



Hochschule für Angewandte  
Wissenschaften Hamburg  
*Hamburg University of Applied Sciences*

Fakultät Life Sciences,  
Studiengang Gesundheitswissenschaften

## **Gesundheits- und Umweltbelastungen durch Elektronikschrott in Ghana**

Darstellung der Problematik und Analyse von Handlungsansätzen

Bachelorarbeit  
von

**Irina Klein**  
(Mat.Nr.: 2013355)

Erstgutachter: Herr Prof. Dr. Dr. h.c. Walter Leal  
HAW Hamburg  
Lohbrügger Kirchstraße 65, 21033 Hamburg

Zweitgutachter: Herr Dr. Helmut Jäger  
Bernhard-Nocht-Institut für Tropenmedizin  
Bernhard-Nocht-Straße 74, 20259 Hamburg

Hamburg, den 18.04.2013

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>1</b>
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>1</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>2</b>
<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>4</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>5</b>
1.1 Problemstellung.....	5
1.2 Ziel und Methodik der Arbeit.....	6
1.3 Aufbau der Arbeit.....	7
<b>2 Hintergrund der Elektronikschrott-Problematik.....</b>	<b>9</b>
2.1 Begriffsbestimmung „Elektronikschrott“ .....	9
2.2 Relevante gesetzliche Regelungen .....	9
2.2.1 <i>Internationale Ebene</i> .....	10
2.2.2 <i>Europa</i> .....	10
2.3 Herkunft der Geräte.....	12
2.3.1 <i>Deutschland</i> .....	12
2.3.2 <i>Sonstige Länder</i> .....	13
2.4 Ökonomische Faktoren.....	15
2.5 Elektronikschrottverarbeitung .....	16
2.5.1 <i>Schauplatz Ghana</i> .....	16
2.5.2 <i>Sozioökonomische Aspekte</i> .....	17
2.5.3 <i>Verarbeitungsprozess</i> .....	18
<b>3 Schadstoffbelastung durch Elektronikschrott .....</b>	<b>19</b>
3.1 Umweltbelastungen.....	19
3.1.1 <i>Grad der Verschmutzung</i> .....	19
3.1.2 <i>Auswirkungen</i> .....	21
3.2 Gesundheitsbelastungen .....	22
3.2.1 <i>Intoxikation der Arbeiter</i> .....	23
3.2.2 <i>Auswirkungen</i> .....	23
3.3 Möglichkeiten der Prävention und Verbesserung der Verschmutzungssituation .	25
3.3.1 <i>Theorie</i> .....	25
3.3.2 <i>Praxis</i> .....	29

<b>4</b>	<b>Befragung nationaler Organisationen zu Handlungsansätzen.....</b>	<b>31</b>
4.1	Ziel .....	31
4.2	Methodik.....	31
4.2.1	<i>Untersuchungsdesign</i> .....	31
4.2.2	<i>Fragebogenkonstruktion</i> .....	32
4.2.3	<i>Untersuchungspopulation</i> .....	33
4.2.4	<i>Methodenkritik</i> .....	33
4.3	Ergebnisse .....	34
<b>5</b>	<b>Analyse der Handlungsansätze.....</b>	<b>36</b>
5.1	Einordnung.....	36
5.1.1	<i>Theoretische Handlungsansätze</i> .....	36
5.1.2	<i>Praktische Handlungsansätze</i> .....	37
5.2	Bewertung .....	38
5.2.1	<i>Theoretische Handlungsansätze</i> .....	38
5.2.2	<i>Praktische Handlungsansätze</i> .....	39
5.3	Synthese .....	40
5.4	Maßnahmenvorschlag .....	41
5.4.1	<i>Organisation</i> .....	41
5.4.2	<i>Umsetzung</i> .....	43
<b>6</b>	<b>Fazit.....</b>	<b>45</b>
	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>47</b>
	<b>Eidesstattliche Erklärung .....</b>	<b>52</b>
	<b>Anhang.....</b>	<b>53</b>
A.	Fragebogen.....	53
B.	Liste der Erstkontakte .....	56

## **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: Export von Elektronikgeräten nach Ghana (Eurostat, 2011).....	14
Abbildung 2: Ghana (CIA, 2013).....	16
Abbildung 3: Kind bei der Elektronikschrottverarbeitung in Agbogbloshie (Christina Schröder/Südwind) .....	17
Abbildung 4: Recyclingprozess in Agbogbloshie (Bilder: Christina Schröder/Südwind; BNI).....	18
Abbildung 5: Verschmutzter Fluss durch die Schrotthalde Agbogbloshie (Christina Schröder/ Südwind) .....	21
Abbildung 6: Exposition mit giftigem Rauch durch die Verbrennung von Elektronikschrott (Christina Schröder/Südwind) .....	22
Abbildung 7: Produktlebenszyklus von Elektron(nik)geräten.....	28
Abbildung 8: Frage Nr. 5 des Fragebogens.....	35
Abbildung 9: Vorteile einer Vernetzung und potentielle Handlungsmaßnahmen.....	44

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Sortierkriterien nach dem ElektroG (§ 9 Abs. 1 Satz 762 BGBI) .....	11
Tabelle 2: Vorkommen ausgewählter Schadstoffe der Greenpeace-Studie (Bridgen et al., 2008) .....	20
Tabelle 3: Ziele des E-Waste Africa Projects (Basel Convention, 2011a).....	29
Tabelle 4: Aktivitäten und Projektländer befragter Organisationen.....	34

## Abkürzungsverzeichnis

<b>UBA</b>	Umweltbundesamt
<b>BNI</b>	Bernhard-Nocht-Institut für Tropenmedizin Hamburg
<b>NGO</b>	Non-Governmental Organisation (Nichtregierungsorganisation)
<b>NPO</b>	Non-Profit-Organisation (Gemeinnützige Organisation)
<b>EAG</b>	Elektro- und Elektronikaltgeräte
<b>OECD</b>	Organisation for Economic Co-operation and Development (Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung)
<b>EFTA</b>	European Free Trade Association (Europäische Freihandelsassoziation)
<b>EU</b>	Europäische Union
<b>VVA</b>	Verordnung über die Verbringung von Abfällen
<b>RoHS</b>	Restriction of Hazardous Substances (Beschränkung gefährlicher Stoffe)
<b>WEEE</b>	Waste of Electrical and Electronic Equipment (Elektro(nik)geräteabfall)
<b>ElektroG</b>	Elektro- und Elektronikgerätegesetz
<b>stiftung ear</b>	stiftung elektro-altgeräte register
<b>IKT</b>	Informations- und Kommunikationstechnik
<b>ITU</b>	International Telecommunication Union
<b>Eurostat</b>	Statistisches Amt der Europäischen Union
<b>CIA</b>	Central Intelligence Agency
<b>HDI</b>	Human Development Index (Index für menschliche Entwicklung)
<b>UNDP</b>	United Nations Development Programme (Entwicklungsprogramm der Vereinten Nationen)
<b>GSS</b>	Ghana Statistical Service
<b>BIP</b>	Bruttoinlandsprodukt
<b>PVC</b>	Polyvinylchlorid
<b>FCKW</b>	Fluorchlorkohlenwasserstoffe
<b>PBDE</b>	Polybromierte Diphenylether
<b>TPP</b>	Triphenylphosphate
<b>PCB</b>	Polychlorierte Biphenyle
<b>PCDD</b>	Polychlorierte Dibenzodioxine
<b>PCDF</b>	Polychlorierte Dibenzofurane
<b>HHS</b>	U.S. Department of Health and Human Services Secretary
<b>ATSDR</b>	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
<b>BFR</b>	Bromierte Flammschutzmittel

<b>BDE</b>	Bromierte Diphenylether
<b>EMPA</b>	Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology
<b>IMPEL</b>	Europäisches Netzwerk für die Umsetzung und den Vollzug von Umweltgesetzen
<b>StEP</b>	Solving the E-Waste Problem
<b>SOMO</b>	Zentrum für Recherche zu Multinationalen Unternehmen
<b>AKME</b>	Arbeitskreis medizinischer Entwicklungszusammenarbeit
<b>SID</b>	Society of International Development
<b>INTACT e.V.</b>	Internationale Aktion gegen die Beschneidung von Mädchen
<b>GIZ</b>	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
<b>CAMECO</b>	Catholic Media Council
<b>Fraunhofer</b>	
<b>ICT</b>	Fraunhofer Institut für Chemische Technologie
<b>KAAD</b>	Katholischer Akademischer Ausländer-Dienst
<b>GIS</b>	Geographisches Informationssystem
<b>BeN</b>	Bremer entwicklungspolitisches Netzwerk e.V.
<b>ORF</b>	Österreichischer Rundfunk

## Zusammenfassung

Jährlich fallen circa 20 bis 50 Millionen Tonnen Elektronikschrott weltweit an (Schwarzer, De Bono, Giuliani, Kluser, & Peduzzi, 2005). Große Mengen dieser unbrauchbaren Geräte werden illegal in Entwicklungsländer wie Ghana exportiert (Frandsen, Rasmussen, & Swart, 2011). Aufgrund fehlender Entsorgungsmöglichkeiten vor Ort werden die Geräte, die teilweise gefährliche Schadstoffe enthalten, auf Schrotthalden gelagert. Es hat sich ein großer informeller Recyclingsektor in diesem Bereich gebildet (Prakash & Manhart, 2010). Die Arbeiter auf der Schrotthalde wenden ineffektive und teilweise gefährliche Methoden bei der Extraktion der Rohstoffe aus den Elektro- und Elektronikgeräten an und gefährden damit ihre Gesundheit und Umwelt. In der folgenden Bachelorarbeit wird der Frage nachgegangen, welche Gesundheits- und Umweltschäden durch Elektronikschrott in Ghana entstehen und wie diese verhindert werden können.

Untersuchungen zeigen, dass Boden und Luft in der Nähe der Schrotthalden in Ghana mit zahlreichen toxischen Schadstoffen belastet sind (Bridgen, Labunska, Santillo, & Johnston, 2008). Auch bei Arbeitern der Schrotthalde wurde eine Intoxikation mit verschiedenen Schadstoffen wie Blei oder Antimon festgestellt, die auf Recyclingaktivitäten zurückzuführen ist (Asante et al., 2012). Diese Schadstoffbelastung kann natürliche Ressourcen langfristig kontaminieren und schwere gesundheitliche Beeinträchtigungen hervorrufen.

Die Ursachen der Problematik lassen sich auch in Industrieländern wie Deutschland finden, die eine Mitverantwortung für die Folgen des illegalen Elektronikschrottexports tragen. Auf politischer Ebene sind bisher kaum wirksame Maßnahmen zur Verbesserung der Problematik implementiert worden (Kreft & Staffhorst, 2012). In dieser Arbeit wird eine Analyse von Handlungsansätzen durchgeführt, die von Nichtregierungs- und Non-Profit-Organisationen aus Deutschland ausgehen. Eine Befragung dieser Organisationen zeigt, dass Aktivitäten im Bereich Forschung, Aufklärung von Verbrauchern und Verbraucherinnen oder zur Entwicklung nachhaltiger Recyclinglösungen in Ghana existieren. Insgesamt mangelt es an einer praktischen Umsetzung von Maßnahmen, die vor Ort zu einer Verbesserung der Situation führen können. Daher wird empfohlen, ein Netzwerk zu entwickeln, in dem Ressourcen gebündelt und eine Vernetzung gefördert wird.

# 1 Einleitung

In der heutigen Zeit ist die Nutzung von Elektro- und Elektronikgeräten in Industrieländern selbstverständlich. Auf dem Arbeitsplatz sowie im Privaten erleichtern Informations- und Kommunikationstechnologien wie Mobiltelefone und PCs den Alltag erheblich und sind zahlreich vertreten. In Deutschland wurden nach dem Umweltbundesamt (UBA) im Jahr 2010 circa 1.700.000 Tonnen Elektro- und Elektronikgeräte in Verkehr gebracht. IT- und Telekommunikationsgeräte nehmen dabei nach Haushaltsgroßgeräten den größten Teil ein (UBA, 2010). Insgesamt expandiert der Markt für Elektro- und Elektronikgeräte auf der ganzen Welt (Bridgen, et al., 2008). Die Branche ist durch ständige technologische Innovation und aufwändiges Marketing gekennzeichnet, was zu einer immer kürzeren Nutzung der Produkte führt (Schwarzer et al., 2005). Auch die Lebensdauer von Elektronikgeräten wird immer geringer, was durch erschwerte Bedingungen bei der Reparierbarkeit und Austauschbarkeit von Einzelteilen gefördert wird. So haben viele Produkte heutzutage zum Beispiel verklebte Gehäuse und nicht austauschbare Akkus. Hierdurch kann eine Reparatur teilweise teurer werden als eine neue Anschaffung eines Gerätes. Folglich wächst auch die weltweit generierte Menge an unbrauchbaren Elektro- und Elektronikgeräten, dem sogenannten Elektronikschrott, auf schätzungsweise 20 bis 50 Millionen Tonnen jährlich an (Schwarzer et al., 2005). Wie gehen die Länder nun mit den Massen an Elektronikschrott um? Nach Frandsen et al. (2011) enden große Mengen des Elektronikschrotts, in dem gefährliche Stoffe wie Blei oder Cadmium enthalten sind, in Entwicklungsländern.

## 1.1 Problemstellung

Häufig wird der Elektronikschrott fälschlicherweise als Gebrauchtware deklariert und trotz Verbot von Industrieländern exportiert (Frandsen et al., 2011). Der illegale Export von Elektronikschrott ist schwer einzudämmen, da gebrauchte Elektro- und Elektronikgeräte, die sich oft am Rande ihrer Funktionsfähigkeit befinden, legal exportiert werden dürfen. Durch diese Problematik entsteht in Importländern wie Ghana, auf das sich im Folgenden konzentriert wird, ein großes Risiko für die Umwelt und Gesundheit der Menschen (Schluep et al., 2011). Dort fehlen geeignete Entsorgungsstrukturen und die Menschen, die meist in großer Armut leben, können durch die Verarbeitung der Geräte etwas Bargeld verdienen. Bis zu 13.000 Tonnen Elektronikschrott werden jährlich im informellen Sektor Ghanas behandelt, um die enthaltenen Rohstoffe zu extrahieren und weiterzuverkaufen (Prakash & Manhart, 2010). Bei der Verarbeitung werden ineffiziente Recyclingmethoden angewandt, bei denen die Schrottarbeiter einer erheblichen Schadstoffbelastung ausgesetzt sind.



Zudem führt die Entsorgung und Behandlung der Geräte auf den Schrotthalden zu einer starken Verschmutzung der Umwelt (Atiemo, Ofori, Kwame, & H. Kuranchie-Mensah, 2012). Die Ursachen dieser Probleme liegen nicht nur in den Entwicklungsländern selbst, sondern sind auch in den Exportländern von Elektro- und Elektronikgeräten wie Deutschland zu finden. Von dort ist der Export von Elektronikschrott nach Ghana gesetzlich verboten (Verordnung 1013/2006/EG). Allerdings existieren zahlreiche Hürden, die eine Einhaltung dieser Regelungen erschweren. Das Umweltbundesamt (2010) fasst das Ausmaß und die Komplexität des Problems treffend zusammen:

Die umwelt- und gesundheitsschädigende Entsorgung der exportierten Elektroaltgeräte erweist sich als vielschichtige Problematik und ist ein eindrucksvolles und repräsentatives Beispiel für eine neue Generation von globalen Umweltproblemen, die nicht leicht, nicht national und auch nicht allein mit rechtlichen Regelungen gelöst werden können. (S. 1)

Diese Problematik ist auch für die Gesundheitswissenschaften relevant. Ein Blick auf die Handlungsfelder dieses Fachgebiets macht schnell deutlich, dass Umweltbedingungen eine wesentliche Determinante für den Erhalt von Gesundheit und die Entstehung von Krankheit darstellen. Daher muss sich auch die Gesundheitswissenschaft verstärkt Aspekten der Umweltverschmutzung und der Erhaltung natürlicher Ressourcen widmen. In einer zunehmend vernetzten globalisierten Welt ist es notwendig, das System als Ganzes zu betrachten. Es sollte auch ein Blick auf Wechselwirkungen von nationalen Handlungen mit der restlichen Welt geworfen werden. Damit sind auch negative Auswirkungen verbunden, die nicht sofort erkannt werden. So ist Deutschland ebenso mitverantwortlich für die Gesundheits- und Umweltbelastungen durch Elektronikschrott in Ghana.

Aus dieser Problemlage ergibt sich die Fragestellung der vorliegenden Bachelorarbeit: „Welche Gesundheits- und Umweltschäden entstehen durch Elektronikschrott in Ghana und wie können diese verhindert werden?“ Diese Forschungsfrage entwickelte sich im Rahmen eines Praxissemesters im Bernhard-Nocht-Institut (BNI) für Tropenmedizin.

## **1.2 Ziel und Methodik der Arbeit**

Das Ziel dieser Bachelorarbeit ist es einerseits, darzustellen welche Folgen für die Gesundheit und Umwelt durch Elektronikschrott in Ghana entstehen. Andererseits sollen wirksame Interventionsmöglichkeiten aufgezeigt werden. Übergreifendes Ziel ist es, einen Anstoß zur Verbesserung der Elektronikschrott-Problematik in Ghana zu geben. Wie methodisch vorgegangen wird, um dieses Ziel zu erreichen, wird im Folgenden geschildert.

Zur Beantwortung der ersten Komponente der Forschungsfrage wird anhand aktueller Studien die Schadstoffbelastung der Arbeiter und Umwelt dargestellt. Außerdem werden mögliche Auswirkungen beschrieben. Für die Beantwortung der zweiten Komponente der Forschungsfrage wird eine Analyse von Handlungsansätzen durchgeführt. Dabei wird sich auf Interventionsmöglichkeiten von Organisationen beschränkt. Dazu gehören unter anderem Nichtregierungsorganisationen (NGOs), Non-Profit-Organisationen (NPOs), Stiftungen und Verbände, die hauptsächlich gemeinnützige, soziale und wissenschaftliche Ziele verfolgen. Wirtschaftliche Ziele sollen im Hintergrund stehen. Im Anschluss wird vereinfacht der Begriff "Organisationen" für diese Akteure verwendet. Die Eingrenzung der Akteure, die zu einer Verbesserung der Probleme beitragen können, soll die Realisierbarkeit der Handlungsansätze erhöhen. Wie das Zitat des Umweltbundesamtes schon deutlich macht, sind die komplexen Probleme im Zusammenhang mit Elektronikschrott nicht allein mit Gesetzen zu lösen. Außerdem wird sich auf die Beziehung von Ghana als Importeur und Deutschland als Exporteur von Elektronikschrott konzentriert, um sich in der Komplexität der Problematik auf die Stoffströme zweier Länder zu beschränken und so gezielter Handlungsansätze aufzuzeigen.

Um Handlungsempfehlungen zu geben, müssen bisherige Aktivitäten zur Verbesserungen der Problematik zunächst erfasst werden. Dafür wurde eine Querschnitterhebung mithilfe einer Onlinebefragung durchgeführt. Mit diesem Erhebungsdesign können innerhalb einer kurzen Zeitspanne viele Organisationen befragt werden. Eine Analyse der ermittelten Handlungsansätze soll deren Stärken und Schwächen aufzeigen, um anschließend Interventionsmöglichkeiten anzuregen.

### **1.3 Aufbau der Arbeit**

Die Bachelorarbeit ist wie folgt strukturiert: Zu Beginn wird der Hintergrund der Elektronikschrott-Problematik erläutert. Es wird mit einer Definition des Wortes „Elektronikschrott“ begonnen, um vorab begriffliche Schwierigkeiten zu vermeiden. Daraufhin wird ein Überblick über relevante gesetzliche Regelungen für die Entsorgung von Elektronikschrott geschaffen. Da diese maßgeblich den Umgang mit Elektro- und Elektronikgeräten reglementieren und somit auch eine Quelle von Missbrauch darstellen, sind gewisse Grundlagenkenntnisse notwendig. Im Anschluss wird die Herkunft der Geräte beschrieben. Hier wird dargestellt von welchen vielfältigen Quellen die Geräte innerhalb Deutschlands stammen und in den Export gelangen. Um den Export von Elektronikschrott einzudämmen, ist es notwendig zu wissen, wie es überhaupt zu einem Export der Geräte kommen kann. Außerdem wird beschrieben, welche Länder hauptsächlich nach Ghana exportieren.

Zusätzlich spielen die ökonomischen Gründe für den Export von Elektro- und Elektronikgeräten in dieser Problematik eine wichtige Rolle und werden daher näher erläutert. Die Hintergrundinformationen werden mit einer Darstellung der Elektronikschrottverarbeitung in Ghana abgeschlossen. Für eine Implementierung von Maßnahmen vor Ort sind Kenntnisse über Entsorgungsstrukturen in Ghana und soziale sowie wirtschaftliche Hintergründe unerlässlich. Als nächstes folgt die Darstellung der Schadstoffbelastung durch Elektronikschrott in Ghana. Dabei wird zunächst der Grad der Verschmutzung der Umwelt beschrieben und dann werden Auswirkungen erläutert. Da eine verschmutzte Umwelt auch eine maßgebliche Ursache für Gesundheitsbelastungen darstellt, werden diese im Anschluss aufgezeigt. Daraufhin werden Möglichkeiten der Prävention und Verbesserung der Verschmutzungssituation erläutert und die Rahmenbedingungen für die folgende Vorgehensweise abgesteckt. Anschließend wird die Befragung nationaler Organisationen zu Handlungsansätzen dargestellt. Es werden Ziele, Methodik und Ergebnisse der Befragung geschildert. Schließlich werden die Handlungsansätze analysiert. Zunächst erfolgt eine Einordnung der Handlungsansätze und dann eine Bewertung. Dabei können Stärken und Schwächen bisheriger Handlungsmaßnahmen herausgearbeitet werden. Anhand dieser Analyse werden im Anschluss Interventionsmöglichkeiten aufgezeigt.

## **2 Hintergrund der Elektronikschrott-Problematik**

Bevor die Folgen der Elektronikschrott-Verarbeitung im informellen Sektor Ghanas geschildert werden, ist es hilfreich, mit Details zum Hintergrund der Problematik vertraut zu sein. Ohne diese Erkenntnisse wäre es zudem unmöglich, Handlungsansätze zur Lösung der Problemlage zu bewerten. Im Folgenden wird daher auf den Begriff Elektronikschrott sowie die Herkunft der Geräte eingegangen. Danach werden gesetzliche Regelungen zum Umgang mit Elektronikschrott und ökonomische Treiber für den Export dargestellt. Außerdem werden Prozesse und involvierte Akteure bei der Elektronikschrott-Verarbeitung beschrieben.

### **2.1 Begriffsbestimmung „Elektronikschrott“**

Laut UNEP kann der Begriff Elektronikschrott für ausrangierte Computer, elektronische Büroausstattung, Unterhaltungselektronik, Mobiltelefone, Fernseher und Kühlgeräte verwendet werden. Diese Definition umfasst gebrauchte Elektro- und Elektronikgeräte, die für Wiederverwendung, Weiterverkauf, Materialverwertung, Recycling und Entsorgung bestimmt sind.

Die offizielle Bezeichnung von Elektronikschrott lautet „Elektro- und Elektronikaltgeräte“ (EAG). Diese amtliche Definition ist neutraler gewählt und verführt nicht zu der missverständlichen Annahme, dass Elektronikschrott wertlos sei. In Elektro- und Elektronikaltgeräten sind bekanntermaßen auch Wertstoffe wie Edelmetalle zu finden. Unabhängig von den verarbeiteten Wertstoffen, ist es zudem sehr schwer, eine Grenze zu definieren, ab wann ein Gerät unbrauchbar ist. Diese Grenze kann zwischen Industrie- und Entwicklungsländern stark variieren.

In dieser Ausarbeitung wird der Terminus „Elektronikschrott“ bevorzugt und synonym zu „Elektro- und Elektronikaltgeräten“ verwendet. Diese Entscheidung basiert auf dem in englischer Literatur vorwiegend benutzten Begriff „electronic waste“, dem „Elektronikschrott“ sehr nahe kommt.

### **2.2 Relevante gesetzliche Regelungen**

Um bei der Herstellung, Entsorgung und Wiederverwertung von Elektronikschrott bestimmte Ansprüche wie den Schutz von Ressourcen und der Umwelt einhalten zu können, sind gesetzliche Vorschriften unvermeidlich. In diesem Unterpunkt werden die wichtigsten gesetzlichen Regelungen im Bereich Elektronikschrott für Akteure auf internationaler sowie nationaler Ebene zusammengefasst. Es wird eine Auswahl von Abkommen und Gesetzen dargestellt, die für das Verständnis relevant sind und maßgeblich den Umgang mit Elektronikschrott in den unterschiedlichen Staaten regeln.

### **2.2.1 Internationale Ebene**

Das Basler Übereinkommen über die Kontrolle zur grenzüberschreitenden Verbringung gefährlicher Abfälle und ihrer Entsorgung vom 22. März 1989 stellt ein relevantes Abkommen hinsichtlich der Elektronikschrott-Problematik auf internationaler Ebene dar. Es ist das einzige globale Abkommen, welches die grenzüberschreitende Verbringung gefährlicher und anderer Abfälle kontrolliert und eine umweltgerechte Handhabung derer fordert (Schlupe et al., 2011). Dieser Vorsatz soll durch das Einhalten gewisser Verpflichtungen erreicht werden. So dürfen gefährliche Abfälle zum Beispiel nur ausgeführt werden, wenn der Einfuhrstaat seine ausdrückliche Erlaubnis erteilt hat. Außerdem darf eine grenzüberschreitende Verbringung von Abfällen nur genehmigt werden, wenn Transport und Entsorgung der Abfälle ungefährlich sind (Secretariat of the Basel Convention, 2011). Ghana gehört zu den Nationen, die sich verbindlich dem Abkommen verpflichtet haben (Basel Convention, 2011b).

Die „Bamako Konvention über den Verbot des Imports gefährlicher Abfälle nach Afrika und die Kontrolle der grenzüberschreitenden Verbringung und Behandlung gefährlicher Abfälle innerhalb Afrikas“ ist ein Abkommen afrikanischer Länder, das sich an das Basler Abkommen anlehnt und 1998 in Kraft trat. Allerdings geht es über die Regelungen der Basler Konvention hinaus, indem es den Import jeder Art von gefährlichem Abfall, inklusive radioaktivem Abfall, verbietet (Schlupe et al., 2011). Ghana hat das Abkommen 2004 unterschrieben (African Union, 2010).

### **2.2.2 Europa**

Um eine Abfallverbringung innerhalb der EU-Staaten sowie zwischen der EU und anderen Ländern zu kontrollieren, führte die EU die Verordnung (EG) Nr. 1013/2006 über die Verbringung von Abfall (VVA) ein. Diese Regelung bezieht sich auf die Verbringung von Abfall zwischen EU-Staaten und zu Ländern der OECD (Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung), der EFTA (Europäische Freihandelsassoziation) sowie den Vertragsparteien des Basler Übereinkommens. Dort ist festgelegt, dass jegliche Ausfuhr von zur Beseitigung bestimmten Abfällen, mit Ausnahme der EFTA-Staaten, aus der Gemeinschaft verboten ist (Artikel 34). Des Weiteren regelt Artikel 36, dass die Ausfuhr von zur Verwertung bestimmter Abfälle aus der Gemeinschaft in Staaten, für die der OECD-Beschluss nicht gilt, ebenfalls verboten ist. Da Ghana kein EFTA-Staat ist und den OECD-Beschluss nicht unterschrieben hat, ist es verboten, Elektronikschrott von Europa nach Ghana zu exportieren.

Innerhalb von Europa bestimmen die Richtlinien 2002/95/EG (RoHS: Restriction of Hazardous Substances) und 2002/96/EG (WEEE: Waste of Electrical and Electronic Equipment) vom 27. Januar 2003 den Umgang mit Elektronikschrott.

Die RoHS-Richtlinie soll die Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten beschränken. Dadurch soll ein Beitrag zum Gesundheitsschutz und einer umweltgerechten Verwertung und Beseitigung von Elektro- und Elektronikaltgeräten geleistet werden (Richtlinie 2002/95/EG, ABl. EU Nr. L 37, S. 19). Die WEEE-Richtlinie zielt auf eine Vermeidung von Abfällen von Elektro- und Elektronikgeräten ab und bezweckt dies unter anderem durch vermehrtes Recycling. Außerdem sollen alle an dem Lebenszyklus eines Elektrogeräts Beteiligten, wozu Verbraucher, Hersteller und Vertreiber gehören, in den Umweltschutz-Prozess eingebunden werden (Richtlinie 2002/96/EG, ABl. EU Nr. L 37, S. 24). Am 4. Juli 2012 wurde die WEEE-Richtlinie wesentlich erneuert. Fortan müssen Exporteure von Elektro- und Elektronikgeräten nachweisen, dass es sich bei den Geräten um funktionierende Gebraucht- oder Neugeräte handelt (Richtlinie 2012/19/EU, ABl. EU Nr. L197, S.39). Diese Änderung soll innerhalb von 18 Monaten von den Mitgliedsstaaten in nationales Recht umgesetzt werden.

In Deutschland wurde die RoHS- und WEEE-Richtlinie durch das Elektro- und Elektronikgerätegesetz (ElektroG) am 13.08.2005 in nationales Gesetz umgesetzt. Die vollständige Bezeichnung lautet „Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten“ (Abs. 1 Satz 762 BGBI). Durch das ElektroG tragen Hersteller, Vertreiber und andere Akteure eine größere Verantwortung für den Lebensweg der gebrauchten Geräte. Verbraucher müssen nun ihren Elektronikschrott bei kommunalen Sammelstellen oder einem Rücknahmesystem von Vertreibern oder Herstellern abgeben. Bei den Sammelstellen sortieren die Kommunen die Geräte in fünf Gruppen für die Abholung durch die Hersteller (siehe Tabelle 1).

**Tabelle 1: Sortierkriterien nach dem ElektroG (§ 9 Abs. 1 Satz 762 BGBI)**

1. Haushaltsgroßgeräte und automatische Ausgabegeräte
2. Kühlgeräte
3. Informations- und Kommunikationsgeräte, Geräte der Unterhaltungselektronik
4. Gasentladungslampen
5. Haushaltskleingeräte, Beleuchtungskörper, Werkzeuge, Spielzeuge, Sportgeräte, Überwachungs- und Kontrollgeräte

Die Hersteller wiederum sind in der Pflicht, eine fachgerechte Abholung und Entsorgung von privat gebrauchten und gewerblich verwendeten Elektro- und Elektronikgeräten zu gewährleisten (UBA, 2005). Um diesen Prozess zu koordinieren, wurde von den Herstellern die stiftung elektroaltgeräte-register (stiftung ear) im Sinne des ElektroG gegründet. Die Stiftung registriert die Hersteller von Elektro- und Elektronikgeräten und sorgt für eine Bereitstellung der Sammelbehälter und eine Abholung der Geräte (stiftung ear, 2013).

## **2.3 Herkunft der Geräte**

Nicht nur Industrienationen, sondern auch viele Entwicklungsländer haben in den vergangenen Jahren eine Zunahme des Gebrauchs von Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) zu verzeichnen (International Telecommunication Union (ITU), 2012). Dieser Trend wird durch den Import von gebrauchten Elektro- und Elektronikgeräten gefördert. Einerseits wurde hierdurch ein Wandel im IKT-Sektor hervorgerufen, der hohe Investitionen in Mobilfunknetze vor Ort mit sich brachte (Schluep et al., 2011). Andererseits werden auch große Mengen von Geräten eingeführt, die am Ende ihrer Funktionsdauer oder nicht mehr brauchbar sind (Sander & Schilling, 2010). In Ghana werden die gebrauchten Elektro- und Elektronikgeräte zum Teil von Verwandten aus dem Ausland geschickt oder mitgebracht (Frandsen et al., 2011). Außerdem werden Gebrauchtgeräte als Spende eingeführt, um den Unterschied im Gebrauch von IKT zwischen Entwicklungs- und Industrieländern, auch als „Digital Gap“ bezeichnet, weiter zu verringern. Meistens werden auf diese Weise allerdings nur unbrauchbare Geräte entsorgt (Kuper & Hojsik, 2008). Elektronikschrott wird in diesen Fällen als „Second-Hand-Ware“ deklariert ins Land eingeführt. Auch Händler kaufen gebrauchte oder defekte Geräte häufig von europäischen Firmen, denen eine fachgerechte Entsorgung zu teuer ist und importieren sie als „Second-Hand-Ware“ (Frandsen et al., 2011). Für deren Entsorgung existieren keine geeigneten Möglichkeiten in Entwicklungsländern wie Ghana. Wie in 2.2.1 beschrieben, ist es verboten, Elektronikschrott nach Ghana zu importieren. Trotzdem werden relevante Mengen aus Industrieländern ausgeführt (Frandsen et al., 2011).

Nach Frandsen et al. (2011) stammen viele Gebrauchtgeräte, die nach Ghana importiert werden, aus Europa. Große Exporteure sind unter anderem Großbritannien, die Niederlande und Deutschland. Auch die USA exportieren große Mengen von Elektronikschrott, genaue Zahlen hierzu fehlen allerdings (Frandsen et al., 2011). Die Herkunftsorte der Geräte sind vielfältig und reichen über die beispielhaft aufgezählten hinaus. Auf die Mengen des Exports sowie die Herkunft der Exportgüter wird in den nächsten beiden Punkten eingegangen.

### **2.3.1 Deutschland**

Laut einer Publikation des Umweltbundesamtes von Sander und Schilling (2010) werden relevante Mengen an gebrauchten Elektro- und Elektronikgeräten aus Deutschland exportiert. Genaue Zahlen über die Menge und Art der exportierten Geräte sind nicht dokumentiert. Anhand vorhandener Exportdaten schätzen die Autoren jedoch, dass die Gesamtexportmenge von Elektro- und Elektronikgeräten in Deutschland im Jahr 2008 bei 155.000 Tonnen lag. In den Exportstatistiken ist es nicht üblich, bei Elektro- und Elektronikgeräten zwischen Gebraucht- und Neuware zu unterscheiden, weshalb die Zahl alle Geräte um-

fasst. Allerdings ist aufgrund des geringen Werts der exportierten Geräte davon auszugehen, dass ein großer Teil gebraucht oder illegal exportierter Elektronikschrott ist. Es ist nicht möglich, eine bestimmte Herkunftsquelle der gebrauchten oder defekten Elektro- und Elektronikgeräte auszumachen, auf die ein Großteil zurückgeführt werden kann. Ein bedeutender Teil der Exportware stammt von gewerblichen oder privaten Sammlern, die ihre Geräte durch Sperrmüllberaubung, Flohmärkte oder über Internet und Printmedien anhäufen. Großhändler kaufen die Elektro- und Elektronikgeräte von Kleinhändlern und exportieren diese. Jedoch auch auf andere Wege gelangen die Geräte in den Export. Sander und Schilling (2010) beschreiben die Vermutung, dass immer wieder Altgeräte auf unterschiedliche Weise illegal an Akteure außerhalb des Recyclingsystems wie Exporteure oder Zwischenhändler übergeben werden. Zum Beispiel Abfalltransporteure, die Geräte von Sammelstellen zu Erstbehandlern transportieren, unterliegen keiner ausreichenden Kontrolle (Sander & Schilling, 2010).

### **2.3.2 Sonstige Länder**

In den Ländern der Europäischen Union ist die Sammlung von Elektronikschrott aus privaten Haushalten unterschiedlich organisiert. Zu den üblichen Methoden gehören kommunale Abhol-Services oder terminlich vereinbarte Sperrmüllsammlungen (Schluep et al., 2011). Die Wege, auf denen Elektronikschrott das Abfallregime verlässt und illegal exportiert wird, sind vielfältig und gleichen denen in Deutschland. Im Exportgeschäft sind zahlreiche Akteure aktiv und genaue Zahlen über exportierte Mengen gebrauchter Elektro- und Elektronikgeräte sind nicht existent. Nach Seum und Herman (2010) kann allerdings aufgrund des geringen Werts der Exportgüter pro Tonne davon ausgegangen werden, dass ein großer Teil der ausgeführten Elektro- und Elektronikgeräte gebraucht oder am Ende ihrer Nutzungsdauer sind. Die Autoren betonen, dass keine quantitativen, sondern nur qualitative Aussagen über exportierte Gebraucht- und Altgeräte gemacht werden können (Seum & Herman, 2010).

Nach dem Statistischen Amt der Europäischen Union (Eurostat) wurden im Jahr 2011 beinahe 40.000 Tonnen neue und gebrauchte Elektro- und Elektronikgeräte aus der EU nach Ghana exportiert. Wie in Abbildung 1 zu erkennen, ist der Export seit 2005 insgesamt gestiegen. Auf der Abbildung sind die gemeldeten Elektro- und Elektronikgeräteexporte von drei großen Exporteuren von gebrauchten Elektro- und Elektronikgeräten nach Ghana dargestellt (siehe 2.3). Es werden Großbritannien, Deutschland und die Niederlande miteinander verglichen. Großbritannien exportiert mit großem Abstand am meisten Elektro- und Elektronikgeräte nach Ghana. Im Jahr 2011 sind es ca. 28.000 Tonnen. Deutschland und die Niederlande bilden mit circa 2000 Tonnen den geringfügigen Anteil. Die Exportzahlen der Niederlande sind als einzige rückläufig.



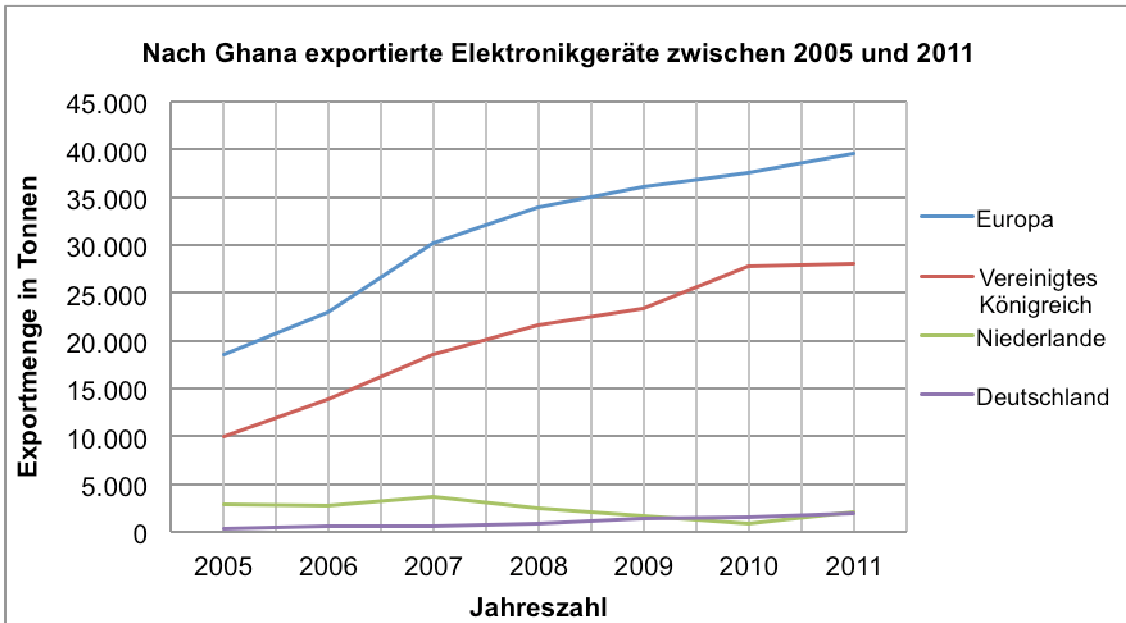


Abbildung 1: Export von Elektronikgeräten nach Ghana (Eurostat, 2011)

Bei der Betrachtung der Daten ist zu beachten, dass es nicht möglich ist, mithilfe aktueller Statistiksysteme die Exporte von neuen und gebrauchten Geräten separat zu erfassen. Darüberhinaus werden falsche oder allgemeine Zolldeklarationen genutzt, um den illegalen Export von Elektronikschrott zu verdecken (Seum & Herman, 2010). Die Zahlen könnten zudem durch den Export nicht registrierter Elektro- und Elektronikgeräte in Gebrauchtwagen manipuliert sein. Über das Beladen von Autos verlassen große Mengen das Land ohne kontrolliert oder erfasst zu werden (Sander & Schilling, 2010). In den allgemeinen Exportstatistiken ist demnach davon auszugehen, dass eine große Menge exportierter Elektro- und Elektronikgeräte nicht aufgeführt und die Exportmenge eigentlich höher ist. Es wird geschätzt, dass Deutschland im Jahr 2008 insgesamt ca. 155.000 Tonnen Elektro- und Elektronikgeräte exportierte (Sander & Schilling, 2010). Deutschland zählt zu den europäischen Hauptexporteuren von gebrauchten Elektro- und Elektronikgeräten nach Ghana (Frandsen et al., 2011).

Deutschland scheint daher mit einem Exportanteil von 912 Tonnen im Vergleich zur EU mit einer Gesamtexportmenge von fast 34.000 Tonnen nach Ghana in der allgemeinen Exportstatistik unterrepräsentiert zu sein (Eurostat, 2011). Dies könnte auch für andere Länder zutreffen. Analysen von Seum und Herman (2010) deuten darauf hin, dass Großbritannien wegen seiner überproportional hohen Exportmenge von Elektro- und Elektronikgeräten Elektronikschrott entweder nicht im eigenen Land entsorgt oder als Transitland nach Westafrika fungiert.

## 2.4 Ökonomische Faktoren

Der wirtschaftliche Hintergrund, warum gebrauchte und Elektro- und Elektronikgeräte und Elektronikschrott in Entwicklungsländer exportiert werden, ist unterschiedlich und hängt von vielen Aspekten ab. Obwohl die Transportkosten meist relativ günstig sind, ist es nach Sander und Schilling (2010) unwahrscheinlich, dass sich der Export allein aus den Erlösen der Rohstoffe finanzieren lässt. Wahrscheinlicher ist, dass eingesparte Entsorgungskosten in Deutschland und geringe Kosten für die Verarbeitung der Geräte in Ghana, als Anreiz für den Export dienen. Dies hängt allerdings von der Art des Geräts und den derzeitigen Rohstoffpreisen auf dem Markt ab. Wesentliches Kriterium für den Export ist, dass die Transportkosten gedeckt werden. Meist bezahlt sich die Verfrachtung eines Containers über eine Mischfinanzierung von funktionsfähigen und defekten Elektro- und Elektronikgeräten (Sander & Schilling, 2010).

Am Beispiel von Röhrenmonitoren haben Sander und Schilling (2010) anhand von Schätzungen den Export nach Nigeria durchgespielt. Röhrenmonitore werden als geringwertige Geräte kategorisiert, da sie veraltet sind und trotz Funktionsfähigkeit nur noch geringe Preise erzielen. Nach einer Gegenüberstellung der Marktpreise in Nigeria mit den Logistikkosten in Deutschland wurde geschätzt, dass durch den Export ein Erlös von 0,5 bis 1 Euro pro Gerät erzielt werden kann. Dabei wurde einkalkuliert, dass 3 bis 4 Euro Entsorgungskosten pro Gerät eingespart werden und sehr großzügig gerechnet, die Hälfte des Erlöses an die Exporteure abgegeben wird. Bei effektiver Verstauung könnten 900 Röhrenmonitore in einem Container Platz finden, was einen Erlös von 450 bis 900 Euro pro Container ergeben würde. Im Importland kann davon ausgegangen werden, dass die Preise extrahierter Rohstoffe weit unter dem Weltmarktpreis liegen und nur geringe Erlöse für das Gerät erzielt werden. Zusammenfassend lassen sich also Geräte mit Entsorgungskosten und -erlösen unterscheiden. Bei Geräten mit Entsorgungskosten wie Röhrenmonitoren lassen sich durch den Export Kosten für die Produktverantwortlichen, also die Entsorger oder Hersteller, einsparen. Bei Geräten mit Entsorgungserlösen wie Waschmaschinen würden die Produktverantwortlichen Verluste erleiden, wenn die Geräte das Abfallsystem verlassen und exportiert werden. Hier würde der Gewinn bei den Exporteuren liegen (Sander & Schilling, 2010).

Durch dieses Beispiel werden Motivationen und Erlöse des Exports nachvollziehbar erklärt. Es dient als Orientierungshilfe für Ghanas Situation, da die Rahmenbedingungen in beiden Importländern ähnlich sind.

## 2.5 Elektronikschrottverarbeitung

Schätzungen zufolge landen monatlich circa 600 Container mit Elektro- und Elektronikgeräten in Ghana (Frandsen et al., 2011). Importeure sind meist ghanaische Elektrogeschäfte oder Händler. Ein Großteil der Ware landet entweder direkt oder über einige Umwege auf den Schrottplätzen des Landes und wird dort im informellen oder halbformellen Sektor weiterverarbeitet. Obwohl die Geräte meist als funktionsfähige Neu- oder Gebrauchtware deklariert wurden, sind teilweise bis zu 75% der Geräte nicht mehr zu verwenden (Kuper & Hojsik, 2008). Diese Geräte landen sofort auf dem Schrottmarkt. Die restlichen Elektro- und Elektronikgeräte werden weiterverkauft. Da die Geräte meist schon am Ende ihrer Funktionsdauer sind, müssen die Verbraucher auch diese häufig schon nach kurzer Zeit entsorgen. Nach Prakash und Manhart (2010) ist die informelle Abfallsammlung von Privathaushalten, Betrieben oder Deponien sehr effektiv organisiert. Schrottsammler kaufen die Geräte für einen sehr geringen Preis ab und bringen sie zur Demontage auf die Schrotthalden.

### 2.5.1 Schauplatz Ghana

Ghana befindet sich in Westafrika am Golf von Guinea zwischen den Ländern Côte d'Ivoire und Togo (siehe Abb.2). In der im Süden des Landes gelegenen Hauptstadt Accra wohnen mehr als zwei Millionen Menschen (Central Intelligence Agency (CIA), 2013). Der Human Development Index (HDI) des Landes liegt bei 0,541, was Platz 135 auf der Weltrangliste darstellt (United Nations Development Programme (UNDP), 2011). Ghana zählt zu den wenigen afrikanischen Ländern mit einem HDI in der Kategorie eines mittleren Entwicklungsstandes. Im privaten Sektor sind 93% der erwerbstätigen Ghanaer beschäftigt. Hiervon sind 7% im



Abbildung 2: Ghana (CIA, 2013)

formellen und 86% im informellen Sektor tätig (Ghana Statistical Service (GSS), 2012). Die Schrotthändler Ghanas gehören hauptsächlich dem informellen Sektor an. Der Schrottmarkt in Agbogbloshie, einem Außenbezirk Accras, ist das Hauptzentrum der Schrottverarbeitung im Land (Bridgen et al., 2008). Die Container mit Elektro- und Elektronikgeräten landen hauptsächlich in dem Hafen der Stadt Tema und werden von dort aus weitertransportiert (Sander & Schilling, 2010).

### **2.5.2 Sozioökonomische Aspekte**

Im Rahmen eines Projekts des Öko-Instituts wurden von Prakash und Manhart (2010) die Hintergründe der Arbeiter im informellen Recyclingsektor für Elektronikschrott in Ghana analysiert. Nach den Schätzungen der Autoren sind in Ghana insgesamt zwischen 20.300 und 33.600 Personen in diesem Sektor tätig. In Accra allein beträgt die Zahl der Schrottsammler und Recycler, ohne den Reparatursektor, zwischen 4.500 und 6000 Personen. Nach den Autoren kommen die meisten Arbeiter aus dem Norden, wo sie in der Landwirtschaft arbeiteten und von Ernteausfällen schwer betroffen waren.



**Abbildung 3: Kind bei der Elektronikschrottverarbeitung in Agbogbloshie (Christina Schröder/Südwind)**

Für Viele ist die Arbeit auf dem Schrottplatz attraktiv, da es die Möglichkeit gibt, regelmäßig etwas Bargeld zu erwirtschaften. Dafür arbeiten sie teilweise 10 bis 12 Stunden am Tag und leben dennoch meist unter Bedingungen extremer Armut. Laut der Autoren sind auch viele Kinder mit der Rückgewinnung von Metallen beschäftigt, die teilweise nicht einmal fünf Jahre alt sind (siehe Abb. 3). Die Schrottsammler verdienen mit 70 bis 140 US Dollar monatlich am wenigsten, während Recycler zwischen 175 und 285 US Dollar verdienen. Viele Familienmitglieder sind von diesem Geld abhängig. Das BIP dieses Sektors wird nicht erfasst, allerdings wird geschätzt, dass dieser Bereich zwischen 105 und 268 Millionen US Dollar zur ghanaischen Volkswirtschaft beiträgt (Prakash & Manhart, 2010).

### 2.5.3 **Verarbeitungsprozess**

Auf dem Schrottplatz zerlegen die Arbeiter die Geräte, die sie vorher gesammelt haben und extrahieren die Rohstoffe. Die gewonnenen Metalle wie Kupfer, Aluminium oder Stahl werden weiterverkauft. Meist führen die Schrottsammler die Demontage selbst durch, teilweise geben sie die Geräte auch an Fachmänner weiter.

Bei der Zerlegung der Elektro- und Elektronikgerätee beschreiben Prakash und Manhart (2010) einfachste und teilweise gefährliche Recyclingtechniken, die eine hohe Gefahr für die Gesundheit und Umwelt der Menschen darstellen. Es fehlen geeignete Werkzeuge und daher benutzen die Arbeiter die bloßen Hände, Steine und Hämmer zur Zerkleinerung der Gerätee. Bei Röhrenmonitoren ist dies ein gängiger Verarbeitungsprozess, bei dem gefährliche Schadstoffe freigesetzt und eingeatmet werden können.



**Abbildung 4: Recyclingprozess in Agbogbloshie (Bilder: Christina Schröder/Südwind; BNI)**

In Abbildung 4 ist ein Recyclingprozess von Elektronikschrott dargestellt. Nach Prakash und Manhart (2010) verbrennen die Schrottarbeiter auch unterschiedliche Geräteteile und Materialien, um an die Rohstoffe im Inneren der Elektro- und Elektronikgerätee zu gelangen. Bei Kabeln zum Beispiel schmilzt die Hitze die PVC-Ummantelung (Polyvinylchlorid) und Kupfer wird gewonnen. Die Verbrennung dieser Materialien setzt gefährliche Schadstoffe wie Dioxine, Furane oder ozonschädigende Fluorchlorwasserstoffe (FCKW) frei (Prakash & Manhart, 2010).

### **3 Schadstoffbelastung durch Elektronikschrott**

Im Folgenden werden die Verunreinigung durch Elektronikschrottreycling in Ghana und daraus resultierende Auswirkungen auf die Umwelt dargestellt. Die Kontamination eines Gebietes steht auch immer in Wechselwirkung mit der Gesundheit der Menschen. Daher werden auch Untersuchungen der Intoxikation der Arbeiter auf den Schrottplätzen und die Folgen für deren Gesundheit beschrieben. Zum Abschluss werden Möglichkeiten der Prävention und Verbesserung der Verschmutzungssituation erläutert.

#### **3.1 Umweltbelastungen**

Laut Schluep et al. (2011) lässt sich die ermittelte Schadstoffbelastung auf ghanaischen Schrottplätzen größtenteils auf Zerlegungs- und Verbrennungsprozesse zur Materialgewinnung sowie die Entsorgung der Geräte oder Gerätekomponenten zurückführen. Die Schadstoffe, die bei den Recyclingprozessen freigesetzt werden, dringen meist direkt in den unbefestigten Boden ein. Die Verbrennung der Geräte führt zu akuten chemischen Gefahren und einer Langzeitkontamination der Umgebung. Zudem entweichen umweltgefährdende Stoffe wie Treibhausgase und ozonabbauende Substanzen in die Atmosphäre (Schluep et al., 2011).

Wie groß das Ausmaß der Verschmutzung tatsächlich ist und welche Auswirkungen auf die Umwelt damit verbunden sind, wird in den nächsten beiden Punkten erläutert.

##### **3.1.1 Grad der Verschmutzung**

Greenpeace führte die erste Studie in Ghana durch, in der die Kontamination der Schrottplätze offengelegt wurde, auf denen die Elektro- und Elektronikgeräte zerlegt, verbrannt und entsorgt werden (Bridgen et al., 2008). Die Untersuchungen konzentrierten sich hauptsächlich auf den Agbogbloshie-Schrottmarkt in Accra. Es wurden dort vier Boden- und Ascheproben und eine Sedimentprobe eines nahegelegenen Sees entnommen. Bridgen et al. (2008) identifizierten in den meisten Proben zahlreiche toxische und persistente organische chemische Schadstoffe und hohe Konzentrationen toxischer Metalle. Viele der gemessenen Metalle und organischen Schadstoffe sind bekanntlich in elektronischen Geräten verarbeitet oder entwickeln sich bei deren Verbrennung. An den Stellen, auf denen eine offene Verbrennung der Geräte praktiziert wird, ergaben sich besonders stark verunreinigte Proben mit Metallkonzentrationen, die weit über der natürlichen Grundbelastung lagen. Kupfer, Blei, Zink und Zinn überschritten diesen Wert um den Faktor 100. Die Antimon-Konzentration war 50-fach und die Cadmium-Konzentration fünffach im Vergleich zur Grundbelastung erhöht. Neben den identifizierten Metallen enthielten die Boden- und Ascheproben diverse organische, einschließlich vieler halogener Chemikalien.

Es wurden zum Beispiel chlorierte Benzole und Flammschutzmittel wie polybromierte Diphenylether (PBDEs) und Triphenylphosphate (TPPs) gemessen. Außerdem zeigten einige Proben eine Belastung mit Phtalaten und polychlorierten Biphenylen (PCBs). Die Sedimentprobe ergab ähnliche Belastungen mit Metallen und organischen Chemikalien wie in den Bodenproben, nur die Konzentration war etwas geringer. Nur die Belastung mit PCDD/Fs, zwei Gruppen chlorierter organischer Verbindungen, war in den Sedimentproben höher als in den Bodenproben (Bridgen et al., 2008).

In welchen Teilen der Geräte die Schadstoffe vorkommen, ist beispielhaft für einige gemessene Metalle und organische Chemikalien in Tabelle 2 dargestellt.

**Tabelle 2: Vorkommen ausgewählter Schadstoffe der Greenpeace-Studie (Bridgen et al., 2008)**

<b>Metalle</b>	<b>Vorkommen</b>
Blei	Lötzinn, Bleioxid in Glas von Röhrenbildschirmen
Cadmium	Kontakte, Schalter, Lötstellen, Cadmiumoxid in Batterien
Antimon	Halbleiterherstellung, Flammschutzmittelzubereitung in Plastik
<b>Organische Chemikalien</b>	<b>Vorkommen</b>
Phtalate	Weichmacher in Plastik (PVC), Tinte, Klebstoff
Polychlorierte Biphenyle (PCBs)	Transformatoröl, Hydraulikflüssigkeit, Weichmacher
Chlorierte Benzole	Lösungsmittel, bei Verbrennung von PVC
Polybromierte Diphenylether (PBDEs)	Additives Flammschutzmittel in Plastik und Schaumstoff
Triphenylphosphate (TPP)	Flammschutzmittel in Harzen, Weichmacher

Weitere Studien bestätigen die hohen Konzentrationen von Schadstoffen auf dem Agbogbloshie-Schrottmarkt. Untersuchungen des Oberflächenstaubes ergaben Werte von Zink, Kupfer, Blei und Cadmium, die 1000-fach über dem Eingreifwert lagen (Atiemo et al., 2012). Der Eingreifwert beschreibt den Konzentrationshöchstwert bei dessen Überschreitung unverzüglich Sicherungsmaßnahmen eingeleitet werden sollten (Matschullat, Tobschall, & Voigt, 1997). Die starke Verunreinigung beschränkt sich nicht nur auf den Schrottmarkt, sondern wurde auch in Proben von Staub einer nahegelegenen Straße und Schule gemessen. Der Geoakkumulationsindex für Blei, Cadmium und Zink zeigte extreme Verschmutzung an (Atiemo et al., 2012).

Nicht nur im Boden, sondern auch in der Luft, lassen sich Spuren der Elektronikschrotterverarbeitung nachweisen. Caravanos et al. (2011) untersuchten Luftproben des Atembereichs der Arbeiter und der Umgebung des Schrottmarkts Agbogbloshie. Die Werte für Aluminium, Kupfer, Eisen, Blei und Zink aus dem Atembereich der Arbeiter waren erhöht und lagen über der maximalen Arbeitsplatzkonzentration.

Während zum Beispiel bei Blei die maximale Arbeitsplatzkonzentration einen Grenzwert von  $0,05 \text{ mg/m}^3$  vorsieht, lag der Wert in Agbogbloshie bei  $0,98 \text{ mg/m}^3$ . Auch in der Umgebungsluft wurden erhöhte Bleiwerte festgestellt (Caravanos, Clark, Fuller, & Lambertson, 2011).

Bei der Betrachtung der Daten ist zu beachten, dass die allgemeine Belastung mit Schadstoffen höher als zum Beispiel in Deutschland ist, da in Accra auch Hausmüll auf den eigenen Grundstücken verbrannt wird.

### 3.1.2 Auswirkungen

Das Ausmaß der Kontamination von Boden und Luft auf Recyclingplätzen in Ghana wurde soeben dargestellt. Welche Auswirkungen diese Schadstoffe kurz- und vor allem langfristig auf die Umwelt in Ghana haben, ist sehr komplex und müsste mithilfe eines detaillierten Gutachtens analysiert werden (Liu et al., 2012). Untersuchungen aus Ländern mit gleichen Recyclingaktivitäten sowie generelle Kenntnisse über Wirkungsmechanismen von Schadstoffen in der Umwelt, lassen sich jedoch auf die Situation in Ghana übertragen.

In Ghana kann es folglich, wie auch in China und Indien berichtet, durch Recyclingaktivitäten zur Kontamination natürlicher Ressourcen kommen. Durch Auswaschung und Verdunstung auf den Schrotthalden werden Böden, Trinkwasser, Ernte, Vieh und Fische verunreinigt (Sepúlveda et al., 2010). Das Abwasser, in dem Rückstände und toxische Flüssig-



**Abbildung 5: Verschmutzter Fluss durch die Schrotthalde Agbogbloshie (Christina Schröder/ Südwind)**

keiten vom Recycling der Elektro- und Elektronikgeräte vorzufinden sind, stellt eine große Gefahr für das Ökosystem der Umgebung dar (siehe Abb. 5). Gelöste Metalle gelten als besonders mobile und daher reaktive und bioverfügbare Fraktionen in einem Gewässer, die folglich leicht von dortigen Organismen aufgenommen werden können (Wong, Duzgoren-Aydina, Aydin, & Wong, 2007). Bioverfügbarkeit und Mobilität gehören wie Akkumulation zu wichtigen Charakteristika zur Beurteilung des Umweltgefährdungspotentials (Reichl & Hammelehle, 2002). Auch viele der in Agbogbloshie ermittelten Schadstoffe akkumulieren sich und sind zudem persistent. Es kommt somit zu einer nicht erwünschten Anreicherung von Chemikalien in der Umwelt, die dort besonders stabil verbleiben (Parlar & Angerhöfer, 1995).



Von den ermittelten hochkonzentrierten Metallen in Agbogbloshie haben Blei, Cadmium und Antimon besonders erhebliche Auswirkungen auf die Umwelt. Blei und Cadmium wirken höchst toxisch gegenüber Tieren und Pflanzen und können sich in diesen anreichern (Sauvé, McBride, & Hendershot, 1997; Bridgen et al., 2008; Agency for Toxic Substances and Diseases Registry (ATSDR), 2012).

Antimon ist normalerweise nur gering dosiert in der Umwelt zu finden und ist in manchen Formen höchst toxisch. Viele chlorierte Verbindungen wie PCB und chlorierte Benzole sind in der Umwelt persistent und können sich in der Natur, speziell auch in Gewässern inklusive derer Lebewesen akkumulieren (Bridgen et al., 2008; ATSDR, 2000).

Von den gemessenen Flammschutzmitteln sind Triphenylphosphate stark toxisch gegenüber aquatischem Leben (Bridgen et al., 2008). Polybromierte Diphenylether hingegen weisen eine geringe akute Toxizität auf, reichern sich allerdings über lange Zeiträume an und können die Gehirnentwicklung von Tieren beeinflussen (Eriksson, Jakobsson, & Frederiksson, 2001). Auch polychlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane sind giftig und akkumulieren sich in der Umwelt (Bridgen et al., 2008).

Die ermittelte Schadstoffbelastung hat nicht nur schwerwiegende Folgen für die Umwelt, sie betrifft auch die Menschen, die sich in unmittelbarer Nähe der Schrotthalde aufhalten.

### 3.2 Gesundheitsbelastungen

Eine Verunreinigung von Boden, Luft und Wasser in Agbogbloshie wirkt sich direkt aber auch indirekt auf die Arbeiter der Schrotthalde sowie benachbarte Anwohner aus. Neben direktem Kontakt mit den Schadstoffen durch die Recyclingaktivitäten, nehmen sie die Gifte über verunreinigte Luft auf (siehe Abb. 6).



Ansonsten erfolgt die Intoxikation über die Nahrungskette durch

**Abbildung 6: Exposition mit giftigem Rauch durch die Verbrennung von Elektronikschrott (Christina Schröder/Südwind)**

den Konsum von belasteten Pflanzen und Tieren oder verunreinigtem Trinkwasser. Im Folgenden wird beschrieben, welche Schadstoffe bei den Arbeitern nachgewiesen wurden und welche Folgen sich daraus für deren Gesundheit ergeben.

### **3.2.1 Intoxikation der Arbeiter**

Im Jahr 2012 wurde die nach dem Wissen der Autoren Asante et al. erste Studie veröffentlicht, welche die menschliche Kontamination durch primitives Elektronikschrottreycling in Ghana untersucht. Es wurden signifikant erhöhte Konzentrationen von Blei, Eisen und Antimon im Urin der Recycler im Vergleich zu einer Kontrollgruppe festgestellt. Nach Ausschluss des Störfaktors Alter und des Trinkwassers als Quelle, führten die Autoren die hohen Konzentrationen auf das Elektronikschrottreycling zurück. Es wurden auch andere erhöhte Werte bei den Arbeitern von zum Beispiel Cadmium und Arsen gemessen. Diese unterschieden sich allerdings nicht signifikant von denen der Kontrollgruppe. Es sind folglich auch andere Quellen als das Schrottreycling wie zum Beispiel der Konsum belasteter Fische für die Schadstoffbelastungen der Arbeiter verantwortlich (Asante et al., 2012).

Eine vorherige Studie von Asante et al. (2011) untersuchte die Muttermilch ghanaischer Frauen auf eine Belastung durch polychlorierte Biphenyle und bromierte Flammschutzmittel (BFRs). Dabei wurden unter anderem erhöhte Konzentrationen bromierter Diphenylether (BDEs) ermittelt, die zu den BFRs gehören. Die Autoren bringen diese erhöhten Werte in Verbindung mit einer kontinuierlichen Exposition beim unkontrollierten Elektronikschrott-Recycling (Asante et al., 2011).

Bis auf die eben genannten, existieren kaum Studien, die die Schadstoffbelastung der Elektronikschrottarbeiter in Ghana untersuchen. Nach der ermittelten Verschmutzung der Recyclingplätze müsste die Belastung der Arbeiter relativ hoch sein, was bisherige Untersuchungen noch nicht vollständig deutlich machen.

### **3.2.2 Auswirkungen**

Im Folgenden liegt der Fokus bei den Belastungen, die bei den Arbeitern im Zusammenhang mit den Recyclingaktivitäten festgestellt worden sind. Es werden bekannte Auswirkungen der gemessenen Schadstoffe auf die Gesundheit beschrieben. Wahrscheinlich existieren auch Belastungen mit anderen Schadstoffen, die bei den bisherigen Analysen noch nicht entdeckt wurden.

Die Konzentrationen von Blei im Urin der Arbeiter waren stark erhöht. Das könnte mit den hohen Bleiwerten in Luft, Gewässer und Boden in Agbogbloshie in Zusammenhang stehen. Die Aufnahme von Blei erfolgt meist über Inhalation, kann allerdings auch über Nahrungsaufnahme und Hautkontakt erfolgen. Es wird angenommen, dass Blei und Bleiverbindungen krebserregend sind (U.S. Department of Health and Human Services Secretary (HHS), 2011).

Laut Bridgen et al. (2008) schädigen sie zudem das Nervensystem, den Blutkreislauf, die Nieren sowie die Fortpflanzungsfähigkeit. Besondere Hochrisikogruppe sind vor allem Kinder, bei denen eine geringe Exposition mit Blei die Gehirnentwicklung beeinträchtigen und zu einer Verminderung der Intelligenz führen kann (Bridgen et al., 2008).

Nach der ATSDR (1992) existieren kaum Untersuchungen über die Effekte von Antimon im menschlichen Körper. Während bei Ratten eine krebserzeugende Wirkung festgestellt wurde, fehlt bisher ein Nachweis für eine karzinogene Wirkung bei Menschen. Negative Folgen für die Gesundheit sind allerdings belegt. Das Einatmen hoher Konzentrationen von Antimon kann Augen und Lunge irritieren und Herz- sowie Lungenprobleme verursachen. Weitere Folgen sind unter anderem Magengeschwüre, Diarrhöe und Erbrechen (ATSDR, 1992).

Eisen ist ein vom menschlichen Körper benötigter Mikronährstoff. Freies Eisen im Körper wirkt allerdings toxisch und kann gesundheitsschädigende Auswirkungen haben. Diese reichen von Hautveränderungen bis zu potentiell tödlichen Leber- und Herzerkrankungen und Schädigungen der Hormondrüsen (Shander, Berth, Betta, & Javidroozi, 2012).

Auch, wenn die Studie von Asante et al. (2012) die Cadmiumbelastung der Arbeiter nicht eindeutig auf das Elektronikschrottreycling zurückführen konnte, ist es als zusätzliche Kontaminationsquelle aufgrund der erhöhten Bodenbelastung nicht auszuschließen. Die Auswirkungen bei einer Langzeitexposition sind schwerwiegend. Eine Belastung durch Cadmium schädigt Niere und Lunge und ist krebserzeugend (ATSDR, 2012)

Die bei ghanaischen Müttern erhöhten Werte bromierter Diphenylether in der Muttermilch erzeugen bei Tieren unter langer Expositionsdauer Leberkrebs. Daher lassen sich auch gesundheitsschädigende Wirkungen beim Menschen vermuten. Zudem führen die BDEs wahrscheinlich zu neurologischen Verhaltensänderungen und einer Beeinflussung des Immunsystems (ATSDR, 2004).

Es wird deutlich, dass von den einzelnen gemessenen Schadstoffen eine sehr große Gefahr für die Gesundheit der Arbeiter und Anwohner des Schrottplatzes ausgeht. Langzeitfolgen dieser Schadstoffexposition wurden bisher in Ghana nicht untersucht. Nach Chen et al. (2010) ist es dringend notwendig, dieses beispiellose Gemisch von Schwermetallen und persistenten organischen Schadstoffen durch Schrottreycling zu analysieren. Die Autoren sehen vor allem bei schwangeren Frauen und kleinen Kindern ein erhöhtes Risiko für Störungen der Gehirnentwicklung des Fötus beziehungsweise Kindes durch die Exposition mit Neurotoxinen (Chen, Dietrich, Huo, & Ho, 2010).

Eine Studie von Liu et al. (2009) zeigte, dass chinesische Dorfbewohner, die nahe einer Schrotthalde leben, mit größerer Wahrscheinlichkeit genetische Mutationen und zytogenetische Schäden davontragen, als eine Kontrollgruppe, die weiter weg wohnte. Mit dem Hintergrund dieser schwerwiegenden Gefährdung nicht nur der Arbeiter auf dem Schrottplatz, sondern auch der umliegenden Bevölkerung, stellt sich die Frage, was zur Prävention getan werden kann und bisher getan wurde.

### **3.3 Möglichkeiten der Prävention und Verbesserung der Verschmutzungssituation**

Die Darstellung der negativen Auswirkungen von Elektronikschrott in Ghana impliziert eine Betrachtung der Maßnahmen zur Verminderung dieser Schäden. Exportländer von Elektronikschrott wie Deutschland tragen eine Mitverantwortung für die Gesundheits- und Umweltbelastungen, die durch die Entsorgung der importierten Geräte in Ghana entstehen. Daher wird in dieser Ausarbeitung der Fokus auf die Rolle Deutschlands gerichtet, dessen Verpflichtung es ist, präventiv im eigenen Land negativen Auswirkungen in Ghana vorzubeugen und gleichzeitig vor Ort Lösungen für eine Verbesserung der Verschmutzungssituation zu implementieren. Diese Herausforderung existiert auch in anderen Ländern wie China, Indien oder Nigeria, in denen Schrottreycling in ähnlichem Umfang ausgeführt wird. In dieser Arbeit wird sich allerdings auf die Problematik in den Ländern Ghana und Deutschland konzentriert, um sich auf eine Auswahl von Systemvariablen zu beschränken und diese gezielter analysieren zu können. Im Folgenden wird beschrieben, welche Präventionsmaßnahmen in der Theorie in Deutschland effektiv wären, bei deren Realisierung es allerdings Schwierigkeiten gibt. Außerdem wird erläutert, welche Herangehensweisen und Theorien bei der Entwicklung und tatsächlichen Realisierung von Handlungsansätzen in Deutschland und Ghana förderlich sein können. Daraufhin wird kurz dargestellt, welche relevanten Projekte auf internationaler Ebene existieren und somit möglicherweise als Vorbild dienen könnten.

#### **3.3.1 Theorie**

Eine Möglichkeit, Schäden durch Elektronikschrott in Ghana zu verringern, liegt in den Exportländern selber. Als wichtigste Präventionsmaßnahme gilt es, zu verhindern, dass der Schrott überhaupt exportiert wird. Um dies in Deutschland umzusetzen und eine weitreichende und nachhaltige Verbesserung der Situation zu erzielen, ist ein funktionierendes Kontrollsystem des bestehenden Gesetzesrahmens im Exportland erforderlich.

Auch eine Analyse der Hamburger Stiftung für Wirtschaftsethik von Kreft und Staffhorst (2012) identifiziert den Hebel der Veränderung in Deutschland im ordnungspolitischen Verantwortungsbereich. Im Mittelpunkt stehen verstärkte Anreiz- und Kontrollstrukturen. Es ist erforderlich, die Kontrolle an den zahlreich vorhandenen Schnittstellen zu intensivieren, an denen die Geräte in den informellen Sektor übergehen und schließlich im Export landen. Zudem ist eine verbesserte Kontrolle bei der Registrierung der Geräte sowie der Ausfuhr am Hafen nötig. Für die Umsetzung der Kontrollen und Bestrafungen ist es allerdings zwingend notwendig, klar zu definieren, ab wann ein Gerät nicht mehr als Gebrauchtgerät, sondern als Schrott eingestuft werden kann. Höhere Strafen würden zusätzlich eine abschreckende Wirkung haben, da sie in Verbindung mit verbesserten Kontrollen eine größere Gefahr für Akteure des informellen Sektors darstellen würden. Bisher existieren zudem kaum Anreize, sondern vielmehr Kosten für die Hersteller bei der Entsorgung des Elektronikschrotts. Kreft und Staffhorst (2012) nennen den Anreiz von Erlösen oder strategischen Vorteilen für die Hersteller als wirksame Maßnahme. Bei einer „individuellen Produzentenverantwortung“ müssten die Hersteller beispielsweise nur ihre eigenen Geräte zurücknehmen und könnten sich dadurch eigene Rohstoffe und Ersatzteile für die Produktion sichern (Kreft & Staffhorst, 2012).

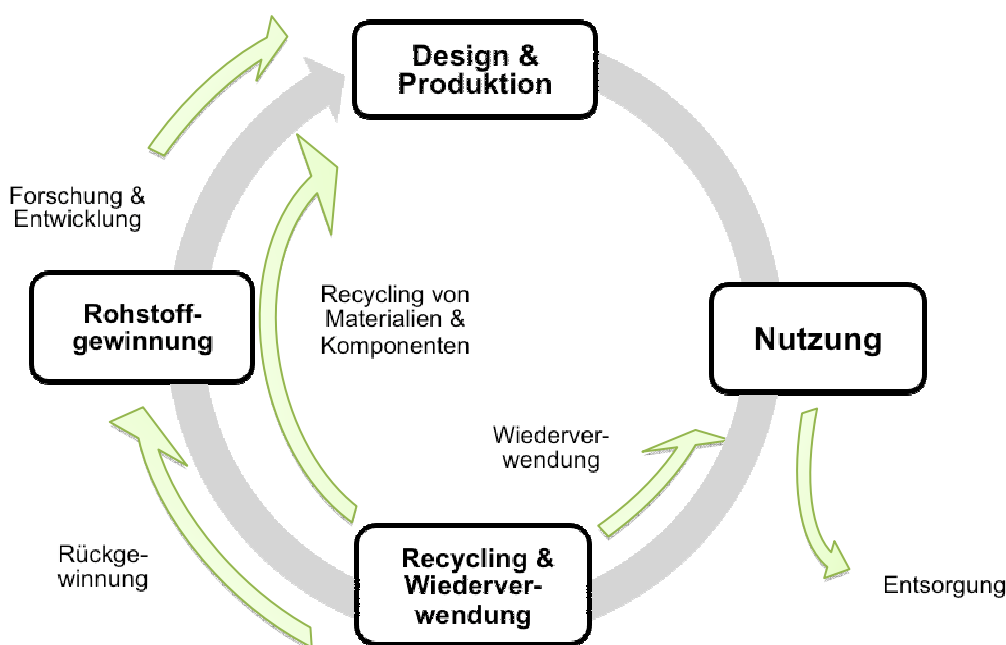
Kreft und Staffhorst (2012) bezeichnen die Politik in dieser Thematik bisher als wenig innovativ und betonen, dass eine hohe Sensibilität gegenüber der Arbeit von Nichtregierungsorganisationen in diesem Feld besteht. In dieser Ausarbeitung wird sich unter anderem aus diesem Grund vorwiegend auf Projekte und Maßnahmen von Organisationen zur Elektronikschrott-Thematik bezogen. Diese Vorgehensweise impliziert keinesfalls eine geringere Gewichtung von ordnungspolitischen Maßnahmen. Im Gegenteil ist hervorzuheben, dass die Politik eine der wichtigsten Instanzen für eine wirksame Veränderung darstellt. Allerdings wurden bisher, trotz zahlreicher nützlicher Maßnahmenvorschläge diverser Organisationen, keine befriedigenden Veränderungen auf politischer Ebene durchgesetzt. Gesetze wie Richtlinie 2012/19/EU, die eine Kontrolle von gebrauchten Elektro- und Elektronikgeräten vor dem Export auf deren Funktionsfähigkeit vorsieht, verfolgen zwar richtige Ziele, sind aber beinahe unmöglich realisierbar. Für eine Überprüfung jedes einzelnen Gerätes würde ein beträchtlicher Zeit- und Beschäftigungsaufwand anfallen. Organisationen wie das Öko-Institut oder Ökopol haben durch ihre Studien und Analysen in der Elektronikschrott-Problematik einen wichtigen Beitrag zur Identifikation des Problems und der Ausarbeitung von Lösungsvorschlägen beigetragen. Nun muss eine Umsetzung in die Praxis erfolgen. Dabei sollten auch vor Ort in Ghana Projekte entwickelt und umgesetzt werden, die zu einer Verbesserung der Verschmutzungssituation führen.

Die Bekämpfung der Problematik kann sich nicht nur auf Deutschland beschränken, sondern sollte das System ganzheitlich auch im Importland einbeziehen.

Auch, wenn Organisationen teilweise geringe finanzielle Mittel zur Verfügung haben und nur eingeschränkt auf die Politik Einfluss nehmen können, so haben sie die Möglichkeit durch eine Intervention an richtiger Stelle, einen großen Beitrag zur Verbesserung des Problems zu leisten. Nach Frederic Vester (2002) sind „flankierende Maßnahmen oft wirksamer als manche Hauptmaßnahme“ (S. 110). Als Vertreter des systemischen Denkens bemängelt Vester das fehlende Erkennen vernetzter Strukturen. Auch in der Elektronikschrott-Problematik mangelt es am Verständnis von systemischen Vernetzungen, was Vester (2002) als wichtigen Fehler im Umgang mit komplexen Systemen beschreibt. Dörner und Reither (1978) identifizierten schon früh anhand eines Experiments häufige Strategiefehler im Umgang mit komplexen Systemen. Zu weiteren wesentlichen Fehlern gehört zudem die Vernachlässigung von Nebenwirkungen (Vester, 2002). In der Entwicklungszusammenarbeit könnte aus diesen Fehlern gelernt werden. Allerdings scheinen sie sich auch im System Elektronikschrott zu wiederholen. So wurde die Verringerung der „Digital Gap“ von der Bundesregierung zum integralen Bestandteil der Entwicklungszusammenarbeit gemacht (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, 2012). Allerdings sind keine Strategien zur Entwicklung nachhaltiger Produktzyklen erkennbar, was auf eine unvernetzte Denkweise zurückzuführen ist. Ohne den Nachhaltigkeitsaspekt kann die Elektronikschrott-Problematik verschlimmert werden. Außerdem werden Wechselwirkungen im System zu gering beachtet.

Bevor in vorhandene Systeme eingegriffen wird, ist es demnach nötig, deren Komplexität zu erkennen. Es sollte sich auf wichtige Schlüsselkomponenten reduziert und die Vernetzung dieser Komponenten gefördert werden (Vester, 2002). Hierfür hat Vester eine Methode namens Sensitivitätsanalyse entwickelt, die zu umfangreich ist, um sie im Rahmen dieser Bachelorarbeit für die Elektronikschrott-Problematik durchzuführen. Die Sensitivitätsanalyse ist ein Werkzeug zur Beantwortung von Fragestellungen zu komplexen Systemen, die nicht mit einer klassischen linearen Vorgehensweise zu lösen sind (Vester, 2002). Es bietet sich an, bestimmte Theorien und Denkweisen von Vester für die Entwicklung von Maßnahmenvorschlägen einzubeziehen. Vester (2004) setzt unter anderem auf die Selbstregulation komplexer Systeme. Er sieht hohes Potential in der Entwicklung kybernetischer Technologien. Dabei sollen schon bei der Planung und Konstruktion der Techniken wie in der Natur die lokale Umwelt miteingebunden werden. Vester hat Grundregeln der Biokybernetik aufgestellt, die von der Natur genutzt werden, um das Überleben komplexer Systeme zu garantieren. Einige davon sind nützlich für die Maßnahmenentwicklung im System Elektronikschrott.

So gibt eine Regel vor, Fremdenergie zu nutzen, statt sie zu bekämpfen. Weiter empfiehlt er die Mehrfachnutzung von Produkten und Organisationsformen. Kreisprozesse zur Abfallverwertung, also Recyclingprozesse sowie Symbiose und biologisches Design von Produkten nehmen in der Biokybernetik einen wichtigen Stellenwert ein (2004). Allgemein sollte bei der systemischen Sichtweise das System von außen betrachtet und dessen Verhalten zur Umwelt untersucht werden (Vester, 2002). Vesters Denkweise knüpft an die Idee eines nachhaltigen Produktlebenszyklus an. Das Ziel ist es hierbei, einen Materialkreislauf zu erschaffen, in dem so viel wie möglich wiederverwertet wird. Abbildung 7 zeigt eine eigene Darstellung eines Produktlebenszyklus für Elektro- und Elektronikgeräte in Anlehnung an eine Abbildung von Sustainable Silicon Valley (2012).



**Abbildung 7: Produktlebenszyklus von Elektro(nik)geräten**

Schon bei der Gewinnung der Rohstoffe, die in den Geräten verarbeitet werden, werden umweltverträgliche und sozial gerechte Methoden angewandt. Die Geräte werden so entwickelt, dass sie während ihres gesamten Lebenszyklus umweltverträglich sind und eine hohe Lebensdauer besitzen. Auf diese Weise wird weniger Elektronikschrott produziert. Es werden so wenige Schadstoffe wie möglich verarbeitet und auch die Produktion ist möglichst energieeffizient und schadstoffarm. Der Großteil der Geräte oder einzelner Komponenten soll wiederverwendet oder recycelt werden. Wertvolle Rohstoffe werden aus den Geräten extrahiert und können bei der Produktion von neuen Geräten eingebunden werden. Im Anschluss werden internationale und deutsche Projekte dargestellt, die relevant für die Elektronikschrott-Thematik in Ghana sind.

### 3.3.2 Praxis

Besonders hervorzuheben als sehr weitreichend und relevant ist das „E-Waste Africa Project“, welches von November 2008 bis Juni 2012 lief. Es wurde koordiniert durch das Generalsekretariat der Basler Konvention, in Zusammenarbeit mit dem Schweizer Institut Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology (EMPA), dem Europäischen Netzwerk für die Umsetzung und den Vollzug von Umweltgesetzen (IMPEL) sowie den Regierungen afrikanischer Staaten. Übergreifendes Ziel war es, die Fähigkeit betroffener afrikanischer Staaten zu verbessern, mit den anfallenden Massen an Elektronikschrott umzugehen (Basel Convention, 2011a). Die einzelnen Komponenten sind in Tabelle 3 aufgeführt. Im Rahmen dieses Projektes wurde eine Vielzahl von Untersuchungen durchgeführt, womit zum Teil Organisationen beauftragt wurden. Dazu gehörte unter anderem die sozioökonomische Studie des informellen Elektronikschrott-Sektors in Ghana vom Öko-Institut. Zudem wurden auch Workshops in den betroffenen Ländern durchgeführt, um Zuständige der Polizei, des Zolls und von Behörden zu schulen, mit dem illegal importierten Elektronikschrott umzugehen (Basel Convention, 2011a).

**Tabelle 3: Ziele des E-Waste Africa Projects (Basel Convention, 2011a)**

1. Steigerung des Informationsstandes über den Import gebrauchter oder defekter Elektro- und Elektronikgeräte nach Afrika zur verbesserten Entscheidungsfindung
2. Verbesserung der Fähigkeiten von Partnerländern mit Elektronikschrott und Altgeräten auf nationalem Level umzugehen
3. Untersuchung der Machbarkeit umweltfreundlicher Materialverwertung
4. Verbesserung der Überwachung und Kontrolle grenzüberschreitender Stoffströme und Verhinderung illegalen Verkehrs

Die internationale Initiative StEP (Solving the E-Waste Problem) verfolgt die nachhaltige Rückgewinnung von Rohstoffen und die Optimierung des Lebenszyklus von Elektro- und Elektronikgeräten. Es sind Vertreter aus Wirtschaft, Politik, Forschung sowie von Regierungs- und Nichtregierungsorganisationen in das Netzwerk eingebunden (StEP Secretariat, 2013).

MakelTfair ist ein anderes Projekt, das von der EU unterstützt wird und sich für faire Bedingungen in der Elektronikindustrie einsetzt. Junge Leute sollen auf die katastrophalen Arbeitsbedingungen und Umweltprobleme aufmerksam gemacht werden, die mit der Herstellung und Entsorgung von Unterhaltungselektronik in Verbindung stehen. MakelTfair möchte gemeinsam mit jungen Leuten Elektronikunternehmen dazu bringen, deren Verantwortung wahrzunehmen und negative Folgen in der Produktionskette zu beseitigen.



Die niederländische Organisation SOMO (Zentrum für Recherche zu Multinationalen Unternehmen) koordiniert MakeITfair zusammen mit anderen internationalen Projektpartnern, wozu auch Germanwatch aus Deutschland gehört (SOMO).

Greenpeace International führte die erste Studie durch, in der die Schadstoffbelastung durch Elektronikschrott in Ghana untersucht wurde (siehe 3.1.1). Mithilfe dieser Untersuchung konnte die Relevanz der Problematik aufgedeckt und andere Forschungsgruppen für fortführende Analysen interessiert werden.

Von deutscher Seite wurde bis auf die Studie vom Öko-Institut und die Untersuchung von Mitarbeitern Ökopols für das Umweltbundesamt kaum relevante Aktionen gegen die Elektronikschrott-Problematik in Ghana sichtbar (Prakash & Manhart, 2010; Sander & Schilling, 2010). Um herauszufinden, welche Aktionen von deutschen Akteuren zur Verbesserung der Probleme durch Elektronikschrott existieren, wurde eine Befragung nationaler Organisationen durchgeführt.

## **4 Befragung nationaler Organisationen zu Handlungsansätzen**

Die Recherche zu Aktivitäten von Organisationen aus Deutschland zum Thema Elektronikschrott in Ghana ergab wenig relevante Ergebnisse. Um herauszufinden, was für Maßnahmen zur Verringerung der durch Elektronikschrott verursachten Umwelt- und Gesundheitsbelastungen tatsächlich existieren, wurde eine strukturierte Befragung von Organisationen durchgeführt.

### **4.1 Ziel**

Ziel der Befragung war es, zu ermitteln, welche deutschen Organisationen sich mit negativen Auswirkungen durch den Export von Elektronikschrott nach Ghana befassen und wie sie dies explizit tun. Anhand der gesammelten Daten soll ein Überblick über vorhandene Aktivitäten und involvierte Beteiligte in der Elektronikschrott-Problematik geschaffen werden. Darüber hinaus soll geprüft werden, ob Interesse und Kapazitäten für eine Arbeit und Vernetzung in diesem Bereich vorhanden und ausbaufähig sind. Mithilfe der Befragung sollen keinerlei qualitativen Aussagen der Organisationen zur Problemlösung erfasst werden. Die Intention ist es, eine Momentaufnahme der Arbeit nationaler Organisationen zu Elektronikschrott in Ghana zu erfassen. Mithilfe der Ergebnisse soll in einer Synthese aller Handlungsansätze aufgezeigt werden, an welchen Stellen Handlungsbedarf erforderlich ist und Organisationen einen wirkungsvollen Beitrag zur Verbesserung der Situation leisten können.

### **4.2 Methodik**

Im Folgenden wird der methodische Hintergrund der Befragung dargestellt. Es wird erläutert, welches Untersuchungsdesign gewählt wurde und wie der Fragebogen aufgebaut ist. Daraufhin wird die Untersuchungspopulation beschrieben und Kritik an der methodischen Herangehensweise geäußert.

#### **4.2.1 Untersuchungsdesign**

Die Daten wurden im Rahmen einer Querschnitterhebung ermittelt. Die Befragung fand in einer vorgegebenen Zeitspanne statt. Der Befragungszeitraum umfasste zwei Wochen und begann am 22.10.2012. Es wurde das Format einer Online-Befragung gewählt. Diese Befragungsmethode ist schnell durchzuführen und zudem kostengünstig. Sie erfasst zu einem Zeitpunkt gleichzeitig alle relevanten Variablen. Mit der Befragungsmethode kann eine Momentaufnahme der Aktivitäten im Elektronikschrott-Bereich erfolgen.

#### **4.2.2 Fragebogenkonstruktion**

Bei der Erstellung des Fragebogens wurden die Fragen möglichst kurz und verständlich formuliert. Der Fragebogen besteht aus 4 Themenblöcken:

1. Soziodemographische Daten
2. Aktivitäten bezüglich Elektronikschrott in Ghana
3. Zukünftiges Engagement in der Problematik
4. Vernetzung zu Elektronikschrott

Im soziodemographischen Themenblock werden Name und Sitz der Organisation sowie Kontaktdaten der Ansprechpartner ermittelt. Danach wird erfragt, ob sich die Organisation in der Elektroschrott-Problematik engagiert. Bei einer positiven Antwort wird nach Inhalten der Projekte und nach Projektländern gefragt. Im Anschluss wird ermittelt, ob die Organisation grundsätzlich in Ghana aktiv ist und wenn ja, was sie genau macht. Sollte die Organisation bisher nicht in der Elektroschrott-Thematik aktiv gewesen sein, wird ermittelt, ob dieser Bereich ein zukünftiges Tätigkeitsfeld darstellen könnte. Sollte er keines darstellen, wird erfragt warum. Als letztes wird die Vernetzung zur Elektronikschrott-Problematik behandelt. Die Organisation wird gefragt, ob sie in ein Netzwerk zur Thematik eingebunden ist. Sollte dies der Fall sein, soll sie das Netzwerk nennen und beurteilen, ob es effektiv ist. Wenn es nicht effektiv ist, wird erfragt warum und welche Verbesserungen nötig sind. Sollte die Organisation bisher in kein Netzwerk eingebunden sein, wird nach dem Interesse an einer Vernetzung gefragt und wie sie sich in ein Netzwerk einbringen würde. In den für die Thematik relevanten Themenblöcken zwei bis vier werden insgesamt 13 Fragen gestellt. Davon sind sechs geschlossene dichotome Fragen. Die offenen Fragen beziehen sich meist direkt auf die geschlossenen Fragen und präzisieren die Aussagen. So werden auch Aspekte jenseits des Categoriesystems erfasst (Diekmann, 2007). Die geschlossenen Fragen dienen der Vergleichbarkeit der Antworten. Sie stellen einen geringen Zeitaufwand für die Befragten dar. Die Erstellung des Fragebogens wurde mithilfe des Online-Tools SurveyMonkey (1999-2012) durchgeführt.

### **4.2.3 Untersuchungspopulation**

Zielgruppe der Untersuchung waren NGOs, NPOs sowie andere Institutionen und Akteure, die sich in der Elektronikschrott-Thematik in Ghana engagieren oder dies in Zukunft tun könnten. Deshalb wurden auch Organisationen angesprochen, die mit anderen Projekten in Ghana aktiv sind und dadurch eventuell mit der Problematik in Kontakt gekommen sind. Bisher gestaltete es sich schwierig, im Elektronikschrott-Bereich tätige Organisationen zu identifizieren. Um möglichst alle relevanten Akteure in dieser Thematik zu erfassen, wurde das sogenannte Schneeballprinzip angewandt (Diekmann, 2007). Es wurde eine Auswahl von 25 Organisationen getroffen, denen ein Fragebogen zugesandt wurde (siehe Anhang). Die ausgewählten Organisationen wurden im Anschreiben per E-Mail darum gebeten, die Fragebögen auch an andere Institutionen weiterzugeben, die in der Elektronikschrott-Thematik aktiv sind oder Interesse daran haben könnten. Zu den 25 Erstkontakten gehörten einerseits Organisationen wie das Öko-Institut oder Ökopol, die schon bekanntermaßen in diesem Feld aktiv waren. Diese wurden über relevante Veröffentlichungen zu der Thematik wie „Where are we in Africa? Findings from the Basel Convention E-Waste Africa Programme“ von Schlupe et al.(2011) identifiziert. Andererseits wurden wichtige Vertreter der Entwicklungsarbeit in Deutschland wie Misereor oder Unicef kontaktiert, von denen bisher nicht bekannt war, dass sie zum Thema Elektronikschrott aktiv sind. Zudem wurde die Umfrage über den Verteiler des Arbeitskreises medizinischer Entwicklungszusammenarbeit (AKME) versandt, bei deren Treffen über die Thematik referiert wurde. Der Fragebogen wurde auch über die Society of International Development (SID) Hamburg an relevante Akteure weitergeleitet.

### **4.2.4 Methodenkritik**

Online-Befragungen bergen ein hohes Risiko, nicht beantwortet zu werden. Um eine möglichst hohe Response-Rate zu erzielen, ist der Fragebogen auf das Wesentliche beschränkt und versucht durch das Versprechen einer Zusendung der Ergebnisse, das Interesse der Befragten zu erhöhen. Zudem wurden für die Versendung der 25 Fragebögen, wenn möglich, ein direkter Ansprechpartner ermittelt. Trotzdem ist die Wahrscheinlichkeit hoch, nicht alle Akteure in der Elektronikschrott-Thematik zu erfassen. Durch die Anwendung der Schneeballtechnik, ist es auch nicht möglich, die Response-Rate zu erfahren. Außerdem haben so auch Organisationen die Möglichkeit zu antworten, die nicht zur Zielgruppe gehören.

### 4.3 Ergebnisse

Insgesamt haben 38 Organisationen den Fragebogen beantwortet. 24% (9) der Organisationen gaben an, in der Elektronikschrott-Problematik aktiv zu sein, während 76% (29) nicht aktiv waren. Welche Aktivitäten von den Organisationen wo durchgeführt werden, ist in Tabelle 4 aufgeführt.

**Tabelle 4: Aktivitäten und Projektländer befragter Organisationen**

Organisation	Aktivitäten	Projektland
<b>Öko-Institut</b>	Untersuchung sozioökonomischer Auswirkungen der Elektronikschrottverarbeitung und Analyse der am besten geeigneten Recyclingtechniken in Ghana; Aufbau nachhaltiger Recyclingmöglichkeiten vor Ort	Deutschland, EU, Ägypten, Ghana
<b>Fraunhofer ICT</b>	Forschung und Entwicklung zur Verwertung stofflicher Polymere und anderer Wertstoffe.	Deutschland
<b>Südwind Institut</b>	Studie und Fact Sheet über Wertschöpfungskette von Mobiltelefonen; allgemeine Bildungsarbeit mit Schulen als Zielgruppe.	Deutschland
<b>Katholischer Akademischer Ausländer-Dienst</b>	Forschung eines Promotions-Stipendiaten; Thematisierung bei Seminaren des KAAD.	Deutschland
<b>Ökopol</b>	Entsorgung und Export von Elektronikschrott in nicht EU-Staaten; Ressourceneffizienz durch Kreislaufschließung	EU
<b>Südwind Agentur</b>	Seit 2009 drei Reisen nach Accra; Herstellung von Infocollern und Versand an 11.000 Menschen; Pressearbeit mit ORF	Ghana, Österreich
<b>Deutsche GIZ</b>	Umfassende Ermittlung von Toxinen durch Exposition bei der Verarbeitung von Elektronikschrott auf der Schrotthalde Agbogbloshie	Ghana
<b>Bremer entwicklungspolitisches Netzwerk</b>	Sensibilisierung von Konsumenten und Konsumentinnen durch Materialverteilung und Aktions- /Infostände zum Thema	Deutschland
<b>Bernhard-Nocht-Institut</b>	Untersuchung der Schadstoffbelastung bei Elektronikschrott-Arbeitern in Agbogbloshie	Ghana

Von den Befragten sind 47% (18) grundsätzlich mit Projekten in Ghana vertreten. Neben den vier Organisationen, die sich vor Ort mit Elektronikschrott befassen, werden sehr unterschiedliche Tätigkeiten wahrgenommen. Einige werden im Anschluss beispielhaft genannt. Misereor zum Beispiel fördert neben vielen anderen Maßnahmen seit Langem Projekte zugunsten von Straßenkindern, die zum Teil in der Verwertung von Computerschrott engagiert sind. Andere Projekte zielen unter anderem auf kindzentrierte Gemeindeentwicklung, Bildung, Kinderrechte und eine Gleichstellung der Geschlechter (Plan International Deutschland). Es werden auch Frauenqualifizierungsprojekte (Marie-Schlei-Verein) und Projekte gegen weibliche Genitalverstümmelung genannt (INTACT).

Von den 29 Organisationen, die sich bisher noch nicht mit dem Thema beschäftigt haben, nannten es 38% (11) als ein mögliches neues Tätigkeitsfeld. 55% (16) sahen darin kein neues Tätigkeitsfeld und 7% (2) gaben keine Antwort (siehe Abb. 8). Insgesamt sind fünf Organisationen in ein Netzwerk zu Elektronikschrott eingebunden und vier davon bezeichnen es als effektiv. Während Ökopol ein eigenes Netzwerk nutzt, ist das Fraunhofer ICT in ein informelles Netzwerk eingebunden. Die



Abbildung 8: Frage Nr. 5 des Fragebogens

Südwind-Agentur ist im Rahmen eines EU-geförderten Projekts Clean IT und dessen Einbindung in MakeITfair vernetzt. Die Deutsche GIZ wiederum ist mit Greenpeace und dem Straßenkinderprojekt „Chance for Children“ in Ghana vernetzt.

Das Öko-Institut macht keine Angaben zur Art und Effektivität des Netzwerkes, in das es eingebunden ist. Auf die Frage „Wenn Ihre Organisation bisher in kein Netzwerk zum Thema Elektronikschrott eingebunden ist, möchte sie in ein Netzwerk eingebunden werden?“ antworteten 18% (6) mit „ja“ und 64% (21) mit „nein“. Die restlichen 18% (6) gaben keine Antwort (n=33).

Die nächste Frage sollte erfassen, inwiefern sich diese sechs Organisationen, die in ein Netzwerk eingebunden werden möchten, dort sinnvoll einbringen könnten. Das Bernhard-Nocht-Institut für Tropenmedizin regte an, Informationen und Daten über das Netzwerk auszutauschen, während Misereor vorschlägt, sich mit Kontakten von Partnern vor Ort zu beteiligen. CAMECO, ein Beratungsbüro für Medien und Kommunikation in Afrika, könnte als Informationsvermittler für Projektpartner dienen. Die Initiative „Afrika ist auch in Bremen e.V.“ ist eine Migrantenorganisation, die Migranten als ihre Zielgruppe sensibilisieren könnte. Harburg 21, eine lokale Agenda 21-Initiative, würde Informationen auf deren Klimaportal veröffentlichen und Aktionen mit lokalen Akteuren wie zum Beispiel eine Handy-Schrott-Woche planen.

## 5 Analyse der Handlungsansätze

Die ermittelten Aktivitäten von befragten Organisationen wurden schon im Rahmen der Ergebnisdarstellung in Punkt 4.3 zusammengefasst. In der folgenden Analyse werden diese Handlungsansätze kategorisiert und beschrieben. Außerdem werden sie bewertet, zusammengefasst und es wird eine Empfehlung abgegeben.

### 5.1 Einordnung

Im Folgenden werden die in der Befragung ermittelten Handlungsansätze von Organisationen anhand ihrer theoretischen oder praktischen Orientierung eingeordnet und beschrieben.

#### 5.1.1 Theoretische Handlungsansätze

Ökopol GmbH, das Institut für Ökologie und Politik, analysierte im Auftrag des Umweltbundesamtes die Entsorgung von Elektronikschrott und gebrauchten Elektro- und Elektronikgeräten in Deutschland und den Export in Nicht-EU-Staaten (Sander & Schilling, 2010). Dabei wurden unter anderem die Schnittpunkte identifiziert, an denen die Geräte die regulären Entsorgungswege verlassen und ins Exportgeschäft übergehen (siehe 2.3.1). Insgesamt wurden Erkenntnisse über Lücken im deutschen Entsorgungssystem ermittelt. Zudem hat Ökopol in der Analyse Maßnahmenvorschläge für verschiedenen Adressaten entwickelt.

Laut Befragung ist Ökopol GmbH auch im Gebiet der Forschung und Entwicklung tätig. Das Institut beschäftigt sich unter anderem mit dem Thema Ressourceneffizienz durch Kreislaufschließung (Ökopol GmbH). Den forschungsbasierten Handlungsansatz verfolgt auch das Fraunhofer Institut für Chemische Technologie (ICT). Es ist in der Forschung und Entwicklung zur Verwertung stofflicher Polymere und anderer Wertstoffe tätig. Der Katholische Akademische Ausländer-Dienst (KAAD) fördert die Forschung in diesem Bereich durch die Arbeit eines Stipendiaten zum Geographischen Informationssystem (GIS) als evidenzbasierte Entscheidungshilfe für Elektronikschrott-Management. Südwind e.V. beschäftigt sich mit metallischen Rohstoffen, allerdings mit dem Fokus auf die Auswirkungen des Rohstoffabbaus und der Verarbeitung in Entwicklungsländern (SÜDWIND e.V.). Im Rahmen einer Untersuchung der Wertschöpfungskette von Mobiltelefonen behandelte das Institut auch das Recycling von Elektronikschrott (Hütz-Adams, 2012).

Die GIZ und das Bernhard-Nocht-Institut für Tropenmedizin analysieren die Auswirkungen der Verarbeitung von Elektronikschrott auf die Schrottarbeiter in Ghana. Es wurde eine umfassende Untersuchung der Exposition der Arbeiter auf der Agbogbloshie-Schrotthalde durchgeführt. Dabei sollten gefährdete Gruppen und verhaltensbedingte Risikofaktoren identifiziert werden.

Ein weiteres Ziel war die Untersuchung auf gemeinsame Krankheitssymptome der Arbeiter aufgrund der Exposition mit Schadstoffen. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind noch nicht veröffentlicht.

Öko-Institut e.V. hat eine umfassende sozioökonomische Analyse des informellen Recyclingsektors für Elektronikschrott von Prakash und Manhart (2010) in Ghana durchführen lassen. Zudem wurde die Machbarkeit einer Einbindung dieses Sektors in eine internationale Kooperation für nachhaltiges Elektronikschrott-Management bewertet (siehe 2.5.2 und 2.5.3). In der sozioökonomischen Bewertung wurden die Auswirkungen der Elektronikschrottverarbeitung im informellen Sektors anhand verschiedener Indikatoren auf die Arbeiter, die Gemeinde und die Gesellschaft analysiert. Bei den Indikatoren handelte es sich zum Beispiel um sichere und gesundheitsverträgliche Arbeitsbedingungen, die Bezahlung oder Menschenrechte. In der Machbarkeitsstudie eines nachhaltigen Elektronikschrott-Managements werden bereits in anderen Ländern erprobte Recyclingtechniken und Organisationswege beschrieben. Diese werden mit dem Hintergrund einer Anwendung im informellen Sektor in Ghana analysiert. Dabei werden bestimmte Kriterien wie die Umwelt- und Sozialverträglichkeit und die Kosten berücksichtigt. Anhand dieser Analyse werden potentielle Geschäftsmodelle entwickelt, die für den Recyclingsektor in Ghana anwendbar sind. Am Ende geben die Autoren Empfehlungen, die bei der Lösung des Elektronikschrott-Problems helfen sollen. Dazu gehört unter anderem eine Einbindung des informellen Sektors in Recyclingaktivitäten und den Nutzen der manuellen Arbeitskraft zur Zerlegung von Elektronikschrott. Außerdem schlagen sie vor, ein Pilotprojekt durchzuführen, um die vorgeschlagenen Recyclingtechniken zu untersuchen (Prakash & Manhart, 2010).

### **5.1.2 *Praktische Handlungsansätze***

Der KAAD betreibt Aufklärung zum Thema Elektronikschrott im Rahmen der Seminare, die der Dienst den Stipendiaten und Stipendiatinnen anbietet. Die Seminare, die im Allgemeinen entwicklungspolitische und religiöse Themen zum Inhalt haben, behandeln auch das Thema Elektronikschrott im Kontext von Umwelt und Ressourcennutzung in Afrika sowie Fragen des Abfallmanagements. Südwind e.V. betreibt Bildungsarbeit in Schulen zur Wertschöpfungskette von Mobiltelefonen. Im Bereich der Aufklärungsarbeit sind auch weitere Organisationen aktiv. Das Bremer entwicklungspolitische Netzwerk e.V. (BeN) sensibilisiert Bremer Konsumenten und Konsumentinnen über Materialverteilung zum Thema Elektronikschrott an Infoständen. Außerdem organisieren sie Aktionsstände zum Thema Mobiltelefon bei Veranstaltungen wie dem „Bremer Klimagipfel“ (BeN e.V.). Auch die Südwind-Agentur GesmbH zeichnet sich durch Aufklärungsarbeit im Bereich Elektronikschrott aus.



Sie wurden im Folgenden miteinbezogen, obwohl sie keine deutsche, sondern eine österreichische Organisation ist. Die Südwind-Agentur antwortete allerdings auf die Befragung und ist als deutschsprachige Organisation intensiv zum Thema Elektronikschrott in Ghana engagiert. So wurden von der Südwind-Agentur seit 2009 schon drei Reisen nach Accra wahrgenommen. Im Jahr 2009 wurde eine große Aufklärungskampagne mit dem Versand von Infocollaps zum Thema an 11.000 Menschen durchgeführt (Südwind Agentur, 2009). Außerdem hat die Südwindagentur in Zusammenarbeit mit dem Österreichischen Rundfunk (ORF) intensiv Pressearbeit betrieben aus der unter anderem eine Weltjournalensendung und ein Artikel hervorkamen.

Tatsächlich initiierte das Öko-Institut mit weiteren Akteuren im Juni 2012 ein Pilotprojekt zum nachhaltigen Schrottreycling in Afrika. Wie in der eben beschriebenen Studie empfohlen, werden in diesem Projekt neue Recyclingstrukturen erprobt, die gesundheits-, umwelt- und sozialverträglichen Standards entsprechen. Es sollen, soweit möglich, auf nationaler Ebene wertvolle Metalle rückgewonnen werden und Arbeiter von der Schrotthalde in den Recyclingprozess integriert werden. Dabei soll jedoch ausschließlich lokal erzeugter Elektronikschrott behandelt werden (Öko-Institut e.V., 2012).

## **5.2 Bewertung**

Nachdem die Handlungsansätze der Organisationen anhand ihrer theoretischen oder praktischen Ausrichtung eingeteilt und beschrieben wurden, erfolgt nun eine Bewertung. Bei der Bewertung wird sich daran orientiert, inwiefern die Handlungsansätze relevant für die Beantwortung der Forschungsfrage sind.

### **5.2.1 Theoretische Handlungsansätze**

Ökopols Analyse zu Stoffströmen von gebrauchten Elektro- und Elektronikgeräten in Deutschland (2010) stellt einen wichtigen Ausgangspunkt für Präventionsmaßnahmen zum Export von Elektronikschrott aus Deutschland dar. Bevor verhindert werden kann, dass Elektronikschrott von Deutschland nach Ghana exportiert wird, ist es notwendig zu erfahren, wie genau diese Export- und Entsorgungsstrukturen funktionieren und wer daran beteiligt ist. Die entwickelten Maßnahmenvorschläge bilden für die jeweils adressierten Akteure eine sinnvolle Orientierung, die teilweise sogar kurzfristig umzusetzen ist. Die Analyse wurde im Auftrag des UBAs durchgeführt, das als zentrale Umweltbehörde die Bundesregierung berät. Also wurde ein Leitfaden entwickelt, dessen Umsetzung von Regierungsentscheidungen abhängt. Es wäre wünschenswert gewesen, hätte das UBA Ökopols als kompetenten fachlichen Ansprechpartner zur Thematik direkt in eine praktische Implementierung dieser Maßnahmen eingebunden.

Forschung und Entwicklung ist im Bereich des Elektronikschrott-Recyclings bedeutend. Die Forschung zur Verwertung von Rohstoffen kann die Menge des anfallenden Elektronikschrotts verringern und zu optimierten Recyclingvorgängen führen. Eine verbesserte und kostengünstigere Möglichkeit der Wertschöpfung aus den Rohstoffen in Elektro- und Elektronikgeräten würde den Anreiz erhöhen, die Geräte noch in Deutschland zu verwerten. Insgesamt sollte stärker am biologischen Design von Elektro- und Elektronikgeräten geforscht werden, was auch schon von Vester (2004) empfohlen wurde. Eine noch geringere Menge von Schadstoffen würde die Umwelt und Menschen bei der Verarbeitung weniger belasten und eine Rückführung der Rohstoffe erleichtern. Die Untersuchungen der GIZ und des BNIs in Ghana könnten verdeutlichen, dass die Recyclingaktivitäten zu einer hohen Schadstoffbelastung bei Schrottarbeitern führen. Diese Ergebnisse können Druck auf verantwortliche Akteure ausüben und die Umsetzung von Präventionsmaßnahmen beschleunigen. Es existiert bereits eine Untersuchung, in der die Intoxikation der Arbeiter auf der Agbogbloshie-Schrotthalde nachgewiesen wurde (siehe 3.2.1). Dies ist kritisch zu sehen. Diese Dopplung der Aktivitäten kann ein Hinweis auf mangelnde Vernetzung und Informationsaustausch zwischen den Akteuren sein. Auch, wenn die neue Studie eine sinnvolle Ergänzung der ersten darstellen kann, hätten die Ressourcen bei der Implementierung eines Projektes vor Ort wirksamer eingesetzt werden können.

Die Analysen des Öko-Instituts von Prakash und Manhart (2010) sind essentiell für die Verbesserung der Elektronikschrott-Problematik in Ghana. Die Ergebnisse spielen eine wichtige Rolle für eine erfolgreiche Umsetzung von Maßnahmen vor Ort. Durch die sozio-ökonomische Analyse können bei der Planung von Programmen Wechselwirkungen mit sozialen und wirtschaftlichen Aspekten einkalkuliert werden. Die Machbarkeitsstudie wiederum stellt eine praktische Handlungsanleitung dar, die nun erprobt werden muss.

### **5.2.2 *Praktische Handlungsansätze***

Der Ansatz der Organisationen in Deutschland die Menschen über die Folgen unsachgerechter Entsorgung von Elektronikschrott aufzuklären, wird von vielen Organisationen umgesetzt. Da eine große Menge des exportierten Elektronikschrotts von Privathaushalten stammt, ist es wichtig, Konsumenten und Konsumentinnen auf die Bedeutung einer sachgerechten Entsorgung aufmerksam zu machen. Diese Präventionsmaßnahme wird allerdings in zu geringem Umfang und zu unwirksam umgesetzt.

Es ist sehr positiv zu bewerten, dass aus den Analysen des Öko-Instituts eine praktische Umsetzung in ein Projekt für nachhaltiges Recycling in Ghana entstanden ist. In diesem Projekt sind wichtige Faktoren in der Planung berücksichtigt worden. So ist zum Beispiel die Schaffung von Arbeitsplätzen vor Ort und der Fokus auf soziale, gesundheitliche und sicherheitstechnische Aspekte hervorzuheben.

Kritisch zu sehen ist jedoch die Ausrichtung des Projekts auf lokal anfallende Schrotte und den expliziten Ausschluss von importiertem Elektronikschrott. Das Konzentrieren auf lokal erzeugte Schrotte ist richtig und erforderlich, da auch im afrikanischen Raum ein wachsender Informations- und Kommunikationstechnologie-Sektor zu verzeichnen ist (siehe 2.3). Importierten Elektronikschrott aus dem Recyclingprojekt auszuschließen, ist allerdings unrealistisch und vernachlässigt eine Kernproblematik. Zudem kann eine Verzerrung des Projekterfolges resultieren.

### **5.3 Synthese**

Insgesamt ist zu erkennen, dass viele der Aktivitäten der befragten Organisationen auf einer theoretischen Auseinandersetzung mit der Elektronikschrott-Problematik in Ghana beruhen. Mithilfe von Situationsanalysen erfassen die Organisationen Entsorgungsstrukturen in Ghana und Deutschland sowie Ex- und Importströme. Außerdem werden Auswirkungen des Exports von Elektronikschrott aus Deutschland ermittelt sowie Problemlösungsansätze analysiert. In Deutschland wird zudem Forschung an Wertschöpfungsverfahren betrieben. Die praktischen Handlungsansätze der befragten Organisationen beschränken sich auf Aufklärungsarbeit in Deutschland und ein Projekt in Ghana zum Aufbau nachhaltiger Recyclingmöglichkeiten.

Die theoretischen Analysen der Problematik liefern wichtige Kenntnisse und stellen die Voraussetzung für eine erfolgreiche Implementierung praktischer Maßnahmen dar. Es existieren jedoch bisher zu wenige Projekte, in denen die gewonnenen Ergebnisse umgesetzt werden. Dies zeugt für eine noch junge Wahrnehmung der Relevanz des Problems oder aber einer neuen Bereitwilligkeit sich dieser Missstände anzunehmen. Die Analyse Ökopols zur Optimierung der Steuerung und Kontrolle grenzüberschreitender Stoffströme bei Elektroaltgeräten/ Elektronikschrott wurde am Ende des Jahres 2010 veröffentlicht (Sander & Schilling, 2010). Auch die Untersuchungen des Öko-Instituts im informellen Sektor Ghanas wurden nur wenige Monate zuvor herausgegeben und sind noch sehr aktuell und erkenntnisreich (Prakash & Manhart, 2010). Mit dem Erfahrungswissen dieser Analysen kann der Fokus nun auch auf eine praktische Verwirklichung gelenkt werden, um die Verschlimmerung der Situation aufzuhalten. Dabei ist zu beachten, dass eine vergleichbare Problematik auch in anderen Ländern wie China existiert und zum Teil schon länger Gegenstand von Untersuchungen ist. Von diesen gewonnenen Erkenntnissen kann profitiert und gelernt werden. Inzwischen ist bekannt, dass die Folgen der Elektronikschrott-Verarbeitung gravierend sind. Daher sind Untersuchungen, die darauf abzielen, noch detaillierter die Umstände der Verschmutzung zu untersuchen, nicht so prioritär zu unterstützen wie praktische Projekte zur Problemlösung.

Insgesamt verfolgen viele Handlungsmaßnahmen in Ansätzen die systemische Denkweise Vesters (2002). Allerdings wird die Vernetzung einzelner Systemkomponenten noch nicht umfassend berücksichtigt. Hieraus ergeben sich unvermeidliche Wechselwirkungen. So gehen Deutschland durch die Elektronikschrottexporte zugleich wertvolle Rohstoffe verloren. Auch die Verschmutzung der Umwelt kann sich langfristig zum Beispiel durch eine Beschleunigung der globalen Klimaerwärmung auf das eigene Land auswirken. Deutschland hat dem Problem Elektronikschrott bisher wahrscheinlich zu geringe Aufmerksamkeit geschenkt, weil direkte Nachteile nicht sofort sichtbar werden. Das Öko-Institut hat bei der Analyse der Problematik in Ghana im Rahmen der Vernetzung soziale und ökonomische Faktoren beachtet. Dies ist positiv. Insgesamt müssen die Menschen aus der Elektroschrott-Problematik lernen und zukünftig nachhaltige Produktzyklen als essentiell betrachten. Der Nachhaltigkeitsaspekt in Produktlebenszyklen wurde in bisherigen Handlungsansätzen teilweise beachtet, sollte jedoch viel stärker umgesetzt werden.

#### **5.4 Maßnahmenvorschlag**

Vorab ist zu betonen, dass es für die Elektronikschrott-Problematik in Ghana keinen universellen Lösungsansatz zu geben scheint. Es existieren viele kleine Baustellen, die sich zu einem Problemkomplex vereinen. Es wird sich auf die Frage konzentriert, wie durch Elektronikschrott verursachte Schäden von Umwelt und Gesundheit in Ghana verringert werden können. Im Folgenden wird eine Idee aufgezeigt, die zur Beantwortung dieser Frage beitragen wird.

Der Vorschlag lautet, ein Netzwerk von engagierten Organisationen zu bilden. Ein Netzwerk ist eine wirksame Maßnahme zur Vereinigung unterschiedlicher Ideen und Potenziale. Zudem spiegelte sich dieses Bedürfnis in der Befragung als Wunsch mehrerer Organisationen wider und bekräftigt somit die Umsetzung dieses Vorschlags.

##### **5.4.1 Organisation**

So undurchsichtig die Vielfalt von Interventionsmöglichkeiten auch zu sein scheint, bietet sie auch die Möglichkeit, durch unterschiedliche kleine Interaktionen zu einer Verbesserung der Gesamtproblematik beizutragen. Es ist empfehlenswert ein Netzwerk zu implementieren, in dem Ressourcen gebündelt und Lösungsansätze koordiniert werden. Die Befragung zeigte, dass bereits Netzwerke zur Thematik existieren. Diese Vernetzung erfolgte meist im informellen Rahmen und im begrenzten Umfang. Es existiert allerdings auch ein Netzwerk, das wiederum breiter und auf internationaler Ebene angelegt ist. Das StEP-Netzwerk umfasst Vertreter aus Politik, Wirtschaft, Forschung sowie von UN- und Nichtregierungsorganisationen (StEP Secretariat, 2013).

Im Folgenden wird der konkrete Maßnahmenvorschlag eines Netzwerkes erläutert, dessen Mitglieder eine stärker begrenzte Zielgruppe darstellen. Bei dem vorgeschlagenen Handlungsansatz, ein Netzwerk zu implementieren, soll sich bei den Mitgliedern auf Organisationen beschränkt werden, die sich zur Elektronikschrott-Problematik engagieren oder planen, dies zu tun. Dabei ist der Fokus auf das Importland Ghana und Organisationen aus dem Exportland Deutschland gerichtet. Diese Beschränkung begünstigt eine zielgerichtete Planung und eine enge Vernetzung der Mitglieder. Das Netzwerk wird allerdings kein geschlossenes System darstellen, sondern im Austausch mit Institutionen und Experten anderer Länder stehen und deren Erfahrungswissen nutzen. Der Austausch wird mit wichtigen Akteuren aus Wirtschaft, Politik sowie von Entsorgungs- und Recyclingfirmen stattfinden. Diese Akteure werden allerdings nur eine beratende Funktion einnehmen, um eine interessensgeleitete Einflussnahme, beispielsweise der Hersteller, zu vermeiden.

Für eine erfolgreiche Umsetzung der Projekte ist es notwendig, alle möglichen Wechselwirkungen vorher zu bedenken und einzukalkulieren. Vor der Planung gezielter Maßnahmen wäre es sinnvoll, unter Einbeziehung aller eben genannten Akteure sowie der Mitglieder des Netzwerkes, eine Sensitivitätsanalyse nach Vester (2002) durchzuführen (siehe 3.3.1). So wird eine systemorientierte Steuerung und Planung der Handlungsansätze erfolgen und typische Fehler im Umgang mit komplexen Problemen vermieden werden (Vester, 2002). Für die Organisation der Aktivitäten im Netzwerk ist es notwendig, mindestens eine Organisation als verantwortlichen Projektkoordinator zu verpflichten. Innerhalb des Netzwerkes entstehen kleinere Projektgruppen, die sich auf unterschiedliche Bereiche spezialisieren. So befasst sich zum Beispiel eine Projektgruppe nur mit dem Thema Sensibilisierung von Konsumenten und Konsumentinnen, während eine andere Gruppe Recyclingprojekte in Ghana koordiniert.

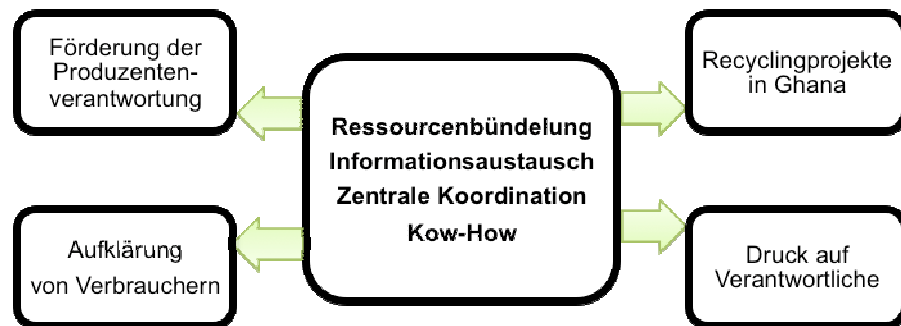
Bei der Befragung wurde auch ermittelt, inwiefern sich die an einer Vernetzung interessierten Organisationen in ein Netzwerk einbringen können. Dabei wurden Vorschläge genannt, die mit einer verbesserten Kommunikation und Informationsaustausch zu tun hatten. Zur Interaktion und zum Datenaustausch innerhalb des Netzwerkes ist es somit sinnvoll, eine Kommunikationsplattform zu implementieren. Diese Plattform kann in Form einer Internetseite existieren, auf der die gesamten Daten zum Thema aufgeführt sind und neue Forschungsergebnisse aktuell hochgeladen werden können. Außerdem kann über diese Plattform auch zwischen den Akteuren kommuniziert werden, zum Beispiel in Form eines Nachrichtendienstes. Innerhalb jeder Organisation ist mindestens eine Person für die Pflege des eigenen Bereichs auf der Plattform zuständig, um dauerhaft aktuelle Informationen bereitzustellen. Die Mitglieder sollen regelmäßige Treffen organisieren, in denen allgemeine und aktuelle Themen ausgetauscht und diskutiert werden können.

### **5.4.2 Umsetzung**

Innerhalb des Netzwerkes können Projekte dank gebündelter Leistungsfähigkeit einfacher umgesetzt werden. Neben dem Nutzen eines erleichterten Informationsaustausches, gibt es viele weitere Vorteile der Vernetzung. In der Befragung wurde ermittelt, dass viele Organisationen versuchen Konsumenten und Konsumentinnen aufzuklären, dass der eigene Elektronikschrott bei einer falschen Entsorgung in Ghana große Schäden anrichten kann. Mithilfe der Netzwerkarbeit können solche Aufklärungsprogramme deutschlandweit realisiert werden und somit eine viel größere Zielgruppe erreichen. Mit öffentlichkeitswirksamen Aktionen können zudem Politiker und Hersteller unter Druck gesetzt werden, endlich gegen die Problematik aktiv zu werden. Wenn diese Aktionen bundesweit organisiert werden, erreichen sie eine größere Aufmerksamkeit und führen somit zur Imageschädigung adressierter Akteure. Das Image spielt gerade bei Herstellern von Elektro- und Elektronikgeräten eine wichtige Rolle für die Vermarktung und den Verkauf von Produkten. Da die Hersteller in Deutschland wie beispielsweise in der Schweiz bisher kaum bereit sind, selbstverpflichtend Produzentenverantwortung zu übernehmen, müssen sie durch Druck oder Anreize dazu animiert werden. In der Schweiz haben sich Hersteller schon vor der gesetzlichen Etablierung eines Systems zur Produzentenverantwortung aus Imagegründen dem Thema Elektronikschrott gewidmet (Kreft & Staffhorst, 2012). Im Rahmen der Imagewirkung wäre eine Auszeichnung mit einem Siegel sinnvoll, welches die Hersteller für eine besonders nachhaltige Produktion und umweltschonende Verarbeitung der Geräte innerhalb von Deutschland kennzeichnet. Die Entwicklung und Vergabe des Siegels kann von einer Projektgruppe innerhalb des Netzwerkes durchgeführt und organisiert werden. Dazu müssen Kriterien festgelegt werden, die einen wirksamen Einfluss auf die Problemlösung haben und leicht von den Herstellern nachzuweisen sind. Daraufhin muss für das Siegel geworben werden, sodass es Kunden beim Einkauf von Elektro- und Elektronikgeräten ein Begriff ist.

Bei einer Implementierung von Projekten in Ghana ist es wichtig in Anlehnung an Vester (2002), ein sich selbst erhaltendes System zu entwickeln. Die Lebensfähigkeit des Systems muss gewährleistet werden, auch wenn der Projektzeitraum abgeschlossen ist. Es wird also ein nachhaltiger Ansatz verfolgt. Als Vorbild kann das Projekt vom Öko-Institut zum nachhaltigen Recycling in Ghana verwendet werden. Allerdings wird hier der importierte Elektronikschrott in die Planung miteinbezogen. In der Praxis kann dieser Ansatz dann so aussehen, dass durch eine Bündelung gemeinsamer Ressourcen aus Ghana und anderen Ländern sich eine nachhaltige Recyclingstruktur im formellen Sektor entwickelt. Dessen Koordination und Führung soll immer weniger von außen gesteuert, sondern mit der Zeit stärker auf nationaler Ebene selbst reguliert werden.

Beim Aufbau dieser Recyclingstruktur soll eine Zusammenarbeit mit Akteuren aus vielen Bereichen erfolgen, zu denen Arbeiter der Schrotthalde, Recyclingfirmen aus Ghana und Deutschland sowie Experten zu den Themen Abfallentsorgung und Ressourceneffizienz gehören. Wichtig ist es, wie Vesters (2004) biokybernetische Grundregel zur Erhaltung komplexer Systeme vorsieht, Fremdenergie zu nutzen, statt sie zu bekämpfen. Dies kann in Form einer Einbindung der Schrottarbeiter in den nachhaltigen Recyclingprozess geschehen. Die Fähigkeit der Arbeiter, aus den Geräten mit einfachen Mitteln effektiv Rohstoffe zu extrahieren, kann den Recyclingprozess bei einer umwelt- und gesundheitsverträglichen Umsetzung positiv beeinflussen. Ein striktes Verbot des Recyclings würde sie ihrer Einkommensquelle berauben. In Abbildung 9 sind einige wichtige Vorteile einer Vernetzung von Organisationen dargestellt. Außerdem werden mögliche Handlungsmaßnahmen aufgezeigt.



**Abbildung 9: Einige Vorteile einer Vernetzung und potentielle Handlungsmaßnahmen**

Mit dieser Handlungsempfehlung wird kein vollständig neuer Ansatz zur Bekämpfung der Elektronikschrott-Problematik gegeben. Er stellt vielmehr eine Kombination der Stärken bereits bestehender Handlungsansätze mit einem verstärkten Ressourceneinsatz und einer erweiterten Sichtweise dar. Voraussetzung für eine erfolgreiche Umsetzung ist natürlich das Engagement und die Bereitwilligkeit der Organisationen sich in dieses Netzwerk einzubringen. Außerdem muss die Projektfinanzierung gewährleistet werden.

## 6 Fazit

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wurde der Fragestellung nachgegangen, welche Gesundheits- und Umweltschäden durch Elektronikschrott in Ghana entstehen und wie diese verhindert werden können. Nachdem der Hintergrund dieser Problematik erläutert wurde, konnte die erste Komponente der Forschungsfrage mithilfe aktueller Studien beantwortet werden. Die Untersuchungen lieferten alarmierende Ergebnisse. Messungen auf der Schrotthalde und deren Umgebung zeigen eine starke Belastung von Boden und Luft mit organischen und persistenten toxischen Schadstoffen. Die ermittelten Werte sind im Vergleich zur natürlichen Grundbelastung teilweise 100-fach erhöht (Bridgen et al., 2008). Folgen sind unter anderem eine Kontamination natürlicher Ressourcen sowie der Menschen, die in Kontakt mit den Schadstoffen kommen. Tatsächlich zeigten Untersuchungen der Schrottarbeiter eine Intoxikation mit verschiedenen Schadstoffen wie Blei oder Antimon, die auf die Recyclingaktivitäten zurückzuführen ist (Asante et al., 2012). Diese erhöhten Schadstoffkonzentrationen können gravierende Krankheitsbilder zur Folge haben wie zum Beispiel eine Schädigung des Nervensystems, der Nieren sowie der Fortpflanzungsfähigkeit (Bridgen et al., 2008). Diese Ergebnisse verdeutlichen die Dringlichkeit, geeignete Handlungsansätze zu identifizieren.

Die Beantwortung der zweiten Komponente der Forschungsfrage, inwiefern dieser Problematik entgegengewirkt werden kann, konnte nicht durch einen richtigen Lösungsansatz beschrieben werden. In der Entwicklungszusammenarbeit fehlen Strategien, um nachhaltige Produktzyklen zu etablieren oder zu fördern. Da zudem bisher kaum wirksame politische Maßnahmen implementiert worden sind, wurde der Blick auf andere Akteure und Theorien zur Verbesserung der Situation gerichtet. Es wurde sich auf eine systemische Betrachtung der Problematik sowie eine Konzentration auf Organisationen als Initiatoren von Handlungsansätzen konzentriert. Mithilfe einer Querschnittserhebung wurden existierende Ansätze zur Verhinderung der Probleme in Ghana ermittelt. Die Befragung nationaler Organisationen zu Handlungsansätzen identifizierte deren Aktivitäten und Interesse zur Elektronikschrott-Problematik. Insgesamt waren 9 der 38 befragten Organisationen in diesem Bereich aktiv und 11 gaben ihn als mögliches neues Tätigkeitsfeld an. Die Befragung konnte somit existierende Handlungsansätze ermitteln und das Interesse an der Thematik und einer Vernetzung aufzeigen. Die anschließende Analyse der Problemlösungsansätze zeigte Stärken und Schwächen bisheriger Aktivitäten. Positiv zu werten ist, dass dem Thema zunehmend Interesse von Organisationen und anderen Institutionen entgegengebracht wird. So wurden essentielle Untersuchungen zum besseren Verstehen und zur Verbesserung der Elektronikschrott-Problematik in Deutschland und Ghana durchgeführt.



Allerdings ist eine Umsetzung in die Praxis ist kaum erfolgt, meist nur in Form von Aufklärungskampagnen. Diese sollten Konsumenten und Konsumentinnen für das Thema sensibilisieren, wurden jedoch meist in eher geringen Umfang durchgeführt. Zudem fehlte es an einer Vernetzung der Aktivitäten und Akteure, was daraufhin in die Empfehlung eines Maßnahmenvorschlages umgesetzt wurde.

Der Maßnahmenvorschlag ist es, mithilfe eines Netzwerks Ressourcen zu bündeln und einen Informationsaustausch der Akteure zu optimieren. Praktische Projekte können so besser und systemorientierter umgesetzt werden. Die Machbarkeitsstudie vom Öko-Institut für eine nachhaltige Recyclinglösung kann als theoretische Grundlage genutzt und innerhalb des Netzwerkes in optimierter Form realisiert werden.

Abschließend lässt sich die Beantwortung der Forschungsfrage folgendermaßen zusammenfassen: Durch die Verarbeitung von Elektronikschrott in Ghana werden zahlreiche giftige und persistente Schadstoffe freigesetzt, die zu einer langfristigen Schädigung des Ökosystems und zu schwerwiegenden Erkrankungen der Menschen führen können. Eine Möglichkeit zu einer Verhinderung dieser Schäden beizutragen, liegt in einer Vernetzung von Organisationen, die durch eine Bündelung ihrer Ressourcen vielfältige Interventionsansätze verfolgen können.

Ein Ausblick auf die sich entwickelnden Folgen verdeutlicht die Dringlichkeit so schnell wie möglich eine weitere Schädigung der Gesundheit und Umwelt in Ghana durch Elektronikschrott aufzuhalten. Die Verschmutzung hat schon jetzt ein hohes Niveau erreicht, dessen Auswirkungen noch gar nicht greifbar sind, jedoch auf lange Zeit erhalten bleiben werden. Das vollkommene Ausmaß der Gesundheitsschäden der Menschen wird sich erst spät zeigen, jedoch mit zunehmender Expositionsdauer verschlimmern. Mithilfe dieser Ausarbeitung kann auf die Problematik aufmerksam gemacht werden und ein Anstoß für Interventionsmöglichkeiten gegeben werden. Vor einer tatsächlichen Realisierung sollte diese Form der vorgeschlagenen Netzwerkbildung in einem Pilotprojekt getestet werden, um mögliche Fehlerquellen auszuschließen.

## Literaturverzeichnis

African Union. (03. Februar 2010). List of countries which have signed, ratified/acceded to the Bamako Convention on the ban on the Import into Africa and the Control of Transboundary Movement and Management of Hazardous Wastes within Africa. Addis-Abeba, Äthiopien.

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (September 1992). Toxicological Profile for Antimony. Atlanta, Georgia.

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (November 2000). Toxicological Profile for Polychlorinated Biphenyls (PCBs). Atlanta, Georgia.

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (September 2004). Toxicological Profile for Polybrominated Biphenyls and Polybrominated Diphenylethers. Atlanta, Georgia.

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (September 2012). Toxicological Profile for Cadmium. Atlanta, Georgia.

Asante, K. A., Adu-Kumi, S., Nakahiro, K., Takahashi, S., Isobe, T., Devanathan, G. C., et al. (Juli 2011). Human Exposure to PCBs, PBDEs and HBCDs in Ghana: Temporal variation, sources of exposure and estimation of daily intakes by infants. *Environment International* , 37 (5), S. 921-928.

Asante, K. A., Agusa, T., Biney, C. A., Agyekum, W. A., Mohammed, B., Otsuka, M., et al. (Mai 2012). Multi-trace element levels and arsenic speciation in urine of e-waste recycling workers from Agbogbloshie, Accra in Ghana. *Science of the Total Environment* , 424, S. 63-73.

Atiemo, S. M., Ofosu, F. G., Kwame, A. I., & H.Kuranchie-Mensah. (2012). Assessing the Heavy Metals Contamination of Surface Dust from Waste Electrical and Electronic Equipment (E-Waste) Recycling Site in Accra, Ghana. *Research Journal of Environmental Earth Sciences* , 4 (5), S. 605-611.

Basel Convention. (2011a). *E-Waste Africa Project*. Abgerufen am 06. März 2013 von <http://www.basel.int/Implementation/TechnicalAssistance/EWaste/EwasteAfricaProject/tabid/2546/Default.aspx>

Basel Convention. (2011b). *Parties to the Basel Convention*. Abgerufen am 11. Januar 2012 von <http://www.basel.int/Countries/Statusofratifications/PartiesSignatories/tabid/1290/language/en-US/Default.aspx>

BeN e.V. (kein Datum). *Peak! Der Bremer Klimagipfel*. Abgerufen am 16. März 2013 von <http://tinyurl.com/csael3u>

Bridgen, K., Labunska, I., Santillo, D., & Johnston, P. (2008). Chemical contamination at e-waste recycling and disposal sites in Accra and Korforidua, Ghana. Amsterdam, Niederlande: Greenpeace International.

Caravanos, J., Clark, E., Fuller, R., & Lambertson, C. (Februar 2011). Assessing Worker and Environmental Chemical Exposure Risks at an e-Waste Recycling and Disposal Site in Accra, Ghana. *Blacksmith Institute Journal of Health & Pollution* , 1 (1), S. 16-25.

Central Intelligence Agency (CIA). (15. Januar 2013). *The World Factbook-Ghana*. Abgerufen am 24. Januar 2013 von <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/gh.html>

Chen, A., Dietrich, K. N., Huo, X., & Ho, S.-m. (April 2010). Developmental Neurotoxicants in E-Waste: An Emerging Health Concern. *Environmental Health Perspectives*, 119 (4), S. 431-438.

Dörner, D., & Reither, F. (1978). Über das Problemlösen in sehr komplexen Realitätsbereichen. *Zeitschrift für experimentelle und angewandte Psychologie*, 25 (4), S. 527-551.

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. (März 2012). Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) in der Entwicklungszusammenarbeit. Bonn.

Diekmann, A. (2007). *Empirische Sozialforschung-Grundlagen, Methoden, Anwendungen*. Reinbek: Rowohlt Verlag GmbH.

Eriksson, P., Jakobsson, E., & Frederiksson, A. (September 2001). Brominated flame retardants: a novel class of developmental neurotoxicants in our environment? *Environmental Health Perspectives*, 109 (9), S. 903-908.

Frandsen, D. M., Rasmussen, J., & Swart, M. U. (November 2011). What a waste-how your computer causes health problems in Ghana. Kopenhagen, Dänemark: DanWatch.

Ghana Statistical Service (GSS). (Mai 2012). 2010 Population and Housing Census-Summary Report of Final Results. Accra, Ghana: Sakoa Press Limited.

Hütz-Adams, F. (2012). Von der Mine bis zum Konsumenten-Die Wertschöpfungskette von Mobiltelefonen. Siegburg: SÜDWIND e.V.–Institut für Ökonomie und Ökumene.

International Telecommunication Union (ITU). (2012). *Measuring the Information Society*. Genf, Schweiz.

Kreft, J., & Staffhorst, C. (2012). *Elektrorecycling - Eine ethische Risikoanalyse*. Hamburg: Hamburger Stiftung für Wirtschaftsethik.

Kuper, J., & Hojsik, M. (August 2008). *Poisoning the poor - Electronic waste in Ghana*. Amsterdam, Niederlande: Greenpeace International.

Liu, Q., Cao, J., Li, K. Q., Miao, X. H., Li, G., Fan, F. Y., et al. (Mai 2009). Chromosomal aberrations and DNA damage in human populations exposed to the processing of electronics waste. *Environmental Science and Pollution Research*, 16 (März), S. 329-338.

Liu, Q., Shi, S., Du, L., Wang, Y., Cao, J., Xu, C., et al. (26. April 2012). Environmental and health challenges of the global growth of electronic waste. *Environmental Science and Pollution Research*, 19 (6), S. 2460-2462.

Matschullat, J., Tobschall, H., & Voigt, H. (1997). *Geochemie und Umwelt-Relevante Prozesse in Atmo-, Pedo- und Hydrosphäre*. Heidelberg: Springer Verlag.

Öko-Institut e.V. (16. August 2012). *Das Beste aus zwei Welten: Projektstart für nachhaltiges Schrottreycling in Afrika*. Abgerufen am 16. März 2013 von <http://www.oeko.de/aktuelles/presse/pressemitteilungen/dok/1414.php>

- Ökopool GmbH. (kein Datum). *Weiterentwicklung der abfallwirtschaftlichen Produktverantwortung unter Ressourcenaspekten am Beispiel von Elektro- und Elektronikgeräten (FKZ: 371195318)*. Abgerufen am 16. März 2013 von [http://www.oekopol.de/archiv/kurzbeschreibung/?doc=DE\\_603](http://www.oekopol.de/archiv/kurzbeschreibung/?doc=DE_603)
- Parlar, H., & Angerhöfer, D. (1995). *Chemische Ökotoxikologie*. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.
- Prakash, S., & Manhart, A. (August 2010). Socio-economic assessment an feasibility study on sustainable e-waste management in Ghana. Freiburg: Öko-Institut e.V.
- Reichl, F.-X., & Hammelehle, R. (2002). *Taschenatlas der Toxikologie - Substanzen, Wirkungen, Umwelt*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Richtlinie 2002/95/EG des Europäischen Parlaments und des Rates 27. Januar 2003 zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten, ABl. EU Nr. L 37, S. 19*. Abgerufen am 14. Januar 2013 von <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32002L0095:DE:NOT>
- Richtlinie 2002/96/EG des Europäischen Parlaments und des Rates 27. Januar 2003 über Elektro- und Elektronik- Altgeräte, ABl. EU Nr. L 37, S. 24*. Abgerufen am 11. Januar 2013 von <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32002L0096:DE:NOT>
- Richtlinie 2012/19/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 4. Juli 2012 über Elektro- und Elektronik- Altgeräte, ABl. EU Nr. L197, S.39*. (Abgerufen am 04. April 2013 von <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32012L0019:DE:NOT>
- Südwind Agentur. (April 2009). *Elektromüll in Ghana*. Abgerufen am 16. März 2013 von <http://www.suedwind-agentur.at/start.asp?ID=227988&b=241>
- SÜDWIND e.V. (kein Datum). *Metallische Rohstoffe*. Abgerufen am 16. März 2013 von <http://www.suedwind-institut.de/themen/rohstoffe/metallische-rohstoffe/>
- Sander, K., & Schilling, S. (März 2010). Optimierung der Steuerung und Kontrolle grenzüberschreitender Stoffströme bei Elektroaltgeräten/ Elektroschrott. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.
- Sauvé, S., McBride, M., & Hendershot, W. (12. November 1997). Speciation of Lead in Contaminated Soils. *Environmental Pollution* , 98 (2), S. 149-155.
- Schluep, M., Manhart, A., Osibanjo, O., Rochat, D., Isarin, N., & Mueller, E. (Dezember 2011). Where are we in Africa? Findings from the Basel Convention E-Waste Africa Programme. Vernier, Schweiz: Secretariat of the Basel Convention.
- Schwarzer, S., De Bono, A., Giuliani, G., Kluser, S., & Peduzzi, P. (Januar 2005). E-waste, the hidden side of IT equipment's manufacturing an use. Nairobi, Kenia: UNEP.
- Secretariat of the Basel Convention. (Juli 2011). Basel Convention on the control of transboundary movements of hazardous wastes and their disposal. Chatelaine, Schweiz: United Nations.

Sepúlveda, A., Schlupe, M., Renaud, F., Streicher, M., Kuehr, R., Hagelúken, C., et al. (2010). A review of the environmental fate and effects of hazardous substances released from electrical and electronic equipments during recycling: Examples of China and India. *Environmental Impact Assessment Review* , 30 (1), S. 28-41.

Seum, S., & Herman, A. (11. August 2010). Building local capacity to adress the flow of e-wastes and electrical and electronic products destined for reuse in selected African countries and augment the sustainable management of resources through the recovery of materials in e-waste. Berlin: Öko-Institut.

Shander, A., Berth, U., Betta, J., & Javidroozi, M. (August 2012). Iron overload and toxicity: implications for anesthesiologists. *Journal of Clinical Anesthesia* , 24 (5), S. 419-425.

SOMO . (kein Datum). *MakeITfair*. Abgerufen am 12. März 2013 von <http://makeitfair.org/en/about-us>

Statistisches Amt der Europäischen Union (Eurostat). (25. März 2011). *Eurostat*. Abgerufen am 29. Januar 2013 von [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/international\\_trade/data/database](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/international_trade/data/database)

StEP Secretariat. (2013). *StEP Initiative-Solving The E-Waste Problem*. Abgerufen am 12. März 2013 von [http://www.step-initiative.org/index.php/Initiative\\_Principles.html](http://www.step-initiative.org/index.php/Initiative_Principles.html)

stiftung ear. (2013). *stiftung elektro-altgeräte register*. Abgerufen am 23. März 2013 von <http://www.stiftung-ear.de/>

SurveyMonkey. (1999-2012). Abgerufen am 09. Oktober 2012 von <http://de.surveymonkey.com/>

Sustainable Silicon Valley. (2012). *Overview of Materials Production & Consumption*. Abgerufen am 04. April 2013 von <http://ecocloud1.ning.com/page/materials-1>

U.S. Department of Health and Human Services Secretary (HHS). (10. Juni 2011). *Report on Carcinogens. Twelfth Edition*. Abgerufen am 06. November 2012 von <http://ntp.niehs.nih.gov/?objectid=03C9AF75-E1BF-FF40-DBA9EC0928DF8B15>

Umweltbundesamt (UBA). (Juli 2005). Hintergrundpapier zum Elektro- und Elektronikgerätegesetz. Dessau-Roßlau.

Umweltbundesamt (UBA). (Juli 2010). Export von Elektroaltgeräten-Fakten und Maßnahmen. Dessau-Roßlau.

Umweltbundesamt (UBA). (2010). *Elektro- und Elektronik-Altgeräte in Deutschland: Daten 2010 zur Erfassung, Wiederverwendung und Behandlung*. Abgerufen am 08. April 2013 von <http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeId=2312>

UNEP. (kein Datum). *Policy Brief on E-waste-What, Why and How*. Abgerufen am 09. April 2013 von <http://www.unep.org/ietc/OurWork/Policybriefs/tabid/104251/Default.aspx>

United Nations Development Programme (UNDP). (2011). *Human Development Reports*. Abgerufen am 25. Januar 2013 von <http://hdrstats.undp.org/en/countries/profiles/GHA.html>

*Verordnung 1013/2006/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. Juni 2006 über die Verbringung von Abfällen.* Abgerufen am 04. April 2013 von <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32006R1013:DE:NOT>

Vester, F. (2004). *Biokybernetik und der Weg zur Nachhaltigkeit.* St. Gallen: SBU Studiengruppe für Biologie und Umwelt Frederic Vester GmbH und Malik Management Zentrum St.Gallen.

Vester, F. (2002). *Die Kunst vernetzt zu denken - Ideen und Werkzeuge für einen Umgang mit Komplexität.* München: dtv.

Wong, C., Duzgoren-Aydina, N., Aydin, A., & Wong, M. (Juli 2007). Evidence of excessive releases of metals from primitive e-waste processing in Guiyu, China. *Environmental Pollution* , 148 (1), S. 62-72.

## **Eidesstattliche Erklärung**

Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit ohne fremde Hilfe selbstständig verfasst und ausschließlich die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Alle wörtlichen oder dem Sinn nach aus anderen Werken entnommenen Stellen sind unter Angabe der Quelle kenntlich gemacht.

---

Irina Klein

# Anhang

## A. Fragebogen

### Fragebogen

#### Elektroschrott-Problematik im informellen Sektor in Ghana

#### Erfassung der Tätigkeiten ausgewählter Organisationen

Vielen Dank, dass Sie sich kurz Zeit für das Ausfüllen des Fragebogens genommen haben. Die Bearbeitung wird ca. zehn Minuten in Anspruch nehmen. Da wir neben Aktivitäten zum Problem Elektroschrott das potentielle Interesse an dieser Thematik festhalten möchten, beantworten Sie den Fragebogen bitte auch, wenn Ihre Organisation bisher nicht in diesem Zusammenhang aktiv war.

Fragen, die mit einem Sternchen(\*) gekennzeichnet sind, müssen beantwortet werden.

#### \*1. Angaben zur Organisation

Name Organisation:

Ort:

Internet-Adresse:

Ihr Name:

Abteilung/ Tätigkeitsfeld:

E- Mail:

Telefonnummer:

#### 2. Führt Ihre Organisation Projekte oder Aktivitäten im Kontext der durch Elektroschrott verursachten Probleme durch?

Ja

Nein



**2a) Falls ja: Bitte listen Sie stichwortartig die Inhalte der Projekte auf (Projektziele, Zielgruppe, Projektname, ggf. Links hinzufügen)**

**3. In welchen Ländern, führt Ihre Organisation diese Projekte durch?**

**\*4. Ist Ihre Organisation allgemein mit Projekten in Ghana vertreten?**

Ja

Nein

**4a) Falls ja: Bitte listen Sie stichwortartig die Inhalte der Projekte auf (Projektziele, Zielgruppe, Projektname, ggf. Links hinzufügen)**

**5. Wenn Ihre Organisation bisher noch nicht im Bereich der Elektroschrott- Problematik tätig war, wäre das ein mögliches neues Tätigkeitsfeld?**

Ja

Nein

**5a) Falls nein, warum nicht?**

**\*6. Ist Ihre Organisation in ein Netzwerk zur Elektroschrott-Problematik eingebunden?**

Ja

Nein

**6a) Falls ja, in welches?**

**7. Wenn Ihre Organisation in ein Netzwerk zum Thema Elektroschrott eingebunden**

**ist: Beurteilen Sie dieses als effektiv?**

- Ja  
 Nein

**7a) Falls nein, warum nicht? Welche Verbesserungen würden Sie vorschlagen?**

**8. Wenn Ihre Organisation bisher in kein Netzwerk zum Thema Elektroschrott eingebunden ist: Möchte Sie in ein Netzwerk eingebunden werden?**

- Ja  
 Nein

**8a) Wie würden Sie sich sinnvoll in ein solches Netzwerk einbringen?**

**9. Möchten Sie noch Informationen hinzufügen oder haben Sie Fragen? Dann schreiben Sie diese bitte in das untere Feld oder senden Sie eine E-Mail an [iri-na.a.klein@gmail.com](mailto:iri-na.a.klein@gmail.com)**

**10. Vielen Dank für das Ausfüllen des Fragebogens!**

**Sind Sie an weiterführender Literatur zur Thematik interessiert?**

- Ja  
 Nein

**10a) Falls ja, an etwas Bestimmtem?**

## B. Liste der Erstkontakte

<b>Organisation</b>
Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
Fraunhofer Institut für Chemische Technologie (ICT)
Greenpeace e.V.
Bernhard-Nocht-Institut (BNI)
Bund für Umwelt und Naturschutz e.V. (BUND)
Ökopol GmbH
Misereor
Öko-Institut e.V.
Opportunity International Deutschland
UNICEF Deutschland
WWf Deutschland
Plan Deutschland
Das Hilfswerk der deutschen Caritas (DCV)
AT-Verband
Ärzte für die dritte Welt e.V.
Brot für die Welt-EED
CARE International Deutschland e.V. (CARE ID)
Ärzte ohne Grenzen
Heinrich-Böll- Stiftung
Friedrich Ebert Stiftung
Konrad- Adenauer- Stiftung
Hans- Seider- Stiftung
Friedrich Naumann- Stiftung
KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau)
AKME
SID