



Zur Erlangung des Grades
eines
Master of Engineering (M. Eng.)

von Herrn Till Heßler

Thema: Vergleich des deutschen und schwedischen Sammelsystems für Elektro- und Elektronikaltgeräte zur Steigerung der Sammelquote

Erstprüfer: Herr Prof. Dr. Ing. T. Martin

Zweitprüfer: Herr Dr. S. Koch

Merseburg, 29.11.2018

Selbstständigkeitserklärung

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe.

Merseburg, dem 29.11.2018

.....

Till Heßler

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	- 9 -
2	Rechtliche Grundlagen der Europäischen Union	- 11 -
3	Das deutsche Sammelsystem.....	- 15 -
3.1	rechtliche Grundlagen	- 15 -
3.2	aktuelle Situation.....	- 21 -
3.3	Sammelwege	- 25 -
3.4	Probleme der Sammlung von EEAG in Deutschland	- 27 -
3.4.1	Probleme außerhalb des Meldesystems.....	- 27 -
3.4.2	Probleme innerhalb des Meldesystems.....	- 30 -
4	Das schwedische Sammelsystem	- 36 -
4.1	Rechtliche Grundlagen	- 36 -
4.2	aktuelle Situation.....	- 37 -
4.3	Sammelwege	- 40 -
5	Vergleich Deutschland Schweden	- 42 -
6	Lösungswege zur Erhöhung der Sammelquoten	- 45 -
6.1	Alternative Sammelkonzepte	- 46 -
6.2	Motivation zur Rückgabe von EEAG	- 55 -
7	Fazit	- 58 -
8	Literatur- und Quellenverzeichnis.....	- 63 -

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Erfasste Mengen an EEAG im europäischen Wirtschaftsraum 2012 (2)	10 -
Abbildung 2: Organigramm zur Zuständigkeit der EEAG Erfassung (4)	16 -
Abbildung 3: Umstrukturierung der Sammelgruppen (4)	19 -
Abbildung 4: Sammelsystem Deutschland (eigene Darstellung)	21 -
Abbildung 5: In Verkehr gebrachte EEG Deutschland (9)	22 -
Abbildung 6: Sammelquoten in Deutschland (9)	23 -
Abbildung 7: Sammelquoten nach Gerätekategorie Deutschland (10)	23 -
Abbildung 8: Sammelstellen nach Bundesland bearbeitet nach (11)	25 -
Abbildung 9: Sammelmengen und Optierung Sachsen-Anhalt 2016 (13)	26 -
Abbildung 10: Vergleich des Erfassungsrahmens der Meldesysteme EAR und Destatis (18) ..	30 -
Abbildung 11: Sammelmengen Vergleich der Meldesysteme von EAR und Destatis (18)	31 -
Abbildung 12: Illustration des Verfahrens zur Berechnung des voraussichtlich generierten Elektronikabfalls bearbeitet nach (21)	33 -
Abbildung 13: Vergleich von POM und WG in Deutschland (21)	34 -
Abbildung 14: Vergleich von POM und WG in Schweden (21)	34 -
Abbildung 15: Vergleich von POM und WG in der gesamten EU (21)	35 -
Abbildung 16: In Verkehr gebrachte Mengen EEG Schweden (9)	38 -
Abbildung 17: Sammelquoten in Schweden (9)	38 -
Abbildung 18: Sammelquoten nach Gerätekategorie Schweden (9)	39 -
Abbildung 19: Sammelsystem in Schweden bearbeitet nach (25)	41 -
Abbildung 20: Darstellung der Sammelmengen nach den Sammelwegen (27)	47 -
Abbildung 21: Depotcontainer für EEAG in Halle (Saale) (29)	48 -
Abbildung 22: Gefahrenanalyse des Transports von Lithiumbatterien (31)	50 -
Abbildung 23: Depotcontainer in Schweden (33)	51 -
Abbildung 24: Einfluss von Depotcontainern auf die EEAG Sammlung (31)	51 -
Abbildung 25: Einfluss der Depotcontainerdichte auf das Sammelergebnis (31)	52 -
Abbildung 26: Sammelbehälter "Samlaren" (35)	53 -
Abbildung 27: Mobile Sammelcontainer in Schweden (32)	55 -

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Vorgaben zur Verwertung von EEAG in der RL 2002/96/EG (1).....	- 12 -
Tabelle 2: Vorgaben zur Verwertung von EEAG ab dem 15.08.2018 (3)	- 14 -
Tabelle 3: Nicht erfasste Menge an EEAG nach Kategorie 2016 in Deutschland (10)	- 24 -
Tabelle 4: Nicht erfasste Menge an EEAG nach Kategorie 2016 in Schweden (9).....	- 40 -
Tabelle 5: Vergleich der Lösungsansätze	- 61 -

Formelverzeichnis

(1) Formel zur Berechnung der Sammelquote	- 15 -
(2) Formel zur Berechnung des Sammelziels	- 15 -

Abkürzungsverzeichnis

ADR	Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße
ALARP	As low as reasonable possible
BMU	Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
Destatis	Statistisches Bundesamt
DEU	Deutschland
DUH	Deutsche Umwelthilfe
EÄF	Elektronikåtervinning
EAG	Elektroaltgeräte
EAR	Stiftung-Elektroaltgeräteregister
EAR	Stiftung-Elektro-Altgeräte Register
EEAG	Elektro- und Elektronikaltgeräte
EEG	Elektro- und Elektronikgeräte
EG	Europäische Gemeinschaft
ElektroG	Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten
EU	Europäische Union
EW	Einwohner
FCKW	Flour-Chlor-Kohlenwasserstoffe
ITK	Informations- und Telekommunikationstechnik
KrWG	Kreislaufwirtschaftsgesetz
LVP	Leichtverpackungen
örE	Öffentlich-rechtlicher Entsorgungsträger
POM	In Verkehr gebracht
RL	Richtlinie
SFS	Svensk författningssamling (Schwedisches Amtsblatt)
SG	Sammelgruppe
SNF	Svenska Naturskyddsföreningen (schwedischer Naturschutzverein)
SRU	Sachverständigen Rat für Umweltfragen
SWE	Schweden
UBA	Umweltbundesamt
WG	Abfall generiert

\bar{m}_{POM}	Durchschnitt der in Verkehr gebrachte Menge EEAG
$m_{C/t}$	Gesammelte Masse an EEAG im Jahr t
CR_t	Sammelquote Jahr t

1 Einleitung

Abfälle bilden in der Zeit von schrumpfenden Rohstoffvorkommen eine immer wichtiger werdende Quelle für Sekundärrohstoffe. Besonders in Elektro- und Elektronikgeräten (EEG) werden viele wertvolle Materialien verbaut. Das Spektrum reicht von Halbedelmetallen wie Kupfer über Edelmetalle wie Gold und Platin bis zu den sogenannten „seltenen Erden“ wie Yttrium und Neodym. Der Name bezieht sich dabei eher auf die wenigen wirtschaftlich abbaubaren Lagerstätten als auf die tatsächlich vorhandene Menge in der Erdkruste. So findet sich das Element Cer, das auch zu den seltenen Erden gehört, häufiger als Zinn oder Kupfer in der Erdkruste. Jedoch liegen die Vorkommen, wie bei anderen seltenen Erden auch, meist nur in kleinen Mengen, weit verstreut und in Verbindungen mit anderen Elementen vor. Neben den verbauten Metallen werden in den EEG auch große Anteile von Kunststoffen verwendet, die ebenfalls recycelt werden sollten.

Nicht nur aus dem Wertstoffaspekt ist das Recycling von Elektro- und Elektronikgeräten (EEAG) von großer Bedeutung. In den Geräten werden ebenfalls Schadstoffe verarbeitet, die nicht unkontrolliert in die Umwelt emittiert werden sollten. Verbaute Schadstoffe reichen hierbei von Schwermetallen wie Blei, Cadmium und Chromverbindungen bis zu hochhalogenierten organischen Verbindungen, die unter anderem als Flammenschutzmittel eingesetzt werden. Eine qualifizierte Verwertung ist nur durch die Nutzung offizieller Behandlungswege gewährleistet.

Um eine vollständige Verwertung der Altgeräte zu ermöglichen, müssen diese möglichst umfänglich erfasst werden. In der Europäischen Union (EU) wurden dazu im Jahr 2002 Sammel- und Verwertungsquoten vorgegeben, um das Recycling und Wiederverwerten innerhalb des europäischen Wirtschaftsraums zu fördern (1). Innerhalb der Mitgliedsstaaten wurden diese Sammelziele mit unterschiedlichem Erfolg umgesetzt.

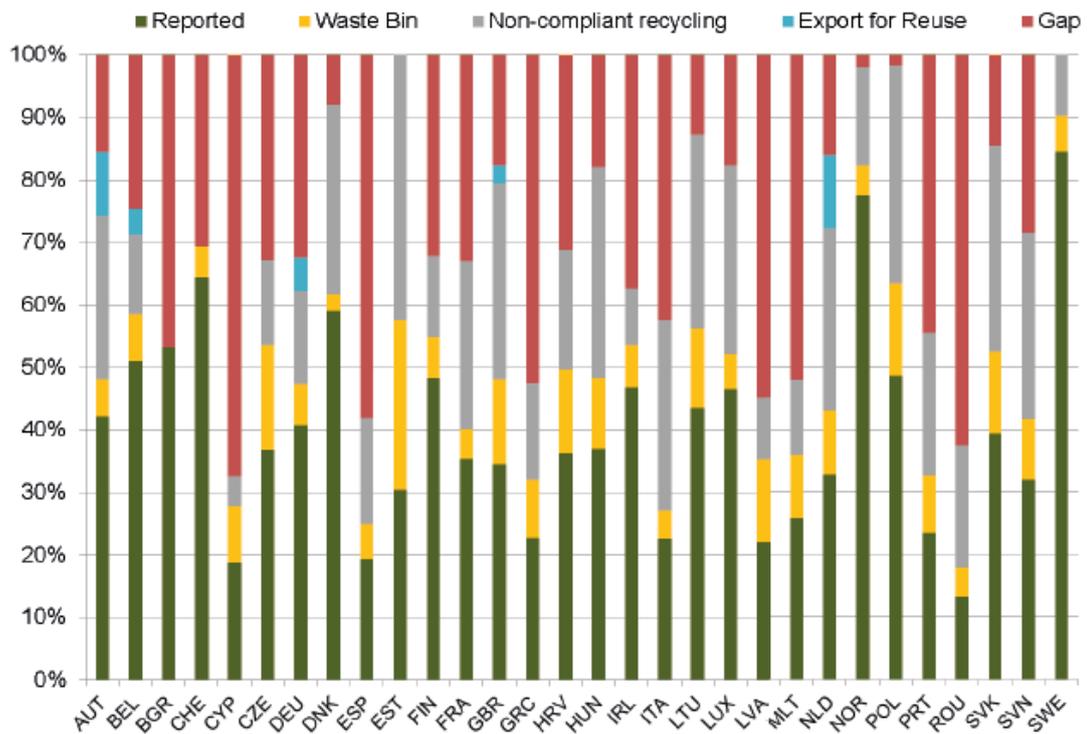


Abbildung 1: Erfasste Mengen an EEAG im europäischen Wirtschaftsraum 2012 (2)

In Deutschland werden nur knapp über 40 % der in Verkehr gebrachten¹ Altgeräte tatsächlich dokumentiert erfasst. Die übrigen Geräte wurden entweder in Restmülltonnen oder auf anderen informellen Wegen entsorgt. Ein geringer Anteil an Altgeräten wird auch zur Wiederverwendung ins Ausland exportiert. Der zweitgrößte Anteil, mit über 30 % der in Verkehr gebrachten Mengen, wird jedoch nicht erfasst. Diese Lücke in der Erfassung ist anteilig nicht die größte in Europa, ist aber bezogen auf die tatsächlichen Mengen erheblich.

Daher sollen in dieser Untersuchung bestehende Probleme im Sammelsystem von Deutschland ausgearbeitet und mögliche Lösungswege gefunden werden. Dies soll auch durch den Vergleich mit anderen Europäischen Mitgliedsstaaten erfolgen, die ein besseres Sammelergebnis aufweisen. Ein Vorreiter ist hier Schweden, das mit einer Erfassungsquote von über 80 % das beste Sammelergebnis Europas und damit auch die geringste Lücke in der Erfassung aufweist. Zudem unterliegt Schweden als Mitglied der EU denselben rechtlichen Rahmenbedingungen und soll daher gesondert mit Deutschland verglichen werden.

Zunächst werden dazu die europäischen Rahmenbedingungen zur Erfassung von Elektro- und Elektronikaltgeräten beschrieben und die Systeme in Deutschland und

¹ Put on market (POM)

Schweden in ihrer Struktur und ihrem rechtlichen Rahmen vorgestellt. Zusätzlich dazu werden mögliche Probleme und Lücken in der Sammlung im deutschen System aufgezeigt. Um Schlüsse für eine Verbesserung des deutschen Systems ziehen zu können, werden die Systeme verglichen und Lösungsvorschläge zu den Problemen des Erfassungssystems vorgestellt. Im Fazit werden Empfehlungen über die geeignetsten Maßnahmen zur Verbesserung gegeben.

Der zeitliche Rahmen der Untersuchung ist relativ eng gefasst, da eine gemeinsame Gesetzgebung bezüglich von EEAG in Europa und damit auch eine verwertbare Datenerfassung frühestens seit 2002 existiert. Zudem ist die statistische Auswertung der Daten zeitlich anspruchsvoll, sodass aktuelle Daten erst mit einer Verzögerung von bis zu zwei Jahren veröffentlicht werden.

2 Rechtliche Grundlagen der Europäischen Union

In der Richtlinie 2002/96/EG wurden Vorgaben zur Erfassung und Verwertung von EEAG festgelegt. Grundsätzlich wurde eine Herstellerverantwortung über die Behandlung, Verwertung und das Recycling von EEAG eingeführt. Zur Wahrnehmung dieser Verantwortung kann durch die Hersteller auch eine dritte Partei beauftragt werden. Die Mitgliedstaaten müssen sicherstellen, dass die Hersteller oder durch diese beauftragte Dritte, Systeme zur Behandlung von EEAG einrichten und hierbei die beste verfügbare Technik anwenden. Zusätzlich dazu wurden Verwertungsquoten aus der Behandlung der EEAG in Abhängigkeit ihrer spezifischen Kategorie festgelegt und die Geräte dafür einer von zehn eingeführten Gerätekategorien zugeordnet.

Diese sind:

1. Haushaltsgroßgeräte

Dazu zählen unter anderem Kühlschränke, Waschmaschinen, Geschirrspüler, Herde, Mikrowellengeräte, elektrische Heizgeräte, elektrische Ventilatoren und Klimageräte

2. Haushaltskleingeräte

Dazu zählen unter anderem Staubsauger, Bügeleisen, Fritteusen, Nähmaschinen, Haartrockner, Rasierapparate, Toaster, Kaffeemaschinen, Wecker und Waagen.

3. IT- und Telekommunikationsgeräte

Dazu zählen unter anderem Rechner (einschließlich CPU, Maus, Bildschirm und Tastatur), Laptops, Drucker, Kopiergeräte, Faxgeräte, Telefone und Mobiltelefone.

4. Geräte und Unterhaltungselektronik und Photovoltaikmodule

Dazu zählen unter anderem Radios, Fernsehgeräte, Kameras, Hi-Fi-Anlagen, Musikinstrumente und Photovoltaikmodule.

5. Beleuchtungskörper

6. Elektrische und elektronische Werkzeuge (mit Ausnahme ortsfester industrieller Großwerkzeuge)

Dazu zählen unter anderem Bohrmaschinen, elektrische Sägen, Schweiß- und Lötwerkzeuge, Geräte zur Bearbeitung von Holz, Metall und sonstigen Werkstoffen, Rasenmäher und sonstige Gartengeräte.

7. Spielzeug sowie Sport- und Freizeitgeräte

Dazu zählen unter anderem elektrische Eisenbahnen, Videospielkonsolen, Videospiele, Fahrrad-, Tauch-, Lauf-, Rudercomputer, Sportausrüstung mit elektrischen oder elektronischen Bauteilen und Geldspielautomaten.

8. Medizinische Geräte (mit Ausnahme aller implantierten oder infektiösen Produkte)

Dazu zählen unter anderem Geräte für Strahlentherapie, Kardiologiegeräte, Dialysegeräte, Beatmungsgeräte, Nuklearmedizinische Geräte und Analysegeräte.

9. Überwachungs- und Kontrollinstrumente

Dazu zählen unter anderem Rauchmelder, Heizregler, Thermostate, Geräte zum Messen, Wiegen oder Regeln in Haushalt und Labor.

10. Ausgabeautomaten

Dazu zählen unter anderem Geldautomaten, Getränke- und Lebensmittelautomaten. (1)

Tabelle 1: Vorgaben zur Verwertung von EEAG in der RL 2002/96/EG (1)

Gerätekategorie	Verwertungsquote	Recyclingquote ²
1 und 10	80 %	75 %
3 und 4	75 %	65 %
2, 5, 6, 7, 8 und 9	70 %	50 %
Gasentladungslampen	/	80 %

² Recycling umfasst dabei aller Verwertungsarten, die eine rohstoffliche Verwertung zulassen. Die allgemeine Verwertung beinhaltet dagegen zusätzlich die energetische Verwertung.

In der im Jahr 2012 beschlossenen Neufassung der Richtlinie über EEAG 2012/19/EU, wurde eine Umstrukturierung dieser Kategorien festgelegt. Zum 15. August 2018 wurden die bisherigen zehn Gerätekategorien zu sechs neuen Kategorien zusammengefasst.

1. Wärmeüberträger

Diese Kategorie beinhaltet unter anderem Kühl- und Gefriergeräte, Geräte zur automatischen Abgabe von Kaltprodukten, Klimageräte, Wärmepumpen und ölgefüllte Radiatoren.

2. Bildschirme, Monitore und Geräte, die Bildschirme mit einer Oberfläche von mehr als 100 cm² enthalten

Diese Kategorie beinhaltet unter anderem Bildschirme, Fernsehgeräte, LCD-Fotorahmen, Monitore und Laptops.

3. Lampen

4. Großgeräte

Diese Kategorie beinhaltet unter anderem Waschmaschinen, Wäschetrockner, Geschirrspüler, Elektroherde und -backöfen, Musikausrüstung (mit Ausnahme von Kirchenorgeln), Geräte zum Stricken und Weben, Großrechner, Großdrucker, Kopiergeräte, medizinische Großgeräte, große Überwachungs- und Kontrollinstrumente, große Ausgabeautomaten und Photovoltaikmodule.

5. Kleingeräte

Diese Kategorie beinhaltet unter anderem Staubsauger, Nähmaschinen, Mikrowellengeräte, Lüftungsgeräte, Bügeleisen, Toaster, Wasserkocher, Uhren, elektrische Rasierapparate, Waagen, Haar- und Körperpflegegeräte, Taschenrechner, Radiogeräte, Videokameras, Hi-Fi-Anlagen, Musikinstrumente, Ton- oder Bildwiedergabegeräte, elektrisches und elektronisches Spielzeug, Sportgeräte, Thermostate, elektrische und elektronische Kleinwerkzeuge, medizinische Kleingeräte und Kleingeräte mit eingebauten Photovoltaikmodulen.

6. Kleine IT- und Telekommunikationsgeräte (keine äußere Abmessung beträgt mehr als 50 cm)

Diese Kategorie beinhaltet unter anderem Mobiltelefone, GPS-Geräte, Taschenrechner, Router, PCs, Drucker und Telefone (3).

Durch die Richtlinie 2012/19/EU wurde ab dem 15.08.2018 auch der Anwendungsbereich erweitert. Von nun an müssen alle EEG einer der sechs neuen Gerätekategorien zugeordnet werden. Bisher wurden nur Geräte erfasst, die in eine der Kategorien fielen. Weiterhin gelten jedoch die Grundvoraussetzungen, die ein EEG definieren. Um als EEG

zu gelten, muss der ordnungsgemäße Betrieb des Geräts von elektrischen Strömen oder elektromagnetischen Feldern abhängig und für den Betrieb von höchstens 1000 Volt Wechselstrom oder 1500 Volt Gleichstrom ausgelegt sein. Durch diese Erweiterung können nun auch Möbelstücke und Kleidung, die diese Definition erfüllen zu EEAG werden. In diesem Fall werden sie entweder den Großgeräten (Kategorie 4) oder den Kleingeräten (Kategorie 5) zugeordnet. Wenn keine der äußeren Abmessungen 50 cm überschreitet, gilt es als Kleingerät. (3)

Auch die bestehenden Verwertungsquoten wurden mit der Neufassung der Richtlinie angepasst.

Tabelle 2: Vorgaben zur Verwertung von EEAG ab dem 15.08.2018 (3)

Gerätekategorie	Verwertungsquote	Recycling- und Wiederverwendungsquote
1 und 4	85 %	80 %
2	80 %	70 %
5 und 6	75 %	55 %
3	/	80 %

Um eine ausreichende Menge an verwerteten und recycelten EEAG zu gewährleisten wurde neben den Verwertungszielen in der Richtlinie 2002/96/EG auch eine Sammelquote in Höhe von vier Kilogramm EEAG aus privaten Haushalten pro Jahr und Einwohner in den Mitgliedsstaaten der EU eingeführt. Außerdem wurden die Mitgliedstaaten dazu verpflichtet Maßnahmen zu ergreifen, die Sammlung der EEAG weitestgehend getrennt vom unsortierten Siedlungsabfall umzusetzen. Dies hat vor allem das Ziel die EEAG in möglichst konzentrierter Form der Behandlung zuzuführen und aufwendige Sortierprozesse einzusparen. Zusätzlich sollten Systeme aufgebaut werden, die es den Endbenutzern und den Vertreibern ermöglichen ihre Altgeräte kostenlos abzugeben.

Mit der Neufassung der Richtlinie im Jahr 2012 wurde die Sammelquote umstrukturiert. Diese wird nun als prozentualer Anteil der im Land in Verkehr gebrachten EEG gemessen. Als Inverkehrbringen gilt dabei „die erstmalige Bereitstellung eines Produkts auf dem Markt innerhalb des Hoheitsgebiets eines Mitgliedstaats auf gewerblicher Grundlage“. Die Sammelquote wird als Quotient aus der Masse der gesammelten EEAG und der durchschnittlichen Masse der in Verkehr gebrachten EEG der letzten drei Jahre

ermittelt. Dies erfolgt um eine theoretische Lebensdauer der EEG zu berücksichtigen. Die Berechnung erfolgt über die folgenden Gleichungen:

$$CR_t = \frac{m_{C/t}}{\bar{m}_{POM}} \quad (1)$$

$$\bar{m}_M = \frac{m_{POM/(t-1)} + m_{POM/(t-2)} + m_{POM/(t-3)}}{3} \quad (2)$$

Seit 2016 ist eine Sammelquote von 45 % durch die EU vorgeschrieben und sie wird 2019 auf 65 % ansteigen. Um festzustellen ob diese Quoten eingehalten werden, müssen die Mitgliedsstaaten die entsprechenden Daten über die Menge an in Verkehr gebrachten EEG und der Menge an gesammelten und behandelten EEAG jährlich an die EU übermitteln (3).

3 Das deutsche Sammelsystem

3.1 rechtliche Grundlagen

Die Umsetzung der europäischen Richtlinie RL 2002/96/EG in deutsches Recht erfolgte durch das Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten (ElektroG) im Jahr 2005 und dessen Überarbeitung im Jahr 2015.

Darin werden die Hersteller von EEG dazu verpflichtet eine gemeinsame Stelle einzurichten. Diese übernimmt die Aufgabe der Registrierung und Erfassung aller Hersteller und der in Verkehr gebrachten Mengen von EEG. Weiterhin koordiniert diese gemeinsame Stelle die Abholpflichten der einzelnen Hersteller.

Diese gemeinsame Stelle wurde in Form der Stiftung-Elektro-Altgeräte Register (EAR) eingerichtet.

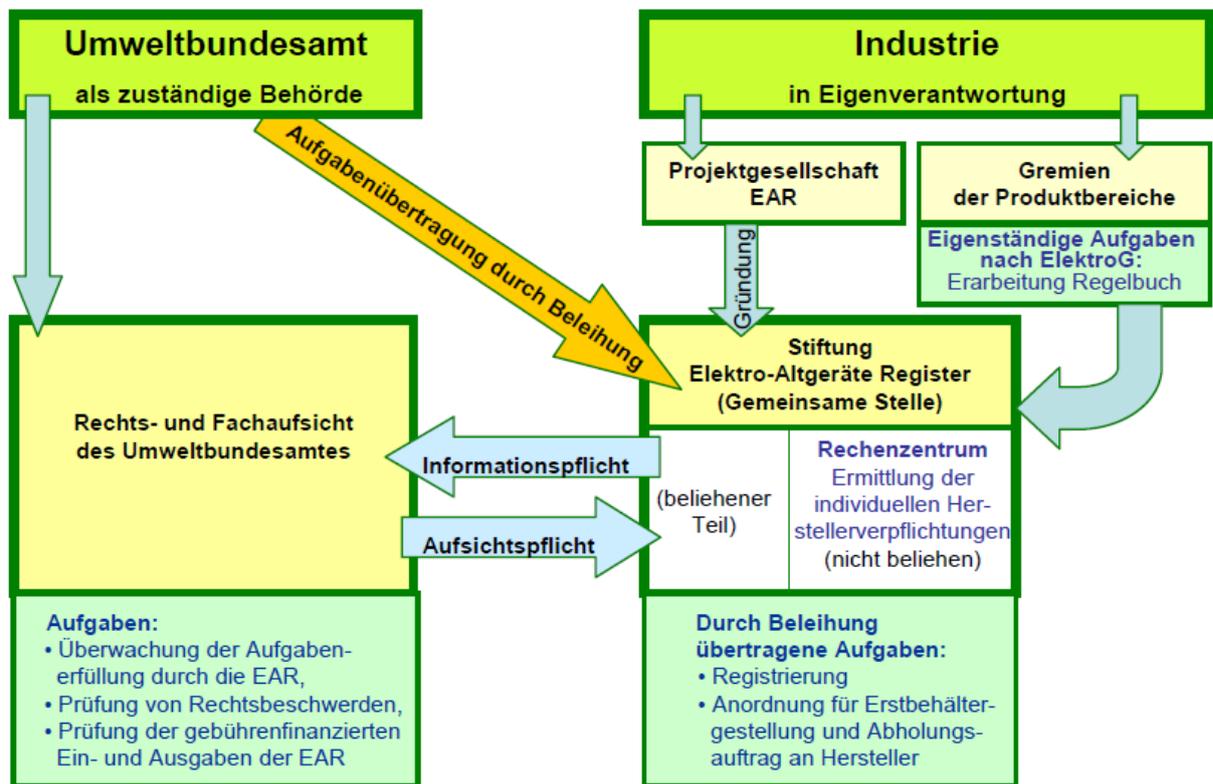


Abbildung 2: Organigramm zur Zuständigkeit der EEAG Erfassung (4)

Die EAR registriert alle Hersteller von EEG in Deutschland. Diese sind verpflichtet alle von ihnen in Deutschland in Verkehr gebrachten Mengen an die EAR zu melden. Um innerhalb von Deutschland EEG zu vertreiben, sind Hersteller verpflichtet eine Niederlassung in Deutschland einzurichten oder einen Stellvertreter zu benennen, der sich um die Entsorgung und Verwertung der EEAG kümmert.

Auch die Sammlung wird von der EAR überwacht und koordiniert. Die Hersteller sind verpflichtet Sammelbehälter an den Sammelstellen bereit zu stellen und diese entsprechend abzuholen. Welche Hersteller für die Bereitstellung und die Abholung der Sammelbehälter zuständig sind, wird durch einen Algorithmus der EAR bestimmt. Darin werden verschiedene Faktoren, wie die in Verkehr gebrachte Menge an EEG und die Menge der durch den Hersteller selbst zurück genommene Menge an EEG, berücksichtigt. Aus diesem Algorithmus wird bestimmt wie oft ein Hersteller die Abholung und die Bereitstellung übernehmen muss. Sollte diese gemeinsame Stelle nicht eingerichtet werden oder ihre Aufgaben nicht erfüllen, werden diese von den öffentlichen-rechtlichen Entsorgungsträgern übernommen und die entstehenden Kosten den Herstellern übertragen.

Die EEAG müssen nach der Sammlung und der Abholung durch die Hersteller einer Erstbehandlung zugeführt werden. In einer Erstbehandlungsanlage werden die EEAG für eine weitere Verwendung und Verwertung vorbereitet. Zunächst sollte überprüft werden ob Geräte oder Komponenten davon der Wiederverwendung zugeführt werden können. Die Erstbehandlungsanlagen sind zu dieser Prüfung gesetzlich verpflichtet, sofern diese technisch möglich und wirtschaftlich zumutbar ist. Danach werden die Geräte von Schadstoffen entfrachtet und die Wertstoffe separiert. Um einen möglichst großen Separierungsgrad zu erreichen und eine unkontrollierte Emission der enthaltenen Schadstoffe zu vermeiden, sollte die Sammlung und der Transport möglichst frei von Beschädigung erfolgen. Bei dieser bruchsicheren Sammlung sollen Geräte möglichst nicht in die Sammelcontainer geworfen werden und es darf keine mechanische Verdichtung der Geräte im Behälter erfolgen.

Nur bestimmte Stellen in Deutschland sind dazu berechtigt EEAG von privaten Verbrauchern zu erfassen. Diese sind nach dem ElektroG öffentliche rechtliche Entsorgungsträger, die Hersteller und die Vertreiber von EEG.

Aus dem § 20 des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG) ergibt sich für den öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger (örE) die Pflicht die in ihrem Gebiet anfallenden und überlassenen Abfälle aus privaten Haushalten zu verwerten und zu beseitigen. In diesem Rahmen richten die örE Sammelstellen ein, an denen EEAG aus privaten Haushalten abgegeben werden können. Dabei müssen sich die privaten Haushalte im Gebiet des örE befinden. In den meisten Fällen wird dies in Form von Recyclinghöfen, bei denen in der Regel alle Kategorien von EEAG abgegeben werden können, durchgesetzt. Es können auch Stellen eingerichtet werden, die lediglich einen Teil der Kategorien annehmen, solange im Gebiet des örE die Möglichkeit bestehen bleibt Geräte aller Kategorien abzugeben. Hierfür sind die Aufstellung von Depotcontainern, in denen nur EEAG der Kategorie 2 bzw. der Kategorie 5 (Elektrokleingeräte), ein Beispiel. Diese Systeme, die auf der Anlieferung von EEAG aus privaten Haushalten zu eingerichteten Sammelstellen basieren, werden Bringsysteme genannt. Durch das ElektroG ist festgelegt, dass bei der Anlieferung von EEAG kein Entgelt erhoben werden darf.

Alternativ zu den Bringsystemen können die örE auch EEAG aus den privaten Haushalten abholen, dies sind sogenannte Holsysteme. Bei diesem System können die Haushalte ein- bis zweimal im Jahr eine kostenlose Abholung beim örE anmelden. Zu einem festgelegten Termin werden die angemeldeten Geräte dann von der Straße oder einem Sammelplatz abgeholt.

Die öRE richten Sammelstellen oder eine Kombination mit Holsystemen in dem Ausmaß ein, dass sie der Bevölkerungsdichte, den örtlichen Begebenheiten und den abfallwirtschaftlichen Zielen entsprechen. Diese Ziele umfassen die Verbesserung der Ressourcennutzung durch Steigerung der Wiederverwendung und des Recyclings von EEAG und der Einhaltung der Sammelziele, die durch die EU Richtlinie 2012/19/EU vorgegeben werden.

Die von der öRE gesammelten EEAG müssen für die Hersteller zur Abholung in Sammelgruppen, die durch das ElektroG festgelegt sind, bereitgestellt werden. Bisher wurden folgende sechs Sammelgruppen festgelegt:

- SG1** Haushaltsgroßgeräte, automatische Ausgabegeräte
- SG2** Kühlgeräte, ölgefüllte Radiatoren
- SG3** Bildschirme, Monitore und TV-Geräte
- SG4** Lampen
- SG5** Haushaltskleingeräte, Informations- und Telekommunikationsgeräte, Geräte der Unterhaltungselektronik, Leuchten und sonstige Beleuchtungskörper sowie Geräte für die Ausbreitung oder Steuerung von Licht, elektrische und elektronische Werkzeuge, Spielzeuge, Sport- und Freizeitgeräte, Medizinprodukte, Überwachungs- und Kontrollinstrumente
- SG6** Photovoltaikmodule

Kleingeräte werden dabei, entsprechend der europäischen Richtlinie, als Geräte definiert, bei denen keine der äußeren Abmessungen mehr als 50 cm beträgt. Geräte die mindestens eine äußere Abmessung haben, die über 50 cm lang ist und keiner der anderen Kategorien zugeordnet werden können, fallen in die Kategorie der Großgeräte (5).

Ab dem 01.12.2018 erfolgt eine Umstrukturierung der Sammelgruppen.

- SG1** Wärmeübertrager
- SG2** Bildschirme, Monitore und Geräte, die Bildschirme mit einer Oberfläche von mehr als 100 cm² enthalten
- SG3** Lampen
- SG4** Großgeräte
- SG5** Kleingeräte und kleine Geräte der Informations- und Telekommunikationstechnik
- SG6** Photovoltaikmodule

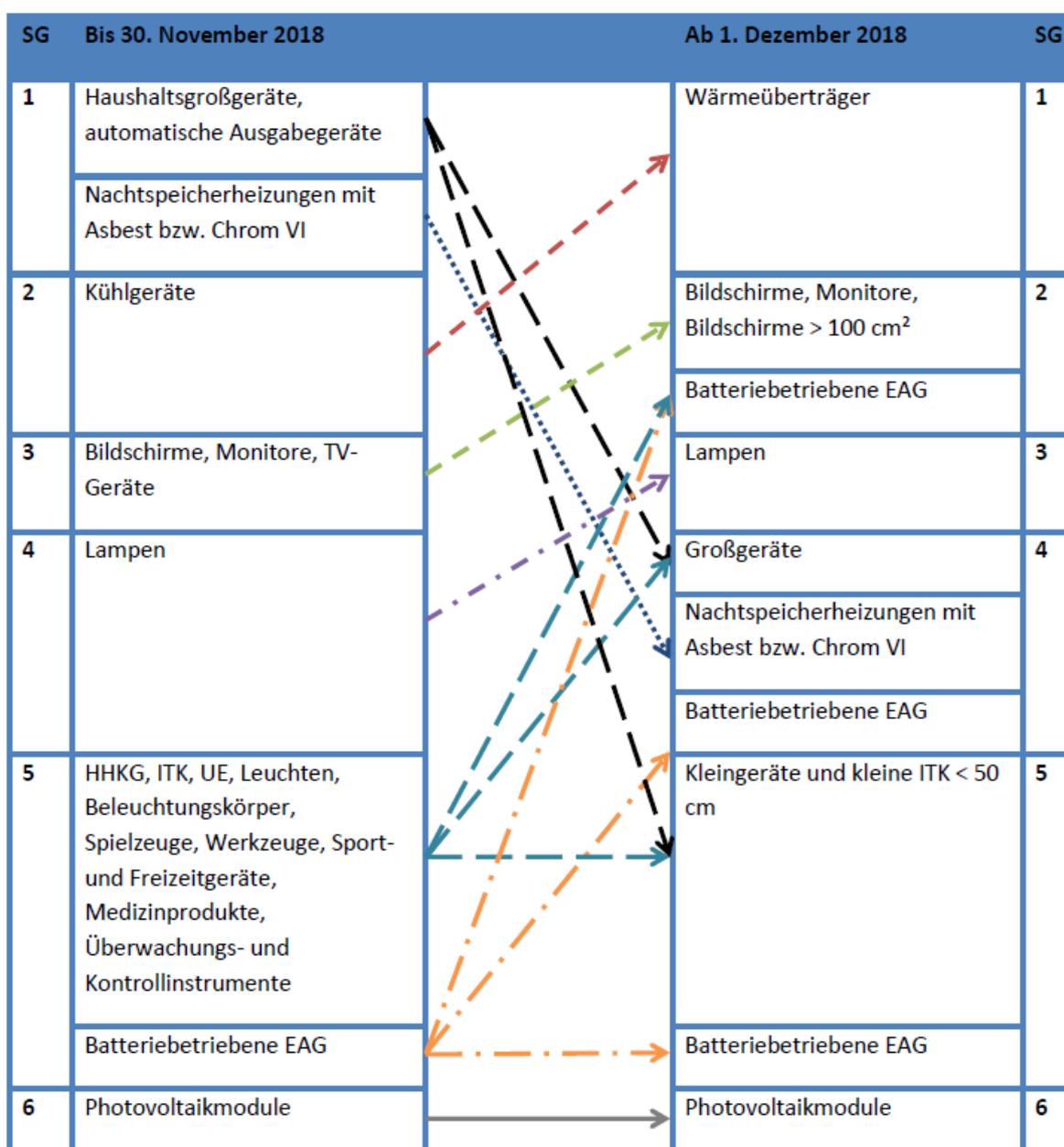


Abbildung 3: Umstrukturierung der Sammelgruppen (4)

Die öRE hat nach § 14 Absatz 5 des ElektroG die Möglichkeit einzelne Sammelgruppen aus der Herstellersammlung auszunehmen und die Entsorgung selbst zu übernehmen. Dies wird Optierung genannt. Damit geht die Pflicht diese Sammelgruppen auf die Wiederverwendung vorzubereiten, nach § 20 ElektroG zu behandeln oder entsprechend der Vorgaben aus Tabelle 2 zu verwerten auf die den öRE über. Auch muss der öRE sich um die Aufstellung und Abdeckung von Sammelbehältern und die bruchssichere Erfassung der Altgeräte kümmern. Durch die Übernahme der Entsorgungspflichten erhält der öRE mögliche aus der Verwertung entstehende Erlöse. Die Optierung muss etwa sechs Monate vor dem Beginn der Stiftung EAR angezeigt werden und gilt für mindestens zwei Jahre. Zusätzlich muss eine Gebühr von 149,10 € pro Anzeige und Sammelgruppe entrichtet werden (6).

Unter bestimmten Voraussetzungen sind auch Vertreiber von EEG verpflichtet Altgeräte von Verbrauchern kostenlos zurückzunehmen. Diese Pflicht wird im ElektroG § 17 festgeschrieben. Als Vertreiber gilt jeder der EEG anbietet oder auf dem Markt bereitstellt. Eine Voraussetzung für die Rücknahmepflicht der Vertreiber ist eine Größe der Verkaufsfläche von mindestens 400 m². Beim stationären Handel bezieht sich dies auf die Grundfläche auf der EEG vertrieben werden, nicht die Regalfläche. Für den Fernabsatzhandel (Onlinehandel, Katalogversand) werden stattdessen die Versand- und Lagerflächen des Vertreibers in Deutschland herangezogen. Versandflächen sind dabei die Flächen, die zur Verpackung oder zur Bearbeitung des Ein- und Ausgangs der Pakete genutzt wird. Bei der Lagerfläche wird die tatsächliche Regalfläche und nicht nur die Regalgrundfläche herangezogen.

Vertreiber, die diese Voraussetzung erfüllen, sind verpflichtet EEAG bei einem Neukauf eines gleichwertigen Geräts (1:1 Rücknahme) oder ein EEAG dessen äußere Abmessungen 25 cm nicht überschreiten (0:1 Rücknahme) zurückzunehmen. Diese Pflicht besteht nur gegenüber privaten Haushalten und ist bei der 0:1 Rückgabe auf fünf Altgeräte pro Geräteart beschränkt.

Die Hersteller nehmen ihre Rücknahmepflicht in Form der Abholung von gefüllten Sammelcontainern von den eingerichteten Sammelstellen, der Bereitstellung von leeren Sammelcontainern nach der Abholung und der Übernahme der Kosten dieses Transports wahr. Welche Hersteller diese Pflichten wann und wo übernimmt, wird von der Stiftung EAR koordiniert. Den Herstellern steht es weiterhin frei eigene Sammelsysteme zur Erfassung von EEAG einzurichten. Die erfassten Mengen müssen immer noch entsprechend der Vorgaben des ElektroG behandelt und der Stiftung EAR gemeldet

werden. Diese zusätzliche Sammlung wird bei der Koordinierung der Herstellerverantwortung berücksichtigt (7).

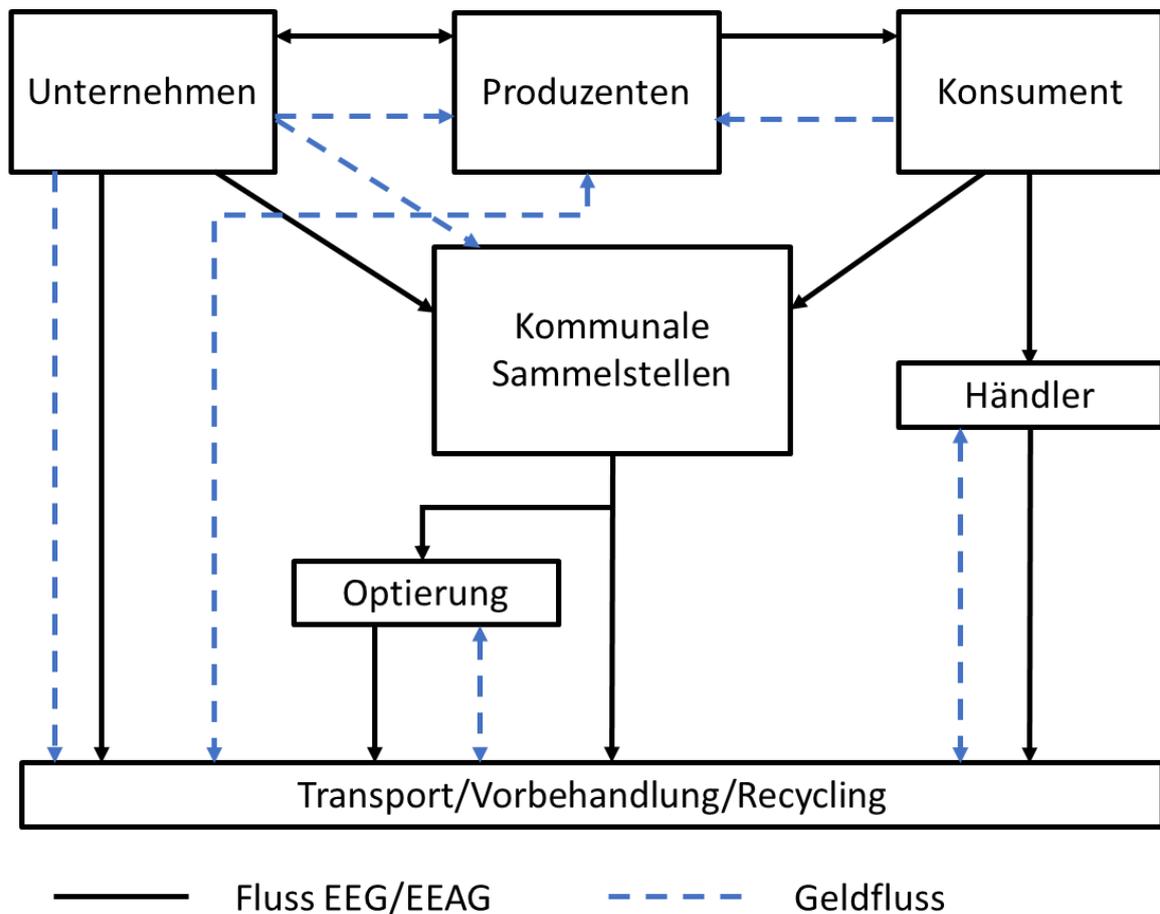


Abbildung 4: Sammelsystem Deutschland (eigene Darstellung)

Eine Sammlung von EEAG durch Dritte ist, sofern nicht von einem der berechtigten Akteure beauftragt, nicht möglich. Der § 17 des KrWG verbietet die gewerbliche Sammlung von gefährlichen Abfällen, zu denen EEAG gezählt werden (8).

3.2 aktuelle Situation

In Deutschland wurden im Jahr 2016 rund 1.958.000 Tonnen EEG in den Verkehr gebracht, was etwa 20 % der in der EU verkauften Geräte entspricht (9). Damit wurden mehr EEG als in jedem anderen Land der EU verkauft und diese Menge wird in den nächsten Jahren noch weiter ansteigen. Neben einer steigenden Wirtschaft wird diese Entwicklung auch durch den offenen Anwendungsbereich, der ab dem 15.08.2018 in Kraft getreten ist, weiterbefördert.

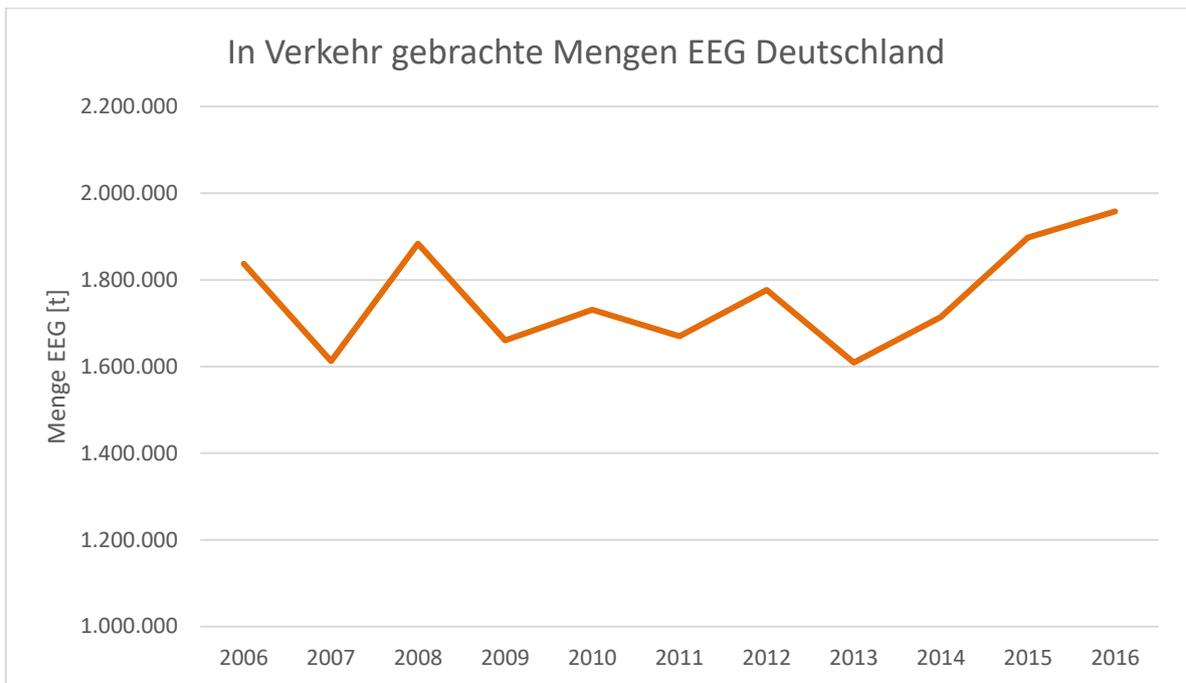


Abbildung 5: In Verkehr gebrachte EEG Deutschland (9)

Daher wird es immer wichtiger für diese wachsende Menge an zukünftigen Altgeräten eine ausreichende Infrastruktur der Sammlung einzurichten. Diese Notwendigkeit wird besonders durch die steigenden Sammelanforderungen der Europäischen Union gefördert. Die bisher vorgeschriebene Sammelquote von 45 % wurde von Deutschland meist knapp verfehlt und das Sammelergebnis liegt weit von der neuen Quote von 65 % entfernt. Um dies zu erreichen, müssten circa 350.000 Tonnen EEAG im Jahr zusätzlich gesammelt werden. Dies würde einer zusätzlichen Sammelmenge von $4,2 \frac{kg}{EW \cdot a}$ zu den 2016 bereits gesammelten $9,4 \frac{kg}{EW \cdot a}$ entsprechen.

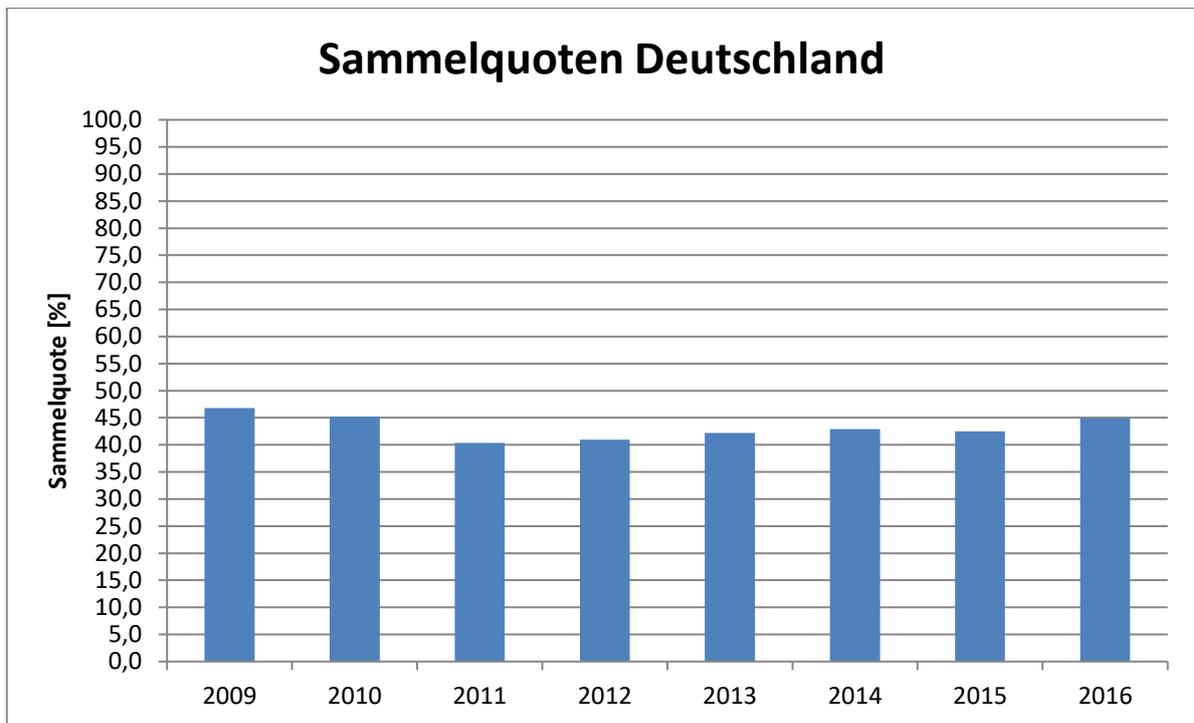


Abbildung 6: Sammelquoten in Deutschland (9)

Diese Sammelquote gibt nur über das gesamte Sammelergebnis Auskunft. Um mögliche Probleme im Sammelsystem zu erkennen, sollte man die Quote in einzelne Gerätekategorien aufteilen. Nach dieser Betrachtung ergibt sich ein erheblicher Unterschied zwischen den Kategorien.

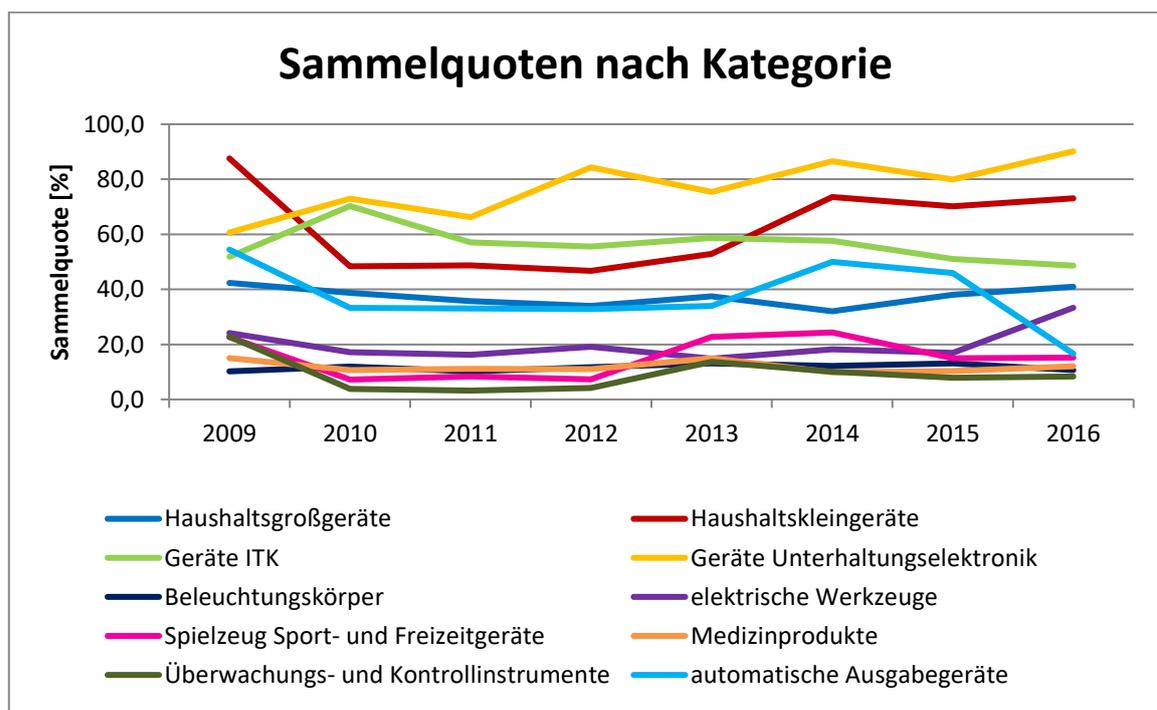


Abbildung 7: Sammelquoten nach Gerätekategorie Deutschland (10)

Die Erfassung von Unterhaltungselektronik funktioniert bereits gut und erfüllt mit circa 90 % das Sammelziel. Die Erfassung von medizinischen Geräten und Überwachungs- und Kontrollinstrumenten ist mit rund 10 % sehr niedrig. Die Sammlung von Großgeräten liegt mit einer Sammelquote von 41 % im guten Mittelfeld. Diese Quoten beziehen sich wie die Gesamtsammelquote auf den Durchschnitt der Menge der in Verkehr gebrachten Geräte in den letzten drei Jahren. Um jedoch das Sammelziel von 65 % zu erreichen, ist es zunächst von größerer Bedeutung die gesammelte Masse der EEAG und nicht nur die Sammelquoten der einzelnen Kategorien zu erhöhen. Dies wird besonders deutlich, wenn man die nicht erfassten Mengen der einzelnen Kategorien betrachtet.

Tabelle 3: Nicht erfasste Menge an EEAG nach Kategorie 2016 in Deutschland (10)

	In Verkehr gebracht Ø	Gesammelt	Nicht erfasste Menge
Kategorie	t	t	t
1	787.983	323.011	464.972
2	191.867	140.176	51.691
3	235.863	114.668	121.195
4	146.628	132.176	14.452
5	134.480	14.331	120.149
6	131.243	43.731	87.512
7	45.126	6.827	38.299
8	24.785	2.977	21.808
9	32.773	2.748	30.025
10	9.456	1.570	7.886
gesamt	1.740.205	782.215	957.990

Besonders in der Kategorie 1 Großgeräte ist die größte Menge der nicht erfassten EEAG zu verzeichnen. Fast die Hälfte der nicht erfassten Masse an EEAG kann der Kategorie 1 zugeordnet werden. Dies liegt natürlich auch an der Natur der Kategorie, die besonders schwergewichtige Geräte zusammenfasst.

3.3 Sammelwege

In Sammelsystemen können Bring- und Holsysteme unterschieden werden. Für die Bringsysteme wurden in Deutschland eine große Zahl stationärer Sammelstellen eingerichtet bzw. bestimmt.

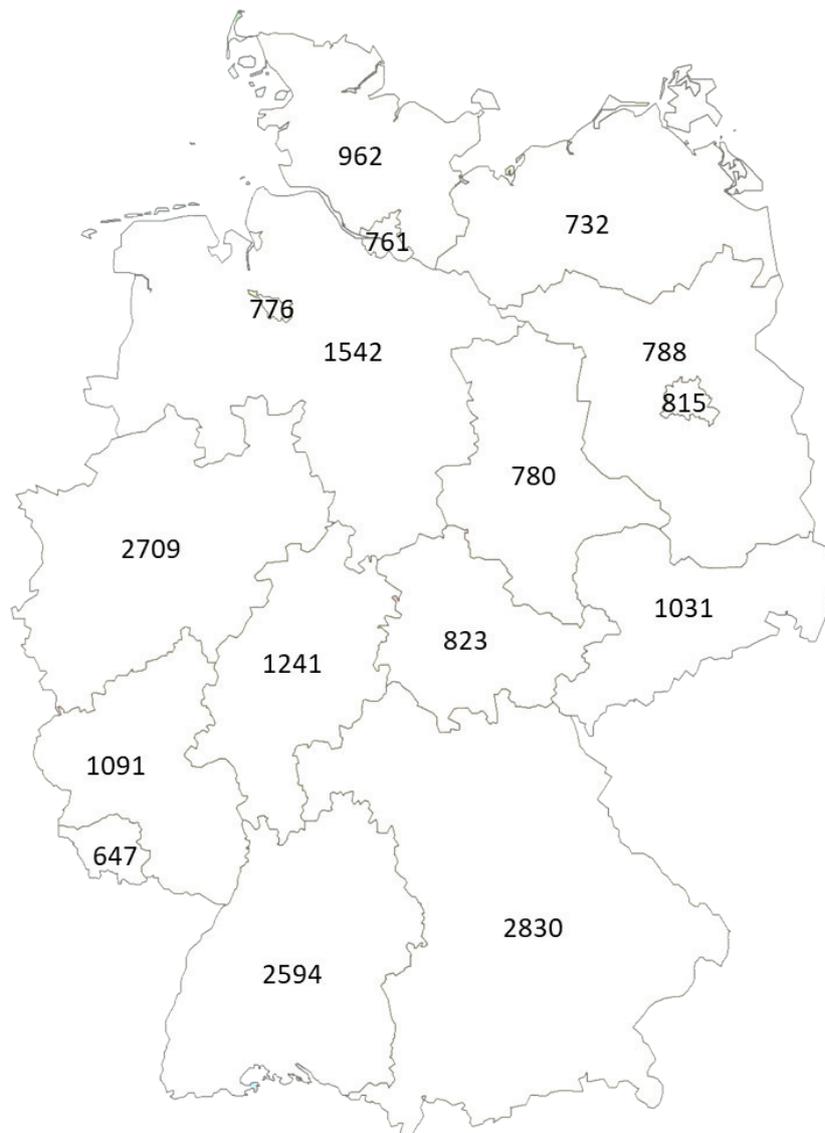


Abbildung 8: Sammelstellen nach Bundesland bearbeitet nach (11)

Von der Stiftung EAR werden insgesamt 13.102 offizielle stationäre Sammelstellen in Deutschland aufgeführt (12). Diese beinhalteten Recyclinghöfe und rücknahmepflichtige Vertreiber. Diese Zahl fällt geringer aus als die Summe der für jedes Bundesland angegebenen Sammelstellen, da in den Bundesländern auch regional übergreifende Sammelsysteme, wie zum Beispiel die Rücknahme durch den Fernhandel, angegeben

werden. Auch alternative Sammelkonzepte, wie zum Beispiel ein Depotcontainersystem werden dabei nicht erfasst. Es ist zu erkennen, dass besonders die neuen Bundesländer unterdurchschnittlich mit Sammelstellen, bezogen auf die Einwohnerzahl, ausgestattet sind. Lediglich Berlin übersteigt in Bezug auf die Sammeldichte den gesamtdeutschen Durchschnitt.

Leider kann die Dichte der Sammelstellen aufgrund der schlechten Datenlage nur schwer auf ein Sammelergebnis bezogen werden. Zwar werden in den meisten Bundesländern in ihren jährlichen Abfallbilanzen eine anfallende Menge an EEAG angegeben, jedoch geben Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, das Saarland und Mecklenburg-Vorpommern mit Hinweis auf die Datenerhebung der Stiftung-EAR keine Zahlen diesbezüglich an. Außerdem weisen die vorhandenen Zahlen auf Unterschiede im statistischen Verfahren hin, da diese durchgehend unter dem deutschen Gesamtergebnis liegen. Sachsen-Anhalt liegt nach eigenen Angaben bei circa $7 \frac{kg}{EW \cdot a}$ und müsste pro Einwohner etwa 2 Kilogramm mehr sammeln, um das deutsche Sammelergebnis zu erreichen (13). Sachsen-Anhalt ist eines der wenigen Bundesländer, die ihrer Abfallbilanz innerhalb des Bundeslandes weiter aufschlüsseln.

örE-Nr.	örE	Optierung	Sammelmenge Optierung [Mg]	Sammelmenge EAR [Mg]	Summe	Spezifisches Aufkommen [kg/E]
1	Dessau-Roßlau	ja	329	89	418	5,04
2	Halle (Saale)	ja	1.512	53	1.565	6,60
3	Magdeburg	ja	1.306	290	1.596	6,77
81	Altmarkkreis Salzwedel	ja	617	153	770	8,94
82	Anhalt-Bitterfeld	ja	1.140	2	1.142	6,93
83	Börde	ja	1.004	269	1.273	7,34
84	AW SAS Burgenlandkreis	ja	1.067	134	1.201	6,52
85	enwi Harz	ja	1.761	293	2.054	9,28
86	Jerichower Land	ja	119	599	718	7,83
87	Mansfeld-Südharz	nein	3	1.051	1.054	7,45
88	Saalekreis	ja	968		968	5,19
89	Salzlandkreis	ja	1.243	82	1.325	6,74
90	Stendal	ja	698	290	988	8,57
91	Wittenberg	nein		657	657	5,12
	Sachsen-Anhalt		11.766	3.963	15.730	7,01

Abbildung 9: Sammelmengen und Optierung Sachsen-Anhalt 2016 (13)

Die Zahlen lassen den Schluss zu, dass Halle (Saale) leicht unter und der Saalekreis leicht über dem Landesdurchschnitt liegt. Diese Ergebnisse beziehen sich allerdings nur auf EEAG, die durch die örE erfasst wurden. Vertreiber und Hersteller, die im Bundesland sammeln, müssen nicht zwangsläufig auch dort behandeln. Diese richten oft grenzübergreifende Systeme zur Behandlung ihre Altgeräte ein und verschieben so die

Erfassung in andere Bundesländer. Außerdem können ausschließlich die einwohnerspezifischen Sammelergebnisse verglichen werden, da keine in Verkehr gebrachten Mengen lokal festgesetzt werden können, um eine Sammelquote zu bestimmen.

3.4 Probleme der Sammlung von EEAG in Deutschland

Die Probleme der Sammlung von EEAG können grundsätzlich in Probleme innerhalb des Meldesystems und außerhalb des Meldesystems der EAR sowie des statistischen Bundesamts Destatis unterschieden werden.

3.4.1 Probleme außerhalb des Meldesystems

Die Probleme außerhalb des Meldesystems beinhalten alle Ursachen für die Nicht-Erfassung von EEAG ins System. Eine der Ursachen ist die tatsächliche Entnahme der Geräte aus dem Sammelsystem. Dies geschieht zum einen durch die Beraubung der werthaltigen Komponenten. Etwa 22 % der Altgeräte werden beraubt bevor sie eine Erstbehandlungsanlage erreichen. Besonders bei Kühlgeräten ist der Anteil der Beraubung besonders groß. 25 % der Kühlgeräte, die in Erstbehandlungsanlagen verwertet werden, wurden beraubt, meist durch die Entfernung des Kompressors. Diese Quote beinhaltet nicht die vollständig beraubten Geräte, die es gar nicht in die Erstbehandlung schaffen. Durch diese Beraubung und den Verlust der Sekundärrohstoffe entstehen wirtschaftliche Schäden, die jährlich auf über 170 Mio. € geschätzt werden. Durch die unsachgemäße Entfernung bestimmter Komponenten können auch erhebliche Umweltschäden entstehen, da zum Beispiel bei der Entfernung der Kompressoren aus Kühlgeräten FCKW und andere Schadstoffe freigesetzt werden können (14).

Die Beraubung erfolgt meist während der haushaltsnahen Sammlung, die entweder auf Anmeldung oder zu zentralen Terminen erfolgt. Die Geräte werden leicht zugänglich auf öffentliche Plätze oder an die Straße gestellt, um von Sammelfahrzeugen oft in der Kombination mit der Sperrmüllsammlung erfasst zu werden. Bevor dies erfolgen kann, werden die Geräte der werthaltigen Komponenten beraubt oder häufig sogar vollständig gestohlen (15). Die Beraubung kann aber auch an zentralen Sammelstellen erfolgen. Dementsprechend müssen ausreichende Sicherheitsmaßnahmen getroffen werden. Für die dezentrale Sammlung sollten daher, soweit möglich, gesicherte Bereiche für die Abholung der Geräte eingerichtet werden. Eine weitere Möglichkeit ist die einzelne

Sicherung der Geräte. Dies kann zum Beispiel mittels einer Markierung der Geräte durch spezielle Klebebänder erfolgen, welche die Geräte dem abholenden Unternehmen, meistens dem öRE, zuordnen. So sind die Behandlungsanlagen darüber informiert, dass, sollten die Geräte von anderen Sammlern abgegeben werden, diese beraubt wurden. Dies bietet keinen garantierten Schutz vor illegalem Abgriff und verhindert nicht den Ausbau von einzelnen Komponenten, erschwert jedoch die Beraubung.

Eine weitere Lücke in der Erfassung der EEAG ist der Export der Geräte ins Ausland. Exporte von EEAG sind durch das Basler Übereinkommen über die Kontrolle der grenzüberschreitenden Verbringung gefährlicher Abfälle und ihrer Entsorgung, kurz das Basler Konvent, in über 186 Staaten weltweit geregelt³. Dadurch dürfen EEAG und andere gefährliche Abfälle nur unter stark regulierten Bedingungen und unter Einhaltung von Sicherheits- und Umweltstandards in andere Länder exportiert werden. Unter diesen Vertrag ist jedoch nur der Transport von Abfällen geregelt. Geräte, die zur unmittelbaren Wiederverwendung und nicht zur Verwertung und Beseitigung exportiert werden, fallen nicht darunter. Die Wiederverwendung umfasst dabei die Reparatur, die Erneuerung oder die Aufrüstung der Geräte. Außerdem ist es den einzelnen Ländern überlassen welche Verfahren für die grenzüberschreitenden Verbringung vorgeschrieben werden (16).

Durch diese Lücken im Abkommen können auch funktionsunfähige Geräte unter Deklaration der Reparatur exportiert werden, ohne als Abfall zu gelten. Diese Exporte gehen häufig in technisch unterentwickelte Länder, welche die Ansprüche an die technische Verwertung und den Umweltschutz des Basler Konvents nicht vollständig erfüllen können, jedoch eine günstige Entsorgung bieten. Diese, dem Sammelsystem so entzogene Menge an EEAG, hat sowohl den Effekt der fehlenden Massen an gesammelten Altgeräten, als auch eine künstliche Absenkung der in Verkehr gebrachten Mengen zur Folge. Die offiziell angemeldeten exportierten Geräte, die als gebraucht oder reparaturbedürftig deklariert wurden, werden in der Statistik vom Sammelziel abgezogen.

Allein im Jahr 2008 wurden über den Hamburger Seehafen etwa 155.000 Tonnen an EEAG exportiert (17). Bei einer Untersuchung des Umweltbundesamts wurden auch die Preise, für die jede Tonne verkauft wurde, berücksichtigt. Aus diesen Preisen kann geschlossen werden, dass es sich bei diesen Geräten nicht um neuwertige, sondern um wahrscheinlich stark beschädigte handelte. Es ist also davon auszugehen, dass ein

³ Die USA haben als eins der wenigen Länder diesen Vertrag bisher nicht ratifiziert.

Großteil der exportierten Geräte falsch deklariert wurde und dies auch noch heute geschieht (18).

Die informellen Sammler kommen auf verschiedenen Wegen an die Geräte. Zum einen werden, wie bereits beschrieben, Geräte, die zur Abholung an die Straße oder andere zugängliche Sammelstellen gestellt werden, abgegriffen. Zum anderen können Sammlungen die weder von den öRE noch von Hersteller organisiert werden, erfolgen. Diese gewerblichen Sammler richten sich dabei auch direkt an die Haushalte und bieten eine direkte Abholung mit minimalem Aufwand für den Endverbraucher an, weshalb sie einen großen Anklang finden. Es fehlen jedoch häufig die Kapazitäten diese Sammlungen zu kontrollieren und Straftaten zu verfolgen. Diese Lücke in der Sammlung durch den informellen Abgriff trägt ein Potential von über 40 % der benötigten Sammelmenge.

Eine weitere große Lücke in der Sammlung stellt der Speichereffekt dar. Das berechnete Sammelziel ergibt sich aus der in Verkehr gebrachten Menge der letzten drei Jahre. Die Statistik geht also davon aus, dass zwischen dem Kauf und der Rückführung eines Gerätes ins Sammelsystem drei Jahre liegen. Dies wird für alle Gerätekategorien angewandt. Diese Zeitspanne wird jedoch in den meisten Fällen nicht eingehalten, da zum einen die Lebensdauern der Geräte zum Teil länger als drei Jahre sind und zum anderen selbst nach dem Defekt oder dem Neukauf eines Gerätes, die alten Geräte nicht in das Sammelsystem eingebracht, sondern im Haushalt gelagert werden. Die Sammelgruppen 2 und 5 werden von diesem Effekt besonders betroffen. Es wird geschätzt, dass jedes Jahr etwa 350.000 Tonnen an EEAG in Haushalten gelagert werden und nicht dem Sammelsystem zugeführt werden (19). Das entspricht etwa 4,2 Kilogramm pro Einwohner und der vollständigen Menge, die zusätzlich an EEAG gesammelt werden müssen, um die vorgegebene Quote zu erreichen.

Die dritte große Lücke außerhalb des Meldesystems ist die Entsorgung von EEAG über andere Abfallsammelsysteme. Besonders die Restmüllsammlung und die Sammlung von Leichtverpackungen (LVP) bieten das größte Potential für eine unsachgemäße Entsorgung von EEAG, da die entsprechenden Tonnen jedem Haushalt leicht zugänglich sind und die Altgeräte dadurch mit minimalem Aufwand für Privatpersonen entsorgt werden können. Auf Basis verschiedener Analysen von Restmüll- und LVP-Sammlungen wird der Anteil von EEAG vom UBA auf etwa 0,75 % geschätzt (18). Bei einer gesammelten Restmüllmenge von 14,6 Mio. Tonnen in Deutschland entspricht das 109.500 Tonnen EEAG (20). In der LVP-Sammlung werden in der gesammelten Menge von etwa 2,5 Mio. Tonnen Fehlwürfe von 18.750 Tonnen an EEAG vermutet (18). Die auf

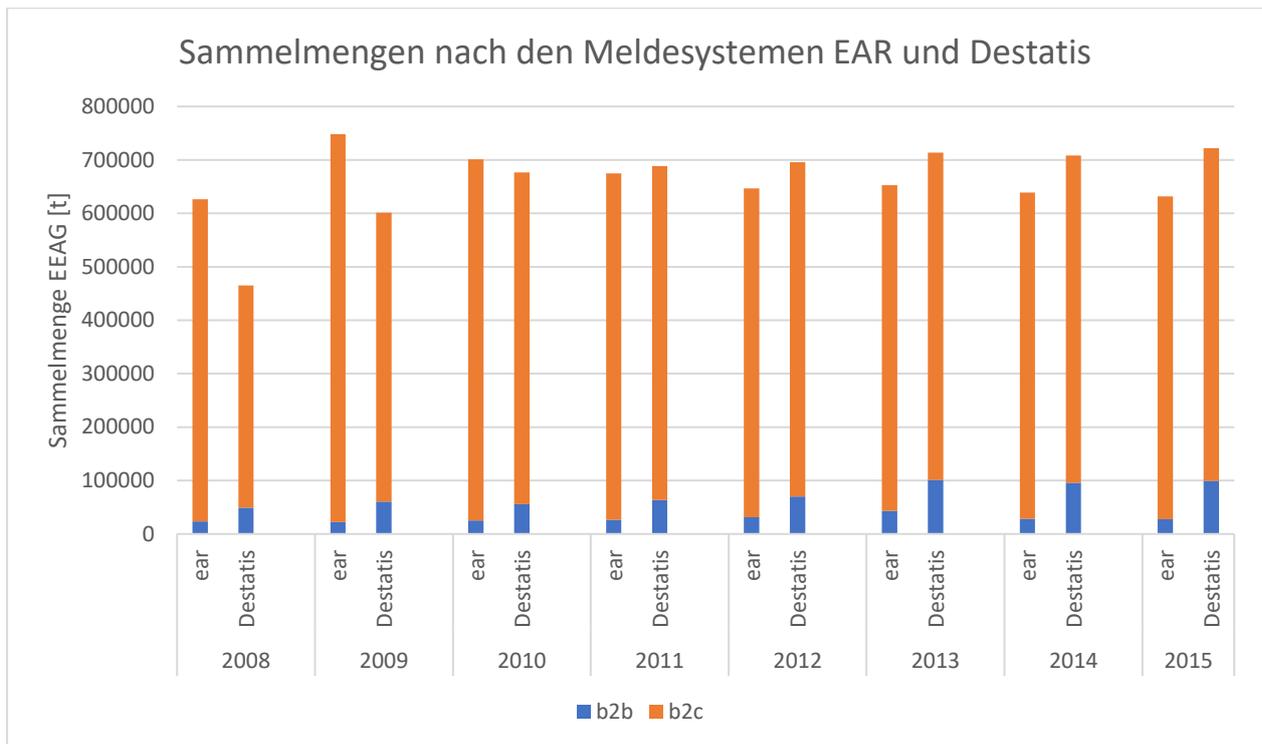


Abbildung 11: Sammelmengen Vergleich der Meldesysteme von EAR und Destatis (18)

Obwohl die Sammelmengen aus den privaten Haushalten sich in den letzten Jahren immer mehr angeglichen haben, zeigt sich immer mehr eine Lücke bei den gemeldeten Mengen aus der gewerblichen Nutzung. Bei Destatis wird eine deutliche höhere Menge an EEAG aus gewerblicher Nutzung gemeldet als der Stiftung-EAR, was auf ein Defizit des Meldesystems hinweist.

Ein Problem des Destatis-Meldesystems stellt hingegen die Registrierung bestimmter Erstbehandlungsanlagen dar. Anlagen, die sich nur auf einen Teilaspekt der Verwertung konzentrieren, wie zum Beispiel der Vorbereitung zur Wiederverwendung von Geräten, wurden oft nicht als Erstbehandlungsanlage registriert, da in der ursprünglichen Fassung des ElektroG die Arten der Behandlung nicht genau definiert waren. In der Neufassung vom Jahr 2015 wurde diese Definition angepasst, sodass auch die in solchen Anlagen behandelten Mengen registriert werden.

Eine weitere statistische Fehlerquelle in der Sammlung von EEAG ist die Festsetzung des Sammelziels. Bisher wird in der EU das Sammelziel wie in den Formeln 1 und 2 auf Basis der in Verkehr gebrachten Mengen festgelegt. Wie bereits beschrieben setzt das Verfahren voraus, dass die gleiche Masse an Geräten die verkauft wurden innerhalb von drei Jahren wieder dem Sammelsystem zugeführt werden. Besonders bei Großgeräten

liegt die durchschnittliche Lebensdauer weit höher. Dadurch verschiebt sich der Anfall an Altgeräten in spätere Jahre, in denen sie statistisch nicht erwartet werden, was die Sammelquoten verfälscht. Die Lebenszeiten finden lediglich indirekt, durch einen späten Neukauf Berücksichtigung. Dieses Verfahren reagiert auch nur langsam auf technische Entwicklungen der Geräte bezüglich von Größe und Gewicht. So kann bei einem Neukauf ein leichtes Elektrogerät in das Sammelziel einfließen und gleichzeitig ein schwereres Altgerät derselben Kategorie im Sammelergebnis berücksichtigt werden. Auch in Deutschland zeigt sich dieser Effekt in den Sammelergebnissen. Die Unterhaltungselektronik, die durch die schnelle technische Entwicklung relativ schnell durch neue Geräte ausgetauscht wird, erreichen in der Sammlung eine gute Sammelquote. Die medizinischen Geräte, die durch ihre hohen Anschaffungskosten sehr lange verwendet werden müssen, werden mit nur 10 % der in Verkehr gebrachten Mengen wieder gesammelt.

Daher wurde in der Richtlinie 2012/19/EU unter der Begründung in Absatz 16 die Entwicklung eines Verfahrens gefordert, dass Sammelquoten basierend auf der tatsächlich produzierten Abfallmenge⁴ festgelegt werden. Dieses Verfahren wurde dann in der Durchführungsverordnung 2017/699 als Alternative zum bisherigen Verfahren eingeführt. Bei diesem Verfahren werden die bereits erhobenen POM-Daten mit den Lebensdauerprofilen der einzelnen Gerätekategorien verrechnet und daraus eine zu erwartende Menge an Abfall aus den verkauften Mengen eines Jahres. Dies wird über einen Zeitraum aus dem noch Altgeräte zu erwarten sind wiederholt und die Ergebnisse zusammengefasst.

⁴ Waste generated (WG)

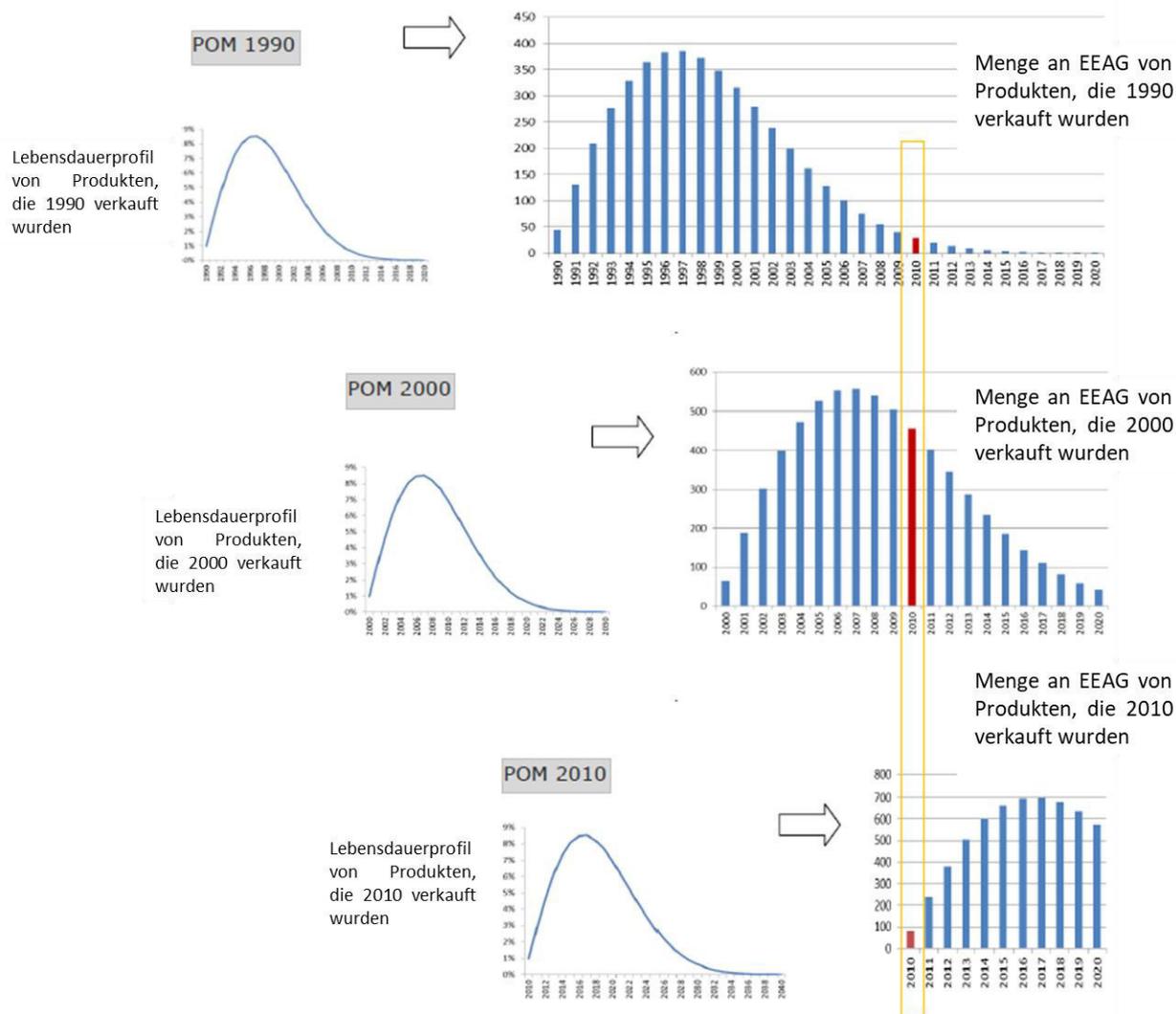


Abbildung 12: Illustration des Verfahrens zur Berechnung des voraussichtlich generierten Elektronikabfalls bearbeitet nach (21)

Sollte ein Mitgliedsstaat der EU dieses Berechnungsverfahren anwenden, wird ein Sammelziel von 85 % vorgeschrieben (22). Eine Untersuchung des Verfahrens durch die EU ergab eine Fehlerquote von etwa zehn Prozent, wobei diese hauptsächlich auf der Bestimmung der POM-Daten basieren, was sich auch auf die bisherige Methode auswirkt. In dieser Untersuchung wurden ebenfalls die Mengen an in Verkehr gebrachten EEAG mit dem berechneten generierten Elektroabfall verglichen. Für die untersuchten Länder Schweden und Deutschland und für die gesamte EU ergaben sich dabei unterschiedliche Ergebnisse (21).

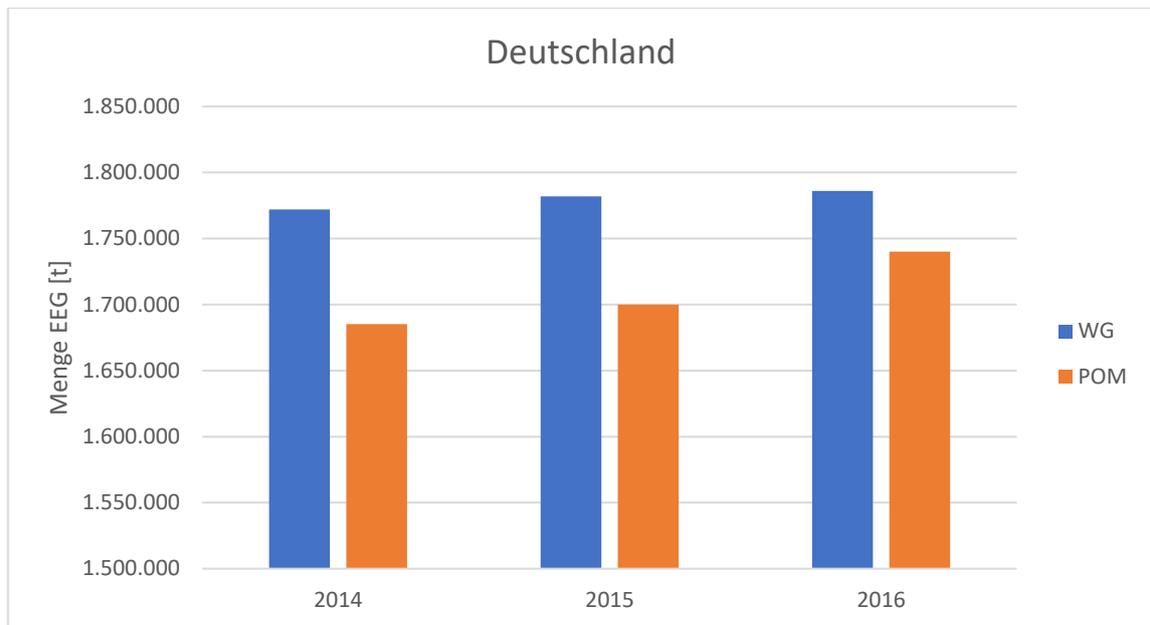


Abbildung 13: Vergleich von POM und WG in Deutschland (21)

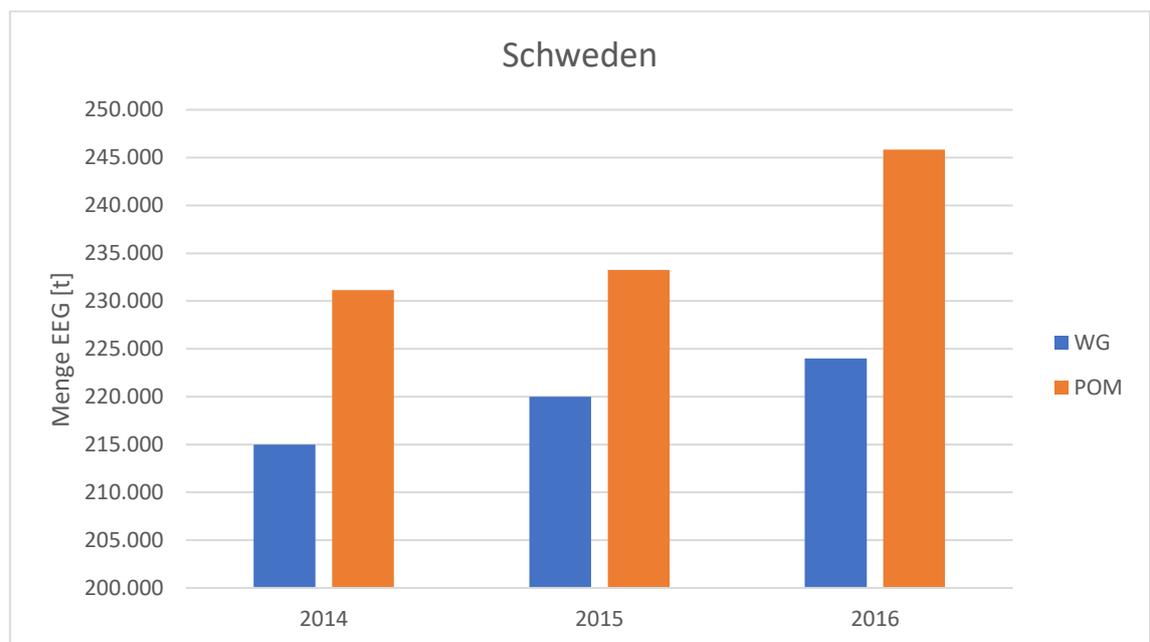


Abbildung 14: Vergleich von POM und WG in Schweden (21)

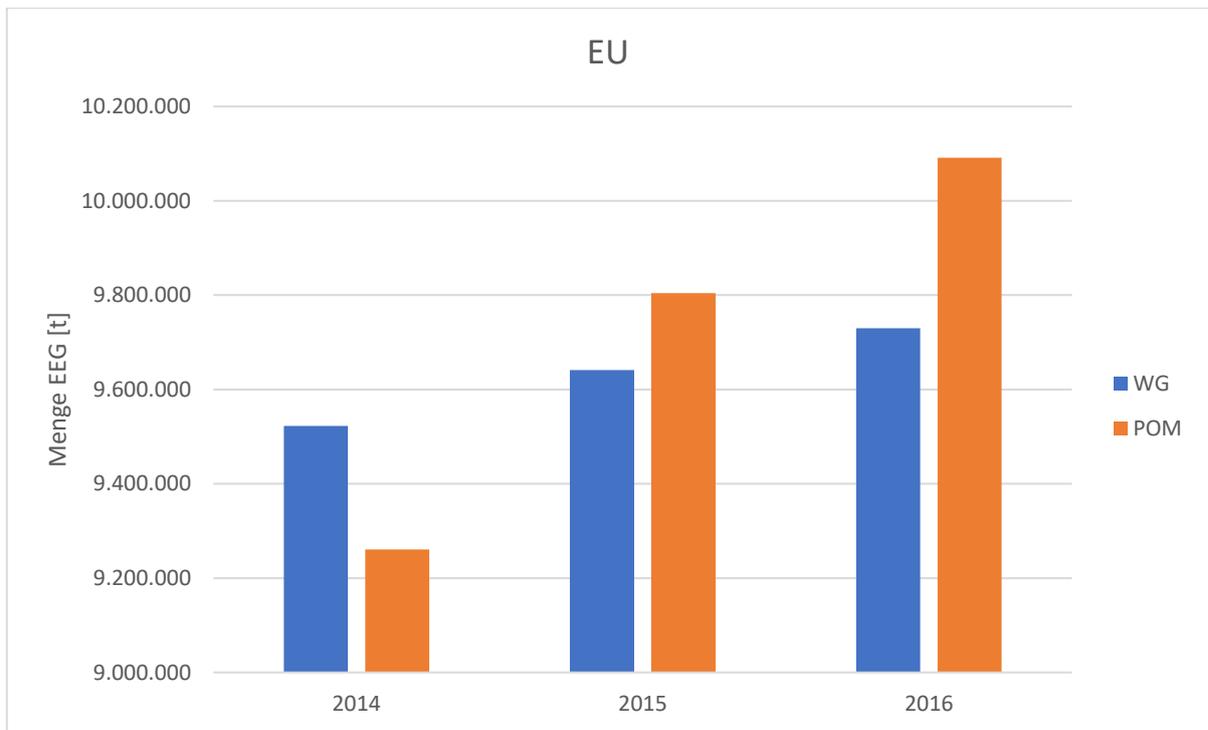


Abbildung 15: Vergleich von POM und WG in der gesamten EU (21)

Für Deutschland ist die generierte Menge an EEAG größer als die in Verkehr gebrachte Menge. Das bedeutet, dass eine deutlich größere Menge an EEAG anfällt als bisher berücksichtigt wird. Diese Differenz kann zum einen aus dem technischen Wandel der Geräte entstehen, bei dem alte und schwerere Geräte durch neue und leichtere Modelle ersetzt werden. Zum anderen zeichnen sich besonders die Großgeräte mit Lebensdauern weit über drei Jahre aus. Sie werden häufig lange wiederverwendet oder repariert, sodass diese deutlich nach einem Neukauf dem Sammelsystem zugeführt werden. In Schweden ergibt sich ein gegenteiliges Bild. Hier übersteigt die in Verkehr gebrachte Menge an EEAG die berechnete Menge an generiertem Abfall. Diese Differenz ergibt sich unter anderem auch aus dem Verkauf an Photovoltaikmodulen, die auch eine deutlich längere Lebenszeit aufweisen und deutlich später erst wieder in das Sammelsystem zurückgegeben werden. Auch bezogen auf die gesamte EU ergibt sich eine Diskrepanz, die im Jahr 2016 fast 400.000 Tonnen betrug.

Allgemein zeigt sich, dass das bisherige System nur langsam auf neu eingeführte und ausklingende Technologien reagieren kann und der Einfluss langer Lebensdauern nur wenig berücksichtigt wird. Eine Umstellung auf das Berechnungssystem des generierten Abfalls wäre mit einem zusätzlichen Aufwand in der Erfassung und Verarbeitung von Daten verbunden. Neben den wie bisher bereits gesammelten POM-Daten müssen für einzelne Gerätearten Lebensdauerprofile erfasst und regelmäßig angepasst werden.

Durch die Umstellung des Systems in Schweden würde das Sammelziel herabgesetzt werden und auch in der gesamten EU hätte diese Umstellung einen positiven Effekt auf die Sammelquote. Deutschland dagegen würde nach einer solchen Umstellung ein noch höheres Sammelziel erfüllen müssen. Diese Anpassung des Systems verändert natürlich nur rechnerisch die Sammelergebnisse und erhöht nicht die tatsächlich gesammelten Mengen, was dem eigentlichen Ziel der Gesetzgebung entspricht. Jedoch würde diese Umstellung helfen, realistischere Sammelziele festzulegen. Außerdem wären durch den stärkeren Einfluss der Lebensdauer auf das Sammelziel, die Länder stärker motiviert einen gesetzlichen Rahmen zu schaffen, der lange Lebensdauern, Reparaturen und Weiterverwendungen von Geräten stärkt.

4 Das schwedische Sammelsystem

In Schweden wurde die Produzentenverantwortung für die EEAG bereits 2001 und damit schon vor dem Beschluss der Richtlinie 2002/96/EG eingeführt. Dem vorausgegangen war ein erheblicher Druck aus der Bevölkerung, die einen stärkeren Umweltschutz forderte. So wurde ein Konzept zur Erfassung und Behandlung von EEAG von verschiedenen Akteuren ausgearbeitet, die schon früh mit großem Engagement an dieser Konzeptionierung beteiligt waren. Dazu gehörten neben den Produzenten von EEG auch Interessengruppen, wie Greenpeace und der schwedische Naturschutzverein SNF. Auf Basis dieser Zusammenarbeit erfolgte eine schnelle Implementierung der, von der zuständigen Behörde aufgestellten, Gesetze (23).

4.1 Rechtliche Grundlagen

Die erste europäische Richtlinie über die Erfassung und Verwertung von EEAG von 2002 wurde in der Verordnung SFS 2005:209 übernommen. Hier wurden die ersten Sammel- und Verwertungsziele in schwedisches Recht umgesetzt. Die Implementierung der Richtlinie 2012/19/EU in Schweden erfolgte dann in der SFS 2014:1075 Förordning om producentansvar för elutrustning „Verordnung über die Herstellerverantwortung für elektrische Geräte“. Wie auch in Deutschland sind die Produzenten der EEG für die Erfassung und Verwertung von EEAG zuständig.

Bevor Produzenten EEG in Schweden in Verkehr bringen dürfen, müssen sich Hersteller bei der schwedischen Umweltbehörde „Naturvårdsverket“ registrieren. Dazu müssen sie eine Niederlassung in Schweden haben oder einen Vertreter festlegen, der ihre Pflichten

in Schweden wahrnehmen kann. Zu diesem Zweck wurde bereits 2001 die gemeinnützige Organisation „El-Kretsen“ von den Herstellern gegründet. Diese ist für die Organisation von Rücknahme und Recycling der EEAG zuständig. Die Verwertungsquoten entsprechen den Quoten, die durch die EU Richtlinie 2012/19/EU vorgegeben und bereits in Tabelle 2 beschrieben wurden. Eine besondere Abweichung von den bisher beschriebenen Gesetzen ist die Möglichkeit ein eigenes Sammelsystem einzurichten. Neben den verpflichteten Akteuren kann jeder ein Sammelsystem für EEAG einrichten, solange dies festgeschriebene Voraussetzungen erfüllt. Kriterien sind dabei unter anderem, die Einhaltung der abfallwirtschaftlichen Ziele, die leichte Zugänglichkeit der Sammelstellen, die eine kostenlose Rückgabe ermöglichen und eine Koordinierung mit bestehenden Sammelsystemen und den Gemeinden in denen gesammelt wird. Die Überprüfung der Kriterien und die Zulassung eines Sammelsystems erfolgt durch die schwedische Umweltbehörde.

Um die Erfüllung der von der EU vorgegebenen Quoten überprüfen zu können, müssen die in Verkehr gebrachten Mengen durch die Produzenten und die erfassten und verwerteten Mengen durch die Sammelsysteme, registriert und an die Umweltbehörde weitergeleitet werden.

4.2 aktuelle Situation

Im Jahr 2016 wurden rund 260.000 Tonnen an EEG in Schweden auf den Markt gebracht. Schweden bringt mit circa 2,6 % der gesamten in Verkehr gebrachten EEG der EU zwar nur einen geringen Anteil auf den Markt, bezogen auf die Einwohner werden jedoch mehr EEG in Schweden als in Deutschland verkauft. In den letzten Jahren ist auch in Schweden eine steigende Tendenz der in Verkehr gebrachten Geräte zu verzeichnen. Eine vollständige Erfassung und Verwertung der EEAG ist also auch hier ein wachsendes Problem.

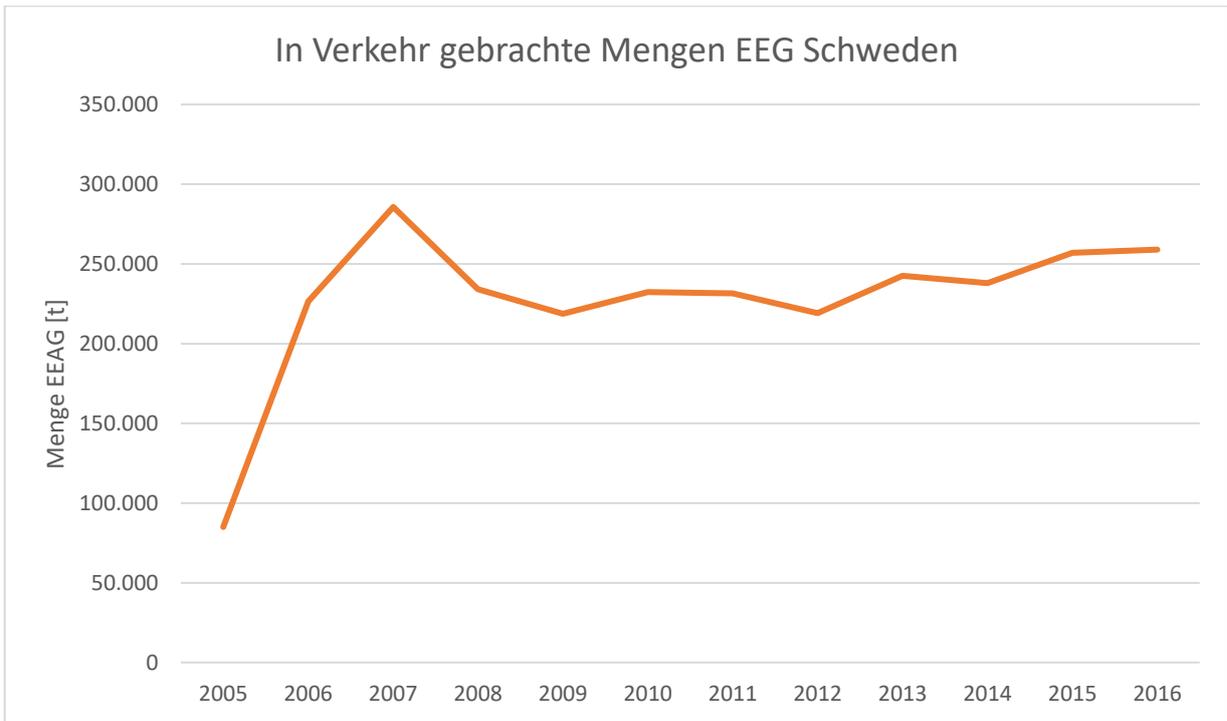


Abbildung 16: In Verkehr gebrachte Mengen EEG Schweden (9)

Obwohl in den letzten Jahren ein leichter Abfall der Sammelquote zu verzeichnen ist, ist Schweden immer noch das Land mit dem besten Sammelergebnis innerhalb der EU. Jedoch wurde das Sammelziel von 65 % in den letzten Jahren mit 66,4 % nur knapp erreicht.

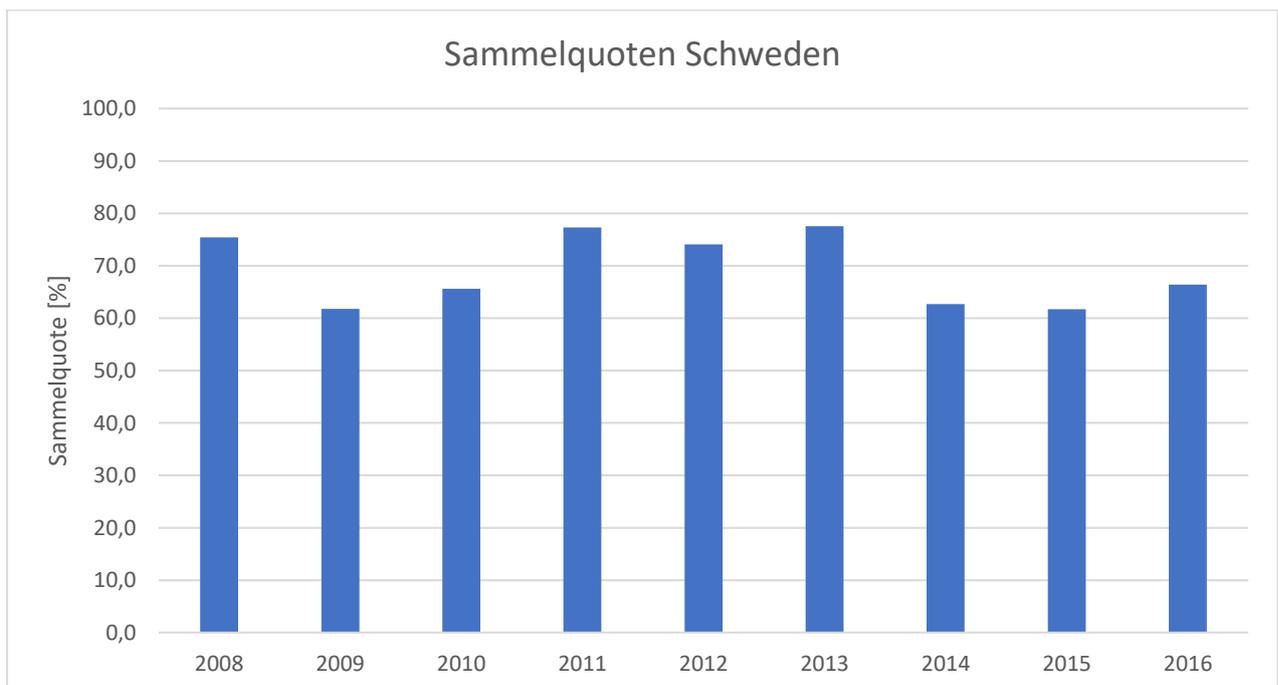


Abbildung 17: Sammelquoten in Schweden (9)

Auch im schwedischen Sammelsystem gibt es Defizite in der Erfassung von EEAG. Trennt man die Sammelquote erneut in die zehn Gerätekategorien auf, ergibt sich folgendes Bild:

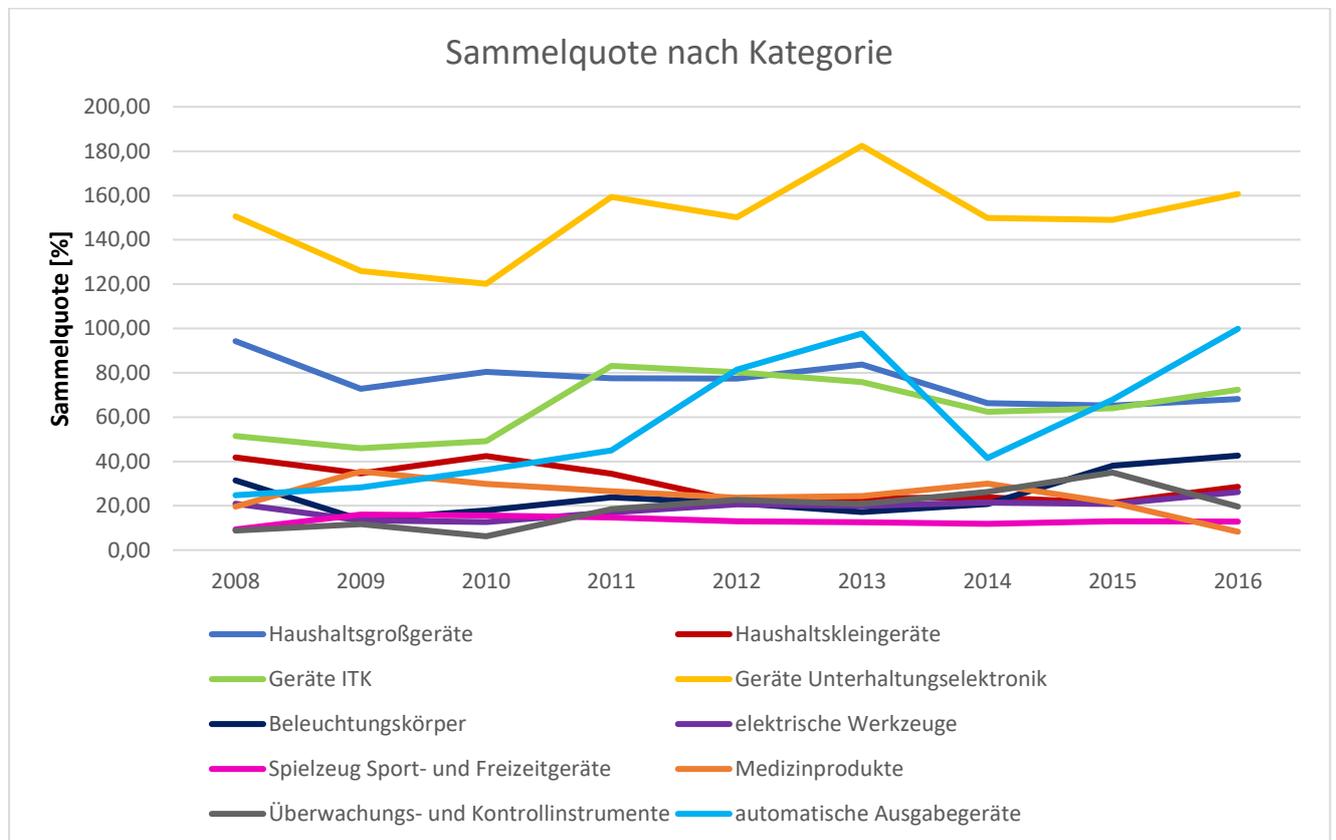


Abbildung 18: Sammelquoten nach Gerätekategorie Schweden (9)

Die Kategorie der automatischen Ausgabegeräte wird fast vollständig in der Sammlung erfasst. Auch die Kategorien der Haushaltsgroßgeräte und Geräte aus der Informations- und Telekommunikationstechnik weisen mit 70 % eine hohe Sammelquote auf. Die Sammlung von medizinischen Geräten, Spielzeug, Sport- und Freizeitgeräten und der Haushaltskleingeräte erreichen nur geringe Sammelquoten und bedürfen durchaus noch einer Verbesserung.

Besonders sticht hier die Sammelquote der Geräte aus der Unterhaltungselektronik heraus. Nach den an die EU gemeldeten Zahlen werden jedes Jahr weit über 100 % an Geräten dieser Kategorie gesammelt. Dies lässt sich teilweise durch das statistische Verfahren erklären.

Wenn man die tatsächlichen Massen der erfassten und nicht erfassten EEAG betrachtet zeigt sich erneut, dass trotz der hohen Sammelquote die Kategorie 1 der Großgeräte immer noch den höchsten Anteil der nicht erfassten Menge ausmacht.

Tabelle 4: Nicht erfasste Menge an EEAG nach Kategorie 2016 in Schweden (9)

	In Verkehr gebracht Ø	gesammelt	Nicht erfasste Menge
Kategorie	t	t	t
1	119.565	81.510	38.055
2	25.991	7.409	18.582
3	36.333	26.268	10.065
4	20.610	33.122	0
5	16.625	7.087	9.538
6	13.284	3.481	9.803
7	6.286	812	5.474
8	2.886	239	2.647
9	1.183	233	950
10	915	914	1
gesamt	245.828	163.237	82.591

Die zweitgrößte Menge an nicht gesammelten EEAG stammt aus der Kategorie der Kleingeräte. Trotz dem geringeren Gewicht der Geräte dieser Kategorie machen diese über 20 % der nicht gesammelten Menge der EEAG aus. Dies und die niedrige Sammelquote der Kategorie 2 zeigt, dass die Sammlung von Kleingeräten eins der größten Probleme des schwedischen Sammelsystems darstellen.

4.3 Sammelwege

Die Sammlung von EEAG erfolgt hauptsächlich über die 290 Kommunen in Schweden die mit EI-Kretsen vertragliche Vereinbarungen getroffen haben. Diese Kommunen richten öffentliche Sammelstellen in Form von Recyclinghöfen, mobilen Sammelcontainern und Ähnlichem ein, an denen EEAG kostenlos abgegeben werden können. Zusätzlich können auch hier Holsysteme eingerichtet werden, bei denen nach Anmeldung Geräte von den Haushalten abgeholt werden. Die Kommunen werden entsprechend ihrer Sammelmenge von EI-Kretsen entschädigt. Der Transport und das Recycling der gesammelten Geräte erfolgt dann durch weitere kommerzielle Partner von

El-Kretsen. Die anfallenden Aufwendungen werden zunächst von El-Kretsen übernommen und dann auf die Mitglieder, also die Produzenten der EEG, umgelegt. Zurzeit hat El-Kretsen etwa 1600 Mitglieder. Dieses Kooperationsmodell wird „Elretur“ genannt (24).

Auch die Vertreiber von EEG haben eine Rücknahmepflicht, wie sie von der EU Richtlinie 2012/19/EU festgeschrieben wird. Die Vertreiber mit einer Verkaufsfläche von mindestens 400 m² müssen Geräte, bei denen keine der äußeren Abmessungen 25 cm überschreitet, ohne weitere Bedingungen zurücknehmen (0:1 Rücknahme). Größere Geräte müssen zurückgenommen werden, wenn gleichzeitig ein gleichwertiges Produkt gekauft wird (1:1 Rücknahme). Alternativ zu El-Kretsen hat sich die Organisation mit dem Namen Elektronikåtervinning (EÅF) gebildet, in der sich hauptsächlich Elektronikauhäuser und Versandhändler zusammengeschlossen haben. Diese erfüllt die gleichen Aufgaben wie El-Kretsen mit ihren vertraglichen Partnern. Diese beiden gemeinnützigen Organisationen und ihre Systeme wurden durch die schwedische Umweltbehörde zugelassen und überprüft. Außerdem werden Daten über die erfassten Mengen an EEAG durch El-Kretsen und der EÅF an die Umweltbehörde weitergeleitet. Geräte aus einer betrieblichen Nutzung können auch in die bestehenden Systeme abgegeben werden. Dies kann jedoch mit einer Gebühr für die Unternehmen verbunden sein, da die kostenlose Rückgabe nur für private Haushalte vorgeschrieben ist.

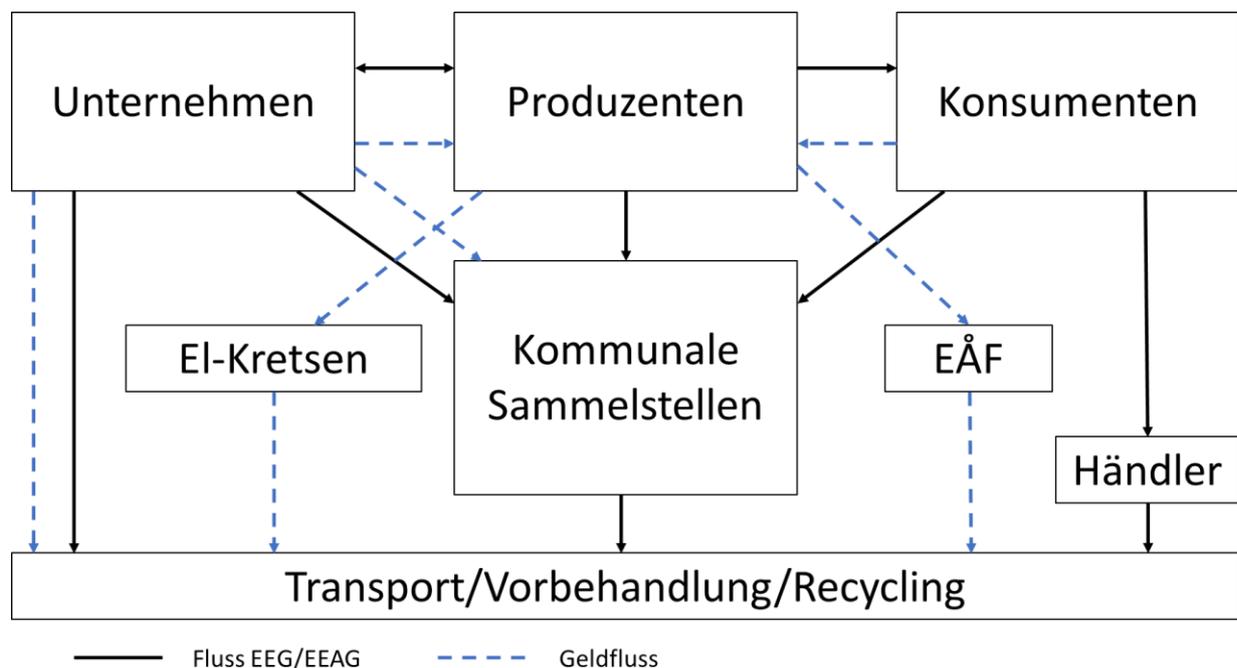


Abbildung 19: Sammelsystem in Schweden bearbeitet nach (25)

In diesen Systemen nimmt El-Kretsen fast eine Monopolstellung ein. Rund 93 % der gesammelten EEAG werden über das Elretur System erfasst. Dies zeigt sich auch in der Zahl der zugehörigen Sammelstellen. Die Organisation hat Verträge mit 2600 Sammelstellen. Dazu gehören etwa 600 Recyclinghöfe, Läden und zusätzliche Sammelpunkte (23). Zusätzlich werden haushaltsnahe Sammlungen durchgeführt. El-Kretsen hat Sammelstellen in allen Gemeinden des Landes. Die EÅF erfasst etwa 7 % der gesamten erfassten EEAG in Schweden und betreut 258 Sammelstellen in Form von Rücknahmepunkten und Läden (24). Diese beiden Organisationen betreuen die komplette EEAG Erfassung in Schweden und haben gemeinsam 2858 stationäre Sammelstellen.

5 Vergleich Deutschland Schweden

Nach der Beschreibung der Sammelsysteme sollen nun Unterschiede zwischen den Systemen ausgearbeitet und so mögliche Vorschläge zur Verbesserung des deutschen Systems ausgearbeitet werden.

Die Sammelsysteme der beiden Länder finden in unterschiedlichen strukturellen Voraussetzungen statt. Deutschland hat mit 231 Einwohnern pro km² eine wesentlich höhere Bevölkerungsdichte als Schweden mit lediglich 22,6 Einwohnern auf den km². Abgesehen von den Provinzen in denen sich Großstädte wie Stockholm oder Malmö befinden, haben die meisten Regionen eine niedrige Einwohnerzahl. In einigen Regionen liegt die Einwohnerdichte bei nur 2,4 Einwohner in einem km². Für das schwedische System ist es also von besonderer Bedeutung auch in diesen bevölkerungsarmen Regionen eine effektive Sammlung zu ermöglichen. Auch in Deutschland gibt es weniger dicht besiedelte Gebiete, die besonders im Sammelsystem berücksichtigt werden sollten. Dabei liegen diese Bundesländer wie zum Beispiel Mecklenburg-Vorpommern mit 69 Einwohnern und Sachsen-Anhalt mit 109 Einwohnern pro km² noch weit über dem Durchschnitt von Schweden (26).

Deutschland hat im Jahr 2016 1.958.000 t EEG in Verkehr gebracht. Das sind fast achtmal mehr EEG als in Schweden. Deutschland steht damit, bezogen auf die reine Menge, vor einem erheblich größeren Problem in der Sammlung. Um das vorgegebene Sammelziel von 65 % zu erreichen, müssten in Deutschland jedes Jahr etwa 1,1 Mio. Tonnen an EEAG im Vergleich zu den in Schweden benötigten etwa 160.000 Tonnen gesammelt werden. Bezogen auf die Einwohner müssten in Deutschland 13,6 Kilogramm

EEAG pro Einwohner gesammelt werden. Schweden muss dagegen zur selben Zeit über 16 Kilogramm EEAG pro Einwohner sammeln, um die Sammelziele zu erreichen. Deutschland muss also mengenmäßig wesentlich mehr einsammeln als Schweden, jedoch steht Schweden in Relation vor der größeren Aufgabe. Trotzdem schafft es das schwedische System die Vorgaben der EU sicher zu erfüllen, was erneut für die Qualität des Systems spricht.

Da bereits 2001 die Herstellerverantwortung zur Entsorgung der Altgeräte auf Druck von Umweltverbänden und der Bevölkerung eingeführt wurde, hat sich das schwedische Sammelsystem in seiner heutigen Form bereits früh entwickelt. Dadurch konnten das System und seine Sammelwege über die Jahre gut implementiert und weiter optimiert werden. Deutschland bildete sein System erst später nach der Einführung der EU Richtlinie aus. Anbetracht der grundsätzlichen Struktur der Sammelsysteme in Deutschland und Schweden scheinen sie zunächst recht ähnlich. Durch die EU sind die Herstellerverantwortung und die Pflicht der Vertreiber zur Rücknahme vorgegeben. In beiden Ländern wurden durch die Hersteller gemeinsame Stellen zur Umsetzung der Herstellerpflichten eingerichtet. In Deutschland ist dies die Stiftung EAR und in Schweden sind das EI-Kretsen und die EÅF. In beiden Ländern arbeiten diese Organisationen nicht profitorientiert, sie sind jedoch mit unterschiedlichen Aufgaben betraut.

In Deutschland übernimmt die Stiftung EAR die Registrierung aller Hersteller von EEG, die Geräte in Deutschland in Verkehr bringen. Außerdem erfasst die Stiftung die in Verkehr gebrachten Mengen der Elektrogeräte und koordiniert die Bereitstellung von Behältnissen zur Sammlung von EEAG und deren Abholung durch die Hersteller. Diese Aufgaben wurden durch die zuständige Behörde, in diesem Fall ist dies das Umweltbundesamt (UBA), an die Stiftung EAR beliehen. Die Ausnahme von Sammelgruppen aus der Abholkoordination der EAR in Form der Optierung durch öRE muss ebenfalls bei der EAR beantragt werden. Die Finanzierung dieser Tätigkeiten erfolgt über Gebühren die durch die Gebührenverordnung des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) festgesetzt werden. Diese Gebühren werden hauptsächlich durch die Hersteller und die optierenden öRE entrichtet. Nach der Abholkoordination übernehmen die angewiesenen Hersteller oder die öRE die Kosten für den Transport und die Verwertung der Geräte aber auch eventuell Gewinne, die durch Verkauf der enthaltenen Wertstoffe entstehen. Die durch die Vertreiber gesammelten Geräte werden zur weiteren Verwertung zu einer Erstbehandlungsanlage transportiert.

In Schweden übernimmt die Aufgabe der Registrierung der Hersteller und der Erfassung der in Verkehr gebrachten Mengen die schwedische Umweltbehörde „Naturvårdsverket“. Diese Aufgaben werden also nicht an eine externe Organisation vergeben. Die Sammlung erfolgt ausschließlich über die in den einzelnen Gemeinden eingerichteten Sammelstellen und die verpflichteten Vertreiber. Die Sammler haben Verträge mit einer der Herstellerorganisationen und werden entsprechend ihrer Sammelleistung und der einzelnen Gerätekategorien entlohnt. EI-Kretsen oder EÅF koordinieren anschließend den Transport der gesammelten Geräte zu vertraglich gebundenen Behandlungsanlagen. Entsprechend des Wertes der enthaltenen Rohstoffe werden diese für die Entsorgung der Geräte bezahlt oder kaufen wertstoffreiche Geräte ab. Durch die direkte Belohnung von hohen Sammelergebnissen von allen Sammelakteuren ohne eine vorherige Optimierung oder ähnliches sind alle Akteure besonders motiviert Sammelsysteme so zu gestalten, dass die Sammelmengen besonders hoch sind.

Der Aufbau des Sammelsystems in Schweden erfolgt in enger Zusammenarbeit zwischen den Kommunen, der Umweltbehörde, EI-Kretsen und den zuständigen Vertreibern. Jeder der ein neues Sammelsystem aufbauen möchte muss sich mit den betroffenen Kommunen und der Umweltbehörde abstimmen. Dadurch ist eine hohe Effektivität im Aufbau der Sammelstellen gewährleistet.

Ein weiterer Unterschied in den Sammelsystemen der beiden Länder ist die Dichte an Sammelstellen. In Deutschland kommen auf jede Sammelstelle etwa 6.300 Einwohner. In Schweden sind es lediglich 3.500 Einwohner pro Sammelstelle. Schweden hat also ein wesentlich dichteres Netz an Sammelstellen, wobei in den Zählungen nur Wertstoffhöfe, verpflichtete Vertreiber und Hersteller gelistet werden. Zusätzliche Angebote wie die haushaltsnahe Sammlung oder Sammelcontainer wurden nicht erfasst. Außerdem bieten einige der Recyclinghöfe in Schweden zusätzliche Öffnungszeiten an, anders als Deutschland zum Teil sogar sonntags. In manchen Gemeinden ist es auch möglich, nach Registrierung und einer Einweisung den Recyclinghof außerhalb der Öffnungszeiten aufzusuchen und Altgeräte selbständig zu entsorgen. Dies bietet die Möglichkeit für Privatpersonen an Wochenenden, an denen diese meist mehr Zeit zur Verfügung haben, Recyclingangebote wahrzunehmen.

Die Zuständigkeit die Verbraucher über Sammelstellen und die Bedeutung des Recyclings zu informieren ist in beiden Ländern unterschiedlich verteilt. In Schweden informieren ausschließlich die Kommunen über die Möglichkeiten zur Rückgabe und die Wichtigkeit einer funktionierenden Sammlung für die Umwelt. Die Informationskampagnen werden von den Kommunen organisiert und finanziert. Auch in

Deutschland übernehmen die öRE diese Aufgabe, jedoch müssen zusätzlich auch die Hersteller und die rücknahmepflichtigen Vertreiber über ihre Sammelstellen informieren. Diese Vielzahl an Akteuren in der Information kann natürlich ein Vorteil sein, benötigt aber eine gute Koordinierung der Akteure, um möglichst alle Betroffenen zu erreichen. Zudem wird die Kontrolle über die Einhaltung der Pflichten bei zunehmender Anzahl der Akteure erschwert.

6 Lösungswege zur Erhöhung der Sammelquoten

Die Probleme der Sammlungssysteme sind vielseitig und haben die unterschiedlichsten Ursachen. Die beiden größten Probleme sind zum einen die kriminelle Beraubung des Systems und zum anderen die informelle Sammlung der EEAG. Die Ursachen dieser Probleme sind unweigerlich mit einander verknüpft und müssen umfassend bekämpft werden, um einen nachhaltigen Anstieg der Sammelquoten zu erreichen.

Um eine Reduzierung der kriminellen Beraubung zu erreichen, müssen international einheitliche Regelungen und eine grenzübergreifende Strafverfolgung geschaffen und gestärkt werden. Wie bereits beschrieben, lassen bereits bestehende Abkommen noch zu viele Lücken, die illegale Exporte ermöglichen. Es ist nötig die Definitionen über EEAG und EEG und Richtlinien zur Behandlung von Altgeräten international anzugleichen. Außerdem sollten die Straftaten und die dazugehörigen Strafen vereinheitlicht werden, um eine internationale Strafverfolgung zu ermöglichen. Zusätzlich zu den Rahmenbedingungen müssen jedoch auch die Kapazitäten in den einzelnen Ländern geschaffen werden, um eine umfassende Verfolgung dieser illegalen Beraubung vorzunehmen.

Ein effizienterer Weg die Beraubung zu reduzieren ist es die formelle Sammlung zu stärken und die verantwortlichen Akteure in der Sammlung besser zu informieren, sodass der Zugang der informellen Sammler zu EEAG erschwert wird. Das Projekt zur Bekämpfung illegaler EEAG Exporte der Vereinten Nationen gibt der Verbesserung der Sammlung in den einzelnen Ländern die höchste Priorität. Eine weitere Maßnahme mit hoher Priorität ist die bessere Information der Verbraucher (2). Dazu sollten zum Beispiel private Haushalte informiert werden, dass für Besitzer von EEAG eine Überlassungspflicht an die öRE gilt und diese nicht an informelle Sammler abgegeben werden dürfen (8).

Auch geht aus dem Vergleich mit dem schwedischen System hervor, dass die wichtigsten Pfeiler eines gut funktionierenden Sammelsystems eine ausreichend hohe Dichte an Sammelstellen ist, die allen entsorgungspflichtigen Personen möglichst leicht zugänglich sind. Außerdem ist es besonders wichtig diese Personen über die bestehenden Rückgabemöglichkeiten und die möglichen Folgen einer informellen Sammlung zu informieren.

Die öRE sind durch § 13 Absatz 3 des ElektroG dazu verpflichtet ein Sammelsystem einzurichten, dass der jeweiligen Bevölkerungsdichte, den örtlichen Begebenheiten und den abfallwirtschaftlichen Zielen entspricht. Dazu gehören auch die vorgegebenen Sammelziele von 65 % der in Verkehr gebrachten EEAG. Doch sollten neben den öRE auch die Hersteller und Vertreiber ihre Rücknahmepflicht wahrnehmen. Um die Anzahl der Sammelstellen zu erhöhen, sollten neben den bestehenden Systemen zusätzliche Angebote entwickelt und ausgebaut werden. Im Weiteren werden daher Alternativen zu Recyclinghöfen und Holsystemen vorgestellt.

6.1 Alternative Sammelkonzepte

Sowohl in Deutschland als auch in Schweden stellen die kommunal betriebenen Recycling- oder Wertstoffhöfe die wichtigsten Sammelpunkte dar. 2012 wurden in Schweden 140.000 Tonnen EEAG über die rund 600 Recyclinghöfe gesammelt (24). Dies entspricht allein schon etwa 60 % der in Verkehr gebrachten Geräte. Auch in Deutschland bilden diese zentralen Stellen die wichtigste Grundlage für das Sammelsystem. An diesen Sammelstellen kann geschultes Personal die Abgabe überwachen und so für eine bruchfreie und ordnungsgemäße Abgabe der Geräte sorgen. Jedoch erfordert diese Sammelmethode einen zusätzlichen Aufwand durch die privaten Haushalte. Diese müssen erst einen Weg, häufig mit dem Auto zurücklegen, da meist eine zentrale Sammelstelle ein größeres Gebiet abdecken muss. Zusätzlich müssen die besonders am Wochenende kurzen Öffnungszeiten der Höfe beachtet werden. Dies führt, besonders bei Geräten der Sammelgruppe 5 zu zusätzlichen Speichereffekten oder zu einer nicht registrierten Entsorgung.

Die zusätzliche Pflicht von Vertreibern Geräte zurückzunehmen, hilft zwar die Wege zur Entsorgung von Geräten besonders aus Sammelgruppe 5 zu verkleinern, jedoch ist dies bisher nur auf freiwilliger Basis passiert und wurde als Pflicht erst im Juli 2016 eingeführt. Diese Möglichkeit zur Rückgabe ist daher bisher nur wenig bekannt und wird kaum genutzt.

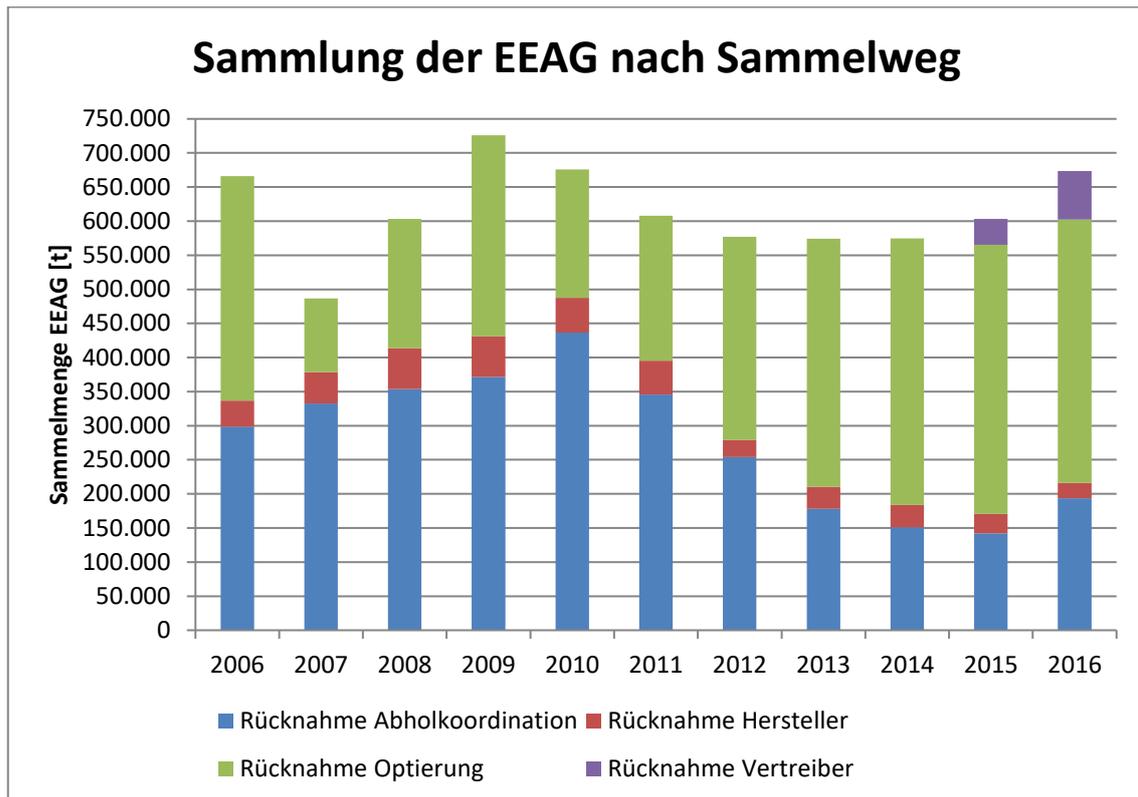


Abbildung 20: Darstellung der Sammelmengen nach den Sammelwegen (27)

Daher sollten zusätzliche Möglichkeiten zur Rückgabe von EEAG eingerichtet werden, um den Aufwand einer Rückgabe für eine Privatperson möglichst gering zu gestalten. Neben der haushaltsnahen Sammlung, die fast alle Landkreise in Deutschland anbieten, werden auch alternative Systeme in einigen davon bereits angewandt oder getestet. Dazu gehören auch sogenannte Depotcontainer. Diese bieten eine Möglichkeit vor allem Kleingeräte in speziell aufgestellte Container abzugeben. Dieses System wird deutschlandweit in verschiedenen Städten und Landkreisen angewendet. Dazu zählen unter anderem die Städte Hamburg, Offenbach am Main und Halle (Saale) und die Landkreise Rhein-Sieg-Kreis, Soest und Pinneberg. Diese funktionieren ähnlich der Altglassammlung und befinden sich im Beispiel von Halle (Saale) an 34 Standorten (28).



Abbildung 21: Depotcontainer für EEAG in Halle (Saale) (29)

Sie werden zur Sammlung von Kleingeräten eingesetzt und bieten den Vorteil, dass die Geräte an vielen dezentralen Standorten zu jeder Zeit abgegeben werden können. Jedoch bietet die fehlende Kontrolle durch geschultes Personal das Potential für Fehlwürfe und andere unsachgemäße Abgaben.

Ein besonderes Problem können hierbei in den Geräten enthaltenen Lithiumbatterien sein. Diese gelten nach dem Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR⁵) als Gefahrgut und dürfen nur unter besonderen Bedingungen transportiert werden. Dieses Gefahrenpotential schreckt bisher noch viele öRE davon ab ein Depotcontainer System umzusetzen.

Die Lithiumbatterien fallen nicht unter die Gefahrgutvorschriften, wenn bestimmte Bedingungen erfüllt sind. In den lithiumhaltigen Batterien sollen höchstens zwei Gramm Lithium enthalten sein und maximal eine Nennenergie von 100 Wh besitzen. Für Lithiumzellen gelten die Begrenzungen von einem Gramm Lithium und einer Nennenergie von höchstens 20 Wh (30). Zusätzlich sollen nicht verbaute Batterien so

⁵ Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route

verpackt werden, dass eventuelle Kurzschlüsse verhindert werden. Dies beinhaltet die Vermeidung von Kontakt der Batterien mit anderem leitfähigem Material. Diese Voraussetzungen können bei einer nicht überwachten Abgabe der Geräte nur schwer garantiert werden.

Wie groß das Gefahrenpotential des Transports von Lithiumbatterien tatsächlich ist, wurde in einer Studie aus dem Jahr 2018 analysiert und die möglichen Ursachen, die zu einem Brandereignis führen können, aufgezeigt. Dazu wurden in der Analyse die Wahrscheinlichkeiten von solchen Ereignissen abgeschätzt und in Relation zu möglichen Folgen gesetzt.

Für die Entstehung eines Schwelbrands muss demnach eine ausreichende Menge an lithiumhaltigen Batterien vorhanden sein, diese müssen eine Restladung von über 25 % der Nennkapazität und eine relevante Beschädigung aufweisen. Zusätzlich muss eine kritische Menge brennbaren Materials im Sammelcontainer vorhanden sein. Die Höhe der Restladung bestimmt dabei über die Wärmefreisetzung bei einem Kurzschluss. Bei niedrigen Restladungen müssen leicht brennbare Materialien wie Pappe, Papier oder Karton vorhanden sein, um einen Schwelbrand zu ermöglichen. Bei höheren Ladungen von über 50 % wird genug Wärme freigesetzt, um die in den EEAG enthaltenen Kunststoffe zu entflammen. Wenn der entstandene Schwelbrand ausreichend mit Sauerstoff versorgt wird, kann sich dieser zu einem Vollbrand ausweiten. Wird dieser Brand durch vorhandene Sicherheitsmaßnahmen nicht rechtzeitig erkannt und gelöscht entsteht der übergreifende Vollbrand.

Zur Abschätzung der Menge an Lithiumbatterien in EEAG aus der Depotcontainersammlung wurde zunächst die Abfallstruktur in unterschiedlichen Gebieten mit verschiedenen Siedlungs- und Bevölkerungsstrukturen untersucht. Insgesamt wurden dabei 42.100 Kilogramm an EEAG analysiert. Im Mittel war der Anteil der Masse an Lithiumbatterien im Abfall circa 0,2 % und es lagen etwa 0,8 Stück/m³ Abfall an losen Batterien vor. Dabei waren 88,5 % der Batterien weitestgehend entladen, hatten also einen Ladezustand von unter 25 % der Nennkapazität.

Beschädigungen der Batterien entstehen meist bei der Umladung der Geräte, da dabei die größten mechanischen Kräfte auf diese wirken, wenn fallende Geräte auf die am Boden liegenden Batterien treffen. Daher sollte die Umladung mit einer möglichst geringen Fallhöhe erfolgen. Dazu untersuchte die Studie eine schonende Entladung aus Rollcontainern mit einer Fallhöhe von 0,3 m. Dabei kam es nur bei einem von 5000 Fällen zu einer relevanten Beschädigung einer Batterie. Unter der Annahme der ermittelten Mengen an Batterien im Abfall, der Häufigkeit der Beschädigungen bei einer schonenden

Umladung und etwa 10.000 Transporten pro Jahr in der bundesweiten Sammlung, wurden die Risiken nach der ALARP-Methode (As low as reasonable possible) bewertet (31). Dabei wird die Wahrscheinlichkeit eines Ereignisses mit dem dadurch zu erwartendem Schaden in Relation gesetzt. Ereignisse, die einen hohen Schaden anrichten würden aber eine geringe Eintrittswahrscheinlichkeit haben, können entsprechend als akzeptabel eingestuft werden.

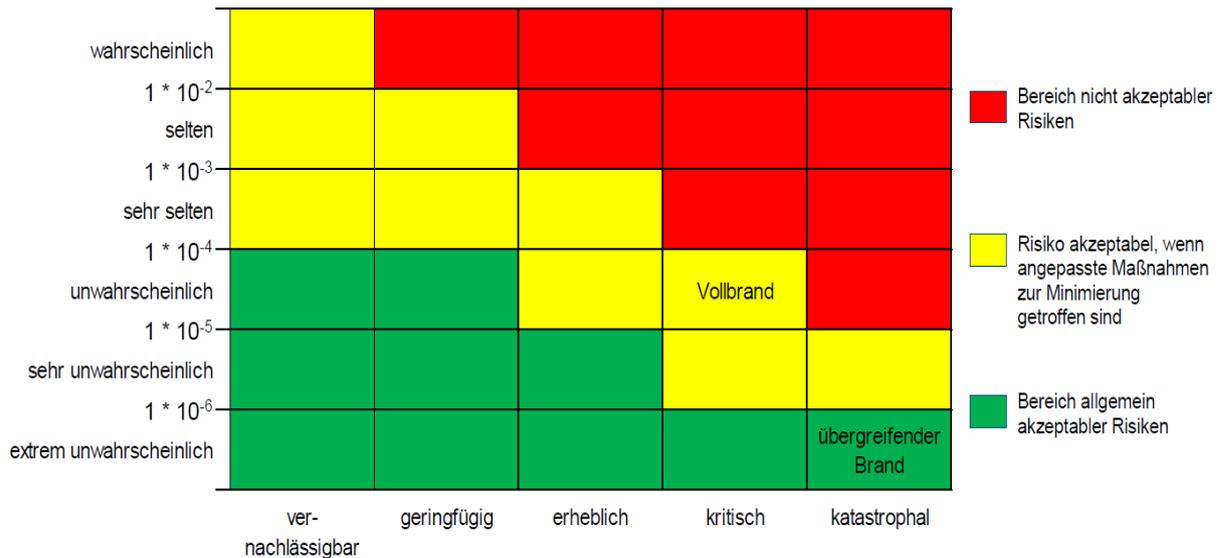


Abbildung 22: Gefahrenanalyse des Transports von Lithiumbatterien (31)

Die Analyse stuft unter den gegebenen Bedingungen des Transports das Risiko als akzeptabel ein, solange Maßnahmen ergriffen werden, dieses weiter zu minimieren. Neben der schonenden Umladung gibt es weitere Maßnahmen zur Senkung des Risikos. Zunächst können Hinweisschilder an den Depotcontainer darüber informieren, dass Geräte nur getrennt von Lithiumbatterien abzugeben sind. Dies kann die Menge an enthaltenen Batterien verringern. Auch andere Fehlwürfe sollten möglichst vermieden werden, um kein leicht brennbares Material einer möglichen Wärmefreisetzung zur Verfügung zu stellen. Zusätzlich werden die Container speziell ausgekleidet, um einen Kontakt von Lithiumbatterien mit leitfähigem Material möglichst zu verhindern.

Auch in Schweden werden Container zur Sammlung von Kleingeräten angewendet. Hier können neben Kleingeräten auch Batterien, Glüh- und Energiesparlampen direkt abgegeben werden. Diese frei zugänglichen Container finden sich bisher nur in wenigen

Städten in Schweden, jedoch soll dieses Sammelsystem in Zukunft weiter ausgebaut werden (32).



Abbildung 23: Depotcontainer in Schweden (33)

Zusätzlich wurden in den untersuchten Gebieten der Einfluss der Einführung von Depotcontainersystemen und der Dichte der Containerstandplätze überprüft. Die Untersuchung fand dabei sowohl in städtischen als auch ländlichen Gebieten statt.

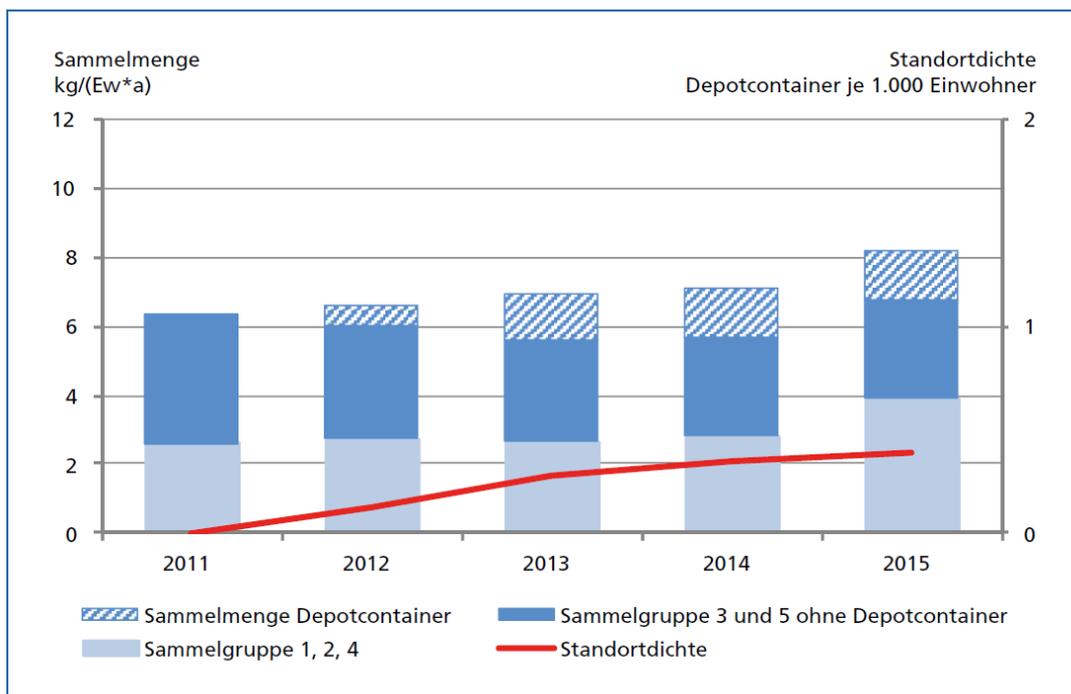


Abbildung 24: Einfluss von Depotcontainern auf die EEAG Sammlung (31)

Die Ergebnisse der Studie beziehen die gesamte gesammelte Menge an EEAG auf die gesamte Einwohnerzahl der untersuchten Gebiete. Die Auswertung der Sammelmengen ergab mit Einführung der Sammlung durch Depotcontainern einen signifikanten Anstieg der Sammelmengen der Sammelgruppen 3 und 5, also der Lampen und Kleingeräte. Wenn im Untersuchungsgebiet mit der Sammlung auf Wertstoffhöfen vor der Einführung hohe Sammelmengen erreicht wurden, ist eine Verschiebung von der Wertstoffhofsammlung zu den Depotcontainern zu erkennen. Bei einem ausgebauten Depotcontainernetz ist ein Zuwachs des Sammelergebnisses von 1,8 Kilogramm pro Einwohner und Jahr festzustellen. Dies würde über 40 % der benötigten zusätzlichen Sammelmenge entsprechen.

Der dafür benötigte Ausbau eines solchen Netzes wurde in der Studie ebenfalls untersucht.

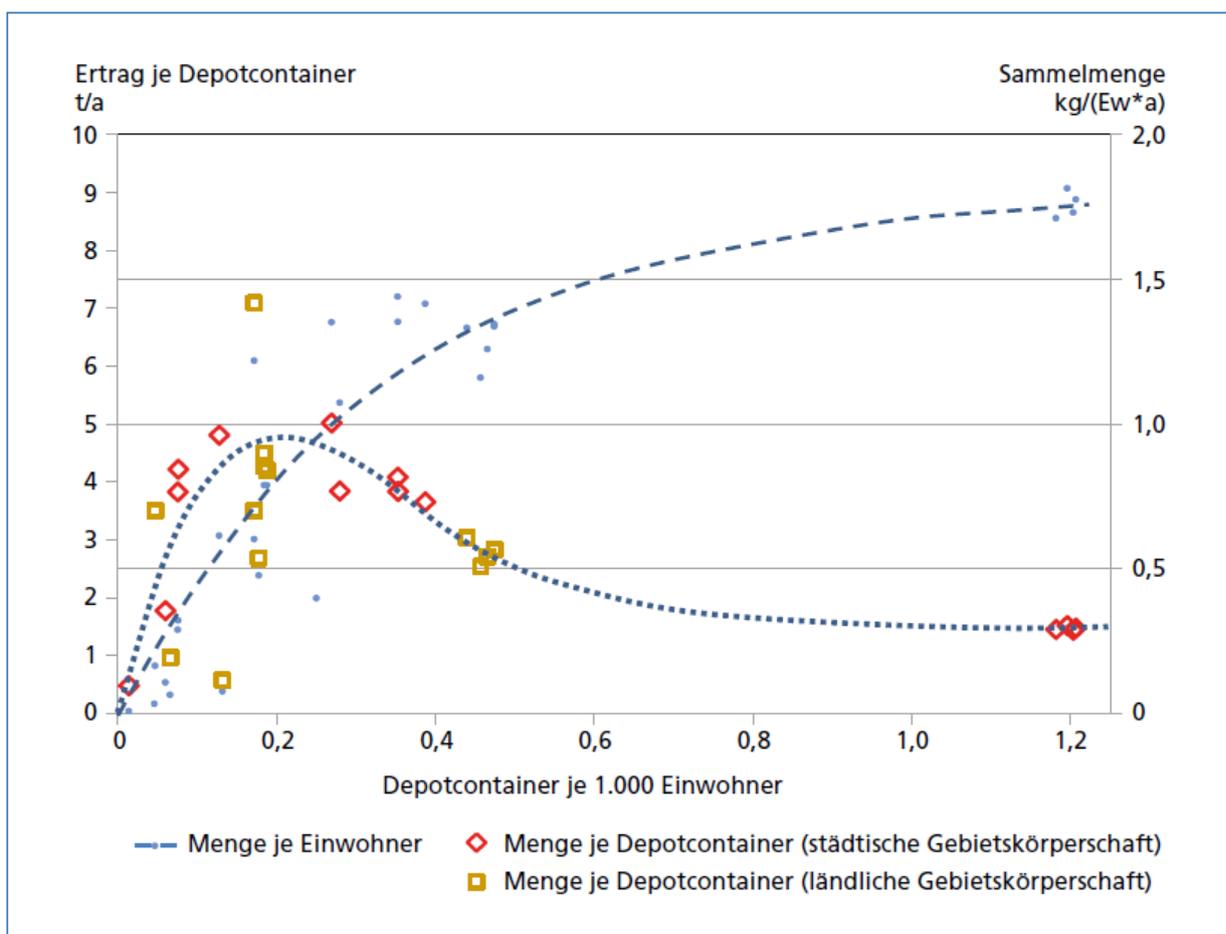


Abbildung 25: Einfluss der Depotcontainerdichte auf das Sammelergebnis (31)

Bei steigender Dichte des Netzes von Depotcontainer zeigt sich ein Maximum des Ertrags je Depotcontainer bei einer Dichte von circa 0,2 Depotcontainern pro 1.000 Einwohner. Eine weitere Erhöhung der Dichte hat eher eine Absenkung der Effizienz der einzelnen Tonnen zur Folge, da sich die nicht ausreichend wachsende Sammelmenge auf immer mehr Container verteilt. Außerdem zeigt sich, dass die Depotcontainersysteme in städtischen Gebieten größere Sammelmengen erreichen, als in ländlichen Gebieten. Das Optimum eines solchen Containersystem liegt also ungefähr bei einer Dichte von 0,3 und 0,6 Depotcontainern je 1.000 Einwohnern. Die Dichte des Containersystems in Halle liegt etwa bei 0,15 und könnte durch einen weiteren Ausbau durchaus eine Steigerung des Sammelergebnis in den Gruppen 3 und 5 erreichen.

In Schweden werden solche Sammelcontainer nicht nur im öffentlichen Raum, sondern auch im Bereich von Supermärkten genutzt. Privatkunden können an den gut sichtbar in den Ein- und Ausgangsbereichen aufgestellten Containern Elektrokleingeräte, Glühlampen und Batterien getrennt abgeben. In der Hälfte aller Kommunen in Schweden wurden an etwa 1500 Standorten solche Container in Zusammenarbeit von Handel und den Kommunen zur Ergänzung der Sammelsysteme aufgestellt (34).



Abbildung 26: Sammelbehälter "Samlaren" (35)

Als eine Alternative zu den klassischen stationären Bringsystemen können mobile Sammelstellen angeboten werden. Hierbei kann besonders in ländlichen Gebieten, bei denen eine effiziente Sammlung mit einem stationären Container aufgrund einer geringen Einwohnerdichte wirtschaftlich nicht gegeben wäre, eine zusätzliche Sammeloption mit einem kurzen Weg für die privaten Haushalte angeboten werden. Diese mobile Sammlung richtet sich dabei hauptsächlich an die Sammelgruppen 3 und 5. Ein Konzept zur Umsetzung dieser mobilen Sammlung, wie es auch in Halle und dem Saalekreis angewandt wird, ist die Kombination mit einem Schadstoffmobil. Das „Schadstoff-„ oder „Wertstoffmobil“ ist ein speziell ausgestatteter Lastwagen, der an bestimmten Terminen in der Stadt oder im Landkreis schadstoffhaltige Abfälle von privaten Verbrauchern entgegen nimmt.

Über die Schadstoffmobile können die öRE zusätzlich zu der Schadstoffrücknahme eine Annahme von Elektrokleingeräten und Lampen anbieten. Die Verbraucher werden über die Standorte und Termine in den veröffentlichten Abfallkalendern informiert. 2018 werden in Halle 119 (36) und im Saalekreis 215 (37) Termine angeboten an denen ein Schadstoffmobil die Rücknahme von Lampen und Kleingeräten anbietet. Dieses Sammelsystem bietet den Vorteil, dass eine Rückgabemöglichkeit mit einem kurzen Sammelweg für die privaten Verbraucher in Verbindung mit einem bereits bestehenden Sammelsystem kombiniert werden kann. Außerdem gewährleistet die Anwesenheit von geschultem Personal eine ordnungsgemäße Rücknahme der Geräte.

Auch in Schweden werden Schadstoffmobile zur Sammlung von EEAG verwendet, dieser Service wird jedoch in nur wenigen Regionen angeboten. Häufiger werden mobile Sammelcontainer angeboten. Hierbei werden Container ähnlich der stationären Variante an verschiedenen Orten mit einer niedrigen Einwohnerdichte und weiten Wegen zum nächsten Recyclinghof aufgestellt und die Standorte alle 14 Tage gewechselt. Diese Container bieten die Möglichkeit zur Rückgabe von Kleingeräten, Glühlampen und Batterien (32).



Abbildung 27: Mobile Sammelcontainer in Schweden (32)

Dieses System wurde für kleine Städte und ländliche Regionen entwickelt, lässt sich aber durch Anpassung der Abholintervalle und der Menge an Containern auch in städtischen Gebieten anwenden.

6.2 Motivation zur Rückgabe von EEAG

Um die übermäßige Lagerung von defekten Geräten zu reduzieren, reicht es nicht aus, ein dichtes Netz von Rückgabemöglichkeiten aufzubauen, es müssen auch zusätzliche Anreize zur Rückgabe geschaffen werden.

Daher ist der zweite wichtige Pfeiler einer funktionierenden Sammlung neben der Dichte eine möglichst einfache Zugänglichkeit. Diese Zugänglichkeit ermisst sich aus dem Verhältnis der benötigten Verhaltenskosten, um das Altgerät zur Sammelstelle zu bringen und abzugeben und der intrinsischen Motivation der einzelnen Privatperson. Die Verhaltenskosten beinhalten Faktoren wie den benötigten Weg, die benötigte Zeit und wie einfach sich die Rückgabe der EEAG in den bestehenden Tagesablauf zu integrieren. Gesetzlich sind finanzielle Kosten für die Abgabe in den meisten Fällen nicht zulässig.

Um die Verhaltenskosten niedrig zu halten, sollten also die Wege möglichst klein gehalten werden. Dies kann durch die Erhöhung der Dichte an Sammelstellen erreicht werden. Positiv wirkt sich dabei auch ein Ausbau an Holsystemen aus, bei denen die Geräte nur

auf die Straße oder zu einer nahegelegenen Sammelstelle gebracht werden müssen. Um eine Integration des Recyclings von EEAG in den Alltag zu erleichtern, sollten Sammelstellen auf Wegen eingerichtet werden, die sowieso regelmäßig erledigt werden, wie der Supermarkt oder ähnliches.

Ein wichtiger Schritt in diese Richtung war bereits die Einführung der Pflicht für Vertreiber zur Rücknahme der EEAG. Jedoch zählen die Wege in große Elektronikgeschäfte oder Baumärkte, die zur Rücknahme verpflichtet sind, nicht zu den alltäglichen. Die deutsche Umwelthilfe (DUH) fordert daher eine Absenkung der benötigten Verkaufsfläche von den bisherigen 400 m² auf 100 m², sodass auch Discounter und andere Supermärkte, die ebenfalls eine große Menge an Elektrokleingeräten in Verkehr bringen, zur Rücknahme verpflichtet wären (38). Dies würde zusätzlich eine Vielzahl neuer Sammelstellen schaffen und das Netz erheblich ausbauen.

Neben der Senkung der Verhaltenskosten kann auch die Motivation der Akteure zur Rückgabe von EEAG gesteigert werden. Die intrinsische Motivation ist für jeden von vornherein unterschiedlich. Personen mit einem hohen Umweltbewusstsein sind eher gewillt hohe Verhaltenskosten auf sich zuzunehmen. Durch Informationskampagnen und Aufklärung über die Schäden und die Gefahren einer informellen Sammlung für die Umwelt kann dieses Bewusstsein gesteigert werden. Wichtig ist dabei nicht nur eine reine Informationsvermittlung vorzunehmen, sondern die Informationen an die relevante Zielgruppe anzupassen, sodass konkretes Handlungswissen übermittelt und eine Änderung des Verhaltens erreicht wird.

Ein wichtiger Teil der Informationsvermittlung ist auch die Aufklärung über alle Möglichkeiten zur Rückgabe der EEAG, die sich in der näheren Umgebung einer Privatperson befindet. Ein gut ausgebautes Sammelsystem kann effektiv nur von informierten Personen angewendet werden. Besonders die Rücknahmepflicht durch die Vertreiber ist dabei kritisch, da diese erst seit 2016 besteht und diese Möglichkeit noch nicht sehr bekannt ist. Dazu kommt, dass die Informationspflicht dieser Vertreiber meist nur wenig wahrgenommen wird. Eine Untersuchung der DUH aus dem Jahr 2017 ergab, dass besonders in Geschäften wenige bis keine Hinweise auf die Rücknahme vorhanden sind und auch die Mitarbeiter in den meisten Fällen schlecht geschult wurden (39). In persönlichen Test-Rückgaben und Gesprächen mit Mitarbeitern wussten die Mitarbeiter ausreichend Bescheid, es waren jedoch keine gut sichtbaren Hinweise zu finden. Ein guter Weg Verbraucher über Rückgabemöglichkeiten in ihrer Nähe zu informieren, ist die Verwendung einer Handy-App. Diese App mit dem Namen „eSchrott“ wurde 2013 von

der Firma Hellmann Process Management GmbH & Co. KG entwickelt. Diese ermöglicht nicht nur die Anzeige der verfügbaren Sammelstellen in der Umgebung, die durch Meldung von Nutzern aktualisiert werden kann. Es wird auch die Möglichkeit geboten illegal entsorgte Altgeräte direkt an die Stiftung EAR zu melden. Zurzeit ist die App jedoch nicht mehr verfügbar, da sie aufgrund der Anforderungen der neuen Datenschutz-Grundverordnung der EU deaktiviert wurde (40).

Ein anderer Weg die Motivation der Akteure weiter zu steigern, wäre es soziale oder finanzielle Anreize zu schaffen. Soziale Anreize können zum Beispiel in Form von gemeinschaftlichen Sammelaktionen geschaffen werden. Durch ein gesteigertes Gemeinschaftsgefühl und eine soziale Anerkennung werden die Teilnehmer besonders belohnt und dadurch ihre Motivation gesteigert. Beispielsweise wird seit April 2018 in Japan in Vorbereitung der olympischen Spiele 2020 eine große Recyclingaktion für EEAG durchgeführt. Hierbei sollen vor allem Mobiltelefone gesammelt werden, um eine ausreichende Menge an Edelmetallen zu gewinnen, so dass die 5000 benötigten Medaillen vollständig aus recycelten Wertstoffen hergestellt werden können. Der größte Telekommunikationskonzern Japans hatte dazu etwa 1400 Sammelcontainer aufgestellt. Durch das Gemeinschaftsgefühl und dem Anreiz zu den olympischen Spielen beizutragen, wurden zu Beginn viele Japaner motiviert. Bisher konnten jedoch nur die Hälfte der benötigten Metalle gesammelt werden. Daher soll die Menge der Sammelcontainer nun um 3000 erhöht werden (41).

Solche Sammelaktionen erreichen meist einen kurzfristigen Anstieg der Rückgabe von Altgeräten. Um eine langfristige Erhöhung der Motivation zu erreichen, sollte das Recycling als soziale Norm vermittelt werden. Dazu ist es hilfreich Vorbilder oder zur Zielgruppe passende Referenzgruppen zu schaffen mit der sich die Zielpersonen identifizieren können und die Informationen übermitteln (42).

Auch finanzielle Anreize sind möglich. Ein erprobtes Modell dafür wäre zum Beispiel ein Pfandsystem. Im Beispiel der Autobatterie wurden damit große Erfolge erzielt und heutzutage liegt die Rücklaufquote bei fast 80 % (43). Für eine Batterie muss ein Pfand von 7,50 € bezahlt werden. Dieser wird nach einem Kaufnachweis bei der Abgabe oder dem Neukauf zurückerstattet bzw. erlassen. Durch ein solches Pfand sind Verbraucher stärker motiviert einen offiziellen Sammelweg zu verwenden, um ihr Pfand zurück zu erhalten. Außerdem könnten so Speichereffekte abgebaut werden. Der Sachverständigen Rat für Umweltfragen (SRU) forderte 2012 ein Pfand für Mobiltelefone von bis zu 100 € (44). Solche hohen Beträge könnten natürlich abschreckende Wirkung haben und auf Widerstand unter Verbrauchern stoßen, jedoch würden schon kleinere

Beträge den Verbraucher zu einer raschen geordneten Rückgabe motivieren. Weitere Anreize sind die direkte finanzielle Belohnung der Rückgabe. In Deutschland werden dazu Systeme angewendet, bei denen durch die Rückgabe von Elektrokleingeräten ein Gutschein für ein teilnehmendes Geschäft ausgegeben wird. Es werden also neue Rückgabemöglichkeiten geschaffen, die gleichzeitig eine zusätzliche Motivation bietet. Zurzeit wird dieses System in Leipzig mit etwa 20 Standorten und einem Standort in Chemnitz angewandt (45).

In einer Studie zur Wirkung der verschiedenen Maßnahmen zur Motivationssteigerung auf das Recyclingverhalten wurden von der Universität Magdeburg drei Städte im Landkreis Nordhausen im Harz untersucht. Nach einer Umfrage lag die grundlegende Motivation in allen drei Städten auf demselben Niveau. In jeder Stadt wurde eine unterschiedliche Art der Motivationssteigerung angewandt. Dabei wurden die Informationsvermittlung, der soziale Anreiz in Form einer gemeinschaftlichen Sammelaktion und ein materieller Anreiz in Form eines Getränks und einer warmen Mahlzeit untersucht. Nach der Untersuchung hatte der soziale Anreiz den größten Zuwachs mit 1384 kg an gesammelten EEAG zu verzeichnen. Das zweitbeste Ergebnis mit 1126 kg zusätzlich gesammelten Altgeräten wurde mit der verstärkten Wissensvermittlung erreicht. Durch den materiellen Anreiz konnten nur 576 kg mehr gesammelt werden (46).

7 Fazit

Deutschland steht vor einer Vielzahl von Problemen in Bezug auf die Sammlung von EEAG. Die größten Lücken in der Sammlung in Deutschland stellen dabei die langezeitige Lagerung von EEAG weit nach ihrer Lebensdauer, die Beraubung und der anschließende illegale Export und die Entsorgung der Altgeräte aus nicht erfassten Sammelwegen dar. Die Bekämpfung der illegalen Exporte bedarf eine grenzübergreifende Zusammenarbeit und eine Angleichung bzw. Anpassung internationaler Abkommen. Die Umsetzung dessen ist jedoch mit einem erheblichen Aufwand und einem langwierigen politischen Prozess verbunden. Worauf Deutschland jedoch auf nationaler Ebene Einfluss hat, ist der Zugang der informellen Sammler zu den EEAG. Die Vermeidung von Beraubung und ein starkes Sammelsystem bilden dabei die besten Mittel gegen die illegalen Exporte, wobei ein weiterer Ausbau der Strafverfolgung durch den Zoll notwendig ist.

Aus dem Vergleich mit dem schwedischen Sammelsystem ergaben sich schon in der Bildung der Systeme Unterschiede. Durch die frühe Bildung des Systems unter der Zusammenarbeit aller Akteure ist es gut implementiert. Durch die andauernde enge Zusammenarbeit der Akteure werden Sammelstellen und Sammelkonzepte besonders effektiv eingerichtet. Trotzdem sind für die Sammlung neben den Vertreibern nur die öRE zuständig und können Sammlungen von anderen Akteuren mit ihrem System koordinieren. In Deutschland bilden die einzelnen Akteure jeweils eigene Sammelsysteme aus die mehr parallel existieren als zusammen zu wirken.

Durch den Vergleich bestätigen sich auch die wichtigen Pfeiler eines gut funktionierenden Sammelsystems. Es sollte eine möglichst hohe Dichte an Sammelstellen vorhanden sein, die Zugänglichkeit zu diesen Sammelstellen sollte möglichst leicht sein und das Wissen über das System sollte bei allen Akteuren ausreichend sein.

Schweden besitzt bereits eine hohe Dichte an Sammelstellen und auch Deutschland sollte sein Netz an Sammelstellen weiter ausbauen. Die klassischen Wege der Sammlung in Form des Recyclinghofs und der Holsysteme sind immer noch die wichtigsten Bestandteile des Sammelsystems, die weiter ausgebaut werden sollten. Zusätzlich sollten auch alternative Sammelsysteme wie die Nutzung von Depotcontainersystemen weiter ausgebaut werden. Besonders in städtischen Gebieten kann dies eine leicht zugängliche Alternative zu den Recyclinghöfen darstellen. Die Gefahr eines Brandes durch möglicherweise beschädigte Lithiumbatterien im Container wird von Untersuchungen als unwahrscheinlich bzw. klein genug erachtet, um akzeptabel zu sein. Auch in ländlichen Regionen mit einer geringen Einwohnerdichte kann das Containersystem in der mobilen Variante gut angewandt werden und den meist langen Weg zum nächsten Recyclinghof erheblich zu kürzen.

Zum Ausbau des Sammelstellen Netzes sollten auch die Vertreter stärker in die Verantwortung gezogen werden. Bisher wird nur ein geringer Anteil an EEAG über die Vertreter eingesammelt. Dies liegt zum einen daran, dass die Rücknahmepflicht erst seit ein paar Jahren besteht aber auch an der noch immer mangelhaften Information der Verbraucher durch die Vertreter über diesen Rückgabeweg. Um eine große Zahl neuer Sammelstellen zu schaffen und auch die Discounter, die für den Vertrieb einer großen Menge an Elektrokleingeräten verantwortlich sind, in die Verantwortung zu ziehen, sollte die Mindestgröße der Verkaufsfläche, um rücknahmepflichtig zu sein, auf 100 m² herabgesetzt werden. Dadurch würden nicht nur eine Vielzahl neuer Sammelstellen geschaffen werden, diese ließen sich auch gut in den Alltag von privaten Kunden

einbinden und wären auch stärker in ihrem Bewusstsein vertreten. Dazu könnten ebenfalls Containersysteme ähnlich der schwedischen Systeme angewandt werden.

Die Untersuchungen zur Wirkung verschiedener Maßnahmen zur Steigerung der Motivationen zur Rückgabe von Altgeräten hat gezeigt, dass besonders die Wissensvermittlung zum Thema EEAG und die Schaffung von sozialen Anreizen in Form von gemeinschaftlichen Sammelaktionen oder ähnlichem die beste Wirkung zeigt. Um die Motivation zur Rückgabe von Altgeräten zu steigern, sollte also möglichst auf solche Maßnahmen gesetzt werden. Besonders die Information über die verfügbaren Sammelwege ist dabei entscheidend, da nur bekannte Sammelstellen tatsächlich auch genutzt werden können. Auch wenn die Effekte durch materielle Anreize nur gering waren, könnte ein Pfand auf bestimmte EEG helfen die informelle Sammlung zu reduzieren und Speichereffekte abzubauen. Ein solches System wurde auch schon für die Sammlung von Autobatterien erfolgreich angewandt. Hierbei müssen nicht unbedingt große Beträge von 100 €, wie sie vom SRU gefordert wurden, als Pfand verlangt werden. Schon kleinere Beträge können ausreichen die Verbraucher zu einer zeitnahen Rückgabe zu motivieren.

Eine weitere Maßnahme, die zwar nicht die Sammelmenge an sich erhöht aber die Festlegung der Sammelziele und die Bewertung der Sammelergebnisse auf eine andere Grundlage setzt, ist die Modellierung des generierten Elektroabfalls. Durch dieses Verfahren können die Lebensdauern der einzelnen Produkte und Effekte wie die technologische Weiterentwicklung von Produkten in den Sammelzielen besser dargestellt. Die Probleme des bisherigen Systems zeigen sich unter anderem in der Sammelquote der Unterhaltungselektronik in Schweden. Laut der dem schwedischen Umweltamt begründet sich diese hohe Sammelquote auch aus der andauernden Umstellung von Röhrenbildschirmen zu Flachbildschirmen (47).

Eine Anfrage an das UBA, ob eine Umstellung des Berechnungsverfahrens basierend auf den POM-Daten auf die generierte Abfallmenge geplant sei, wurde verneint (48). Da durch die Umstellung keine Verbesserung der Sammelquote zu erwarten ist, dafür aber ein gesteigerter Aufwand in der Erfassung und Auswertung von Daten in Kauf genommen werden muss, wird im Wechsel des Berechnungsverfahrens kein Vorteil gesehen.

Tabelle 5: Vergleich der Lösungsansätze

Lösungsansatz	Vorteile	Probleme
Angleichung der internationalen Gesetzgebung	<ul style="list-style-type: none"> • Erleichterung internationaler Strafverfolgung • Einheitliche Anforderungen der Behandlung von EEAG 	<ul style="list-style-type: none"> • Langwierige internationale Prozesse
Markierung der Geräte für die haushaltsnahe Sammlung	<ul style="list-style-type: none"> • Erschwerung der Beraubung durch informelle Sammler 	<ul style="list-style-type: none"> • Zusätzlicher Aufwand für die privaten Haushalte
Pfand für Geräte	<ul style="list-style-type: none"> • Zusätzlicher finanzieller Anreiz zur Sammlung 	<ul style="list-style-type: none"> • Großer logistischer Aufwand • Möglicher Widerstand der Konsumenten
Sammelaktionen	<ul style="list-style-type: none"> • Starker sozialer Anreiz zur Sammlung • Möglichkeit zur Wissensvermittlung 	<ul style="list-style-type: none"> • Meist nur kurzfristiger Anstieg der Sammelmenge
Absenkung der benötigten Verkaufsfläche auf 100 m²	<ul style="list-style-type: none"> • Erheblicher Zuwachs an Sammelstellen • Sammlung gut in den Alltag integrierbar 	<ul style="list-style-type: none"> • Widerstand durch Einzelhändler
Ausbau von Depotcontainersystemen	<ul style="list-style-type: none"> • Zusätzliche Sammelstellen besonders in ländlichen Gebieten 	<ul style="list-style-type: none"> • Zusätzlicher logistischer und finanzieller Aufwand für die öRE • Möglicher Gefahrentransport

Unabhängig davon welche Maßnahmen zur Verbesserung der Sammelquoten ergriffen werden sollten, bleibt die Tatsache, dass die neue erhöhte Sammelquote von 65 % ab 2019 gültig ist und diese zurzeit noch nicht eingehalten wird. In drei Jahren werden die entsprechenden Ergebnisse der Sammlung an die EU weitergeleitet. Sollten die Ziele bis dahin nicht erreicht werden, können Deutschland erhebliche Strafen drohen. Aufgrund dieses wachsenden Zeitdrucks wird es immer dringlicher geeignete Maßnahmen zu ergreifen.

8 Literatur- und Quellenverzeichnis

1. **Europäische Gemeinschaft.** Richtlinie 2002/96/EG. *über Elektro- und Elektronik-Altgeräte.* 27. Januar 2002.
2. **Huisman, J., Botezatu, I., Herreras, L., Liddane, M., Hintsu, J. et al.** *Countering WEEE Illegal Trade (CWIT) Summary Report.* Lyon, France : s.n., 2015.
3. **Europäische Union.** Richtlinie 2012/19/EU des Europäischen Parlaments und des Rates über Elektro- und Elektronik-Altgeräte. Brüssel : s.n., 4. Juli 2012.
4. **LAGA Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall.** Umsetzung des Elektro- und Elektronikgerätegesetzes (LAGA) 31 A. 23. Januar 2017.
5. **BMU Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit.** Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten. *Elektro- und Elektronikgerätegesetz – ElektroG.* Berlin : s.n., 16. März 2005.
6. **BMU Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit.** Gebührenverordnung zum Elektro- und Elektronikgerätegesetz. Berlin : s.n., 2015.
7. **BMU Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit.** Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten (Elektro- und Elektronikgerätegesetz - ElektroG). Berlin : s.n., 20. Oktober 2015.
8. **BMU Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit.** Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen. *Kreislaufwirtschaftsgesetz - KrWG.* 24. Februar 2012.
9. **EUROSTAT.** [Online] 28. Oktober 2018.
http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=env_waselee&lang=en.
10. **BMU Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit.** KOM-Tabelle. 2006-2016.
11. **EliElschi.** Pixabay. *Deutschlandkarte.* [Online] 28. März 2016. [Zitat vom: 4. November 2018.] https://cdn.pixabay.com/photo/2016/03/26/18/26/germany-1281059_960_720.png.
12. **EAR Stiftung-EAR.** Verzeichnis der Sammel- und Rücknahmenstellen. [Online] 31. Oktober 2018. <https://www.ear-system.de/ear-verzeichnis/sammel-und-ruecknahmestellen#no-back>.
13. **LAU Landesamt für Umweltschutz.** *Abfallbilanz 2016 für das Land Sachsen-Anhalt.* Halle (Saale) : s.n., 2016.

14. **EUWID Recycling und Entsorgung.** E-Schrottreycler verlieren jährlich 170 Mio € durch Beraubung. [Online] 17. Januar 2018. <https://www.euwid-recycling.de/news/international/einzelansicht/Artikel/e-schrottreycler-verlieren-jaehrlich-170-mio-EUR-durch-beraubung.html>.
15. **EGS Entsorgungsgesellschaft Saalekreis.** Gespräch vom 06.09.2018 mit dem Geschäftsführer Volker Huth. Merseburg OT Beuna : s.n., 2018.
16. **UBA Umweltbundesamt.** Basler Übereinkommen über die Kontrolle der grenzüberschreitenden Verbringung gefährlicher Abfälle und ihrer Entsorgung. 22. März 1989.
17. **Sander und Schilling.** Optimierung der Steuerung und Kontrolle grenzüberschreitender Stoffströme bei Elektroaltgeräten/Elektroschrott. *Müll und Abfall.* 2010, 6.
18. **UBA Umweltbundesamt.** *Analyse der Datenerhebungen nach ElektroG und UStatG über das Berichtsjahr 2015 zur Vorbereitung der EU-Berichtspflichten 2017.* Dessau-Roßlau : s.n., 2018.
19. **Janz und al., et.** Mengenströme von Elektroschrott in Deutschland. *Tagungsband Brennpunkt ElektroG Umsetzung-Defizite-Notwendigkeiten. Schriftenreihe Beiträge zu Abfallwirtschaft und Altlasten.* Pirna : s.n., 2009. Bd. Vol. 62.
20. **Destatis.** *Abfallbilanz (Abfallaufkommen/-verbleib, Abfallintensität, Abfallaufkommen nach Wirtschaftszweigen).* Wiesbaden : s.n., 2018.
21. **Federico Magalini, et al.** *STUDY ON COLLECTION RATES OF WASTE ELECTRICAL AND ELECTRONIC EQUIPMENT (WEEE).* 2014.
22. **Europäische Kommission.** Durchführungsverordnung (EU) 2017/699. *gemeinsame Methode für die Berechnung des Gewichts von in den einzelnen Mitgliedstaaten in den Verkehr gebrachten Elektro- und Elektronikgeräten und für die Berechnung der Menge, nach Gewicht, der in den einzelnen Mitgliedstaaten angefallenen EEAG.* 18. April 2017.
23. **Jenni Ylä-Mella, Kari Poikela, Ulla Lehtinen, Pia Tanskanen, Elisabeth Román, Riitta L. Keiski, and Eva Pongrácz.** Overview of the WEEE Directive and Its Implementation in the Nordic Countries: National Realisations and Best Practices. *Journal of Waste Management.* 1. Oktober 2014, S. 18.
24. **Jörg Wagner, Marko Günther, Dr. rer. nat. habil. Henning Friege.** *Untersuchung zur Optimierung der Sammlung elektronischer Kleingeräte LANUV-Fachbericht 52.* Recklinghausen : Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, 2014.
25. **Weenmodels.** *Analysis of European Best Practice Solutions for Logistics of WEEE.* 2014.

26. **Destatis Statistisches Bundesamt.** Bevölkerungsstand. [Online] 31. Dezember 2017. [Zitat vom: 21. November 2018.] https://www-genesis.destatis.de/genesis/online/link/tabellen/12411*.
27. **Stiftung Elektro-Altgeräte-Register.** Jahres-Statistik-Mitteilung. [Online] 1. August 2018. [Zitat vom: 4. November 2018.] <https://www.stiftung-ear.de/de/service/statistische-daten/jahres-statistik-mitteilung>.
28. **SWH. Hallesche Wasser und Stadtwirtschaft.** Weitere Leistungen: Sammelcontainer. [Online] 4. November 2018. [Zitat vom: 4. November 2018.] <https://hws-halle.de/privatkunden/entsorgung-reinigung/weitere-leistungen/sammelcontainer>.
29. **Halle (Saale).** halle.de. [Online] 9. November 2018. [Zitat vom: 9. November 2018.] <http://www.halle.de/images/de/Verwaltung/Umwelt/Abfall-und-Abwasser/Abfallberatung/neue-Container-fuer-08591/Elektroschrottcontainer.jpg>.
30. **BVI Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur.** Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR). 3. Januar 2018.
31. **Hertel, M., et al.** Sammlung von Elektroaltgeräten in Depotcontainern – Nutzen und Gefährdungsanalyse. [Buchverf.] S. Thiel, E. Thomé-Kozmiensky und D. Goldmann. *Recycling und Rohstoffe*. Neuruppin : Thomé-Kozmiensky Verlag GmbH, 2018.
32. **Tegnell, Saskia.** *Insamlingssystem för smått elavfall – en studie om utformningen av fungerande insamling*. Lunds, Sweden : Institutionen för Teknik och samhälle Lunds Tekniska Högskola, 2015.
33. **Sjödin, Johan.** mynewsdesk.com. [Online] Vakin, 15. April 2015. [Zitat vom: 11. November 2018.] http://resources.mynewsdesk.com/image/upload/c_limit,dpr_1.0,f_auto,h_700,q_auto,w_690/ye6t4ihs7tnljnqjgy3x.jpg.
34. **SYSAV.** Samlaren. [Online] 1. November 2018. <https://www.sysav.se/samlaren>.
35. **Renova Miljö.** Farligt avfall och el-avfall. [Online] [Zitat vom: 11. November 2018.] <https://www.renova.se/globalassets/produkter-och-tjanster/samlaren.png?preset=width958>.
36. **LSA Stadt Halle (Saale).** *Schadstoffmobiltourenplan 2018*. 2018.
37. **LSA Landkreis Saalekreis.** *Tourenplan 2018 Entsorgungstermine für den Landkreis Saalekreis*. 2018.
38. **DUH Deutsche Umwelthilfe.** Novellierung des Elektro- und Elektronikgerätegesetzes Stellungnahme der Deutschen Umwelthilfe. Berlin : s.n., 19. Februar 2015.

39. **Deutsche Umwelthilfe e.V.** *Rücknahme von Elektro- und Elektronikgeräten DUH-Tests im stationären Handel.* Berlin : s.n., 2017.
40. **Hellmann Process Management.** Recyclingsuche-App. [Online] 17. Oktober 2018. <https://www.umweltmanager.net/aktuell/umwelt-und-unternehmensnews/status-eschrott-app/>.
41. **Welter, Patrick.** Olympischen Spielen Tokio 2020 droht ein Silbermangel. *Frankfurter Allgemeine Zeitung.* 2018.
42. **Otto, S., et al.** *Die Psychologie des Recyclingverhaltens.* s.l. : Vivis, 2015.
43. **UBA Umweltbundesamt.** *Batterierecycling in Deutschland: Rücknahme- und Verwertungsergebnisse 2009.* Dessau : s.n., 2011.
44. **Sachverständigenrat für Umweltfragen.** *Umweltgutachten 2012 Verantwortung in einer begrenzten Welt.* Berlin : s.n., 2012.
45. **binee.** binee Standorte. [Online] 2018. <https://www.binee.com/de/e-binee/#e-bineemap>.
46. **Kibbe, A.** Psychologische Determinanten von Recyclingverhalten. Clausthal-Zellerfeld : s.n., 28. September 2017.
47. **NATURVÅRDSVERKET.** E-Mail zum Thema Sammelquoten von Agnes Willén vom 28. September 2018. Stockholm : s.n., 2018.
48. **Kummer, S. Umweltbundesamt.** Email vom 25.09.2018 10:31. Dessau-Roßlau : s.n., 2018.
49. **Ibanescu, D., et al.** Assessment of the waste electrical and electronic equipment management systems profile and sustainability in developed and developing European Union countries. *Waste Management.* 2017.
50. **Hermann Nordsieck, Andreas Förster, Alexander Martin, Markus Hertel, Dr. Volker Zepf.** *Sicheres Sammeln von Elektroaltgeräten in Depotcontainersystemen.* Augsburg : s.n., 2016.
51. **Espejo, David.** *Assessment of the flow and driving forces of used electrical and electronic equipment from Germany to Nigeria.* Cottbus, Deutschland : s.n., 2010.
52. **Naturvårdsverket.** Beslut: Tillstånd att bedriva insamlingsystem för elavfall. Stockholm : s.n., 11. November 2015.
53. **Government Offices of Sweden.** Förordning om producentansvar för elutrustning . *SFS 2014:1075.* Stockholm : s.n., 16. September 2014.
54. **LAU Landesamt für Umweltschutz.** Vollzugshilfen zur Umsetzung der Marktüberwachung bei den abfallrechtlichen Harmonisierungsrechtsvorschriften für Altfahrzeuge, Elektro- und

Elektronikgeräte, Batterien und Akkumulatoren und Verpackungen in Sachsen-Anhalt. Halle (Saale), Sachsen-Anhalt : s.n., 24. November 2016.

55. **LSA Stadt Halle.** Abfallwirtschaftssatzung der Stadt Halle (Saale). 29. Oktober 2014.

56. **LSA Landkreis Saalekreis.** Satzung über die Abfallentsorgung im Landkreis Saalekreis. 31. August 2016.

57. **Baldé, C.P., Forti V., Gray, V., Kuehr, R., Stegmann,P.** *The Global E-waste Monitor – 2017*, United Nations University. Bonn/Geneva/Vienna : s.n., 2017.

58. **El-Kretsen.** Framtidens insamlingssystem för smått el-avfall. [Online] 12. Januar 2011.
<https://www.yumpu.com/sv/document/view/20515386/framtidens-insamlingssystem-for-smatt-el-avfall-el-kretsen>.

59. **Nacka Vatten Avfall.** Mobil avfallsinsamling. [Online] 19. Februar 2018.
<https://www.nacka.se/nackavattenavfall/avfall/lamna/mobil-avfallsinsamling/>.

60. **Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Energie des Landes Sachsen-Anhalt.** *Abfallbilanz 2016 für das Land Sachsen-Anhalt*. Magdeburg : s.n., 2017.

61. **Henning Friege, Michael Oberdörfer und Marko Günther.** Vergleich von Sammelsystemen für Elektroaltgeräte in Europa. *Müll und Abfall*. 2014, 4, S. 208-2015.

62. **pixabay. Deutschlandkarte.** [Online]
https://cdn.pixabay.com/photo/2016/03/26/18/26/germany-1281059_960_720.png.