

HafenCity Universität Hamburg
Universität für Baukunst und Stadtentwicklung
Studiengang der Stadtplanung

BACHELORTHESIS

Der Reexport von Elektronik-Altgeräten
- Ein Organisationsmodell

Vorgelegt von: Malte Broschart, Matrikel-Nr.: 3021677

geboren am 24.09.1990 in Köln

zum

Erlangen des akademischen Grades

BACHELOR OF SCIENCE
(B.Sc.)

Erstprüferin: Prof. Ph.D. Irene Peters

Zweitprüfer: Knut Sander (Ökopol Institut für Ökologie und Politik GmbH)

Danksagung

Diese Arbeit greift einige Gedanken auf, die mir durch mein abfallwirtschaftliches Engagement oder meine Tätigkeiten in Ghana vertraut gewesen sind, jedoch galt es, diese Aspekte mit Themen zu verknüpfen, deren genaue Details mir zunächst unbekannt waren. Daher gilt mein Dank an erster Stelle Herrn Knut Sander (Ökopol Institut für Ökologie und Politik GmbH), der mir die grundlegenden Fragen beantwortete und Zusammenhänge verdeutlichte. Ein weiterer Dank geht an Frau Prof. Ph.D. Irene Peters (HafenCity Universität Hamburg) für ihre Hilfsbereitschaft und ihre Hingabe für Themen, die den Horizont der Stadtplanung erweitern.

Des Weiteren danke ich meiner Familie, die mich in diesem Studium unterstützte sowie meiner Freundin Sophie, die mit all ihrer Geduld und Fürsorge ihr großes Herz bewies. Nicht zuletzt gebührt mein Dank auch Juliana Mensah, die meine Begeisterung für die ghanaische Abfallwirtschaft weckte.

Vorwort

Im Rahmen eines Studiums der Stadtplanung darf die Betrachtung abfallwirtschaftlicher Themen nicht fehlen. Neben der Lehre über Planung und Entwicklung gilt es auch immer die Frage zu stellen: Was geschieht, wenn Projekte und Produkte ihren Nutzwert verlieren? In dieser Hinsicht sollte überprüft werden, welche Prozesse im Nachhinein eintreten. Eine Antwort auf einen solchen Wertverfall kann sein, Ressourcen anderweitig wiederzuverwenden. Der Abfallwirtschaft kommt hierbei eine essenzielle Bedeutung zu, da sie physischen Dingen eine Berechtigung und einen Wert zuschreibt, der von anderen längst vergessen wurde.

Der Stadtplanung wird oftmals die Aufgabe zuteil, zwischen wirtschaftlichen, rechtlichen und ökologischen Aspekten zu vermitteln. Bei der Entwicklung von Projekten gilt es, theoretische und praktische Ansätze zu verbinden sowie die Belange aller Akteure zu berücksichtigen. Dafür braucht es geeigneter Kooperationsmodelle, um für alle Beteiligten die bestmögliche Lösung zu erarbeiten. Eine solche Fähigkeit zur Koordination und Integration unterschiedlicher Interessen wird auch für das in dieser Arbeit dargestellte Modell erforderlich sein, um langfristig eine Verbesserung der derzeitigen Situation zu erreichen.

Gliederung

I	Einleitung	1
II	Fragestellung	3
III	Grundlagen	5
	3.1 Die rechtlichen Grundlagen im Umgang mit Elektroschrott	5
	3.1.1 Illegale Abfallverbringung – Ein alltägliches Problem	7
	3.2 Die Ankunft von E-Schrott in Ghana	8
	3.2.1 Ghanas informeller Sektor	9
	3.2.2 Die ökologischen Folgen informeller Verwertung	11
IV	Analyse	13
	4.1 Die Akteurskonstellation von Elektronikexporten	14
	4.2 Der Zusammenhang zwischen Entsorgung und Export	15
	4.2.1 Ghana: Ein aufkommender Markt für Gebrauchtgeräte	17
	4.2.2 Daten zum Export von Elektronikware	18
	4.3 E-Schrott: Eine wertvolle Ressource	20
	4.3.1 Rückgewinnungsquoten des formellen und informellen Sektors ..	22
V	Konzept	27
	5.1 Die Systemgrenzen des Reexport-Konzepts	27
	5.1.1 Die Behandlung von Desktop-Computern	27
	5.1.2 Der Umgang mit Problemstofffraktionen	29
	5.2 Die wirtschaftliche Komponente	31
	5.3 Die ökologische Komponente	32
	5.4 Die Umsetzung des Reexport-Modells	33
	5.4.1 Die Organisation des Reexport-Konzepts	34
	5.4.2 Die Administration des Reexport-Konzepts	36
	5.4.3 Die Finanzierung des Reexport-Konzepts	37
VI	Fazit	41
VII	Literatur- und Quellenverzeichnis	

I Einleitung

Von einem technischen Fortschritt sollten alle profitieren. Immer neuere, schnellere und bessere Elektronikgeräte ersetzen die alten, die zwar stets ihren technischen Dienst erfüllen, nur etwas aus der Mode geraten sind. Deren Marktwert sinkt, wodurch sie auch für ärmere Bevölkerungsschichten in Emerging Markets (sog. Entwicklungsländern) erschwinglich werden. Indem dadurch Menschen Zugang zu Technologien erhalten und somit die digitale Kluft verringert wird, finden auch sie Zugang zu weltweiten Informationen und internationalen Netzwerken. Aus Ländern wie Deutschland werden daher ausrangierte, aber noch funktionstüchtige Geräte in Erdteile verschifft, in denen diese für uns veralteten Technologien noch einen Wert besitzen.

Mit der Aufgabe seiner Funktion wird allerdings jedes Produkt eines Tages zu Abfall. Elektroschrott ist mit einem jährlichen Wachstum von 2,5 – 2,7 % der global am stärksten zunehmende Abfallstrom.¹ Weltweit fallen im Jahr etwa 40 Mio. Tonnen Elektro- und Elektronik-Altgeräte an, in Deutschland allein sind es 2 Mio. t.² In Ländern wie Ghana wird vor allem Gebrauchtware nachgefragt, deren Lebenszyklus in der Regel nach wenigen Jahren endet. Wird zusätzlich die nur schwer kalkulierbare Menge illegaler Abfalltransporte eingerechnet, ergibt sich für Elektronik ein dementsprechend hohes Abfallaufkommen von 11 kg pro Kopf (Deutschland: 16 bis 18 kg), dem das ghanaische Abfallmanagement bislang nicht ausreichend gerecht wird.³ Sowohl legal exportierte gebrauchte Elektronikgeräte (funktionstüchtig) als auch illegal verbrachter Elektroschrott aus Industrieländern trifft in Empfängerstaaten wie Ghana, Nigeria oder Indien auf nicht vorhandene oder stark defizitäre und ineffiziente Verwertungs- und Entsorgungsstrukturen. Unter diesen Bedingungen leiden insbesondere diejenigen, die für ein geringes Entgelt und jenseits aller Gesundheitsstandards Elektroschrott in seine Einzelteile zerlegen, um wertvolle Fraktionen an nicht registrierte Verwertungsbetriebe zu verkaufen. In solchen Betrieben werden die im E-Schrott enthaltenen Edelmetalle mithilfe umweltschädlicher Verfahren zurückgewonnen, deren Rückstände ungefiltert in die Umwelt abgegeben werden.

Währenddessen sind in Deutschland durch die gesetzliche Rücknahmepflicht der Hersteller die Träger der Entsorgungskosten bestimmt, ebenso existieren hochtechnisierte Recyclinganlagen für Elektroschrott, in denen gesetzlich definierte Anforderungen an die Verwertung befolgt werden. Mit dem Export in Nicht-OECD-Staaten entzieht sich Elektronikware allerdings dem Geltungsbereich der Rücknahmepflicht. Weder Hersteller noch Exporteure übernehmen die Verantwortung für eine fachgerechte Behandlung von Altgeräten in den Empfängerstaaten. Dadurch werden die Kosten für die Entsorgung deutscher Elektronikware und damit die Kosten unseres Wohlstandes externalisiert – die gesundheitlichen und ökologischen Folgen haben andere zu tragen.

In dieser Arbeit soll es jedoch nicht um die Frage der Schuldzuweisung oder globalen Produktverantwortung gehen, sondern vielmehr soll überlegt werden, wie mit diesem Status Quo umgegangen – oder besser: gearbeitet – werden könnte. Dabei gilt es herauszufinden, inwieweit die Nachteile der grenzüberschreitenden

¹ vgl. Ioan, I. (2010), S. 185

² vgl. Martens, H. (2011), S. 274

³ vgl. Sander, K.; Schilling, S. (2010), S. 22

Abfallverbringung sowie des legalen Exportes von Elektronikgeräten eingedämmt werden könnten, um gleichzeitig sogar einen Mehrwert daraus zu ziehen. Dazu soll ein Organisationsmodell entwickelt werden, wie in Ghana anfallender bzw. angefallener Elektro- und Elektronikschrott vor Ort gesammelt, behandelt und für die technische Verwertung exportiert werden könnte. So sollen auf ghanaischer Seite gesundheitliche, ökologische und wirtschaftliche Erfolge erzielt und – global betrachtet – Ressourcen effizienter zurückgewonnen und Schadstoffe fachgerecht entsorgt werden.

,

II Fragestellung

Das Ziel dieser Arbeit soll ein mit Daten fundiertes Organisationsmodell sein, in dem Fraktionen aus Elektronik-Altgeräten (EAG) aus Westafrika – Fallbeispiel Ghana, Accra – nach Europa – Fallbeispiel Deutschland, Hamburg – reexportiert werden. Zum einen wird vorausgesetzt, dass die grenzüberschreitende Abfallverbringung im Rechtlichen und im Praktischen unverändert bleibt und auch die Defizite im ghanaischen Abfallmanagement für E-Schrott fortbestehen. Dies hat zur Folge, dass weiterhin Elektroschrott illegal nach Ghana exportiert wird sowie auch Gebrauchtware – essenziell für die wirtschaftliche Entwicklung des Landes – mit Aufgabe ihrer technischen Funktion als E-Schrott endet und vor Ort auf ineffiziente Verwertungsmethoden trifft. Selbst wenn illegale Abfallexporte verhindert werden könnten, ergäbe sich in Ghana stets ein Abfallaufkommen, das es fachgerecht zu entsorgen gilt. Mithilfe eines Reexport-Modells soll daher eine Verbesserung der derzeitigen Situation herbeigeführt werden. So sollen einerseits die gesundheitlichen und ökologischen Folgen der unsachgemäßen Entsorgung sowie händischen Verwertung von EAG in Ghana minimiert und die Rückgewinnung von Ressourcen, insbesondere von Edelmetallen und Seltenen Erden, durch technisierte Verwertung im europäischen Ausland maximiert werden.

Daher basiert eine Säule des Konzepts auf dem Export von wirtschaftlich attraktiven Komponenten, bei denen wertvolle Rohstoffe nur durch technische Verwertungsmethoden zurückgewonnen werden können. Der Export von rentablen Bestandteilen aus Ghana nach Deutschland würde jedoch nur wenig an der ökologischen Situation vor Ort ändern, sofern wertlose Fraktionen des Elektronikschrotts – in vielen Fällen hochgiftig und umweltschädigend – in Ghana zurückblieben. Die zweite Säule konzentriert sich deshalb auf Komponenten, die aufgrund schädlicher Substanzen im Ausland fachgerecht demontiert und entsorgt werden müssen. Hierbei sind sowohl Aspekte der Finanzierung von entstehenden Entsorgungskosten als auch rechtliche Anforderungen an den Export von gefährlichen Abfällen zu betrachten.

Eine Behandlung aller Gerätetypen von Elektro- und Elektronikgeräten würde den Rahmen dieser Thesis überschreiten. Aus diesem Grund werden im Folgenden lediglich Desktop-Computer und Kathodenstrahlröhrenbildschirme (CRT-Monitore) thematisiert, da sie in den letzten Jahren einen Großteil der Elektronikexporte ausmachten und allein durch händische Verwertung nur wenige der darin enthaltenen Stoffe wiedergewonnen werden können. Im Weiteren werden diese Geräte daher hinsichtlich ihrer materiellen Beschaffenheit und der damit verbundenen Rohstoffwerte analysiert.

Dieser Arbeit liegen somit folgende Fragestellungen zugrunde:

- *Welcher Mehrwert lässt sich durch eine technisierte Rückgewinnung von Ressourcen aus Desktop-Computern und CRT-Monitoren in Europa erzielen und welche Fraktionen sind wirtschaftlich und ökologisch begründet aus Ghana zu reexportieren?*
- *Welche Akteure sind in das Reexport-Konzept einzubinden und welcher organisatorischer, administrativer sowie finanzieller Unterstützung bedarf es?*

Um ein solches Modell konzipieren zu können, soll im Folgenden zunächst auf rechtliche Grundlagen der grenzüberschreitenden Abfallverbringung von Elektronikgeräten sowie auf die durchschnittliche Importqualität der ankommenden Waren in Ghana und die dortigen Verwertungsstrukturen eingegangen werden. Damit einhergehend soll die Akteurskonstellation vom Export der Gebrauchtware und des Elektronikschrotts bis hin zur händischen Verwertung in Agbogbloshie, Accra analysiert werden. Dabei sollen auch die wirtschaftlichen Motive der jeweiligen Akteure thematisiert werden.

Anschließend gilt es zu betrachten, welche Rohstoffe in Desktop-Computern und CRT-Monitoren vorhanden sind und wie sich die Rückgewinnungsquoten sowohl händisch als auch mechanisch gestalten. Bei Einberechnung der derzeitigen Materialpreise ergibt sich daraus eine Wertedifferenz, die als Basiswert bzw. Gewinnspanne für das Reexport-Konzept dient.

Im Konzeptteil soll schematisch dargestellt werden, welche Akteure mit welchen Kompetenzen in das Organisationsmodell eingebunden werden müssen, wie die Finanzierung zu regeln ist und welcher weiteren unterstützenden Maßnahmen es bedarf. Zum Abschluss soll das entwickelte Konzept hinsichtlich möglicher Herausforderungen und Risiken, aber auch Chancen diskutiert werden.

III Grundlagen

Um später klären zu können, wie sich der Prozess der grenzüberschreitenden Abfallverbringung im Einzelnen gestaltet, soll zunächst auf die wichtigsten gesetzlichen Grundlagen der Entsorgung und des Exports von Elektro- und Elektronik-Altgeräten (EAG) zwischen den Staaten Ghana und Deutschland eingegangen werden.

3.1 Die rechtlichen Grundlagen im Umgang mit Elektroschrott

Elektronikgeräte sind als nicht gebrauchsfähige Altgeräte bzw. Abfall zu klassifizieren, sofern ihre Zweckbestimmung entfallen ist und sich ihre Besitzer ihrer entledigen müssen.⁴ Sie fallen somit unter das „Abfallregime“⁵. Demgegenüber sind gebrauchte Elektronikgeräte (gEG) stets funktionsfähig und besitzen daher neben ihrem reinen Materialwert einen Gebrauchswert; sie fallen unter das „Produktregime“⁶ und deshalb nicht unter das Abfallrecht.

- Mit dem **Basler Übereinkommen** von 1989 ist ein internationales Exportverbot von gefährlichen Abfällen in Nicht-OECD-Staaten geregelt. Dadurch soll verhindert werden, dass gesundheitsgefährdende und umweltbelastende Stoffe in Staaten verbracht werden, in denen unzureichende Entsorgungsstrukturen vorhanden sind. Das Basler Übereinkommen wurde 2005 von Ghana ratifiziert.⁷ Abfälle werden als gefährlich definiert, sofern „sie einer in Anlage I enthaltenen Gruppe angehören, es sei denn, sie besitzen keine der in Anlage III aufgeführten Eigenschaften“⁸. In Anlage I werden beispielsweise Kupfer-, Zink-, Cadmium- und Bleiverbindungen angeführt, die in den meisten Elektronikgeräten eingesetzt werden.⁹ Zur Anwendungserleichterung sind in Liste A der Anlage VIII sämtliche gefährlichen Abfälle im Einzelnen aufgelistet, so z.B. Glas aus CRT-Monitoren.¹⁰ Hingegen werden in der Liste B der Anlage IX diejenigen Abfälle angeführt, die nicht als gefährlich klassifiziert werden, u.a. Leiterplatten.¹¹
- Die europäische **Richtlinie 2002/96/EG** bzw. **WEEE-Richtlinie** klärt die Anforderungen an den Umgang mit EAG (engl.: WEEE, Waste of Electrical and Electronic Equipment) und ist in nationales Recht umzusetzen. In Deutschland gilt das **Elektro- und Elektronikgerätegesetz (ElektroG, 2005)**. Zu den Kernelementen dieses Gesetzes gehört das Verursacherprinzip, bei dem die Hersteller aufgrund ihrer Produktverantwortung verpflichtet werden, die Rücknahme und Entsorgung von EAG

⁴ vgl. Giesberts, L.; Hilf, J. (2006), S. 67

⁵ Sander, K.; Schilling, S. (2010), S. 11

⁶ ebda.

⁷ vgl. Amoyaw-Osei, Y. et al. (2011), S. 2

⁸ Basler Übereinkommen (1989), Artikel I

⁹ vgl. ebda., Anlage I Y22, Y23, Y26, Y31

¹⁰ vgl. ebda., Anlage VIII A1180

¹¹ vgl. ebda. Anlage IX B1110

und gEG zu finanzieren.¹² Durch die „geteilte Produktverantwortung“¹³ wird ein Teil der Verantwortung auf staatliche Instanzen übertragen, indem öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger eingebunden werden, wodurch unter anderem eine hohe Sammelquote gewährleistet werden soll.

Die kostenlose Annahme von Geräten aus privaten Haushalten und haushaltsähnlichem Gewerbe erfolgt zunächst durch öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger an Sammelstellen, denen das Recht zur Optimierung, also zur Entsorgung in Eigenregie zugesichert wird.¹⁴ Eine Gemeinsame Stelle (die „Stiftung Elektro-Altgeräte Register“, EAR) informiert im anderen Fall die zuständige Behörde über abzuholende Behältnisse in Sammelstellen, wobei diese daraufhin Herstellern die Organisation und Finanzierung der Entsorgung des Inhalts anordnet.¹⁵ Die gesetzlich festgelegte Produktverantwortung der WEEE-Richtlinie sowie des ElektroG soll Anreize schaffen, abfallarme, leicht zu reparierende und langlebige Produkte zu entwickeln und zu produzieren.¹⁶

- Die **Richtlinie 2011/65/EG (Restriction of Hazardous Substances, RoHS)** (Nachfolgerichtlinie für Richtlinie 2002/95/EG) ergänzt die WEEE-Richtlinie, indem Grenzwerte für gefährliche Stoffe in ab 2006 produzierten Elektro- und Elektronikgeräten festgesetzt werden. Für diese Arbeit ist die RoHS-Richtlinie insofern zu nennen, da ein Großteil des in Ghana anfallenden E-Schrotts aus „historischen“, vor 2006 produzierten Altgeräten stammt und somit einen erhöhten Anteil an Schadstoffen aufweist.¹⁷
- Das Ausführungsgesetz des Basler Übereinkommens, das **Abfallverbringungsgesetz (AbfVerbrG, 2007)** regelt die Genehmigung von grenzüberschreitenden Abfalltransporten und setzt somit die **Verordnung (EG) Nr. 1013/2006** über die Verbringung von Abfällen (**VVA**) in deutsches Recht um. Gemäß der allgemeinen Informationspflichten nach Artikel 18 VVA müssen vorgeschriebene Notifizierungs- und Begleitformulare zur Notifizierung an die zuständige Behörde des Bestimmungsortes geleitet werden, um die Erlaubnis zur Verbringung von Abfällen zu erhalten.¹⁸ Dafür muss ein Nachweis in Form eines Vertrages zwischen der „Person, die die Verbringung veranlasst“¹⁹ und dem Empfänger vorliegen, dass die zu exportierenden Abfälle im Empfängerstaat verwertet und entsorgt werden.
- Seit Inkrafttreten der Vorschrift **L.I. 2201** (2013) des ghanaischen Parlaments ist jeglicher Export von eisenhaltigem Schrott aus Ghana verboten.²⁰ Ziel davon ist, die inländische Stahlindustrie zu fördern.

¹² vgl. Florian, V. (2009), S. 4

¹³ Florian, V. (2009), S. 114

¹⁴ vgl. ebda., S. 124

¹⁵ vgl. Giesberts, L.; Hilf, J. (2006), S. 208-209

¹⁶ vgl. Florian, V. (2009), S. 9

¹⁷ vgl. ebda., S. 116

¹⁸ vgl. Umweltbundesamt (2013a)

¹⁹ Umweltbundesamt (2013b)

²⁰ vgl. L.I. 2201 (2013), Art. 1

3.1.1 Illegale Abfallverbringung – Ein alltägliches Problem

Obwohl vor allem auf europäischer Seite versucht wird, die illegale Verbringung von Abfällen mit rechtlichen Maßnahmen und Sanktionen einzudämmen, gelangt eine erhebliche Menge an Elektronikschrott aus Deutschland nach Ghana. Um das genaue Ausmaß dieser Exporte kalkulieren zu können, muss oftmals mit Dunkelziffern gerechnet werden (s. Abschnitt 4.2.2). Zuvor soll allerdings geklärt werden, aus welchen Gründen und auf welchen Wegen deutscher Elektroschrott nach Ghana exportiert wird.

Von den 2010 in Deutschland angefallenen Elektronik-Altgeräten mit einem Mengengewicht von ca. 1,3-1,5 Mio. Tonnen wurden lediglich 770.035 t durch die Gemeinsame Stelle EAR registriert.^{21,22} Während der Verbleib großer Mengen unklar ist, wird für gewöhnlich ein Anteil durch die Kommunen optiert und eigenmächtig entsorgt. Dies erfolgt in der Regel bei Altgeräten, deren zurückgewonnener Materialwert die Entsorgungskosten übersteigen, so z.B. bei „weißer Ware“ wie Kühlschränken oder Waschmaschinen.²³ Von Seiten der Hersteller wird diese „Rosinenpickerei“²⁴ kritisiert, da der EAR häufig „beraubte“ Reste zur Abholung gemeldet würden, die nicht gewinnbringend zu entsorgen seien. Der Export von als Gebrauchtware deklariertem E-Schrott in Länder ohne strenge Auflagen böte daher oftmals eine letzte Gewinnoption.²⁵

Bei immer schnellerer Abfertigung von größeren Mengen gestalten sich sowohl in Deutschland als auch in Ghana detaillierte Zollkontrollen als schwierig.²⁶ Aufgrund eines Verdachtes auf illegale Abfallverbringung wurden im Hamburger Hafen 127 Container kontrolliert (2010), davon waren 28 für den illegalen Transport von E-Schrott bestimmt; die Dunkelziffer ist denkbar hoch.²⁷ Die Deklaration von Elektroschrott als Gebrauchtware stellt ein essenzielles Problem in der Bekämpfung von illegalen Abfallexporten dar. Bislang sind Exporteure zu keinem Nachweis verpflichtet, dass ihre Ware tatsächlich funktionsfähig ist. Stattdessen liegt die Beweislast beim Zoll, der die Nicht-Funktionsfähigkeit von Waren zu identifizieren hat. Da jedoch sowohl die personellen Kapazitäten als auch die technische Ausstattung des Zolls nicht ausreichen, um sämtliche Elektronikexporte entsprechend zu kontrollieren, bietet sich hierbei für Exporteure die Möglichkeit, die gesetzlichen Regelungen zu umgehen. Mithilfe der WEEE-Novelle von 2012 soll diese Ausflucht verhindert werden, indem die Beweislast zukünftig auf Exporteure umgelegt wird.²⁸ Bis diese Richtlinie allerdings in deutsches Recht umgesetzt wird, bleibt dieses Problem weiterhin bestehen.

²¹ vgl. Sander, K.; Schilling, S. (2010), S. 22

²² vgl. BMU (2012)

²³ vgl. Florian, V. (2009), S. 1

²⁴ ebda., S. 128

²⁵ vgl. Kohlhöfer, P.; Bischoff, J. (2013), S. 65

²⁶ vgl. Ioan, I. (2010), S. 192

²⁷ vgl. Kohlhöfer, P.; Bischoff, J. (2013), S. 61

²⁸ vgl. Europäisches Parlament (2011)

Für Ghana gilt die Güterinspektion vor Ort (Destination Inspection), ein für Korruption anfälliges System.²⁹ Daher sind auch von ghanaischer Seite aus kaum Sanktionen auf illegale Einfuhren von E-Schrott zu erwarten, weswegen dieses Verfahren der Abfallverbringung gängige und rentable Praxis bleibt.³⁰ Das Ergebnis davon ist, dass etwa 60 % der in Ghana ankommenden Altgeräte als funktionsfähig, 20 % als reparaturbedürftig und die verbleibenden 20 % als Abfall zu definieren sind.³¹ Diese vergleichsweise schlechte Importqualität ist allerdings nicht nur auf deutsche Exporte zurückzuführen. Zwar stammen etwa 85 % der ghanaischen Elektronikimporte aus Europa, jedoch auch 8 % aus Nordamerika und 4 % aus Asien.³² Im Falle der USA lässt sich beispielsweise festhalten, dass die Verbringung von Abfällen nicht als illegale Praxis angesehen wird, da das Basler Übereinkommen von den Vereinigten Staaten bislang nicht ratifiziert wurde. Daher ist wahrscheinlich, dass ein Großteil der aus Nordamerika stammenden Transporte Elektroschrott beinhaltet, während es sich bei den restlichen Abfallimporten vor allem um europäische Ware handelt.

3.2 Die Ankunft von E-Schrott in Ghana

Da an ghanaischen Häfen nicht die Möglichkeit besteht, die Funktionstüchtigkeit von Elektronikwaren zu prüfen, nehmen Elektronikhändler zunächst importierte Ware an, um im Nachhinein auszusortieren. Während Neuware bei Defekten in der Regel repariert wird, werden nicht funktionsfähige Gebrauchtgeräte schlechten Zustands häufig direkt auf illegalen Müllhalden entsorgt oder an Schrotthändler bzw. -sammler verkauft und zur Zerlegung freigegeben.³³ Der Reparaturaufwand stünde in keinem Verhältnis zum zu erzielenden Nutzwert, insbesondere nicht im Hinblick auf den zahlreichen Nachschub an billiger Gebrauchtware. Im Gegensatz zu Deutschland werden Elektro- und Elektronik-Altgeräte in Ghana ihren Besitzern abgekauft. Nach dem Ankauf aus Gewerbe und privaten Haushalten durch Schrotthändler und -sammler mit Erfassungsquoten bis zu 95% werden die Geräte meistens zu Schrottmärkten oder Müllhalden transportiert.^{34,35} Dort wird der Elektroschrott händisch in seine Metallfraktionen zerlegt und entweder an Zwischenhändler oder direkt an Verwertungsbetriebe verkauft. Einerseits gibt es Schrottsammler, die selbst Elektronik-Altgeräte ankaufen, auftrennen und Fraktionen verkaufen, ebenso werden auch einzelne Personen (im Folgenden in „Sammlern“ einbegriffen) direkt von Schrotthändlern beauftragt, deren Ware zu zerlegen.

Der räumliche Schwerpunkt der Entsorgung und Verwertung von Elektroschrott und dadurch des ghanaischen Abfallmanagements für EAG lässt sich im Stadtviertel Agbogbloshie der Hauptstadt Accra verorten. Die Hauptakteure dieses Abfallmanagements sind im sogenannten informellen Sektor anzutreffen.

²⁹ vgl. Sander, K.; Schilling, S. (2010), S. 63

³⁰ vgl. Ioan, I. (2010), S. 185

³¹ vgl. Amoyaw-Osei, Y. et al. (2011), S. 27

³² vgl. Schlupe, M. et al. (2011), S. 21

³³ vgl. Sander, K.; Schilling, S. (2010), S. 67

³⁴ vgl. Schlupe, M. et al. (2013), S. 48

³⁵ vgl. Prakash, S.; Manhart, A. (2010), S. 2-3

nicht in Frage. Genauere Daten über Beschäftigte in dieser Art von Schattenwirtschaft zu ermitteln, gestaltet sich aufgrund naturgemäß fehlender Register als schwierig. Als Anhaltspunkt für eine Berechnung können jedoch Daten aus dem formellen Sektor sowie der Schätzwert der arbeitsfähigen Bevölkerung herangezogen werden. Da in Ghana keine Sozialleistungen wie Arbeitslosengeld gezahlt werden, ist zu vermuten, dass die Differenz aus formell arbeitender und arbeitsfähiger Bevölkerung im informellen Sektor beschäftigt ist.

In Ghana sind schätzungsweise 6.300 bis 9.600 Beschäftigte im Bereich der Sammlung von Elektroschrott tätig, davon allein 4.500 bis 6.000 im Umkreis von Agbogbloshie, Accra. Weitere 10-15.000 Einwohner Accras (landesweit 14-24.000) arbeiten in Bereichen der Verwertung von Elektroschrott und verarbeiten etwa 10-13.000 Tonnen pro Jahr. Hochgerechnet, wie viele Familien durch diese Arbeit ernährt werden, ergibt sich die Zahl, dass ca. 121.800 bis 201.600 Menschen vom Geschäft mit E-Schrott leben – das sind 0,5-0,8 % der Bevölkerung Ghanas.⁴⁰

In Bereichen der Sammlung, Reparatur und des Recyclings von Elektronikschrott lassen sich unterschiedliche Einkommen erzielen (s. Tabelle 2): Höhere Positionen in der Wertschöpfungskette bekommen in der Regel höhere und regelmäßiger Gehälter. Damit einhergehend sind auch etwa 20 % der Reparatur- und Recyclingbetriebe formalisiert.⁴¹ Recycler sind in dem Fall auf die Rückgewinnung und Verarbeitung von (Edel-)Metallen spezialisiert. Im informellen Sektor geschieht dies unter Einsatz der offenen Verbrennung oder Laugung, deren Rückstände ungefiltert in die Umwelt gegeben werden.

Hingegen ist das Sammeln und händische Zerlegen von Elektroschrott weniger ertragreich und hochgradig gesundheitsgefährdend, gleichzeitig kann mit keinem kontinuierlichen Einkommen gerechnet werden. Aufgrund der Intransparenz eines schlecht organisierten informellen Marktes und somit fehlender Information über aktuelle Marktpreise von Metallen und anderen gesammelten Fraktionen sind Sammler ebenfalls Betrug und Willkür von Schrotthändlern ausgesetzt.⁴² Ein Großteil der Schrottsammler ist daher der ärmsten Stadtbevölkerungsschicht zuzuordnen und entstammt häufig aus Nordghana, wo wirtschaftliche Perspektiven geringer sind als in der Hauptstadt.⁴³ Ebenso geht eine Vielzahl an Kindern und Jugendlichen dieser schlecht bezahlten und gefährlichen Arbeit nach.

	Reparateure	Sammler	Recycler
Einkommen pro Tag (in US\$)	(3.3) 6.3–8.3	(2.0) 2.3–4.6	(2.0) 5.8–9.5
Einkommen pro Monat (in US\$)	(100) 190–250	(60) 70–140	(60) 175–285

* *Figures in brackets indicate the information from Anane 2010*

Tabelle 2: Einkommensunterschiede im Geschäft mit E-Schrott. (Quelle: Prakash, S.; Manhart, A. (2010), S. 3)

⁴⁰ vgl. Prakash, S.; Manhart, A. (2010), S. 2-3

⁴¹ vgl. ebda., S. 41

⁴² vgl. Sander, K.; Schilling, S. (2010), S. 71

⁴³ vgl. Prakash, S.; Manhart, A. (2010), S. 3

3.2.2 Die ökologischen Folgen informeller Verwertung



Abbildung 1: Ausgeschlachteter Elektroschrott in Agbogbloshe. (Quelle: Prakash, S.; Manhart, A. (2010), S. 37)

In Agbogbloshe lassen sich ohne Weiteres die ökologischen Folgen des unsachgemäßen Umgangs mit Elektroschrott erkennen. Mit der händischen Zerlegung der Altgeräte durch die informellen Schrottsammler geht auch die Trennung von wertvollen und wertlosen Fraktionen einher. Auf dem lokalen Markt wertlose Komponenten wie Kunststoffgehäuse und Bildschirmglas werden auf illegalen Müllhalden entsorgt, Metalle und Leiterplatten an Schrotthändler verkauft.⁴⁴ Mit Aufkommen der Mengen an Elektronikschrott in Ghana verwandelte sich die Lagune in Agbogbloshe, einst fischreich, in ein toxisch hoch belastetes Gewässer, dessen Schadstoffe mit jeder Flut durch den Odaw River direkt ins Meer geraten.⁴⁵

Durch die unkontrollierte Deponierung von aussortierten Komponenten gelangen einerseits Sickerstoffe in die Erde und ins Grundwasser. Andererseits entstehen bei der offenen Verbrennung zur Gewinnung von metallischen Fraktionen bedeutende Mengen an Dioxinen und Furanen.⁴⁶ Dabei werden Ummantelungen aus PVC und anderen - meist mit bromierten Flammschutzmitteln belasteten - Kunststoffen geschmolzen, um beispielsweise Kupferdrähte zurückzugewinnen.⁴⁷ Nicht nur bei der Sammlung und Zerlegung von Elektro-

⁴⁴ vgl. Schlupe, M. et al. (2013), S. 48

⁴⁵ vgl. Amoyaw-Osei, Y. et al. (2011), S. 72

⁴⁶ vgl. Florian, V. (2009), S. 2

⁴⁷ vgl. Schlupe, M. et al. (2013), S. 47

nik-Altgeräten entstehen giftige Stoffe. Ebenfalls werden beim informellen „Hinterhof-Recycling“⁴⁸ Hilfsstoffe wie Cyanide oder Laugungsmittel zur Separation und Rückgewinnung von wertvollen Elementen eingesetzt, die oftmals ungefiltert in Flüsse geleitet werden.⁴⁹

Nach Untersuchungen von Greenpeace ist zu mutmaßen, dass in der Greater Accra Region die jährliche Emission von Dioxinen etwa 0,15-0,3 % der jährlichen Emissionen in Europa entspricht.⁵⁰ Die Schadstoffuntersuchung der Lagune in Agbogbloshie (s. Tabelle 3, Probe GH08006) erwies Mengen von Dioxinen und Furanen, die deutlich über den empfohlenen Grenzwerten liegen. Laut WHO sollte der Vorsorgewert für die Aufnahme von Dioxinen bei maximal 2pg WHO-TEQ pro Kilogramm und Tag liegen (TEQ: Toxizitätsäquivalentkonzentration).⁵¹ Dioxine gelangen insbesondere durch fettreiche Nahrung in den menschlichen Körper. Werden Schadstoffe aus Agbogbloshie ins Meer gespült, besteht die Gefahr, dass sich in Fischen und somit langfristig auch in Menschen gesundheitsschädliche Dioxinwerte wiederfinden lassen.

Die Situation hoher Schadstoffbelastung wird ebenfalls verschärft, da in Ghana zu einem großen Teil Elektro- und Elektronik-Altgeräte anfallen, die vor 2006, also vor Inkrafttreten der Grenzwerte der RoHS-Richtlinie produziert wurden.⁵² So weisen etwa alte Desktop-Computer teilweise Bleiwerte auf, die heutige Grenzwerte um das 90fache überschreiten, wodurch bei unsachgemäßer Behandlung Umwelt und Gesundheit belastet werden.⁵³

Congener	GH08003 (soil/ash)		GH08006 (lagoon sediment)	
	Conc (pg/g)	TEQ (pg/g)	Conc (pg/g)	TEQ (pg/g)
2378-TCDF	15.2	1.5	298	29.8
12378-PCDF	15.1	0.8	406.6	20.3
23478-PCDF	19	9.5	702.5	351.3
123478-HxCDF	26.6	2.7	673.9	67.4
123678-HxCDF	19	1.9	602	60.2
234678-HxCDF	30.3	3.0	613.6	61.4
123789-HxCDF	6.9	0.7	185.8	18.6
1234678-HpCDF	84.2	0.8	1774.9	17.7
1234789-HpCDF	10.1	0.1	194	1.9
OCDF	51	0.1	665.7	0.7
2378-TCDD	2	2.0	48.8	48.8
12378-PCDD	2.4	1.2	242.4	121.2
123478-HxCDD	12.1	1.2	234.1	23.4
123678-HxCDD	21.9	2.2	573.1	57.3
123789-HxCDD	12.5	1.2	474.2	47.4
1234678-HpCDD	167.5	1.7	5222.1	52.2
OCDD	351.7	0.4	8272.1	8.3
TOTAL		30.9		988

Tabelle 3: Schadstoffwerte in Agbogbloshie.⁵⁴ (Quelle: Brigden, K. et al. (2008), S. 22)

⁴⁸ Martens, H. (2011), S. 274

⁴⁹ vgl. Sander, K.; Schilling, S. (2010), S. 72

⁵⁰ vgl. Amoyaw-Osei, Y. et al. (2011), S. 75

⁵¹ vgl. Bundesinstitut für Risikobewertung (2003), S. 1

⁵² vgl. Sander, K.; Schilling, S. (2010), S. 72

⁵³ vgl. Prakash, S.; Manhart, A. (2010), S. 46

⁵⁴ Anmerkung: Messwerte von Dibenzofuranen (-DF) und Dibenzodioxinen (-DD)

4.1 Die Akteurskonstellation von Elektronikexporten

Auf Grundlage der vorangegangenen Erkenntnisse über den Export von gebrauchten Elektronikgeräten und Elektroschrott aus Deutschland nach Ghana sowie über deren dortige Verwendung und Verwertung soll nun die Akteurskonstellation auf deutscher und ghanaischer Ebene zusammengefasst werden (s. dazu Abbildung 2). Anhand dieser Analyse lassen sich bereits wichtige Akteure ermitteln, die im derzeitigen System eine bedeutende Rolle einnehmen und auch in ein mögliches Reexport-Konzept integriert werden müssen.

- **Herstellern** wird von gesetzlicher Seite aus die zentrale Rolle der Produktverantwortung zugesprochen, daher sind sie als Mittelpunkt des deutschen Elektro-Altgeräte-Managements zu betrachten. Altgeräte von privaten und kleingewerblichen Nutzern gelangen über die Sammelstellen zu den Herstellern, die diese über dritte Unternehmen entsorgen bzw. verwerten lassen. Die Produktverantwortung der Hersteller verliert sich jedoch beim Export ihrer Ware bzw. ihres Elektronikschrotts in Nicht-OECD-Staaten. Ohne eigens entwickelte Rücknahme- und Recyclingprogramme vor Ort (so z.B. das E-Waste-Africa Programm von Hewlett-Packard in Südafrika⁵⁵) fehlt ihnen jegliche Einflussnahme über die Verwertung und Entsorgung ihrer Produkte.
- Die meisten Ausfuhren von Gebrauchtware (gEG) werden von einer Vielzahl an **Exporteuren** und **Händlern in Deutschland** durchgeführt, die über Kontaktpersonen in Ghana verfügen. Dabei handelt es sich in vorwiegend um gebürtige Ghanaer, die nach Deutschland ausgewandert sind. Von insgesamt etwa 20.587 ghanaischen Zuwanderern (2006) leben schätzungsweise 4.665 in Hamburg, womit die Hansestadt als geographisches Zentrum eines ghanaischen Netzwerkes fungiert.⁵⁶ Über den Hamburger Hafen tätigen ghanaische Zuwanderer Import- und Exportgeschäfte mit Verwandten oder Bekannten in Ghana, so auch im Falle von Elektronikgeräten. Funktionstüchtige Neu- und Gebrauchtware (gEG) wird dabei vor allem über das Internet oder Flohmärkte von privaten und gewerblichen Letztnutzern in Deutschland angekauft. Auch durch Haushaltsauflösungen oder Diebstahl von Sperrmüll gelangen gebrauchte Elektronikgeräte in den Export nach Ghana und werden somit dem gesetzlich vorgesehenen Rücknahmesystem entzogen.⁵⁷ Intakte Neu- und Gebrauchtware wird dort zu einem Mehrwert verkauft, denn die dortige Nachfrage nach Elektronikgeräten ist hoch.
- Demgegenüber stehen einzelne **Exporteure** oder **Händler**, die neben funktionstüchtiger Ware ebenso als Gebrauchtware deklarierten Elektroschrott (EAG) exportieren. Dieser E-Schrott entstammt meist von Herstellern, welche die hohen Entsorgungskosten für beraubte oder wertlose Elektronikware umgehen möchten. Stattdessen wird der Elektroschrott gegen ein vergleichsweise geringeres Entgelt an die Händler oder Exporteure übergeben, die die Ware illegal ausführen. In einigen Fällen werden diese EAG gezielt an Schrotthändler in Ghana verkauft, die mit den darin enthaltenen Mate-

⁵⁵ vgl. Hewlett-Packard Development Company (2008)

⁵⁶ vgl. Kausch, I.; Schüttler, K. (2009), S. 14

⁵⁷ vgl. Sander, K.; Schilling, S. (2010), S. 84

rialien Gewinne erwirtschaften. Andererseits werden sicherlich viele der Geräte als funktionsfähige Ware an Elektronikhändler verkauft.

- Zunächst nehmen Kontaktpersonen die im Hafen Tema ankommende Ware an. An ghanaischen Häfen besteht nicht die Möglichkeit, Ware auf ihre Funktion zu testen, weswegen weder Zoll noch Empfänger die Qualität der Importe kontrollieren können.⁵⁸ Auf diese Weise wird nicht funktionsfähige Ware an **Händler in Ghana** verkauft, die ihre Ware erst nach Erwerb als intakt oder nicht funktionsfähig identifizieren. Teurere (Neu-)Ware geht in der Regel in die **Reparatur**, während billige Gebrauchtware entsorgt bzw. an Schrottsammler verkauft wird.
- Informelle **Schrottsammler** kaufen Elektronikhändlern und Endverbrauchern ihre nicht mehr funktionsfähigen Altgeräte ab, um sie zu Schrottplätzen bzw. Müllhalden zu transportieren, wo sie daraufhin händisch in ihre Bestandteile zerlegt werden.⁵⁹ Wertlose Komponenten werden mit Einsatz von umwelt- und gesundheitsgefährdenden Methoden von wertvollen Fraktionen getrennt und illegal deponiert.
- Wertvolle Fraktionen werden an **Schrotthändler** verkauft, die häufig als Mittelsmänner zwischen informellen Schrottsammlern und formellen Verwertern dienen, aber teilweise auch Schrottsammler beauftragen, einzelne Geräte und Komponenten zu zerlegen. In Agbogbloshie, dem ghanaischen Geschäftszentrum für Elektroschrott, sind etwa 1.500 E-Schrotthändler durch die *Agbogbloshie Scrap Dealer Association* vertreten, in der Ankaufspreise geregelt und brancheninterne Abläufe organisiert werden.⁶⁰
- Schrotthändler sind entweder selbst als Recycler tätig oder verkaufen ihren Schrott an externe **Recyclingbetriebe** weiter. Die so zurückgewonnenen (Edel-)Metalle werden in Industrien im In- und Ausland eingesetzt.

4.2 Der Zusammenhang zwischen Entsorgung und Export

Um später zu ermitteln, welche Mengenströme an intakten gEG und EAG auf welchen Wegen nach Ghana exportiert werden, ist es sinnvoll, zunächst die wirtschaftlichen Motive für den Export beider Fraktionen zu analysieren.

Für eine Vielzahl an EAG ergeben sich in Deutschland Entsorgungskosten, die die Kosten eines illegalen Exports übersteigen. Es lässt sich vermuten, dass ein direkter Zusammenhang zwischen Entsorgungskosten und

⁵⁸ vgl. Sander, K.; Schilling, S. (2010), S. 63

⁵⁹ vgl. Prakash, S.; Manhart, A. (2010), S. 2

⁶⁰ vgl. Prakash, S. et al. (2010), S. 4

illegalen Abfalltransporten besteht. Dies ist insbesondere der Fall bei Röhrenmonitoren, deren einzelne schadstoffhaltige Komponenten wie Bildröhren, Bildschirmglas oder mit bromierten Flammenschutzmitteln versehene Kunststoffgehäuse eine kostspielige Behandlung erfordern.⁶¹ Dadurch wird der Materialwert der in CRT-Monitoren enthaltenen Stoffe erheblich verringert, da neben einigen wertvollen auch einzelne wertlose und schädliche Fraktionen vorhanden sind. Daher liegt der derzeitige Erlös für Bildschirmgeräte bei gerade einmal 10 bis 30 € pro Tonne, in anderen Fällen werden von Verwertungsbetrieben 30 bis 50 € pro Tonne Entsorgungsgebühren erhoben.⁶² Erfolgt zusätzlich eine kommunale Optierung, werden der Gemeinsamen Stelle EAR Geräte zur Abholung gemeldet, die ihrer wertvollen Fraktionen „beraubt“ wurden, wodurch die auf die Hersteller übertragenen Entsorgungskosten deutlich höher ausfallen können.^{63,64} Andere Quellen gehen von Entsorgungskosten von 3 bis 4 € pro Bildschirmgerät aus (2010).⁶⁵

Demgegenüber stehen Exportkosten nach Westafrika, die eine illegale Verbringung von Abfällen zu einem lukrativen Geschäft gestalten oder zumindest zur Einsparung von Entsorgungskosten führen. Sofern die Exportkosten die Entsorgungskosten unterbieten, werden oftmals von Herstellern abgeholte Elektro- und Elektronik-Altgeräte für ein Entgelt an Händler übergeben, die die nicht funktionsfähige Ware nach Ghana schmuggeln. Um weniger Verdacht zu erzeugen, werden selten ausschließlich beraubte, wertlose Reste verschifft, sondern äußerlich intakte Geräte zusammen mit Einzelteilen, die entweder als Gebrauchtware oder im Falle von einzelnen Komponenten als Ersatzteile deklariert werden. Der Aufwand, in Deutschland die wertvollen Fraktionen vor dem Export zu trennen, wäre zu hoch; diese Separierung wird in Ghana aufgrund fehlender Umweltstandards um einiges kostengünstiger durchgeführt.

Für den Transport eines standardisierten 40' Boxcontainers (67,7 m³) von Hamburg nach Tema müssen mindestens 2.050 € inklusive Hafenkosten und Seefrachtzuschlägen kalkuliert werden.⁶⁶ Da solche Container mit schätzungsweise 2.000 Desktop-Computern und 900 CRT-Monitoren befüllt werden können, ergeben sich Transportkosten von 1,03 € pro Desktop-Computer und 2,28 € pro Bildschirmgerät (s. Tabelle 4).⁶⁷ Im Hinblick auf deutsche Entsorgungskosten von bis zu 0,92 € bei CRT-Monitoren (50,00 € Entsorgungsgebühr bei einem Gewicht von 18,47 kg pro Gerät) ist daher zunächst fraglich, wieso Elektronik-Altgeräte exportiert werden. Dies ergibt sich jedoch daraus, dass Elektronikschrott in Ghana - aufgrund fehlender Entsorgungskosten - der reine Materialwert zugemessen wird und somit stets gewinnbringend zu verkaufen ist. Werden also EAG in Ghana vermarktet, können die Gesamtkosten pro exportiertem Gerät geringer liegen als die Exportkosten in Deutschland.

Bei Kontaktpersonen in Ghana angekommen, werden Elektro-Altgeräte vor allem an informelle Schrottsammler oder -händler verkauft. Dabei werden für CRT-Monitore etwa 2 bis 5 Ghanaische Cedi (0,70 bis

⁶¹ vgl. Florian, V. (2009), S. 2

⁶² vgl. EUWID (2013), S. 19

⁶³ vgl. Florian, V. (2009), S. 128

⁶⁴ vgl. Kohlhöfer, P.; Bischoff, J. (2013), S. 65

⁶⁵ vgl. Sander, K.; Schilling, S. (2010), S. 98

⁶⁶ Global Forwarding Germany GmbH, schriftliche Mitteilung vom 19.08.2013

⁶⁷ vgl. Sander, K.; Schilling, S. (2010), S. 98

1,75 €) und für Desktop-PCs etwa 1 bis 2,5 US Dollar (0,75 bis 1,9 €) gezahlt.^{68,69} Ein großer Teil defekter Ware wird hingegen zu einem höheren Preis an Elektronikhändler verkauft, die nicht über die schlechte Qualität der Ware informiert werden. Der hierbei entstehende Gewinn geht an die Kontaktpersonen bzw. Schleuser von E-Schrott in Ghana oder sogar an die Exporteure. In letzteren Fällen sind Abfallexporteure und -importeure, also Kontaktpersonen dieselben (sog. „Abfalltouristen“⁷⁰), die sich einerseits von Herstellern für die illegale Abfallverbringung bezahlen lassen und andererseits in Ghana stets mit Verkaufserlösen zu rechnen haben. Damit lassen sich hinter illegalen Abfalltransporten ökonomische Motive erkennen. Während in Ghana einzelne Im- und Exporteure vom Geschäft mit illegalen E-Schrotttransporten profitieren, erschließt sich Herstellern durch den Export von Altgeräten eine Gewinnoption, indem sie hohe Entsorgungskosten in Deutschland umgehen (s. Tabelle 4).⁷¹

Einheit	Exportkosten (€)	Ankauf in Ghana (€)	Entsorgung über Export (€) (Differenz)	Entsorgung in Deutschland (€)
Röhrenbildschirm	2,28	0,70 - 1,75	0,53 - 1,58	0,92 - 4,00

Tabelle 4: Vergleich der Entsorgungskosten. (Quelle: Eigene Darstellung)

Hingegen ist bei der Entsorgung von anderen EAG in Deutschland mit hohen Erlösen zu rechnen. Dies ist insbesondere bei Gebrauchselektronik wie Waschmaschinen der Fall, deren Komponenten ohne größeren Aufwand voneinander zu trennen und somit die metallreichen Fraktionen zurückzugewinnen sind.⁷² Erlöse liegen hierfür bei 105 bis 180 € pro Tonne.⁷³ Daher erscheint es unwahrscheinlich, dass Abfälle dieser Sammelgruppen in Nicht-OECD-Staaten exportiert werden.

4.2.1 Ghana: Ein aufkommender Markt für Gebrauchtgeräte

Für den Export von funktionsfähigen Elektronikgeräten liegen wiederum andere wirtschaftliche Anreize vor. Neuware soll hierbei von der Betrachtung ausgenommen werden, da sie zu gleichen Marktpreisen wie in Europa gehandelt und somit nur von einer zahlenmäßig kleinen, reichen Bevölkerungsschicht Ghanas nachgefragt wird. In Ghana bilden vielmehr Gebrauchtgeräte den wesentlichen Teil aller importierter Elektronikgeräte. Diese werden unter anderem in Deutschland von einer Vielzahl einzelner Händler über Internetauktionen, Flohmärkte oder Kleinanzeigen angekauft.

Gebrauchte Elektronikware muss nicht zwingend innere oder äußere Schäden aufweisen, bevor sie verkauft wird. Die Gründe, sich gebrauchter Geräte zu entledigen, sind vielseitig: Neue Modelle im Bereich der Unterhaltungselektronik (LCD-Bildschirme) lassen Vorgängermodelle (Röhrenbildschirme) unattraktiv erschei-

⁶⁸ vgl. Amoyaw-Osei, Y. et al. (2011), S. 49
⁶⁹ vgl. Prakash, S.; Manhart, A. (2010), S. 2-3
⁷⁰ Sander, K.; Schilling, S. (2010), S. 78
⁷¹ vgl. Kohlhöfer, P.; Bischoff, J. (2013), S. 65
⁷² vgl. Florian, V. (2009), S. 1
⁷³ vgl. EUWID (2013), S. 19

nen, energieeffizientere Geräte (Energiesparlampen) verdrängen ältere (Glühlampen) vom Markt, veraltete Technik wie Disketten wird mit neuen Systemen inkompatibel oder die Produktion von Zubehör wie etwa Druckerpatronen wird eingestellt.⁷⁴ Durch solche Marktgegebenheiten verringert sich der Wert vieler Geräte, die daraufhin für einen geringen Preis – wenn nicht sogar kostenlos – an Händler gegeben werden. Unter Berücksichtigung der aufgelisteten Aspekte erschließt sich, dass unter anderem Kühlschränke, Röhrenfernseher und -bildschirme die vom Mengenanteil größten Exportfraktionen nach Ghana bilden.⁷⁵ Da 85% der Elektronikexporte nach Ghana aus Europa stammen, ist naheliegend, dass es sich beispielsweise bei Kühlschränken vor allem um Modelle handelt, die durch energieeffizientere Geräte (Energieeffizienzklasse A) ersetzt wurden.⁷⁶

In Emerging Markets wie Ghana wird solchen Gebrauchtgeräten ein höherer Wert zuteil, da sie für die ökonomische Entwicklung des Landes unerlässlich sind. Elektronikartikel werden für diejenigen Bevölkerungsteile erschwinglich, die von der Digitalisierung und dem damit oftmals einhergehenden Wirtschaftswachstum profitieren; die Nachfrage nach ausrangierten Geräten ist dementsprechend hoch. Die Pro-Kopf-Verteilung von Elektronikartikeln in Ghana ist verglichen mit anderen westafrikanischen Staaten um einiges höher (s. Tabelle 5). Gebrauchte Desktop-Computer, in Deutschland vom Markt gedrängt, werden in Ghana für 60 bis 100 US Dollar (45 bis 75 €) und Röhrenbildschirme für etwa 18 bis 35 US Dollar (13 bis 26 €) verkauft.⁷⁷

	Cat. ¹⁾	Benin	Côte d'Ivoire	Ghana	Liberia	Nigeria
Refrigerator	1	0.06	0.04	0.26	0.03	0.16
Air Conditioner	1	N/A	N/A	0.09	0.03	0.12
Iron	2	0.04	N/A	0.19	0.02	0.14
Kettle	2	0.04	N/A	0.12	0.005	0.11
Personal Computer	3	0.04	0.1	0.08	0.005	0.13
Mobile Phone	3	0.53	0.62	0.72	0.16	0.60
TV	4	0.04	0.05	0.20	0.01	0.25
Radio / Hifi	4	0.13	0.22	0.28	0.05	0.36

1) Categories according to the EU WEEE Directive (European Union 2003): large household appliances (cat. 1), small household appliances (cat. 2), IT and telecommunications equipment (cat. 3), consumer equipment (cat. 4).

Tabelle 5: Verteilung Elektrogeräte pro Kopf. (Quelle: Schlupe, M. et al. (2011), S. 23)

4.2.2 Daten zum Export von Elektronikware

Es erweist sich als schwierig, genauere Daten zum Exportvolumen von gebrauchten Elektrogeräten aus Hamburg nach Tema, Ghana zu ermitteln. Dieser Umstand ergibt sich einerseits daraus, dass im Hamburger

⁷⁴ vgl. Chandrappa, R.; Bhusan Das, D. (2012), S. 199

⁷⁵ vgl. Sander, K.; Schilling, S. (2010), S. 40

⁷⁶ vgl. Schlupe, M. et al. (2011), S. 21

⁷⁷ vgl. Prakash, S. et al. (2010), S. 11; 60

Hafen Lieferungen mit einem Warenwert von unter 1.000 € auch mündlich bei der Zollstelle angemeldet werden können und somit die Daten nicht an das Statistische Bundesamt weitergeleitet werden, wobei diese Lieferungen einen bedeutenden Anteil aller Warentransporte ausmachen.⁷⁸ Andererseits werden auf ghanaischer Seite nicht alle Importe erfasst oder mit Warensendungen in andere Länder zusammengefasst, da Ghana als Handelsdrehscheibe bzw. Durchgangsland für andere westafrikanische Staaten dient.^{79,80} Wie in Deutschland wird ebenso wenig zwischen Neu- und Gebrauchtware differenziert.⁸¹ Daher lassen sich nur grobe Schätzungen über die Mengenströme von gebrauchten Elektronikgeräten anstellen. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass ein Großteil aller nach Ghana exportierten Elektro- und Elektronikgeräte (s. Tabelle 6) Gebrauchtware ist.

Warennummer	Klartext	Ghana	Nigeria	Südafrika	Vietnam	Philippinen	Indien
WA8415	Klimageräte	33	32	778	83	46	525
WA8418	Kühlschränke, Gefriertruhen, Wärmepumpen	64	312	791	169	24	517
WA8443	Druckmaschinen u. Hilfsapp. f. Druckmaschinen	106	722	5.154	754	178	2.875
WA8450	Maschinen z. Waschen o. Trocknen von Wäsche	22	19	358	19	27	49
WA8469	Schreibmaschinen, Textverarbeitungsmaschinen	1	-	-	0	1	1
WA8471	Automatische Datenverarbeitungsmaschinen	56	152	782	170	24	108
WA8510	Rasierapparate, Schermaschinen m. Elektromotor	0	-	25	-	0	1
WA8516	Elektrische Warmwasserbereiter u. Tauchsieder	20	56	1.106	3	85	68
WA8517	Fernsprechapparate, Telekommunikationsgeräte	10	478	1.234	116	34	1.737
WA8521	Videogeräte zur Bild- u. Tonaufzeichnung	1	60	6	0	0	0
WA8525	Sendegeräte f. Rundfunk u. a., Fernsehkameras	1	56	64	24	3	25
WA8527	Empfangsgeräte f. Funksprechverkehr o. Rundfunk	1	4	149	0	0	10
WA8528	Fernsehempfangsgeräte, Videomonitore	153	787	145	802	1	129
Summe		468	2.678	10.592	2.140	423	6.045

[DESTATIS 2008]

Tabelle 6: Deutsche Exporte von Elektronikgeräten (2007). (Quelle: Sander, K.; Schilling, S. (2010), S. 28)

Wie viel von dieser als Gebrauchtware deklarierten Menge als Elektroschrott in Ghana ankommt und wie viel auf anderen Wegen und aus anderen Staaten illegal nach Ghana transportiert wird, ist unklar. Es kann jedoch angenommen werden, dass in Ghana im Jahr 2009 insgesamt 280.000 Tonnen Elektronikschrott anfielen, das sind auf jeden Einwohner gerechnet rund 11 Kilogramm pro Jahr (Deutschland: 16 bis 18 kg).^{82,83} Von diesen 280.000 t gingen schätzungsweise 57% in die Reparatur und 37% direkt an den informellen Sektor zur Zerlegung.⁸⁴

⁷⁸ vgl. Sander, K.; Schilling, S. (2010), S. 25

⁷⁹ vgl. ebda., S. 11

⁸⁰ vgl. Schlupe, M. et al. (2011), S. 21

⁸¹ vgl. Sander, K.; Schilling, S. (2010), S. 113

⁸² vgl. Amoyaw-Osei, Y. et al. (2011), X.

⁸³ vgl. Sander, K.; Schilling, S. (2010), S. 22

⁸⁴ vgl. Amoyaw-Osei, Y. et al. (2011), X.

4.3 E-Schrott: Eine wertvolle Ressource

Nachdem im vorigen Abschnitt unter anderem betrachtet wurde, welche Entsorgungskosten in Deutschland vorliegen und zu welchen Preisen Elektronik-Altgeräte durch den informellen Sektor in Ghana angekauft werden, soll nun eine Untersuchung der in Desktop-Computern und CRT-Monitoren vorhandenen Fraktionen und Rohstoffe erfolgen. Diese Daten bilden die Grundlage, um Material- bzw. Fraktionswerte zu ermitteln.

Desktop-Computer lassen sich in stofflich homogene und heterogene Fraktionen aufteilen. Insbesondere beim Gehäuse lassen sich Großteile der Stahl- und Kunststofffraktionen separieren, auch Aluminium lässt sich oftmals als Ganzes heraustrennen. Auf der anderen Seite enthalten Komponenten wie Grafikkarten, Motherboards oder einzelne Platinen eine Vielzahl an unterschiedlichen Rohstoffen, die sich nicht händisch voneinander lösen lassen.

Desktop-PC: Fraktionen	Gewicht [g/Einheit]*	Materialpreis €/kg [\$]**	Materialwert €/Einheit
Stahl	6.737,50	0,60 [0,79] [°]	4,04
Kunststoff	1.579,55	0,00 [0,00]	0
Aluminium	550,212	1,33 [1,77]	0,73
Kupfer	413,225	5,21 [6,92]	2,15
Zink	25,94	1,37 [1,83]	0,03
Zinn	19,573	14,45 [19,2]	0,28
Antimon	18,577	7,64 [10,15] ^{°°}	0,14
Nickel	12,7	10,57 [14,05]	0,13
Blei	6,585	1,54 [2,05]	0,01
Silber	1,702	524,60 [696,72]	0,89
Gold	0,26	31.100,00 [41.303,90]	8,08
Palladium	0,12	20.200,00 [26.827,60]	2,42
Chrom	0,015	2,10 [2,78] ^{°°°}	<0,00
Keramik & sonstige	371,909	0,00 [0,00]	0
Gesamt	9.737,864		18,9

* nach Gmünder, S. (2007), S. 47; Prakash, S. et al. (2010), S. 54

** nach London Metal Exchange (29.07.2013) und Dow Jones (26.07.2013) via EUWID (2013), S. 17-18

° Edelstahl; nach schrottpreis.org (30.08.2013)

°° nach börsenNEWS (28.08.2013)

°°° nach Gmünder, S. (2007), S. 101

Tabelle 7: Rohstoffe und Werte eines Desktop-PCs. (Quelle: Eigene Darstellung)

In Tabelle 7 sind die in Desktop-PCs vorhandenen, mengenrelevanten Rohstoffe aufgelistet. Ausgehend von derzeitigen Marktpreisen wurde somit der materielle Wert von alten Computern errechnet. Da Leiterplatten zu den Komponenten gehören, die über einen hohen Anteil an Edelmetallen verfügen, ist deren materielle Zusammensetzung ergänzend aufgelistet (s. Tabelle 8). Dafür wurden nicht nur die Werte von Hauptplatinen herangezogen, sondern auch kleinerer Platinen. Eine gleiche Betrachtung erfolgte für die Fraktionen in

Röhrenmonitoren (s. Tabelle 9). Hierbei ist ähnlich wie bei Leiterplatten darauf hinzuweisen, dass einzelne Fraktionen oftmals als Verbundwerkstoffe in andere integriert sind, weswegen eine Rückgewinnung nur unter Einsatz modernster Techniken möglich wäre. Bei einem solchen technischen Aufwand ist jedoch nicht zwingend mit einer wirtschaftlichen Rückgewinnung zu rechnen.

Die Rechnungen stellen nur einen maximal zu erzielenden Wert dar, der nur durch 100%ige Rückgewinnung aller Materialien zu erreichen wäre. Ebenso wird auf Weltmarktpreise zurückgegriffen, die sich von lokalen Marktpreisen in Ghana unterscheiden werden. Auch beinhalten die Materialwerte keine externen Kosten wie die der Entsorgung. So liegt beispielsweise der Materialwert bei mit Flammschutzmitteln versehenen Kunststoffen oder bleihaltigem Bildschirmglas nicht bei Null, sondern aufgrund von Entsorgungsgebühren im negativen Bereich.⁸⁵

Leiterplatten: Fraktionen	Gewichtsanteil pro Einheit (%)*	Gewicht [g/Einheit]**	Materialpreis €/kg [\$]***	Materialwert €/Einheit
Kupfer	20	4,76	5,21 [6,92]	0,02
Stahl	7	1,66	0,60 ^{°°} [0,79]	<0,00
Aluminium	5	1,19	1,33 [1,77]	<0,00
Zinn	3	0,714	14,45 [19,20]	0,01
Blei	1,5	0,357	1,54 [2,05]	<0,00
Nickel	1	0,238	10,57 [14,05]	<0,00
Silber	0,1	0,0238	524,60 [696,72]	0,01
Gold	0,025	0,00595	31.100,00 [41.303,90]	0,18
Palladium	0,01	0,00238	20.200,00 [26.827,90]	0,04
Platin	0,0001 [°]	0,0000238	37.200,00 [49.405,30]	<0,00
Sonstige	62,465	14,866	0,00	0,00
Gesamt	100	23,8		0,26

* Prozentualer Anteil nach Schlupe, M. et al. (2009), S. 29

° nach Rochat, D. et al. (2008), S. 479

°° Edelstahl; nach schrottpreis.org (30.08.2013)

** Gesamtgewicht nach Gmuender, S. (2007), S. 51 "other PWB"

*** nach London Metal Exchange (29.07.2013) und Dow Jones (26.07.2013) via EUWID (2013), S. 17-18

Tabelle 8: Rohstoffe und Werte von Leiterplatten. (Quelle: Eigene Darstellung)

⁸⁵ vgl. Prakash, S.; Manhart, A. (2010), S. 7

CRT-Monitor: Fraktionen	Gewicht [g/Einheit]	Materialpreis €/kg [\$]		Materialwert €/Einheit
Glas	8.148,00*	0,00	[0,00]	0
Stahl	4612,5**	0,60	[0,79]°	2,76
Kunststoff	3660**	0,00	[0,00]	0
Kupfer	700***	5,21	[6,92]°°	3,64
Aluminium	323**	1,33	[1,77]°°	0,42
Blei	1034,19****	1,54	[2,05]°°	1,59
Quecksilber	k.A.	/		/
Yttrium	0,0636*****	37,64	[50,00]°°°	<0,00
Europium	0,0636*****	978,84	[1.300,00]°°°	0,06
Gesamt	18.477,82			8,47

* nach Eugster, M.; Hirschier, R. (2007), S. 42

** Differenz aus Werten nach Gmünder, S. (2007), S. 47 und Eugster, M.; Hirschier, R. (2007), S. 42

*** nach Sander, K.; Schilling, S. (2010), S. 99

**** nach Monchamp, A. et al. (2001), S. 17

***** nach MCC Technical Report (1996), S. 249

° Edelstahl; nach schrottpreis.org (30.08.2013)

°° nach London Metal Exchange (29.07.2013) via EUWID (2013), S. 18

°°° nach ISE (2013)

Tabelle 9: Rohstoffe und Werte eines Röhrenbildschirms. (Quelle: Eigene Darstellung)

4.3.1 Rückgewinnungsquoten des formellen und informellen Sektors

Zwar werden in Ghana etwa 95 % aller anfallenden Elektronik-Altgeräte durch den informellen Sektor erfasst, womit ein beachtliches ökonomisches und ökologisches Potenzial vorhanden ist. Jedoch liegen die Rohstoff-Rückgewinnungsquoten der informellen Verwertung bei gerade einmal 25 %, während bei der formellen, technisierten Verwertung oftmals 95 % der im Elektronikschrott enthaltenen Rohstoffe zurückgewonnen werden können.⁸⁶ Dieses Recycling lohnt sich: Während in den reichsten Goldminen pro Tonne Bodenaushub 0,2 bis 30 g Gold gewonnen wird, liegt die Konzentration in Leiterplatten bei 250 g/t.⁸⁷

Durch ineffiziente Verwertungsmethoden gehen ca. 20 bis 58 % der eingebauten Edelmetalle verloren; seltene Erden werden gar nicht recycelt.⁸⁸ Da dem informellen Sektor in der Regel kein Zugang zu Krediten gewährt wird, erfolgen kaum technische Investitionen, vielmehr werden arbeitsintensive Verwertungsschritte angewandt, um Rohstoffe aus Altgeräten zurückzugewinnen. Mithilfe manueller Zerlegung, Schmelzen von Ummantelungen oder chemischer Verfahren wie der Laugung lassen sich allerdings nur grösste Fraktionen erfassen. Im Hinblick auf neueste technologische Entwicklungen wird dieser Zustand dadurch erschwert, dass zwar die Menge an produzierten Elektronikgütern kontinuierlich zunimmt, diese jedoch immer leichter

⁸⁶ vgl. Schlupe, M. et al. (2013), S. 48

⁸⁷ vgl. Meskers, C. et al. (2009), S. 529

⁸⁸ vgl. Prakash, S.; Manhart, A. (2010), S. 49

und kleinteiliger konstruiert werden. Im Zuge dieser Miniaturisierung werden teilweise geringste Mengen wertvoller Stoffe eingesetzt, die sich nur unter Einsatz hochmoderner Technologien von anderen Stofffraktionen lösen lassen.⁸⁹

Am Beispiel von Leiterplatten (s. Tabelle 11) lässt sich erkennen, dass es hochtechnisierter Anlagen bedarf, um die bedeutenden Mengen an Edelmetallen zurückzugewinnen: Lediglich 20 % der in Platinen vorhandenen Rohstoffe können durch gängige Verwertungsmethoden des informellen Sektors erfasst werden, bei Gold liegen die Rückgewinnungsquoten bei unter 25 %.⁹⁰ Hydrometallurgische Verwertungsanlagen in Europa wie Umicore (Belgien) oder Aurubis (Deutschland) erreichen hingegen Quoten von über 95 %.⁹¹ Dabei werden Edelmetalle nicht ausgelaugt, sondern mithilfe der Kupferelektrolyse herausgefiltert. Da Kupfer eine Sammlereigenschaft besitzt, verbleiben Edelmetalle während des Aufbereitungsverfahrens vollständig beim Kupfer.⁹² Später werden die Edelmetalle dem Anodenschlamm entzogen. Zwar liegen bei diesem hydrometallurgischen Verfahren am Ende wertvolle Edelmetalle hohen Reinheitsgrades vor, demgegenüber stehen jedoch Aufbereitungskosten von etwa 500 €/t, die sich nur bei Schrottfractionen mit einem Edelmetallanteil von mindestens 100 g/t rechnen.⁹³

In den Tabellen 10 bis 12 sind die Rückgewinnungsquoten des informellen Sektors in Ghana den Rückgewinnungsquoten in hochtechnisierten Anlagen in Europa gegenübergestellt. Dabei werden die einzelnen Materialwerte der in Abschnitt 4.3 untersuchten Elektronikkomponenten hinzugezogen, um die realistisch zu erzielenden Marktwerte einzelner Fraktionen bei unterschiedlichen Verwertungsverfahren zu ermitteln.

Desktop-PC: Fraktionen	max. Materialwerte €/Einheit	Rückgewinnung informell %*	Rückgewinnung informell €	Rückgewinnung formell %*	Rückgewinnung formell €
Stahl	4,04	95	3,83	95	3,83
Kunststoff	0	0	0	0	0
Aluminium	0,73	88	0,64	78	0,56
Kupfer	2,15	85	1,82	98	2,1
Zink	0,03	0	0	0	0
Zinn	0,28	0	0	0	0
Antimon	0,14	0	0	0	0
Nickel	0,13	0	0	0	0
Blei	0,01	0	0	0	0
Silber	0,89	0	0	>95°	0,77
Gold	8,08	30	2,42	>95°	7,83
Palladium	2,42	0	0	>95°	2,20
Chrom	<0,00	0	0	k.A.	0
Keramik & sonstige	0	/	0	/	0
Gesamt	18,9		8,71		17,29

* effizienteste Verwertungsmethoden im informellen und formellen Sektor; nach Prakash, S.; Manhart, A. (2010), S. 54

° nach Rochat, D. et al. (2007), S. 6

Tabelle 10: Rückgewinnung von Materialien aus Desktop-PCs. (Quelle: Eigene Darstellung)

⁸⁹ vgl. Schlupe, M. et al. (2013), S. 49

⁹⁰ vgl. Rochat, D. et al. (2007), S. 5

⁹¹ vgl. Umicore (2009)

⁹² vgl. Martens, H. (2011), S. 121; 153

⁹³ vgl. Koch, W. (2007), S. 15

Leiterplatten: Fraktionen	Materialwert €/Einheit	Rückgewinnung informell %*	Rückgewinnung informell €	Rückgewinnung formell %*	Rückgewinnung formell €
Kupfer	0,02	85	0,01	98	0,02
Stahl	<0,00	95	<0,00	95	<0,00
Aluminium	<0,00	88	<0,00	78	<0,00
Zinn	0,01	0	0	0	0
Silber	0,01	0	0	>95 ^{°°}	0,10
Gold	0,18	25 [°]	0,04	>95 ^{°°}	0,17
Palladium	0,04	0	0	>95 ^{°°}	0,04
Platin	<0,00	0	0	98 ^{°°°}	<0,00
Gesamt	0,26		0,05		0,23

* effizienteste Verwertungsmethoden im informellen und formellen Sektor; nach Prakash, S.; Manhart, A. (2010), S. 54

[°] nach Rochat, D. et al. (2007), S. 5

^{°°} nach Rochat, D. et al. (2007), S. 6

^{°°°} nach Hagelüken, C. (2005), S. 28

Tabelle 11: Rückgewinnung von Materialien aus Leiterplatten. (Quelle: Eigene Darstellung)

CRT-Monitor: Fraktionen	max. Materialwert €/Einheit	Rückgewinnung informell %*	Rückgewinnung informell €	Rückgewinnung formell %*	Rückgewinnung formell €
Glas	0	0	0	95 [°]	0
Stahl	2,76	95	2,62	95	2,62
Kunststoff	0	0	0	0	0
Kupfer	3,64	85	3,09	98	3,56
Aluminium	0,42	88	0,36	88	0,36
Blei	1,59	0	0	0	0
Yttrium	<0,00	0	0	0 ^{°°}	0
Europium	0,06	0	0	0 ^{°°}	0
Gesamt	8,47		6,07		6,54

* effizienteste Verwertungsmethoden im informellen und formellen Sektor; nach Prakash, S.; Manhart, A. (2010), S. 54

[°] nach STENA (2013)

^{°°} nach Diederich, D.; Daniel, J. (2007), S. 22

Tabelle 12: Rückgewinnung von Materialien aus Röhrenmonitoren.⁹⁴ (Quelle: Eigene Darstellung)

Anhand dieser Wertermittlung lässt sich feststellen, dass für den Großteil der vorhandenen Materialien mit einer höheren Rückgewinnungsquote durch formelle bzw. effiziente technische Anlagen zu rechnen ist und somit die Verwertung in solchen Anlagen wirtschaftlich und ökologisch sinnvoller erscheint, als sie im informellen Sektor praktiziert wird. Für eisenhaltigen Schrott, Aluminium und auch Kupfer ergeben sich jedoch vergleichsweise ähnliche Rückgewinnungswerte. In diesem Fall besteht also eine ökonomische Konkurrenz zum formellen Sektor, welcher allerdings aufgrund von umwelttechnischen Maßnahmen zur Schadstoffminimierung höhere Verwertungskosten zu tragen hat.⁹⁵ Andere Fraktionen sind hingegen weniger mengenrelevant, weswegen für diese keine weitere Betrachtung erfolgte oder keine Werte ermittelt werden konnten. Damit ergibt sich, auf welche Rohstoffe sich im folgenden wirtschaftlichen Konzeptteil konzentriert werden soll: **Stahl, Aluminium, Kupfer** sowie die Edelmetalle **Silber, Gold** und **Palladium**.

⁹⁴ Anmerkung: Bildschirmglas wird zwar in bleihaltige und bleifreie Glasfraktionen getrennt und wiederverwertet, jedoch nicht der Rohstoff Blei an sich.

⁹⁵ City Waste Group, schriftliche Mitteilung vom 18.08.2013

Im Falle der Wiederverwertung von Kunststoffen und Bildschirmglas stellt sich das Problem heraus, dass sie durch vorhandene Störstoffe wie Flammschutzmittel oder Blei nicht ohne Weiteres recycelt werden können, da dies eine Verunreinigung des anderen Materials zur Folge hätte. Hierbei ist also nicht mit einem wirtschaftlichen Verkauf der Fraktionen zu rechnen. Aufgrund der davon ausgehenden ökologischen und gesundheitlichen Auswirkungen müssen diese Stoffe jedoch behandelt werden. Ebenso ist zwar mit Seltenen Erden wie Yttrium oder Europium ein Wert verbunden, diese lassen sich bis dato allerdings nicht aus der vorher zu behandelnden Leuchtschicht zurückgewinnen. Daher soll im ökologischen Konzeptteil der Umgang mit **Kunststoffen, Bildschirmglas** und **Seltenen Erden** thematisiert werden.

V Konzept

Ausgehend von den Analyseergebnissen des vorigen Kapitels muss nun geklärt werden, welche Fraktionen wirtschaftlich und ökologisch begründet zu exportieren sind und welche wiederum in Ghana verbleiben sollten, um dort unter umweltgerechten Bedingungen in formalisierten Betrieben verwertet oder entsorgt zu werden. Damit einhergehend ist festzulegen, welcher Demontage- und Verwertungsschritte es vor Ort bedarf, d.h. die Systemgrenzen des Reexport-Konzepts sind zu definieren. Im späteren Teil erfolgt eine detaillierte Darstellung des Organisationsaufbaus sowie der Finanzierung des Reexport-Konzepts.

5.1 Die Systemgrenzen des Reexport-Konzepts

Um eine „Rosinenpickerei“ zu vermeiden, die zwangsläufig zur unkontrollierten Entsorgung von wertlosen Fraktionen führt, muss im Reexport-Modell die Annahme ganzer Elektronik-Altgeräte sowie sämtlicher Komponenten impliziert sein. Somit ist für jede Komponente aus Desktop-Computern und Röhrenbildschirmen eine Handlungsanweisung festzusetzen, mit welchen Methoden diese zu trennen, vorzubehandeln, zu verarbeiten oder zu entsorgen sind. Dabei gilt es auch zu benennen, in wessen Verantwortungsbereich die einzelnen Schritte fallen (s. dazu Abschnitt 5.4).

Das Hauptelement des in dieser Arbeit thematisierten Reexport-Modells bildet die einzurichtende **Zentrale Sammelstelle** in Agbogbloshie, eine formalisierte Institution, in der ganze Geräte oder Komponenten aus Desktop-PCs und CRT-Monitoren angekauft, gesammelt und – wenn möglich – sachgerecht demontiert oder zur Entsorgung gegeben werden. Sofern entsprechende Sicherheitsvorkehrungen für Gesundheit und Umwelt getroffen werden, ist bei der Demontage der Einsatz manueller Arbeit in den meisten Fällen nicht verkehrt, da im Vergleich zur mechanischen Alternative des Schredderns sortenreiner getrennt werden kann und dadurch keine fremden Stoffpartikel in andere Fraktionen gelangen.⁹⁶

5.1.1 Die Behandlung von Desktop-Computern

Im Falle von Desktop-Computern ist es sinnvoll, in der Zentralen Sammelstelle eine händische Zerlegung durchzuführen, um homogene und heterogene Stofffraktionen voneinander zu trennen (s. Abbildung 3). Hinsichtlich des ghanaischen Exportverbotes von eisenhaltigem Schrott (Fe-Schrott) wird durch diesen Vorgang eine Trennung von Stahlfraktionen aus Computergehäusen ermöglicht. Diese Stoffgruppe darf nur an Stahlproduzenten in Ghana verkauft werden, so z.B. an *Sentuo Steel Limited* oder *Tema Steel Limited*. Stoffreine Schrotte aus Aluminium und Kupfer können hingegen je nach Marktpreis an verarbeitende Industrien wie die *Volta Aluminium Company*, *Aluworks Limited* oder an Kabelproduzenten wie *Tropical Cables and Conductors Limited* in Tema verkauft oder exportiert werden.⁹⁷ In Ghana ist derzeit jedoch ein Gesetzesentwurf im

⁹⁶ vgl. Prakash, S.; Manhart, A. (2010), S. 48

⁹⁷ vgl. Amoyaw-Osei, Y. et al. (2011), S. 58-59

Gespräch, auch Kupferexporte zu verbieten, um Kupferdiebstahl einzudämmen.⁹⁸ Daher wird für das Organisationsmodell angenommen, dass Nichteisen-Metalle (NE-Schrott) vor allem vor Ort verkauft werden und die lokalen Marktpreise im Zuge der wirtschaftlichen Entwicklung Ghanas weiter ansteigen, weswegen sich ein Export von Metallen nach Europa nicht rentabler gestalten wird.

Heterogene Stofffraktionen enthalten im Gegenzug eine Vielzahl an wertvollen Rohstoffen, die nur durch hydrometallurgische Verfahren wie der Kupferelektrolyse recycelt werden können. Anlagen von Umicore in Belgien oder Aurubis in Hamburg erreichen dabei Rückgewinnungsquoten von über 95%.⁹⁹ Unter Berücksichtigung von Ressourcenknappheit – insbesondere Seltener Erden - ist daher eine Überführung von Leiterplatten in europäische Anlagen unerlässlich. Das wirtschaftliche Rückgrat des Reexport-Konzepts basiert somit auf den Rohstofflöhnen aus dem Verkauf von Eisen- (Fe-) und Nichteisen- (NE-)Metallen in Ghana, ergänzt durch den Export von Platinen.

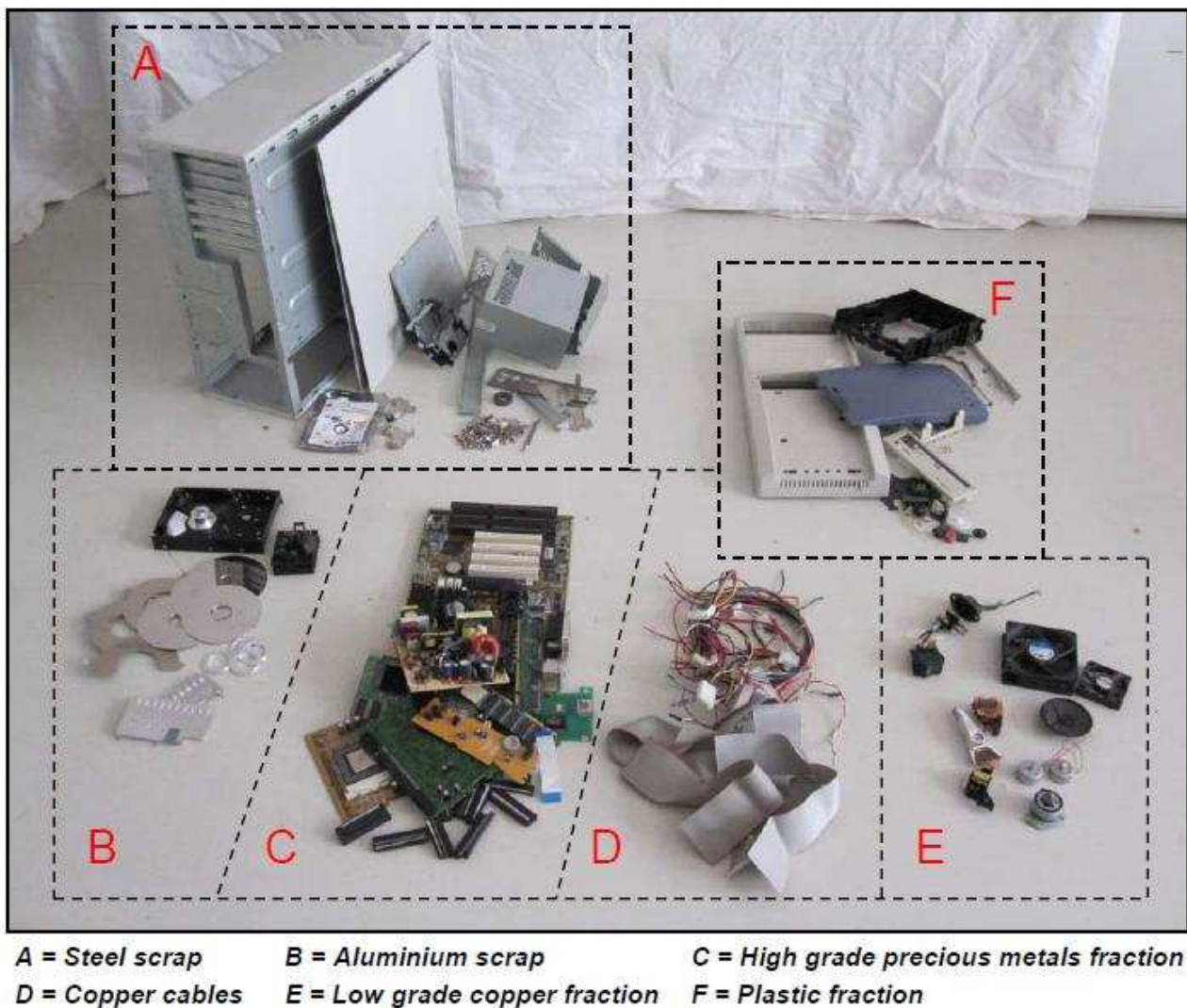


Abbildung 3: Fraktionen eines Desktop-Computers. (Quelle: Prakash, S.; Manhart, A. (2010), S. 50)

⁹⁸ vgl. MINING.com (2013)

⁹⁹ vgl. Rochat, D. et al. (2007), S. 6

5.1.2 Der Umgang mit Problemstofffraktionen

Während sich die händische Zerlegung von Desktop-Computern als leichter erweist, gestaltet sich der Umgang mit CRT-Monitoren als schwierig. Grund dafür ist die Zusammensetzung der Bildröhren aus verschiedenen Stoffen, die entweder umwelt- und gesundheitsgefährdend oder wertvolle Seltene Erden sind. Um eine sachgerechte Behandlung und effektive Rückgewinnung zu garantieren, bietet es sich an, Anforderungen an eine selektive Behandlung von Werkstoffen und Bauteilen zu definieren, so wie es im Anhang III des deutschen ElektroG gegeben ist.¹⁰⁰

Zunächst ist das Konusglas von Bildröhren mit Blei versetzt, um den Austritt von Röntgenstrahlung zu minimieren. Hingegen ist Schirmglas (Frontglas) aus bleifreiem Glas, das es vom Konusglas zu trennen gilt, bevor das Material wiederverwendet werden kann.¹⁰¹ Moderne

CRT-Monitor	enthaltene Fraktionen
Gehäuse	Kunststoff, Stahl
Bildröhre	Stahl, Kupfer, Aluminium, Yttrium, Europium
Bildschirmglas	Glas, Blei
Kabel	Kunststoff, Kupfer

Tabelle 13: Komponenten und darin enthaltene Fraktionen von Röhrenbildschirmen. (Quelle: Eigene Darstellung)

Sortieranlagen ermöglichen in diesem Fall eine über 99%ige Trennung beider Glasfraktionen.¹⁰² Da die Nachfrage nach Röhrenbildschirmen in den letzten Jahren drastisch gesunken ist, ist allerdings der Marktpreis für Konusglas gering. Während dieses vor einigen Jahren noch in der asiatischen Röhrenbildindustrie eingesetzt wurde, wird es heutzutage vor allem als Schlackebildner in Bleihütten verwertet. Die daraus resultierenden Erlöse sind nicht wesentlich höher als die Transportkosten.¹⁰³ Aus diesem Grund werden bei Entsorgungsbetrieben Annahmgebühren für Bleiglas von etwa 90 €/t erhoben.¹⁰⁴ In Ghana eigene Anlagen zum Bildschirmglas-Recycling zu installieren, erscheint daher wenig sinnvoll. Ein denkbarer Umgang mit in Ghana entferntem Bildschirmglas könnte sein, Mischglas nach Europa zu exportieren, wo dieses maschinell getrennt und im Falle von Schirmglas wiederverwertet wird.

Zuvor ist jedoch die Trennung des Bildschirmglases von der Bildröhre problematisch. Um an die Kupferspulen im Inneren der Bildröhren zu gelangen, wird Bildschirmglas im informellen Sektor normalerweise ohne Vorkehrungen aufgebrochen. Dabei können Bleiverbindungen freigesetzt werden, von denen erhebliche Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt ausgehen. Gleichzeitig geht die auf der Innenseite des Schirmglases ansässige Leuchtschicht verloren, wobei diese Seltene Erden wie Yttrium oder Europium beinhaltet.¹⁰⁵ Gemäß den Anforderungen des ElektroG ist daher auch die fluoreszierende Beschichtung von Röhrenmonitoren getrennt zu erfassen. In Deutschland wird diese Leuchtschicht für gewöhnlich auf Deponien oder als Bergversatz beseitigt.¹⁰⁶ Derzeit wird nach Verfahren geforscht, die darin enthaltenen Seltenen Erden zurück-

¹⁰⁰ vgl. ElektroG (2005), Anhang III Nr. 4a; 7

¹⁰¹ vgl. Diederich, D.; Daniel, J. (2007), S. 16

¹⁰² vgl. ebda., S. 26

¹⁰³ ZME Elektronik Recycling GmbH, telefonische Mitteilung vom 04.08.2013

¹⁰⁴ GRIAG Glasrecycling AG, telefonische Mitteilung vom 22.08.2013

¹⁰⁵ vgl. Wehde, J. et al. (2011), S. 11-12

¹⁰⁶ vgl. Diederich, D.; Daniel, J. (2007), S. 20

zugewinnen.¹⁰⁷ Mit angemessenen Sicherheitsvorkehrungen könnten Bildschirme in Ghana aufgebrochen und sowohl die Leuchtschicht als auch entweichende Stoffe aufgefangen und beseitigt werden. Alternativ ist es ebenso denkbar, Bildröhren aus Monitoren zu demontieren und als Ganzes - inklusive des Bildschirmglases - nach Europa zu exportieren. Ob allerdings die dabei entstehenden Kosten den finanziellen Aufwand für die Einrichtung von erforderlichen Anlagen in Ghana übersteigen, ist nachzuprüfen.

Als weitere Problemstofffraktion sind neben Leuchtschichten und Bleiglas die mit bromierten Flammschutzmitteln versehenen Kunststoffe zu nennen, die sowohl bei CRT-Monitoren als auch bei Desktop-Computern einen bedeutenden Mengenanteil ausmachen. Ein Recycling von Werkstoffen ist erst ab einem Gehalt von unter 0,1 % der bromierten Flammschutzmittel PBDE und PBB möglich. Neueste Testverfahren in Deutschland erreichten Eliminierungsraten von 70 bis 93 %, wodurch die Recyklate als verkehrsfähig einzustufen sind.¹⁰⁸ Bis diese Technik allerdings einsatzfähig ist, werden Kunststoffe in der Regel weiterhin thermisch verwertet. Eine thermische oder stoffliche Verwertung ist auch in Ghana bislang nicht möglich und ein Export aufgrund hoher Entsorgungsgebühren im Ausland nicht gewinnbringend.

Es ist in Erwägung zu ziehen, bei der Behandlung von CRT-Monitoren und Desktop-Computern entstehendes Mischglas sowie Leuchtschichten und belastete Kunststoffe nicht zu exportieren, sondern vor Ort zu entsorgen, so z.B. auf den gesicherten Deponien in Tamale und Kumasi, um die hohen Exportkosten und Entsorgungsgebühren im Ausland zu umgehen.¹⁰⁹ Dies könnte allerdings nur als Übergangslösung betrachtet werden, da auch in den nächsten Jahren mit kontinuierlichen Gebrauchsgüter- und Altgeräteimporten zu rechnen ist und die daraus resultierenden Abfallströme die Kapazitäten der Deponien leicht übersteigen können. Gleichzeitig wäre zwar die kontrollierte Deponierung ein ökonomisch begründeter Schritt mit einer sichtbaren ökologischen Verbesserung des Status Quo, dennoch würden dabei Ressourcen verloren gehen. Daher sollten sämtliche Komponenten exportiert werden, die in anderen Ländern trotz Annahmekosten stets verwertet werden können, so z.B. Bildschirmglas.

Dies trifft jedoch nicht auf flammgeschützte Kunststoffe zu, die in Europa thermisch verwertet werden, wobei stoffliche Potenziale verloren gehen. Dennoch erweisen modernste Müllverbrennungsanlagen den ökologischen Vorteil, neben der Stromerzeugung Schadstoffe effizient zu filtern und Abfallberge zu reduzieren. In Deutschland werden flammgeschützte Kunststoffe allerdings als Sondermüll in entsprechenden Abfallverwertungsanlagen thermisch behandelt, deren Annahmegebühren mehrfach höher angesetzt sind als bei gewöhnlichen Müllverbrennungsanlagen für Siedlungsabfälle. Im Falle eines Exportes von flammgeschützten Kunststoffen ergäbe sich für Ghana kein direkter Nutzen, da die zurückgewonnene Energie im Ausland anfallen würde, ebenso könnte eine gesicherte Deponierung vor Ort zu einer gleichartigen Verbesserung der Situation in Agbogbloshie führen. Die immensen Kosten, die Ghana bei der Entsorgung des Sondermülls in Europa zu tragen hätte, stünden somit in keinem Verhältnis zu dem tatsächlichen Nutzen. So kann die Depo-

¹⁰⁷ ZME Elektronik Recycling GmbH, telefonische Mitteilung vom 04.08.2013

¹⁰⁸ vgl. Fraunhofer IVV (2010)

¹⁰⁹ vgl. Thompson, I. (2010), S. 7

nierung von belasteten Kunststoffen als langfristige Übergangslösung angesehen werden, bis in Westafrika eigene Müllverbrennungsanlagen errichtet werden, in denen solche Sondermüllfraktionen beseitigt werden können.

5.2 Die wirtschaftliche Komponente

Für das Reexport-Modell kann kalkuliert werden, dass außer Kunststoffen alle Fraktionen aus Desktop-Computern gewinnbringend verkauft werden können. Basierend auf derzeitigen Weltmarktpreisen ist bei sortenreinen Fe- und NE-Metallen mit Verkaufserlösen in Höhe von 0,65 €/kg zu rechnen (s. Tabelle 14). Es wird davon ausgegangen, dass sich ghanaische Marktpreise aufgrund steigender Nachfrage langfristig den Weltmarktpreisen anpassen, weswegen diese Fraktionen vor Ort verkauft werden. Dafür müssen einige Metallfraktionen zunächst mechanisch von Isolierstoffen gelöst werden, so z.B. Kupferdrähte von PVC-Ummantelungen. Während dies im informellen Sektor durch Schmelzen geschieht, muss dies im Reexport-Konzept aus ökologischen Gründen durch mechanisches Schreddern erfolgen.¹¹⁰

Im Gegenzug befindet sich die Infrastruktur zur Rückgewinnung von Rohstoffen aus Leiterplatten im Ausland. Aufgrund verhältnismäßig geringer Mengen bei unregelmäßigen Lieferungen ist jedoch denkbar, dass die Waren nicht direkt an Verwertungsindustrien wie die E.R.N. (Aurubis) geliefert werden, sondern zunächst an Unterhändler. Nach Abzug von Exportkosten inklusive Hafenzuschlägen ergeben sich so bei einzelnen Platinen Erlöse von 0,42 bis 2,94 €/kg (höhere Werte insbesondere bei Motherboards oder Grafikkarten) (s. Tabelle 15).

Desktop-PC: Fraktionen	Rückgewinnung formell €	Entsorgungskosten €/kg (GH)	Erlös €/Einheit [-15 % / +15 %]*	PC Erlös €/kg** [-15 % / +15 %]
Stahl	3,83	/	3,83 [3,25 / 4,40]	0,39 [0,33 / 0,44]
Kunststoff	0	0	0 [0]	0 [0]
Aluminium	0,56	/	0,56 [0,47 / 0,64]	0,05 [0,04 / 0,06]
Kupfer	2,1	/	2,1 [1,78 / 2,41]	0,21 [0,17 / 0,24]
Gesamt	17,29	0	6,49 [5,50 / 7,45]	0,65 [0,54 / 0,74]

* Marktszenarien

** PC Gesamtgewicht: 9.737,864 g

Tabelle 14: Erlöse aus dem Verkauf von Computerfraktionen. (Quelle: Eigene Darstellung)

Einheit	Rückgewinnung formell €	Exportkosten €/Einheit*	Erlös €/Einheit**	PWB Erlös €/kg***	Gewinn/ Container €
Leiterplatte (PWB)	0,23	0,02	0,03 - 0,09	0,42 - 2,94	999,60 - 6.977,20

* 40' DV Container Tema-Hamburg: 2.400,00 € (Global Forwarding Germany GmbH, schriftliche Mitteilung vom 18.08.2013) bei 100.000 Einheiten (geschätzt)

** nach Biglari Recycling (2013), GK 2 bis GK 1

*** Leiterplatte (PWB) Gesamtgewicht: 23,8 g

Tabelle 15: Reexportgewinne bei Leiterplatten. (Quelle: Eigene Darstellung)

¹¹⁰ City Waste Group, schriftliche Mitteilung vom 18.08.2013

5.3 Die ökologische Komponente

Für flammgeschützte Kunststoffe wird zunächst angenommen, dass die ghanaischen Deponierungskosten die Beseitigungskosten in Deutschland bei Weitem unterbieten - bei einer gleichartigen ökologischen Verbesserung der Situation vor Ort in Agbogbloshie. Sollten sich hingegen entsprechende Recyclingmöglichkeiten in Europa etablieren, hätte der Export dorthin einen ökologischen Mehrwert zur Folge und wäre dadurch eine anzustrebende Handlungsoption. Für diesen Fall kann kalkuliert werden, dass Annahmgebühren im Ausland entfallen und gegebenenfalls sogar für Kunststoffe gezahlt wird.

Die Komponenten aus Bildschirmgeräten lassen sich nicht gewinnbringend vermarkten. So ist einerseits eine Vielzahl an belasteten Kunststoffen vorhanden, die es – wie oben angeführt – aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten zunächst in Ghana zu entsorgen gilt. Gleichzeitig lässt sich die wertvollste Fraktion der Kupferspulen nur zurückgewinnen, wenn die Bildröhren aufgebrochen werden. Dafür braucht es allerdings geeigneter Technik, um Blei und Leuchtschicht aufzufangen und gerecht zu entsorgen. Die Stahlfraktionen aus der Bildröhre lassen sich ohne diesen Verwertungsschritt auch nicht zurückgewinnen. Bildschirmglas kann ebenfalls nicht ohne geeignete Technik in Schirm- und Konusglas getrennt werden; eigene Anlagen wären ökonomisch wenig sinnvoll.

Derzeit liegen die Entsorgungskosten ganzer Bildschirmgeräte (30-50 €/t) unter den durchschnittlichen Entsorgungskosten von Bildröhren (40-60 €/t).^{111,112} Sofern also Bildschirmgeräte nicht ihrer Stahl- und Kupferfraktionen beraubt wurden, liegen ihre Entsorgungskosten auf einem niedrigeren Niveau. Gleichzeitig lassen sich die von der Bildröhre unabhängigen Fraktionen wie Kunststoffe nicht vermarkten, sondern haben Entsorgungskosten zur Folge. Im Hinblick darauf, dass sich nur unwesentlich mehr Bildröhren als Bildschirmgeräte in einem Standard-Container transportieren ließen, ergeben sich für Bildschirmgeräte und einzelne Komponenten ähnliche Exportkosten. Daher sollten Bildschirmgeräte als Ganzes an Entsorgungsbetriebe in Europa exportiert werden, wo diese effizient verarbeitet werden; eine Zerlegung in Einzelteile erzeugt hingegen keinen erhöhten Nutzwert. Somit ergeben sich bei Bildschirmgeräten Gesamtkosten von 0,17 bis 0,19 €/kg für Export und Entsorgung (s. Tabelle 16)

Einheit	Rückgewinnung formell €	Exportkosten €/Einheit*	Entsorgungskosten €/kg (D)**	Gesamtkosten €/Einheit***	CRT Gesamtkosten €/kg
Röhrenbildschirm	6,54	2,66	0,03 - 0,05	3,21 - 3,58	0,17 - 0,19

* 40' DV Container Tema-Hamburg: 2.400,00 € (Global Forwarding Germany GmbH, schriftliche Mitteilung vom 18.08.2013) bei 900 Einheiten (Sander, K; Schilling, S. (2010), S. 98)

** nach EUWID (2013), S. 19

*** Röhrenbildschirm (CRT) Gesamtgewicht: 18.477,82 g

Tabelle 16: Reexportkosten von Bildschirmgeräten. (Quelle: Eigene Darstellung)

¹¹¹ vgl. EUWID (2013), S. 19

¹¹² ZME Elektronik Recycling GmbH, telefonische Mitteilung vom 04.09.2013

In allen Rechnungen werden keine Kosten für Transporte von der Zentralen Sammelstelle zum Ladehafen und vom Zielhafen zum Verwertungs- bzw. Entsorgungsbetrieb einbezogen, ebenso wenig wie die laufenden Betriebskosten vor Ort. Für Entsorgungskosten in Ghana werden keine Kosten kalkuliert, da diese Entsorgung im Modell durch zusätzliche finanzielle Instrumente gedeckt werden soll (s. Abschnitt 5.4.3).

5.4 Die Umsetzung des Reexport-Modells

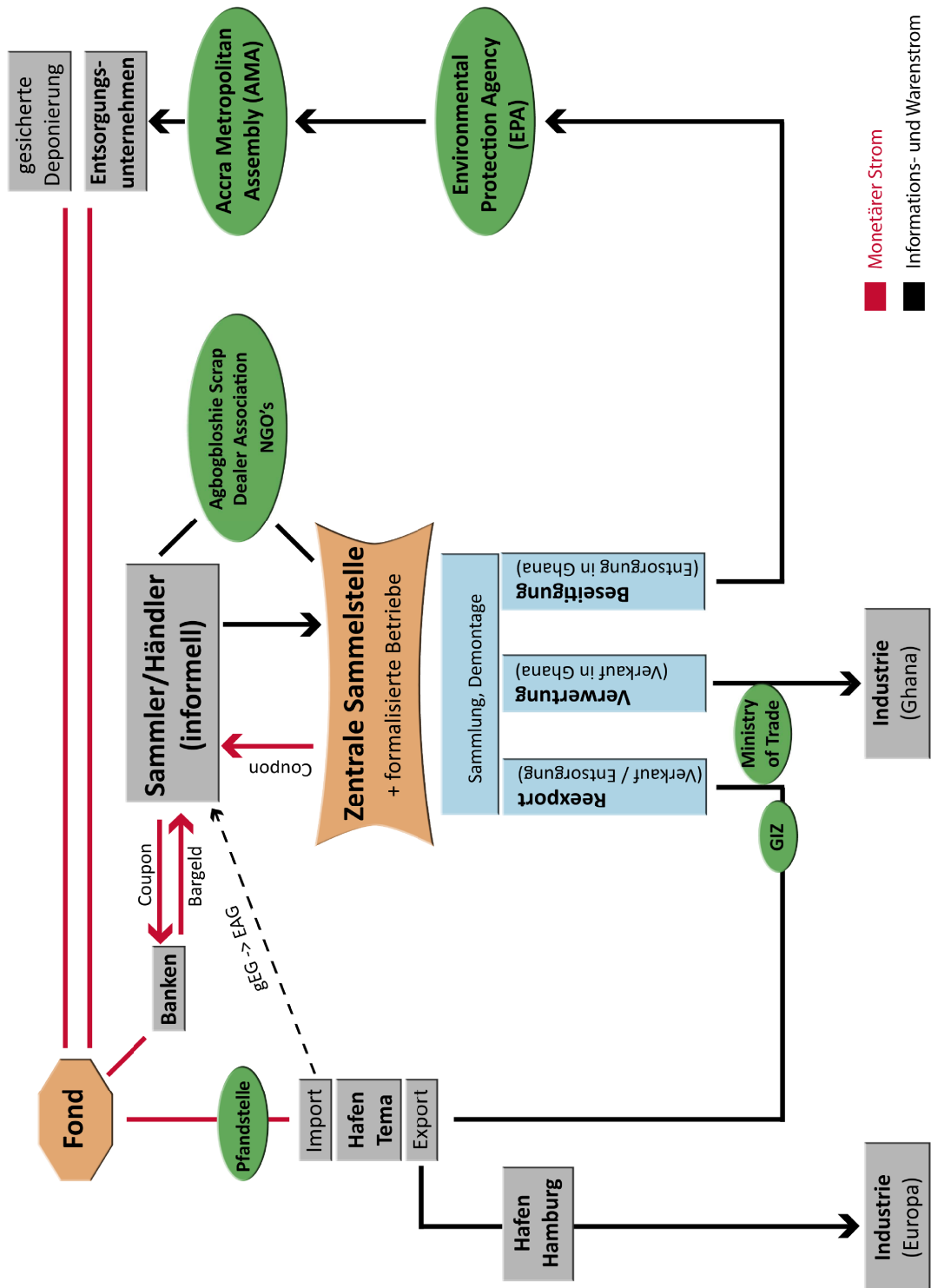


Abbildung 4: Schematische Darstellung des Reexport-Konzepts. (Quelle: Eigene Darstellung)

5.4.1 Die Organisation des Reexport-Konzepts

Die räumliche wie organisatorische Basis des Reexport-Konzepts bildet die **Zentrale Sammelstelle** in Agbogbloshie, in der Elektronikschrott angenommen, vergütet, gegebenenfalls demontiert und in Einzelteilen an die Metallindustrie verkauft wird. Während aus Desktop-Computern die Leiterplatten ausgebaut werden und in den Export gehen, soll hingegen für Röhrenbildschirme keine Demontage erfolgen, da sie als ganze Geräte zur Verwertung ins europäische Ausland geschickt werden.

Bei der Zentralen Sammelstelle handelt es sich um eine formalisierte Organisation mit Beschäftigten, von denen ein Großteil bislang im informellen Sektor tätig gewesen ist. Eine Formalisierung ist essenziell, um einen kontrollierten Geschäftsbetrieb zu gewährleisten. Dies bezieht sich zum einen auf Verwertungsmethoden, die festgelegten, ökologischen Anforderungen entsprechen müssen, zum anderen gilt es, die Gesundheit aller Beschäftigten zu schützen und zu fördern. In dem Fall ermöglicht eine Formalisierung den Zugang zu Investitionskrediten und staatlicher Unterstützung, unter anderem in Form von Sozialleistungen an das Personal. Im Gegensatz zu informellen Betrieben können ebenso regulierte Verträge mit anderen formellen Betrieben geschlossen werden, wodurch langfristige Geschäftspläne aufgestellt werden können.

Agbogbloshie bietet sich für die Zentrale Sammelstelle in dem Sinne als Standort an, da dort ein Großteil der ghanaischen Abfallwirtschaft für Elektronikschrott angesiedelt ist und dadurch bereits informelle Verwertungscluster vorliegen, deren Know-How es zu nutzen und einzubinden gilt. Ebenfalls sind der Hafen und die Schwerindustrie Tema nicht weit entfernt, weswegen Verkaufs- und Exportmöglichkeiten in räumlicher Nähe liegen.

Die Zentrale Sammelstelle wird von einer Kooperative aus unterschiedlichen Akteuren geleitet, die sich zum einen aus Vertretern der **Agbogbloshie Scrap Dealer Association** zusammensetzen, welche bislang als Interessenvertretung von E-Schrotthändlern und -verwertern agiert. Wird das Geschäft durch diese Repräsentanten mitgestaltet, können Konflikte mit Akteuren des informellen Sektors - dies betrifft insbesondere Konkurrenzaspekte - vermieden werden. Die formalisierte Zentrale Sammelstelle bildet allerdings an sich keine Konkurrenz zu bestehenden Institutionen des Elektronikrecyclings, da sie sowohl Schrottsammler, -händler und -verwerter integriert. Dabei werden Mitglieder aller Gruppen direkt als Arbeitskräfte oder indirekt als Zulieferer bzw. Sammler eingebunden, schließlich verfügen diese über langjährige Erfahrung in der händischen oder gar technischen Zerlegung von Elektronik-Altgeräten sowie über essenzielle Kontakte zum informellen Netzwerk des ghanaischen Elektronikrecyclings. Um die derzeit bestehenden Betriebe und Beschäftigten nicht ihrer wirtschaftlichen Existenz zu berauben, werden daher vor allem Personen angestellt, die vorher im informellen Sektor tätig gewesen sind. Recycler können dabei direkt in der Zentrale Sammelstelle angestellt werden oder als ausgelagerter Entsorgungsfachbetrieb arbeiten, sofern vorgeschriebene Demontageschritte und Verwertungsmethoden nachweislich eingehalten werden. Wird die bisherige Arbeit von informell Beschäftigten formalisiert, erhalten sie ein geregeltes Einkommen sowie Zugang zu staatlichen Leistungen wie einer Kranken- und Rentenversicherung.

Indem informelle Sammler nicht länger den oft willkürlich schwankenden Ankaufspreisen von Zwischenhändlern ausgesetzt sind, sondern in der Zentralen Sammelstelle festgesetzte und attraktivere Vergütungen erhalten, sollten sich ihre Einnahmen erhöhen und besser kalkulieren lassen. Werden Zwischenhändler umgangen, entfällt diesen zwar ein Anteil an möglichen Gewinnen, dennoch soll die Höhe der Vergütung Anreize schaffen, um die flächendeckende Rücknahme von Elektronik-Altgeräten zu intensivieren. Daher fällt Schrotthändlern die bedeutende alternative Aufgabe der Akquise von EAG zu, bei welcher mit Einführung unten beschriebener Finanzierungsmechanismen vermehrte Gewinne zu erwarten sind. Dieses Geschäft muss sich nicht auf die nähere Umgebung von Agbogbloshie beschränken, sondern kann mit entsprechender Logistik landesweit durchgeführt werden. Mithilfe daraus entstehender Rücknahmesysteme ließe sich erreichen, dass Elektronik-Altgeräte bei ghanaischen Letztnutzern oder Elektronikhändlern eingesammelt und nicht auf der Deponie von Agbogbloshie, sondern direkt bei der Zentralen Sammelstelle abgeladen werden, wodurch sich erste Strukturen einer geregelten und ökologisch wirksamen Abfallwirtschaft für E-Schrott entwickeln können.

Neben Beschäftigten, die im informellen Sektor technische Fähigkeiten erworben haben, bedarf es ebenfalls Personal, das in Verwaltungsangelegenheiten und wirtschaftsrechtlichen Aspekten erfahren ist. Hierbei ist einerseits denkbar, im formellen Sektor geschulte Fachkräfte anzustellen, die für die Administration der Zentralen Sammelstelle zuständig sind. Andererseits ergäbe sich für einen Großteil der bislang im informellen Sektor Tätigen die Herausforderung, aus einer vorher lokal- und kontaktorientierten Handlungsposition nun komplexen, teils globalen Prozessen und Formalitäten gegenüberzustehen.¹¹³ Daher sind auch Angestellte vonnöten, die sich in der globalen Geschäftswelt auskennen, um Verträge mit Firmen im In- und Ausland zu schließen. Gleichzeitig sollte ein Wissenstransfer erfolgen, sodass ehemals informelle Schrotthändler und Recycler in diesen Fragen ausgebildet werden.

Zu den Aufgaben der Zentralen Sammelstelle gehört unter anderem, die **Umweltbehörde (EPA)** in Accra über zu entsorgende Mengen an Problemfraktionen wie Kunststoffen zu informieren. Die Behörde leitet diese Information an die **Accra Metropolitan Assembly (AMA)** weiter, welcher die privatisierten Entsorgungsunternehmen unterstellt sind.¹¹⁴ Letztere haben den Sondermüll auf den gesicherten, staatlichen Deponien in Kumasi oder Tamale zu entsorgen. Wie bei den Exportkosten für die Ausfuhr von CRT-Monitoren werden hierbei sowohl die Kosten für den Transport als auch für die Deponierung über einen Fond zurückerstattet. Als Aufgabe der ghanaischen Regierung in Vertretung der Umweltbehörde und Bezirksleitung stellt sich somit vor allem die Entsorgung heraus. Ergänzend kann das **Wirtschaftsministerium (Ministry of Trade & Industry)** in Angelegenheiten des Reexports sowie des Metallverkaufes an ghanaische Firmen eine vermittelnde Hilfestellung leisten.

Für die Angestellten der formellen Zentralen Sammelstelle bieten die staatlichen Transferleistungen eine zusätzliche Sicherheit, die im informellen Sektor nicht gegeben ist. Da es sich jedoch vor allem bei Schrott-

¹¹³ vgl. Prakash, S.; Manhart, A. (2010), S. 58

¹¹⁴ vgl. Amoyaw-Osei, Y. et al (2011), S. 59

sammeln und Zulieferern weiterhin um informell Beschäftigte handeln wird, gingen solche positiven Nutzen zunächst an ihnen vorbei. Daher wird ein Pfandsystem (s. Abschnitt 5.4.3) eingeführt, sodass sich die positiven Wirtschaftseffekte auch auf den informellen Sektor auswirken. Diesem Pfand kommt somit eine soziale Verteilungsfunktion zu. Um informell Beschäftigte über die neuen Einkommensmöglichkeiten zu informieren sowie darüber, dass Geräte dafür nicht länger händisch zerlegt werden müssen bzw. sollten, bedarf es Institutionen, die im engen Kontakt zum informellen Sektor stehen und dessen Vertrauen genießen. Diesen Dienst könnten unter anderem **Nichtregierungsorganisationen (NGO's)** leisten, die in den Bereichen der Umwelt- und Gesundheitsförderung, der Beschränkung von Kinderarbeit oder der mikrofinanziellen Wirtschaftsförderung tätig sind.

5.4.2 Die Administration des Reexport-Konzepts

Zu den administrativen Aufgaben der Kooperative zählen unter anderem die Buchhaltung und somit die Verwaltung von Verkaufserlösen, Lohn- und Betriebskosten, die Registrierung und Vergütung des eingehenden Elektronikschrottes, ebenso wie die Weitergabe dieser Information an die zuständige Behörde, in diesem Falle die **Umweltbehörde (EPA)**. In administrativen Fragen, die über die internen Verwaltungsangelegenheiten vor Ort hinausgehen, wird die Kooperative durch staatliche Institutionen unterstützt. Dies betrifft insbesondere Aspekte zur grenzüberschreitenden Verbringung von gefährlichen Abfällen aus Ghana nach Europa bzw. Deutschland oder die Kontaktvermittlung an Entsorgungsfachbetriebe im Ausland und verwertende Industrien im Inland. Durch diese Hilfestellung werden bisher lokal agierenden Akteuren ein Zugang zum globalen Markt sowie eine Orientierung darin erleichtert.

Als wichtigste einzubindende Institutionen sind hierbei die **Umweltbehörde (EPA)**, das **Wirtschaftsministerium (Ministry of Trade & Industry)** und die **Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH** hervorzuheben. Letztere kann sowohl die Kooperative als auch die ghanaische Umweltbehörde in der Anwendung des Notifizierungsverfahrens (Notifizierungs- und Begleitformular) schulen und gegebenenfalls zwischen ghanaischen und deutschen Behörden und Unternehmen vermitteln.¹¹⁵ Dadurch können administrative Hürden im Umgang mit den Anforderungen des Basler Übereinkommens überwunden werden. Ein ähnliches Projekt betreut die GIZ bereits in Bangalore, Indien.¹¹⁶ Hingegen kann das ghanaische Wirtschaftsministerium die Kooperative an Geschäftskontakte vor Ort heranführen und letzten Endes ein Netzwerk für Elektrorecycling etablieren. Ziel dieses Netzwerkes sollte ein Informationsaustausch über ökologisch und ökonomisch effizientere Vorbehandlungsverfahren sein.

¹¹⁵ vgl. SAM (2012), S. 20

¹¹⁶ vgl. WEEE Recycle; GIZ (o.J.)

5.4.3 Die Finanzierung des Reexport-Konzepts

Ziel des Reexport-Konzepts sollte es sein, sich wirtschaftlich selbst zu tragen. Die wirtschaftliche Basis wird dabei durch den Verkauf von sortenreinen Metallfraktionen aus Desktop-Computern sowie durch den Export von ausgebauten Leiterplatten gebildet. Mit dem Verkauf von aluminium-, kupfer- und eisenhaltigem Schrott in Ghana werden ein „rapid cash flow“¹¹⁷ und dadurch kontinuierliche Einnahmen gewährleistet. Diese Erlöse sollten bereits einen Großteil der Lohnkosten decken, um den formell Beschäftigten der Zentralen Sammelstelle ein geregelteres Einkommen mit zusätzlichen Sozialleistungen zu garantieren. Der Verkauf von Aluminium- und Kupferfraktionen muss sich nicht zwingend auf den ghanaischen Markt beschränken, vielmehr sollte auch eine grenzüberschreitende Orientierung an Höchstpreisen erfolgen.

Vor allem in der Startphase des Reexport-Modells bedarf es staatlicher Zuschüsse, Entwicklungsgeldern oder eines Kredites, um Lohn- und Betriebskosten vorzustrecken. Dies ist insbesondere beim Reexport von Leiterplatten wichtig, da zwischen Export, Verwertung und Bezahlung oftmals mehr als ein halbes Jahr vergeht, gleichzeitig kann sich die Entscheidung zum Export aufgrund angespannter Marktlagen um zusätzliche Monate verzögern. Zuvor ist ebenfalls eine bedeutende Zeitspanne zu überwinden, bis genügend Leiterplatten gesammelt und einzelne Container exportbereit sind.

Um zu erreichen, dass sämtliche Komponenten aus Desktop-Computern und Röhrenmonitoren an die Zentrale Sammelstelle geliefert werden, reicht ein rein wirtschaftliches Konzept nicht aus. Würde sich ausschließlich auf wertvolle Materialien konzentriert, ergäbe sich stets das Problem, dass beispielsweise für Problemstofffraktionen keine Verwendung bestünde und somit für diese auch keine Bezahlung an Sammler bzw. Zulieferer erfolgen könnte. Dadurch würde zwangsläufig eine „Rosinenpickerei“ praktiziert werden, bei der unter anderem Kunststoffe oder Bildschirmglas weiterhin auf illegalen Müllhalden verblieben oder aber die Zentrale Sammelstelle mit hohen Entsorgungskosten bei geringen Rohstoff Erlösen konfrontiert würde.

Für solche Entsorgungsaspekte kann in Erwägung gezogen werden, in Ghana eine Abgabe auf den Import von Elektronikgeräten einzuführen, um ein Abfallmanagement für E-Schrott zu finanzieren.¹¹⁸ Daran ist jedoch zu kritisieren, dass die Mehrkosten für importierte Ware auf die Nutzer umgelegt würden, wodurch vor allem ärmeren Schichten der Zugang zu Elektronikgeräten erschwert würde. Erst nach Einführung der Importzölle würde eine kontrollierte Abfallwirtschaft etabliert werden. Diese Organisation könnte allerdings mehrere Jahre in Anspruch nehmen. Währenddessen bliebe das derzeitige (hauptsächlich informelle) Verwertungssystem bestehen und würde ggf. mit staatlich beauftragten Entsorgungsunternehmen um Ressourcen konkurrieren.

Daher bedarf es eines zusätzlichen Finanzierungssystems, um einerseits für Schrottsammler und -händler Anreize zu schaffen, sämtliche Fraktionen aus Desktop-Computern und CRT-Monitoren zu erfassen und an die

¹¹⁷ Prakash, S.; Manhart, A. (2010), S. 9

¹¹⁸ vgl. ebda., S. 67

Zentrale Sammelstelle zu liefern, andererseits gilt es, die Sammelstelle bei Entsorgungskosten zu entlasten. Aus diesem Grund wird das **EleCtrO-Pfand** eingeführt.

Dabei handelt es sich um ein Pfand auf alle importierten Elektronikgeräte und Ersatzteile (in dieser Arbeit auf Desktop-Computer und Röhrenbildschirme beschränkt), das basierend auf dem zu erstellenden **Pfandre-gister** (s. Tabelle 16) erhoben wird. In diesem Register wird einerseits für *ganze Elektronikgeräte* ein pau-schaler Pfandwert definiert. Je Gerätetyp wird dieser Wert auf die *enthaltenen Komponenten* aufgeteilt, für die jeweils ein Pfandanteil gezahlt wird. Das EleCtrO-Pfand wird pro Kilogramm erhoben und höher als der im informellen Sektor jeweils zu erzielende Ankaufswert angesetzt.

Gerätetyp	Pfandwert €/kg,	Pfandwert €/kg,
(Komponenten, Fraktion)	an die Pfandstelle zu zahlen	von der Z. Sammelstelle zu zahlen
Desktop-Computer	0,60	0,55
(Gehäuse, Kunststoff)*	0,10	0,05
(Gehäuse, Stahl)	0,15	0,15
(Sonstige, Aluminium)	0,15	0,15
(Sonstige, Kupfer)	0,20	0,20
Röhrenbildschirm*	0,30	0,15
(Gehäuse, Kunststoff)*	0,10	0,05
(Bildschirm, Glas)*	0,10	0,05
(Bildröhre, Diverses)*	0,10	0,05

* Entsorgungskosten zu erheben

Tabelle 16: Mögliche Struktur eines Pfandregisters (fiktive Werte). (Quelle: Eigene Darstellung)

Beruhend auf vom Zoll registrierten Daten zu Gewicht und importiertem Gerätetyp wird ein pauschaler Pfandwert errechnet, der von Händlern am Hafen nicht an den Zoll, sondern an eine einzurichtende, un-abhängige **Pfandstelle** zu zahlen ist. Diese Pfandstelle dient dazu, den Zoll in dieser administrativen Angele-genheit zu entlasten und Korruption vorzubeugen, gleichzeitig übermittelt sie die Einnahmen an den **EleC-trO-Fond**, der von partizipierenden **Banken** verwaltet wird. Von diesen Instituten wird ein Pfand zurücker-stattet, sofern ganze Geräte oder Komponenten der Zentralen Sammelstelle übermittelt wurden. In der Sam-melstelle werden eingehende Geräte oder Komponenten gewogen und ihr Pfandwert gemäß dem Pfandregis-ter berechnet und in Form von Coupons vergütet, die bei partizipierenden Banken in Bargeld eingelöst wer-den können.¹¹⁹ Um Betrug und Korruption vorzubeugen, ist es ratsam, die finanziellen Kompetenzen an un-abhängige und kontrollierte Bankinstitute auszulagern. Gleichzeitig wird dadurch der administrative Auf-wand auf mehrere Institutionen aufgeteilt und geht daher nicht zulasten der Zentralen Sammelstelle.

¹¹⁹ vgl. ebda., S. 70

Durch das EleCtrO-Pfand und die damit verbundenen finanziellen Anreize soll gefördert werden, dass sämtlicher in Ghana anfallender oder bereits angefallener Elektroschrott an die Zentrale Sammelstelle geliefert wird, wo dieser sachgerecht demontiert wird. Auch beim EleCtrO-Pfand werden Mehrkosten für Elektronikgeräte auf Zwischenhändler und Nutzer übertragen, jedoch lässt sich dieser fiktive Wert zurückerstatten. Somit dürfte unter anderem für Händler von Elektronikgeräten ein vermehrtes Interesse bestehen, nicht mehr intakte Ware von Nutzern zurückzunehmen; rentable Rücknahmesysteme könnten entstehen.

Das EleCtrO-Pfand sollte die Ankaufspreise des informellen Sektors für wertvolle Fraktionen des Elektroschrotts überbieten, sodass es sich vor allem für Schrottsammler wirtschaftlich attraktiver gestaltet, Geräte oder Komponenten in die ökologisch sinnvollere Verwertung der Zentralen Sammelstelle zu geben, anstatt sie vorher ohne entsprechende Maßnahmen händisch zu zerlegen und ihre Metalle an informelle Schrotthändler zu verkaufen. Da im informellen Sektor eine Vielzahl an Zwischenhändlern am Verkauf von Stofffraktionen beteiligt ist, muss der Pfandwert nicht zwingend über dem Materialwert liegen, um mit informellen Ankaufspreisen konkurrieren zu können. Der Wert müsste lediglich über dem Preisniveau liegen, das informelle Sammler durchschnittlich beim Verkauf zerlegter Geräte erzielen, schließlich gilt es diese Zerlegung und ineffiziente Verwertung zu verhindern. Das Pfandregister listet lediglich die Pfandwerte für einzelne Komponenten auf, nicht aber für darin enthaltene Stofffraktionen. Dies soll dem Problem entgegenwirken, dass beispielsweise Metallfraktionen auch aus anderen Quellen als Elektronik-Altgeräten hervorgehen können, für sie dennoch eine Vergütung aus dem EleCtrO-Fond erfolgen müsste. Auf diesem Wege könnte das Pfand missbraucht werden, um höhere Erträge für einzelne Stofffraktionen zu erzielen. Um also zu gewährleisten, EleCtrO-Pfand nur für Schrott aus Elektronik zurückzuerstatten, sollten in der Zentralen Sammelstelle nur Einzelteile angenommen werden, die offensichtlich Elektronikgeräten entstammen.

Würde hingegen auch für nicht gewinnbringend zu vermarktende Fraktionen der gesamte Pfandwert zurückerstattet, bliebe das Finanzierungsproblem bei der Entsorgung von Sondermüll bestehen. Daher sollte im Pfandregister zwischen *zu vermarktenden* und *zu entsorgenden* Komponenten unterschieden werden, während für letztere ein geringerer Ankaufspreis in der Zentralen Stelle definiert wird (s. Tabelle 16). So würde beispielsweise im EleCtrO-Fond die Hälfte des Pfandwertes von zu entsorgenden Komponenten für die Entsorgung zurückgelegt, die andere Hälfte würde Zulieferern ausgezahlt.

Durch diese Rücklagen soll ermöglicht werden, die Kosten für die Deponierung von flammgeschützten Kunststoffen sowie für den Export ganzer CRT-Monitore oder einzelner Komponenten wie Bildröhren zu decken. Die Einführung eines Pfandes auf diese Stoffgruppen verfolgt lediglich logistische Ziele, sodass diese nicht von informellen Sammlern als Reste entsorgt, sondern in der Zentralen Sammelstelle abgegeben werden, wodurch für die Kooperative keine zusätzlichen Kosten für Sammlung und Transport von Problemstofffraktionen entstehen. Zwar ist die Vergütung dieser Komponenten um einiges geringer angesetzt als bei ganzen Desktop-Computern bzw. Fragmenten daraus, jedoch gibt es im informellen Sektor beispielsweise keine konkurrenzfähigen Ankaufspreise für Bildschirmglas, vielmehr wird dieses als Abfallrest entsorgt. Im Hin-

blick auf die massenhaft illegal deponierten Problemfraktionen ließen sich gleichzeitig mehr Mengen als bei wertvollen Fraktionen sammeln, wodurch diese ungleichmäßige Wertverteilung ohne Weiteres ausgeglichen werden könnte.

Für dieses Reexport-Konzept wird kalkuliert, dass im Zuge der wirtschaftlichen Entwicklung Ghanas die Nachfrage nach Elektronikartikeln in den nächsten Jahren weiter zunehmen wird. Auch erscheint es unrealistisch, in naher Zeit sämtliche illegale Abfalltransporte zu verhindern. Daher werden erhöhte Importmengen angenommen, deren jährliche Pfanderlöse und vermehrte Entsorgungsrücklagen die entstehenden Entsorgungskosten für derzeit vorhandene Problemstoffe im Elektroschrott übersteigen. Dadurch gilt dieses Konzept als finanziell tragbar.

VI Fazit

Selbst wenn in Ghana ein funktionierendes Abfallmanagement etabliert wird, das zu einer landesweiten Erfassung und fachgerechten Vorbehandlung von Elektronikschrott führt, so bedeutet dies keine Legitimation illegaler Abfallverbringung. Es bleibt weiterhin von höchster Dringlichkeit, diese Praxis einzuschränken und die Ziele des Basler Übereinkommens international umzusetzen. Auch nach der Realisierung des hier thematisierten Reexport-Konzepts behalten illegale Abfallexporte ihre politische Brisanz: Im Falle eines Reexports kommt Ghana nicht nur für die Kosten des Transportes, sondern ebenso für die hohen Entsorgungsgebühren in Europa auf. Dabei handelt es sich um diejenigen Kosten, die von den Verantwortlichen der illegalen Abfalltransporte umgangen wurden. Sparen Hersteller an Entsorgungskosten, führt dies in Ghana zu einer mehrfachen finanziellen Belastung. Diese Praxis ist und bleibt unverantwortlich gegenüber denjenigen, die diese Last zu tragen haben.

Das Reexport-Konzept stellt zwar eine Möglichkeit dar, mit den Problemen illegaler Abfallexporte umzugehen, dennoch sollte das Modell auch ohne diese Abfallströme tragbar sein. Vielmehr muss sich auf das Abfallaufkommen fokussiert werden, das auf natürlichem Wege in Ghana anfällt. Im Zuge der wirtschaftlichen Entwicklung Ghanas ist damit zu rechnen, dass die Nachfrage nach Elektronikgeräten weiter zunimmt. Da es sich hierbei meist um Gebrauchsgüter handelt, verlieren die Geräte nach weniger Zeit ihre technische Funktion und sind abfallwirtschaftlichen Strukturen zuzuführen. Somit lässt sich für Exporteure im Ausland die Verantwortung benennen, den Export qualitativ hochwertiger Elektronikware zu fördern, um in Ghana einen längeren Nutzen der Geräte sowie einen geringeren Entsorgungsaufwand zu garantieren.

Globale Waren- und Abfallströme erfordern auch ein internationales Abfallmanagement, das in Form des Reexport-Konzepts initiiert werden könnte. Zwar konzentriert sich dieses Konzept auf den Reexport von Abfällen, bei dem mehrere Stellen unterschiedlicher Staaten beteiligt sind und ist somit auf eine länderübergreifende Kooperation angewiesen. Bevor jedoch eine Zusammenarbeit mit abfallwirtschaftlichen Betrieben und Behörden im Ausland erfolgen kann, gilt es zunächst, die erforderliche Basis des Modells in Ghana zu etablieren und zu organisieren. Der Schwerpunkt des Modells liegt daher vor allem auf der Koordination lokaler Prozesse, die von ghanaischen Akteuren mitbestimmt und gestaltet werden.

Im informellen Sektor Ghanas sind bereits erste Strukturen einer Abfallwirtschaft vorhanden. Dabei lassen sich Netzwerke eines Elektrozyclings erkennen, in denen ein technischer und organisatorischer Wissenstransfer erfolgt. Damit sind Potenziale und Ressourcen verfügbar, die die Grundlage einer strukturierten Abfallwirtschaft in Ghana bilden könnten. Daher ist es essenziell, die bestehenden Strukturen, Hauptakteure und Repräsentanten des informellen Sektors zu identifizieren und einzubinden. Aufgrund des geringen Organisationsgrades wird sich dies als eine äußerst schwierige Aufgabe erweisen. Dennoch gilt es, diese Beteiligten bereits am Anfang des Planungsprozesses einzubinden, um spätere Interessenkonflikte zu vermeiden. Im Falle des informellen Sektors müsste unter anderem geklärt werden, wie die derzeitigen Akteure des infor-

mellen Elektronikrecyclings in das Reexport-Konzept eingebunden werden, sodass ihnen dabei keine Nachteile entstehen. Es sollte hierbei erreicht werden, dass sich die positiven Effekte einer Formalisierung des Elektrorecyclings auf alle Betroffenen auswirken. Auf staatlicher Seite wären hingegen Verhandlungen nötig, um die Prozesse im Hintergrund des Reexport-Konzepts im Detail abzustimmen. So muss unter anderem erarbeitet werden, wie die Kosten der Systemverwaltung in Vertretung der Pfandstelle und des EleCtrO-Fonds zu finanzieren sind und in welcher Höhe das EleCtrO-Pfand anzusetzen ist. Dies wird einen langen politischen Aushandlungsprozess zur Folge haben, für welchen es vor allem einer kooperativen, aber auch durchsetzungsfähigen Organisation bedarf.

Für derzeit informell Beschäftigte bietet die Integration in die formelle Zentrale Sammelstelle eine finanzielle und existenzielle Sicherheit, die sich auf deren soziales Umfeld positiv auswirken wird. Da allerdings nicht alle Beschäftigten der informellen Elektronikverwertung in der Zentralen Sammelstelle angestellt werden können, muss auch den weiterhin informell Arbeitenden ein indirekter Nutzen zukommen. Aus diesem Grund wird das EleCtrO-Pfand eingeführt, das insbesondere den informellen Schrottsammlern zugute kommt, die als Leidtragende des gesundheitsschädlichen Umgangs mit E-Schrott zu definieren sind. Das Pfandsystem soll ihnen Anreize bieten, auf die unsachgemäße Zerlegung von Elektronik-Altgeräten zu verzichten und stattdessen ganze Geräte und Komponenten an die Zentrale Sammelstelle zu übermitteln. Als positiver Effekt geht dabei hervor, dass Zwischenhändler umgangen werden und dadurch mit Abhängigkeitsverhältnissen gebrochen werden kann. Diese Veränderung innerhalb der Hierarchien erlaubt Schrottsammlern, selbstständig zu wirtschaften und mithilfe transparenter und festgesetzter Ankaufpreise ihre Gewinne besser zu kalkulieren.

Während die Notwendigkeit von Zwischenhändlern entfällt, gewinnt die Sammlung von Elektronik-Altgeräten an ökonomischer Bedeutung. Durch das EleCtrO-Pfands kommt es daher zu einer Wertverschiebung innerhalb bestehender Verwertungshierarchien, da sich der Marktwert von Altgeräten nicht länger auf Sammler, Zwischenhändler und Recycler aufteilt, sondern bereits bei der Sammlung als Ganzes ausgezahlt wird. Waren bislang die Einkommensmöglichkeiten in der Sammlung und Zerlegung am geringsten, sind sie demnach bei Einführung des EleCtrO-Pfands am höchsten. Somit kann mit einem vermehrten Interesse an der Sammlung von Altgeräten gerechnet werden, da diese für viele informell Beschäftigte eine bessere oder zusätzliche Erwerbstätigkeit darstellt. In Ghana gehen derzeit vor allem Billigarbeitskräfte ohne berufliche Alternativen der gesundheitsgefährdenden und schlecht bezahlten Arbeit der Elektroschrottsammlung und -zerlegung nach - dies sind insbesondere Kinder und Jugendliche. Wird die Sammlung von Elektronik-Altgeräten hingegen zu einem lukrativen Beruf mit geringer Gesundheitsgefährdung, hat dies bedeutende Auswirkungen auf die Lebenssituation der Sammler, da sich für sie vermehrte und kontinuierliche Einnahmen ergeben. Andererseits wäre denkbar, dass im Falle von Kinderarbeit andere Familienmitglieder die wirtschaftlich attraktive Arbeit der Schrottsammlung übernehmen und durch die höheren Einkommen eine entsprechende Versorgung der Kinder gewährleisten können.

Nicht zuletzt profitiert auch die Umwelt von den Veränderungen, die von dem Reexport-Konzept ausgehen. Während einerseits die illegale Entsorgung von wertlosen Fraktionen minimiert und die unsachgemäße Verwertung von Elektronikschrott beschränkt wird, werden in Ghana und Europa Ressourcen erneut in Wertstoffkreisläufe eingegliedert, die bei Fortbestehen des derzeitigen Systems verloren gingen. Diese positiven Entwicklungen müssen als Ziel der Kooperative hervorgehoben und regelmäßig evaluiert werden, um den Gesamterfolg des Vorhabens entsprechend bewerten zu können.

Durch das Reexport-Konzept können die bisher entstandenen Schäden der unverantwortlichen Verbringung von Abfällen aus dem Ausland sowie die Folgen eines ineffizienten Abfallmanagements in Ghana weder rückgängig gemacht noch beseitigt werden. Allerdings stellt das hier beschriebene Modell in Aussicht, die derzeitige Situation deutlich zu verbessern und zukünftige Schäden zu vermeiden.

VII Literatur- und Quellenverzeichnis

Literatur

- **Amoyaw-Osei, Yaw; Opoku Agyekum, Obed; Pwamang, John; Müller, Esther; Fasko, Raphael; Schlupe, Mathias (2011):** Ghana e-Waste Country Assessment. Basel Convention E-Waste Africa Project. Accra: Green Advocacy Ghana; EMPA
- **Brigden, Kevin; Labunska, Iryna; Santillo, David; Johnston, Paul (2008):** Chemical contamination at e-waste recycling and disposal sites in Accra and Koforidua, Ghana. Amsterdam: Greenpeace International
- **Chandrappa, Ramesha; Bhusan Das, Diganta (2012):** Solid Waste Management – Principles and Practice. Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag
- **Diederich, Dirk; Daniel, Jürgen (2007):** Verwertungsmöglichkeiten von aufbereiteten Bildröhrengläsern – Scherbenmangel der weltweiten Glasindustrie. Ilmenau-Unterpörlitz: Zentrum für Glas und Umweltanalytik GmbH
- **Eugster, Martin; Hirschier, Roland (2007):** Key Environmental Impacts of the Chinese EEE-Industry – A Life Cycle Assessment Study. St. Gallen/Beijing: EMPA
- **EUWID (2013):** Recycling und Entsorgung. Ausgabe 31. Gernsbach: EUWID Europäischer Wirtschaftsdienst GmbH
- **Florian, Vanessa-Victoria (2009):** Herstellerverantwortung für Elektro-Schrott. Hamburg: Verlag Dr. Kovač
- **Giesberts, Ludger; Hilf, Juliane (2006):** ElektroG – Kommentar. München: C.H. Beck Verlag
- **Gmünder, Simon (2007):** Recycling – From Waste to Resource. Assessment of optimal manual dismantling depth of a desktop PC in China based on eco-efficiency calculations. Diplom-Arbeit. Zürich: Eidgenössische Technische Hochschule Zürich; EMPA
- **Hagelüken, Christian (2005):** Der Kreislauf der Platinmetalle – Recycling von Katalysatoren. Renningen: Expert Verlag
- **Ioan, Ildiko (2010):** Mounting E-Waste of Europe: Policies, management practices, and business solutions. In: *Annals of the Stefan cel Mare University of Suceava: Fascicle of the Faculty of Economics and Public Administration. Vol. 10, No. 2. Suceava: Stefan cel Mare University, S. 185-193*
- **Ishengoma, Esther; Kappel, Robert (2006):** Economic Growth and Poverty – Does Formalisation of Informal Enterprises Matter? Hamburg: German Institute of Global and Area Studies (GIGA)
- **Kausch, Irina; Schüttler, Kirsten (2009):** Die ghanaische Diaspora in Deutschland – Ihr Beitrag zur Entwicklung Ghanas. Eschborn: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH
- **Koch, Wolfgang (2007):** Entwicklung eines thermisch-chemischen Prozesses zur Verwertung von Abfällen aus Elektro- und Elektronikaltgeräten – die „Haloclean“-Pyrolyse. Karlsruhe: Forschungszentrum Karlsruhe GmbH

- **Kohlhöfer, Philipp; Bischoff, Jürgen (2013):** Der Giftschatz im Innern des Müllbergs. In: *GEO-Magazin: Ausgabe 06/13. Hamburg: Gruner + Jahr, S. 50-68*
- **Martens, Hans (2011):** Recyclingtechnik. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag
- **MCC Technical Report (1996):** Electronics Industry Environmental Roadmap. Austin: Microelectronics and Computer Technology Corporation (MCC)
- **Meskers, Christina; Hagelüken, Christian; Salhofer, Stefan; Spitzbart, Markus (2009):** Impact of pre-processing Routes on Precious Metal Recovery from PCs. In: *GDMB: Proceedings of European Metallurgical Conference 2009. Clausthal-Zellerfeld: GDMB, S. 527-540*
- **Monchamp, A.; Evans, H.; Nardone, J.; Wood, S.; Proch, E.; Wagner, T. (2001):** Cathode Ray Tube Manufacturing and Recycling: Analysis of Industry Survey. Arlington: Electronic Industries Alliance
- **Osei-Boateng, Clara; Ampratwum, Edward (2011):** The informal sector in Ghana. Accra: Friedrich Ebert Stiftung
- **Prakash, Siddharth; Manhart, Andreas; Agyekum, Obed Opoku; Amoyaw-Osei, Yaw; Schluiep, Mathias; Müller, Esther; Fasko, Raphael (2010):** Informal e-waste recycling sector in Ghana: An in-depth socio-economic study. Freiburg: Öko-Institut e.V.
- **Prakash, Siddharth; Manhart, Andreas (2010):** Socio-economic assessment and feasibility study on sustainable e-waste management in Ghana. Freiburg: Öko-Institut e.V.
- **Rochat, David; Hagelüken, Christian; Keller, Miriam; Widmer, Rolf (2007):** Optimal Recycling for Printed Wiring Boards (PWBs) in India. St. Gallen/ Hoboken: EMPA; Umicore; ETHZ
- **Rochat, David; Rodrigues, Wilma; Gantenbein, Andi (2008):** India: Including the existing informal sector in a clean e-waste channel. In: *WasteCon: Proceedings of the 19th Waste Management Conference on the IWMSA. Durban: WasteCon, S. 477-483*
- **SAM (2012):** Grenzüberschreitende Abfallverbringung – Verfahren nach Artikel 18 – Das Notifizierungsverfahren. Mainz: Sonderabfall-Management-Gesellschaft Rheinland-Pfalz mbH
- **Sander, Knut; Schilling, Stephanie (2010):** Optimierung der Steuerung und Kontrolle grenzüberschreitender Stoffströme bei Elektroaltgeräten / Elektroschrott. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt
- **Schluiep, Mathias; Manhart, Andreas; Osibanjo, Oladele; Rochat, David; Isarin, Nancy; Müller, Esther (2011):** Where are WEee in Africa? - Findings from the Basel Convention E-Waste Africa Programme. Châtelaine: Secretariat of the Basel Convention
- **Schluiep, Mathias; Müller, Esther; Hilty, Lorenz M.; Ott, Daniel; Widmer, Rolf; Böni, Heinz (2013):** Insights from a decade of development cooperation in e-waste management. In: *Hilty, Lorenz M.; Aebischer, Bernhard; Andersson, Göran; Lohmann, Wolfgang (Hrsg.): Proceedings of the First International Conference on Information and Communication Technologies for Sustainability. Zürich: EMPA; ETH; UZH, S. 45-51*
- **The World Bank (2013):** Africa Development Indicators 2012/2013. Washington DC: The World Bank

- **Thompson, Ian A. (2010):** Domestic Waste Management Strategies in Accra, Ghana and Other Urban Cities in Tropical Developing Nations. Cleveland: Case Western Reserve University
- **Wehde, Jürgen; Hebisch, Ralph; Ott, Gerhard; Maschmeier, Claus-Peter; Fendler, Dirk (2011):** Handlungsanleitung zur guten Arbeitspraxis. Elektronikschrottreycling – Tätigkeiten mit Gefahrstoffen bei der manuellen Zerlegung von Bildschirm- und anderen Elektrogeräten. Kassel: Regierungspräsidium Kassel

Internetquellen

- **Basler Übereinkommen (1989):** Basler Übereinkommen über die Kontrolle der grenzüberschreitenden Verbringung gefährlicher Abfälle und ihrer Entsorgung. Deutsche Übersetzung durch das Umweltbundesamt.
<<http://www.umweltdaten.de/abfallwirtschaft/gav/BaslerUebereinkommen.pdf>>
(aufgerufen am 20.08.2013)
- **Biglari Recycling (2013):** Aktuelle Preise für Elektronikschrott.
<<http://www.biglari-recycling.de/de/schrottankauf.asp>>
(aufgerufen am 04.09.2013)
- **BMU (2012):** Elektro- und Elektronikgeräte in Deutschland – Daten 2010 zur Erfassung, Wiederverwendung und Behandlung.
<<http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do>>
(aufgerufen am 20.08.2013)
- **börsenNEWS (2013):** Antimonpreis.
<<http://www.boersennews.de/markt/rohstoffe/antimonpreis/8355011/profile>>
(aufgerufen am 08.08.2013)
- **Bundesinstitut für Risikobewertung (2003):** Festlegung von Dioxin-Zielwerten für Futtermittel und Milchfett. Stellungnahme.
<http://www.bfr.bund.de/cm/343/festlegung_von_dioxin_zielwerten.pdf>
(aufgerufen am 21.08.2013)
- **Bundeszentrale für politische Bildung (2013):** Vollkommener Markt.
<<http://www.bpb.de/nachschlagen/lexika/lexikon-der-wirtschaft/21070/vollkommener-markt>>
(aufgerufen am 21.08.2013)
- **Fraunhofer IVV (2012):** Der CreaSolv®-Prozess – Technologischer Durchbruch beim Recycling von Kunststoffen aus Elektro(nik)abfällen.
<http://www.ivv.fraunhofer.de/load.html?/mainframes/germany/business/gf_kr_recyclate.html>
(aufgerufen am 04.09.2013)
- **ElektroG (2005):** Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten.
<<http://www.gesetze-im-internet.de/elektrog/>>
(aufgerufen am 20.08.2013)

- **Europäisches Parlament (2011):** Bessere Entsorgung von Elektro- und Elektronikschrott.
<<http://www.europarl.europa.eu/news/de/news-room/content/20110203IPR13097/html/Bessere-Entsorgung-von-Elektro-und-Elektronikschrott>>
(aufgerufen am 14.09.2013)
- **Umicore (2009):** Verluste werthaltiger Rohstoffe durch Aufbereitung und Export von Elektronikschrott in Drittländer. Vortrag von Christian Hagelüken im Branchenforum Schrott, E-Schrott-Recycling.
<<http://www.preciousmetals.umicore.com/PMR/Media/e-scrap/>>
(aufgerufen am 30.08.2013)
- **Hewlett-Packard Development Company (2008):** HP launches pilot project to tackle electronic waste in South Africa.
<<http://h41131.www4.hp.com/uk/en/citizenship/pilotprojectSA.html>>
(aufgerufen am 26.08.2013)
- **ISE Institut für seltene Erden und Metalle (2013):** Aktuelle und historische Marktpreise der gängigsten Seltenen Erden.
<<http://institut-seltene-erden.org/aktuelle-und-historische-marktpreise-der-gangigsten-seltenen-erden/>>
(aufgerufen am 30.08.2013)
- **L.I. 2201 (2013):** Ferrous Scrap Metals (Prohibition of Export) Regulations.
<<http://www.parliament.gh/library.php?id=47>>
(aufgerufen am 20.08.2013)
- **MINING.com (2013):** Ghana to end copper exports.
<<http://www.mining.com/ghana-to-end-copper-exports-67310/>>
(aufgerufen am 02.09.2013)
- **Schrottpreis.org (2013):** Stahlschrott.
<<http://www.schrottpreis.org/bleischrott/>>
(aufgerufen am 30.08.2013)
- **STENA (2013):** Bildschirmglas-Recycling.
<<http://stenatechnoworld.com/at/Bildschirm--und-Monitorglas-Recycling/Bildschirmglas-Recycling/>>
(aufgerufen am 01.09.2013)
- **Umweltbundesamt (2013a):** Abfallwirtschaft Notifizierungsverfahren.
<<http://www.umweltbundesamt.de/abfallwirtschaft/gav/notifizierung.htm>>
(aufgerufen am 01.09.2013)
- **Umweltbundesamt (2013b):** Fragen & Antworten zum Anhang VII-Dokument (Versandinformationen) sowie zu Artikel 18 der VVA.
<http://www.umweltdaten.de/abfallwirtschaft/gav/Fragen_Antworten_Formular_Anhang_VII.pdf>
(aufgerufen am 01.09.2013)
- **WEEE Recycle; GIZ (o.J.):** Formalization of Informal Sector.
<http://www.weerecycle.in/formalization_of_informal_sector.htm>
(aufgerufen am 10.08.2013)

Korrespondenz

- **City Waste Group**, schriftliche Mitteilung vom 18.08.2013
- **Global Forwarding Germany GmbH**, schriftliche Mitteilung vom 19.08.2013
- **GRIAG Glasrecycling AG**, telefonische Mitteilung vom 22.08.2013
- **ZME Elektronik Recycling GmbH**, telefonische Mitteilung vom 04.09.2013