entsorger erweitert. Zum Hauptgeschäft der Monteure gehört (per Definition) die Montage / Installation neuer Geräte. Einige Montagedienstleister entsorgen jedoch auch nebegeschäftlich gEAG (obwohl sie nicht dazu durch das ElektroG verpflichtet sind) und werden deswegen hier betrachtet. Neben den Montagedienstleistern gibt es viele andere Unternehmensformen / Geschäftsmodelle, die nebegeschäftlich (und ohne Verpflichtung durch das ElektroG) gEAG entsorgen / abnehmen, z. B. Entrümpelungsunternehmen, Schrotthändler, Refurbisher, Gebrauchtwarenhändler etc. Insofern ist es sinnvoll die Betrachtung auszuweiten, sodass diese Unternehmensformen / Geschäftsmodelle bei der Analyse der alternativen Entsorgungswege mitberücksichtigt werden.
- Die Gruppe C (Entsorgung über den öffentlichen Raum) wurde untergliedert / verfeinert. Sie umfasst nun verschiedene Entsorgungswege, die über den öffentlichen Raum führen, z. B. Entsorgung über die Straßensperrmüllsammlung (die nicht für die gEAG-Entsorgung vorgesehen ist), illegale Entledigung der Geräte im öffentlichen Raum (z. B. in entlegenen Waldstücken) und Entnahme / Wegnahme (bzw. sogenannte "Beraubung") der gEAG durch Dritte im Rahmen des kommunalen Abholservice für gEAG (wobei die Geräte weggenommen werden, während sie auf der Straße, also im öffentlichen Raum, auf die Abholung warten).

Neben diesen drei erweiterten Gruppen an Entsorgungswegen gibt es weitere, die nicht im Fokus dieser Studie stehen. Diese werden im Unterkapitel 2.6.5 kurz zusammengefasst / diskutiert und hier unter "weitere Entsorgungswege" geführt.

²³ Neben der in der Abbildung 44 dargestellten gibt es viele weitere Möglichkeiten der Systematisierung der gEAG-Entsorgungswege. Keine ist jedoch zwingend und die Wahl der Systematisierungsform erfolgt nach analytischen / praktischen Gesichtspunkten. Alternative Systematisierungen von Entsorgungswegen und Akteuren finden sich z. B. bei Huisman et al. 2007; Sander und Schilling 2010; Huisman und Wielenga 2013; Baldé et al. 2015; Brüning und Wolf 2015; Rhein und Meyer 2016; Bahers und Kim 2018; Dias et al. 2018; Martín Gómez et al. 2018; Schmiedel et al. 2018.

Abbildung 44: Entsorgungswege großer EAG (Systematik)

Quelle: Eigene Darstellung

2.6.3 Methodik der Erhebung

Durchführung. Zur Erhebung von Informationen über die Entsorgungswege und insbesondere die entsprechenden Mengen, Treiber und Hemmnisse wurden Interviews der Akteure genutzt. Den Befragten wurde Anonymität zugesichert. Neben den Interviews wurden auch die Webseiten der Befragten analysiert, Informationen aus dem Projekt-Begleitkreistreffen und Literaturquellen herangezogen.

Die Interviews wurden im Zeitraum Juli-November 2020 geführt und lassen sich in drei Gruppen unterteilen, entsprechend der drei hier betrachteten Hauptentsorgungswege:

- *Interviewgruppe 1: Entsorgung über rücknahmeverpflichtete Verreiber.* Befragt wurde ein großes Onlinevertriebsunternehmen, das auch Filialen mit eigener Verkaufsfläche betreibt. Die Teilnahmebereitschaft bei den Verreibern (und deren Bevollmächtigten) war relativ niedrig (Response-Rate von ca. 8 %).
- *Interviewgruppe 2: Entsorgung über nebegeschäftliche, nichtrücknahmeverpflichtete Entsorger.* In diesem Bereich wurden 16 Unternehmen befragt, die auf dem Gebiet von Karlsruhe tätig sind und zu den folgenden Branchen gehören: Montage, Schrottsammlung / -handel / -verwertung, Entrümpelung, Reparatur / Refurbishing / Gebrauchtwarenhandel und sonstiger Elektrogerätehandel (ohne Rücknahmeverpflichtung). Fast alle befragten Unternehmen sind gleichzeitig in mehreren dieser (und anderer) Branchen tätig. Ihre Branchenzugehörigkeit ist wie folgt verteilt: Montage (4 Unternehmen), Schrottsammlung / -handel / -verwertung (9 Unternehmen), Entrümpelung (5 Unternehmen), Reparatur / Refurbishing / Gebrauchtwarenhandel (5 Unternehmen), sonstiger Elektrogerätehandel (2 Unternehmen).
- *Interviewgruppe 3: Entsorgung über den öffentlichen Raum.* Da sich diese Entsorgungswege primär über die örE abwickeln, wurden verschiedene Mitarbeiter der Abfallwirtschaftsämter, die für die entsprechenden Entsorgungswege auf dem Gebiet von Karlsruhe zuständig sind, sowie die Polizei in Hinsicht auf Meldungen illegaler Entsorgung in Karlsruhe (Stadt und Landkreis) befragt. Insgesamt wurden sechs Interviews geführt.

Die gestellten Fragen bezogen sich auf die Entsorgungsmengen, Treiber und Hemmnisse der Entsorgung (aus Sicht der Unternehmen) und die Meldung der abgenommenen Geräte (Wer meldet? Gibt es Probleme bei der Meldung?). Die Interviews wurden mit Hilfe habstrukturierter Interviewfragebögen via Telefon oder E-Mail durchgeführt (siehe Anhang A.1.2).

Die Webseiten der auf dem Gebiet von Karlsruhe tätigen Unternehmen wurden mit Hinblick auf das Angebot bzw. die Informationen bezüglich der Entsorgung / Abnahme der großen EAG seitens dieser Unternehmen analysiert. Insgesamt wurden verschiedene Webseiten der Vertreiber, der für Vertreiber tätigen Rücknahmedienstleister, nebengeschäftlichen, nichtrücknahmeverpflichteten Entsorger und der öRE analysiert.

Zusätzlich wurden Informationen, die im Rahmen des Projekt-Begleitkreistreffens, an dem Vertreter der Hersteller, Vertreiber, des Entsorgungsbereichs sowie der Wissenschaft vertreten waren, gewonnen wurden, berücksichtigt.

Stichprobe. Es fanden insgesamt 26 Interviews statt, die sich auf drei verschiedene Zielgruppen innerhalb von Karlsruhe aufteilen.

- *Interviewgruppe 1: Entsorgung über rücknahmeverpflichtete Vertreiber:*
Drei Interviews wurden geführt. Unter den Befragten sind Vertreter aus der Onlinevertriebsbranche und Händler mit Verkaufsfläche.
- *Interviewgruppe 2: Entsorgung über nebengeschäftliche, nichtrücknahmeverpflichtete Entsorger:*
17 Interviews wurden geführt. Unter den Interviewten sind Unternehmen aus den folgenden Branchen: Monteure, Entrümpelungsunternehmen, Gebrauchtwarenhändler / Refurbisher, Reparatoren, Schrottsammler / -händler / -verwerter.
- *Interviewgruppe 3: Entsorgung über den öffentlichen Raum:*
Sechs Interviews wurden geführt. Unter den Interviewten sind verschiedene Mitarbeiter der Abfallwirtschaftsämter auf dem Gebiet von Karlsruhe sowie die Polizei.

2.6.4 Ergebnisse zu Mengen, Treibern und Hemmnissen der Entsorgungswege

In diesem Abschnitt werden die in Abbildung 44 dargestellten alternativen Entsorgungswege sowie die im Rahmen von Interviews / Befragungen ermittelten dazugehörigen Mengen, Treiber, Hemmnisse und Erfassungsaspekte beschrieben. Des Weiteren wurden Informationen aus dem SEEK-Begleitkreistreffen und der Literatur hinzugezogen, um diese Beschreibung zu präzisieren.²⁴

2.6.4.1 Entsorgung über rücknahmeverpflichtete Vertreiber

Beschreibung des Entsorgungswegs. Die zweite Säule des gEAG-Entsorgungssystems sind laut ElektroG §17(1) "Vertreiber mit einer Verkaufsfläche für Elektro- und Elektronikgeräte von mindestens 400 Quadratmetern", die zur Rücknahme von gEAG im beschränkten Umfang verpflichtet sind. Insbesondere gilt, dass sie "bei der Abgabe eines neuen Elektro- oder Elektronikgerätes an einen Endnutzer ein Altgerät des Endnutzers der gleichen Geräteart, das im Wesentlichen die gleichen Funktionen wie das neue Gerät erfüllt, am Ort der Abgabe oder in unmittelbarer Nähe hierzu unentgeltlich" zurücknehmen müssen (ElektroG §17(1)). Die Rücknahmepflicht gilt auch für Onlinevertreiber von Elektrogeräten ("Vertrieb unter Verwendung von Fernkommunikationsmitteln"), deren

²⁴ Siehe z. B. Borthakur und Govind 2017, 2018; Chu und Chiu 2003; Echegaray und Hansstein 2017; Huisman et al. 2007; Löhle et al. 2016; Thi Thu Nguyen et al. 2019; Schomerus et al. 2014; Wang et al. 2017; Wang et al. 2016; Wilts et al. 2014; Ministry of Environment und UNEP-DTIE 2009; Otto et al. 2018.

Lager- und Versandflächen für Elektro- und Elektronikgeräte mindestens 400 Quadratmeter umfassen (§17(2) ElektroG). Vertreiber dürfen auch auf freiwilliger Basis gEAG unentgeltlich annehmen. Elektrofachmärkte (mit Verkaufsfläche) und Onlinevertreiber von Elektrogeräten sind nicht unbedingt als zwei getrennte Kategorien / Geschäftsmodelle anzusehen. So betreiben Elektrofachmärkte z. T. auch Onlinehandel mit neuen aber auch z. T. gebrauchten Geräten (Webseiten der Vertreiber).

Praktisch erfolgt die Rückgabe des gEAG nicht unbedingt im Elektrofachmarkt selbst. Für die Erfüllung der Rücknahmepflichten werden z. T. Dienstleister beauftragt (Outsourcing der Rücknahmedienstleistung).²⁵ In Karlsruhe sind zahlreiche von den deutschlandweit tätigen Rücknahmedienstleistern tätig bzw. fungieren als Beauftragte der rücknahmeverpflichteten Vertreiber, z. B. Interseroh und Electoretoure²⁴ (Webseite der Stiftung EAR;²⁶ Interviewgruppe 1). Dabei gibt der Kunde nach Anbringen eines Aufklebers, der zur Rückgabe berechtigt, das Gerät in die von dem Beauftragten ausgewiesene Lokation zurück (Webseiten der für Vertreiber tätigen Rücknahmedienstleister). Die kostenlose Rücksendung per "Paketdienst" ist bei Onlinehandel möglich, wobei der Vertreiber die Versandkosten, jedoch nicht die Verpackungskosten (und die Kosten für die Fahrt zum Versandzentrum) übernehmen muss (Interviewgruppe 1; LAGA 2017; BEVH 2018). Alternativ können die Kunden z. T. beim Kauf eines Neugeräts im Elektrofachmarkt einen kostenpflichtigen Service bestellen, bei dem das Gerät von Zuhause abgeholt wird (Webseiten der Vertreiber; Interviewgruppe 1). Insbesondere kann dieser Dienst mit der Anlieferung oder Montage des neuen Geräts verbunden werden, sodass dann Monteure an dem Rücknahmeprozess (im Auftrag des Vertreibers) beteiligt sind (Webseiten der Vertreiber; Webseiten der nebengeschäftlichen, nichtrücknahmeverpflichteten Entsorger; Interviewgruppe 1). Insgesamt gibt es also bei diesem Entsorgungsweg Überschneidungen zu dem im Abschnitt 2.6.4.2 diskutierten Entsorgungsweg über Monteure.

Nach der Abnahme der gEAG sind Vertreiber verpflichtet die Geräte an öRE, Hersteller oder deren Bevollmächtigte zu übergeben, können sie aber auch selbst behandeln und entsorgen oder wiederverwenden (§17(5) ElektroG; LAGA 2017; Interviewgruppe 1). Die Entsorgung über Vertreiber gehört zu den Entsorgungswegen, die statistisch erfasst werden: Die Vertreiber müssen die Geräte einmal jährlich (Menge je Gerätekategorie) an die Stiftung Elektro-Altgeräte Register (Stiftung EAR) melden (§29 ElektroG; LAGA 2017, S. 112). Dabei werden auch die wiederverwendeten Geräte oder zur Behandlung exportierten Geräte gemeldet. Die von den Kunden zurückgenommenen Geräte werden von den Vertriebsunternehmen bzw. deren Beauftragten auf verschiedenen Wegen erfasst, z. B. bei der Anmeldung des zurückzunehmenden Geräts durch den Kunden und in den Depots, in denen die zurückgenommenen Geräte gesammelt werden und Wiege- / Meldescheine erstellt werden (Interviewgruppe 1).

Mengen und deren Erfassung. Auf dem Gebiet von Karlsruhe (Stadt und Landkreis) haben die Entsorgungswege, die über Vertreiber führen, einen signifikanten Anteil an den gesammelten Mengen. Bei einer Betrachtung der Daten der Stiftung EAR für die Sammelmengen der Haushaltsgroßgeräte des Jahres 2017 ergibt sich ein Verhältnis zwischen den durch die öRE eingesammelten und den durch den Handel eingesammelten Mengen von 1:1,3 für den Landkreis Karlsruhe und 1:0,7 für den Stadtkreis Karlsruhe (Drechsler 2018; eigene Berechnungen). Es konnten keine Einschränkungen bei der (EAR-konformen) Erfassung der Geräte bzw. nicht-regelgetreue Meldungen seitens der Vertreiber an die Stiftung EAR festgestellt werden (Interviewgruppe 1; SEEK-Begleitkreistreffen). Es kommt vor, dass Vertreiber, die zugleich auch Hersteller eigener Marken sind, alle von ihnen vertriebenen Geräte als Herstellerrücknahmen (und nicht als teils Hersteller-, teils Vertreiber-Rücknahmen) melden (Interviewgruppe 1).

²⁵ Unternehmen bieten z. T. umfassende Leistungen im Bereich der Rücknahmepflichten, die faktisch alle Aspekte der Rücknahme (Umsetzung, Verwaltung und Meldung) übernehmen (Webseiten der für Vertreiber tätigen Rücknahmedienstleister).

²⁶ <https://www.ear-system.de/ear-verzeichnis/sammel-und-ruecknahmestellen#no-back>

Treiber und Hemmnisse. Die Aussagen aus der Interviewgruppe 1 (und die Webseiteninformationen der Vertrieber) deuten auf einen Treiber (breiter Entsorgungsservice) und ein Hemmnis (Kosten) der Entsorgung über rücknahmeverpflichtete Unternehmen. Diese werden im Folgenden kurz erläutert.

Im Vergleich zu den kommunalen Entsorgungswegen kann für Privathaushalte die Rückgabe von gEAG über rücknahmeverpflichtete Vertrieber weniger attraktiv sein. Insbesondere können hier Zusatzkosten / -aufwände für die Verpackung des Geräts (bei Rücksendung) oder für die Abholung des gEAG von Zuhause bzw. für den Transport des Geräts zum Versandpunkt entstehen, während die Rückgabe des gEAG auf dem Wertstoffhof oder die Nutzung des kommunalen Abholservice kostenfrei sind (und keine Verpackung erfordern). Zudem fallen bei der Rückgabe über Vertrieber Vorteile weg, die bei der Wahl der kommunalen Entsorgungswege gegeben sind. So können über die kommunalen Entsorgungswege jederzeit beliebige (und mehrere) Geräte entsorgt werden, selbst wenn keine Neugeräte (im gleichen Umfang und mit gleichen Funktionen wie die zu entsorgenden Geräte) erworben wurden. Es ist z. B. möglich bei der Entsorgung eines Herdes quasi nebenbei auch andere Geräte (oder gar Abfälle) auf dem Wertstoffhof zu entsorgen (sofern der Wertstoffhof, diese auch annimmt bzw. für diese zertifiziert ist) (vgl. Umweltbundesamt 2020).²⁷

Gleichzeitig ist die Bereitstellung der Entsorgungswege, die über Vertrieber ablaufen, eine sinnvolle Ergänzung der kommunalen Entsorgungswege, da dadurch zusätzliche gEAG-Abgabestellen (stärkere geographische Streuung der Annahmestellen), Services (z. B. Abholung des Geräts aus den Wohnräumen) und Informationsquellen über legale Entsorgungswege (z. B. auf den Webseiten der Vertrieber) generiert werden. Hierdurch kann der (potentielle) gEAG-Entsorgungsaufwand des Haushalts verringert werden und in einigen Fällen die gesetzeskonforme Entsorgung (statt der Hortung des Geräts oder Nutzung illegaler / informeller Entsorger, die das Gerät aus dem Haus tragen) erst überhaupt ermöglicht werden. Denn das Befördern des Geräts aus den Wohnräumen auf die Straße kann einen hohen oder sogar einen prohibitiv hohen Aufwand bereiten, sodass die Entsorgungswege und insbesondere die kommunalen Entsorgungswege, die das eigene Raustragen des gEAG auf die Straße erfordern, nicht gewählt werden. Dieser Fall kann z. B. bei Ein-Personen-Haushalten oder Senioren-Haushalten eintreten. Hier kann der Abholservice aus der Wohnung, der von einigen Vertriebern angeboten wird, trotz der dafür entstehenden Kosten eine Hortung oder illegale Entsorgung verhindern. Insgesamt führt also die Integration der Vertrieber in das Entsorgungssystem zu einem Abbau der Hindernisse (bzw. zu einem Aufbau von Anreizen) für die gEAG-Entsorgung.

2.6.4.2 Entsorgung über nebengeschäftliche, nichtrücknahmeverpflichtete Entsorger

Beschreibung des Entsorgungswegs. Für die Entsorgung der gEAG, die durch Haushalte abgegeben werden, sieht das ElektroG primär die öRE, rücknahmeverpflichtete Vertrieber sowie freiwillig eingerichtete Herstellerrücknahmesysteme vor (vgl. §12 ElektroG). Dennoch existieren zahlreiche weitere Akteure, die von Haushalten nebengeschäftlich gEAG abnehmen und verschiedenen Entsorgungsdestinationen zuführen, sodass sie mitentscheidend sind für die Lenkung der von den Haushalten ausgehenden gEAG-Ströme. Zu diesen nebengeschäftlichen gEAG-Entsorgern zählen u. a. Monteure, Handwerker / Reparatoren, Refurbisher, Gebrauchtgüterhändler, Entrümpelungsunternehmen, Schrotthändler / -verwerter aber auch sonstige, zur gEAG-Behandlung nicht zertifizierte Recyclingunternehmen. Insbesondere besteht für diese nebengeschäftlichen gEAG-Entsorger auch keine durch ElektroG festgelegte Rücknahmepflicht (im Gegensatz zu den Akteuren, die im

²⁷ So wird z. T. behauptet, dass die öRE faktisch die Rücknahme für die (Online-)Vertrieber übernehmen, weil die Haushalte sowieso die Geräte zum Wertstoffhof bringen [und sie nicht versenden] (Umweltbundesamt 2020).

Abschnitt 2.6.4.1 diskutiert wurden), und die gEAG-Abnahme / -Entsorgung fällt nicht unter ihr Hauptgeschäftsfeld. So gehören z. B. zu den Hauptgeschäftsfeldern von Monteuren, Handwerkern, Refurbishern, Gebrauchtwarenhändlern und Entrümpelungsunternehmen die Auslieferung / Montage von Neugeräten, Reparatur / Instandsetzung und Handel mit Gebrauchtgütern sowie die Entrümpelung von Wohnraum, jedoch nicht die Abnahme / Erstbehandlung von gEAG.²⁸ Dennoch kommen all diese nebegeschäftlichen gEAG-Entsorger im Rahmen ihrer Geschäftstätigkeit mit gEAG in Berührung und in die gelegentlich oder regelmäßig vorkommende Situation diese Geräte (geschäftsbedingt) entsorgen zu müssen. So nehmen z. B. Monteure nach der Installation der Neugeräte z. T. auch Altgeräte mit und entsorgen sie für die Haushalte (Webseiten der nebegeschäftlichen, nicht-rücknahmeverpflichteten Entsorger; Interviewgruppe 2); Refurbisher und Gebrauchtwarenhändler nehmen zwingenderweise auch Geräte an, die zwar zunächst nicht für die Entsorgung bestimmt sind, sich dennoch im Nachhinein als Altgeräte herausstellen (sofern sie nicht repariert / instandgesetzt oder abgesetzt werden können) (Interviewgruppe 3); Entrümpelungsunternehmen entsorgen u. a. gEAG stellvertretend für ihre Auftraggeber (Interviewgruppe 2; Umweltbundesamt 2020); etc.

Die hier genannten nebegeschäftlichen (und nicht rücknahmeverpflichteten) gEAG-Entsorger sind nicht dem informellen gEAG-Sammel- und Recyclingsektor, dem z. B. einige illegale Straßensammler angehören, zuzuordnen. Vielmehr handelt es sich bei ihnen um Gewerbetreibende, die mit ihrem Hauptgeschäft beim Gewerbeamt, Handelsregister oder Finanzamt gemeldet sind. Es existieren verschiedene Geschäftsmodelle der nebegeschäftlichen Entsorgung. So sind z. B. Auslieferer, Monteure und Handwerker zu einem Teil direkt bei (nicht-rücknahmeverpflichteten) Elektrofachmärkten oder in den weiter unten genannten Mischunternehmensformen (die neben der Montage auch z. B. Entrümpelungs- oder Umzugsdienstleistungen anbieten) beschäftigt (Webseiten der nebegeschäftlichen, nicht-rücknahmeverpflichteten Entsorger). Andere wiederum sind in spezialisierten Monteursunternehmen organisiert, die z. T. Tochtergesellschaften der großen Elektrofachmarktketten sind, und die von den Vertreibern (z. B. Elektrofachmärkten) mit der (Teil-)Umsetzung ihrer Auslieferungs- / Monteurstätigkeit und der gesetzlichen gEAG-Rücknahmepflichten beauftragt werden (Outsourcing der Auslieferung / Montage / Rücknahme) (Webseiten der nebegeschäftlichen, nicht-rücknahmeverpflichteten Entsorger; Interviewgruppe 3)). Auch im Bereich des Metallschrotts existieren verschiedene Unternehmensformen und -kombinationen, die kleine und große Unternehmen, Schrottsammler, -händler und -recycler sowie für gEAG-Behandlung zertifizierte und nicht-zertifizierte Unternehmen umfassen (Webseiten der nebegeschäftlichen, nicht-rücknahmeverpflichteten Entsorger; Interviewgruppe 2). Des Weiteren werden die Geschäftsmodelle / Unternehmensformen im Bereich der nebegeschäftlichen gEAG-Entsorger z. T. miteinander kombiniert, d. h. Mischformen existieren; so z. B. Entrümpelungsunternehmen mit angeschlossenem Gebrauchtwarenhandel; Monteure, Handwerker oder Refurbisher mit angeschlossenem Gebrauchtwarenhandel; Unternehmen, die Montage-, Entrümpelungs- und Reparaturservices kombinieren, etc. (Webseiten der nebegeschäftlichen, nicht-rücknahmeverpflichteten Entsorger).

Mengen und Erfassung. Die Beurteilung der Weiterbehandlung, Erfassung und Mengen der aus den privaten Haushalten stammenden gEAG, die über die in diesem Abschnitt diskutierten, nebegeschäftlichen, nicht rücknahmeverpflichteten Akteure entsorgt werden, stellt eine methodische Herausforderung dar. Die Interviews aus der Interviewgruppe 2, die Webseiten der nebegeschäftlichen, nicht rücknahmeverpflichteten Entsorger und die Literatur über die Entsorgungswege (siehe Fußnoten 23 und 24) zeigen, dass die über diese Akteure führenden Entsorgungswege nicht nur

²⁸ Auch bei den Schrotthändlern / -verwertern oder anderen Recyclingunternehmen gehört die (direkte) Abnahme der gEAG von den Haushalten nicht zum Hauptgeschäftsfeld. Selbst wenn sie für die gEAG-Behandlung zertifiziert sind, sind sie laut ElektroG nicht dafür vorgesehen, gEAG direkt von privaten Haushalten abzunehmen, sondern lediglich in Business-to-Business-Beziehungen dies zu tun.

theoretisch, sondern auch in der Praxis bestehen. In Interviews (auf dem Gebiet von Karlsruhe) sind die Akteure allerdings z. T. zurückhaltend. Alle Interviewpartner aus der Interviewgruppe 2 gaben an, keine – was z. T. ihren eigenen Webseitenangaben widersprach – oder wenige / selten gEAG abzunehmen; keiner der Befragten gab an mehr als 50 gEAG pro Jahr anzunehmen oder die Geräte zu melden.²⁹ Was die Weiterbehandlung der Geräte angeht, wurden die folgenden Antworten jeweils einmal gegeben: Abgabe an Wertstoffhof, Abgabe an ein privates Entsorgungs- / Recyclingunternehmen in Karlsruhe, Abgabe an "Mülldeponien" (ohne weitere Erklärung) und Behandlung in der eigenen Zerlegungsanlage (für von gewerblichen Kunden angenommene Geräte). Es gibt jedoch Hinweise (z. B. Umweltbundesamt 2020) darauf, dass die Mengen der gEAG, die über die in diesem Abschnitt diskutierten Wege entsorgt werden, und die mit ihnen verbundene Weiterbehandlung der Geräte nicht unbedingt über Wertstoffhöfe bzw. zertifizierte Entsorgungswege erfolgt. Da es sich hierbei um nicht-gesetzeskonforme Behandlungsformen handelt, findet sich eine detaillierte Diskussion in dem dafür vorgesehenen Abschnitt 2.6.5.1. Eine Quantifizierung ist insgesamt aufgrund der spärlichen Datenlage sowie Widersprüchen in den Aussagen zum weiteren Entsorgungsweg der gesammelten gEAG zwischen den Interviews und anderen Quellen nicht möglich.

Treiber und Hemmnisse. In der Interviewgruppe 2 haben die Befragten, die keine gEAG annehmen, lediglich zwei Gründe ("Hemmnisse") dafür genannt: Die Regelungen seien zu komplex (zwei Nennungen) und man habe kein Zertifikat für die Behandlung der gEAG (eine Nennung). Da es sich hierbei eher um kleine Unternehmen handelt, deutet dies darauf hin, dass die rechtlichen Regeln und Zertifizierungsanforderungen für kleine Unternehmen eine Markteintrittsbarriere darstellen können.

Die Interviewgruppe 2 gibt auch Hinweise darauf, dass es signifikante Anreize ("Treiber") für die Entsorgung über nicht-rücknahmeverpflichtete gEAG-Entsorger gibt: Die Befragten, die keine gEAG annehmen, gaben an, dass sie dennoch gEAG (von Haushalten) angeboten bekommen. Zudem zeigen die Interviews aus der Interviewgruppe 2, dass es auch Unternehmen aus der Interviewgruppe 2 gibt, die gEAG abnehmen.

Zum Teil scheinen die Anreize für die nebensgeschäftliche gEAG-Entsorgung (durch Monteure, Entrümpelungsunternehmen, Schrotthändler etc.) darin zu bestehen, dass die gEAG-Entsorgung als ein integraler Bestandteil der von ihnen erbrachten Dienstleistung angesehen wird. So wird z. B. von Entrümpelungsunternehmen erwartet, dass sie im Rahmen ihrer Entrümpelungsaktionen auch gEAG mitnehmen bzw. für den Kunden entsorgen (Interviewgruppe 2). In anderen Fällen stellt die gEAG-Entsorgung eine aus unternehmerischer Sicht "komplementäre" Leistung zum Hauptgeschäft dar, wie z. B. bei Auslieferern / Monteuren oder Schrotthändlern. Diese Akteure sind im Besitz der für die gEAG-Entsorgung notwendigen Mittel (Fahrzeuge, Arbeiter, z. T. auch Lagerplatz etc.) und können die gEAG-Mitnahme z. T. "nebenbei" zum Hauptgeschäft durchführen. So bereitet z. B. den Schrotthändlern / -verwertern die Abnahme der gEAG von Haushalten relativ kleine Zusatzkosten. Einen Hinweis darauf geben verdeckte Befragungen, bei denen Schrotthändler eine relativ hohe Bereitschaft aufweisen, die Geräte von den Haushalten anzunehmen (siehe Abschnitt 2.6.5.1).³⁰ Das Vorhandensein nebensgeschäftlicher Entsorgungswege führt aufgrund der mit ihnen verbundenen zusätzlichen Informationsströmen, Entsorgungsgelegenheiten und Services (z. B. Beförderung des gEAG aus der Wohnung) zu einer Erhöhung der gEAG-Entsorgung und Vermeidung der Hortung (vgl. Abschnitt 2.6.4.1).

²⁹ Die Serviceunternehmen (für Montage, Auslieferung, gEAG-Rücknahme), die im Auftrag der Vertreiber gEAG in z. T. großen Mengen abnehmen, werden nicht hier, sondern im Abschnitt 2.6.4.1 berücksichtigt.

³⁰ In dieser Argumentation ist nicht berücksichtigt, dass Schrotthändler / -verwerter nach derzeitigen gesetzlichen Regeln keine gEAG direkt von privaten gEAG abnehmen dürfen und sich somit einem rechtlichen Risiko im Fall dieser Abnahme aussetzen.

2.6.4.3 (Alternative) Entsorgungswege über den öffentlichen Raum

Beschreibung der Entsorgungswege. Insgesamt gibt es drei alternative Hauptentsorgungswege über den öffentlichen Raum:³¹ Der offensichtlichste ist die (nicht-anlassbezogene) Abladung der gEAG im öffentlichen Raum, oft an entlegenen Stellen, z. B. in Waldstücken. Da auf dem Gebiet von Karlsruhe keine gEAG-Straßenterminsammlung, jedoch eine Sperrmüllstraßensammlung von den örE (oder ihren privatwirtschaftlichen Beauftragten) durchgeführt wird, ergeben sich zwei weitere (alternative) Entsorgungswege, die über den öffentlichen Raum verlaufen. Zum einen werden gEAG von den Haushalten während der Sperrmüllsammlung zusammen mit dem Sperrmüll herausgestellt, obwohl diese Entsorgungsform von den örE in Karlsruhe nicht vorgesehen ist. Die gEAG werden im Anschluss an die Sperrmüllsammlung dennoch von den örE oder von ihren privatwirtschaftlichen Beauftragten eingesammelt (Interviewgruppe 3). Die herausgestellten gEAG werden jedoch in der Zeit zwischen dem Rausstellen und der Abholung durch die örE oder ihre privatwirtschaftlichen Beauftragten teilweise auch von Dritten (z. B. illegalen Sammlern) weggenommen. Zum anderen kann die Wegnahme der gEAG durch Dritte auch im Rahmen der von den örE angebotenen gEAG-Abholung-auf-Abruf-Services erfolgen. In diesem Fall meldet ein Haushalt ein zu entsorgendes gEAG bei den örE an und bekommt anschließend einen Termin, zu dem das Gerät von den örE (bzw. von ihren privatwirtschaftlichen Beauftragten) abgeholt wird. Der Haushalt wird angewiesen, das Gerät vor dem Abholtermin rauszustellen. In dieser Zeit befindet sich das Gerät im öffentlichen Raum und kann von Dritten weggenommen werden. Zwar kann den Haushalten nicht unterstellt werden, dass sie bei dieser Entsorgung das Gerät absichtlich an illegale Sammler o. ä. abgeben, doch findet im Fall der Wegnahme der gEAG durch illegale Sammler de facto eine Abgabe des Gerätes vom privaten Haushalt an einen illegalen Sammler statt, die über den öffentlichen Raum abläuft (während das Gerät dort auf die Abholung durch örE wartet).

Weitere gEAG-Entsorgungswege, die über den öffentlichen Raum führen, sind: (a) die Abgabe der gEAG an illegale Sammler, die vor Wertstoffhöfen, also im öffentlichen Raum, den in den Schlangen Wartenden die Geräte abnehmen, (b) von illegalen Sammlern organisierte Straßenterminsammlungen (die vorher per Flugblatt angekündigt werden) (Umweltbundesamt 2020) und (c) Wegnahme der Geräte durch Dritte (z. B. illegale Sammler) im Rahmen anderer Sammelsysteme, die in Karlsruhe nicht etabliert sind (z. B. gEAG-Straßensammlung und gemeinsame Sperrmüll-gEAG-Sammlungen).

Mengen und Erfassung

Illegales Abladen. Auf dem untersuchten Gebiet von Karlsruhe scheint die (nicht-anlassbezogene) Abladung der gEAG im öffentlichen Raum nicht besonders ausgeprägt zu sein. Aus den Interviews geht hervor, dass die zuständigen Mitarbeiter des Abfallwirtschaftsamtes Karlsruhe mehr als 50 (und weniger als 100) mal pro Jahr zur Abholung illegal abgeladener Geräte fahren und pro Fahrt ca. drei gEAG vorfinden (Interviewgruppe 3). Die Polizei dagegen führt keine Statistiken über die entsprechenden Anzeigen, da es sich hierbei eher um ein unterschwelliges Phänomen handelt (Interviewgruppe 3). Sofern die illegal entladenen Geräte von der Polizei oder von privaten Personen entdeckt und angezeigt werden, wird das Abfallwirtschaftsamt mit der Abholung dieser gEAG beauftragt (Interviewgruppe 3).

Fälschliche Entsorgung über Sperrmüll. Die während der Sperrmüllsammlung auf dem Stadtgebiet von Karlsruhe³² herausgestellten gEAG werden im Anschluss an die Sperrmüllsammlung von den örE eingesammelt (Interviewgruppe 3). Aus den Interviews geht hervor, dass ca. 15-40 Geräte

³¹ Obwohl kommunale gEAG-Entsorgungswege und insbesondere die Holsysteme über den öffentlichen Raum führen, werden sie hier nicht diskutiert, da der Fokus der Studie auf den nichtkommunalen, d. h. alternativen, gEAG-Entsorgungswegen liegt.

³² Die Daten für den Landkreis Karlsruhe (im Gegensatz zu der Stadt Karlsruhe) konnten nicht gewonnen werden, da kein Interview mit dem für die Sperrmüllsammlung verantwortlichen (privaten) Unternehmen zustande kam.

pro Sperrmüllsammmlung von den Abfallwirtschaftsamtmitarbeitern aufgesammelt werden, und dass das Ausmaß der fälschlichen Entsorgung der gEAG über die Sperrmüllsammmlung nicht in allen Stadtgebieten gleich ist (Interviewgruppe 3). Die herausgestellten gEAG werden in der Zeit zwischen dem Rausstellen und der Abholung durch die öRE z. T. von Dritten (z. B. illegalen Sammlern) weggenommen (Interviewgruppe 3). Ob gEAG in den einzelnen Stadtteilen nach der Sperrmüllsammmlung aufzufinden sind, wird (z. T.) durch Entsorgungsmitarbeiter, die für die Sperrmüllsammmlung zuständig sind, gemeldet; es kommt nur selten vor, dass die für die gEAG-Abholung zuständigen Mitarbeiter nach so einer Meldung keine Geräte vorfinden, weil die Geräte von Dritten (z. B. illegalen Sammlern) entnommen oder vom Haushalt wieder zurückgenommen wurden (Interviewgruppe 3). Allgemein ist jedoch die Entnahmekquote durch Dritte (bzw. die sogenannte "Beraubungsquote") bei periodischen Straßensammmlungen zu (öffentlich bekannten) Fixterminen sehr hoch (bei Sperrmüll und Weißer Ware bis zu 80 %; siehe z. B. Hahnenkamp und Tuminski 2017 sowie Sander und Schilling 2010).

Entwendung der gEAG im Rahmen des Abholung-auf-Abruf-Services. Die Entwendungsquote (bzw. "Beraubungsquote") für den Abholung-auf-Abruf-Service der Stadt Karlsruhe³³ wird von den zuständigen Mitarbeitern auf 20 % abgeschätzt (Interviewgruppe 3). Dies ist niedriger als z. B. der von Sander und Schilling 2010 angesetzte Wert von ca. 50 %.

Allgemein hängt also die Weiterbehandlung und statistische Erfassung der gEAG, die entlang der in diesem Abschnitt diskutierten Wege entsorgt werden, von dem Abnehmer ab: Sofern die Geräte vom Abfallwirtschaftsamt aus dem öffentlichen Raum eingesammelt werden, wie in einigen der oben diskutierten Fälle, entspricht ihre (anschließende) Weiterbehandlung / Erfassung der kommunalen Entsorgungswege (Interviewgruppe 3). Die Verbleibwege der Geräte, die nicht direkt vom Abfallwirtschaftsamt eingesammelt werden, sind deutlich differenzierter: Im Rahmen der vom Landkreis Karlsruhe durchgeführten Kontrollen bei Sperrmüllsammmlungen wurde festgestellt, dass gEAG vorrangig durch organisierte Gruppen aus dem osteuropäischen Ausland, denen die Termine der Sperrmüllsammmlungen bekannt sind, entwendet werden – im Landkreis Karlsruhe sind es vorrangig ungarische Sammler; daneben auch litauische, rumänische und polnische Sammler (Interviewgruppe 3). Daneben werden gEAG im Rahmen der Sperrmüllsammmlung auch durch wenige lokale gewerbliche Sperrmüllsammmler, vereinzelte Sperrmüllsammmler aus dem Landkreis oder angrenzenden Landkreisen sowie einige wenige „Gelegenheitssammmler“ entwendet (Interviewgruppe 3).

Treiber und Hemmnisse. Bei den alternativen Entsorgungswegen, die über den öffentlichen Raum führen, lassen sich aus der Interviewgruppe 3 Implikationen hinsichtlich des Vorhandenseins oder der Ausprägung der entsprechenden Treiber / Hemmnisse ableiten. Im Rahmen des (Transaktionskosten-)Paradigmas, das wir hier verwenden, können zahlreiche Gründe für die illegale *Abladung von gEAG im öffentlichen Raum* ausgearbeitet werden, z. B. Unkenntnis über legale Entsorgungswege (Informationsbeschränkungen), Mangel an legalen und zugleich kostenfreien Alternativen (wenn z. B. Geräte in nicht-haushaltsüblichen Mengen zu entsorgen sind) oder niedrige Risikoeinschätzung (z. B. mangelnde Erwartung negativer, auf die illegale Entsorgung folgender, sozialer / rechtlicher Konsequenzen). Die Informationen aus der Interviewgruppe 3 deuten darauf hin, dass einige dieser Anreize / Treiber zwar vorhanden sind (weil Geräte im öffentlichen Raum illegal abgeladen werden), doch nicht stark ausgeprägt sind, da die illegalen Abladungen im öffentlichen Raum mengenmäßig nicht bedeutend sind (und im Raum Karlsruhe ein breites Angebot an legalen und "komfortablen" Entsorgungsmöglichkeiten besteht, wie zuvor beschrieben).

³³ Auch hier konnten nur Informationen für die Stadt (und nicht für den Landkreis) Karlsruhe gewonnen werden (siehe Fußnote 32).

Ein Anreiz ("Treiber") für das (vorschriftswidrig) Herausstellen der gEAG an Terminen der Sperrmüllsammmlung kann die Erfahrung sein, dass die gEAG, die während der Sperrmüllsammmlung rausgestellt werden, auch abgeholt werden. Dieser Treiber hat praktische Relevanz, da die an Straßensperrmüllterminen (vorschriftswidrig) herausgestellten gEAG auch tatsächlich abgeholt werden – entweder durch illegale Sammler oder durch die öRE, sofern sie nicht von den Haushalten wieder zurückgenommen werden (Interviewgruppe 3).

Für die Möglichkeit des Abholung-auf-Abruf-Services (oder bei den Straßensammlungen allgemein) ist die Verbleibdauer der gEAG auf der Straße bedeutend, da die gEAG entnommen werden, während sie auf der Straße auf die Abholung warten. Hierzu werden (in Karlsruhe) bereits Maßnahmen ergriffen um diese Verweildauer zu minimieren. So werden die Haushalte darauf verwiesen, dass sie die Geräte frühestens am Abend vor dem Abholtermin auf die Straße stellen sollen (und nicht Tage davor, während der Wartezeit zwischen der Terminvergabe und der Abholung) (Interviewgruppe 3). Überdies bietet jede von den öRE durchgeführte Straßensammmlung zu fixen (und öffentlich bekannten) Terminen einen Anreiz für die illegale gEAG-Sammmlung, da sich so eine Möglichkeit für illegale Sammler bietet, auf eine relativ große gEAG-Menge (zu bekannten Terminen) zuzugreifen. Dadurch wird insbesondere die Tätigkeit von organisierten Sammlergruppen aus dem osteuropäischen Ausland erleichtert oder erst ermöglicht, die ein wichtiger Akteur im Bereich der illegalen Sammmlung sind (Interviewgruppe 3; Umweltbundesamt 2020).

Ein Hindernis für die illegale Entsorgung über den öffentlichen Raum ist die Illegalität dieser und insbesondere das Risiko für diese Tätigkeiten (rechtlich aber auch sozial) zur Rechenschaft gezogen zu werden. Trotz dieses Hindernisses erfolgt die illegale Entsorgung. Wie oben beschrieben, werden z. B. in Karlsruhe gEAG in signifikanten Mengen zusammen mit dem Sperrmüll rausgestellt, obwohl dies vorschriftswidrig ist. Des Weiteren gibt es z. B. die Beobachtung, dass illegale Sammler, nachdem sie verwarnet wurden, einfach an einer anderen Stelle weitermachen bzw. dass es einen "harten Kern von Wiederholungstätern" gibt (Interviewgruppe 3; Umweltbundesamt 2020).

2.6.5 Weitere Entsorgungswege

Neben den in den vorigen Abschnitten diskutierten Entsorgungswegen, existieren zahlreiche weitere, von denen einige hier kurz angesprochen werden sollen, um die Studie einzuordnen. Sie waren nicht Gegenstand der Interviews / Befragungen.

2.6.5.1 Nicht-gesetzeskonforme gEAG-Abnahme / -Behandlung mit Bezug zu legalen Entsorgungswegen

Beschreibung der Entsorgungswege. Der Großteil der in den Abschnitten 2.6.4.1, 2.6.4.2 und 2.6.4.3 diskutierten Entsorgungswege ist gesetzlich vorgesehen / gesetzeskonform oder zumindest nicht illegal. Grundsätzlich ist es jedoch möglich, dass diese legalen Entsorgungswege (und insbesondere die Wege über Vertreiber, deren Beauftragte oder nebensgeschäftliche gEAG-Entsorger, die in den Abschnitten 2.6.4.1 und 2.6.4.2 beschrieben wurden) genutzt werden, um auch nicht-gesetzeskonforme gEAG-Abnahmen / -Behandlungen durchzuführen oder zumindest die Geräte so abzuführen, dass nicht mehr beurteilt werden kann, ob sie gesetzeskonform recycelt und statistisch erfasst werden. Beispiele hierfür sind die Annahme / Erstbehandlung von gEAG durch nicht hierfür zertifizierte Unternehmen, mangelnde Sortierung der Abfallströme (sodass z. B. recycelbare Geräte auf Deponien enden), unsachgerechte Verwertung (Ausschlachten, unvollständiges Recycling), Hehlerei und Förderung von unrechtmäßigen Rücknahmegebühren (Sander und Schilling 2010; Fuchs 2014; LUBW 2014; Huisman et al. 2015a; Deutsche Umwelthilfe 2019; Umweltbundesamt 2020). Diese Fälle können auf absichtlichem (profitorientiertem) oder unabsichtlichem (Fehler), regelmäßigem / systematischem (Geschäftsstrategie, systematische / organisationsbedingte Fehler)

oder unregelmäßigem / gelegentlichem Verhalten basieren und von verschiedenen Funktionsträgern der Unternehmen / Organisationen (Entscheidungsträgern verschiedener Ebenen oder die Entscheidungen umsetzenden Arbeitern) ausgehen. Darunter kann es sich um fahrlässiges oder vorsätzliches illegales / kriminelles Verhalten (z. B. Diebstahl / Hehlerei) handeln. Aus diesem Grund sind die nicht-gesetzeskonformen und unbekanntes gEAG-Ströme mit Bezug zu legalen Entsorgungswegen schwer über Interviews zu erfassen und auch nicht im Fokus dieser Studie. Es existieren jedoch dezidierte Studien / Berichte, die sich mit gesetzesinkonformen / illegalem Entsorgungs- / Erfassungsverhalten befassen (siehe z. B. Sander und Schilling 2010; Fuchs 2014; LUBW 2014; Huisman et al. 2015a; Deutsche Umwelthilfe 2019; Umweltbundesamt 2020).

Mengen und Erfassung. Es gibt Hinweise darauf, dass das Ausmaß der nicht-gesetzeskonformen oder unbekanntes gEAG-Ströme mit Bezug zu legalen Entsorgungswegen signifikant sein könnte, zumindest bei einigen Entsorgungswegen. So gibt es die Beobachtung, dass die von Entrümpelungsunternehmen angelieferten Geräte nicht der üblichen Haushaltsgerätestruktur entsprechen,³⁴ und dass Schrotthändler gEAG von privaten Haushalten annehmen (Umweltbundesamt 2020; SEEK-Begleitkreistreffen). In einer UBA-Studie (Umweltbundesamt 2020) wurden Schrotthändler telefonisch (verdeckt) kontaktiert und gefragt, ob sie ein Gerät annehmen möchten. Ein Großteil dieser hat der Annahme zugesagt. Die Hypothese, dass die Schrottentorgungswege eine große Bedeutung für die gEAG-Ströme haben, lässt sich auch mit den Erfahrungen in Österreich stützen: Nach einer Ausweitung der Erfassung auf Geräte aus der kommunalen Schrottsammlung und Altmetallhandel stieg die Menge der erfassten gEAG deutlich an (EUWID 2018a; Bundesministerium Nachhaltigkeit und Tourismus 2019).

Treiber und Hemmnisse. Im Allgemeinen werden die hier diskutierten, nicht-gesetzeskonformen Entsorgungswege dadurch begünstigt, dass Markt- / Unternehmensstrukturen Anreize und Möglichkeiten setzen, die den im ElektroG vorgesehenen gEAG-Entsorgungsstrukturen nicht entsprechen: Wie im Abschnitt 2.6.4.2 diskutiert, haben die nebengeschäftlichen gEAG-Entsorger (z. B. Monteure, Entrümpelungsunternehmen und Schrotthändler) z. T. sehr hohe Anreize gEAG von privaten Haushalten abzunehmen oder sie gar weiterzubehandeln. Sie sind jedoch derzeit vom Gesetz nicht für die Erstbehandlung dieser vorgesehen. Dies ist besonders auffällig bei Schrotthändlern / -verwertern, die zwar (z. T.) über die nötigen Strukturen für die Abnahme der gEAG von den Haushalten und die profitable Weiterbehandlung dieser gEAG verfügen, jedoch laut ElektroG keine gEAG von Haushalten abnehmen dürfen (vgl. Abschnitte 2.6.2 und 2.6.4.2; SEEK-Begleitkreistreffen).

2.6.5.2 Sonstige Entsorgungswege

Neben den bisher diskutierten existieren noch zahlreiche weitere Entsorgungswege, darunter einige, die im ElektroG explizit festgelegt sind, so die Entsorgung über von Herstellern freiwillig eingerichtete Rücknahmesysteme für gEAG (§16(5) ElektroG) sowie die Business-to-Business-Entsorgung an Hersteller oder beauftragte Dritte, z. B. zertifizierte Erstbehandlungsanlagen (LAGA 2017, S. 11).

Abgesehen von den konventionellen kommunalen Entsorgungswegen existieren auch andere kommunale Entsorgungswege, z. B. Kooperationen mit Privatunternehmen (Baumärkten), sodass dort für die kommunale Entsorgung bestimmte Geräte von Haushalten nebenbei beim Einkauf abgegeben werden können (Stadt Karlsruhe o.J., Interviewgruppe 3). Zudem können aufgrund illegalen

³⁴ Diese Aussage bezieht sich nur auf einen Wertstoffhof (in einer Großstadt). Von dem Betreiber wurde angegeben, dass insbesondere schwer recycelbare Geräte (Kühlschränke) von Entrümpelungsunternehmen angeliefert würden; andere (leichter verwertbare) Haushaltsgeräte würden deutlich seltener von ihnen abgegeben (Umweltbundesamt 2020). Es bleibt damit unklar, wohin die Geräte sonst abgeliefert werden, und ob sie statistisch erfasst werden.

Verhaltens kommunale Entsorgungswege zu alternativen Entsorgungswegen werden, so z. B. in Fällen des Einbruchs und Diebstahls auf den Wertstoffhöfen.³⁵ Auch indirekt werden kommunale Entsorgungswege von illegalen Sammlern ausgenutzt: Es existieren Berichte über private Sammler, die sich als kommunale Arbeiter verkleiden (zumindest diesen Anschein erweckende Kleidung tragen), und so den privaten Haushalten Entsorgungsdienste (z. B. das Raustragen des Geräts aus den Wohnräumen) gegen Bezahlung erbringen (Umweltbundesamt 2020). Hier wird also von Seiten der illegalen Entsorger den für Haushalte allgemein hohen Hemmnissen dieses Entsorgungswegs durch die Verkleidung als Mitarbeiter der öRE begegnet.³⁶

Neben der illegalen Entsorgung im öffentlichen Raum (siehe Abschnitt 2.6.4.3) existiert auch die illegale Entsorgung im privaten Raum. Hierbei werden gEAG auf privaten Plätzen (z. B. verlassenen Firmengeländen oder entlegenen privaten, nichtgewerblichen Grundstücken) ohne Einverständnis des Eigentümers des Grundstücks abgeladen. Hier besteht die Gefahr des längeren Verbleibs des Geräts, sofern sich der Grundstückseigentümer nicht um die Entsorgung kümmert.

Entsorgungswege in das Ausland führen nicht nur legal über z. B. Vertreiber (siehe Abschnitt 2.6.4.1) oder über illegale Straßensammler (siehe Abschnitt 2.6.4.2), sondern z. B. auch über Sammelplätze (auf den die Geräte gesammelt, z. T. repariert und in Schiffscontainer verpackt werden) und falsche oder fehlende Deklaration der Geräte als Gebrauchsgüterexporte (Sander und Schilling 2010; Huisman et al. 2015b).

2.6.6 Schlussfolgerungen

2.6.6.1 Überblick über die alternativen Entsorgungswege großer EAG

Neben den kommunalen existieren für private Haushalte noch weitere gEAG-Entsorgungswege. Laut ElektroG ist die Entsorgung über rücknahmeverpflichtete Vertreiber (z. B. Elektrofachmärkte) die zentrale Säule dieser alternativen Entsorgungsmöglichkeiten. Daneben nehmen zahlreiche Akteure mit verschiedenen Hauptgeschäftsfeldern (z. B. Monteure, Schrotthändler und Entrümpelungsunternehmen) gEAG eher nebensächlich von privaten Haushalten ab und begründen somit alternative Entsorgungswege, die über sie verlaufen. Sie erweitern die Entsorgungsmöglichkeiten und -modalitäten, die den Haushalten zur Verfügung stehen, und wirken sich damit positiv auf die Entsorgungsquote aus bzw. reduzieren das Ausmaß der Hortung. Während legale, kommunale Entsorgungswege auch über den öffentlichen Raum ablaufen – dies trifft insbesondere für die Holsysteme zu –, sind die in dieser Studie diskutierten, über den öffentlichen Raum verlaufenden alternativen Entsorgungswege (z. B. die Abladung der Geräte im öffentlichen Raum von Seiten privater Haushalte) illegal. Weitere alternative Entsorgungswege wurden in der Studie kurz zusammengefasst (siehe Abschnitt 2.6.2).

Zu den quantitativ wichtigsten alternativen Entsorgungswegen der aus Haushaltshand stammenden gEAG, gehört die Entsorgung über Vertreiber (und ihre Bevollmächtigten), die in die Erfassungsquote eingeht (siehe Abschnitt 2.6.4.1). Die Einschätzung der gEAG-Mengen, die über *nebensächliche gEAG-Entsorger* (Monteure, Entrümpelungsunternehmen, Schrotthändler...) entsorgt werden, ist schwierig. Interviews und Webseitenanalysen deuten darauf hin, dass dieser Entsorgungsweg in der Praxis besteht. Was es die Mengen angeht, geben die Befragten an, keine oder nur wenige / selten gEAG von den Haushalten abzunehmen (siehe Abschnitt 2.6.4.2). In der Literatur

³⁵ In Karlsruhe scheint dies bei Großgeräten kein signifikantes Problem (Interviewgruppe 3).

³⁶ Unter anderem kann die Illegalität dieser Handlung rechtliche Konsequenzen nach sich ziehen; zudem ergeben sich gewisse Risiken aus dem Reinlassen von unbekanntem Personen aus dem informellen Sektor in die Wohnräume.

gibt es jedoch Hinweise darauf, dass dieser Entsorgungsweg als quantitativ bedeutender einzuschätzen ist (auch mit Bezug zur Erfassungsquote), wenn gesetzesinkonformes Verhalten berücksichtigt wird (siehe Abschnitte 2.6.5.1 und 2.6.5.2), doch reichen diese Hinweise nicht aus um eine Abschätzung der gEAG-Mengen (und der Wirkung auf die Erfassungsquote) vorzunehmen. Allgemein bieten Interviews und alternative Befragungsmöglichkeiten, wie verdeckte Anrufe (Umweltbundesamt 2020), zwar Hinweise auf die Signifikanz des illegalen / gesetzesinkonformen Verhaltens und wurden in der Studie berücksichtigt, eignen sich jedoch nur beschränkt für eine Bestimmung der mit den gEAG-Entsorgungswegen verbundenen gEAG-Mengen auf einem vorgegebenen geographischen Gebiet. So muss bei Interviews aufgrund der Illegalität des Interviewgegenstands (bzw. des Entsorgungsverhaltens der Befragten) die Wahrhaftigkeit / Vollständigkeit der Antworten z. T. bezweifelt werden trotz Zusage der Anonymität. Bei verdeckten Anrufen können die für die quantitative Bestimmung wichtigen Informationen, insbesondere die Verhaltenshintergründe größtenteils nicht erfasst werden. Zu diesen gehören Absicht, Regelmäßigkeit / Häufigkeit des Verhaltens seitens des Akteurs, ausübender Funktionsträger, Existenz eines Marktes bzw. einer tatsächlichen Nachfrage nach und eines tatsächlichen Angebots von Geräten (im Gegensatz zu reinen Präferenzen / Absichten), die Größe des Angebots und der Nachfrage sowie das tatsächliche Zustandekommen von Transaktionen (Häufigkeit / Mengen). Bei den (alternativen) Entsorgungswegen, die über den öffentlichen Raum führen, ist eine Unterscheidung zwischen der illegalen Abladung der Geräte im öffentlichen Raum, die im Rahmen der vorliegenden Datenerhebung keine große quantitative Bedeutung zu haben scheint, und den alternativen Entsorgungswegen, die in Verbindung mit den Entsorgungswegen, die über die öRE und den öffentlichen Raum laufen, stehen, wichtig. Hierzu gehört insbesondere die Entwendung der Geräte durch Dritte im Rahmen des Abholung-auf-Abruf-Services sowie das illegale Herausstellen der Geräte während der Terminsperrmüllsammlung, sodass die Geräte von illegalen Sammlern mitgenommen werden. Die Entwendung der Geräte auf diesen Wegen ist ein bekanntes und signifikantes Problem, das faktisch bei allen Entsorgungsformen auftritt, bei denen die Geräte eine gewisse Zeit auf der Straße auf die Abholung warten. Eine Quantifizierung der weiteren Entsorgungswege, die neben den in diesem Unterabschnitt zusammengefassten Entsorgungswege bestehen, wurde hier nicht vorgenommen.

Angesichts der hohen Anzahl der alternativen Entsorgungswege insgesamt, kann auch eine Art dissipative Dynamik bei einem signifikanten Teil des gEAG-Stroms nicht ausgeschlossen werden, bei der die einzelnen, zu diesem Strom gehörenden Entsorgungswege nicht unbedingt mengenmäßig signifikant sind im Vergleich zum gesamten gEAG-Strom, jedoch kumuliert einen signifikanten Anteil am gesamten gEAG-Strom ausmachen. Das hieße, dass nicht eine Ursache für die niedrige Erfassungsquote auszumachen ist, sondern die gEAG in jeweils sehr kleinen Mengen über viele, eher kleine Entsorgungswege der Erfassung entgleiten.

2.6.6.2 Auswirkungen auf die Erfassungsquote

Aus der Studie ergeben sich im Wesentlichen drei Erkenntnisse über die Rolle der alternativen Entsorgungswege für die Höhe der Erfassungsquote. (1.) Am offensichtlichsten sind die negativen Erfassungsauswirkungen der nichtausgewiesenen gEAG-Exporte innerhalb der EU (die z. B. durch illegale Sammler erfolgen) oder der Exporte in das außereuropäische Ausland, bei denen gEAG nicht korrekt (z. B. als Gebrauchtware) oder nicht vollständig ausgewiesen werden. Diese Exporte betreffen die in den Abschnitten 2.6.4.3 und 2.6.5.2 diskutierten alternativen Entsorgungswege über den öffentlichen Raum und die "sonstigen" alternativen Entsorgungswege. (2.) Das Spannungsverhältnis zwischen dem ElektroG (und insbesondere der dort vorgesehenen gEAG-Abnehmerstruktur) und den Anreizen, die durch die gEAG-relevanten Markt- / Unternehmensstrukturen vorgegeben sind, fördert nicht-gesetzeskonformes Verhalten und damit (potentiell) Erfassungslücken. Wie im Abschnitt 2.6.4.2 diskutiert betrifft dieses Spannungsverhältnis besonders die nebengeschäftlichen gEAG-Entsorger, da mit ihren Geschäftsmodellen oft das Erfordernis oder die Profitabilität der

gEAG-Abnahme / -Erstbehandlung verbunden ist, sie jedoch nicht zur direkten Erstabnahme der Geräte von den Haushalten vorgesehen sind. (3.) Illegale Entsorgungswege führen nicht immer oder nicht ausschließlich zur Nichterfassung. So enden z. B. die im öffentlichen Raum illegal entsorgten Geräte z. T. auf Wertstoffhöfen und werden damit statistisch erfasst.

2.6.6.3 Implikationen für die Politik

Im Rahmen unserer Studie ergeben sich aus der rein mengenmäßigen Betrachtung des Erfassungsproblems (bei der die Kosten, Verhältnismäßigkeit und gesellschaftliche / soziale Wirkungen der gesetzlichen / regulatorischen Maßnahmen nicht berücksichtigt werden) zwei Ansatzpunkte für Maßnahmen zur Erhöhung der Erfassungsquote. Diese setzen zum einen an dem gesetzesinkonformen Verhalten im Rahmen der legalen gEAG-Transaktionen, die über die Vertreiber sowie nebensgeschäftlichen Entsorger, wie Monteure, Schrotthändler, Refurbisher (siehe Abschnitt 2.6.4.2), erfolgen und zum anderen an der illegalen Entsorgung über den öffentlichen Raum und insbesondere der Entwendung der gEAG im Rahmen des Abholung-auf-Abruf-Services und der Sperrmüllsammmlung (siehe Abschnitt 2.6.4.3). Grundsätzlich können zwei Wege bei der Maßnahmenwahl eingeschlagen werden: (a) Legalisierung des illegalen Verhaltens und Einrichtung von zusätzlichen Melde- / Erfassungsmöglichkeiten für gEAG (entlang der legalisierten Entsorgungswege) und (b) Verschärfung der Kontrolle und Sanktionierung der illegalen Tätigkeiten (bzw. stärkere Durchsetzung der Gesetze). Im Fall der nebensgeschäftlichen Entsorger schlägt der aktuelle Referentenentwurf für die Änderung des ElektroG³⁷ den ersten Weg (Legalisierung und zusätzliche Erfassung) ein.³⁸

³⁷ <https://www.bmu.de/gesetz/referentenentwurf-fuer-ein-erstes-gesetz-zur-aenderung-des-elektro-und-elektronikgeraete-gesetzes/>

³⁸ Für eine allgemeine Diskussion von politischen / legislatorischen Maßnahmen siehe z. B. EUWID 2018c; NABU - Naturschutzbund Deutschland 2019; Sander et al. 2019; BMU 2020; ZVEI 2020.

3 Zusammenfassende Betrachtung: Maßnahmen, Wirkungen, Empfehlungen

Die Ergebnisse des Projekts SEEK können in zwei Gruppen unterteilt werden. Zum einen wurden in den Arbeitspaketen 1 bis 4 verschiedene Maßnahmen, die in den Modellprojekten des Landkreises Karlsruhe und des Zollernalbkreises durchgeführt wurden, auf ihre Effektivität im Hinblick auf eine EAG-Sammelmengenerhöhung untersucht (und mit der Literatur verglichen). Zum anderen wurden im Arbeitspaket 5 verschiedene "alternative" Entsorgungswege großer EAG betrachtet (unter anderem wurden Akteursinterviews geführt); aus dieser Betrachtung wurden eher indirekte Schlussfolgerungen über die Effektivität von potentiellen Maßnahmen zur Sammelmengenerhöhung gewonnen.

In der Literatur ließen sich Hinweise darauf finden, dass alle in den *Modellprojekten* durchgeführten Maßnahmen effektiv im Hinblick auf die Erhöhung von EAG-Sammelungen sein könnten. Die im Arbeitspaket 3 durchgeführten inferenzstatistischen Untersuchungen konnten jedoch nur die statistische Signifikanz des Effekts der

- 1) Aktionstage ("Power-Tage")

aufzeigen. Insbesondere konnten temporäre Effekte von Aktionstagen auf die Sammelmenge der kleinen EAG nachgewiesen werden, sodass diese Maßnahme aufrechterhalten werden müsste ("regelmäßige Aktionstage") um die Sammelmenge dauerhaft auf dem höheren Niveau zu halten. Die Voraussetzung für die Aufrechterhaltung des höheren Sammelmengenniveaus wäre, dass sich der "Vorrat" der EAG, der durch die Aktionstage abgeschöpft wird, nicht längerfristig erschöpft. Dazu wurden in der Studie jedoch keine Erkenntnisse gewonnen.

Für die übrigen in den Modellprojekten umgesetzten Maßnahmen, insbesondere

- 2) Kampagnen von Informations- und Werbemaßnahmen
- 3) Verteilung von Sammelboxen
- 4) bauliche Optimierung auf Wertstoffhöfen
- 5) Einführung der Annahme von großen EAG auf Wertstoffhöfen (bei bereits bestehender Abdeckung des Sammelgebiets durch Holddienste)
- 6) "softe" Maßnahmen (wie Bonuspunkte)

konnten in den Arbeitspaketen 1 bis 4 keine statistisch signifikanten Effekte auf die Sammelmenge der EAG nachgewiesen werden. Dieses Resultat bedeutet nicht, dass diese Maßnahmen grundsätzlich wirkungslos sind. Viel eher könnten sie über längere Zeithorizonte (die deutlich über ein Jahr hinausreichen) Wirkung zeigen; auch könnten ihre Effekte durch die starke Volatilität der Sammelmengendynamik "verdeckt" werden.

Neben den hier statistisch untersuchten Maßnahmen, finden sich in der Literatur weitere Maßnahmen, die in Baden-Württemberg potentiell umsetzbar wären. Diese wurden hier nicht weiter (statistisch) untersucht und werden nur als interessante Themen für weitere Forschung aufgezählt. Eine detaillierte Analyse mit Quellverweisen findet sich im Kapitel zum AP 2.

- 7) Verbesserung des Vollzugs sowohl was die Bekämpfung des Exports von EAG durch den Zoll als auch die Bekämpfung der illegalen EAG-Sammlung betrifft
- 8) Ausweitung des Holservices
- 9) Erweiterung der Öffnungszeiten von Wertstoffhöfen
- 10) mobile Schadstoffsammlung (für kleine EAG)

- 11) Verbesserung der flächendeckenden Kommunikation der Rückgabemöglichkeiten und Rückgabepflichten.

Insgesamt ließen sich aus den Resultaten der Arbeitspakete 1 bis 4 bzw. der Modellprojekte bei strikten wissenschaftlichen Standards eher Aktionstage ("Power-Tage") empfehlen als die anderen oben aufgezählten Maßnahmen. Es scheint, dass diese Aktionstage (Power-Tage) dazu geeignet sein könnten, schnelle (und signifikante) Effekte auf die Sammelmengen (der kleinen EAG) zu erzielen (im Gegensatz zu den anderen hier angeführten Maßnahmen).

Die Resultate des Arbeitspakets 5, das sich mit den alternativen Entsorgungswegen großer EAG befasste, lassen sich in zwei Gruppen unterteilen. Zum einen unterstützen diese Resultate die bereits aus der Literatur bekannten Forderungen nach Maßnahmen, die auf

- 12) Verringerung des gesetzesinkonformen Verhaltens im Rahmen der legalen Groß-EAG-Transaktionen, die über die Vertreiber sowie die nebengeschäftlichen Entsorger, wie Monteure, Schrotthändler, Refurbisher (siehe Abschnitt 2.6.4.2), erfolgen und
- 13) Verhinderung der illegalen Entsorgung über den öffentlichen Raum und insbesondere der Entnahme der großen EAG durch Dritte (sogenannte "Entwendung") im Rahmen des Abholung-auf-Abruf-Services und der Sperrmüllsammmlung (siehe Abschnitt 2.6.4.3)

abzielen. Grundsätzlich können zwei Wege bei der Maßnahmenwahl in diesen Fällen eingeschlagen werden: (a) Legalisierung des illegalen Verhaltens und Einrichtung von zusätzlichen Melde- / Erfassungsmöglichkeiten für große EAG (entlang der legalisierten Entsorgungswege) und (b) Verschärfung der Kontrolle und Sanktionierung der illegalen Tätigkeiten (bzw. stärkere Durchsetzung der Gesetze). Im Fall der nebengeschäftlichen Entsorger schlägt der aktuelle Referentenentwurf für die Änderung des ElektroG³⁹ den ersteren Weg (Legalisierung und zusätzliche Erfassung) ein.

Zum anderen konnte im Arbeitspaket 5 nicht ein alternativer Entsorgungsweg als Hauptursache für eine niedrige Erfassungsquote (landesweit) identifiziert werden. Viel eher ist die Anzahl der alternativen Entsorgungsrouten sehr hoch, sodass selbst dann signifikante EAG-Mengen der Erfassung entgehen können, wenn auf jedem Erfassungsweg relativ wenige EAG nicht (richtig) erfasst werden ("Dissipation"). Zudem bestehen signifikante Herausforderungen bei der Feststellung der relativen Bedeutung verschiedener Entsorgungswege, weil verlässliche und vollständige Informationen über "illegales" Verhalten bzw. informelle Märkte eher schwer zu gewinnen sind. Diese Punkte sprechen eher für einen

- 14) breiten Maßnahmenansatz, der möglichst gleichzeitig an vielen verschiedenen (potentiell eher kleinen) Entsorgungswegen ansetzt.

Eine Möglichkeit solch einen breiten Ansatz umzusetzen ist es, an der Quelle der EAG, nämlich bei den Haushalten, die EAG abgeben möchten oder (potentiell abgeben) können, anzusetzen. Dies wäre genau die Klasse von Maßnahmen, die in den Modellprojekten (Arbeitspaketen 1 bis 4) untersucht wurde, d. h. Maßnahmen, die Anreize für Haushalte setzen, die EAG richtig zu entsorgen (siehe oben Punkte 1 bis 6).⁴⁰

³⁹ <https://www.bmu.de/gesetz/referentenentwurf-fuer-ein-erstes-gesetz-zur-aenderung-des-elektro-und-elektronikgeraete-gesetzes/>

⁴⁰ Im Gegensatz dazu setzen die oben genannten Maßnahmen 12 und 13 eher bei den Abnehmern von EAG an.

4 **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1:	Lage der teilnehmenden Wertstoffhöfe im Landkreis Karlsruhe.....	7
Abbildung 2:	Entsorgungsmöglichkeiten für EAG in und um Zaisenhausen und Kürnbach.....	10
Abbildung 3:	Entsorgungsmöglichkeiten für EAG in und um Untergrombach.....	11
Abbildung 4:	Entsorgungsmöglichkeiten für EAG in und um Linkenheim-Hochstetten.....	12
Abbildung 5:	Entsorgungsmöglichkeiten für EAG in und um Hambrücken.....	13
Abbildung 6:	Entsorgungsmöglichkeiten für EAG in und um Kürnbach.....	14
Abbildung 7:	Durchschnittliche Tagesmengen und Abholfrequenz des WSH Bad Schönborn.....	15
Abbildung 8:	Durchschnittliche Tagesmengen und Abholfrequenz des WSH Untergrombach.....	15
Abbildung 9:	Durchschnittliche Tagesmengen und Abholfrequenz des WSH Kürnbach.....	15
Abbildung 10:	Durchschnittliche Tagesmengen und Abholfrequenz des WSH Hambrücken.....	16
Abbildung 11:	Durchschnittliche Tagesmengen und Abholfrequenz des WSH Zaisenhausen.....	16
Abbildung 12:	Kumulierte Entwicklung der Sammelmenge für kleine EAG über alle fünf WSH kumuliert (in Tonnen).....	17
Abbildung 13:	Geoinformationen für die Bürger im Zollernalbkreis.....	25
Abbildung 14:	Entwicklung der Sammelmengen im Vergleich zum Vorjahr für Elektro-Kleinschrott und Weiße Ware.....	30
Abbildung 15:	Entwicklung der Sammelmengen im Vergleich zum Vorjahr für Kühlgeräte und Bildschirme.....	31
Abbildung 16:	Sammelmengen von Elektro-Kleinschrott.....	33
Abbildung 17:	Sammelmengen von Weißer Ware.....	34
Abbildung 18:	Sammelmengen von Kühlgeräten.....	35
Abbildung 19:	LOESS-Graphik und Sammelmengen von Bildschirmen in den Jahren 2004 bis 2019.....	36
Abbildung 20:	Kategorie Nachtspeicherheizgeräte: Übersicht über die Gesamtabgabemengen pro Jahr (in Stück).....	37
Abbildung 21:	Abgabemengen und gleitender Durchschnitt der Jahre 2018 und 2019 für den Elektro-Kleinschrott in Tonnen.....	39
Abbildung 22:	Abgabemengen und gleitender Durchschnitt der Jahre 2018 und 2019 für die weiße Ware in Tonnen.....	40
Abbildung 23:	Abgabemengen und gleitender Durchschnitt der Jahre 2018 und 2019 für Kühlgeräte in Stück.....	41

Abbildung 24: Abgabemengen und gleitender Durchschnitt der Jahre 2018 und 2019 für die Bildschirme.....	42
Abbildung 25: Lage der teilnehmenden Wertstoffhöfe im Landkreis Karlsruhe.....	45
Abbildung 26: Bild des Feedbackgeräts am WSH Hambrücken	48
Abbildung 27: Schematische Darstellung des Forschungsdesigns zur Evaluation der WSH.....	49
Abbildung 28: Entwicklung der Sammelmengen an den Kontrollhöfen.....	52
Abbildung 29: Entwicklung der Sammelmengen am WSH Zaisenhausen.....	53
Abbildung 30: Entwicklung der Sammelmengen am WSH Untergrombach.....	54
Abbildung 31: Entwicklung der Sammelmengen am WSH Linkenheim-Hochstetten	54
Abbildung 32: Entwicklung der Sammelmengen am WSH Hambrücken	55
Abbildung 33: Sammelmengen kleiner EAG für den WSH Zaisenhausen	56
Abbildung 34: Sammelmengen Bildschirme für den WSH Zaisenhausen.....	56
Abbildung 35: Sammelmengen aller EAG-Fraktionen für den WSH Zaisenhausen.....	57
Abbildung 36: Sammelmengen kleiner EAG für den WSH Untergrombach	58
Abbildung 37: Sammelmengen aller EAG-Fraktionen für den WSH Untergrombach.....	59
Abbildung 38: Sammelmengen großer EAG für den WSH Linkenheim-Hochstetten	60
Abbildung 39: Sammelmengen kleiner EAG-Fraktionen für den WSH Linkenheim-Hochstetten	61
Abbildung 40: Sammelmengen kleiner EAG für den WSH Hambrücken.....	62
Abbildung 41: Sammelmengen Bildschirme für den WSH Hambrücken.....	63
Abbildung 42: Darstellung der relativen Besucherzahlen am WSH Hambrücken vom 24.08.20 - 31.12.21	63
Abbildung 43: Sammelmengen aller EAG-Fraktionen für den WSH Hambrücken.....	65
Abbildung 44: Entsorgungswege großer EAG (Systematik)	77
Abbildung 45: Kategorie Elektro-Kleinschrott: Übersicht über die Gesamtabgabemengen pro Jahr	102
Abbildung 46: Kategorie Weiße Ware: Übersicht über die Gesamtabgabemengen pro Jahr	102
Abbildung 47: Kategorie Kühlgeräte: Übersicht über die Gesamtabgabemengen pro Jahr	103
Abbildung 48: Kategorie Bildschirme: Übersicht über die Gesamtabgabemengen pro Jahr	103

5 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Fläche, Bevölkerungszahl und Bevölkerungsdichte der teilnehmenden Gemeinden.....	8
Tabelle 2:	Bevölkerungsstruktur, Anteile je Altersklasse in Prozent.....	8
Tabelle 3:	Fahrzeugbestand und Elektrofachgeschäfte	8
Tabelle 4:	Öffnungszeiten der Wertstoffhöfe	9
Tabelle 5:	Übersicht über die durchgeführten Maßnahmen im Zeitraum 2018-2019.....	25
Tabelle 6:	Übersicht über die Anzahl der erhobenen Jahre sowie den Mittelwert und die Standardabweichung über alle Jahre hinweg pro EAG-Kategorie	29
Tabelle 7:	Übersicht der mittleren Lage- und Streuungsmaße pro EAG Kategorie	30
Tabelle 8:	Übersicht über die durchgeführten Maßnahmen an den Wertstoffhöfen.....	46
Tabelle 9:	Übersicht der mittleren jährlichen Sammelmengen an kleinen EAG für Kontroll und Maßnahmenhöfe	51
Tabelle 10:	Übersicht der Maßnahmeneffekte an den vier Wertstoffhöfen.....	66

6 Literaturverzeichnis

Abfallwirtschaftsamt ZAK (2021-2022): Inhaltlicher Austausch und Rückfragen zur Kampagne "Gib's ab" im Zollernalbkreis mit Dorothea Gallinaro und Friedrich Scholte-Reh, 2021-2022. E-Mail Austausch, Interview und Telefonate an Dr. Pia Niessen, Dr. Johannes Schuler (Fraunhofer ISI).

Bahers, Jean-Baptiste; Kim, Junbeum (2018): Regional approach of waste electrical and electronic equipment (WEEE) management in France. In: *Resources, Conservation and Recycling* 129, S. 45–55. DOI: 10.1016/j.resconrec.2017.10.016.

Baldé, C.P.; Wang, F.; Kuehr, R.; Huisman, J. (2015): The global e-waste monitor - 2014. United Nations University, IAS - SCYCLE. Bonn.

BEVH (2018): Registrierungs- und Rücknahmepflichten bei Vertrieb von Elektro- und Elektronikgeräten im Fernabsatz. Hg. v. Bundesverband E-Commerce und Versandhandel Deutschland e.V. Berlin. Online verfügbar unter https://www.bevh.org/fileadmin/content/01_leistungen/rechtshilfen/bevh_basics_ElektroG_5.0.pdf, zuletzt geprüft am 06.09.2021.

BMU (2020): Erstes Gesetz zur Änderung des Elektro- und Elektronikgerätegesetzes. Gesetzesentwurf der Bundesregierung. Hg. v. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU). Online verfügbar unter https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Glaeserne_Gesetze/19_Lp/novelle_elektrog/Entwurf/novelle_elektrog_refe_bf.pdf, zuletzt geprüft am 06.09.2021.

Borthakur, Anwasha; Govind, Madhav (2017): Emerging trends in consumers' E-waste disposal behaviour and awareness: A worldwide overview with special focus on India. In: *Resources, Conservation and Recycling* 117, S. 102–113. DOI: 10.1016/j.resconrec.2016.11.011.

Borthakur, Anwasha; Govind, Madhav (2018): Public understandings of E-waste and its disposal in urban India: From a review towards a conceptual framework. In: *Journal of Cleaner Production* 172, S. 1053–1066. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.10.218.

Brüning, Ralf; Wolf, Julia (2015): Studie „E-Schrott Recycling in Rheinland-Pfalz“. In: *uwf* 23 (3), S. 129–140. DOI: 10.1007/s00550-015-0362-7.

Bundesministerium Nachhaltigkeit und Tourismus (Hg.) (2019): Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich. Statusbericht 2019. Wien. Online verfügbar unter https://www.arge.at/wp-content/uploads/2019/06/Die_Bestandsaufnahme_der_Abfallwirtschaft_in_%C3%96sterreich_web.pdf, zuletzt geprüft am 06.09.2021.

Buschhorn, H., Meinecke, C. Ding, T. et al. (2016): Abschlussbericht des Arbeitskreises Elektrogeräte und Ressourceneffizienz. Hg. v. Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz.

Chu, Pin-Yu; Chiu, Ja-Fun (2003): Factors Influencing Household Waste Recycling Behavior: Test of an integrated Model. In: *J Appl Social Psychol* 33 (3), S. 604–626. DOI: 10.1111/j.1559-1816.2003.tb01915.x.

Deutsche Umwelthilfe (2017): Rücknahmesysteme für Elektroaltgeräte. Ein Überblick aus Umwelt- und Verbrauchersicht. Unter Mitarbeit von Philipp Sommer und Britta Suplie. Hg. v. Deutsche Umwelthilfe (DHU). Online verfügbar unter https://www.duh.de/fileadmin/user_upload/download/Projektinformation/Kreislaufwirtschaft/Elektroger%C3%A4te/180411_EAG_Ruecknahmesysteme_Infopapier_2017.pdf, zuletzt geprüft am 11.04.2020.

Deutsche Umwelthilfe (2019): Rücknahme von Elektro- und Elektronikgeräten. Auswertung der Tests der Deutschen Umwelthilfe. Unter Mitarbeit von Franziska Müller. Hg. v. Deutsche Umwelthilfe (DHU). Online verfügbar unter https://www.duh.de/fileadmin/user_upload/download/Projektinformation/Kreislaufwirtschaft/Elektroger%C3%A4te/190723_DUH_EAG-R%C3%BCcknahme-tests_Auswertung.pdf, zuletzt geprüft am 11.04.2020.

Dias, Pablo; Bernardes, Andréa Moura; Huda, Nazmul (2018): Waste electrical and electronic equipment (WEEE) management: An analysis on the Australian e-waste recycling scheme. In: *Journal of Cleaner Production* 197, S. 750–764. DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.06.161.

Drechsler, Sabina (2018): Sammelmengen von Elektroaltgeräten. Daten der Stiftung Elektro-Altgeräte Register im Vergleich mit den Daten des Statistischen Landesamtes BW für 2016 und 2017. Hg. v. LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg, zuletzt geprüft am 29.11.2020.

Echegaray, Fabian; Hansstein, Francesca Valeria (2017): Assessing the intention-behavior gap in electronic waste recycling: the case of Brazil. In: *Journal of Cleaner Production* 142, S. 180–190. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.05.064.

EUWID (2017a): Handel nimmt über 70.000 Tonnen Elektroaltgeräte zurück. In: *EUWID Recycling und Entsorgung* (28).

EUWID (2017b): Umwelthilfe kritisiert Sammelsysteme für Altgeräte. In: *EUWID Recycling und Entsorgung* (42).

EUWID (2017c): Umwelthilfe stellt zahlreiche Verstöße gegen Rücknahmepflicht im Handel fest. In: *EUWID Recycling und Entsorgung* (30).

EUWID (2017d): Weiterhin viel Kritik an Handelsrücknahme. In: *EUWID Recycling und Entsorgung* (28).

EUWID (2018a): Altgerätesammelmenge in Österreich steigt 2017 um mehr als ein Drittel. In: *EUWID Recycling und Entsorgung* (41).

EUWID (2018b): Sammelmenge bei Altgeräten steigt 2017 nur leicht an. In: *EUWID Recycling und Entsorgung* (31).

EUWID (2018c): Weiter große Skepsis bezüglich neuen Sammelziels für Altgeräte. In: *EUWID Recycling und Entsorgung* (50).

EUWID (2019a): Deutsche Umwelthilfe kritisiert Handel wegen Rücknahmeangeboten für Altgeräte. In: *EUWID Recycling und Entsorgung* (31).

EUWID (2019b): Erhöhter Behandlungs- und Sortieraufwand verschiebt Konditionen weiter in Kostenbereich. In: *EUWID Recycling und Entsorgung* (33).

EUWID (2019c): Konditionen für E-Schrott-Verwertung leiden unter Verfall der Schrottpreise. In: *EUWID Recycling und Entsorgung* (43).

EUWID (2019d): NABU fordert Pfand auf Elektrogeräte und Ausweitung der Handelsrücknahme. In: *EUWID Recycling und Entsorgung* (21).

EUWID (2019e): Sammelquote für E-Schrott trotz konstanter Erfassungsmengen in Österreich rückläufig. In: *EUWID Recycling und Entsorgung* (40).

EUWID (2019f): Sinkende Erlöse und höherer Sortieraufwand lassen Preise für Altgeräteverwertung steigen. In: *EUWID Recycling und Entsorgung* (06).

EUWID (2020a): Ausweitung der Rücknahmepflicht auf Discounter im neuen ElektroG wahrscheinlich (09).

EUWID (2020b): E-Schrottmarkt: Verwerter zwischen höheren Schrottpreisen und steigenden Kosten. In: *EUWID Recycling und Entsorgung* (04).

EUWID (2020c): E-Schrottsammelquote fällt unter 45 Prozent. In: *EUWID Recycling und Entsorgung* (09).

Fuchs, Florian (2014): Razzia auf den Wertstoffhöfen. Polizeiaktion in München. In: *Süddeutsche Zeitung*, 13.03.2014. Online verfügbar unter <https://www.sueddeutsche.de/muenchen/polizeiaktion-in-muenchen-razzia-auf-den-wertstoffhoefen-1.1912049>, zuletzt geprüft am 06.09.2021.

Gallinaro, Dorothea (2019): Projektabschlussbericht zur Elektroschrott-Kampagne „GIB'S AB“. Hg. v. Zollernalbkreis Abfallwirtschaftsamt.

gfu (2021a): Absatz von Fernsehgeräten auf dem Konsumentenmarkt in Deutschland von 2005 bis 2020 (in Millionen Stück). [Graph]. Hg. v. Statista. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/193702/umfrage/absatz-von-fernsehern-in-deutschland-seit-2005/>, zuletzt geprüft am 03.02.2022.

gfu (2021b): Umsatz mit Elektrokleingeräten in Deutschland von 2007 bis 2020 (in Millionen Euro). [Graph]. Hg. v. Statista. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/155316/umfrage/umsatz-mit-elektrokleingeraeten-in-deutschland-ab-2007/>, zuletzt geprüft am 22.12.2021.

Hahnenkamp, Nikolaus Josef; Tuminski, Ralf Jürgen (2017): Untersuchung zur optimierten stofflichen Verwertung von Sperrmüll - insbesondere Matratzen, Teppiche/Teppichböden und Kunststoffe –aus Haushaltungen unter Berücksichtigung der gemeinsamen Behandlung mit gewerblichen Sperrmüllanteilen. Hg. v. Osnabrücker Abfallwirtschaftsgesellschaft mbH. Osnabrück. Online verfügbar unter <https://www.dbu.de/OPAC/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-31221.pdf>, zuletzt geprüft am 06.09.2021.

Hellmann Process Management GmbH & Co. KG (o. J.): eSchrott - die App von hpm. Online verfügbar unter <https://www.umweltmanager.net/de/unternehmen/app.html>.

Heßler, Till (2018): Vergleich des deutschen und schwedischen Sammelsystems für Elektro- und Elektronikaltgeräte zur Steigerung der Sammelquote. Masterarbeit. Hochschule Merseburg. Fachbereich Ingenieur- und Naturwissenschaften.

Hirschnitz-Garbers, Martin; Langsdorf, Susanne (2015): Informationskampagnen für Konsumentinnen und Konsumenten – Effekte und Ausrichtungen. Vertiefungsanalyse 4 im Projekt Ressourcenpolitik: Analyse der ressourcenpolitischen Debatte und Entwicklung von Politikoptionen (PolRes). Online verfügbar unter www.ressourcenpolitik.de.

Huisman, J.; Botezatu, L.; Herreras, L.; Liddane, M.; Hintsä, J.; Luda di Cotemiglia, V. et al. (2015a): Countering WEEE Illegal Trade Summary Report. Market Analysis, Legal Analysis, Crime Analysis, Recommendations roadmap. Lyon, France. Online verfügbar unter https://weee4future.eitrawmaterials.eu/wp-content/uploads/2020/09/03_CWIT-Final-Report_WEEE-Flow.pdf, zuletzt geprüft am 06.09.2021.

Huisman, J.; Magalini, F.; Kuehr, R.; Maurer, C.; Delgado, C.; Artim, E.; Stevels, A. (2007): 2008 review of directive 2002/96 on Waste Electrical & Electronic Equipment (WEEE) Final Report. Online verfügbar unter <https://research.tudelft.nl/en/publications/2008-review-of-directive-200296-on-waste-electrical-amp-electroni>.

Huisman, Jaco; Botezatu, Ioana; Herreras, Lucia; Liddane, Mary; Hintsä, Juha; Di Cortemiglia, Vittoria Luda et al. (2015b): Countering WEEE Illegal Trade (CWIT) Summary Report, Market Assessment, Legal Analysis, Crime Analysis and Recommendations Roadmap.

Huisman, Jaco; Wielenga, Kees (2013): (W)EEE Mass balance and market structure in Belgium. United Nations University, Institute for Sustainability and Peace. Delft. Online verfügbar unter https://www.researchgate.net/publication/255709447_WEEE_Mass_balance_and_market_structure_in_Belgium, zuletzt geprüft am 06.09.2021.

Huranova, Dana; Kling, Maximilian; Zotz, Ferdinand (2018): WEEE compliance promotion exercise. Final report. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

IZT, Ökopol (2019): Recycling im Zeitalter der Digitalisierung. Spezifische Recyclingziele für Metalle und Kunststoffe aus Elektro-kleingeräten im ElektroG: Regulatorische Ansätze. Unter Mitarbeit von Volker Handke, Maximilian Hross, Rebecca Bliklen, Dirk Jepsen und Lisa Rödig. Hg. v. NABU - Naturschutzbund Deutschland. Berlin. Online verfügbar unter <https://www.nabu.de/umwelt-und-ressourcen/abfall-und-recycling/kreislaufwirtschaft/26327.html>, zuletzt geprüft am 11.04.2020.

LAGA (2017): „Umsetzung des Elektro-und Elektronikgerätegesetzes“. Anforderungen an die Entsorgung von Elektro- und Elektronikaltgeräten. Hg. v. Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall 31 A (LAGA). Online verfügbar unter https://www.laga-online.de/documents/m-31-a_1517834714.pdf, zuletzt geprüft am 06.09.2021.

Landratsamt Zollernalbkreis (2021): Abfallwirtschaft Zak. Online verfügbar unter <https://lrazak.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=6a5e357c693f499290b707be485759b6>, zuletzt geprüft am 22.06.2021.

Lee, Peter; Sims, Edward; Bertham, Olivia; Symington, Harry; Bell, Nia; Pfaltzgraff, Lucie et al. (2017): Towards a circular economy - waste management in the EU. Study. Brussels: European Parliament.

Löhle, Stephan; Bartnik, Sabine; Ehrenbrink, Mathias; Müller, Mareen (2016): Förderung der Vorbereitung zur Wiederverwendung von Elektro(nik)altgeräten. Hg. v. Naturschutzbund Deutschland (NABU) e.V.

LUBW (2014): Überprüfung von Sammelstellen für Elektro- und Elektronik-Altgeräten in Baden-Württemberg. Hg. v. LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg.

Martín Gómez, Alejandro M.; Aguayo González, Francisco; Marcos Bárcena, Mariano (2018): Smart eco-industrial parks: A circular economy implementation based on industrial metabolism. In: *Resources, Conservation and Recycling* 135, S. 58–69. DOI: 10.1016/j.resconrec.2017.08.007.

Meloni, Marco; Souchet, Francois; Sturges, Darlen (2018): Circular Consumer Electronics: An initial exploration. Hg. v. Ellen MacArthur Foundation. Online verfügbar unter <https://www.ellen-macarthurfoundation.org/publications/circular-consumer-electronics-an-initial-exploration>, zuletzt geprüft am 24.04.2020.

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (Hg.) (2019): Unsere Elektro-Geräte. Wie aus Schätzen Schrott und wieder Schätze werden.

Ministry of Environment; UNEP-DTIE (2009): WEEE/E-Waste business model, zuletzt geprüft am 15.01.2020.

NABU - Naturschutzbund Deutschland (2019): Mehr Umweltschutz mit dem ElektroG. Stellungnahme des NABU zur Novellierung des ElektroG. Berlin. Bax, Verena; Roth, Sascha. Online verfügbar unter https://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/konsumressourcenmuell/190704-nabu_stellungnahme_elektrog.pdf, zuletzt geprüft am 06.09.2021.

Otto, Siegmund; Kibbe, Alexandra; Henn, Laura; Hentschke, Liane; Kaiser, Florian G. (2018): The economy of E-waste collection at the individual level. A practice oriented approach of categorizing determinants of E-waste collection into behavioral costs and motivation. In: *Journal of Cleaner Production* 204, S. 33–40. DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.08.293.

Rhein, Dr. Hans-Bernhard; Meyer, Thomas (2016): Gutachten zu Untersuchung von Sammel-/Übergabestellen der öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger in Schleswig-Holstein zur Erfassung von Elektroaltgeräten. Hg. v. Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein.

Sander, Knut; Schilling, Stephanie (2010): Optimierung der Steuerung und Kontrolle grenzüberschreitender Stoffströme bei Elektroaltgeräten/Elektroschrott. In: *Müll und Abfall* (6). DOI: 10.37307/j.1863-9763.2010.06.06.

Sander, Knut; Wagner, Lukas; Jepsen, Dirk; Zimmermann, Till; Schomerus, Thomas (2019): Gesamtkonzept zum Umgang mit Elektro(alt)geräten – Vorbereitung zur Wiederverwendung. Abschlussbericht. Hg. v. Umweltbundesamt (TEXTE 17/2019). Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/gesamtkonzept-umgang-elektroaltgeraeten>, zuletzt geprüft am 06.09.2021.

Schmiedel, Ute; Löhle, Stephan; Bartnik, Sabine (2018): Verbraucherumfrage zum Entsorgungsverhalten von Elektro(nik)altgeräten. Zwischenbericht: AP 3. Hg. v. Umweltbundesamt (TEXTE 92/2018), zuletzt geprüft am 06.09.2021.

Schomerus, Thomas; Fabian, Matthias; Fouquet, Dörte; Nysten, Jana Viktoria (2014): Juristisches Gutachten über die Förderung der Vorbereitung zur Wiederverwendung von Elektro-Altgeräten im Sinne der zweiten Stufe der Abfallhierarchie. Hg. v. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau (TEXTE 36/2014). Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/juristisches-gutachten-ueber-die-foerderung-der>, zuletzt geprüft am 06.09.2021.

Stadt Halle (Saale) (2021): Schadstoffmobil. Hg. v. Stadtwerke Halle GmbH. Online verfügbar unter <https://hws-halle.de/privatkunden/entsorgung-reinigung/weitere-leistungen/schadstoffmobil>, zuletzt geprüft am 14.02.2021.

Stadt Karlsruhe (o.J.): Elektroschrott entsorgen. Online verfügbar unter <https://web1.karlsruhe.de/service/Buergerdienste/leistung.php?id=6004359>, zuletzt aktualisiert am 06.09.2021.

Stadt Karlsruhe (2021): Mobile Schadstoffsammlung. Online verfügbar unter <https://www.karlsruhe.de/b4/buergerdienste/abfall/dienstleistungen/mobileschadstoffsammlung.de>, zuletzt aktualisiert am 02.02.2021, zuletzt geprüft am 13.02.2021.

Statistisches Bundesamt (21.02.2020): KORREKTUR: 1,7 % mehr recycelte Elektrogeräte im Jahr 2018 gegenüber 2017. Menge recycelter Altgeräte gestiegen, Recyclingquote aber nahezu unverändert. Pressemitteilung Nr. 055. Online verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2020/02/PD20_055_321.html?jsessionid=0F3036FEA84B0F63E7D112CB5B17EA74.internet8731, zuletzt geprüft am 20.05.2020.

Statistisches Bundesamt (Destatis) (Hg.) (2021): Kreisfreie Städte und Landkreise nach Fläche, Bevölkerung und Bevölkerungsdichte. Gebietsstand: 31.12.2020. Online verfügbar unter <https://www.destatis.de/DE/Themen/Laender-Regionen/Regionales/Gemeindeverzeichnis/Administrativ/04-kreise.html>, zuletzt aktualisiert am September 2021, zuletzt geprüft am 22.02.2022.

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2018a): Bevölkerung nach Altersgruppen. Online verfügbar unter <https://www.statistik-bw.de/BevoelkGebiet/Alter/01035410.tab?R=LA>, zuletzt geprüft am 15.09.2020.

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2018b): Bevölkerung, Gebiet und Bevölkerungsdichte. Online verfügbar unter <https://www.statistik-bw.de/BevoelkGebiet/Bevoelkerung/01515020.tab?R=LA>, zuletzt geprüft am 15.09.2020.

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2018c): Kraftfahrzeugbestand in Gemeinden. Online verfügbar unter <https://www.statistik-bw.de/Verkehr/KFZBelastung/10025010.tab?R=GS215100>, zuletzt geprüft am 15.09.2020.

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (Hg.) (2021a): Bevölkerung nach Altersgruppen. Datenquelle: Bevölkerungsfortschreibung. Basis Zensus 2011. Online verfügbar unter <https://www.statistik-bw.de/BevoelkGebiet/Alter/01035410.tab?R=KR215>, zuletzt geprüft am 22.02.2022.

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (Hg.) (2021b): Bevölkerung nach Altersgruppen. Bevölkerung insgesamt seit 1961 nach 6 Altersgruppen. Landkreis Zollernalbkreis. Datenquelle: Bevölkerungsfortschreibung. Online verfügbar unter <https://www.statistik-bw.de/BevoelkGebiet/Alter/01035410.tab?R=KR417>, zuletzt geprüft am 24.02.2022.

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (Hg.) (2021c): Kraftfahrzeugbestand in Kreisen. Bestand an Kraftfahrzeugen in den Kreisen seit 1976 nach Fahrzeugart. Landkreis Karlsruhe. Datenquelle: Kraftfahrt-Bundesamt, Flensburg. Online verfügbar unter <https://www.statistik-bw.de/Verkehr/KFZBelastung/10023020.tab?R=KR215>, zuletzt geprüft am 24.02.2022.

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (Hg.) (2021d): Kraftfahrzeugbestand in Kreisen. Bestand an Kraftfahrzeugen in den Kreisen seit 1976 nach Fahrzeugart. Landkreis Zollernalbkreis. Datenquelle: Kraftfahrt-Bundesamt, Flensburg. Online verfügbar unter <https://www.statistik-bw.de/Verkehr/KFZBelastung/10023020.tab?R=KR417>, zuletzt geprüft am 24.02.2022.

Stiftung Elektro-Altgeräte Register (EAR) (2020): Wie tickt E-Schrott-Deutschland? Einblicke und aktueller Wissensstand. Nürnberg. Online verfügbar unter <https://www.stiftung-ear.de/fileadmin/Dokumente/E-Paper-E-Schrott.pdf>, zuletzt geprüft am 13.02.2021.

Stiftung Elektro-Altgeräte-Register (EAR) (2019): Start der bundesweiten Awareness-Kampagne. Online verfügbar unter <https://www.stiftung-ear.de/de/startseite/sammlung-news-startseite/start-der-bundesweiten-awareness-kampagne>, zuletzt geprüft am 20.05.2020.

Thi Thu Nguyen, Hong; Hung, Rern-Jay; Lee, Chun-Hung; Thi Thu Nguyen, Hang (2019): Determinants of Residents' E-Waste Recycling Behavioral Intention: A Case Study from Vietnam. In: *Sustainability* 11 (1), S. 164. DOI: 10.3390/su11010164.

Umweltbundesamt (2018): Elektro- und Elektronikgerätegesetz. Internetdokument. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/themen/abfall-ressourcen/produktverantwortung-in-der-abfallwirtschaft/elektroaltgeraete/elektro-elektronikgeraetegesetz>, zuletzt aktualisiert am 01.08.2018, zuletzt geprüft am 20.05.2020.

Umweltbundesamt (2019): Abfallrecht. Umweltbundesamt. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/themen/abfall-ressourcen/abfallwirtschaft/abfallrecht>.

Umweltbundesamt (13.07.2020): Elektroschrott: Deutschland verfehlt EU-Sammelquote von 45 Prozent knapp. Rückgabe für Verbraucher nicht attraktiv genug – engeres Netz an Sammelstellen und mehr Werbung nötig. Felix Poetschke. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/elektroschrott-deutschland-verfehlt-eu-sammelquote>, zuletzt geprüft am 28.07.2020.

Umweltbundesamt (2020): Nicht ElektroG-konforme Erfassung von Elektroaltgeräten. Online-Workshop im Rahmen des Forschungsvorhabens des Umweltbundesamtes "Evaluierung der

Sammlung und Rücknahme von Elektro-Altgeräten zur Ableitung eines möglichen Handlungsbedürfnisses hinsichtlich der Quantität der Erfassung". Unter Mitarbeit von INTECUS GmbH Abfallwirtschaft und umweltintegratives Management und Umweltbundesamt, 15.10.2020.

Umweltbundesamt (2021): Elektro- und Elektronikaltgeräte. In Verkehr gebrachte Mengen, Sammelmengen und -quoten bei Elektroaltgeräten (Grafik). Grafik basierend auf Daten des BMUV. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/daten/ressourcen-abfall/verwertung-entsorgung-ausgewaehlter-abfallarten/elektro-elektronikaltgeraete#sammlung-und-verwertung-von-elektro-und-elektronikaltgeraeten-drei-kennzahlen-zahlen>, zuletzt geprüft am 17.01.2022.

Unger, Nicole; Beigl, Peter; Salhofer, Stefan (2017): Elektrokleingeräte – Von der Sammlung zur Sekundärressource. In: *Österr Wasser- und Abfallw* 69 (11-12), S. 428–436. DOI: 10.1007/s00506-017-0425-9.

Wang, Wenhua; Tian, Yihui; Zhu, Qinghua; Zhong, Yongguang (2017): Barriers for household e-waste collection in China: Perspectives from formal collecting enterprises in Liaoning Province. In: *Journal of Cleaner Production* 153, S. 299–308. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.03.202.

Wang, Zhaohua; Guo, Dongxue; Wang, Xiaomeng (2016): Determinants of residents' e-waste recycling behaviour intentions: Evidence from China. In: *Journal of Cleaner Production* 137, S. 850–860. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.07.155.

Wilke, Claus (2020): Datenvisualisierung - Grundlagen und Praxis. Wie Sie aussagekräftige Diagramme und Grafiken gestalten. 1. Auflage. Heidelberg: O'REILLY.

Wilts, Henning; Lucas, Rainer; Gries, Nadja von; Zirngiebl, Marthe (2014): Recycling in Deutschland – Status quo, Potenziale, Hemmnisse und Lösungsansätze. Studie im Auftrag der KfW Bankengruppe. Hg. v. Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH. Wuppertal. Online verfügbar unter <https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-Studien-und-Materialien/SuM-Recycling-in-Deutschland-Wuppertal-Institut-Januar-2015.pdf>.

ZVEI (2020): Verbändevorschläge für eine zukunftssichere Entsorgung von Elektro- und Elektronikaltgeräten in Deutschland. Hg. v. Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V. (ZVEI). Online verfügbar unter https://www.zvei.org/fileadmin/user_upload/Presse_und_Medien/Publikationen/2020/April/ElektroG_Vorschlaege_Verbaende/ElektroG-Vorschlaege-Verbaende-final.pdf, zuletzt geprüft am 06.09.2021.

ZVEI (2021a): Absatz von Geschirrspülmaschinen in Deutschland in den Jahren 2014 bis 2021 (in 1.000 Stück). [Graph]. Hg. v. Statista. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/556858/umfrage/absatz-von-geschirrspuelmaschinen-in-deutschland/>, zuletzt geprüft am 23.12.2021.

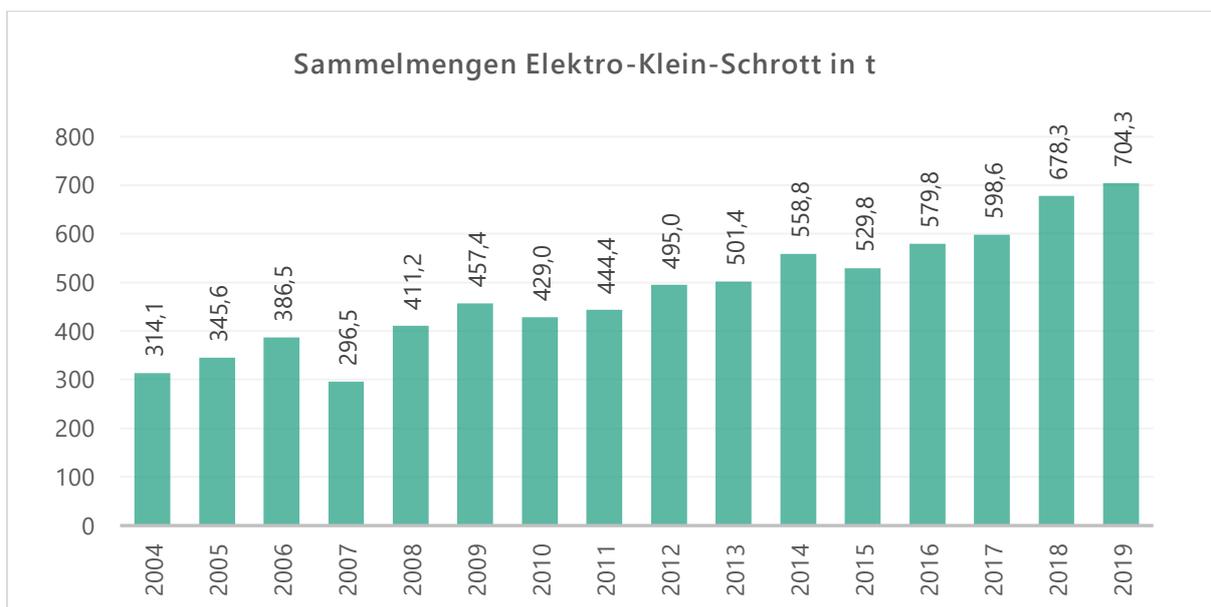
ZVEI (2021b): Absatz von Waschmaschinen in Deutschland in den Jahren 2014 bis 2020 (in 1.000 Stück). [Graph]. Hg. v. Statista. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/556824/umfrage/absatz-von-waschmaschinen-in-deutschland/>, zuletzt geprüft am 23.12.2021.

A.1 Anhang

A.1.1 Anhang A zu AP 3

Abbildung 45: Kategorie Elektro-Kleinschrott: Übersicht über die Gesamtabgabemengen pro Jahr

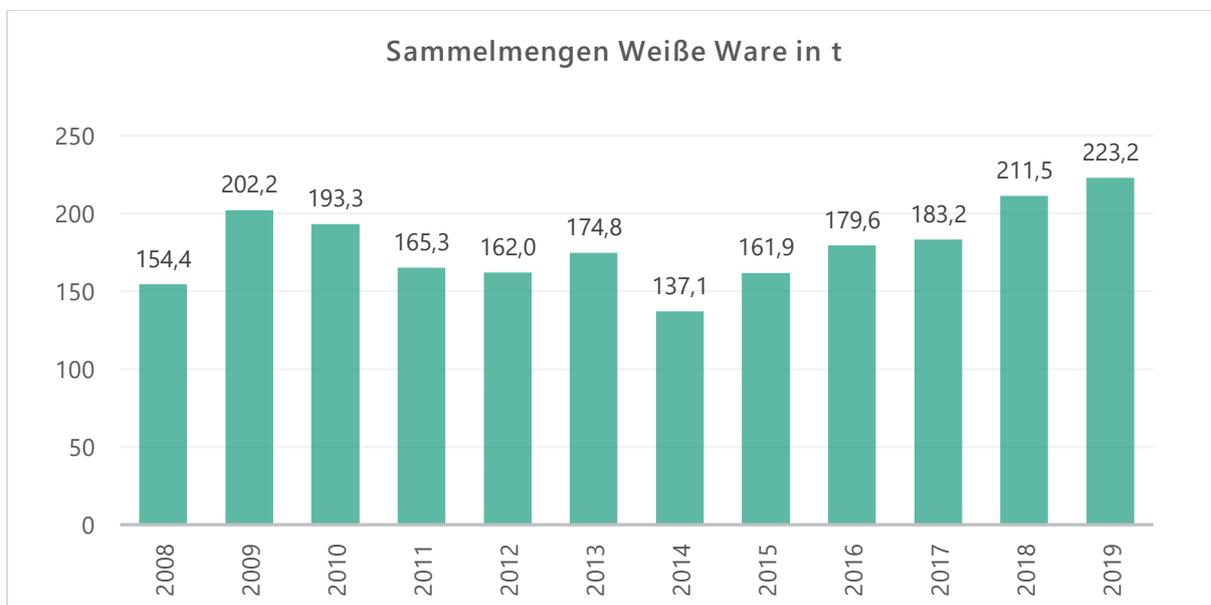
Angaben in Tonnen



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 46: Kategorie Weiße Ware: Übersicht über die Gesamtabgabemengen pro Jahr

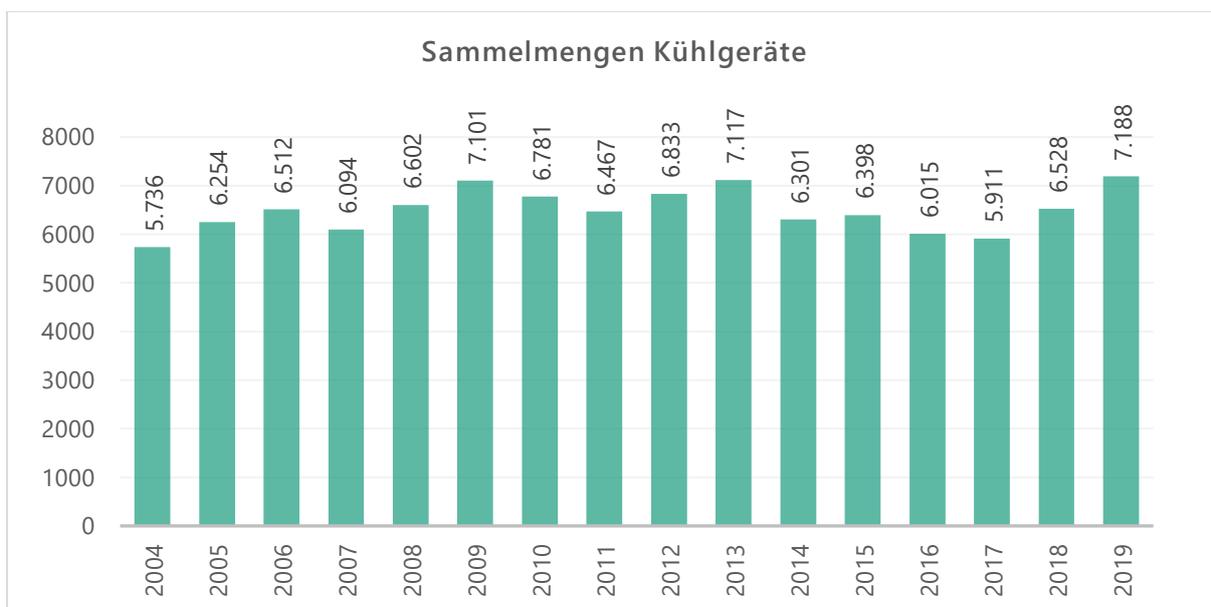
Angaben in Tonnen



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 47: Kategorie Kühlgeräte: Übersicht über die Gesamtabgabemengen pro Jahr

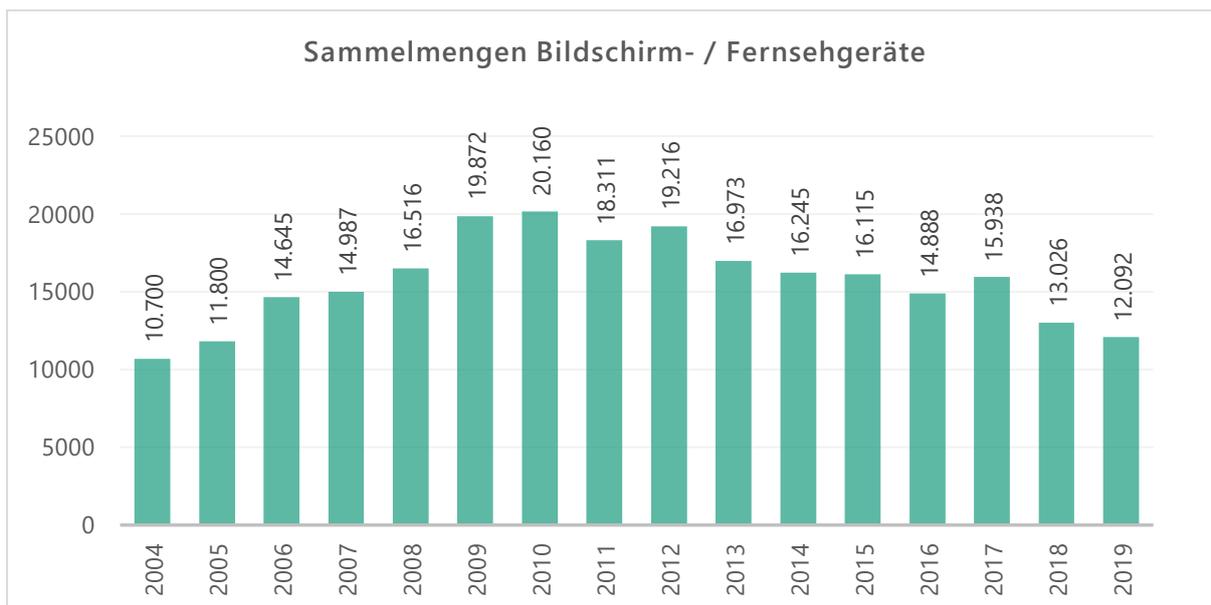
Angaben in Stückzahl



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 48: Kategorie Bildschirme: Übersicht über die Gesamtabgabemengen pro Jahr

Angaben in Stückzahl



Quelle: Eigene Darstellung

A.1.2 Anhang B zu AP 5

Interviewfragebögen

Die Interviewfragebögen wurden je nach Vorinformation über die Firma oder Firmenuntergruppe angepasst, sodass es je Interviewgruppe mehrere Fragebögen gibt. Hier werden nicht die gesamten Fragebögen (inklusive Vorstellungs-, Themen- / Begriffserklärungs- und Schlussteil) wiedergegeben, sondern lediglich die zentralen Fragen, die den Interviewpartnern bzw. den Befragten gestellt wurden. Zudem wurden im Folgenden Firmen-, Behördennamen sowie geographische Abgrenzungen durch "Firma X", "Behörde" sowie "Zuständigkeitsbereich" ersetzt.

A.1.2.1 Fragebögen für die Interviewgruppe 1

Variante 1

(a) "Erhalten Sie von Ihren Kunden große ElektroALTgeräte, die entsorgt werden müssen?"

Wenn die Antwort "Nein." lautet:

(b1) "Könnten Sie uns sagen, wieso Sie solche Geräte nicht annehmen? Zum Beispiel: Sind die Geräte zu sperrig? Lohnt es sich für Sie nicht (nur Kosten für die Entsorgung; kein Profit)? Sind Ihnen die gesetzlichen Regularien zu komplex / störend? Gibt es andere Gründe?"

Wenn die Antwort "Ja." lautet:

(b2) "Könnten Sie grob abschätzen, wie viele Geräte pro Jahr das wären (d. h. große Elektroaltgeräte, die Sie für die Kunden entsorgen): Weniger als 10, weniger als 50, weniger als 100, weniger als 500, weniger als 1000, oder mehr als 1000?"

(c) "Nun zu den Kunden, von denen Sie die großen Elektroaltgeräte erhalten: Sind das hauptsächlich private Haushalte, hauptsächlich Unternehmen (gewerbliche Kunden), hauptsächlich Behörden oder Kunden aus allen diesen Kategorien?"

(d) "Was passiert mit den großen Elektroaltgeräten, die Sie von Kunden bekommen und die entsorgt werden müssen? Insbesondere: Werden sie von Ihnen intern behandelt (zergliedert) oder gehen sie an andere Unternehmen zur Weiterbehandlung?"

Falls die Altgeräte an andere Unternehmen abgegeben werden:

"Könnten Sie uns sagen, an welches Unternehmen die Geräte gehen (damit wir es auch für ein Interview kontaktieren können)?"

(e) "Eine Frage zur statistischen Erfassung der Geräte: Melden Sie die Anzahl der großen Elektroaltgeräte, die Sie von Kunden zurücknehmen, an die Stiftung Elektro-Altgeräte Register (EAR) oder an irgendwelche Behörden (Landratsamt o. ä.)?"

Falls die Antwort "Nein." lautet: Ende des Interviews.

Falls Antwort "Ja." lautet:

(f) "Könnten Sie sich vorstellen, dass es Versäumnisse bei dieser Meldung gibt? Das z. B. einige große Altgeräte nicht gemeldet werden aufgrund von zu komplexen Meldeprozeduren, schlechten gesetzlichen Vorgaben oder aus anderen Gründen?"

Falls die Antwort "Nein." lautet: Ende des Interviews.

Falls die Antwort "Ja." lautet:

Anhang

(g) "Schätzen Sie, dass das viele Geräte sind (d. h. Geräte, die nicht an die Stiftung EAR oder an die Behörden gemeldet werden)?"

(h) "Könnten Sie einschätzen, was der wichtigste Grund dafür ist, dass diese Geräte nicht gemeldet werden? Etwa komplexe Meldeprozeduren, schlechte gesetzliche Vorgaben, andere Gründe...?"

Variante 2

(a) Laut unseren Informationen liefert Ihre Firma große Elektroneugeräte aus bzw. montiert oder installiert diese. Oft möchten die Haushalte oder Unternehmen, die ein Neugerät kaufen, gleich ihr benutztes Altgerät, das sie nicht mehr brauchen, loswerden bzw. entsorgen. Nimmt in diesen Fällen ihre Firma solche Altgeräte mit?

Falls das nicht der Fall ist:

(b) Könnten Sie uns sagen, wieso nicht? Ist es etwa nicht lohnenswert, zu aufwändig...?

Falls ja, hätten wir noch folgende Fragen:

(c) Wie oft passiert es, dass Ihre Firma große Elektroaltgeräte mitnimmt: Wird bei der Montage eines Neugeräts meistens das entsprechende Altgerät mitgenommen, oder ist die Mitnahme von Altgeräten eher eine Seltenheit?

(d) "Was passiert mit den großen Elektroaltgeräten, nachdem sie Ihre Firma abgenommen hat?"

- Behandelt Ihre Firma die Geräte selbst (zerlegt / recycelt sie)?
- Entsorgt sie (Ihre Firma) die Geräte bei den öffentlich-rechtlichen Entsorgungsunternehmen (z. B. Wertstoffhöfen)?
- Exportiert sie (Ihre Firma) die Elektroaltgeräte ins Ausland?
- Gibt sie (Ihre Firma) die Elektroaltgeräte an die Hersteller / Produzenten zurück?
- Führt sie (Ihre Firma) die Geräte in den Gebrauchtwarenhandel ab?
- Oder macht sie (Ihre Firma) etwas Anderes mit den Geräten? (Wenn ja, könnten Sie uns sagen was?)"

(e) Eingesammelte Elektroaltgeräte müssen früher oder später an die Stiftung Elektro-Altgeräte Register (Stiftung EAR) gemeldet werden. Meldet Ihre Firma die eingesammelten Elektroaltgeräte bei der Stiftung EAR oder macht das jemand anders?

(f) Falls Sie die Geräte selbst melden, gibt es irgendwelche rechtlichen Vorschriften, Regeln oder sonstige "Probleme", die Ihnen die Meldung der Geräte erschweren oder eventuell dafür sorgen, dass nicht alle Geräte gemeldet werden? Wenn ja, könnten Sie kurz erläutern, welche Vorschriften / Probleme das sind?

Variante 3

A) Abgabe der großen Elektroaltgeräte

Zunächst geht es um die Frage, wie die großen Elektroaltgeräte vom Kunden abgegeben werden.

1) Welche von den folgenden Möglichkeiten hat ein Kunde sein großes Elektroaltgerät über Firma X abzugeben bzw. zu entsorgen, nachdem er ein ähnliches Neugerät in einer Firma-X-Filiale gekauft hat?

a) Kunde liefert das große Elektroaltgerät selbst in der Filiale an und gibt es dort ab.

Anhang

- b) Kunde liefert das große Elektroaltgerät selbst an einer (von Firma X beauftragten) Abnahmestelle in der Nähe der Filiale an und gibt es dort ab.
- c) Der Kunde versendet das große Elektroaltgerät (kostenfrei) per Post / Paketversand an Firma X.
- d) Der Kunde lässt sich das große Elektroaltgerät von Zuhause (kostenfrei) von Firma X oder deren Dienstleistern abholen.
- e) Der Kunde lässt sich das Neugerät nach Hause ausliefern und dabei das große Elektroaltgerät gleichzeitig und kostenfrei mitnehmen.

Antwort: a / b / c / d / e. (Bitte Nichtzutreffendes löschen.)

- 2) Hat der Kunde neben den unter (1) genannten noch weitere Möglichkeiten das große Elektroaltgerät über Firma X zu entsorgen? Wenn ja, welche?

Antwort: Ja / Nein. (Bitte Nichtzutreffendes löschen.) Falls die Antwort "Ja" lautet, bitte Entsorgungswege kurz nennen.

- 3) Welche von den oben unter (1) und (2) genannten Möglichkeiten werden am meisten genutzt?

Antwort: (a) / (b) / (c) / (d) / (e) / die unter (2) genannten. (Bitte Nichtzutreffendes löschen.)

- 4) Wird bei den obigen unter (1) genannten Entsorgungsmöglichkeiten (d) und (e) das große Elektroaltgerät von den Servicemitarbeitern aus der Wohnung rausgetragen, oder muss der Haushalt das Gerät selbst auf die Straße befördern?

Antwort: Gerät wird von Servicemitarbeitern rausgetragen bei (d) / (e) / Haushalt muss das Gerät selbst rastragen bei (d) / (e). (Bitte Nichtzutreffendes löschen.)

- 5) Beauftragt Firma X auch externe Firmen mit der Abnahme der großen Elektroaltgeräte von den Haushalten? Wenn ja, bei welchen der unter (1) genannten Entsorgungswege (b), (d) und (e) trifft das zu?

Antwort: Nein, Firma X nimmt grundsätzlich die Geräte selbst ab. / Ja, externe Firmen werden mit der Umsetzung des Entsorgungswegs (b) / (d) / (e) beauftragt. (Bitte Nichtzutreffendes löschen.)

B) Weiterbehandlung der großen Elektroaltgeräte nach der Abnahme

- 6) Was passiert mit den großen Elektroaltgeräten nachdem sie der Kunde bei Firma X (oder deren Beauftragten) abgegeben hat? Welche von den folgenden Weiterbehandlungsmöglichkeiten werden von Firma X genutzt:

- i) Die großen Elektroaltgeräte werden an die Hersteller zurückgegeben (oder an deren Bevollmächtigte / Beauftragte)?
- ii) Die großen Elektroaltgeräte werden bei den öffentlich-rechtlichen Entsorgungsunternehmen (Wertstoffhöfen o. ä.) abgeliefert.
- iii) Die großen Elektroaltgeräte werden von Firma X selbst behandelt (zerlegt, recycelt o. ä.).
- iv) Die großen Elektroaltgeräte werden der Wiederverwendung zugeführt (Gebrauchtwarenhandel).
- v) Die großen Elektroaltgeräte werden ins Ausland exportiert?

Antwort: (i) / (ii) / (iii) / (iv) / (v). (Bitte Nichtzutreffendes löschen.)

Anhang

- 7) Nutzt Firma X neben den unter (6) genannten Weiterbehandlungsmöglichkeiten auch andere Weiterbehandlungsmöglichkeiten? Wenn ja, welche?

Antwort: Ja / Nein. (Bitte Nichtzutreffendes löschen.) Falls die Antwort "Ja" lautet, bitte die "anderen" Weiterbehandlungsmöglichkeiten nennen.

- 8) Welche von den unter (6) und (7) genannten Weiterbehandlungsmöglichkeiten werden von Firma X am meisten genutzt?

Antwort: (i) / (ii) / (iii) / (iv) / (v) / die unter (7) genannten. (Bitte Nichtzutreffendes löschen.)

- 9) Ist es Ihnen bekannt, dass die eingesammelten Geräte von Dritten entwendet werden (Diebstahl der von Firma X eingesammelten großen Elektroaltgeräte)? Wenn ja, ist das Ausmaß dieses Diebstahls groß? (Kommt es oft vor? Werden jeweils viele Geräte entwendet?)

Antwort: Ja / Nein. (Bitte Nichtzutreffendes löschen.) Falls die Antwort "Ja" lautet, bitte kurze Angabe zum Ausmaß des Diebstahls: Eher ein kleiner Teil der gesammelten Geräte wird entwendet. / Ein signifikanter Teil der gesammelten Geräte wird entwendet. (Bitte Nichtzutreffendes löschen.)

C) Meldung bei der Stiftung EAR: Eingesammelte Elektroaltgeräte sollen früher oder später an die Stiftung Elektro-Altgeräte Register (Stiftung EAR) gemeldet werden.

- 10) Wie sieht der Meldeprozess aus: Melden die einzelnen Filialen / Rücknahmestellen, die die Geräte vom Kunden direkt zurücknehmen, die eingesammelten Gerätemengen an die Firma X-Zentrale und diese rechnet die Mengen zusammen, oder werden die Geräte in zentralen Lagern gesammelt und anschließend gewogen / erfasst und pauschal (einmal im Jahr) an die Stiftung EAR gemeldet?

Antwort: Einzelne Filialen / Rücknahmestellen melden die eingesammelten Geräte an die Zentrale. / Geräte werden zentral gesammelt und dann gewogen bzw. gemeldet. / Andere Vorgehensweise bei der Erfassung. / Meldung findet statt und zwar: ... (Bitte Nichtzutreffendes löschen.)

- 11) Gibt es rechtliche Vorschriften, Regeln oder "sonstige Probleme", die Ihnen die Meldung der Geräte erschweren oder eventuell dafür sorgen, dass nicht alle Geräte gemeldet werden? Wenn ja, könnten Sie kurz erläutern, welche Vorschriften / Probleme das sind.

Antwort: Ja / Nein. (Bitte Nichtzutreffendes löschen.) Falls die Antwort "Ja" lautet, bitte kurz erläutern, welche Vorschriften / Probleme die Meldung erschweren und wie / wieso.

Variante 4

A) Abgabe der großen Elektroaltgeräte

Zunächst geht es um die Frage, wie die großen Elektroaltgeräte vom Kunden abgegeben werden.

- 1) Welche von den folgenden Möglichkeiten hat ein Kunde sein großes Elektroaltgerät über Firma X abzugeben bzw. zu entsorgen, nachdem er ein ähnliches Neugerät bei Firma X gekauft hat?
- Kunde liefert das große Elektroaltgerät selbst an einer (von Firma X beauftragten) Abnahmestelle für Altgeräte an und gibt es dort ab.
 - Der Kunde versendet das große Elektroaltgerät (kostenfrei) per Post / Paketversand an Firma X (oder an einen für die Rücknahme von Firma X Beauftragten).
 - Der Kunde lässt sich das große Elektroaltgerät von Zuhause (kostenfrei) von Firma X oder von Dienstleistern / Beauftragten der Firma X abholen.

Anhang

Antwort: (a) / (b) / (c). (Bitte Nichtzutreffendes löschen.)

- 2) Hat der Kunde neben den unter (1) genannten noch weitere Möglichkeiten das große Elektroaltgerät über Firma X (oder die von Firma X beauftragten) zu entsorgen? Wenn ja, welche?

Antwort: Ja / Nein. (Bitte Nichtzutreffendes löschen.) Falls die Antwort "Ja" lautet, bitte Entsorgungswege kurz nennen.

- 3) Welche von den oben unter (1) und (2) genannten Möglichkeiten werden am meisten genutzt?

Antwort: (a) / (b) / (c) / die unter (2) genannten. (Bitte Nichtzutreffendes löschen.)

- 4) Wird das große Elektroaltgerät von den Servicemitarbeitern aus der Wohnung rausgetragen, wenn sich der Kunde das große Elektroaltgerät von Zuhause (kostenfrei) von Firma X oder von den Dienstleistern / Beauftragten der Firma X abholen lässt?

Antwort: Ja, Gerät wird von Servicemitarbeitern rausgetragen. / Nein, Haushalt muss das Gerät selbst raustragen. (Bitte Nichtzutreffendes löschen.)

- 5) Beauftragt Firma X auch externe Firmen mit der Abnahme der großen Elektroaltgeräte von den Haushalten? Wenn ja, bei welchen der unter (1) genannten Entsorgungswegen (a) und (c) trifft das zu?

Antwort: Nein, Firma X nimmt grundsätzlich die Geräte selbst ab. / Ja, externe Firmen werden mit der Umsetzung des Entsorgungswegs (a) / (c) beauftragt. (Bitte Nichtzutreffendes löschen.)

B) Weiterbehandlung der großen Elektroaltgeräte nach der Abnahme

- 6) Was passiert mit den großen Elektroaltgeräten, nachdem sie der Kunde bei Firma X (oder den von Firma X beauftragten) abgegeben hat? Welche von den folgenden Weiterbehandlungsmöglichkeiten werden von Firma X genutzt:

- i) Die großen Elektroaltgeräte werden an die Hersteller zurückgegeben (oder an deren Bevollmächtigte / Beauftragte)?
- ii) Die großen Elektroaltgeräte werden bei den öffentlich-rechtlichen Entsorgungsunternehmen (Wertstoffhöfen o. ä.) abgeliefert.
- iii) Die großen Elektroaltgeräte werden von Firma X selbst behandelt (zerlegt, recycelt o. ä.).
- iv) Die großen Elektroaltgeräte werden der Wiederverwendung zugeführt (Gebrauchtwarenhandel).
- v) Die großen Elektroaltgeräte werden ins Ausland exportiert?

Antwort: (i) / (ii) / (iii) / (iv) / (v). (Bitte Nichtzutreffendes löschen.)

- 7) Nutzt Firma X neben den unter (6) genannten Weiterbehandlungsmöglichkeiten auch andere Weiterbehandlungsmöglichkeiten? Wenn ja, welche?

Antwort: Ja / Nein. (Bitte Nichtzutreffendes löschen.) Falls die Antwort "Ja" lautet, bitte die "anderen" Weiterbehandlungsmöglichkeiten nennen.

- 8) Welche von den unter (6) und (7) genannten Weiterbehandlungsmöglichkeiten werden von Firma X am meisten genutzt?

Antwort: (i) / (ii) / (iii) / (iv) / (v) / die unter (7) genannten. (Bitte Nichtzutreffendes löschen.)

- 9) Ist es Ihnen bekannt, dass die von Firma X oder von den Beauftragten der Firma X eingesammelten Geräte von Dritten entwendet werden (Diebstahl der eingesammelten großen Elektroaltgeräte)? Wenn ja, ist das Ausmaß dieses Diebstahls groß? (Kommt es oft vor? Werden jeweils viele Geräte entwendet?)

Anhang

Antwort: Ja / Nein. (Bitte Nichtzutreffendes löschen.) Falls die Antwort "Ja" lautet, bitte kurze Angabe zum Ausmaß des Diebstahls: Eher ein kleiner Teil der gesammelten Geräte wird entwendet. / Ein signifikanter Teil der gesammelten Geräte wird entwendet. (Bitte Nichtzutreffendes löschen.)

- 10) Wie sieht der Meldeprozess aus: Hat Firma X eigene "Lagerstätten", an denen Firma X die zurückgenommenen großen Elektroaltgeräte sammelt, wiegt und so die Sammelmenge für die Meldung an EAR ermittelt oder werden die eingesammelten Geräte von Dienstleistern (z. B. Auslieferern / Monteuren) an Firma X gemeldet und Firma X rechnet die so angegebenen Mengen zusammen?

Antwort: Firma X sammelt die Geräte in zentralen Lagerstätten und wiegt / ermittelt sie. / Die gesammelten Mengen werden eher dezentral von mit Sammlung Beauftragten erfasst. / Die Vorgehensweise bei der Bestimmung / Meldung der gesammelten Mengen ist vollkommen anders und zwar: ... (Bitte Nichtzutreffendes löschen und gegebenenfalls Vorgehensweise beschreiben.)

- 11) Gibt es rechtliche Vorschriften, Regeln oder "praktische Probleme", die der Firma X die Meldung der Geräte erschweren oder eventuell dafür sorgen, dass nicht alle Geräte gemeldet werden? Wenn ja, könnten Sie kurz erläutern, welche Vorschriften / Probleme das sind.

Antwort: Ja / Nein. (Bitte Nichtzutreffendes löschen.) Falls die Antwort "Ja" lautet, bitte kurz erläutern, welche Vorschriften / Probleme die Meldung erschweren und wie / wieso.

A.1.2.2 Fragebögen für Interviewgruppe 2

Variante 1

(a) "Erhalten Sie von Ihren Kunden oder Zulieferern auch große Elektroaltgeräte, die entsorgt werden müssen (weil es sich z. B. nicht mehr lohnt die Geräte zu reparieren oder als Gebrauchtware weiterzuverkaufen)?"

Wenn die Antwort "Nein." lautet:

(b1) "Könnten Sie uns sagen, wieso Sie solche Geräte nicht annehmen? Zum Beispiel: Sind die Geräte zu sperrig? Lohnt es sich für Sie nicht (nur Kosten für die Entsorgung; kein Profit)? Sind Ihnen die gesetzlichen Regularien zu komplex / störend? Gibt es andere Gründe?"

Wenn die Antwort "Ja." lautet:

(b2) "Könnten Sie grob abschätzen, wie viele Geräte pro Jahr wären das (d. h. große Elektroaltgeräte, die Sie entsorgen müssen): Weniger als 10, weniger als 50, weniger als 100, weniger als 500, weniger als 1000, oder mehr als 1000?" [Wenn Sie stattdessen kg- / Tonnen-Angaben machen möchten, ist es auch in Ordnung.]

(c) "Nun zu den Kunden / Zulieferern, von denen Sie die zu entsorgenden großen Elektroaltgeräte erhalten: Sind das hauptsächlich private Haushalte, hauptsächlich Unternehmen (gewerbliche Kunden), hauptsächlich Behörden oder Kunden aus allen diesen Kategorien?"

(d) "Was passiert mit den großen Elektroaltgeräten, die Sie bekommen und die entsorgt werden müssen? Insbesondere: An wen geben Sie diese Geräte ab: An kommunale Sammelstellen bzw. Wertstoffhöfe für große Elektrogeräte? An private Entsorgungsunternehmen (z. B. Schrotthändler, private Recycling-Unternehmen, ...)? Gehen die Geräte ins Ausland?"

Anhang

(e) "Eine Frage zur statistischen Erfassung der Geräte: Melden Sie die Anzahl der zu entsorgenden großen Elektroaltgeräte, die Sie von Kunden / Zulieferern bekommen, an die Stiftung Elektro-Altgeräte Register (EAR) oder an irgendwelche Behörden (Landratsamt o. ä.)?"

Wenn "Ja.": "An wen melden Sie die Geräte?"

(f) "Eine letzte Frage: Wären Sie eventuell zu einem späteren Zeitpunkt für ein ausführlicheres Interview (wieder anonym) bereit?"

Variante 2

(a) "Laut unseren Informationen liefert Ihre Firma große Elektroneugeräte aus bzw. montiert oder installiert diese. Oft möchten die Haushalte oder Unternehmen, die ein Neugerät kaufen, gleich ihr benutztes Altgerät, das sie nicht mehr brauchen, loswerden bzw. entsorgen. Nimmt in diesen Fällen Ihre Firma solche Altgeräte mit? (D. h. nimmt sie große Elektroaltgeräte von den Kunden ab?)"

Wenn die Antwort "Nein" lautet:

"Könnten Sie uns sagen, wieso nicht? Ist es etwa nicht lohnenswert, zu aufwändig? ..."

Wenn die Antwort "Ja" lautet:

(b) "Wie oft passiert es, dass Ihre Firma große Elektroaltgeräte mitnimmt: Wird bei der Montage eines Neugeräts meistens das entsprechende Altgerät mitgenommen, oder ist die Mitnahme von Altgeräten eher eine Seltenheit?"

(c) "Was passiert mit den großen Elektroaltgeräten, nachdem sie Ihre Firma abgenommen hat?"

- Behandelt Ihre Firma die Geräte selbst (zerlegt / recycelt sie)?
- Entsorgt sie (Ihre Firma) die Geräte bei den öffentlich-rechtlichen Entsorgungsunternehmen (z. B. Wertstoffhöfen)?
- Exportiert sie (Ihre Firma) die Elektroaltgeräte ins Ausland?
- Gibt sie (Ihre Firma) die Elektroaltgeräte an die Hersteller / Produzenten zurück?
- Führt sie (Ihre Firma) die Geräte in den Gebrauchtwarenhandel ab?
- Oder macht sie (Ihre Firma) etwas Anderes mit den Geräten? (Wenn ja, könnten Sie uns sagen was?)"

(d) "Eingesammelte Elektroaltgeräte müssen früher oder später an die Stiftung Elektro-Altgeräte Register (Stiftung EAR) gemeldet werden. Meldet Ihre Firma die eingesammelten Elektroaltgeräte bei der Stiftung EAR (oder macht das vermutlich jemand anders)?"

Wenn die Antwort "Ja" lautet (d. h. die Firma meldet die Geräte selbst):

"Gibt es irgendwelche rechtlichen Vorschriften, Regeln oder sonstige "Probleme", die Ihnen die Meldung der Geräte erschweren oder eventuell dafür sorgen, dass nicht alle Geräte gemeldet werden? Wenn ja, könnten Sie kurz erläutern, welche Vorschriften / Probleme das sind."

Variante 3

(a) "Erhalten Sie von Ihren Kunden oder Zulieferern auch große Elektroaltgeräte, die entsorgt werden müssen? Könnte es sein z. B., dass sich solche Geräte unabsichtlich in großen Ladungen von Schrott / Abfall befinden, weil der Kunde nicht richtig sortiert hat o. ä.?"

Wenn die Antwort "Nein." lautet: Interviewende.

Wenn die Antwort "Ja." lautet:

Anhang

(b2) "Könnten Sie grob abschätzen, wie viele Geräte pro Jahr das wären (d. h. große Elektroaltgeräte, die Sie entsorgen müssen): Weniger als 10, weniger als 50, weniger als 100, weniger als 500, weniger als 1000, oder mehr als 1000?" [Wenn Sie stattdessen kg- / Tonnen-Angaben machen möchten, ist es auch in Ordnung.]

(c) "Nun zu den Kunden / Zulieferern, von denen Sie die zu entsorgenden großen Elektroaltgeräte erhalten: Sind das hauptsächlich private Haushalte, hauptsächlich Unternehmen (gewerbliche Kunden), hauptsächlich Behörden oder Kunden aus allen diesen Kategorien?"

(d) "Was passiert mit den großen Elektroaltgeräten, die Sie bekommen und die entsorgt werden müssen? Insbesondere: Behandeln Sie die Geräte selbst (zerlegen sie) oder geben Sie die Geräte an andere Unternehmen ab?"

Wenn die Geräte an andere Unternehmen abgegeben werden:

(e) "An wen geben Sie die Geräte ab? An kommunale Sammelstellen bzw. Wertstoffhöfe für große Elektrogeräte? An private Entsorgungsunternehmen (z. B. private Recycling-Unternehmen, ...)? Gehen die Geräte ins Ausland?"

(f) "Eine Frage zur statistischen Erfassung der Geräte: Melden Sie die Anzahl der zu entsorgenden großen Elektroaltgeräte, die Sie von Kunden / Zulieferern bekommen, an die Stiftung Elektro-Altgeräte Register (EAR) oder an irgendwelche Behörden (Landratsamt o. ä.)?"

Wenn "Ja.":

(g) "An wen melden Sie die Geräte?"

A.1.2.3 Fragebögen für Interviewgruppe 3

Variante 1

- a) "Können Sie abschätzen, wie oft es pro Jahr vorkommt, dass illegal abgestellte große Elektroaltgeräte zur Anzeige gebracht werden oder von Ihren Mitarbeitern entdeckt werden?" Weniger als 10, weniger als 50, weniger als 100, weniger als 500, weniger als 1000, oder mehr als 1000 Mal?"
- b) "Können Sie abschätzen, ob an den Fundstellen, die angezeigt oder von Ihren Mitarbeitern entdeckt werden, eher wenige oder eher viele große Elektroaltgeräte vorgefunden werden? Sind es durchschnittlich weniger als 3, weniger als 5, weniger als 10, weniger als 20 oder mehr als 20 Geräte pro Fundstelle?"
- c) "Was passiert mit den großen Elektroaltgeräten nach der Anzeige oder nach dem Auffinden? Insbesondere: Wer wird mit der Entsorgung / Abholung der Geräte beauftragt? Sind es kommunale Sammelstellen / Wertstoffhöfe, die Sperrmüllsammlung oder private Unternehmen / Entsorger?"
- d) "Eine letzte Frage zur statistischen Erfassung: Wird die Anzahl der bei Ihnen angezeigten oder von Ihren Mitarbeitern aufgefundenen großen Elektroaltgeräte von Ihrer Behörde irgendwie erfasst an oder andere Behörden weitergeleitet, sodass die Zahlen in irgendwelchen Statistiken vorzufinden sind?"

Variante 2

- 1) "Zunächst zwei Fragen zum Abhol-Service (auf Abruf) für große Elektroaltgeräte:

Anhang

- a) "Führt Ihre Behörde diesen Abhol-Service selbst durch, oder beauftragt sie eine externe (private) Firma damit, z. B. die Firma X?"
- b) "In der Literatur heißt es, dass Geräte bei Abhol-Services manchmal beraubt werden. Insbesondere sollen die Geräte durch Dritte beraubt werden, während sie auf der Straße auf die Abholung warten. Zum Teil wird behauptet, dass die Beraubungsquote sehr hoch ist (bis zu 50% beträgt). – Könnten Sie grob abschätzen wie oft so eine Beraubung des Abholerservices in ihrem Zuständigkeitsbereich stattfindet? Uns würde schon ein grober Schätzer weiterhelfen; passiert es z. B. durchschnittlich bei jeder zweiten, dritten, vierten ... oder zehnten Abholfahrt, dass das vom Haushalt angemeldete Gerät von den Abholerservice-Mitarbeitern nicht auf der Straße vorgefunden wird (die Mitarbeiter sozusagen umsonst zum Abholort fahren)."

Falls die Person die Beraubungsquote nicht abschätzen kann:

"Könnten Sie uns jemanden vermitteln, der die Beraubungsquote abschätzen könnte (z. B. Mitarbeiter, die die Geräte abholen, oder deren Vorgesetzte)? – Wen könnten wir da kontaktieren?"

- 2) Noch zwei letzte Fragen zur Sperrmüllsammmlung und zum Sperrmüll-Auf-Abruf-Service in Ihrem Zuständigkeitsbereich.
 - a) "Führt Ihre Behörde selbst die Sperrmüllsammmlung und den Sperrmüll-Auf-Abruf-Service durch, oder beauftragt sie eine externe (private) Firma damit, z. B. die Firma X?"
 - b) Man soll die großen Elektroaltgeräte nicht mit dem Sperrmüll rausstellen. Was passiert, wenn man es dennoch tut? Haben die Mitarbeiter, die für die Sperrmüllabholung zuständig sind, die Anweisung, die großen Elektroaltgeräte dennoch mitzunehmen, oder sollen sie sie eher auf der Straße liegen lassen?

Falls die Person auf die Frage (a) oder (b) keine Antwort weiß:

"Könnten Sie uns jemanden vermitteln, der uns diese Frage beantworten könnte (z. B. Mitarbeiter, die den Sperrmüll abholen, oder deren Vorgesetzte)? – Wen könnten wir da kontaktieren?"

Variante 3

- 1) Fragen zur Sammlung der großen Elektroaltgeräte:
 - a) Auf welchen Wegen sammelt / sammeln Ihre Behörde in Ihrem Zuständigkeitsbereich große Elektroaltgeräte von Haushalten, Unternehmen und Behörden ein? (Sperrmüllsammmlung / Holsystem, Bringsystem / Abgabe auf Wertstoffhöfen, ...)
 - b) Könnten Sie uns eine Liste mit den für diese Sammmlung zuständigen Betrieben geben?
 - c) Welche externen privatwirtschaftlichen Unternehmen / Dienstleister werden mit der Umsetzung dieser Sammmlung beauftragt? (Uns geht es dabei um das Outsourcing der von Ihrer Behörde durchzuführenden Sammmlung. Wir wissen z. B., dass im Zuständigkeitsbereich X die Firma X mit der Sperrmüllsammmlung beauftragt wird.)
 - d) Könnten Sie uns die Menge der von Ihrer Behörde eingesammelten großen Elektroaltgeräte angeben? (Zum Beispiel wie viele Tonnen oder Geräte pro Jahr? Wenn möglich die Angaben nach Wegen (siehe a) oder nach Sammelbetrieben (siehe b und c) unterteilen. Wenn keine Zahlen verfügbar sind, könnten Sie dazu eine Schätzung abgeben oder uns jemanden vermitteln, der uns die Zahlen zur Verfügung stellen könnte?)
- 2) Fragen zur Behandlung der großen Elektroaltgeräte nach der Sammmlung:

Anhang

- a) Wie werden die Geräte von den in Ihrem Zuständigkeitsbereich tätigen Sammelbetrieben behandelt? (Werden sie zergliedert / recycelt oder einfach nur an andere Betriebe / Unternehmen zum Recycling weitergeleitet? Wenn möglich die Antwort nach verschiedenen oben genannten Sammelbetrieben unterteilen: Welche recyceln selbst? Welche leiten die Geräte nur an externe Recycler weiter?)
 - b) Nachverfolgung des weiteren Weges nach der Sammlung / Erstbehandlung: An welche Unternehmen / Betriebe / Deponien (auch private Unternehmen) werden die in Ihrem Zuständigkeitsbereich eingesammelten (und eventuell z. T. recycelten) großen Elektroaltgeräte weitergeleitet?
- 3) Fragen zur illegalen Entnahme / Beraubung der großen Elektroaltgeräte:
- a) Illegale Entnahme / Beraubung der großen Elektroaltgeräte bei der Sperrmüllsammlung (illegale Sammler nehmen die Geräte nachdem sie auf die Straße gestellt wurden und bevor sie von den Behörden abgeholt wurden):
 - In welchem Ausmaß findet diese illegale Entnahme / Beraubung der großen Elektroaltgeräte in Ihrem Zuständigkeitsbereich statt? (Ist das geschätzte Ausmaß groß oder eher klein? Könnten Sie Angaben zur geschätzten Anzahl der beraubten großen Elektroaltgeräte pro Jahr (oder Angaben über Tonnagen oder % der gesammelten Mengen) machen?)
 - Wer führt diese illegalen Entnahmen / Beraubungen im Rahmen der Sperrmüllsammlung (in Ihrem Zuständigkeitsbereich) durch? (Zum Beispiel: Eher lokale Akteure oder eher andere Akteure? Eher in Deutschland ansässige oder eher im Ausland ansässige Akteure? Eher Inner-EU- oder Außer-EU-Akteure? Eher Kleinsammler / Hobbysammler / Gelegenheitssammler oder eher größere organisierte Gruppen?)
 - b) Illegale Beraubung der großen Elektroaltgeräte auf Wertstoffhöfen / Sammelstellen o.ä. in Ihrem Zuständigkeitsbereich (illegale Sammler berauben die Geräte von Wertstoffhöfen z. B. im Rahmen von Einbrüchen): Die gleichen Fragen wie bei Punkt a):
 - In welchem Ausmaß findet diese Beraubung der großen Elektroaltgeräte auf Wertstoffhöfen / Sammelstellen in Ihrem Zuständigkeitsbereich statt? (Ist das geschätzte Ausmaß groß oder eher klein? Könnten Sie Angaben zur geschätzten Anzahl der beraubten großen Elektroaltgeräte pro Jahr (oder Angaben über Tonnagen oder % der gesammelten Mengen) machen?)
 - Wer führt diese Beraubungen der großen Elektroaltgeräte auf Wertstoffhöfen / Sammelstellen in Ihrem Zuständigkeitsbereich durch? (Zum Beispiel: Eher lokale Akteure oder eher andere Akteure? Eher in Deutschland ansässige oder eher im Ausland ansässige Akteure? Eher inner-EU- oder außer-EU-Akteure? Kleinsammler / Hobbysammler / Gelegenheitssammler oder eher größere organisierte Gruppen?)
 - c) Gibt es weitere signifikante / bedeutsame Arten der illegalen Entnahmen oder Beraubung (neben der unter a und b genannten)? Wenn ja welche? Welche Rolle spielen sie jeweils mengenmäßig?
- 4) Wir nehmen an, dass die großen Elektroaltgeräte, die in Ihrem Zuständigkeitsbereich eingesammelt werden, grundsätzlich in öffentlichen Statistiken erfasst werden. An wen (welche Stellen / Behörden) geht die Meldung dieser gesammelten Mengen der großen Elektroaltgeräte? Ist es möglich, dass (mengenmäßig) signifikante Fehler bei der Meldung passieren (z. B. dass weniger Geräte gemeldet werden als erfasst wurden), oder würden Sie das eher als unwahrscheinlich einschätzen?

Variante 4 (offenes Interview zur Sperrmüllsammlung)

- 1) Grundsätzlich sollen Haushalte keine großen Elektroaltgeräte mit dem Sperrmüll auf die Straße stellen. Manche tun es aber dennoch, d. h. sie halten sich nicht an die Regeln (z. B. aus Unwissenheit), sodass man in den Sperrmüllhaufen vor den Häusern gelegentlich große Elektroaltgeräte vorfindet. Können Sie abschätzen, wie oft das vorkommt? Finden die Mitarbeiter, die den Sperrmüll abholen, z. B. auf jedem zweiten, dritten, ... zehnten, ... Sperrmüllhaufen große Elektrogeräte?
- 2) Des Weiteren würde uns interessieren, wie das Vorgehen ist, wenn sich große Elektroaltgeräte im Sperrmüll befinden. Werden die Geräte trotzdem mitgenommen oder werden diese stehen gelassen? ...

Variante 5 (offenes Interview zur Sperrmüllsammlung)

- 1) „Fährt in Ihrem Zuständigkeitsbereich das zuständige Entsorgungspersonal die Routen nach dem Straßensperrmüll ab, um die Elektroaltgeräte einzusammeln, die beim Sperrmüll standen aber nicht mitgenommen wurden, weil sie eigentlich nicht zum Sperrmüll gehören?“
- 2) „Beginnen diese Fahrten / Tagestouren sofort nach der Sperrmüllsammlung oder später?“
- 3) „Wie viele Tagestouren finden nach so einer Straßensperrmüllsammlung statt?“
- 4) Werden Sie von der Firma X, die die Sperrmüllsammlung in einem Teil Ihres Zuständigkeitsbereichs übernimmt, darüber informiert, dass Elektroaltgeräte auf der Straße vorzufinden sind, und holen Sie dann die Elektroaltgeräte ab?“

„Kommt es häufig vor, dass Sie darüber informiert werden, dass Elektroaltgeräte am Straßenrand stehen und dann die Geräte nicht vorzufinden sind, wenn Sie ankommen?“