

Diplomarbeit im Studiengang Medieninformatik

An der Fachhochschule Stuttgart, Hochschule der Medien

**Elektronikschrott -  
Ein Geschenk des Himmels?**

Matthias Feilhauer

20. April 2006

Betreut durch Prof. Dr. Rafael Capurro  
und Dr. Thomas Schauer



## Danksagung

Ich möchte mich bei allen bedanken, die mich bei der Realisierung dieser Arbeit unterstützt haben. Für die vielen wertvollen Hinweise und Denkanstöße gilt mein besonderer Dank:

Prof. Dr. Rafael Capurro

Dr. Thomas Schauer und den Mitarbeitern des *European Support Centre of the Club of Rome*

Deborah Mesmer und Nina Sajko

Matthias Wüthrich, Greenpeace in der Schweiz

Sepp Eisenriegler, Geschäftsführer des Demontage- und Recycling-Zentrums in Wien

Meiner Mutter für die liebe Unterstützung beim Korrekturlesen.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	<b>1</b>
1.1	Schlagwörter . . . . .	1
<b>2</b>	<b>Daten und Fakten zu Elektronikschrott</b>	<b>2</b>
2.1	Elektronische Geräte unserer Zeit . . . . .	2
2.1.1	Mobiltelefone . . . . .	2
2.1.2	MP3-Player . . . . .	4
2.1.3	Personal Computer . . . . .	5
2.1.4	Monitore und Flachbildschirme . . . . .	5
2.1.5	Speichermedien . . . . .	6
2.1.6	Ausblick . . . . .	6
2.1.7	Fazit . . . . .	8
2.2	Potenziell gesundheitsschädliche Stoffe . . . . .	9
2.3	Die Risiken bei der Entsorgung von Elektronikschrott . . . . .	15
2.3.1	Abfallbeseitigung in den Entwicklungsländern . . . . .	15
2.3.2	Verwertung von E-Schrott in den Entwicklungsländern . . . . .	15
2.3.3	Abfallbeseitigung in den Industriestaaten . . . . .	21
2.3.4	Verwertung von E-Schrott in den Industriestaaten . . . . .	23
2.3.5	Fazit . . . . .	23
2.4	Der Handel mit Elektronikschrott . . . . .	25
2.4.1	Einführung . . . . .	25
2.4.2	Informationsquellen . . . . .	25
2.4.3	Wieviel Elektronikschrott wird transportiert? . . . . .	28
2.4.4	Global gehandelte Produkte . . . . .	30
2.4.5	Transporte nach Asien . . . . .	30
2.4.6	Zwischenstationen . . . . .	31
2.4.7	Ein Elektronikschrott-Transport nach Indien . . . . .	32
2.4.8	Der Marktwert von Elektronikschrott . . . . .	32
2.4.9	Die Verwertung von Elektronikschrott . . . . .	34
2.4.10	Auswirkungen . . . . .	37
2.4.11	Global gehandelte Abfälle . . . . .	37
2.4.12	Fazit . . . . .	39

## Inhaltsverzeichnis

<b>3</b>	<b>Rechtliche Aspekte</b>	<b>40</b>
3.1	Allgemeine internationale Abkommen zur Verbringung gefährlicher Abfälle . . . . .	40
3.1.1	Die Basler Konvention . . . . .	40
3.1.2	Bamako Konvention . . . . .	49
3.1.3	Lomé IV Konvention . . . . .	49
3.1.4	OECD Ratsbeschluß C(92)39/Final . . . . .	49
3.1.5	EG-Abfallverbringungsverordnung 259/93 . . . . .	50
3.1.6	Waigani Konvention . . . . .	50
3.1.7	Barcelona Konvention . . . . .	51
3.1.8	Zentralamerikanisches Abkommen . . . . .	51
3.1.9	Fazit und Perspektiven . . . . .	52
3.2	Spezielle Regulierungen für elektrische und elektronische Geräte und Elektronikschrott . . . . .	53
3.2.1	In der Europäischen Union . . . . .	53
3.2.2	Außerhalb der Europäischen Union . . . . .	58
3.2.3	Ausblick . . . . .	62
<b>4</b>	<b>Die digitale Spaltung und Elektronikschrott</b>	<b>63</b>
4.1	Die digitale Spaltung . . . . .	63
4.1.1	Einführung . . . . .	63
4.1.2	Die globale digitale Spaltung . . . . .	64
4.1.3	Die Diffusionstheorie . . . . .	64
4.1.4	Daten zur globalen digitalen Spaltung . . . . .	66
4.2	Entwicklungshilfe mit gebrauchten Geräten . . . . .	69
4.2.1	Computer Aid . . . . .	69
4.2.2	World Computer Exchange . . . . .	71
4.2.3	Mobiltelefonsammelaktionen . . . . .	73
4.2.4	Probleme . . . . .	75
4.3	Entwicklungshilfe mit neuen Geräten . . . . .	77
4.4	Ausblick und Fazit . . . . .	78
<b>5</b>	<b>Ethische Aspekte</b>	<b>81</b>
5.1	Einführung . . . . .	81
5.2	Verantwortung . . . . .	81
5.2.1	Ein Versuch über die Wahrnehmung von Abfällen . . . . .	82
5.2.2	Abfall und globale Verantwortung . . . . .	83
5.2.3	Über Verantwortung . . . . .	84
5.2.4	Ökologische Verantwortung . . . . .	85
5.2.5	Zusammenfassung „Verantwortung“ . . . . .	87
5.3	Motive für Entwicklungshilfe . . . . .	88
5.3.1	Globale Gerechtigkeit . . . . .	88

## *Inhaltsverzeichnis*

5.3.2	Freiheit . . . . .	90
5.3.3	Informationsgerechtigkeit . . . . .	90
5.4	Fazit . . . . .	90
	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>92</b>
	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>94</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>95</b>
	<b>Index</b>	<b>105</b>
	<b>Glossar</b>	<b>108</b>

# 1 Einführung

Immer dann, wenn man sich an etwas gewöhnt, verliert dieses etwas an Besonderheit. So haben sich die Menschen im alltäglichen Leben auch an elektrische und elektronische Geräte, besonders an die der Informations- und Kommunikationstechnologie gewöhnt. Nach dem Vordringen dieser Technologien in viele Bereiche wurde die Frage immer aktueller, was nach dem Gebrauch mit den Geräten geschieht. Die vorliegende Arbeit legt in Kapitel 2 dar, woher die Masse an Elektronikschrott kommt und kommen wird, wie damit bei der Entsorgung verfahren wird und welche potenziellen Gefahren er in sich birgt. Zudem wird in Kapitel 2.4 beschrieben, dass die Entsorgung von Elektronikschrott oftmals in Entwicklungsländern vonstatten geht. Die vorliegende Arbeit geht vorwiegend auf die ökologischen Aspekte von Elektronikschrott ein. Kapitel 3 zeigt, welche Rechtsordnungen es gibt, die einen internationalen Transport von gefährlichen Abfällen (und Elektronikschrott) regulieren. Hier werden Schlupflöcher sichtbar, die einen internationalen Transport trotz eines Verbotes ermöglichen. Anschließend werden nationale Gesetze vorgestellt, die Risiken bei der Entsorgung minimieren, aber auch bei der Produktion von elektrischen und elektronischen Geräten eingreifen sollen. Der nicht unerhebliche Transfer von Informations- und Kommunikationstechnologie in Entwicklungsländer wird in Kapitel 4 behandelt, denn auch hier wird die Entsorgung der gebrauchten Geräte zu einem Problem. In Kapitel 5 wird abschließend dargelegt, dass man als Helfer eben auch eine Verantwortung für die Folgen gegenüber den „Hilfsbedürftigen“ trägt. Am Ende wirft diese Einsicht die Frage nach den Motiven für eine Informationsgerechtigkeit auf, die einen Transport von „risikoreicher“ Technologie moralisch rechtfertigen würde.

## 1.1 Schlagwörter

Elektronikschrott, Elektronikschrott-Transporte, Elektronikschrott-Exporte, Basler Konvention, Digital Divide, digitale Spaltung, Entwicklungshilfe, Verantwortung

## 2 Daten und Fakten zu Elektronikschrott

### 2.1 Elektronische Geräte unserer Zeit

Anhand allgemein bekannter Geräte, soll in diesem Kapitel deutlich werden, wie *allgegenwärtig* und in welchen Mengen sich elektronische Geräte in der Umgebung des Menschen befinden.

#### 2.1.1 Mobiltelefone

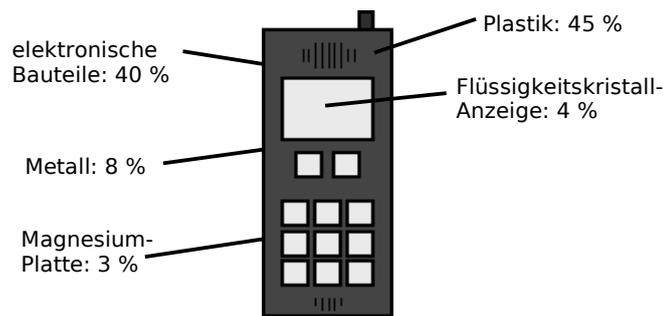
Das Mobiltelefon gehört zu den am meisten verkauften elektronischen Geräten. Gegen Ende des ersten Jahrzehntes des 21. Jahrhunderts wird es weltweit schätzungsweise 2,6 Milliarden Mobiltelefonbenutzer geben [56]. Im Jahr 2005 wurden weltweit 816,6 Millionen Mobiltelefone verkauft [58]. Bei einem Durchschnittsgewicht von 130 g pro Mobiltelefon entspricht dies einem Gesamtgewicht von 106.000 Tonnen. Im selben Jahr wurden in Deutschland etwa 20 Millionen Mobiltelefone verkauft (Zuwachsrate im Vergleich zum Vorjahr: 11 %) [50].

Gerade die Kleinheit des Mobiltelefons verführt den Benutzer dazu, sein gebrauchtes Gerät im Hausmüll zu entsorgen. Obwohl das alte Gerät noch funktioniert, wird es wegen der verführerischen Funktionen neuer Modelle ausgetauscht. Etwa alle zwei Jahre wechselt der Benutzer zu einem neuen Gerät. Mit Zweijahresverträgen inklusive günstiger Neugeräte, fördern viele Mobilfunkbetreiber dieses Verhalten.

Eine Studie aus dem Jahre 2003 zeigt, dass nur 10 % der gebrauchten Mobiltelefone zum Zwecke der Wiederverwertung zurückgegeben werden, während 8 % an Freunde und Bekannte weitergegeben werden. Über 60 % der gebrauchten Mobiltelefone werden noch zu Hause beim Benutzer aufbewahrt [72].

Besonders in Entwicklungsländern erfahren Mobiltelefone einen enormen Zuwachs, denn hier wird die Festnetztelefonie „übersprungen“ und gleich auf

## 2 Daten und Fakten zu Elektronikschrott



### **toxische Substanzen in Mobiltelefonen:**

u.a. Antimon, Arsen, Blei, Beryllium, Cadmium, sechswertiges Chrom, Flammenhemmer (im Plastik)

Abbildung 2.1: Zusammensetzung eines Mobiltelefons [37]

Mobilfunk gesetzt (s. Kapitel 4.1.4 auf S. 66). China und Indien gehören derzeit zu den wichtigsten Wachstumsmärkten im Mobilfunkbereich, gefolgt von Brasilien, Russland und Afrika. Gerade in diesen Märkten gibt es noch keine nachhaltige Strategie für die Entsorgung von Elektronikschrott.

Was passiert, wenn Mobiltelefone mit dem Hausmüll auf einer Deponie entsorgt werden, wurde in einer Untersuchung der *University of Florida* festgestellt. Dabei wurde ein weltweit anerkanntes Verfahren, die *Toxicity Characteristic Leaching Procedure*, verwendet. Die Beschaffenheit, ob ein Stoff aussickert oder nicht, ist eines der Merkmale für die Klassifizierung der Gefährlichkeit (s. Basler Konvention [98, S. 40 Annex III H13] und Kapitel 3.1.1 auf S. 40). Die Proben der ausgesickerten Flüssigkeiten zeigten, dass unter Laborbedingungen 33 von 43 getesteten Mobiltelefonen den Grenzwert von 5 mg/l (eine Bestimmung in den USA) mit durchschnittlich 20 mg/l überschritten [37].

Etwa 60 % aller weltweit produzierten Akkus werden für Mobiltelefone verwendet. Hier ist anzumerken, dass ein Großteil, der ausgemusterten Geräte die „giftige“ Nickel-Cadmium-Technologie verwendet [9]. In Europa wurden im Jahre 2001 340 Millionen Nickel-Cadmium-Akkus verkauft, das sind 13.000 Tonnen Akkus oder 2.200 Tonnen Cadmium [103]. Neue Modelle verwenden immerhin die „umweltfreundlicheren“ Lithium-Ionen- oder Polymer-Akkus.

In den Industriestaaten haben verschiedene Organisationen teilweise erkannt, dass Handlungsbedarf besteht:

- Sammelaktionen von gebrauchten Mobiltelefonen wurden initiiert, z.B.

die *Ö3-Wundertüte* in Österreich (s. Kapitel 4.2.3 auf S. 73) oder *giveback* in Großbritannien

- In Problemstoff-Sammelstellen (wie z.B. in Wien) werden Mobiltelefone und deren Akkus getrennt von anderem Elektronikschrott angenommen.
- Mobiltelefon-Sammelbehälter wurden aufgestellt (z.B. von *Mobile Collect* oder *Nokia*)

### 2.1.2 MP3-Player

Der MP3-Abspieler wird auch in Zukunft ein beliebter Konsumartikel bleiben: Für das Jahr 2009 wird geschätzt, dass weltweit 132 Millionen MP3-Abspieler verkauft werden [62]. Bei einem Gewicht von durchschnittlich 30 g (ohne Batterien), werden alleine durch diese Anwendung jährlich etwa 4000 Tonnen Elektronikschrott entstehen (s. Abb. 2.2).

	x	30g	≈	4000 t
132 Mio MP3- Player (ab 2009)		Pro Stück		Elektronik- schrott

Abbildung 2.2: Beispielrechnung: Gesamtgewicht der jährlich verkauften MP3 Player

Der Trend hin zum Einwegprodukt ist beispielsweise bei *Apple's iPod* zu erkennen. Das Design des Gerätes geht auf Kosten der Umweltfreundlichkeit, denn der Akku kann nicht vom Benutzer ausgetauscht werden. Ein Austausch durch Apple kostet zwischen 69 und 99 Euro [4]. Die Frage ist, ob die Kunden dieses Angebot annehmen, oder ob sie sich lieber ein neues Gerät kaufen und das alte Gerät entsorgen. Letzteres wäre eventuell vom Hersteller erwünscht. Möglicherweise geht *Apple* davon aus, dass nicht viele Geräte zurückgesandt werden. Eine neuer *iPod nano* kann bei *Apple* jedoch schon für 159 Euro erworben werden. Im Internet werden inzwischen Bastelanleitungen zum eigenhändigen Akkuaustausch angeboten (s. Abb. 2.4). Im letzten Quartal 2005 wurden 14,04 Millionen iPod's (umgerechnet ca. 600 Tonnen Gesamtgewicht) verkauft [89].

Zunächst verlangte *Apple* 30 Dollar für die Entsorgung eines iPods, inzwischen ist die Rückgabe kostenlos.

Es besteht die Möglichkeit, dass Hersteller anderer Elektronik-Produkte die Idee des elektronischen Einwegproduktes übernehmen, um den Absatz neu-

## 2 Daten und Fakten zu Elektronikschrott



Abbildung 2.3: Apple's iPod nano. Das Problem: Ein schwer auszutauschender Akku

er Modelle zu fördern. Das schnelle Ersetzen der alten Geräte führt dazu, dass immer mehr Geräte zu Elektronikschrott werden.

### 2.1.3 Personal Computer

Der *Personal Computer (PC)* wurde zum einem Symbol der Informationsgesellschaft. Weltweit wurden im Jahr 2005 218 Millionen PCs verkauft. In Europa, Afrika und im nahen Osten wurden 72 Millionen PCs verkauft, während es in den USA 67 Millionen Geräte waren [59]. Im Frühjahr 2002 wurde der einmilliardste PC, seit dem Erscheinen des ersten IBM PC aus dem Jahre 1981 verkauft. Bei gleichem Wachstum des Marktes wird spätestens im Jahr 2009 die Zwei-Milliarden-Grenze überschritten werden [54].

### 2.1.4 Das Problem der Monitore und Flachbildschirme

Derzeit werden in den Industrieländern Computermonitore und Fernseher mit Kathodenstrahlröhren durch Geräte mit Flachbildschirmen (Plasma- oder Flüssigkeitskristallbildschirme) ersetzt. Und das, obwohl ein Großteil der alten Geräte noch funktioniert. Man spricht hier von einer *vorgezogenen Ersatzbeschaffung*. In den kommenden Jahren werden daher viele Alt-Geräte zur Entsorgung anfallen. Für das Jahr 2006 prognostizieren Marktforscher, dass 80 % der verkauften Monitore Flachbildschirme sein werden. Das wären in einem Jahr in etwa 125 Millionen verkaufte Geräte [57]. Die Preise der Flachbildschirme sinken kontinuierlich.

Flachbildschirme sind beim Transport wegen ihres geringen Gewichts und in der Verwendung wegen ihrem geringen Energieverbrauch umweltfreundlicher. Jedoch fehlen, im Gegensatz zu den ausgereiften Verwertungsverfahren für das



Abbildung 2.4: *iPod* Bastelanleitung für einen eigenhändigen Akkuaustausch [68]

Bildschirmglas von Kathodenstrahlröhren, noch geeignete Verfahren für Flachbildschirme. Das Problem wird hier die anfallende Menge bleihaltiger Kathodenstrahlröhren (s. Kapitel 2.2 auf S. 11). Alleine die Stadt Wien sammelte im Jahr 2004 57.000 Bildschrimgeräte [90].

### 2.1.5 Speichermedien

Zugehörig zu den oben genannten Geräten sind auch Speichermedien zu nennen, welche irgendwann im Abfall enden werden:

- neuartige: USB-Sticks, Flash-Karten, Mini-Festplatten, CDs, DVDs
- alte: Magnetbänder, Disketten, Audio- und Videokassetten

### 2.1.6 Ausblick

In Zukunft wird die Zahl der Geräte steigen, die sich allgegenwärtig in der Umgebung der Menschen befinden (*ubiquitous computing* [102]).

- Mobile Computing: Personal Digital Assistents (PDAs), GPS-Empfänger, Spielekonsolen, wearable computers (z.B. der elektronische Sportschuh), usw.

## 2 Daten und Fakten zu Elektronikschrott

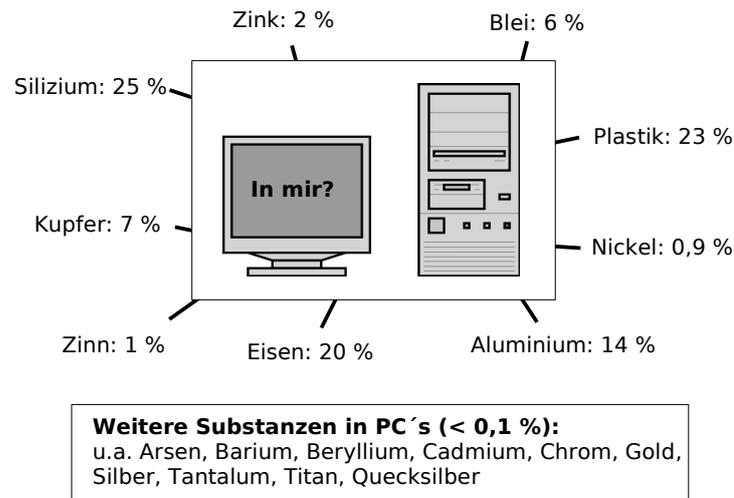


Abbildung 2.5: Prozentuale Anteile der Substanzen in einem typischen PC mit Monitor (Quelle: [88])

- RFID-Etiketten: Etiketten zur elektronischen Identifizierung von Objekten (s. Abb. 2.6)
- Elektronik in der Fahrzeugtechnik: Boardcomputer, elektronische Bremssysteme, usw.
- Elektronik in der Medizintechnik: Messgeräte, Körper-Implantate, usw.



Abbildung 2.6: RFID-Etiketten: Ein Risiko in der Zukunft?

### 2.1.7 Fazit

Es sollte deutlich werden, dass sich immer mehr elektrische und elektronische Geräte in der Umgebung des Menschen ansammeln. Was passiert nach dem Gebrauch der Geräte? Man kann davon ausgehen, dass sich die meisten Geräte, obwohl defekt oder nicht, noch beim Verbraucher befinden. Oftmals sind die Verbraucher nicht darüber aufgeklärt, wo sie ihre alten Geräte entsorgen können. Ebenso ist anzunehmen, dass die Menschen den elektrischen und elektronischen Geräten einen höheren Wert beimessen und sie deshalb eher zögerlich entsorgen. Dies wurde beispielsweise bei einer Reparaturaktion des *Reparatur- und Servicezentrum* in Wien deutlich: Mitarbeiter einer Bank konnten alte Geräte von Zuhause mitbringen, um sie kostenlos vom Servicezentrum reparieren zu lassen. Auffallend war, dass viele der Geräte die mitgebracht wurden schon „sehr sehr alt“ waren (wie z.B. Bügeleisen aus den 70er Jahren) [34].

## 2.2 Potenziell gesundheitsschädliche Stoffe in elektrischen und elektronischen Geräten

Elektronische Geräte enthalten neben harmlosen Substanzen auch schädliche Stoffe. Abbildung 2.7 stellt einige davon dar.

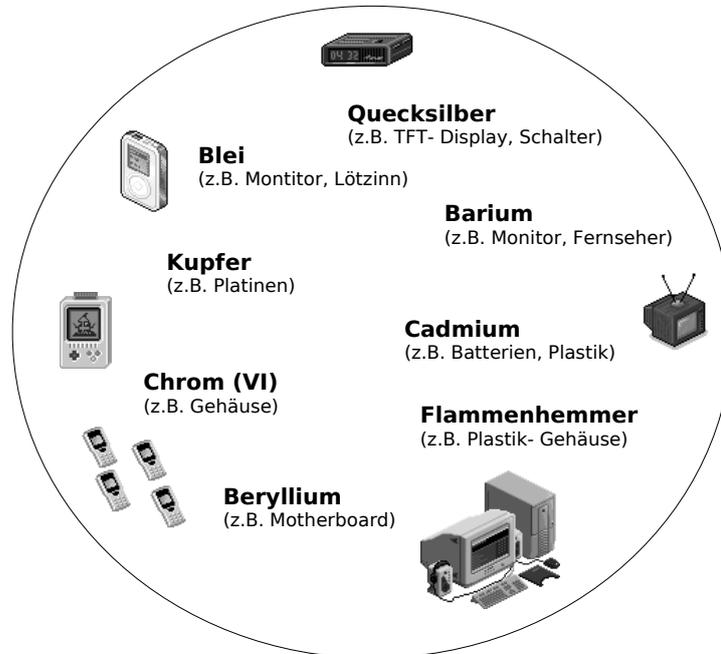


Abbildung 2.7: Gesundheitsschädliche Stoffe und deren Anwendung in elektronischen Geräten [36]

### Arsen

Arsen ist in geringen Mengen in Leuchtdioden vorhanden. Ein Langzeitkontakt mit diesem Stoff kann zu Lungenkrebs, zu verschiedenen Hautkrankheiten und zu einer Verlangsamung der Nervensignale führen.

### Barium

Barium dient in Fernseh- und Computerbildschirmen dem Schutz des Anwenders vor der Strahlung des Elektronenemitters und erhöht die Leuchtkraft der Bildschirmvorderseite. Ein Teil dieses Stoffes befindet sich auf dem *Emitter* des

## 2 Daten und Fakten zu Elektronikschrott

Substanz	krebs- erregend	akkumu- liert im Körper	RoHS*
Arsen	x	x	-
Barium	-	-	-
Beryllium	x	x	-
Blei	-	x	x
Cadmium	x	x	x
Chrom, sechswertig	x	x	x
Flammenhemmer ***	x**	-	x
Quecksilber	-	-	x

\* Restriction on Hazardous Substances (s. Kapitel 3.2.1 auf S. 57)  
 Ausnahmen in *RoHSAnhang 5* und [42]  
 \*\* bei der Verbrennung  
 \*\*\* u.a. polybromierte Biphenyle (PBB), polybromierte Diphenylether (PBDE) und Polyvinylchlorid (PVC)

Tabelle 2.1: Ausgewählte gesundheitsschädliche Substanzen in der Übersicht

Elektronenstrahlers, und ein anderer Teil in einer Schicht auf der Innenseite der Kathodenstrahlröhre [78].

Bei der Demontage von Bildschirmgeräten können Bariumstaub oder Bariumdämpfe freigesetzt werden. Bei der Wiederverwertung muss die bariumhaltige Emitterplatte vor dem Schreddern entfernt werden.

Schon ein kurzer Kontakt mit einigen Barium-Verbindungen kann zur Schädigung des Herzens, der Leber und der Milz führen.

### Beryllium

Beryllium leitet elektrischen Strom besonders gut und wird deswegen in den Steckverbindungen von Karteneinschüben auf dem Motherboard des Computers verwendet.

Beryllium wurde von der *International Agency for Research on Cancer* als karzinogen eingestuft.

### Blei

Blei ist im Glas von Kathodenstrahlröhren und in einer Art Glas-Klebstoff in Fernseh- und Computerbildschirmen zu finden. Vor allem von alten Fernseh- und Computerbildschirmen geht ein Risiko aus: Sie beinhalten durchschnittlich zwischen 1,8 und 3,6 kg Blei. Neuere Modelle weniger als 1 kg. Das Blei ist in der Kathodenstrahlröhre nicht gleichmäßig verteilt: Die Vorderseite der Röhre ist normalerweise bleifrei, während der Mittelteil 20 % - 24 % Blei enthält. Etwa 80 % des gesamten Bleianteils befinden sich in der Glasfritte zwischen der Frontplatte und dem Hauptteil des Bildschirms [78].

Weit verbreitet war die Verwendung von bleihaltigem Lötzinn beim Löten von Platinen. Dieses Lötzinn enthielt etwa zu einem Drittel Blei. Diese Mischung zeichnete sich durch einen niedrigen Schmelzpunkt aus (etwa bei 183 °C), dies schützte die Bauteile beim Löten vor Hitzeschäden. Noch im Jahr 1998 wurden weltweit etwa 20.000 Tonnen Blei für Lötzinn verwendet [48].

Wegen der EU-Richtlinie RoHS (s. Kapitel 3.2.1 auf S. 57) müssen die Hersteller auf bleifreie Lote ausweichen. In der Elektronikindustrie macht der Gesamtverbrauch von Blei für Elektro- und Elektronikgeräte etwa 2 % aus. Dagegen werden 80 % der Welt-Bleiproduktion für die Herstellung von Akkumulatoren-batterien verwendet [46].

Ein mögliches Risiko entsteht, wenn Blei aus deponierter Asche oder deponierten Geräten in das Grundwasser absickert. Je kleiner die bleihaltigen Komponenten (z.B. die Scherben zerbrochener Kathodenstrahlröhren) sind, desto größer ist das Risiko, dass das Schwermetall in die Umwelt gelangt. Bei der Verbrennung kann bleihaltige Asche in die Luft gelangen. Beim Entlöten der Elektronik-Bauteile von Platinen und beim Wiedereinschmelzen der Kathodenstrahlröhren entstehen bleihaltige Dämpfe.

Nach einem Bericht der Europäischen Kommission stammt 40 % des Bleies, welches auf Deponien vorgefunden wird, aus Elektro- und Elektronikgeräten [24].

Geringe Mengen von Blei, welche über einen längeren Zeitraum vom Körper aufgenommen werden, führen zu einer chronischen Vergiftung. Die Auswirkungen zeigen sich in Form von Kopfschmerzen, Müdigkeit, Abmagerung und Defekten der Blutbildung, des Nervensystems (Verhaltenstörungen) und der Muskulatur.

Kinder sind anfälliger als Erwachsene, da ihr Körper mehr Blei einlagert und ihr Nervensystem und ihre Organe anfälliger für eine Vergiftung sind. In Städten wie Bangalore wurde bei Kindern 10 Mikrogramm Blei pro Liter Blut festge-

## 2 Daten und Fakten zu Elektronikschrott

stellt. Damit ist die Konzentration hoch genug, um die Tätigkeit des Gehirns der Betroffenen zu vermindern [15].

Nach der EU-RoHS-Richtlinie darf nur noch bleifreies Lötzinn mit maximal 1 g Blei pro kg Lot verwendet werden. Allerdings macht die Richtlinie bei Blei im Glas von Kathodenstrahlröhren eine Ausnahme [41, Richtlinie 2002/95/EG Anhang 5].

### **Cadmium**

Cadmium wird in verschiedenen Halbleitern verwendet (u.a. in Chips, Widerständen, Infrarot-Dioden), in wiederaufladbaren Batterien (z.B. Nickel-Cadmium-Akkus), in alten Kathodenstrahlröhren als Leuchtstoffmittel, in Drucker-Tinte und Toner und in geringen Mengen als Stabilisator für Polyvinylchlorid (PVC). PVC wird beispielsweise in der Isolierung von Kabeln innerhalb des Computers verwendet.

Bei der Verbrennung der genannten Komponenten kann Cadmiumoxidstaub in die Umwelt gelangen. Auch bei der Verarbeitung von cadmiumhaltigem Metall bei hohen Temperaturen können giftige Dämpfe entstehen. Wie bei Blei kann Cadmium aus alten und zerbrochenen Monitorröhren austreten [78].

Cadmium ist eines der wenigen Elemente ohne biologische Funktion im menschlichen Körper und kommt nur in geringer Konzentration in der Natur vor. In höheren Konzentrationen wirkt es auf Menschen, Tiere und Pflanzen toxisch. Im menschlichen Körper kann sich Cadmium krebserregend auswirken und zu Nieren-, Leber- und Knochenschäden führen [2].

### **Chrom, sechswertig**

Sechswertiges Chrom ist eine Form des Elementes Chrom. Es dient als Korrosionsschutzmittel, zur Stahlhärtung und in der Informationstechnik wurde es für Disketten und Magnetbändern verwendet.

Bei der Deponierung besteht die Möglichkeit, dass ein Teil des Chroms in das Erdreich absickert. In der Luft ist sechswertiges Chrom meist in Staubpartikeln zu finden, welches sich dann mit dem Regen oder Schnee auf der Erde oder im Wasser niederlassen könnte [3, S. 53].

Für Mensch und Tier ist dreiwertiges Chrom ein wichtiges Spurenelement. Dagegen können schon geringe Mengen sechswertigen Chroms giftig und krebserregend sein. Vom Körper absorbiertes sechswertiges Chrom setzt sich in den

## 2 Daten und Fakten zu Elektronikschrott

Knochen, der Leber, Milz und Niere ab, wo es dann Krebs hervorrufen kann. Die Atmung kann durch inhaliertes Chrom gereizt werden und auf der Haut kann die Substanz zu allergischen Reaktionen oder Verätzungen führen [99].

Die EU-RoHS-Richtlinie erlaubt nur noch eine Konzentration von sechswertigem Chrom, welche unter 0,1 % des Gewichtes eines jeden Werkstoffes in Elektro- und Elektronikgeräten liegt [42].

### **Flammenhemmer (*Flame Retardants*)**

Flammenhemmende Stoffe werden im Plastik von Platinen und in Plastikgehäusen von Elektronikgeräten eingesetzt, um dort das Material zu stabilisieren und die potenzielle Gefahr einer Entzündung zu verringern. Durchschnittlich besteht ein PC-Gehäuse zu etwa 12 % aus diesen Stoffen [27]. Die Verwendung von flammenhemmenden Stoffen stieg mit der Herstellung von synthetischen Polymeren und strengeren Sicherheitsvorschriften für Elektronikgeräte an. Wegen ihrer chemischen Stabilität und der Möglichkeit von Bioorganismen aufgenommen zu werden, sind diese Stoffe in der Umwelt weit verbreitet. Wird mit Flammenhemmern behandeltes Plastik geschreddert, besteht ein Risiko, dass die Arbeiter den Staub des Plastiks und damit Flammenhemmer einatmen. Besonders additiv (einfach) vermischte Verbindungen, wie die polybromierten Biphenylether (PCB) können dem Plastik entweichen. Bei einer Verbrennung bei niedrigen Temperaturen können Dioxine und Furane entstehen [78]. Das häufig in Elektronikschrott vorkommende Kupfer kann dabei als Katalysator wirken und die Entstehung von Dioxinen unterstützen. Dioxine bezeichnen eine Gruppe von chlorierten organischen Verbindungen und gehören zu den langlebigsten und gefährlichsten organischen Stoffen. Einige Fischarten und fischfressende Säugetiere reichern PCBs in ihrem Fettgewebe an [85].

PCBs gelten als krebserregend und senken den Spiegel des Hormon Thyroxin im menschlichen Körper. Ein niedriger Thyroxin Hormonstand kann die Entwicklung des Menschen beeinträchtigen.

Außer in Elektronikgeräten wurden PCBs besonders in der Vergangenheit in nichtbrennbaren Isolationsflüssigkeiten und Hydraulikölen verwendet.

Hier wird von der EU-RoHS-Richtlinie ein Grenzwert von 0,01 % des Gewichtes eines jeden Werkstoffes in Elektro- und Elektronikgeräten festgelegt [42].

### **Quecksilber**

Enthalten ist Quecksilber u.a. im Leuchtstoff von Flachbildschirmen, in Relays und Schaltern von Großrechnern und in den Batterien alter Computermodelle [78].

Beim Auseinanderbau und bei der Verwertung von Flachbildschirmen kann Quecksilber frei werden. Ebenso kann es bei der Deponierung oder Verbrennung an die Umwelt abgegeben werden.

Das Einatmen von Quecksilberdampf kann Nieren-, Leber- und Nervenschäden verursachen.

Die EU-RoHS-Richtlinie erlaubt nur noch eine Konzentration von Quecksilber, welche unter 0.1 % des Gewichtes eines jeden Werkstoffes in Elektro- und Elektronikgeräten liegt [42].

### **Fazit**

Die beschriebenen Risiken für Mensch und Umwelt zeigen deutlich, dass eine gesonderte Entsorgung von Elektronikschrott unumgänglich ist. Eine Beschreibung der Probleme, die bei der Entsorgung entstehen, findet sich im nächsten Abschnitt.

## 2.3 Die Risiken bei der Entsorgung von Elektronikschrott

Sowohl bei der *Beseitigung* als auch bei der *Verwertung* von Elektronikschrott können potenziell gesundheitsschädliche Substanzen in die Umwelt gelangen. Im folgenden wird zwischen *Entsorgungsverfahren* in den Industriestaaten und in den Entwicklungsländern unterschieden.

### 2.3.1 Die Abfallbeseitigung in den Entwicklungsländern

Die Abfallverbrennung findet in den Entwicklungsländern oft ungefiltert und unter freiem Himmel statt [92]. Eine MVA nach westlichen Standards ist selten finanzierbar. Viele Mülldeponien entsprechen bei weitem nicht den Standards, d.h. sie besitzen keine Basisabdichtung, Sickerwasserdrainagen oder Gaserfassungssysteme (Wie zum Beispiel die legalen Deponien um und in Lagos [10, S. 21]). Wie Ken A. Gourlay beschreibt, gibt es in den Entwicklungsländern offensichtlich nur zwei Arten von Deponien: Deponien, die Müllsammlern ein kümmerliches Überleben ermöglichen, und Deponien, welche selbst für Sammler zu giftig sind [51]. Das Sickerwasserproblem wird oft durch die lang anhaltenden Regenfälle in Monsun-Gebieten verschlimmert. Die giftigen Substanzen können dabei vom Menschen über die Luft, das Wasser oder über Nahrungsmittel aufgenommen werden. Wegen der Verschmutzung steht immer weniger sauberes Trinkwasser zur Verfügung.

Voraussichtlich gelangen die elektrischen und elektronischen Geräte in den Entwicklungsländern mit einer Verzögerung in den Abfallstrom, denn sie werden erst weggeworfen, wenn sie wirklich nicht mehr zu gebrauchen oder zu verkaufen sind.

### 2.3.2 Die Verwertung von Elektronikschrott in den Entwicklungsländern

Um die Rohstoffe aus Elektronikschrott zurückzugewinnen, werden die unterschiedlichsten Prozesse angewendet. In Entwicklungsländern werden hier meist umwelt- und gesundheitsschädliche Prozesse in Handarbeit ausgeführt. Eine Übersicht zeigt Abbildung 2.9.

Im Folgenden werden einige der Ansätze der Wiederverwertung in Entwicklungsländern von Elektronikschrott aufgeführt:



Abbildung 2.8: Abfalldeponie mit Elektronikschrott am Lianjiang River in China (Quelle: Basel Action Network 2005)

### **Wiederverwertung von Kunststoff (Separieren und Zerkleinern)**

Der Kunststoff aus Elektronikschrott wird per Hand von den anderen Elektronikbauteilen getrennt. Die Plastikkomponenten können direkt wiederverwendet oder maschinell zu einem Plastikgries zermahlen werden. Die verschiedenen Kunststoffarten werden meist in einem Wasserbecken voneinander getrennt, dabei ist es jedoch schwer zwischen Kunststoffen mit oder ohne Flammenhemmern zu unterscheiden. Greenpeace fand, wenn auch nur in geringen Mengen, eben diese Flammenhemmer (Polybromierte Biphenylether und Triphenylphosphan) im Staub und in Bodenproben aus der Nähe von Kunststoffzerkleinerungsmaschinen. Wegen der vermutlich unsaubereren Trennung konnten in Proben mehrere Schwermetalle (z.B. Cadmium) nachgewiesen werden [52, S. 8].

### **Separation der Bauteile von der Platine**

Bei diesem Prozess trennt der Verwerter die Bauteile (Chips, Widerstände, etc.) von den Platinen um sie danach zu sortieren [52, S. 9].

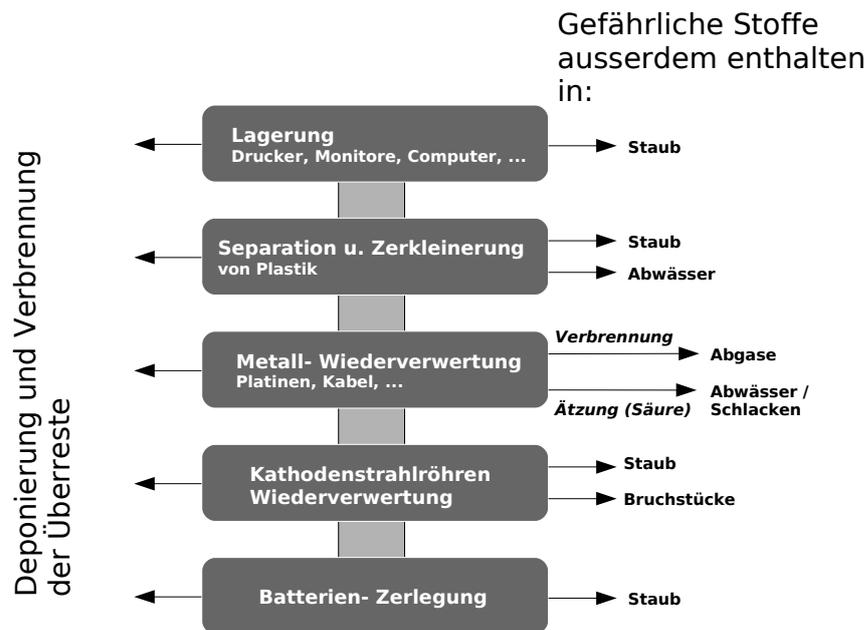


Abbildung 2.9: Probleme bei der Verwertung von Elektronikschrott

### Entfernung des Lötzinns

Hierfür werden die Platinen direkt über dem Feuer oder einem Grill erhitzt. Die Platine wird dann kräftig gegen einen harten Gegenstand geschlagen, um das geschmolzene Lötzinn abzuwerfen. Bei diesem Vorgang können je nach Lötzinn schädliche Blei- oder Zinndämpfe entstehen. Ebenso können je nach Material Dioxine, Furane oder Bestandteile der Flammenhemmer entweichen [52, S. 9].

### Zerkleinerung des gemischten Elektronikschrottes

Die Bestandteile, die nun noch übrig geblieben sind, werden in einem Schredder zerkleinert. Durch Vibration und durch die Zuführung von Wasser werden leichte Teile von den schwereren getrennt. Deshalb ist das Abwasser durch die Bestandteile des Elektronikschrottes verunreinigt. Zumindest der von Greenpeace observierte Wiederverwerter in China verwendet das Abwasser nicht wieder und leitet es ungereinigt in den Fluss. Im Sediment einer Abwasserausleitung wurde eine 400 bis 600 mal so hohe Konzentration über dem in der Natur vorkommenden Wert von Blei (12000 mg/kg), Kupfer (30100 mg/kg) und



Abbildung 2.10: Ewaste Sorting Zeguo, Zhejiang Province, China (Foto: *Edward Burtynsky* 2004 [18])

Zinn (5310 mg/kg) gemessen (s. Tab. 2.2 auf S. 20). Dagegen sind diese Metalle im Grundwasser (entnommen an einer Handpumpe nahe des Abflusses) kaum nachweisbar [52, S. 10].

### Die Aufbewahrung und das Auseinanderbauen von Druckern

Greenpeace stellte fest, dass die Drucker bei den Verwertern getrennt von anderem Elektronikschrott aufbewahrt und zerlegt werden. Bei den eingesammelten Staubproben fiel auf, dass die Proben durch den feinen Tonerstaub schwarz gefärbt waren. Bei der Auswertung wurde neben einer hohen Konzentration von Kupfer (etwa 500 mal höher als Normal) der höchste Wert von PCB dieser Greenpeace Untersuchung gefunden. Cadmium wurde hier in der 20-fachen und Quecksilber in der 60-fachen Menge über der normalen Konzentration nachgewiesen [52, S. 11]. Es ist möglich, dass alte Drucker PCB-Kondensatoren enthalten [78].



Abbildung 2.11: *Circuit Boards*, Guiyu, Guangdong Province, China (Foto: Edward Burtynsky 2004 [18])

### **Extraktion von Metallen durch Säure**

Legierungen, und Edelmetalle aus Elektronikschrott (z.B. Gold) können mit sehr starken Säuren aus Elektronikbauteilen herausgelöst werden. Aus der Säureschlacke können dann die Metalle extrahiert werden. Die von Greenpeace beobachteten Verwerter arbeiteten alle in der Nähe von Flüssen und es war zu erkennen, dass in die Flüsse saure Abwässer eingeleitet wurden [52, S. 13]. In Indien befand sich der Säurearbeitsplatz in einem eingeschlossenen Bereich. Dort wurde Säure auch zur Extraktion von Kupfer verwendet. Bauteile die von den Platinen entfernt wurden, werden zu einem Pulver zermahlen, gesiebt und dann mit Wasser zu einem Brei verarbeitet. Aus diesem Gemisch können durch die Säure die Metalle herausgelöst werden. Auch aus ganzen Platinen, und aus der Asche werden die Metalle mit Säure extrahiert. Die Arbeiter tragen oftmals keine Schutzanzüge und Atemschutzmasken. Wenn kein Kupfer mehr aus der Schlacke extrahiert werden kann, wird sie auf einer offenen Deponie entleert.

## 2 Daten und Fakten zu Elektronikschrott

Substanz (alle in mg/kg)	Greenpeace 2005 [52]: Abfluss Sediment (Guiyu- Nanyang, China)	Basel Acti- on Network 2001 [11]: Wasserpro- be Sample 1 (Lianji- ang River, China)	EMPA Schweiz [33]: Erd- proben aus Neu Delhi	Grenzwert: US-EPA Area IV Erd und Sediment Richtlinie
Blei	12000	23400	549000	50
Cadmium	13.5	52	1.6	1.6
Kupfer	30100	20300	7740	40
Zink	5250	2340	4730	50
Zinn	5310	110	119	53

Tabelle 2.2: Vergleichswerte von verschiedenen Bodenproben

In Proben des Flusssedimentes wurde ein hoher Kupferanteil nachgewiesen. Dass auch Kupfer eine schädliche Wirkung auf die Umwelt haben könnte, kann an einem Beispiel aus Chile dargestellt werden: Hier verursachten kupferhaltige Abwässer aus Kupferminen eine hohe Sterblichkeit der dort lebenden Tiere [51].

### Entfernung von Plastik durch Verbrennung

Um an das Metall aus Elektronikbauteilen zu gelangen, werden Komponenten in einem offenen Feuer verbrannt (z.B. für die Entfernung der Isolierung von Computer-Kabeln). In China werden die Überreste der Verbrennung auf illegalen Deponien beseitigt. Die Arbeiter in Indien erzählten den Greenpeace-Mitarbeitern, dass sie gewöhnlich ihr Essen auf Feuerstellen kochen, die Plastik als Brennstoff verwenden [52, S. 15].

Die genauere Untersuchung der Asche in einem externen Labor der Proben aus China bewies das Vorkommen des hoch krebserregenden Tetra-Chlor-Dibenzopara-Dioxin (TCDD). Die aufgefundenen polychlorierten Dioxine und Furane stammen von verbranntem Plastik welches PVC enthielt. Auch hier konnten erhöhte Blei- und Cadmium Werte nachgewiesen werden [52, S. 46].

### Entfernung des Glases von Kathodenstrahlröhren

Bei dem von Greenpeace observierten Verwerter in Delhi lagerten Kathodenstrahlröhren von Bildschirmen zwischen 8 und 10 Jahre an verschiedenen Orten, u.a. innerhalb eines Lebensmittelmarktes, bevor das Glas für die Wiederverwendung eingeschmolzen wurde [52, S. 16]. Besonders von diesen zerbrochenen Röhren geht eine Gefahr aus, da feiner Staub, welcher sich innerhalb der Röhre befindet, Substanzen wie Cadmium, Barium oder Zink in hoher Konzentration enthalten kann [52, S. 48]. Cadmium, Zink und Yttrium wird als Leuchtmittel für die drei Grundfarben (Rot, Grün und Blau) in Kathodenstrahlröhren verwendet.

Für die Verwertung der Kathodenstrahlröhre wurde folgende Methode beobachtet: Zunächst wird die Ablenkspule mit einem Hammer entfernt, damit der Kupferdraht wiederverwertet werden kann und Luft in die Röhre eindringt. Auch aus dem Elektronenemitter wird das Metall extrahiert. Der Hauptbestandteil, das Glas, wird entweder deponiert oder zur Wiederverwendung eingeschmolzen [52, S. 48].

### Zerlegung der Batterien

In Abhängigkeit der Batteriesorte konnte Greenpeace in Indien beispielsweise bei der Zerlegung von Bleibatterien einen Bleiwert nachweisen, der um den Faktor 200 über dem Normalwert einer typischen Staubprobe liegt [52, S. 32].

### 2.3.3 Die Abfallbeseitigung in den Industriestaaten

Bei der Beseitigung in den Industriestaaten enden die Abfälle oftmals in Deponien oder in Müllverbrennungsanlagen (MVA) mit hohem technischem Standard. Für MVA sieht der Gesetzgeber Grenzwerte für die Emissionen vor (z.B. die MVA *Weisweiler* [70, Emissionswerte]). Die Verbrennung lässt giftige Stoffe jedoch nicht verschwinden: In den Rückständen und Filterstäuben befinden sie sich in konzentrierter Form. Diese müssen dann meist als Sondermüll deponiert werden. Beispielsweise bleiben in der Schweiz bei der Verbrennung von jährlich 4 Mio. Tonnen Hausmüll ungefähr 640.000 Tonnen Schlacken zurück [86]. Bei der Müllverbrennung können möglicherweise Dioxine und Furane entstehen. Wegen langwieriger *Planfeststellungsverfahren* wird es in den Industriestaaten noch einige Zeit dauern, bis Kontaminationen verursachende MVA durch modernere MVA ersetzt werden [85].

## 2 Daten und Fakten zu Elektronikschrott

Der größere Teil des Abfalls wird in den Industriestaaten deponiert [44]. Der Standort einer neuen Deponie wird auf geographische und geologische Eigenschaften geprüft und ein komplexes Absicherungssystem wird vor der Abfallinlagerung eingerichtet. Ein Schutz des Grundwassers vor giftigem Sickerwasser kann allerdings nicht garantiert werden [36]. Diese Abwässer enthalten meist Schadstoffe, die von den natürlichen Reinigungsmechanismen des Bodens (z.B. von Bakterien) nicht abgebaut werden können. Im schlechtesten Fall befinden sich die untersten Deponieschichten direkt am Grundwasserspiegel und entlassen dort ihr hochgiftiges Sickerwasser. In Deutschland besaßen im Jahre 1995 nur 60 % der Deponien eine Basisabdichtung [82]. Durch sauren Regen oder saures Sickerwasser können sich Schwermetalle aus den Elektronikschrott noch leichter herauslösen. Etwa 70 % der Schwermetalle in einer Deponie gehören zu Elektronikschrott [11, S. 7]. Neben dem Aussickern ist auf den Deponien zudem die Verdampfung von giftigen Substanzen (z.B. von Quecksilber) möglich.

### Beispiel Wien

Bei einer Abfallanalyse in Wien in den Jahren 2003 und 2004 wurde ermittelt, dass 0,75 % des Hausmülls aus Elektronikschrott besteht. Auf die Gesamtabfallmenge bezogen sind das 3.765,59 Tonnen in einem Jahr. Hausmüll darf in Österreich nicht mehr unbehandelt deponiert werden. Daher wird ein großer Teil des unsortierten Hausmülls verbrannt. Danach werden die Metalle magnetisch aus der Asche entfernt. Ein kleinerer Teil des Hausmülls wird maschinell sortiert, wobei Metalle (also auch Metalle aus Elektronikschrott) aussortiert werden [91]. Im EU-Durchschnitt (15 Länder) wurde im Jahr 2004 mehr als doppelt soviel Müll deponiert (242 kg pro Kopf - rückläufig), wie verbrannt (111 kg pro Kopf - steigend) [44].

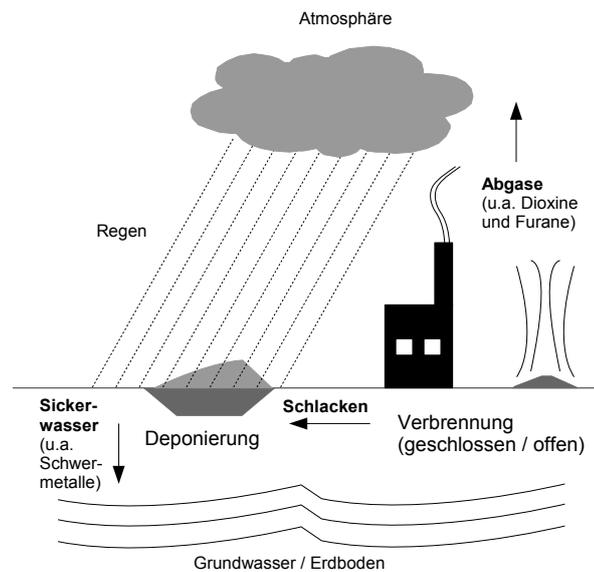


Abbildung 2.12: Probleme bei der Abfallbeseitigung

### 2.3.4 Die Verwertung von Elektronikschrott in den Industriestaaten

Im besten Fall kann davon ausgegangen werden, dass die Wiederverwertung von Elektronikschrott in den entwickelten Ländern von einem Verwertungsunternehmen übernommen wird. Hier wird die Verwertung von alten Geräte (wie z.B. Computer, Mikrowellenherde, Staubsauger, usw.) mittels spezieller *Verwertungsanlagen* vorgenommen (s. Abb. 2.13). Diese Anlagen nehmen eine Zerkleinerung und eine automatische Sortierung der verschiedenen Stoffe vor. Gefährliche Stoffe werden nach Möglichkeit aussortiert und gesondert behandelt. Die EU-Mitgliedsländer müssen ab Dezember 2006 mindestens 4 kg Elektronikschrott pro Person und Jahr wiederverwerten (s. Kapitel 3.2.1 auf S. 53).

### 2.3.5 Fazit

Die Messungen von Greenpeace und der EMPA Schweiz zeigen deutlich, dass zumindest in nächster Nähe der Verwertungsplätze in Entwicklungsländern eine Gefahr für die Menschen und die Umwelt von der Elektronikschrottverwertung ausgeht. Sicherlich macht die Verwertung und Entsorgung von Elektronikschrott im Vergleich zu anderen Umweltschäden nur einen geringen Teil der Gesamtverschmutzung aus. Allerdings wächst das Aufkommen schnell und bei

## 2 Daten und Fakten zu Elektronikschrott

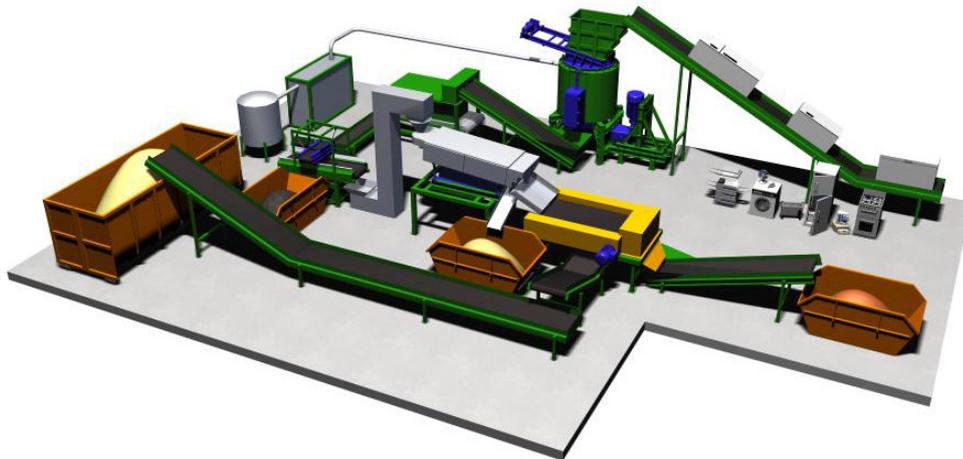


Abbildung 2.13: Schema einer vorbildlichen Elektronikschrott-Verwertungsanlage (Quelle: MeWa Recycling-Anlagen)

einem nachhaltigen Umweltschutz sollten alle gefahrenverursachenden Faktoren miteinbezogen werden.

Ein Schutz der Elektronikschrottverwertung bedarf mehreren Lösungsansätze:

- Am Anfang steht die Vermeidung, d.h. Giftstoffe in den Elektronikgeräten sollten minimiert werden (s. Kapitel 3.2.1 auf S. 53)
- Wenn die Entwicklungsländer den Abfall der Industriestaaten übernehmen, dann sollte gleichzeitig auch eine Technologie transferiert werden, welche eine saubere Entsorgung ermöglicht. Es sollte ein internationaler Erfahrungsaustausch über die verschiedenen Möglichkeiten der Verwertung stattfinden [33, EMPA].
- Die elektrischen und elektronischen Geräte sollten für die Wiederverwertung ausgelegt sein (z.B. sollten einzelne Bauteile einfach zu entfernen sein).
- Die Arbeiter bei den Verwertern und die Einwohner in der Nähe von Verwertungsplätzen in den Entwicklungsländern müssen über die möglichen Risiken der gegenwärtigen Praxis aufgeklärt werden

## 2.4 Der Handel mit Elektronikschrott

### 2.4.1 Einführung

Nachdem dargestellt wurde, welche Risiken durch Elektronikschrott für den Menschen und die Umwelt bestehen, beschreibt dieses Kapitel den Transport von Elektronikschrott in Entwicklungsländer. Weiterhin wird die Zuverlässigkeit der Informationsquellen über Elektronikschrott-Transporten analysiert. Hinführend zu Kapitel 3 (rechtliche Aspekte), wird dargestellt, wie Elektronikschrott-Transporte legal stattfinden können. Außerdem wird gezeigt, wie mit Elektronikschrott verfahren wird, wenn er an seinem Ziel angekommen ist.

### 2.4.2 Informationsquellen über Elektronikschrott-Transporte

Es gibt keine genauen Angaben darüber, wieviel Elektronikschrott tatsächlich aus den Industriestaaten in die Entwicklungsländer exportiert wird. Dennoch erscheinen häufig Medienberichte zum Thema. Diese Berichte beziehen sich meistens auf Studien einer Handvoll unabhängiger Organisationen, wie der *Silicon Valley Toxic Coalition (SVTC)*, des *Basel Action Network (BAN)*, *Toxics Link* in Indien und *Greenpeace*. Eines haben diese Studien alle gemein (mit Ausnahme der Studien von *Toxics Link*): Sie sind reißerisch geschrieben und sie verwenden aufsehenerregende Bilder. Oft werden im Elektronikschrott spielende Kinder gezeigt (s. Abb. 2.14). Dass die Informationen in den Studien jedoch nicht immer zuverlässig sind, und sogar als falsche Informationen in den Medien kursieren, wird anhand folgendem Beispiel deutlich.

„What cannot be recycled readily or economically in the United States is often very quickly sold to one of the many very competitive brokers that look for the best price on the global market. . . Very knowledgeable and informed industry sources, however, have estimated that around 80 % of what is diverted to recycling is actually exported to Asia.“ [11, S. 14]

Für diese Aussage aus einer Studie der SVTC und des BAN im Februar 2002, wurde auf Telefongespräch mit Mike Magliaro (*Telephone Interview with Mike Magliaro, Life-Cycle Business Partners Salem, New Hampshire (Feb. 20, 2002)*) verwiesen. Bei einer Internet Recherche war das Protokoll einer Sitzung des *EPA Design for the Environment Lead-free Solders Partnership* auffindbar. Dort wurde beschrieben, wie die in der Quelle genannte Person für eine Überprüfung ein zweites mal angerufen wurde. Mike Magliaro sagte diesmal jedoch aus, dass



Abbildung 2.14: Medienwirksames Foto. Guiyu, China. Dezember 2001. Quelle: Basel Action Network

die Prozentangabe nicht repräsentativ für die aktuelle Situation der Industrie sei, da diese sich in den letzten Jahre veränderte:

„He informed her that such a number could not be considered representative of the current industry due to the changes it has been through in the past years.“ [38, S. 2]

Die Prozentangabe aus der Studie wurde jedoch mehrmals zitiert, unter anderem in der New York Times [38, S. 3] und im März 2006 in einem chinesischen Online Magazin:

„Experts estimate that around 80 percent of the world’s highly polluting e-products are imported to Asia, of which 90 percent come to China. China has become a major victim of e-garbage.“ [80]

Die Prozentangabe der SVTC Studie bezieht sich jedoch zunächst einmal auf den anfallenden Elektronikschrott in den USA. In einer späteren Studie wurde die Prozentangabe der Exporte mit 50–80% angegeben [10, S. 4].

Dieses Beispiel sollte besonders im folgenden Abschnitt in Erinnerung behalten werden, da die Datenlage alles andere als eindeutig ist.

## 2 Daten und Fakten zu Elektronikschrott

Veröffentlichung (Monat/Jahr)	Name	Inhalt
06/2001	<b>SVTC.</b> Posion TVs and Toxic PCs [87]	giftige Substanzen in E-Schrott; Gefahren beim Recycling, bei der Deponierung und bei der Verbrennung von E-Schrott; Recyclingkosten in den USA
02/2002	<b>SVTC u. BAN.</b> High Tech Trashing of Asia [11]	E-Schrott-Exporte nach Asien; Schwerpunkt China (Guiyu) Indien (Delhi) und Pakistan (Karachi); Verwertungsprozesse
02/2003	<b>Toxics Link.</b> Scrapping the High-Tech Myth [94]	E-Schrott in Indien; Verkaufspreise für E-Schrott und gebrauchte Computer in Neu Delhi; E-Schrottauktionen; Import-Rechtsordnung in Indien
01/2004	<b>Toxics Link.</b> E-waste in Chennai: Time is running out [95]	E-Schrott-Exporte nach Chennai (Indien); Untersuchungen von Schiffsladungen am Hafen von Chennai
01/2004	<b>SVTC.</b> Posion TVs and Toxic PCs [88]	Neufassung des Berichtes von 06/2001
08/2004	<b>BAN.</b> CRT Glass Recycling Survey Results [7]	Befragung mehrerer Hersteller und Verwerter von Kathodenstrahlröhren; Mengenangaben zur Verwertung und Sammlung von Kathodenstrahlröhren
08/2005	<b>Greenpeace.</b> Recycling of e-waste in India and China [52]	Entnahmen von Boden- und Wasserproben bei Elektronikschrott-Verwertern in China (Guiyu) und Indien (Neu Delhi)
10/2005	<b>BAN.</b> The digital Dump - Exporting Re-use and Abuse to Africa [10]	E-Schrott-Exporte nach Nigeria; Bestimmung des Ursprungsortes des importierten E-Schrottes; Untersuchung des Festplatteninhaltes von Computern

Tabelle 2.3: Eine Übersicht über Studien zum Thema Elektronikschrott

### 2.4.3 Wieviel Elektronikschrott wird transportiert?

Da die meisten Elektronikschrott-Transporte grundsätzlich nicht bekannt gegeben werden, gibt es kaum genauere Zahlen. Wenn der Ursprung in einer der Elektronikschrott-Studien erwähnt wird, so werden oft Zahlen des jährlich anfallenden Elektronikschrottes in den Industriestaaten genannt, so z.B.:

„It is estimated that there are over a billion personal computers in the world at present. In developed countries these have an average life span of only 2 years. In the United States alone there are over 300 million obsolete computers.“ (US National Safety Council) [97]

Die erwähnten Studien über Elektronikschrott (s. Tabelle 2.3 auf S. 27) zeigen zumindest die Auswirkungen der Transporte: Berge von Elektronikschrott mit Menschen die ihn verwerten.

Bei der Recherche zu dieser Arbeit wurden lediglich drei beweiskräftige Angaben entdeckt:

1. 23.000 Tonnen Elektronikschrott aus Großbritannien in Nicht-OECD Länder (u.a. Naher Osten, West-Afrika, China und Indien) (s. Kapitel 2.4.11 auf S. 37) [96].
2. In Lagos (Nigeria) kommen monatlich 500 Container mit alten Computern an. Jeder Container enthält 800 Computer, von denen 25–75 % defekt sind, also als Elektronikschrott bezeichnet werden können [10].
3. Bei Stichproben für eine Studie des *European Union Network for the Implementation and Enforcement of Environmental Law* wurde ein geplanter Transport aus den Niederlanden nach China von 18 mit Kabelabfällen gefüllter Container aufgedeckt [43, S. 25].

Es ist ersichtlich, dass die Elektronikschrott-Transporte zur täglichen Praxis des weltweiten Handels gehören. Es mangelt jedoch an Daten, die zeigen, wie sich das Transportvolumen in den letzten Jahren entwickelt hat. So können keine exakten Rückschlüsse auf die Wirkung diverser internationaler Gesetze (s. Kapitel 3 auf S. 40), die sich auf Elektronikschrott und andere gefährliche Abfälle beziehen, gemacht werden.

Durch die Auswertung einiger Studien aus Tabelle 2.3 wurde eine Grafik der internationalen Handelsrouten und Handelsorte von Elektronikschrott erstellt (s. Abb. 2.15).

## 2 Daten und Fakten zu Elektronikschrott



Abbildung 2.15: Elektronikschrottexporte (exemplarische Darstellung) Quellen: [60], [97], [10], [11] und [28]

#### 2.4.4 Elektrische und elektronische Geräte sind global gehandelte Produkte

Elektrische und elektronische Geräte, besonders die der Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT), sind Produkte, die mit einem weltweiten Warenhandel einhergehen: Produziert werden sie in Ländern wie Taiwan oder Singapur, sie verwenden Ressourcen aus Afrika und Australien, benutzt werden sie vorwiegend in den Industriestaaten, von wo aus sie nach dem Gebrauch zur Entsorgung zurück nach Asien gebracht werden.

#### 2.4.5 Transporte nach Asien

Vorwiegend berichten die Studien (s. Tab. 2.3 auf S. 27) von Elektronikschrott-Transporten nach Asien. Die asiatische Region weist jedoch durchaus unterschiedliche ökonomische Strukturen auf. Während die Regierung Chinas versucht, die Wirtschaft der zahlreichen Provinzen zentral zu steuern, bewegt sich Süd-Korea auf eine demokratische Struktur zu. Für die zu verwertenden Materialien aus Elektronikschrott oder für gebrauchte elektrische und elektronische Geräte muss ein Markt vorhanden sein. Damit ist nicht jedes Land in Asien gleich anziehend für Elektronikschrott-Transporte. Es geht weiterhin nicht nur um das Verlangen nach Rohstoffen aus Elektronikschrott, sondern auch um den Bedarf nach IKT, der je nach Entwicklungsstufe, und von den sozialen und kulturellen Aspekten eines Landes abhängig, verschieden ist und möglicherweise auch durch noch funktionierende Altgeräte gedeckt werden kann. Da sich viele Hersteller von IKT in Asien befinden, findet auch ein erheblicher Austausch innerhalb der Länder im asiatischen Raums statt [60, S. 9]. Es gibt einen Schwerpunkt bei Elektronikschrott-Transporten innerhalb Asiens: China importiert Schrott aus Japan, Taiwan, Süd-Korea, Singapur und Malaysia [60, S. 12].

Von der Seite der Industriestaaten, finden Elektronikschrott-Exporte statt:

1. Als Abfalltransport. So versenden beispielsweise US-Verwertungsfirmen Elektronikschrott nach China, weil
  - a) dies günstiger ist, als ihn am Entstehungsort zu entsorgen (weniger Lohn für die Arbeiter; Einsparungen durch geringeren technischen Aufwand und weniger Umweltregulierungen)
  - b) weil in den Industriestaaten noch nicht genügend Kapazitäten für eine umfassende Verwertung geschaffen wurden

### **115.200 Tonnen versus 1,1 Millionen Tonnen:**

Experten schätzen, dass alleine in Peking (ca. 15 Millionen Einwohner) im Jahr 2006 115.200 Tonnen Elektronikschrott, bestehend aus 3,5 Millionen Fernsehgeräten, Waschmaschinen, Kühlschränken und Klimaanlage und 2,3 Millionen Mobiltelefonen, anfallen wird. Deshalb soll in der Stadt eine Elektronikschrott-Verwertungsanlage gebaut werden [22].

Ein Vergleich zu Deutschland: Man schätzt, dass hier im ganzen Land jährlich etwa 1,1 Millionen alte elektrische und elektronische Geräte ausrangiert werden [29].

2. als Gebrauchsgütertransport als Ware oder Spende (s. Kapitel 4.2 auf S. 69)

### **Süd-Süd Transporte**

Je mehr sich die Entwicklungs- und Schwellenländer industrialisieren, desto mehr werden diese Länder am weltweiten Warenhandel beteiligt sein. Auch der Handel mit Abfällen wird ansteigen. Die nationalen Kontrollmechanismen dieser Länder sind oft schwach. Das Basler Übereinkommen über die Kontrolle der grenzüberschreitenden Verbringung gefährlicher Abfälle und ihre Entsorgung, sieht noch keine Regelung für Transporte *innerhalb* der Gruppe der Entwicklungs- und Schwellenländer vor (s. Kapitel 3.1.1 auf S. 40).

#### **2.4.6 Zwischenstationen**

SVTC berichtet, dass die Elektronikschrott Exporte nicht direkt nach Asien transportiert werden, sondern zunächst an Zwischenhändler verkauft werden. Dubai und Singapur sind hier zwei wichtige Zwischenstationen. Um die Transporte zu verbergen, werden sie manchmal über die Philippinen oder Indonesien umgeleitet. Händler aus Pakistan kaufen die Waren dann bei den Zwischenhändlern für etwa 0,49 Euro für ein Kilo Elektronikschrott in Dubai ein. Deutlich teurer ist Elektronikschrott, welcher aus Singapur importiert wird: ein Kilo kostet 2,80 Euro [11, 2002, S. 23].

Auch für andere Abfälle gibt es diese Zwischenstationen. So wurde im Februar

2006 bekannt, dass 2000 Tonnen giftiger Batterien aus Japan mehrere Monate im Hafen von *Hai Phong* in Vietnam lagerten. Die Ladung sollte weiter verschifft werden. Die Basler Konvention (s. Kapitel 3.1.1 auf S. 40) deklariert Batterien als gefährlichen Abfall, deshalb hätte Japan die vietnamesischen Behörden über einen Transfer unterrichten müssen. Eine vietnamesische Behörde (*General Department of Customs*) gab an, dass am Hafen von Hai Phong im Zeitraum vom Frühjahr des Jahres 2004 bis September 2005 mehrere Hunderttausend Tonnen Abfälle umgeschlagen wurden [93].

### 2.4.7 Beispiel: Ein Elektronikschrott-Transport nach Indien

Indien hat die Basler Konvention am 24.06.1992 in nationales Recht umgesetzt. D.h. es dürfen keine gefährlichen Abfälle, wie Elektronikschrott nach Indien importiert werden. Der Trick ist nun, den Elektronikschrott als funktionierend zu deklarieren. *Toxics Link* tarnte sich als interessierter Händler und nahm Kontakt zu fünf Exporteuren aus den USA, Kanada, Australien und Singapur auf. *Toxics Link* bekam Hinweise, wie ein Import reibungslos stattfinden könnte [94, S. 36]:

- Die Computer sollen als „funktionierende Gebrauchtcomputer“ deklariert werden. Mit der Erwähnung, dass es egal sei, sie als Neu- oder Gebrauchtware zu deklarieren, da beide denselben HS-Code tragen. Der *Harmonized System Code* ist ein weltweit einheitlicher Code für die Klassifizierung von Waren für Statistikzwecke.
- Der Modellname eines jeden Computers sollte verfügbar sein.

### 2.4.8 Der Marktwert von Elektronikschrott und gebrauchten Geräten

In Pakistan werden etwa 2 % des importierten Elektronikschrottes wiederverwendet, der Rest wird für die Wiederverwertung zu Verwertungsplätzen gebracht [11, S. 23]. Menschen verdienen dort Geld damit, aus alten Computerkomponenten funktionstüchtige Computer zusammenzubauen. Einer dieser Händler berichtet, dass er Computer verkauft, die zu etwa 60 % aus alten Computerkomponenten bestehen. Der Rest sei aus Neuware zusammengebaut [94, S. 26]. In Delhi werden die Rohstoffe aus Elektronikschrott gehandelt. So kostet das Glas einer zerbrochenen Kathodenstrahlröhre etwa 0,01 Euro/kg, und PVC-Kabel etwa 1,23 Euro/kg (weitere Preise s. Tab. 2.4 auf S. 33) [94, S. 24].

In Indien kommen gebrauchte Geräte entweder über Importeure oder aus den

## 2 Daten und Fakten zu Elektronikschrott

Gegenstand	Preis (in Euro)
Elektronikschrott-Ankauf in Deutschland [39] (Leiterplatten u. Steckkarten aus PCs / Großrechnern / Telekommunikation)	Ankauf bis 100kg ca 1,60 pro kg
Elektronikschrott (gemischt) aus Singapur [11, S. 23])	2,80 pro kg
Elektronikschrott (gemischt) aus Dubai [11, S. 23])	0,49 pro kg
Elektronikschrott (gemischt) (Indien) [94, 2003, S. 13]	ab 0,38 pro kg
Blei aus einer Leiterplatte (Indien) [94, 2003, S. 24]	1,90 pro kg
Leiterplatte ohne Lot (Indien) [94, 2003, S. 24]	0,38 pro kg
Druckerpatronen (Indien) [94, 2003, S. 25]	0,47 pro Stück

Tabelle 2.4: Preise für Elektronikschrott

einheimischen Unternehmen auf den Gebrauchtmärkte. Im Jahre 2003 waren dies noch vorwiegend Modelle mit einem Pentium I, II oder III Prozessor [94, S. 28].

Die Händler in Indien können mit gebrauchten Computern gute Gewinne erzielen: Bei einem Importeur kann ein Händler einen Pentium II Computer (mit 4–6 GB Festplattenspeicher, 64 MB RAM, und CD-ROM Laufwerk) für etwa 74 Euro einkaufen. Auf dem Gebrauchtmärkte könnte der Computer zwischen 152 und 227 Euro weiterverkauft werden [94, S. 36, Zahlen aus dem Jahr 2003].

In Indien sind Auktionen ganzer Sammlungen von Computern üblich. Diese werden in Auktionszeitschriften (wie dem *Auction News Journal*), oder in Zeitungen angekündigt. So wurden hier zum Beispiel im Juni 2002 29 Computer, Drucker und andere Geräte von einem Finanzunternehmen aus Neu Delhi mit einem Startpreis von umgerechnet 569 Euro angeboten [94, S. 36].

Wenn Computer nicht mehr funktionieren oder sie für den Gebrauchtmärkte zu alt sind (z.B. 286, 386, 486), werden sie an Elektronikschrottverwerter für die Materialrückgewinnung verkauft. Nachdem dort die wertvollen Komponenten (wie z.B. die CPU) aussortiert wurden, beginnt der eigentliche Verwertungsprozess (s. Kapitel 2.3.2 auf 15) [94, S. 28].

In China ist es auch üblich, neue Geräte aus verschiedenen gebrauchten Gerä-



Abbildung 2.16: Ein „neuer“ Fernseher aus gebrauchten Komponenten. Foto: EMPA [33]

ten zusammenzubauen. So ist auf Abbildung 2.16 ein Fernseher sichtbar, der eine gebrauchte Kathodenstrahlröhre und zwei gebrauchte Computerlautsprecher enthält [33].

Die Handel mit Gebrauchtwaren und Abfällen ist in Ländern wie China, Thailand und Indien etablierter als in den Industriestaaten, denn die Konsumenten verwenden hier bereitwilliger gebrauchte Waren. Die elektronischen und elektrischen Geräte haben in Entwicklungs- und Schwellenländern noch ein höheres Ansehen, da die Geräte nicht weit verbreitet sind, und die Technologien generell eher als „neu“ empfunden werden. So werden die Geräte dort länger verwendet bevor sie verkauft oder entsorgt werden.

### 2.4.9 Die Verwertung von Elektronikschrott

Die vielen informellen Verbindungen, die im Handel mit Elektronikschrott entstanden sind, begünstigen einen weitgehend unsichtbaren Handel mit den Waren. Oftmals befinden sich die Händler und Verwerter von Elektronikschrott außerhalb der Städte. Dort profitieren sie von geringer Aufsicht durch die Kontrollbehörden, und ihnen stehen genügend Arbeiter zur Verfügung, da es hier tendenziell weniger Arbeit gibt. So können die Verwerter weitgehend unentdeckt und kostengünstig ihren Elektronikschrott verarbeiten. So z.B. in China, wo es gerade in den ländlichen Gegenden nur laxen Regulierungen für den Umweltschutz gibt. Auch die Händler und Verwerter in Städten wie Neu Delhi



Abbildung 2.17: Rio de Janeiro: Ankauf von gebrauchten Drucker-Kartuschen durch einen Sandwich-Man. Quelle: Thomas Schauer

oder Manila können weitgehend ungehindert ihren Praktiken nachgehen, da es dort nur schwache Gesetze gibt [94, S. 47]. Die Verwerter und Händler von Elektronikschrott profitieren von ausgedehnten Handelsnetzwerken, die sich seit Mitte der 1990er Jahre aufgebaut haben.

In Rio de Janeiro gehören Personen (s. Abb. 2.17) und kleine Läden (s. Abb. 2.18), die leere Tonerkartuschen und Tintenpatronen ankaufen, um diese wiederbefüllen zu lassen, zum alltäglichen Stadtbild. Während es in Europa eher üblich ist, dass man sich neue Tonerkartuschen oder Tintenpatronen des Originalherstellers kauft, nachdem man die alten entsorgt hat (z.B. in Österreich, wo die gebrauchte Kartuschen zu einer *Problemstoffsammelstelle* gebracht werden können).

### Beispiel China

Durch Studien von Greenpeace und die SVTC wurden zwei Städte in China bekannt, in denen seit den frühen 1990er Jahren Elektronikschrott verwertet wird: Guiyu in der Provinz Guangdong [11, S. 15] und Wen Ling in der Provinz Zhejiang [8] (s. Abb. 2.19). Es ist nicht bekannt, wieviele solcher Orte es außerdem gibt, denn eine Überprüfung fällt wegen der großen Anzahl klei-



Abbildung 2.18: Rio de Janeiro: Ankauf von gebrauchten Drucker-Kartuschen durch einen kleinen Laden. Quelle: Thomas Schauer

ner Elektronikschrott-Verwerter schwer. China hat den Import von Elektronikschrott offiziell verboten, deshalb müssen die Importeure und Verwerter von Elektronikschrott im Verborgenen agieren. Die typischen Elektronikschrottverwerter in China sind eher in ländlichen Gegenden zu finden. Guiyu ist ein Zusammenschluss mehrerer kleiner Dörfer (Huamei, Longgang, Longmen, Xianpeng und Beilin), deren Bevölkerung zunächst von Reisanbau lebte. Inzwischen wird hier in großem Stil Elektronikschrott verarbeitet. Die chinesische Presse schätzt, dass in Guiyu etwa 100.000 Arbeiter in der Elektronikschrottverwertung beschäftigt sind [11, S. 16]. Ein Teil der Arbeiter wandert aus den umliegenden Provinzen ein. Die Arbeiter verdienen umgerechnet etwa 1,25 Euro pro Tag. Greenpeace stellte in einer Untersuchung fest, dass Abwässer ungeklärt in den Fluss geleitet werden (s. Kapitel 2.3.2 auf S. 15 und [52, S. 13]). Seit 1997 ist das Grundwasser nicht mehr trinkbar und frisches Wasser muss aus einer Nachbarstadt nach Guiyu transportiert werden. Die Lehrer der Schulen im Gebiet von Guiyu berichten, dass die Hälfte der Schüler Probleme mit ihrer Atmung haben [45].

## 2 Daten und Fakten zu Elektronikschrott



Abbildung 2.19: Guiyu und WenLing in China. Zwei Orte in denen Elektronikschrott verwertet wird.

### 2.4.10 Die Auswirkungen

Neben den akuten Gefährdungen für die Arbeiter bei den Elektronikschrottverwertern und für die Menschen und die Umwelt in nächster Umgebung, entstehen Langzeitgefahren, die aus der Verwendung der wiedergewonnen Materialien herrühren. Die Materialien (Glas, Metall und Plastik) sind meist von minderer Qualität. In der Produktion für die einheimischen Märkte werden die Materialien anderweitig wiederverwendet, so z.B. in Indien für das Plastik in Kinderspielzeug [94, S. 19]. Hier besteht das Risiko, dass Plastik mit den giftigen Flammenhemmern für die Herstellung verwendet wird. Ein kanadisch-chinesischer Elektronikschrottverwerter gibt an, aus Elektronikschrott einen Baustoff zu gewinnen [60, S. 10]. Die potenzielle Gefahr für den Menschen und die Umwelt wird so auf ein anderes Produkt und an einen anderen Ort übertragen.

### 2.4.11 Elektronikschrott und andere global gehandelte Abfälle

Dass der globale Handel mit gefährlichen und nicht-gefährlichen Abfällen weit verbreitet ist, zeigen die folgenden Zahlen. Die Auswertung der Meldungen (Notifikationen) von Vertragsparteien der Basler Konvention an das Sekretariat der Basler Konvention zeigen, dass die Gesamtmenge der international transportierten gefährlichen und nicht-gefährlichen Abfälle in der Zeit von 1993 bis

## 2 Daten und Fakten zu Elektronikschrott



Abbildung 2.20: Elektronikschrott aus Großbritannien. Ein Vergleich. [96]

2001 von jährlich 2 Millionen auf 8.5 Millionen Tonnen anstieg [97]. Im Jahre 2000 entstanden weltweit mehr als 300 Millionen Tonnen gefährliche und sonstige Abfälle, wovon ungefähr 2 % (6 Millionen Tonnen) grenzüberschreitend transportiert wurden [97]. Von diesen grenzüberschreitend transportierten Abfällen können 90 %, also etwa 5,4 Millionen Tonnen als gefährlich klassifiziert werden. In diese Menge fällt auch Elektronikschrott.

Die Britische Umweltbehörde (*British Environment Agency*) deckte in einer Studie auf, dass ohne Autorisierung 23.000 Tonnen Elektronikschrott aus Großbritannien in Nicht-OECD Länder, wie Indien, Afrika und China exportiert wurden (Es konnte nicht erfasst werden, in welchem Zeitraum dies geschah) [96]. Für das Jahr 2001 meldeten die britischen Behörden dem Sekretariat der Basler Konvention ein Gesamtexportaufkommen von gefährlichen Abfällen von 35.907 Tonnen [13].

Zu Verdeutlichung: Die aus Großbritannien exportierten 23.000 Tonnen Elektronikschrott entsprechen fast dem Gewicht des im Jahr 2005 von der französischen Regierung zur „Verwertung“ nach Indien geschickten Flugzeugträgers (s. Abb. 2.20).

Innerhalb der Vertragsparteien der Basler Konvention finden 80 % aller gemeldeten Transporte zum Zwecke der Wiederverwertung statt [12, S. 31]. Tritt das Verbot für den Export von *gefährlichen* Abfällen zum Zwecke der Wiederverwertung oder Entsorgung von OECD-Länder in Nicht-OECD-Länder in Kraft (s. Kapitel 3.1.1 auf S. 43), dann würde für Deutschland China als Exportdestination für gefährliche Abfälle entfallen. Für das Jahr 2001 meldeten die Behörden in Deutschland, dass insgesamt 44.808 Tonnen gefährlicher *und* nicht-gefährlicher Abfälle nach China exportiert wurden. Das sind 15 % der Gesamtexportmenge von Deutschland des Jahres 2001 [97].

Wie wird sich das Exportverbot von gefährlichen Abfällen der Basler Konventi-

on in der Praxis auswirken? Beispielsweise hat China dem Sekretariat der Basler Konvention für den Bericht des Jahres 2004 (*Country fact sheet 2004*) nicht mitgeteilt, wie viele gefährliche und nicht-gefährliche Abfälle von China insgesamt importiert wurden [13]. Einem Zeitungsbericht nach, exportierten die USA im Jahre 2003 Metallabfälle im Wert von 1 Milliarde Dollar nach China [60, S. 7].

### 2.4.12 Fazit

Der weltweite Handel bringt eine Verlagerung der Umweltbelastung mit sich, die einen Teil des ökologischen Rucksackes darstellt. Die Hersteller von elektrischen und elektronischen Produkten wissen meist nicht, was mit ihren Waren und Gütern nach dem Gebrauch geschieht. Die Regierungen der betroffenen Länder sollten sich bemühen, herauszufinden in welchem Ausmaße sie von Problemen international gehandelten Abfalls betroffen sind, um dann entsprechende Regulierungen einzuführen. Hier sollte die Sicherheit der Menschen im Vordergrund stehen, und erst dann die Möglichkeit eines Gewinnes.

## 3 Rechtliche Aspekte

### 3.1 Allgemeine internationale Abkommen zur Verbringung gefährlicher Abfälle

Das Kapitel 2.2 zeigte, dass Elektronikschrott als gefährlicher Abfall klassifiziert werden kann. Für grenzüberschreitende Abfälle gibt es seit einiger Zeit internationale Abkommen. Die wichtigsten Abkommen und deren Bezug zu Elektronikschrott werden im folgenden beschrieben (eine Übersicht zeigt Abb. 3.1).

#### 3.1.1 Die Basler Konvention

##### Einführung

Die Basler Konvention (*Basler Übereinkommen über die Kontrolle der grenzüberschreitenden Verbringung gefährlicher Abfälle und ihrer Entsorgung*) wurde im März 1989 unterschrieben, mit dem Ziel, grenzüberschreitende und gefährliche Abfalltransporte und deren Entsorgung zu kontrollieren. Dabei sollen besonders die Abfalltransporte von Industriestaaten in Entwicklungsländer vermieden werden. Die Basler Konvention schuf erstmals den Rahmen für eine internationale Abfallwirtschaft.

Die Hauptziele der Konvention sind

- Die Reduzierung der Menge und der Giftigkeit von gefährlichen Abfällen.
- Die Entsorgung gefährlicher Abfälle so nahe wie möglich am Entstehungsort zu tätigen, um den Transport von gefährlichen Abfällen einzuschränken. Ausnahmen sind nach Möglichkeit nur zugelassen, wenn der Export im Interesse einer umweltverträglichen Beseitigung nötig und sinnvoll erscheint.

### 3 Rechtliche Aspekte

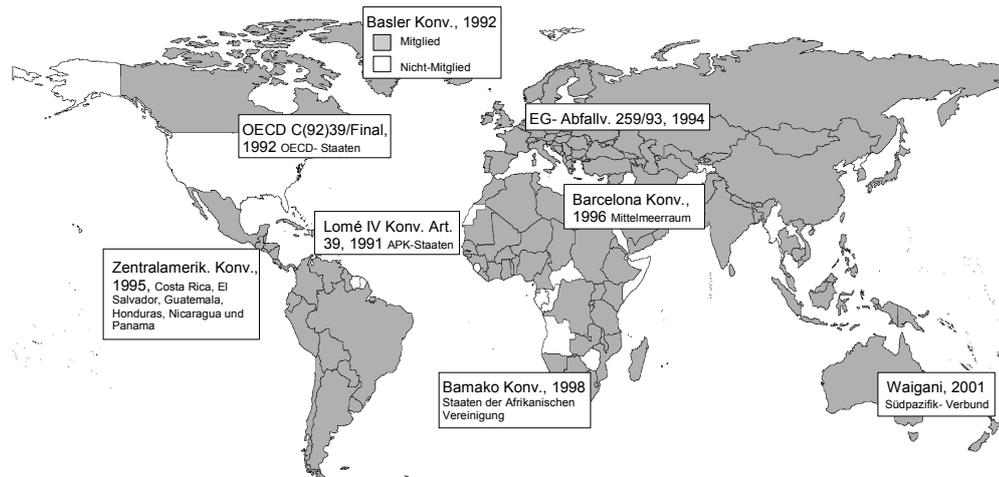


Abbildung 3.1: Internationale und regionale Abkommen zur Verbringung gefährlicher Abfälle

#### Der Weg zum Abkommen

Vor allem die Regierungen in den Industriestaaten mussten ab den 1970er Jahren angesichts einer wachsenden Umweltbewegung mit Gesetzen reagieren. Damit wurde jedoch auch die Entsorgung von Abfällen für die Verursacher teurer und aufwändiger und die Exporte in Entwicklungsländer nahmen zu. Einige Entwicklungsländer begannen damit, Abfall gegen Bezahlung anzunehmen und ohne große Rücksicht auf die Umwelt zu beseitigen. Die internationale Gemeinschaft steuerte 1989 dieser Problematik mit der Basler Konvention entgegen. In der ersten Dekade (1989–1999) des Abkommens lag der Schwerpunkt darauf, ein funktionierendes Rahmenabkommen zur Kontrolle der grenzüberschreitenden Abfalltransporte zu verfassen. In der zweiten Dekade (2000–2010) steht die Umsetzung dieser Konvention im Vordergrund. Im Bewusstsein, dass nur die Reduzierung der Giftigkeit und der Menge des überhaupt anfallenden Abfalls zu einer nachhaltigen Lösung führt, wurden die Rahmenbedingungen gesetzt, illegalen Abfalltransporten vorzubeugen, institutionelle und technische Kompetenzen (gerade in Schwellen- und Entwicklungsländern) zu verbessern, für sauberere Technologien zu werben und die Errichtung von regionalen und subregionalen Trainings- und Technologiezentren voranzutreiben.

Um ein internationales Abkommen vorzubereiten trafen sich im Oktober 1987 Techniker und Juristen in Budapest. Zu diesem Zeitpunkt gab es erst in 33 Ländern nationale Verbote, gefährliche Abfälle zu importieren. Der Entwurf für das Abkommen wurde im Februar 1987 von Experten aus 96 Nationen und

### 3 Rechtliche Aspekte

**Einige (teils nur versuchte) Giftmülltransporte in den 80er Jahren, welche ein internationales Abfallabkommen notwendig machten [51]:**

1986 – *Khian Sea* – über 10.000 Tonnen toxische Asche – Ursprung: USA (Philadelphia) – Ziel: Kolumbien - Ergebnis: ausgeführt (Asche im Meer und in Haiti versenkt)

1987 – *Lynx* – 2.200 Tonnen giftiger Müll – Ursprung: Italien (Marinna di Carrara) – Ziel: Afrika (Dschibuti) – Ergebnis: verhindert

1987 – Schiffe der Gesellschaft *Jelly Wax* – 3.884 Tonnen chemische Abfälle – Ursprung: Europa – Ziel: Afrika (Nigeria) – Ergebnis: verhindert

von Vertretern aus 50 Organisationen in fünf Arbeitsgruppen beratschlagt. Unterschrieben wurde die fertige Basler Konvention im März 1989 von 35 Nationen und der Europäischen Union. Die Vertreter von Entwicklungsländern kritisierten, dass das Abkommen mehr den Charakter eines *Prior Informed Consent* hatte, welches gerade in Staaten mit geringen technischen, finanziellen und administrativen Kapazitäten keine Wirkung zeigen würde. Greenpeace bemängelte, dass das Abkommen nur eine Legitimierung für den illegalen Handel mit umweltschädlichem Abfall sei. Einige Vertreter der Industriestaaten, darunter Deutschland, die Niederlande, Großbritannien, Australien, Kanada, Japan und die Vereinigten Staaten waren gegen ein totales Verbot von Abfallexporten in Entwicklungsländer. Die EU hielt mit einem Angebot dagegen, Exporte zum Zwecke der Wiederverwertung zu gestatten und Kriterien zu entwickeln, die beschreiben, welche Abfälle von welchem Entwicklungsland aufgenommen werden können. Greenpeace arbeitete darauf mit Vertretern aus Afrika und anderen Entwicklungsländern an einem Vorschlag, um ein generelles Verbot von gefährlichen Abfällen in Entwicklungsländer zu vereinbaren.

Schließlich verweigerte die Gruppe der afrikanischen Vertreter die Unterschrift.

### 3 Rechtliche Aspekte

Im Sommer des selben Jahres forderten Minister aus Afrika ein eigenes Abkommen für ein Import-Verbot für gefährliche Abfälle. Die Forderung führte später zum *Bamako Abkommen* (s. Kapitel 3.1.2 auf S. 49).

Die Basler Konvention wurde dennoch verabschiedet und trat im Mai 1992 mit der Ratifizierung durch den 20. Staat in Kraft.

Die Konvention lässt zu, dass weiterhin Exporte stattfinden, jedoch muss die Genehmigung des Ausfuhrlandes, die Genehmigung sämtlicher Durchfuhrländer sowie die Genehmigung des Einfuhrlandes eingeholt werden. Jedem Staat ist es damit überlassen, ob er ein Verbot für den Import verhängt oder nicht.

Erlässt das Einfuhrland ein Verbot, müssen die übrigen Länder der Konvention davon unterrichtet werden (*Prior Informed Consent*):

Vertragsparteien, die ihr Recht wahrnehmen, die Einfuhr gefährlicher Abfälle oder anderer Abfälle zum Zweck ihrer Entsorgung zu verbieten, unterrichten die übrigen Vertragsparteien nach Artikel 13 von ihrem Beschluss. [98, Artikel 4 1a]

#### **Exportverbot in Nicht-OECD Länder**

1994 gelang es Greenpeace zusammen mit Vertretern aus verschiedenen Entwicklungsländern, das generelle Verbot (Decision II/12 und Decision III/1) für den Export von gefährlichen Abfällen aus OECD-Ländern in Nicht-OECD-Länder durchzusetzen. (Anmerkung: OECD-Länder werden im Gesetzestext auch als Anhang-VII-Länder bezeichnet.)

Da in Nicht-OECD-Ländern gefährlicher Abfall selten umweltgerecht entsorgt werden kann, wurden an der Basler Konvention folgenden Änderungen vorgenommen:

1. Exporte von gefährlichen Abfällen aus OECD-Ländern in Nicht-OECD-Länder für die Beseitigung (also für die Deponierung oder Verbrennung) sind grundsätzlich *nicht* mehr erlaubt.
2. Ab dem 1. Januar 1998 sind Exporte von gefährlichen Abfällen zum Zwecke der *Wiederverwertung* aus OECD-Ländern in Nicht-OECD-Länder verboten.

Diese Änderung wurde von den Vertragsparteien angenommen, jedoch tritt sie erst in Kraft, wenn sie von 62 Staaten, also dreiviertel aller Vertragsparteien, ratifiziert wird. Derzeit wird der Handel von gefährlichen Abfällen zwischen OECD-Ländern und Nicht-OECD-Ländern für Wiederverwertungszwecke noch individuell vereinbart [97].

#### Elektronikschrott und die Basler Konvention

In der ersten Fassung der Basler Konvention von 1989 (in Anhang I) ist Elektronikschrott noch nicht als eigene Abfallart aufgeführt. Jedoch sind gefährliche Inhaltstoffe beschrieben, die in Elektronikschrott vorkommen (u.a. Beryllium, Blei und Quecksilber).

Erst in einer Änderung aus dem Jahr 1998 wird Elektronikschrott in Anhang VIII Liste A (für gefährliche Abfälle) genauer beschrieben:

A1170: Abfälle von nicht sortierten Batterien, ausgenommen Gemische, die ausschließlich aus in Liste B aufgeführten Batterien bestehen. In Liste B nicht aufgeführte Batterien, die in Anlage I genannte Bestandteile in solchen Mengen enthalten, dass sie dadurch gefährlich werden [30, S. 7–8 Anhang VIII Liste A]

A1180: Abfälle oder Schrott von elektrischen und elektronischen Geräten, die Komponenten enthalten wie etwa Akkumulatoren und andere in Liste A aufgeführte Batterien, Quecksilberschalter, Glas von Kathodenstrahlröhren und sonstige beschichtete Gläser und PCB-haltige Kondensatoren oder die mit in Anlage I genannten Bestandteilen (z.B. Cadmium, Quecksilber, Blei, polychlorierte Biphenyle) in einem solchen Ausmaß verunreinigt sind, dass sie eine der in Anlage III festgelegten Eigenschaften aufweisen (siehe den diesbezüglichen Eintrag in Liste B B1110))[30, S. 7–8 Anhang VIII Liste A]

A2010: Glasabfälle aus Kathodenstrahlröhren oder sonstigen beschichteten Gläsern [30, S. 7–8 Anhang VIII Liste A]

Kabelabfälle wurden erst in einer Änderung im Jahre 2003 hinzugefügt:

A1190: Waste metal cables coated or insulated with plastics containing or contaminated with coal tar, PCB11, lead, cadmium, other organohalogen compounds or other Annex I constituents to an extent that they exhibit Annex III characteristics. [98, S. 56 Anhang VIII Liste A]

Auch in Anhang IX Liste B (für nicht-gefährliche Abfälle: Punkt 1110 und 1115) wird Elektronikschrott aufgeführt. Hier wird Elektronikschrott erwähnt, welcher nicht unter die beiden oben erwähnten Punkte A1180 und A1190 fällt, jedoch mit der Einschränkung, dass folgende Abfälle als nicht-gefährlich eingestuft werden:

- Elektronikschrott, nur aus Metallen und anderen Legierungen,
- 'ungiftiger' Elektronikschrott – ohne die in Liste A aufgeführten Teile, wie

### 3 Rechtliche Aspekte

Batterien, Quecksilberschalter, PCB-Kondensatoren, Kathodenstrahlröhren und anderes beschichtetes Glas und Komponenten welche Substanzen aus Anhang I enthalten (z.B. Cadmium, Blei, Flammenhemmer, Quecksilber)

- Kabelabfälle, mit Plastikummantelung ohne die in Punkt A1190 aufgeführten Stoffe. Ausgenommen sind Kabelabfälle, welche für unkontrollierte Verwertungszwecke (z.B. offene Verbrennung) bestimmt sind
- Elektrische und elektronische Bauteile, welche zur *Wiederverwendung* bestimmt sind. Damit sind Komponenten zur Wiederinstandsetzung, Wiederaufarbeitung und Modernisierung gemeint. Nicht aber der größere Zusammenbau [30, S. 14 Anhang VIII Liste B 1110]. (Im englischen Text: *Reuse can include repair, refurbishment or upgrading, but not major reassembly.*)

Elektrische und elektronische Geräte: zur unmittelbaren Wiederverwendung, jedoch nicht zur Verwertung oder Beseitigung, bestimmte elektrische und elektronische Geräte (einschließlich Leiterplatten). Die Fußnoten aus dem Gesetzestext:

In einigen Ländern werden die zur unmittelbaren Wiederverwendung bestimmten Gegenstände nicht als Abfall eingestuft. Die Wiederverwendung umfasst beispielsweise die Reparatur, Erneuerung oder Aufrüstung, jedoch nicht größeren Zusammenbau [30, S. 14 Anhang VIII Liste B 1110].

#### **Wie Elektronikschrott legal exportiert werden könnte**

Elektronikschrott-Exporte aus OECD-Ländern in Nicht-OECD-Länder sind verboten. Ein korrekt ausgeführter Transport innerhalb der OECD-Länder (z.B. von Deutschland nach Tschechien) ist dagegen möglich. Ein Transport beginnt mit der schriftlichen Benachrichtigung der zuständigen Behörden des Ausfuhr- und Einfuhrstaates. Die schriftliche Mitteilung (Notifikation) muss unter anderem Angaben über den Zweck der Verbringung, die an der Erzeugung und Verbringung der gefährlichen Abfälle beteiligten natürlichen und juristischen Personen, die Beschaffenheit des Abfalls, sowie Details über den beabsichtigten Transport, enthalten [98, Artikel 6 Absatz 1].

Der von der beabsichtigten Verbringung betroffene Staat könnte nun die Einfuhr verweigern, oder aber weitere Informationen über den gefährlichen Abfall einholen. Der Ausfuhrstaat darf die Erlaubnis erst erteilen, wenn die mitteilende Stelle eine schriftliche Erlaubnis des Einfuhrstaates und aller Durchfuhrstaaten erhalten hat. Wichtig ist, dass der Einfuhrstaat nachweisen kann, dass

### 3 Rechtliche Aspekte

zwischen Exporteur und Entsorger ein Vertrag besteht, welcher eine umweltgerechte Entsorgung verspricht [98, Artikel 6 Absatz 3 b].

Dem Transport muss ein von allen verantwortlichen Personen unterzeichnetes Begleitpapier beiliegen, welches eine möglichst lückenlose Dokumentation über die Art der verbrachten Abfälle, der benutzten Transportmittel und Transportwege sowie die an dem Transport beteiligten Personen darlegt [98, Artikel 4 Absatz 7 lit. c), sowie Artikel 6 Absatz 9 und Anhang V B].

Wenn sich während des Transportes herausstellt, dass der Abfall nicht umweltgerecht entsorgt werden kann, hat der Ausführstaat die Pflicht den Abfall innerhalb von 90 Tagen wieder zurückzubringen [98, Artikel 8].

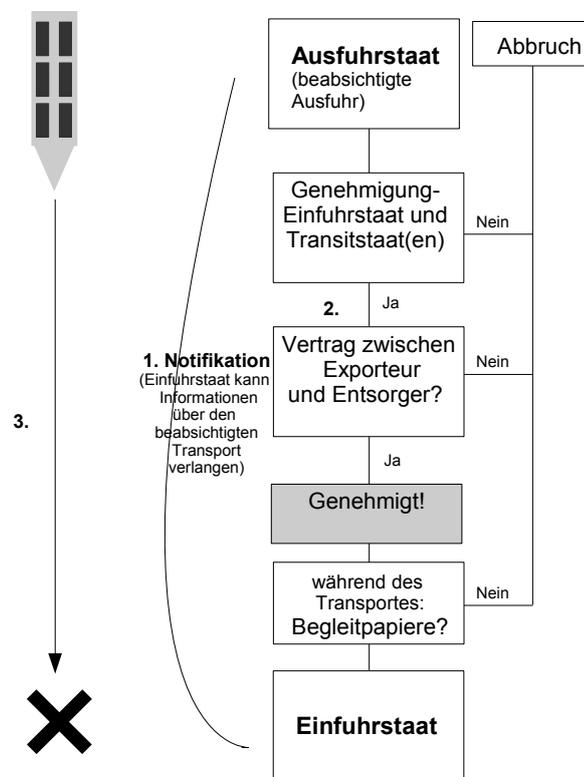


Abbildung 3.2: Ein legaler Transport unter Beachtung der Basler Konvention

Ein *Graueexport* wäre eine andere Möglichkeit. Alte elektronische Geräte werden als Gebrauchtware (z.B. als Spende) deklariert, und entfallen damit der Konvention (s. Kapitel 2.4.7 auf S. 32).

#### Schwächen der Basler Konvention

- Auf Elektronikschrott bezogen ist z.B. der Begriff „Reuse“ sehr dehnbar: *Reuse can include repair, refurbishment or upgrading, but not major reassembly*, heisst es im Originaltext der Konvention. Dies bedeutet, dass Elektronikschrott nicht unter die Basler Konvention fällt, wenn die Geräte repariert, modernisiert oder erweitert werden. Elektronikschrott ist demnach nur dann ein gefährlicher Abfall, wenn er mit Ziel eines „größeren Zusammenbaus“ (org. Wortlaut aus dem Änderungsgesetz des Deutschen Bundestages [30, S. 14 Anhang VIII Liste B 1110]) versendet wird.

Aber was ist mit „größerer Zusammenbau“ gemeint? Man könnte es so interpretieren, dass die Geräte als gefährlicher Abfall deklariert werden, bei denen man beabsichtigt, eine größere Änderung (z.B. einen Austausch einer Komponente) vorzunehmen. Zum Beispiel fällt beim Austausch eines Nickel-Cadmium Akkus eben der alte Akku als Abfall an. Aber was ist eine große Änderung und was eine kleine? Ohne eine eindeutige Klassifizierung wird in der Praxis eine Grauzone entstehen.

- Die Unterschiede innerhalb der Entwicklungsländer werden vernachlässigt. Die geopolitische Einteilung von der Anhang-VII-Länder und Nicht-Anhang-VII-Länder, könnte Ländern die Verwertungs-Möglichkeit von Elektronikschrott nehmen, auch wenn diese die technische Fähigkeit für eine umweltgerechte Verwertung besitzen. Eine Kriterien-Liste für Länder, welche einen *umweltgerechten Umgang mit gefährlichen Abfällen* vornehmen können und welche nicht, wäre allerdings nur schwer realisierbar.

Einige Länder (Monaco, Slowenien und Israel) stellten erfolglos Anträge für die Aufnahme in Anhang VII.

- Die Basler Konvention regelt nicht die Transporte von gefährlichen und nicht-gefährlichen Abfällen zu Wiederverwertungszwecken *zwischen* Nicht-OECD-Ländern (s. Kapitel 2.4.5 auf S. 31). Solche Transporte werden zunehmend an Bedeutung gewinnen, je mehr sich die Entwicklungsländer industrialisieren.
- Um weiterhin Süd-Süd Transporte legal zu halten, könnten Länder bewusst auf die Aufnahme in Anhang VII verzichten.
- Ob ein Abfall als gefährlich eingestuft wird oder nicht, wird über Anhang I, II und III entschieden. Dabei handelt es sich um Definitionen von Stoffströmen (z.B. Pharmazeutika und Holzschutzmittel) oder um bestimmte Stoffe (z.B. Arsen und Blei). Mengenangaben, erforderliche Mindestkon-

### 3 Rechtliche Aspekte

zentrationen gefährlicher Stoffe oder Gefährlichkeitsschwellen sind hier jedoch nicht aufgeführt. Wie oben beschrieben wurde die Klassifizierung später in den Anhängen VIII und IX präzisiert. Trotzdem wird es für Länder ohne Kontrollstruktur schwer oder unmöglich sein, Abfälle auf deren genaue Zusammensetzung zu prüfen.

Nach der EU-RoHS Verordnung (s. Kapitel 3.2.1 auf S. 57) wird weiterhin bei Elektronikschrott das Problem sein, den Elektronikschrott der neuen Generation (ohne giftige Substanzen) von gefährlichem Elektronikschrott zu unterscheiden. Exporteure könnten beispielsweise den harmlosen und problematischen Elektronikschrott mischen. Dann wäre eine genaue Überprüfung sehr aufwändig.

- Die Vertragsparteien stellen zu wenige Ressourcen für die technischen Kooperationen und Maßnahmen des Kapazitätenbildung (Capacity Building) bereit. Es wurde lediglich ein freiwilliger Fonds (*Voluntary Technical Cooperation Trust Fund*) eingerichtet.
- Einzelne Abfallverwertungsanlagen könnten Nicht-OECD-Ländern die *Tür in Anlage VII* öffnen. D.h. Elektronikschrott könnte legal in Länder exportiert werden, wenn diese nur teilweise über umweltfreundliche Verwertungsmaßnahmen verfügen.
- Fehlinterpretationen von Artikel 11: Der Artikel besagt, dass zweiseitige, mehrseitige und regionale Übereinkünfte oder andere Vereinbarungen über die grenzüberschreitende Verbringung gefährlicher Abfälle oder anderer Abfälle mit Vertragsparteien oder Nichtvertragsparteien vereinbart werden können. Jedoch müssen diese Vereinbarungen Bestimmungen enthalten, die nicht weniger umweltgerecht sind, als die in dem Übereinkommen vorgesehenen. Die Interessen der Entwicklungsländer seien dabei besonders zu berücksichtigen [98, Artikel 11 lit. a].

Der Artikel ist nicht eindeutig, denn zum einen könnte so das Exportverbot in Nicht-OECD Länder fortbestehen, bis ein Maßstab für eine umweltgerechte Behandlung gefährlicher Abfälle bereit steht, und zum anderen könnte Artikel 11 so interpretiert werden, dass bis zur Konkretisierung des Begriffs „umweltgerechte Behandlung“ und der Einrichtung eines Überprüfungsverfahrens Exporte in Nicht-OECD Länder erlaubt sind.

### **3.1.2 Die Bamako Konvention über den Verbot des Imports gefährlicher Abfälle in Afrika und die Kontrolle der grenzüberschreitenden Verbringung und Behandlung gefährlicher Abfälle innerhalb Afrikas**

Unter der Schirmherrschaft der Afrikanischen Vereinigung wurde im Januar 1991 die Bamako Konvention von zwölf afrikanischen Ländern unterschrieben. Dieses Abkommen geht aus der anfänglichen Unzufriedenheit der afrikanischen Parteien bei der Basler Konvention hervor, die zunächst das Ziel verfehlt hatte, Entwicklungsländer vor gefährlichen Abfallimporten zu schützen. Die Bamako Konvention trat am 22. April 1998 in Kraft.

Die Bamako Konvention ähnelt der Basler Konvention, jedoch wurde hier ein grundsätzliches Verbot für den Import von gefährlichen Abfällen nach Afrika auferlegt. Ebenso soll die Erzeugung von gefährlichen Abfällen minimal gehalten werden. Untersagt ist auch die Verkippung von Abfällen in das Meer und andere Gewässer Afrikas. Der Geltungsbereich umfasst, im Gegensatz zur Basler Konvention, auch radioaktive Abfälle und Produkte, die als nicht-gefährlich eingestuft wurden, die aber aus Umwelt- oder Gesundheitsgründen nicht am Markt zugelassen sind.

Artikel 11 [1, S. 13] der Bamako Konvention enthält ebenfalls die in der Basler Konvention umstrittenen Möglichkeiten zur Vereinbarung von bilateralen, multilateralen und regionalen Abkommen. Dieser Artikel wurde mit der Empfehlung erweitert, bei der Umsetzung der Konvention die Süd-Süd Beziehungen zu fördern.

### **3.1.3 Die Lomé IV Konvention - Artikel 39**

Im Jahre 1991 wurde die Konvention von Lomé zwischen der EU und einer Gruppe von 71 afrikanischen, karibischen und pazifischen Staaten (AKP-Staaten), als ein Abkommen über entwicklungspolitische Zusammenarbeit vereinbart. Der Artikel 39 des Abkommens verbietet der EU, gefährliche Abfälle in die AKP-Staaten zu exportieren. Gleichzeitig verpflichtet der Artikel die AKP-Staaten, keine gefährlichen Abfälle aus Nicht-EU-Staaten zu importieren.

### **3.1.4 OECD Ratsbeschluß C(92)39/Final**

Dieser Beschluss der OECD-Mitgliedsstaaten wurde im März 1992 vereinbart, mit dem Ziel ein Kontrollsystem für grenzüberschreitende gefährliche Abfälle

### 3 Rechtliche Aspekte

und deren Wiederverwertungs-Maßnahmen zu etablieren. Das nur einen Monat vor der Basler Konvention vereinbarte Abkommen sollte der OECD dazu verhelfen, das eigene Klassifizierungssystem für verwertbare gefährliche Abfälle durchzusetzen. Dabei werden die Abfälle in drei Klassen (*grün-orange-rot*) eingeteilt. Für *rote* Abfälle gilt ein der Basler Konvention entsprechendes Kontrollsystem, für *orange* Abfälle gilt eine Exporterlaubnis nur mit Zustimmung des Einfuhrstaates, und *grüne* Abfälle sind frei handelbar.

Elektronikschrott steht hier auf der grünen Liste unter *other waste containing metals*:

GC010 Electrical assemblies consisting only of metals or alloys. GC020 Electronic scrap (e.g. printed circuit boards, electronic components, wire, etc.) and reclaimed electronic components suitable for base and precious metal recovery. [77, S. 21]

Nach dem OECD-Beschluss darf also Elektronikschrott innerhalb des OECD-Gebietes transportiert werden.

#### 3.1.5 EG-Abfallverbringungsverordnung 259/93

In allen Staaten der EG gilt seit 1994 die Die EG-Abfallverbringungsordnung 259/93 (*The European Waste Shipment Regulation*) [40]. Diese regelt die Verbringung und Kontrolle von gefährlichen Abfällen in der, in die und aus der Gemeinschaft. Abfallexporte aus der EG werden gänzlich untersagt. Eine Ausfuhr in andere OECD-Staaten wird nur mit einer Sondergenehmigung erlaubt.

Die Verordnung hat sich an die Entwicklungen der Basler Konvention und an die des OECD-Ratsbeschlusses angepasst, und verbessert diese sogar. Der Transport von Elektronikschrott und anderen Abfällen zur Wiederverwertung aus der EG in Nicht-OECD Länder ist verboten:

Elektronikschrott wurde, wie in der Basler Konvention, extra aufgeführt, jedoch mit derselben Ungenauigkeit bei der Definition „größerer Zusammenbau“ (s. Kapitel 3.1.1 auf S. 47).

#### 3.1.6 Die Waigani Konvention

Die Waigani Konvention verbietet denjenigen Staaten des Südpazifik-Verbundes, welche in der in der Konvention als Entwicklungsland eingestuft sind, den Import gefährlicher Abfälle aus Staaten die nicht an dieser Konvention teilnehmen. Australien und Neuseeland dürfen als Folge keine gefährlichen Abfälle unter der Konvention in die Entwicklungsländer exportieren.

### 3.1.7 Barcelona Konvention und Izmir Protokoll

Die Vertragsparteien der Barcelona Konvention von 1976 beschlossen im Jahre 1996 das *Protokoll zur Vorbeugung der Verschmutzung des Mittelmeeres durch den grenzüberschreitenden Transport gefährlicher Abfälle und deren Entsorgung*. Das Protokoll untersagt den Transport von gefährlichem und radioaktivem Abfall auf dem Mittelmeer. Zudem verbietet es den Vertragsparteien den Export oben genannter Abfälle in Entwicklungsländer und andere Staaten, welche den Import solcher Abfälle verboten haben. Die nicht zu der EU gehörenden Vertragsparteien verpflichten sich, den Import und den Transit gefährlicher Abfälle zu verbieten [6].

### 3.1.8 Zentralamerikanisches Abkommen über gefährliche Abfälle

Dieses Abkommen trat im Jahre 1995 in Kraft. Die Unterzeichner regionaler Abkommen über die grenzüberschreitende Verbringung gefährlicher Abfälle sind die Länder Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua und Panama. Elektronikschrott wird hier nicht ausdrücklich genannt, jedoch einige seiner Inhaltsstoffe [105].

Konvention	Jahr	E-Schrott extra aufgeführt	dessen Inhaltstoffe?
Basler Konvention	1992	Nein	Ja
Basler Konvention - Export Verbot	1998	Ja	Ja
Bamako Konvention	1998	Nein*	Ja*
Barcelona Konvention - Izmir Protokoll	1996	Nein*	Ja*
EG-Abfallverbringungsverordnung 259/93	1994	Ja	Ja
Lomé IV Konvention - Artikel 39	1991	Nein*	Ja*
OECD C(92)39/Final	1992	Ja	Ja
Waigani Konvention	2001	Nein*	Ja*
Zentralamerikanisches Abkommen	1995	Nein	Ja
* bezieht sich auf die Abfall- Klassifizierung der Basler Konvention			

Tabelle 3.1: Elektronikschrott in internationalen Konventionen

#### 3.1.9 Fazit und Perspektiven

Mit den internationalen Konventionen, besonders mit der Basler Konvention wurden durchaus handhabbare Werkzeuge zum Schutze der Umwelt auf den Weg gebracht. Wie gut oder schlecht diese angewendet werden können, werden die nächsten Jahre zeigen. Die Menge des grenzüberschreitend verbrachten Elektronikschrottes wird möglicherweise durch die Konvention in absehbarer Zeit nicht weniger werden.

Neben der Ursachenbekämpfung, also dem Aufbau einer funktionierenden Kontrollstruktur, müssen auch Maßnahmen zur Entsorgung der „illegalen“ Transporte vorangetrieben werden. Eben dies geschieht durch Technologietransfer, also z.B. durch Elektronikschrott-Verwertungsanlagen und die Schulung der Arbeiter. Hierbei ist aber zu beachten, dass der Technologietransfer nur umweltfreundliche Entsorgungstechniken vermittelt, und dass dieser nicht zu einer Fortsetzung der Ausnutzung der *kostengünstigen* Bedingungen in Niedriglohnländern wird.

Um die illegalen Exporte einzudämmen, ist es notwendig, die Kontrollmechanismen zu verstärken und international zu standardisieren. Hierzu gehört die Aus- und Weiterbildung der Mitarbeiter in Zollbehörden, Hafenbehörden, Flughäfen etc. Sie müssen lernen, Elektronikschrott von funktionierenden Geräten zu unterscheiden, und die nach der Basler Konvention erforderlichen Dokumente und Begleitpapiere zu verstehen.

Australien kann hier als Beispiel herangezogen werden. Eine Beschreibung gibt hier den zuständigen Personen detaillierte Anweisungen, wie etwa ein defekter von einem funktionierenden Computer zu unterscheiden ist, wie seine Entsorgungsbestimmung ist, oder ob die Begleitpapiere gültig sind oder nicht. Nach der Bearbeitung mehrerer Kontrollfragen kann die zuständige Person das Transportgut als gefährlich oder nicht-gefährlich definieren [5].

Da Kontrollen dieser Art mit erheblichen Aufwand verbunden sind, wird die Herausforderung sein, sie umzusetzen. Zollbehörden könnten mit Organisationen zusammenarbeiten, die sich auf die Wiederaufbereitung alter Computer spezialisiert haben. Eine Art Spenden-Siegel könnte getestete Geräte für den Export zertifizieren.

Wird die Basler Konvention weiterhin von einigen Länder nicht ratifiziert, werden auch weiterhin Transporte von Elektronikschrott *über, aus oder in* diese Ländern stattfinden.

## 3.2 Spezielle Regulierungen für elektrische und elektronische Geräte und Elektronikschrott

### 3.2.1 In der Europäischen Union

#### Elektronikschrott EU-Richtlinie 2002/96/EC

In der Europäischen Union (EU) wurde ein fortschrittliches Entsorgungsgesetz, die EU-Richtlinie 2002/96/EC (*Waste Electrical and Electronical Equipment - WEEE*) auf den Weg gebracht. Die EU-Mitgliedsländer müssen ab Dezember 2006 mindestens 4 kg Elektronikschrott pro Person und Jahr wiederverwerten. Bei dieser Richtlinie werden die Hersteller für die Entsorgung verantwortlich gemacht, d.h. sie müssen Elektronikschrott zurücknehmen und umweltgerecht entsorgen. Die Hersteller von elektrischen und elektronischen Geräten werden wahrscheinlich die zusätzlichen Kosten, die bei der Entsorgung anfallen, durch Preiserhöhungen bei ihren Produkten ausgleichen.

Die Organisation und Sammlung des Elektronikschrottes wird in jedem Land unterschiedlich durchgeführt. In Deutschland wird der von den Kommunen gesammelte Elektronikschrott der Haushalte in fünf Gerätegruppen vorsortiert. Die Hersteller und Importeure müssen dann, abhängig von ihrem aktuellen Marktanteil, die Entsorgung übernehmen. Nach einem ausgeklügelten System müssen sie auch die Abholung der Container von den Sammelstellen organisieren und bezahlen.



Abbildung 3.3: Durchgestrichene Abfalltonne. Elektronikschrott muss getrennt entsorgt werden. Dieses Symbol muss im Zuge der WEEE-Richtlinie auf allen elektrischen und elektronischen Geräten angebracht sein.

Die Richtlinie deckt die folgenden zehn Geräteklassen ab:

- Große Haushaltgeräte (Backöfen, Kühlschränke, Waschmaschinen, Klimageräte usw.)
- Kleine Haushaltgeräte (Toaster, Staubsauger, Bügeleisen usw.)
- Leuchtmittel (Leuchtstofflampen usw.)

### 3 Rechtliche Aspekte

- E-Werkzeug (Bohrmaschinen, Nähmaschinen usw.)
- Spiel- und Freizeitgeräte (elektrische Modelleisenbahnen, Fahrradcomputer, Videospiele- Konsolen usw.)
- Medizinische Geräte und Instrumente (Geräte für Strahlentherapie, Beatmungsgeräte usw.)
- Überwachungsgeräte (Rauchmelder, Heizregler, Thermostate usw.)
- Automatische Ausgabesysteme (Getränkeautomaten, Fahrkartenautomaten usw.)

Und zwei Kategorien der Informations- und Kommunikationstechnik:

- **Büro und Kommunikationsgeräte** (PCs, Drucker, Telefon, FAX usw.)

Zentrale Datenverarbeitung: Großrechner, Minicomputer, Drucker, PC-Bereich: PCs (einschließlich CPU, Maus, Bildschirm und Tastatur), Laptops, Notebooks, elektronische Notizbücher, Drucker, Kopiergeräte, elektrische und elektronische Schreibmaschinen, Taschen- und Tischrechner, sowie sonstige Produkte und Geräte zur Erfassung, Speicherung, Verarbeitung, Darstellung oder Übermittlung von Informationen mit elektronischen Mitteln, Benutzerendgeräte und -systeme, Faxgeräte, Telexgeräte, Telefone, Münz- und Kartentelefone, schnurlose Telefone, Mobiltelefone, Anrufbeantworter, sowie sonstige Produkte und Geräte zur Erfassung, Speicherung, Verarbeitung, Darstellung oder Übermittlung von Informationen mit elektronischen Mitteln

- **Geräte der Unterhaltungselektronik** (TV, HiFi, portable CD-Player usw.) Radiogeräte, Fernsehgeräte, Videokameras, Videorekorder, Hi-Fi-Anlagen, Audio-Verstärker, Musikinstrumente, sowie sonstige Produkte oder Geräte zur Aufnahme oder Wiedergabe von Tönen oder Bildern, einschließlich Signalen, oder andere Technologien zur Übertragung von Tönen und Bildern mit anderen als Telekommunikationsmitteln

In Deutschland wurde die Richtlinie mit dem *Elektro- und Elektronikgerätegesetz (ElektroG)* und in Österreich mit der *Elektroaltgeräteverordnung (EAG-VO)* umgesetzt.

#### Beispiel Österreich

Mit der *Elektroaltgeräteverordnung* setzt Österreich die beiden EU-Richtlinien 2002/96/EG und 2002/95/EG um. Seit dem 13. August 2005 können defekte oder nicht mehr gebrauchte Elektrogeräte unentgeltlich bei einer Sammelstelle in der

### 3 Rechtliche Aspekte

Gemeinde oder beim Händler abgegeben werden. Händler mit einer Gesamtverkaufsfläche von weniger als 150 qm sind von der Rücknahmepflicht ausgenommen [17, Artikel 5(2)]. Beim Neukauf von Geräten müssen keine Entsorgungsgebühren oder Pfandbeiträge wie bisher bezahlt werden. Nicht jede Gemeinde muss eine Sammelstelle betreiben, sie kann auch in Kooperation mit einer Sammelstelle einer anderen Gemeinde eine Abgabemöglichkeit anbieten. Für die Sammlung in Österreich werden ca. 1500 Sammelstellen eingerichtet.

In Österreich fallen jährlich etwa 80.000 Tonnen Elektronikschrott an. Würden alle Geräte von der Bevölkerung zurückgebracht, dann würde jede Sammelstelle durchschnittlich ca. 53 Tonnen jährlich zurücknehmen. Kurz nach dem 13. August 2005 waren viele Sammelstellen und Elektrohändler durch die vielen Rückgaben überfordert. Man kann davon ausgehen, dass die Bürger bis zu diesem Tag damit gewartet hatten, ihren Keller zu entrümpeln, um die alten elektrischen und elektronischen Geräte abzugeben.

#### **Praxiserfahrungen auf einem Wiener Mistplatz**

Der Autor arbeitete zwecks Recherche für die vorliegende Arbeit von Juli bis Oktober 2006 vorübergehend auf einem Mistplatz in einem Außenbezirk der Stadt Wien (s. Abb. 3.4). Dort war er für die Annahme und Sortierung von Problemstoffen zuständig. Der Tätigkeitsbereich erstreckte sich auch auf die Annahme von Elektronikschrott. Auf dem Mistplatz wurde folgende Sortierung vorgenommen:

- Kleine Geräte und Batterien
  - Mobiltelefone (Gerät und Akku getrennt)
  - Batterien (nichtwiederaufladbare und wiederaufladbare Batterien, silberhaltig Knopfzellen und nicht-silberhaltige Knopfzellen und Autobatterien getrennt)
  - Tintenpatronen
  - Tonerkartuschen
  - CDs und DVDs
- größere Elektronikgeräte (jeweils getrennt)
  - Computer, Hifi-Geräte, Drucker, usw.
  - Bildschirmgeräte (Fernseher, Computermonitore)

### 3 Rechtliche Aspekte

- Große Haushaltsgeräte (Waschmaschinen, Geschirrspüler, Trockner, Kühlschränke). Hier mussten die Geräte jeweils nach Kondensatoren abgesucht werden, um diese dann von Hand zu entfernen und separiert aufzubewahren. Möglicherweise sind PCB-Kondensatoren mit *Polychlorierte Biphenylen* in alten Geräten enthalten.

Der Autor konnte bei der Arbeit auf der Problemstoffsammelstelle feststellen, dass ein Teil der angelieferten Geräte, sofern diese noch in gutem Zustand waren, von anderen Besuchern wiederaufgegriffen wurden (s. Abb. 3.5). Ein anderer Teil der Geräte wurde von den Mistplatzarbeitern für das offizielle Flohmarkt-Geschäft der *Magistratsabteilung 48* der Stadt Wien beiseite geräumt.



Abbildung 3.4: Elektronikschratt Annahmestelle auf einem Mistplatz der Stadt Wien. Foto: Autor

Durch eine Befragung des Demontage- und Recyclingzentrums in Wien [35, S. 34] von 332 Personen auf einem Mistplatz (Abfallentsorgungstelle) konnte eine Verteilung der verschiedenen Geräteklassen ermittelt werden. Knapp 60 % (197 Angaben) der Anlieferer hatten schon einmal ein Altgerät auf einem Mistplatz angeliefert, und sie konnten sich auch an die Geräteart erinnern. Dies waren:

- 32 % Haushaltsgroßgeräte
- 31 % Bildschirmgeräte
- 12 % größere Geräte Unterhaltungselektronik
- 10 % Computer
- 2 % Drucker und andere Geräte der Informationstechnik

### 3 Rechtliche Aspekte



Abbildung 3.5: Einige Geräte finden auf dem Mistplatz neue Eigentümer (September 2005, Foto: Autor)

- 12 % Haushaltskleingeräte und kleine Geräte der Unterhaltungselektronik

Die Umfrage zeigte, dass vor allem größere Geräte (Waschmaschinen, Computer, Monitore usw.) und weniger Haushaltskleingeräte (Mobiltelefone, tragbare Hifi-Geräte usw.) auf dem Mistplatz angeliefert wurden.

#### **Die Vermeidung giftiger Stoffe in elektrischen und elektronischen Geräten: EU-Richtlinie 2002/95/EG**

Neben der EU-WEEE-Richtlinie entstand die RoHS-Richtlinie 2002/95/EG (*The restriction of the use of certain hazardous substances*) zur Einschränkung giftiger Substanzen in elektrischen und elektronischen Geräten, welche ab dem 1. Juli 2006 auf den Markt gebracht werden [41]. Zunächst werden die Stoffe Blei, Quecksilber, Cadmium, sechswertiges Chrom, Polybromierte Biphenyle (PBB) und Polybromierte Diphenyl-Ether (PBDE) nicht mehr erlaubt sein. Späteren

### 3 Rechtliche Aspekte

Ergänzungen gegenüber bleibt die Liste offen. So muss beispielsweise für Blei in den Loten und Flammenhemmer ein geeigneter Ersatzstoff verwendet werden. Eine Ausnahme der Richtlinie besteht für Ersatzteile, die für die Reparatur oder Wiederverwendung von Elektro- und Elektronikgeräten bestimmt sind, welche vor dem 1. Juli 2006 auf den Markt gebracht wurden [41, Artikel 2 (3)]. Ebenso dürfen lagernde Geräte, welche noch nicht der Richtlinie entsprechen, über den 1. Juli 2006 hinweg verkauft werden. Einige Substanzen sind in bestimmten Fällen vorerst zugelassen, wie z.B. in medizinischen Geräten, Blei im Glas von Kathodenstrahlröhren, oder Blei in Lot, welches für Server oder Massenspeicher-Geräte verwendet wird, in keramischen Bauteilen und Leuchtstoffröhren [41, Anhang (5.)].

Die Liste der verbotenen Substanzen der RoHS soll ständig erweitert werden. Die Änderungen werden dann vollzogen, wenn Ersatzsubstanzen entwickelt wurden, die dem Anwender dieselbe Funktionalität versprechen, wie die bisher verwendete Substanz.

Elektro- und Elektronikgeräte, die in der EU produziert wurden und nicht der EU-Richtlinie entsprechen, dürfen weiterhin außerhalb der EU verkauft werden.

Importeure von elektrischen und elektronischen Geräten sind von beiden EU-Richtlinien 2002/96/EC (WEEE) und 2002/95/EC (RoHS) betroffen.

#### 3.2.2 Gesetze außerhalb der Europäischen Union

Die beiden EU-Richtlinien 2002/96/EC (WEEE) und 2002/95/EC (RoHS) sind die ersten internationalen Elektronikschrott-Gesetze. Deswegen werden sich wahrscheinlich in Zukunft andere Länder an den EU-Richtlinien orientieren.

#### **Schweiz (*Verordnung über die Rückgabe, die Rücknahme und die Entsorgung elektrischer und elektronischer Geräte (VREG)*)**

Dieses Gesetz gilt seit dem 1. Juli 1998 und verpflichtet die Hersteller und Importeure elektrischer und elektronischer Geräte zur Rücknahme und umweltgerechten Entsorgung der vertriebenen Geräte. Händler müssen Geräte der Art, die sie im Sortiment führen, kostenlos zurücknehmen. Eine landesweites System zur Elektronikschrott-Verwertung wurde schon im Jahre 1994 eingerichtet. Gefährliche Substanzen, die unter anderem in elektrischen und elektronischen Geräten verwendet werden, werden in der *Verordnung zur Reduktion von Risiken*

### 3 Rechtliche Aspekte

beim Umgang mit bestimmten besonders gefährlichen Stoffen, Zubereitungen und Gegenständen (*Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung, ChemRRV*), welche ab dem 1. August 2005 gilt, eingeschränkt.

#### **Norwegen (*Regulations regarding Scrapped Electrical and Electronic Products [75]*)**

In Norwegen ist es das Ziel, 80 % des anfallenden Elektronikschrottes wiederzuverwerten. Das norwegische Gesetz trat im Jahre 2000 in Kraft und übergibt die Verantwortung für das Einsammeln, die Wiederverwertung oder andere Behandlungen den Importeuren und Herstellern von elektrischen und elektronischen Geräten. Personen aus Haushalten können ihren Elektronikschrott bei Einzelhändlern oder bei einem Abfallhof gebührenfrei abgeben. Im Jahre 2004 konnten in Norwegen ca. 12 kg Elektronikschrott pro Einwohner eingesammelt werden, das ist dreimal mehr als die EU-Richtlinie 2002/96/EC vorschreibt.

#### **Nordamerika**

Der Staat Kalifornien führte ein Elektronikschrottgesezt ein, bei dem der Verbraucher beim Kauf eines neuen elektrischen oder elektronischen Gerätes Gebühren bezahlt, um dann später die bei der Entsorgung entsprechender Produkte anfallenden Kosten zu decken. Für elektrische oder elektronische Geräte, die in den Anwendungsbereich des Gesetzes fallen, gelten ähnliche Bestimmungen wie bei der RoHS-Richtlinie. Geräte, welche die Bestimmungen nicht mehr erfüllen, dürfen ab dem 1. Januar 2007 in Kalifornien nicht mehr verkauft, hergestellt oder importiert werden. Das *California Department of Toxic Substances Control* übernimmt die Überprüfung, ob Geräte in den Bereich des Gesetzes fallen oder nicht. Ähnliche Gesetze wurden in sechs weiteren Bundesstaaten der USA vorgeschlagen. Desweiteren befassen sich 12 Staaten mit Vorschriften für flammenhemmende Substanzen. Die US-Bundesregierung *plant* eine bundesweite Regelung für Elektronikschrott.

Die Provinz Alberta in Kanada startet als erste Provinz ein Rückgabe-Programm für Elektronikschrott (*provincial electronics recycling program*). Dabei wird bei der Rückgabe ab dem 1. Oktober 2005 vom Anlieferer eine Gebühr zwischen 5 und 45 Dollar verlangt (z.B. für einen 30 bis 45 Zoll großen Fernseher 30 Dollar, und für einen *Personal Computer* 10 Dollar) [19].

#### Asien

##### **China (*Electronic Products Pollution Control Management*)**

Ab dem 1. März 2007 sind in China gefährliche Substanzen in elektrischen und elektronischen Geräten verboten. Das Gesetz ähnelt der EU-RoHS, teilweise sind die Vorschriften jedoch strenger. Die gesamte Angebotskette (Importeur, Hersteller, Lieferant und Einzelhändler) ist von der Regelung betroffen.

Das Gesetz schreibt vor, dass die elektrischen und elektronischen Produkte mit einer Art *Haltbarkeitsdatum* bedruckt sein müssen. Damit soll ersichtlich sein, wie lange der Anwender ein Gerät verwenden kann, ohne ein Risiko, dass das Gerät giftige Substanzen in die Umwelt entlässt. Den Herstellern wird vorgeschrieben, die Produkte wiederzuverwerten bevor dieses Haltbarkeitsdatum abläuft. Sind gefährliche Inhaltsstoffe in einem Gerät vorhanden, muss der Hersteller das Gerät mit den Namen dieser Inhaltsstoffe bedrucken. Auch das Verpackungsmaterial der Produkte muss wiederverwertbar und frei von gefährlichen Substanzen sein. Eine weitere Vertiefung, im Vergleich zur EU-RoHS-Richtlinie, ist die Vorschrift, dass die Hersteller darauf achten müssen, dass die Produktionsprozesse der Geräte energieeffizient und umweltfreundlich sind.

##### **Japan (*Household Electric Appliance Law*)**

Ein Gesetz für Rücknahme und Wiederverwertung von elektrischen und elektronischen Geräten (Fernsehgeräte, Klimaanlage, Kühlschränke und Waschmaschinen) ist seit dem 1. April 2001 in Kraft. Es gibt keine Stoffverbote für gefährliche Substanzen in elektrischen und elektronischen Geräten. Jedoch gibt es freiwillige Bemühungen der Hersteller, umweltfreundlich zu produzieren, z.B. durch die Verwendung von bleifreiem Lot.

##### **Süd-Korea (*Act on Promotion of Saving and Recycling of Resources*)**

Hier werden die Hersteller seit dem 1. Januar 2003 für die Rücknahme und die Wiederverwertung ihrer Produkte verantwortlich gemacht (*Extended Producer Responsibility (EPR)*). Neben den üblichen Regulierungen für Wertstoffe wie Glas und Metaldosen, finden sich Bestimmungen für elektrische und elektronische Geräte wie Fernsehgeräte, Klimaanlagen, Kühlschränke, Mobiltelefone, Audiogeräte, Batterien und Computer in diesem Gesetz. Im Jahr 2006 wurden dem Gesetz Drucker, Faxgeräte und Kopiergeräte hinzugefügt. Die Händler von elektrischen und elektronischen Produkten sollen die Geräte kostenfrei

### 3 Rechtliche Aspekte

annehmen, um die Verbraucher zur Rückgabe zu ermuntern.

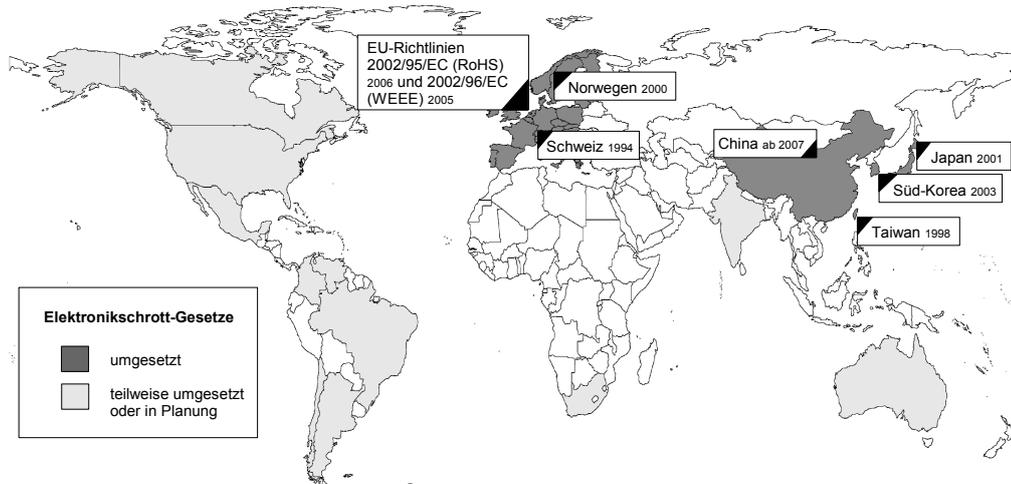


Abbildung 3.6: Elektronikschrott-Gesetze (Februar 2006)

#### **Weitere Länder, die Stoffverbote für elektrische oder elektronische Geräte oder Rücknahmegesetze für Elektronikschrott planen oder teilweise umgesetzt haben**

- Asien
  - Indien - Indien verbietet Elektronikschrottimporte nicht, wenn die „alten Geräte“ für die Wiederverwendung bestimmt sind [94].
  - Taiwan - Taiwan war eines der ersten Länder, das ein Rücknahmegesetz für Elektronikschrott verordnete. Weil das Rücknahmesystem zunächst überlastet war, sammelte sich viel Elektronikschrott in Lagerhallen [60].
- Südamerika
  - Argentinien
  - Brasilien
  - Chile
  - Kolumbien
  - Mexiko
  - Venezuela

### 3 Rechtliche Aspekte

- und
  - Australien
  - Südafrika

#### 3.2.3 Ausblick

In allen Industriestaaten werden voraussichtlich und langfristig gesehen Elektronikschrott-Gesetze entstehen. Diejenigen Länder, die keine Gesetze erlassen, gehen das Risiko ein, einen Umsatzverlust der Industrie hinzunehmen. Denn durch die Regulierung von gefährlichen Substanzen in den ausländischen Absatzmärkten, könnte für ein Exportland ein wichtiger Markt verschlossen werden.

## 4 Die digitale Spaltung und Elektronikschrott

Nachdem in Kapitel 2.4 gezeigt wurde, wie gebrauchte elektrische und elektronische Geräte als Elektronikschrott für die Verwertung aus den Industriestaaten in die Entwicklungsländer transportiert werden, wird sich dieses Kapitel mit den prinzipiellen Aspekten des Transfers von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) in Entwicklungsländer zur Überwindung der *digitalen Spaltung* befassen.

### 4.1 Die digitale Spaltung

#### 4.1.1 Einführung

Der Begriff der *digitalen Spaltung* entstammt der englischen Übersetzung *Digital Divide*. In Verbindung mit dem Internet wurde der Begriff zum ersten Mal in der US-amerikanischen Studie „Falling through the Net“ der *National Telecommunications and Information Administration* im Jahre 1995 in der Öffentlichkeit diskutiert. Die Studie untersuchte die Zugangsmöglichkeiten, welche amerikanische Haushalte zu Internet, Computer und Telefon hatten.

Für den Philosophen *Rafael Capurro* ergibt sich aus der Erfindung der digitalen Weltvernetzung eine *doppelte* digitale Spaltung. Das digitale Netz spaltet

„... zum einen, indem es alles, was nicht digitalisierbar ist, ausschließt, und zum anderen, indem es diejenigen, die nicht digital vernetzt sind, von der Kommunikation ausschließt.“ [20]

Nach *Pippa Norris* kann sich die digitale Spaltung auf drei Ebenen beziehen [74]:

- **Soziale Spaltung.** Eine Spaltung innerhalb einer Nation („Kinder aus wohlhabenden Familien nutzen das Internet häufiger als andere.“)
- **Demokratische Spaltung.** Eine netzinterne, inhaltliche Verschiedenheit („Gibt es eine höhere politische Beteiligung der Menschen durch die Nutzung des Internet?“)

## 4 Die digitale Spaltung und Elektronikschrott

- **Globale Spaltung.** Eine Ungleichheit auf internationaler Ebene („In den Industriestaaten gibt es mehr Mobiltelefonbenutzer als in den Entwicklungsländern.“)

Entsprechend der Behandlung der globalen Problematik von Elektronikschrott, beschreibt dieses Kapitel vorwiegend die globale digitale Spaltung.

### 4.1.2 Die globale digitale Spaltung

Die Begriff globale digitale Spaltung (*global digital divide*) beschreibt den Unterschied in der Verbreitung von IKT zwischen Kontinenten, Nationalstaaten und Wirtschaftsregionen, aber vor allem den Unterschied zwischen den Industrie-, Schwellen- und Entwicklungsländern. Die Gründe eines „schlechten“ Anschlusses von Schwellen- und Entwicklungsländern an die Informationsgesellschaft sind zunächst auf das Fehlen einer Infrastruktur zurückzuführen: Eine geringe Verfügbarkeit von Elektrizität, Telefonleitungen oder Funknetzen. Als gesellschaftlicher Grund wäre z.B. Analphabetismus zu nennen. In den Industriestaaten dominiert meist die Ansicht, dass die Lösung des Problems durch die Bereitstellung von Computern möglich wäre. Dahingegen werden soziale und ökonomische Probleme vernachlässigt.

Die Überwindung der digitalen Spaltung gehört zum 8. Punkt des Kataloges der Millenniumserklärung (*Millennium Goals*), die im Jahre 2000 von den UN-Mitgliedsstaaten verabschiedet wurde. Dieser Katalog besagt, dass für den Aufbau einer globalen Entwicklungspartnerschaft besonders die IKT genutzt werden sollen. Der erste Schritt für eine Überwindung der digitalen Spaltung wäre also zunächst einmal die Bereitstellung von Infrastruktur und Hardware für die Entwicklungsländer.

Doch wie werden technologische Neuerungen von einer Gesellschaft angenommen? Die Diffusionstheorie bietet hier ein mögliches Modell.

### 4.1.3 Die Diffusionstheorie nach Rogers

Diffusion lat. „das Auseinanderfließen“; „ohne äußere Einwirkung eintretender Ausgleich von Konzentrationsunterschieden (Chem.)“

Die Diffusionstheorie versucht, Modelle für die Verbreitung von Innovationen in einer Gesellschaft zu beschreiben. Der idealtypische Verlauf der Verbreitung einer Innovation innerhalb eines sozialen Systems ergibt eine S-förmige Kurve (s. Abb. 4.1). Auf die Verbreitung von IKT in Entwicklungsländern bezogen,

#### 4 Die digitale Spaltung und Elektronikschrott

würde die derzeitige Situation in das erste Drittel der Grafik passen (*Early Adaptation*). Es geht hier grundsätzlich um die Verfügbarkeit der Hardware von IKT. Rogers spricht über die Gruppe in der „Frühen Übernahme“ Phase von Benutzern („Innovators“ oder „Early Adaptors“), die besonders risikofreudig, offen und unternehmerisch sind [84]. Diese Gruppe könnten z.B. staatliche Einrichtungen oder Unternehmen sein. Die für eine Einführung benötigten Voraussetzungen sind ein gehobenes Verständnis von Technik und die Verfügbarkeit finanzieller Mittel. Für einen „Zugang“ ist weiterhin Infrastruktur nötig. So setzt beispielsweise der Gebrauch eines Mobiltelefones ein funktionierendes *Funknetz* voraus.

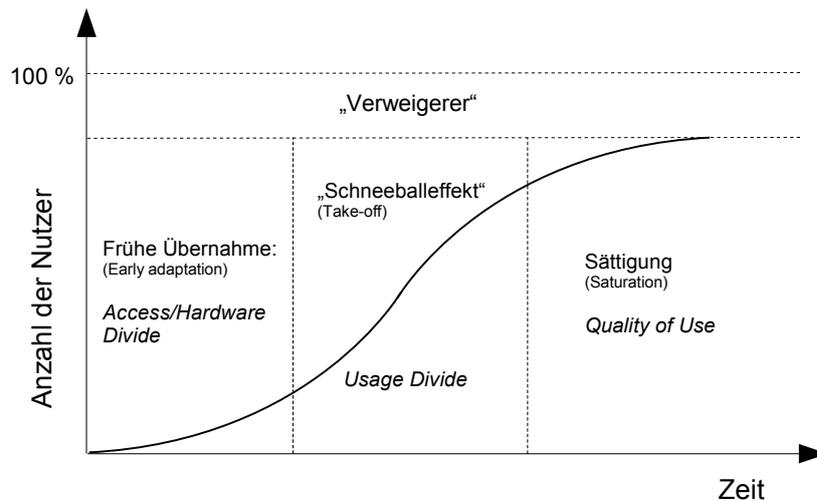


Abbildung 4.1: Die Diffusion von Informations- und Kommunikationstechnologien (nach Rogers [84, S. 11] und Molnár [71] modifiziert durch den Autor)

Zum Beispiel hat der Mobilfunk in Afrika im Vergleich zu den Industriestaaten wenige Teilnehmer, weist aber ein starkes Wachstum auf (s. Abb. 4.2). Man könnte die Situation in die „Frühe Übernahme“ Phase einstufen (s. Abb. 4.1).

Nach der Diffusionstheorie müsste in den kommenden Jahren in Bezug auf IKT eine „Schneeballeffekt“-Phase in den Entwicklungsländern folgen, welcher einen gesteigerten Bedarf an IKT zur Folge hätte. Noch ist dies nur als Trend erkennbar. Im folgenden Kapitel werden hierzu einige Daten dargestellt. Einschränkung muss allerdings angemerkt werden, dass eine genauere Abschätzung über die Entwicklung der globalen digitalen Spaltung unter anderem durch zwei Tatsachen erschwert wird:

1. Die Studien aus verschiedenen Ländern sind zu unterschiedlich und er-

## 4 Die digitale Spaltung und Elektronikschrott

lauben nur einen bedingten Vergleich [73, S. 6].

2. Forschungen im Bereich IKT erfordern eine interdisziplinäre und damit *komplexe* Anwendung der Sozial- und Kommunikationswissenschaft, Anthropologie, Geschichte, Sozialpsychologie, Marktforschung, Wirtschaftswissenschaft, Informatik, Industriedesign und der Politikwissenschaft [73, S. 7].

### 4.1.4 Daten zur globalen digitalen Spaltung

Nach den Statistiken der ITU (*International Telecommunication Union*) hat sich die digitale Spaltung in den letzten Jahren deutlich verringert [61]:

- **Telefonanschlüsse:** In den Entwicklungsländern besitzen im Schnitt 12,8 von 100 Menschen Zugang zu einem Telefon via Festnetzanschluss. Etwa viermal weniger im Vergleich zu den Menschen der Industriestaaten (53,5 von 100). Im Jahre 1994 war es noch etwa elfmal weniger.
- **Mobiltelefonteilnehmer:** In den Entwicklungsländern haben im Schnitt 18,8 von 100 Menschen einen Mobilfunkanschluss. Etwa viermal weniger im Vergleich zu den Menschen in den Industriestaaten (76,8 von 100). Im Jahre 1994 waren es noch etwa 27 mal weniger. Wegen der schlechten Infrastruktur der Telefonleitungen und den langen Wartezeiten für die Einrichtung eines Festnetzanschlusses wird sich der Mobilfunk in den Entwicklungsländern wahrscheinlich schneller entwickeln als die Festnetztelefonie.
- **Internet:** In den Entwicklungsländern besitzen im Schnitt 6,7 von 100 Menschen Zugang zu einem Internetanschluss. Etwa achtmal weniger im Vergleich zu den Menschen in den Industriestaaten (53,8 von 100). Im Jahre 1994 waren es noch etwa 73 mal weniger. Etwa 429 Millionen Internetbenutzer leben in den G8-Staaten und 444 Millionen in Nicht-G8-Staaten.

Die Abbildungen 4.2, 4.3, 4.4 und 4.5 belegen, dass der Markt für IKT in Entwicklungsländern wächst. Dies bedeutet auch eine Erhöhung des Materialflusses von Hardware der IKT in die Entwicklungsländer. Hierzu zählt die Hardware für Endverbraucher, aber auch die Hardware für Institutionen, die eine IKT Infrastruktur unterhalten. Es ist zu beobachten, dass in den Entwicklungsländern die Endgeräte häufig gemeinsam verwendet werden (z.B. in Internetcafés). Wegen des hohen Anschaffungspreises eines Mobiltelefones ist es auch üblich, dass Mobiltelefone von mehreren Personen gemeinsam genutzt werden.

#### 4 Die digitale Spaltung und Elektronikschrott

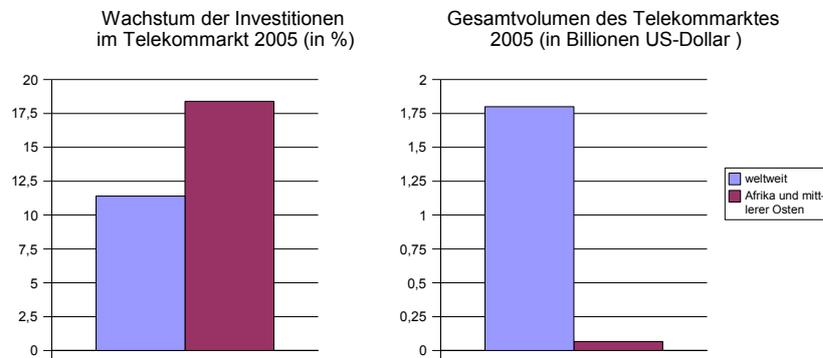


Abbildung 4.2: Wachstum und Gesamtvolumen des globalen Telekommunikationsmarktes (2005) [55]

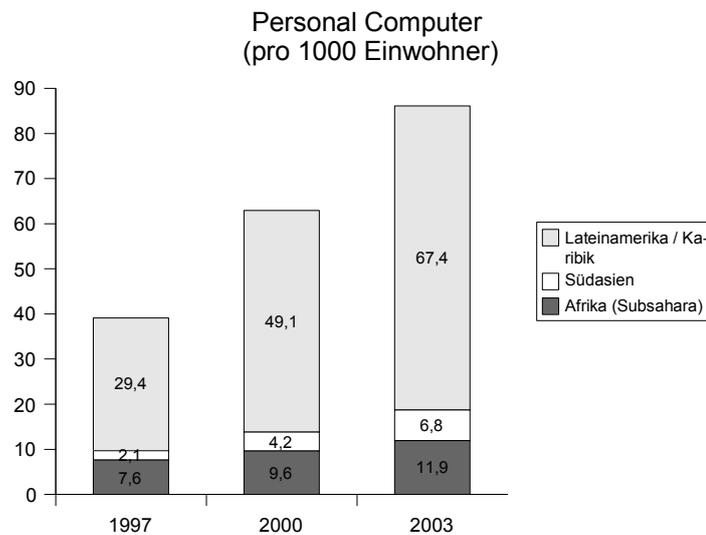


Abbildung 4.3: Personal Computer pro 1000 Einwohner (1997–2003) [61]

#### 4 Die digitale Spaltung und Elektronikschrott

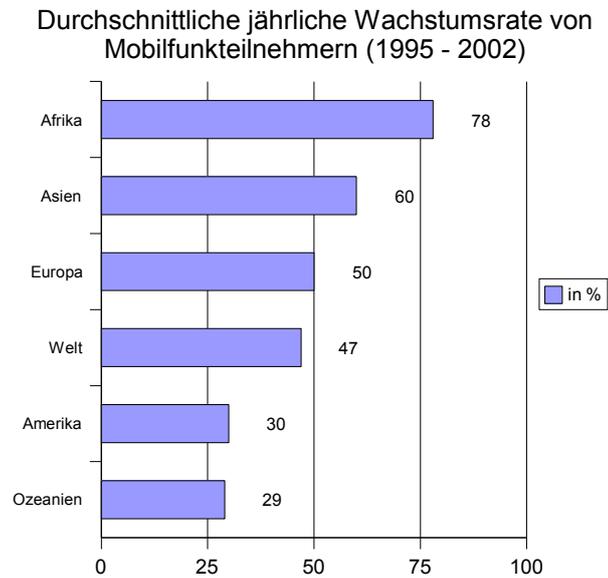


Abbildung 4.4: Durchschnittliche jährliche Wachstumsrate der Zahl von Mobilfunkteilnehmern [61]

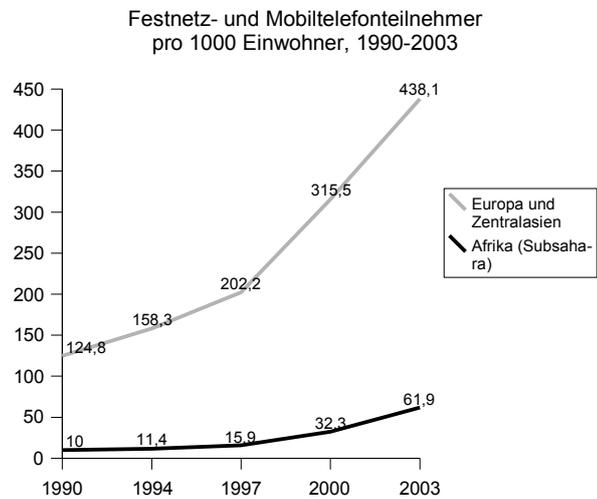


Abbildung 4.5: Festnetz- und Mobilfunkteilnehmer (1990–2003) [61]

## 4.2 Entwicklungshilfe mit gebrauchten Geräten

Eine Möglichkeit, die digitale Spaltung zu verringern, ist die Verwendung von gebrauchten Computern aus den Industriestaaten. Beispielsweise wird geschätzt, dass alleine in britischen Unternehmen jährlich 3 Millionen Computer ausgemustert werden [25]. Die Computer werden oft von größeren Unternehmen aber auch von Einzelpersonen und nicht-kommerziellen Organisationen gespendet. Die speziellen Initiativen übernehmen die Wiederinstandsetzung (Säuberung, Reparatur, Löschung alter Daten, usw.), die Verpackung und die Organisation des Transportes. Aber beachten diese Organisationen die gesetzlichen Regelungen bezüglich Elektronikschrott? Im folgenden werden exemplarisch zwei solcher Anbieter aus Großbritannien und den USA, und eine Mobiltelefonsammelaktion aus Österreich vorgestellt.

### 4.2.1 Computer Aid

Die britische Organisation *Computer Aid* bezeichnet sich selbst in ihrem Internetauftritt als den größten nicht-kommerziellen Anbieter für gebrauchte Computer in Entwicklungsländern [25]. Seit ihrer Gründung transportierte die Organisation 60.000 Computer ausschließlich an nicht gewinnorientierte Organisationen (*not-for-profit organisations*) in Afrika aber auch in Länder Lateinamerikas und Südasiens. Mehr als die Hälfte dieser Rechner gingen dabei an Bildungseinrichtungen, die sich u.a. für Aids-Aufklärung oder Menschenrechte einsetzen. So wurden z.B. 1000 Computer nach Kenia in 54 staatliche Schulen verkauft. Auf der Internetseite wird erwähnt, dass es immer mehr Bestellungen gibt als Computer zur Verfügung stehen. Die Organisation hat ihren Sitz im Norden Londons und beschäftigt 14 fest angestellte und mehrere ehrenamtliche Mitarbeiter. Die gebrauchten Computer wurden bisher von Unternehmen wie der Fluggesellschaft *British Airways International*, *Capgemini* und *Packard Bell* gespendet. Die Computer müssen den Mindestanforderungen von *Computer Aid* entsprechen: Nur Computer ab einem *Pentium III 450 Mhz* (oder *AMD 600 Mhz Prozessor*, oder bei Notebooks ab einem *Pentium II 233 Mhz*) werden angenommen. Ebenso werden Drucker, Computer-Mäuse, Tastaturen und Netzwerk-Komponenten von der Organisation entgegengenommen.

Als zu Beginn des Jahres 2004 die *British Airways International* im Rahmen einer Aktualisierung ihrer IT-Infrastruktur 5000 gebrauchte Computer an *Computer Aid* spendete, bemerkte der IT-Manager der *British Airways International*, Frank Fruzza:

„We didn't want to just throw them away, we wanted to recycle the

#### 4 Die digitale Spaltung und Elektronikschrott

Organisation (Sitz)	Wieviele Computer?	Wohin? Anmerkungen
Close the gap (Belgien u. Deutschland)	4179 angenommene Spenden [23, Jahresbericht 2004]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• an Bildungs- und Entwicklungsorganisationen</li> <li>• Transporte konzentrieren sich auf die Demokratische Republik Kongo, Ruanda, Südafrika, Tansania, Namibia und Burundi</li> </ul>
Computer Aid (Großbritannien)	mehr als 60.000 [25]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hauptsächlich nach Afrika</li> <li>• an NGOs</li> </ul>
Computers 4 Africa (USA)	900 [26]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ist nichtgewinnorientiert</li> <li>• nach Afrika</li> </ul>
Digital Links International (Großbritannien)	8.515 [31, Annual Report 2004]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nach Afrika</li> </ul>
Digitale Brücke e.V. (Deutschland)	200 [32]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bisher ein Projekt: 200 Computer an Schulen in Mozambique</li> </ul>
Verein zur Unterstützung von Menschen (Österreich)	< 1000 [100]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nach Afrika</li> <li>• der kulturelle Austausch steht im Vordergrund</li> </ul>
World Computer Exchange (u.a. Nordamerika)	15.600 [104]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• in 51 Länder in Afrika, Süd-asien und im nahen Osten</li> </ul>

Tabelle 4.1: Eine Übersicht ausgewählter Organisationen, die gebrauchte Computer in Entwicklungsländer transportieren

#### 4 Die digitale Spaltung und Elektronikschrott

computer equipment in a cost-effective and environmentally friendly manner. By working with Computer Aid, we achieve what we think is the best form of recycling – reuse.“ [25, Newsletter Summer 2004]

Nachdem „cost-effective“ vor „environmentally friendly“ genannt wurde, ist es nicht auszuschließen, dass die Spende vor allem als eine günstige Entsorgungsmöglichkeit für das Unternehmen gesehen wurde. Zudem erzeugt die Spende zugleich ein „ethisch korrektes“ Bild in der Öffentlichkeit. Das Abfallproblem wird im Grunde nur an einen anderen Ort verlagert, und das Unternehmen induziert durch den Einkauf neuer Computer deren „umweltbelastende“ Herstellung.

Um die anfallenden Kosten für die Sammlung, Reparatur und Verpackung der Computer zu decken, müssen vom Käufer umgerechnet etwa 56 Euro pro Computer an *Computer Aid* gezahlt werden. Zusätzlich fallen Transportkosten an (s. Abb. 4.6).

In den Geschäftsbedingungen, denen man beim Kauf eines gebrauchten Computers zustimmt, wird festgehalten:

8. That the beneficiary organisation has available premises, electrical supply and full and adequate security to ensure the immediate, productive and sustainable use of the equipment. [25, *Apply for Computers - Terms and Conditions*]

An dieser Stelle sollte eine Definition eingefügt werden, die auf die Entsorgung der Geräte nach ihrem Gebrauch eingeht.

#### 4.2.2 World Computer Exchange

Ähnlich wie *Computer Aid* agiert *World Computer Exchange*. Die Computer werden hauptsächlich in den Vereinigten Staaten und Kanada gesammelt. Die NGO ist in mehreren Ländern präsent und zählt sich zu dem größten Anbieter von gebrauchten Computern in Nordamerika. Die gespendeten Computer gehen an 312 Partner aus 51 Ländern. *World Computer Exchange* kooperiert u.a. mit Organisationen wie der *UNESCO*, dem *UNDP* und dem *World Economic Forum* [104].

In einem Bericht der *Harvard University* an *World Computer Exchange* wurde die potenzielle Gefahr einer Ausnutzung von Spenden als Elektronikschrott-Entsorgung für die Organisation erkannt:

„... In order to tackle the e-junk problem laws had recently been passed in several jurisdictions. Many believed that laws were going to

#### 4 Die digitale Spaltung und Elektronikschrott

The cost is all inclusive of a complete PC, insurance, Gift Certificate (delivered by DHL), Bill of Lading and shipping.

THESE COSTS ARE EXAMPLES ONLY. SHIPPING PRICES CHANGE REGULARLY. PLEASE SUBMIT YOUR APPLICATION AND YOU WILL RECEIVE AN UP TO DATE QUOTATION

Please note that Air freight incurs a higher cost.

India, Mumbai	10	£690 or £69 per PC
India, Cochin	450 (40 ft Container)	£19,425 or £43 per PC
South Africa, Cape Town	10	£715 or £72 per PC
Ghana, Tema	10	£745 or £75 per PC
Nigeria, Lagos	10	£750 or £75 per PC
Kenya, Nairobi	450 (40 ft Container)	£22,665 or £46 per PC
Zambia, Lusaka	450 (40 ft Container)	£22,040 or £49 per PC
Malawi, Lilongwe	10	£935 or £94 per PC
Uganda, Kampala	10	£885 or £85 per PC
Ethiopia, Addis Ababa	450 (40 ft Container)	£22,070 or £49 per PC
Argentina, Buenos Aires	10	£690 or £69 per PC
Dominican Republic	450 (40 ft Container)	£20,955 or £47 per PC
Mexico, Vera Cruz	450 (40 ft Container)	£22,070 or £43 per PC
Peru, Callao	10	£740 or £74 per PC
Romania, Bucharest	450 (40 ft Container)	£19,755 or £44 per PC

Please Select  
 10  
 50  
 100  
 225 (20 ft Container)  
 450 (40 ft Container)

Continue

[Click here for a currency convertor](#)

Abbildung 4.6: Die Bestellung von gebrauchten Computern mit einer Auswahlmöglichkeit der Destination auf der Internetseite von *Computer Aid*: Je höher die Anzahl der Computer, desto niedriger die Transportkosten [25]

## 4 Die digitale Spaltung und Elektronikschrott

become less and less tolerant of dumping e-junk in the future. This was another issue WCE and its donors needed to be aware of. Despite a donor's best intention, it could potentially be held liable if WCE or one of its partners illegally dumped a computer. This could lead to fines, penalties and even bad press. Note that linking a dumped machine to an initial owner was not impossible because of serial numbers ...“ [83, S. 6]

Im November 2005 wurde ein Plan zur Bewältigung der Problematik von Elektronikschrott fertiggestellt. Darin wird auch die Errichtung eines Elektronikschrott-Verwertungszentrums in Afrika in Erwägung gezogen. Nähere Informationen waren jedoch nicht verfügbar und eine Anfrage des Autors über die geplante Vorgehensweise der Organisation wurde bis zur Herausgabe der vorliegenden Arbeit nicht beantwortet.

Jedes Abkommen zwischen *World Computer Exchange* und den Partnern enthält inzwischen eine Klausel, die dazu verpflichtet, die gespendeten Computer am Ende ihrer Lebenszeit möglichst umweltfreundlich zu entsorgen:

PARTNER AGREEMENT: The Partner agrees that each computer set will be used primarily for the purpose of connecting poor youth to the Internet for a period of at least 5 years and to do the following: Have schools/centres sign to do and assist them in implementing the following: and recycle or dispose of all computer equipment at the end of its useful life in a way that minimal ecological harm is done. [104, *Environmental policy*]

### 4.2.3 Ein Beispiel aus Österreich: Eine Mobiltelefonsammelaktion

In Österreich wurden im Dezember 2005 in einem Gemeinschaftsprojekt, bei dem u.a. die *Caritas* und *Licht ins Dunkel* des österreichischen Fernsehens beteiligt waren, durch die Post Plastikbeutel an alle Haushalte in Österreich verteilt (s. Abb. 4.7). Auf dem Beutel war eine Aufforderung aufgedruckt, alte Mobiltelefone im Haushalt zu suchen und portofrei an eine Sammelstelle zurückzusenden. In nur zwei Monaten konnten 400.000 Handys (umgerechnet ca. 136 Tonnen) gesammelt werden [21]. Für jedes defekte Mobiltelefon wurden 0,50 Euro und für jedes funktionierende Mobiltelefon wurden 3 Euro an den Soforthilfefonds der *Caritas* oder an *Licht ins Dunkel* gespendet.

Laut einem Vergleich des *Instituts für Abfallwirtschaft an der Universität für Bodenkultur* in Wien war diese Mobiltelefonsammelaktion mit 49 Handys pro 1.000 Einwohner die weltweit erfolgreichste (s. Tab. 4.2 auf S. 74).

#### 4 Die digitale Spaltung und Elektronikschrott



Abbildung 4.7: Ö3-Wundertüte: Zur Sammlung gebrauchter Mobiltelefone wurden Plastikbeutel in ganz Österreich verteilt

Sammelaktion	Anzahl	Zeitraum
Ö3-Wundertüte (Österreich)	400.000	12/2005 bis 02/2006
donate a phone (USA)	1.500.000	innerhalb von vier Jahren
Tesco-Supermarktkette (GB)	600.000	innerhalb von drei Jahren
El-retur (Norwegen)	193.000	im Jahre 2002

Tabelle 4.2: Ein Vergleich von Mobiltelefonsammelaktionen [21]

### Was geschieht mit den gesammelten Mobiltelefonen?

Etwa die Hälfte der gesammelten Mobiltelefone wird von einem „Handy-Broker“ zum Verkauf angeboten (s. Abb. 4.9). Meist finden sich Abnehmer in Entwicklungsländern (s. Abb. 4.8). Zuvor wurden die Mobiltelefone im *Demontage- und Recyclingzentrum* in Wien und teilweise bei einem Wiederverwerter in den Niederlanden sortiert und wiederaufgewertet („refurbisht“). Die unbrauchbare „Hälfte“ blieb in Österreich und wurde dort demontiert und verwertet [34].

Es gibt Handy-Broker, wie z.B. *Li Tong* in Hong Kong, die sich auf die Verwertung der Materialien spezialisiert haben. Diese zahlen für Elektronikschrott (u.a. auch für defekte Mobiltelefone) fast dieselben Beträge wie für funktionsfähige Elektronikgeräte [34]. Vermutlich sind diese Käufer mehr an den Rohstoffen aus Elektronikschrott interessiert.

Der Export von gebrauchten Mobiltelefonen aus dem Markt der Industriestaaten kommt den Herstellern von Mobiltelefonen möglicherweise nicht ungelegen, da so der Markt in den Industriestaaten für neue Produkte „offen“ gelassen werden kann, und ein zukünftiger Markt in den Entwicklungsländern „vorbereitet“ wird.

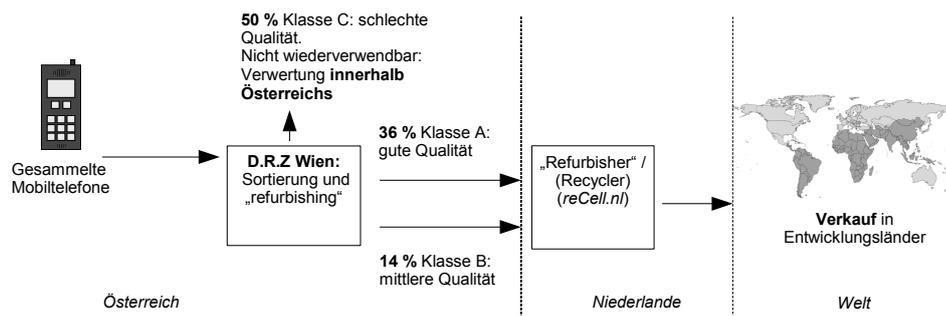


Abbildung 4.8: Der Weg der Mobiltelefone [34]

### 4.2.4 Probleme bei den Spenden von gebrauchten Computern

Wie lange kann ein gespendeter Gebraucht-Computer verwendet werden, bevor er zu Elektronikschrott wird? Zu bedenken ist, dass die Computer in den Entwicklungsländern meist in anderen klimatischen Verhältnissen und Umweltbedingungen (z.B. Schwankungen in der Spannung des Stromnetzes) verwendet werden, und dadurch eine kürzere Lebensdauer aufweisen könnten. Die Computer sind häufig ohnehin schon alt und werden „schneller“ zu Elektronikschrott [94, S. 16]. Man kann davon ausgehen, dass ein gebrauchter Com-

## 4 Die digitale Spaltung und Elektronikschrott

	<b>Model</b>	Nokia 6210
	<b>Quantity</b>	6000 units
	<b>Grade</b>	Grade A Refurb
	<b>Price</b>	£19
	<b>Description</b>	Grade A Refurbished, HANDSET ONLY
	<a href="#">more info</a>	

	<b>Model</b>	Nokia 3510i
	<b>Quantity</b>	2500 Units
	<b>Grade</b>	Grade A Refurb
	<b>Price</b>	£27
	<b>Description</b>	Grade A Refurbished, HANDSET ONLY
	<a href="#">more info</a>	

**Additional Offers**

Image	Make	Model	Quantity	Grade	Price	
	Siemens	C45	9000 units HANDSET ONLY	Used/Tested	£10 GBP	<a href="#">more info</a>
	Philips	Savvy C13	20000 units HANDSET ONLY	Used/Tested	£6 GBP	<a href="#">more info</a>
	Motorola	T191	10000 units HANDSET ONLY	Used/Tested	£10 GBP	<a href="#">more info</a>
	Siemens	A55	15000 units HANDSET ONLY	Used/Tested	£12 GBP	<a href="#">more info</a>

Abbildung 4.9: fonebaksales.com: Im Internet werden große Mengen von gebrauchten Mobiltelefonen zwischen umgerechnet 8 und 40 Euro pro Stück zum Verkauf angeboten

puter etwa fünf Jahre, jedoch maximal 10–12 Jahre verwendet werden kann. Wenn eine Komponente ausfällt, kann der ganze Computer schnell unbrauchbar werden, da die nötigen Ersatzteile in Entwicklungsländern kaum verfügbar sind. Der Prozess des „Alterns“ eines Computers wird durch die hohen Hardwareanforderungen von moderner Software beschleunigt. Selbst das freie Betriebssystem *Ubuntu Linux* setzt eine CPU mit ca. 500 MHz und 256 MB RAM voraus. Es wurde auch berichtet, dass gespendete Computer mit unterschiedlicher Software in den Entwicklungsländern ankamen, was einen sinnvollen Gebrauch erschwert [14]. Eine Aktualisierung der Software kann zudem in Entwicklungsländern eine Hürde darstellen, da man hierfür oftmals einen funktionierenden Computer mit schneller Internetverbindung benötigt.

In den Geberländern besteht das Risiko, dass die Unternehmen im Zuge der neuen EU-Richtlinie für Elektronikschrott (s. Kapitel 3.2.1 auf S. 53) die Möglichkeit, gebrauchte Computer zu spenden, als günstige Entsorgungsmöglichkeit ausnutzen. So wirbt *Computer Aid* damit, eine günstige Alternative zur Wiederverwertung zu sein:

„... Industry experts have expressed concerns that the UK does not have an infrastructure to cope with the need to recycle millions of PCs once the new law is introduced. Computer Aid International can help by providing a viable alternative to costly decommissioning and recycling.“ [25, Newsletter Summer 2004]

Daher sollten die Organisationen prüfen, ob die gespendeten Computer verwendbar sind oder nicht [66, S. 28]. Von der umweltbelastenden Herstellung neuer Hardware einmal abgesehen, wird sich möglicherweise herausstellen, dass es ökonomisch nicht sinnvoll ist, gebrauchte Hardware über größere Strecken hinweg zu transportieren. Denn die Preise für neue Hardware sind in vielen Teilen Afrikas gesunken [65].

### 4.3 Entwicklungshilfe mit neuen Geräten

Für eine Überwindung der digitalen Spaltung ist angepasste IKT notwendig. Mehrere Computer wurden speziell für den Einsatz in den Entwicklungsländern entworfen. Eines haben diese Entwürfe alle gemein: Durch hohe Produktionszahlen sollen sie einen niedrigen Verkaufspreis haben.

Ein Projekt dieser Art ist der *100-Dollar-Laptop* der *One Laptop per Child (OLPC)* Initiative aus den USA (s. Abb. 4.10). Dieser Laptop soll nur in großen Stückzahlen an die Regierungen von Entwicklungsländern verkauft werden. Ein erster Versuch ist in den Ländern China, Indien, Brasilien, Argentinien, Ägypten, Nigeria, und Thailand geplant. Die Herstellung der Laptops soll der taiwanesischen Hersteller *Quanta Computer* übernehmen (Quanta Computer gilt als der weltweit größte Hersteller von Laptop Computern). Die Produktion des *100-Dollar-Laptop* beginnt erst, wenn 5–10 Millionen Einheiten bestellt wurden [76]. Diese hohe Stückzahl soll einen niedrigen Preis ermöglichen.

Das Gegenargument der OLPC Initiative zu der Wiederverwendung alter Computer ist der hohe Arbeitsaufwand für die Wiederaufwertung alter Computer:

... Finally, regarding recycled machines: If we estimate 100 million available used desktops, and each one requires only one hour of human attention to refurbish, reload, and handle, that is forty-five thousand work years. Thus, while we definitely encourage the recycling of used computers, it is not the solution for One Laptop per Child. [76, OLPC FAQ]

#### Ist der 100-Dollar-Laptop umweltverträglich?

Auf der Webseite des OLPC Projektes wird betont, dass daran gearbeitet wird, dass der *100-Dollar-Laptop* umweltfreundlich konstruiert wird. Wenn mehrere Millionen Laptops in Entwicklungsländer geliefert werden, wird es notwendig sein, gleichzeitig ein Programm zur Rücknahme und Verwertung alter Laptops einzuleiten.

## 4 Die digitale Spaltung und Elektronikschrott



Abbildung 4.10: Neue IKT für Entwicklungsländer: 100-Dollar-Laptop [76], AMDs Personal Internet Communicator, Amida Simputer (Indien)

Auf einer Wiki Internetseite der OLPC Initiative stellte der Autor die Frage, ob der 100-Dollar-Laptop in Übereinstimmung mit dem EU-RoHS Richtlinie (s. Kapitel 3.2.1 auf S. 57) hergestellt werden würde:

„Will the laptop be conform to the European restriction of the use on certain hazardous substances in electrical and electronic equipment (mercury, cadmium, lead, chromium VI, PBB and PBDE)?“ [76, OLPC Wiki FAQ]

Die Antwort:

„Yes. The laptop and all OLPC-supplied accessories will be fully RoHS compliant. Safety is extremely important for us!“ [76, OLPC Wiki FAQ, 02.04.2006]

### 4.4 Ausblick und Fazit

Dieses Kapitel sollte aufzeigen, dass es sehr wahrscheinlich ist, dass in den Entwicklungsländern jetzt und in Zukunft eine beachtliche Menge an IKT eingeführt werden wird, die ein Rücknahme- und ein Verwertungskonzept von Elektronikschrott notwendig machen.

Den Zahlen aus Kapitel 4.1.4 zufolge, müssten sich schon jetzt auf dem afrikanischen Kontinent, hochgerechnet auf 906 Millionen Einwohner (Stand 2005), etwa 10,9 Millionen Computer befinden. Es sollte ersichtlich sein, dass Handlungsbedarf bezüglich der Entsorgung von Elektronikschrott besteht. Eine nachhaltige Vorgehensweise sollte bei dem Transport von gebrauchten IKT, aber auch von den Initiativen, die eine Verbreitung von neuer IKT fördern, beachtet werden.

#### 4 Die digitale Spaltung und Elektronikschrott

Faktisch gesehen, könnten die potenziellen Risiken von Elektronikschrott ein Hinderungsgrund dafür sein, IKT weiterhin in Entwicklungsländern zu verbreiten. Bei einer Abwägung würde man aber wahrscheinlich zu der Einsicht kommen, dass der Nutzen von IKT in Relation zu den ökologischen Risiken von Elektronikschrott dominiert.



Abbildung 4.11: Bild aus dem *Toxics Link Newsletter* aus Indien (Toxics Dispatch September 2004)

Es muss darum gehen, das Elektronikschrott-Problem zu lösen:

- Es sollten Verwertungszentren in den Entwicklungsländern eingerichtet werden. Wie z.B. die *EMPA* aus der Schweiz, die in Länder wie Indien und Südafrika die Elektronikschrott-Entsorgung mit Technologie- und Wissenstransfer unterstützt [33].
- Wenn ungeeignete Entsorgungsmöglichkeiten für Elektronikschrott in Entwicklungsländern bestehen, sollte man einen Rücktransport der Abfälle in Erwägung ziehen. Dies gilt besonders für risikoreiche Komponenten (z.B. für bleihaltige Kathodenstrahlröhren oder für Akkus von Mobiltelefonen).
- Die Produktion von „ungiftiger“ IKT Hardware sollte vorangetrieben werden. So könnten Abkommen festlegen, die nur Transporte von nicht-gesundheitsschädlichen Technologien in Entwicklungsländer erlauben. Hier könnte die EU-RoHS Richtlinie (s. Kapitel 3.2.1 auf S. 57) als Referenz dienen.
- Die Menschen in den Entwicklungsländern sollten über die möglichen Risiken aufgeklärt werden. Hier kann als Beispiel die Zeitschrift von *Toxics Link* erwähnt werden (s. Abb. 4.11). Dies ist eine Zeitschrift aus Indien, die die Menschen über mögliche Umweltrisiken informiert.

Es zeigt sich, dass es nicht nur darum geht, Verantwortung gegenüber den Menschen in den Entwicklungsländern zu übernehmen, indem wir sie an die Informationsgesellschaft „anschließen“, sondern auch Verantwortung für die

#### *4 Die digitale Spaltung und Elektronikschrott*

Auswirkungen der Technologisierung übernehmen. Die Diskussion sollte jedoch nicht in einer Schwarz-Weiss-Differenzierung enden: „Armut oder Abfall“. Denn die ökologischen Folgen sind nur ein Aspekt unter vielen anderen.

In einer Frage kann das Dilemma wiedergegeben werden: Sollen die Industriestaaten den Entwicklungsländern eine Technologie übergeben, die den Menschen kurzfristig helfen könnte, aber in der Zukunft auch Schaden verursachen wird?

## 5 Ethische Aspekte

Verantwortlich ist man nicht nur für das, was man tut,  
sondern auch für das, was man nicht tut. [106]

(Lao-Tse, chinesischer Philosoph  
aus dem 6. Jahrhundert v. Chr.)

### 5.1 Einführung

Sind die Probleme von Elektronikschrott hinsichtlich der Umweltschäden verantwortlich, wenn man sie im Vergleich zu den potenziell positiven Auswirkungen der Technologie betrachtet? Es ergibt sich die ethische Frage, wie mit den Risiken umzugehen ist, wenn IKT für die Hilfe, aber auch zur Abfallentsorgung in Entwicklungsländer transportiert wird, welche keine geeigneten Entsorgungsmöglichkeiten besitzen. Die Hauptrolle spielen hier die Exporteure von IKT aus den Industriestaaten. Dabei geht es um eine globale Verantwortung, die die Industriestaaten eventuell zur Hilfe verpflichtet. Zunächst wird der Versuch unternommen, Abfälle von einem „objektiven“ Standpunkt aus zu sehen. Mit diesem Hintergrund wird im folgenden Teil auf die geographische „Distanzierung“ von Abfällen eingegangen. Mit der *Verantwortungsethik* als Grundlage soll diese Problematik diskutiert werden. Danach wird versucht, den Begriff Verantwortung in einem ökologischen Zusammenhang zu beschreiben. Neben den bereits beschriebenen ökonomischen Gründen für den Transport von Elektronikschrott werden im letzten Abschnitt die Motive für eine Entwicklungshilfe näher erläutert.

### 5.2 Verantwortung

Der Begriff Verantwortung bezeichnet die ethische Verpflichtung eines Menschen zum Tun oder Unterlassen und die Einstehung für die Folgen die aus diesem Handeln resultieren [81]. Für eine Veranschaulichung, warum die Men-

schen für ihre Abfälle verantwortlich sein sollten, kann *Vilém Flusser's* Flaschen-Text dienen.

### 5.2.1 Ein Versuch über die Wahrnehmung von Abfällen

*Vilém Flusser's* Theorie über Abfälle (Undinge) besagt zunächst, dass Abfälle Dinge sind, die aus der Kultur „ausgeschieden“ werden [47, S. 20]. Diese Dinge haben ihren Wert verloren, genauer gesagt, haben sie ihre unsichtbare, durch den Menschen aufgetragene Wertigkeit verloren [47, S.20]. *Vilém Flusser* verdeutlicht dies anhand eines Sektrinkers, der seine Sektflasche beobachtet. Aus seinem Blickwinkel kommt die Flasche aus dem „Nebel der Zukunft“, indem er sie sich *besorgt* (z.B. durch Kaufen). Die Flasche und der Inhalt sind aus *Produkten der Natur* hergestellt. Nach *Flusser* ist das Besorgen ein unvorhersehbarer Vorgang. Nach dem Vorgang des Benutzens oder des Verbrauchens verschwindet die Flasche wieder im „Nebel der Vergangenheit“. Dies geschieht entweder, indem die Flasche wiederverwendet oder wiederverwertet (aufgehoben), oder beseitigt (überholt) wird (s. Abb 5.1) [47, S.15]. Eine Beseitigung ist eine Entsorgung von Abfällen in die Natur (s. Kapitel 2.3 auf S. 15).

Eine beseitigte Flasche kann zerbrechen, d.h. sie wird „entropisch desinformiert“. *Vilém Flusser* vermutet, dass die Menschen die Natur so wahrnehmen als etwas, in dem die Dinge dem Gesetz der Entropie unterworfen sind und am Ende keinen Wert mehr besitzen [47, S. 20]. Nach *Flussers* Ansicht könnte daher der Eindruck entstehen, dass Abfälle an die Natur zurückgegeben werden. In der menschlichen *Verbraucherkultur* stellt sich aber heraus, dass es ein Irrtum ist, Abfall als „Natur“ zu sehen. Abfall ist nicht *wertlos* und *formlos*, sondern er hat einen Antiwert und eine Antiform. Dies drückt sich dadurch aus, dass sich beispielsweise ein Fuchs im Wald die Pfoten an den Scherben einer Flasche schneiden könnte. Ebenso können Abfälle wie Elektronikschrott die Natur (Menschen, Tiere, Pflanzen) verletzen, genauer gesagt, vergiften. Wir können beobachten, wie sich die Abfälle häufen und „und in unsere Körper und Geister dringen, immer weniger vermieden werden können“ und die Scherben (z.B.) weggeworfener Flaschen, uns „immer tiefere Wunden schneiden“ [47, S. 21]. Nach *Flusser* wird es scheitern, die Entsorgungsmöglichkeiten zu verbessern, denn jeder „Sanierungsversuch“ muss vor der wachsenden Abfallflut kapitulieren [47, S.22].

Es sei ein Fehler der Ökologie, das *Antinaturalische* am Abfall als das Kulturhafte zu bezeichnen. Die Flaschenscherben seien *entnaturalisierte Natur* [47, S. 23]. Abfall ist weder Kultur noch Natur. Das *Anti-* am Abfall macht eben, dass Abfall nicht Zukunft ist, wie die Natur, sondern Vergangenheit, welche droht, immer und überall wiederaufzutauchen [47, S. 23]. In dem Maße, in dem sich Dinge

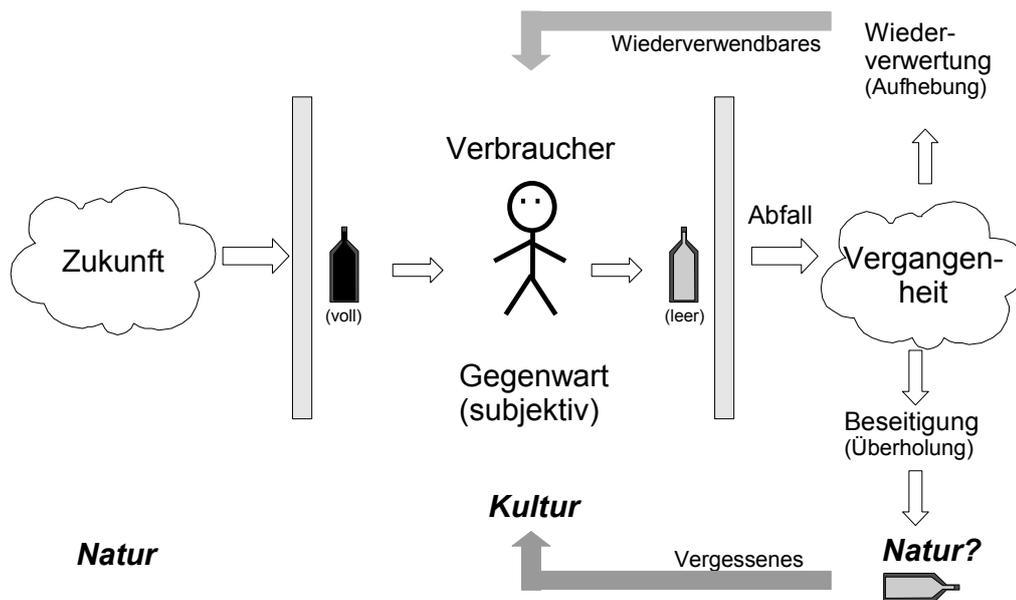


Abbildung 5.1: Vilém Flusser's Flaschentheorie [47] (modifiziert und interpretiert durch den Autor).

vom Typ „Flaschenscherben“ vergegenwärtigen in eben dem Maße wird die Vergangenheit unsere Lebensbedingung. Der Abfall, also das Vergessene aus der Vergangenheit, kann jederzeit wieder auf uns zurückfallen.

Das Bild kann auf beliebige Gegenstände übertragen werden, die Abfall sind oder Abfall werden, so auch auf Computer und andere Geräte der IKT. So wie die Flasche ein Behältnis für den Sekt ist, ist der Computer eine Art „Behältnis für Information“, das irgendwann unbrauchbar wird.

Vor diesem Hintergrund erscheint es moralisch richtig zu sein, Verantwortung für Abfälle zu übernehmen. Unvermeidliche Abfälle müssen von denjenigen entsorgt werden, die sie erzeugen.

### 5.2.2 Abfall und globale Verantwortung

Jeder Mensch produziert Abfälle. Jedoch werden uns diese Abfälle, zumindest in den Industriestaaten, durch ein entwickeltes Abfallbeseitigungssystem, schnell wieder aus dem Blickfeld genommen. Nachdem der Mensch den Abfallbeutel in die Abfalltonne wirft, vergißt er ihn (s. Kapitel 5.2.1). Der Abfall wird von einem komplexen Entsorgungssystem übernommen und „ab-transportiert“.

## 5 Ethische Aspekte

Die Entsorgung des Abfalls aus der nächsten Umgebung der Menschen könnte ein Grund für den Verlust des Bewusstseins für Abfall sein.

Das System verwertet oder beseitigt den Abfall. Die Beseitigung bedeutet jedoch, dass der Abfall wieder in die Umwelt (Nach *Flusser*: Natur) abgegeben wird. Entweder durch Deponierung, Kompostierung oder durch Verbrennung. Deswegen kehren alle Abfälle irgendwann, nach verschiedenen Zwischenstufen und in anderen Stofflichkeiten in den Körper des Menschen zurück [53, S. 8].

Weil es für alle Menschen der Erde nur eine Natur gibt, ist das Handeln des einzelnen mit allen anderen Menschen verbunden [53, S. 7]. Etwas übertrieben gefragt: Wer denkt schon daran, mit der Entsorgung des alten Mobiltelefons im Hausmüll, Menschen auf einem anderen Kontinent oder seine Kindeskinde in Gefahr zu bringen?

Wenn weltweit die gleichen Entsorgungsmaßnahmen vorausgesetzt werden würden, wäre es prinzipiell nicht von Bedeutung, ob Abfall in unserer Nähe (national) oder an einem entfernten Ort (international) beseitigt würde. Das ist allerdings nicht der Fall und durch die distanzierte Beseitigung könnte der Abfall noch mehr in Vergessenheit geraten. Nur in wenigen Momenten wird den Menschen deutlich, dass die Natur (als ökologisches Ganzes) ein weltumgreifendes System ist: zum Beispiel wenn sich radioaktive Wolken nach einem Unfall über einen ganzen Kontinent verbreiten. Daraus resultiert, dass wir auch für den Menschen und die Natur in der Entfernung die gleiche ökologische Verantwortung tragen, wie für die Menschen und die Natur in nächster Nähe. Wir sind für uns und die Menschen und die Natur um uns, durch das, was wir tun, verantwortlich.

„Es gibt keine Erste, Zweite oder Dritte Welt, es gibt nur eine Welt.“  
[16, S. 51]

Denken die Verantwortlichen aus den Industriestaaten daran, wenn sie Abfälle in die Entwicklungsländer exportieren?

Im folgenden Kapitel soll der Begriff Verantwortung und sein Bezug zur Ökologie näher erläutert werden. Hierfür bietet eine ökologische Ethik eine Stellungnahme zu Eingriffen des Menschen in die Natur.

### 5.2.3 Über Verantwortung

Für *Frithjof Hager* ist Verantwortung untrennbar mit einer „Bestimmten Art und Weise des Tuns und Handelns verbunden.“ [53]

## 5 Ethische Aspekte

Auf einer wörtlichen Ebene lässt sich der Begriff Verantwortung nicht weiter auflösen und verallgemeinern [53]. Verantwortung lässt sich mit Gefühlen, wie „lieben“, „dankbar sein“ oder „sich freuen“ gleichstellen [53]. Das heißt, der Mensch kann nur Verantwortung begreifen, wenn er sie vollzieht [53]. Damit hat der Mensch erst für sich selbst Verantwortung, wenn er auch für andere Menschen verantwortlich ist [53]. Oder:

„Nur wer Verantwortung hat, kann verantwortlich handeln.“ [63, S. 176]

Die einleitende Definition von Abschnitt 5.2 teilt den Begriff Verantwortung in zwei Typen ein: Verantwortung für Handlungen die das Motiv und damit den Ursprung verfolgen (Gesinnungsethik), und eine erweiterte Verantwortung die auf die Folgen und Ergebnisse von Handlungen abzielen (Verantwortungsethik). Trägt der Mensch eine Verantwortung für seine Umwelt?

### 5.2.4 Ökologische Verantwortung

Mit zunehmender Industrialisierung und den daraus resultierenden ökologischen Problemen entstand vermehrt Kritik am menschlichen Verhalten gegenüber der Natur.

Der Philosoph *Hans Jonas* (1903–1993) verfasste einen ethischen Imperativ, der die Natur in Gewahr nimmt:

„Handle so, dass die Wirkungen deiner Handlung verträglich sind mit der Permanenz echten menschlichen Lebens auf Erden.“ oder negativ ausgedrückt „Handle so, dass die Wirkungen deiner Handlung nicht zerstörerisch sind für die künftige Möglichkeit solchen Lebens.“ [63, S. 36]

Nach Jonas fällt damit dem menschlichem Leben die höchste Verantwortung zu. Grundsätzlich wird jedoch allem Lebendigen auf Erden in seiner Bedürftigkeit und Bedrohtheit ein Wert zugesprochen [63, S. 185].

Die neue Pflicht nach Jonas sagt, dass wir nicht das Recht haben, das Nichtsein künftiger Generationen wegen des Seins der jetzigen zu wählen oder auch nur zu wagen [63, S. 36]. Der klassische Imperativ war für das Individuum bestimmt und sein Kriterium war der Augenblick. Dem neuen Imperativ wird ein Zeithorizont hinzugefügt und es betrachtet die *schließlichen* Wirkungen in der Zukunft [63, S. 37]. Damit spricht der neue Imperativ über eine Verantwortung für einen *gesunden* Fortbestand der Menschheit und für die Natur mit alle ihren Kreaturen. Jonas fordert damit so etwas wie eine *Treuhänderschaft* des Menschen für die gesamte Biosphäre mit all ihren Lebewesen.

## 5 Ethische Aspekte

Hans Lenk fordert eine Ethik, die die moralischen Einzelverpflichtungen eines jeden in eine eher zukunftsorientierte Ethik ausdehnt [67, S. 117].

Zudem muss die Ethik sozialer, kooperativer, pragmatischer in Bezug auf Machtfaktoren und von der Einwirkungsmacht des Menschen betroffene Lebewesen ausgeweitet werden [67, S. 118]. Mit einer Erweiterung der Verantwortung muss auch die Moral *praktisch* weiterentwickelt werden [67, S. 118].

Es müsste einen fließenden Übergang von der traditionellen Verantwortung in die erweiterte Verantwortung geben, die ein Auge auf die Folgen der Handlungen hat. Die Verantwortungsethik sollte eine „striktere-engere“ Verantwortung und gleichzeitig eine „feinere-weitere“ erweiterte Verantwortung berücksichtigen [67, S. 143]. Das Problem ist, dass es wegen der nicht-abschätzbaren Folgen von modernen Technologien, schwerer werden wird, die Verantwortung für etwas oder jemanden zu tragen.

Praktisch, auf das Abfallproblem hin bezogen bedeutet eine Erweiterung der Verantwortung, dass der Mensch sich im klaren darüber sein muss, dass Abfälle in die Zukunft übergeben werden und, dass dies Folgen hat, egal auf welchem Teil der Erde sie entsorgt werden.

### Furcht

Jonas sieht die *Furcht* des Menschen als Hilfsmittel zum frühzeitigen Erkennen von Gefahren. Denn: Solange die Gefahr unbekannt ist, weiß man nicht was und warum es etwas zu schützen gib. Das Wissen hierfür kommt aus der Fragestellung: Wovor [63, S. 63]? Denn die Menschen wissen viel eher, was sie nicht wollen, als was sie wollen. Deshalb sollte das Gefühl „Fürchten“ vor dem Gefühl „Wünschen“ gefragt werden. Gerade bei Vorausahnungen, von denen die Menschen noch nicht viel wissen, sei dies wichtig [63, S. 64].

Die zum Handeln auffordernde Furcht wird damit zum Gegenstand der Verantwortung. Denn:

„Was wird ihm zustoßen, wenn ich mich seiner nicht annehme?“  
[63, S. 391].

Aus der Annahme, dass die Furcht vor allem anderen gewertet werden soll resultiert, dass eine schlechte Prognose grundsätzlich Vorrang gegenüber den guten Prognose hat.

„... dass der Unheilsprophezeiung mehr Gehör zu geben ist als der Heilsprophezeiung.“ [63, S. 70]

## 5 Ethische Aspekte

Jonas vergleicht die Begründung seines Gebotes unter anderem mit dem unglücklichen und glücklichen Ausgang unbekannter Experimente: Ein Treffer ist nur eine von vielen Alternativen, die alle mehr oder weniger Fehlschüsse sind. Um eine hohe Trefferchance zu erlangen, erlaubt man sich bei kleinen Dingen viele Schüsse, während man sich bei großen Dingen nur wenig erlauben kann. Und bei den ganz großen Dingen, „irreversiblen, die an die Wurzeln des gesamten menschlichen Unternehmens gehen“, wären eigentlich überhaupt keine „Schüsse“ erlaubt [63, S. 70].

Um eine Prognose für eine Technologie vorzunehmen, müsste daher eine Einstufung in „kleine Dinge“ und „große Dinge“ vorgenommen werden. Dass dies nicht leicht ist, kann an „giftigem“ Elektronikschrott gezeigt werden: Betrachtet man beispielsweise nur einen Computer, so ist die Menge der enthaltenden Giftstoffe relativ gering. Betrachten wir alle Computer, die die Menschen jemals produziert haben, ist Gesamtmenge der Giftstoffe einem „großen Ding“ gleichzustellen. Eine Menge, die tatsächlich eine ernsthafte Gefahr für die gesamte Menschheit befürchten ließe.

### 5.2.5 Zusammenfassung „Verantwortung“

Zusammenfassend kann gesagt werden:

1. Abfälle jeder Art sind weder Kultur noch Natur. Abfälle werden von den Menschen vergessen. Besonders dann, wenn sie an einen vom Ursprung entfernten Ort transportiert werden. Das Vergessene kann jederzeit auf die Menschen zurückfallen und ist damit eine Bedrohung für die Menschheit in der Gegenwart und in der Zukunft.
2. Die Export von giftigem Abfall mit folgender Beseitigung unter schlechten Bedingungen für die Umwelt, wäre nach der Definition von Jonas unverantwortlich. Denn dies ist nicht verträglich mit der Permanenz echten menschlichen Lebens auf Erden.
3. Wenn die gleichen Entsorgungsmaßnahmen vorausgesetzt sind, dann wäre es nicht von Bedeutung, wo die Abfälle beseitigt werden, denn es gibt nur *eine* Erde.

Sollte die Unverantwortbarkeit ein Hindernis für die Entwicklung neuer Technologien sein?

Der Verantwortungsbegriff nach Jonas und die Befürchtung vor den schlimmsten Wirkungen, würden einen Stopp der Entwicklung suggerieren. Bei einer Anwendung der „feineren-weiteren“ und vorausahnenden Verantwortung sollte die Furcht nicht überwiegen: Möglicherweise könnte dies in eine Sackgasse

führen, da neue Technologien, insbesondere die IKT, eine Hilfestellung zur Lösung der Probleme sein könnten.

Wäre eine Vorenthaltung und ein Stopp der Entwicklung neuer Technologien verantwortbar?

### 5.3 Motive für Entwicklungshilfe

Für die Beantwortung der Frage, ob wohlhabende Staaten dazu verpflichtet sind, die Entwicklungsländer (u.a. mit neuen Technologien) zu unterstützen muss eine *Ethik der Entwicklungshilfe* herangezogen werden.

Gibt es eine Pflicht der Industriestaaten zur Entwicklungshilfe, unabhängig davon, ob dabei (ökologische) Risiken entstehen könnten?

Wie kann das Ziel der Entwicklungshilfe für eine globale Gerechtigkeit definiert werden?

#### 5.3.1 Globale Gerechtigkeit nach Henry Odera Oruka

Vor dem Hintergrund der Selbsterhaltung der Staaten der Erde *erkennt* der kenianische Philosoph *Henry Odera Oruka* zwei Prinzipien für eine *internationale Wohlfahrt* [79, S. 48]:

1. *Das Prinzip territorialer Souveränität* besagt, dass sich jeder Staat gegen Einmischungen von außen wehren darf. Dies können Einmischungen bezüglich der Innenpolitik, der Grenzen oder der Ressourcen sein. Jeder Staat ist damit verpflichtet, alle anderen Staaten zu respektieren. Es gilt eine Gleichberechtigung für alle Staaten, unabhängig von ihrer Größe.
2. *Das Prinzip nationalen Überflusses* spricht Staaten von der Schuld frei, anderen Staaten helfen zu müssen, egal wie bedürftig und hungernd diese sein mögen. Damit ist eine Entwicklungshilfe nicht verpflichtend. Entscheidet sich ein Staat für die Entwicklungshilfe, dann hat der Geberstaat das absolute Recht, über die Bedingungen und die Dauer der Hilfe zu entscheiden.

Für Oruka dienen diese Prinzipien aber nicht für eine Erfüllung einer *globalen Gerechtigkeit* [79, S. 48]. Der Anspruch, dass Entwicklungshilfe eine Form der internationalen Wohltätigkeit sei, wird eher von den Gebern als von den Empfängern der Entwicklungshilfe erhoben [79, S. 49]. Oruka arbeitet zwei Motive heraus, weshalb Entwicklungshilfe geleistet wird [79, S. 49]:

## 5 Ethische Aspekte

1. **Der Eigennutz der Geberländer.** Entwickelte Länder versuchen durch Entwicklungshilfe ihre Handelszone auszuweiten. Eine Beispiel hierfür wären natürliche Rohstoffe. So könnte man die Behauptung aufstellen, dass an Äthiopien Entwicklungshilfe geleistet wird, damit sich die Geberstaaten die Lieferungen von äthiopischem Kaffee sichern können.

Bei der Verteilung von IKT in Entwicklungsländern ist ein Nutzen für die Industriestaaten ebenfalls offensichtlich. Für die Hardware- und Softwarehersteller ebnet sich ein neuer Absatzmarkt (s. Kapitel 4.2.3 auf S. 75). Versteht man „Information“ als Rohstoff, wird das Bild noch deutlicher. Durch IKT können Arbeit und Dienstleistungen in die Entwicklungsländer ausgelagert werden. Beispielsweise sind hier *Callcenter* in Indien zu nennen, die einen Informationsdienst an Kunden aus aller Welt leisten.

2. **Die Wiedergutmachung.** Hier wird davon ausgegangen, dass die soziale und ökonomische Spaltung zwischen Industriestaaten und Entwicklungsländern, auf dem Ergebnis der Politik in der Vergangenheit beruht (z.B. wegen des Kolonialismus). Dieser Annahme nach beruht die Entwicklungshilfe auf der Wiedergutmachung von historischem Unrecht und historischen Fehlern.

Oruka genügen diese beiden Motive und eine internationale Wohltätigkeit (die z.B. auf „Nächstenliebe“ basieren würde) nicht. Deshalb sucht er ein Prinzip für eine echte „globale Gerechtigkeit“, die die Grundlage einer Ethik bildet, welche die Rechte aller Menschen der Erde sichert, unabhängig ihrer rassischen oder geographischen Herkunft [79, S. 50]. Zudem sollten hierfür die Ressourcen und Güter der Erde gerecht verteilt werden.

Er folgert, dass jeder Mensch ein Recht auf ein *menschliches Minimum* an körperlicher Sicherheit, Gesundheit und Unterhalt benötigt, um selbstbewusst und vernünftig existieren zu können [79, S. 53]. Dieses Recht ist ein absolutes Recht und alle Menschen der Erde haben ein gleiches Anrecht darauf [79, S. 54].

Ein Grund für die Entwicklungshilfe von „wohlhabenden“ Staaten sollte das Verständnis sein, allen Menschen der Erde ein „menschliches Minimum“ zuzugestehen [79, S. 54].

Sicher ist, dass eine saubere Umwelt zum „menschlichen Minimum“ gehört. Denn eine saubere Umwelt ist die Grundlage für die menschliche Gesundheit. Damit dürfen Technologien, die bei der Entwicklungshilfe transferiert werden kein Risiko für die Umwelt und die menschliche Gesundheit beinhalten.

### 5.3.2 Freiheit und die Schaffung von Fähigkeiten nach Amartya Sen

Die Ausweitung der Freiheit hat nach dem Wirtschaftswissenschaftler *Amartya Sen* eine zentrale Bedeutung in der Definition für Entwicklung. Es gilt, alle *Unfreiheiten* aufzulösen und die positiven Freiheiten (Fähigkeiten, Kenntnisse, Selbstverantwortung und Einfluss) zu fördern [64]. Sen macht in seiner Definition deutlich, dass die Menschen über die *materiellen Voraussetzungen* und nicht nur über die Rechte dafür, verfügen müssen, damit sie sich ihre Existenzgrundlage sichern können [64].

Werden Menschen „freier“ durch die Benutzung von IKT?

Anzumerken ist, dass mit der Umweltverschmutzung eine Einschränkung der Freiheit einhergehen könnte. So wäre z.B. der Transport von Wasser von einem entfernten Ort, weil die eigene Wasserquelle verschmutzt ist, eine solche Einschränkung.

### 5.3.3 Gibt es eine Informationsgerechtigkeit für die Weltbevölkerung?

Tragen die Industriestaaten die Verantwortung dafür, die Entwicklungsländer mit IKT auszustatten?

Geht man davon aus, dass Information, Kommunikation und Wissen zur Existenzgrundlage eines jeden Menschen gehören, und sieht man die Weltbevölkerung als eine Weltgesellschaft, dann ja. Jedoch gibt es auch einige andere Aufgaben, denen mehr Bedeutung zukommen sollte, als der Vernetzung der Entwicklungsländer. Das wären unter anderem die Sicherung des Friedens, die Wahrung der Menschenrechte, Demokratisierung, gerechte Verteilung des materiellen Wohlstandes und die Bewahrung der natürlichen Umwelt [101, S. 119].

## 5.4 Fazit

Das einführende Zitat von Lao-Tse soll auf die Ambivalenz der Entwicklungshilfe hindeuten, nämlich, dass die „von der Not wissenden“ Industriestaaten für das Unterlassen von Hilfe, gleichzeitig aber auch für die Folgen der Entwicklungshilfe verantwortlich sind. Dabei ist es nicht von Bedeutung, ob es nun um Elektronikschrott als Abfallprodukt der „digitalen“ Entwicklungshilfe geht, oder um Pflanzendüngemittel, welche nach einer ertragreichen Ernte das Grundwasser verunreinigen könnten.

## 5 Ethische Aspekte

Eine „neue“ Entwicklungshilfe sollte Verantwortung gegenüber der Folgen übernehmen können. Möglicherweise könnten hierfür gerade die internationalen Abkommen für die Verbringung von Abfällen (s. Kapitel 3.1 auf S. 40) ein Grundstein legen, da sie von einer nachhaltigen Zusammenarbeit zwischen den Industriestaaten und den Entwicklungsländern ausgehen.

Verantwortung übernehmen heißt auch, *interdisziplinär* zu denken. Denn Technologie wirkt sich auf den Menschen selbst, die Gesellschaft und die Umwelt aus. Letztenendes geht es darum, Risiken, die bei der Entwicklungshilfe entstehen, soweit zu minimieren, dass sie kein Hinderungsgrund für eine Hilfe sind.

Die Frage zu entscheiden, ob die Industriestaaten eine Verantwortung für eine „Weltvernetzung“ tragen, würde den Rahmen dieser Arbeit überschreiten. Sicherlich werten viele Menschen in den Entwicklungsländern die Notwendigkeit einer „Vernetzung“ mit einer anderen Dringlichkeit, als die Menschen in den Industriestaaten. Dazu abschließend ein Zitat aus einem Interview mit *Nicholas Negroponte*, dem Vorsitzenden der *One Laptop per Child Initiative* (s. Kapitel 4.3 auf S. 77), welches den Enthusiasmus der „neuen Entwicklungshilfe“ mit IKT widerspiegelt. Er antwortete auf die Frage, ob es wirklich das Ziel sei, jedem Kind der Welt ein Notebook zu geben wie folgt:

„It’s every child in the world whether they want one or not. They may not know they want one.“ [69]

# Abbildungsverzeichnis

2.1	Zusammensetzung eines Mobiltelefons	3
2.2	Gesamtgewicht der jährlich verkauften MP3 Player	4
2.3	Apple's iPod nano	5
2.4	iPod Bastelanleitung für einen eigenhändigen Akkuaustausch	6
2.5	Prozentuale Anteile der Substanzen in einem PC	7
2.6	RFID-Etikett	7
2.7	Gesundheitsschädliche Stoffe und deren Anwendung	9
2.8	Abfalldeponie mit Elektronikschrott	16
2.9	Umweltbelastungen bei der Verwertung	17
2.10	Edward Burtynsky: <i>Ewaste Sorting Zeguo</i>	18
2.11	Edward Burtynsky: <i>Circuit Boards</i>	19
2.12	Probleme bei der Abfallbeseitigung	23
2.13	Elektronikschrott-Verwertungsanlage	24
2.14	Medienwirksames Foto	26
2.15	Elektronikschrottexporte	29
2.16	Ein „neuer“ Fernseher aus gebrauchten Komponenten.	34
2.17	Ankauf von Drucker-Kartuschen durch einen Sandwich	35
2.18	Ankauf von Drucker-Kartuschen durch einen Laden	36
2.19	Guiyu und WenLing in China.	37
2.20	Elektronikschrott aus Großbritannien. Ein Vergleich.	38
3.1	Internationale und regionale Abkommen	41
3.2	Transport unter Beachtung der Basler Konvention	46
3.3	Durchgestrichene Abfalltonne	53
3.4	Elektronikschrottannahmestelle	56
3.5	Neue Eigentümer	57
3.6	Elektronikschrott-Gesetze	61
4.1	Die Diffusion von IKT	65
4.2	Wachstum und Gesamtvolumen des globalen Telekommarktes	67
4.3	Personal Computer pro 1000 Einwohner	67
4.4	Jährliche Wachstumsrate von Mobilfunkteilnehmern	68
4.5	Festnetz- und Mobilfunkteilnehmer	68

## Abbildungsverzeichnis

4.6	Die Bestellung von gebrauchten Computern bei <i>Computer Aid</i> . . .	72
4.7	Ö3-Wundertüte für gebrauchter Mobiltelefone . . . . .	74
4.8	Der Weg der Mobiltelefone . . . . .	75
4.9	fonebaksales.com: Gebrauchte Mobiltelefone . . . . .	76
4.10	Neue IKT für Entwicklungsländer . . . . .	78
4.11	<i>Toxics Link Newsletter</i> . . . . .	79
5.1	<i>Vilém Flusser's Flaschentheorie</i> . . . . .	83

# Tabellenverzeichnis

2.1	Ausgewählte gesundheitsschädliche Substanzen in der Übersicht	10
2.2	Vergleichswerte von verschiedenen Bodenproben . . . . .	20
2.3	Eine Übersicht über Studien zum Thema Elektronikschrott . . . . .	27
2.4	Preise für Elektronikschrott . . . . .	33
3.1	Elektronikschrott in internationalen Konventionen . . . . .	51
4.1	Organisationen, die gebrauchte Computer transportieren . . . . .	70
4.2	Ein Vergleich von Mobiltelefonsammelaktionen . . . . .	74

# Literaturverzeichnis

- [1] African Union. Bamako Convention on the Ban of the Import into Africa and the Control of Transboundary Movement and Management of Hazardous Wastes within Africa. <http://www.africa-union.org/root/au/Documents/Treaties/Text/hazardouswastes.pdf>, Januar 1991. Abruf: 23.02.2006.
- [2] Agency for Toxic Substances and Disease Registry. FAQ for Cadmium. <http://www.atsdr.cdc.gov/tfacts5.html>, 1999. Abruf: 27.10.2005.
- [3] Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile for Chromium. <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp7.html>, 2000. Abruf: 11.10.2005.
- [4] Apple.com. Programm zum Ersatz der iPod Batterie nach Garantieablauf. <http://www.apple.com/de/support/ipod/service/battery.html>, Januar 2006. Abruf: 19.01.2006.
- [5] Australian Government. Criteria for the export and import of used electronic equipment. <http://www.deh.gov.au/settlements/publications/chemicals/hazardous-waste/electronic-paper.html>, März 2005. Abruf: 26.02.2006.
- [6] Barcelona Convention - Izmir Protocol. Protocol on the Prevention of Pollution of the Mediterranean Sea by Transboundary Movements of Hazardous Wastes and their Disposal. <http://www.ban.org/Library/izmir.html>, Juni 1995. Abruf: 24.02.2006.
- [7] Basel Action Network. CRT Glass Recycling Survey Results. [http://www.ban.org/Library/crt\\_survey\\_2004.pdf](http://www.ban.org/Library/crt_survey_2004.pdf), August 2004. Abruf: 08.03.2006.
- [8] Basel Action Network. Key findings from Taizhou Field Investigation. [http://www.ban.org/Library/Taizhou\\_E-waste\\_Research\\_Report.pdf](http://www.ban.org/Library/Taizhou_E-waste_Research_Report.pdf), Februar 2004. Abruf: 12.03.2006.

## Literaturverzeichnis

- [9] Basel Action Network. Mobile Toxic Waste - Recent Findings on the Toxicity of End-of-Life Cell Phones. <http://www.ban.org>, April 2004. Abruf: 27.12.2005.
- [10] Basel Action Network. The Digital Dump - Exporting Re-use and Abuse to Africa. <http://www.ban.org/BANreports/10-24-05/documents/TheDigitalDump.pdf>, Oktober 2005. Abruf: 22.08.2005.
- [11] Basel Action Network and the Silicon Valley Toxics Coalition. Exporting Harm - The High-Tech Trashing of Asia. <http://www.svtc.org/cleancc/pubs/technotrash.pdf>, Februar 2002. Abruf: 04.01.2006.
- [12] Basel Convention Secretariat. Global Trends in Generation and Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Other Wastes. <http://www.basel.int/natreporting/trends2.zip>, November 2002. Abruf: 13.03.2006.
- [13] Basel Convention Secretariat. Global Trends in Generation and Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Other Wastes. <http://www.basel.int/natreporting/compilations.html>, Januar 2004. Abruf: 13.03.2006.
- [14] BBC News. Computers to Africa scheme criticised (01.05.2003). <http://news.bbc.co.uk/2/hi/africa/2989567.stm>, Mai 2003. Abruf: 25.03.2006.
- [15] BBC News - Dan Simmons. India's poor tackle toxic e-waste. [http://news.bbc.co.uk/1/hi/programmes/click\\_online/4341494.stm](http://news.bbc.co.uk/1/hi/programmes/click_online/4341494.stm), Oktober 2005. Abruf: 20.02.2006.
- [16] Brenner, Andreas. Ökologie-Ethik. In *Angewandte Ethik. Annemarie Pieper und Urs Thurnherr (Hrsg.)*, pages 37–55. Verlag C.H. Beck, München, 1998.
- [17] Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Abfallvermeidung, Sammlung und Behandlung von elektrischen und elektronischen Altgeräten (Elektroaltgeräteverordnung - EAG-VO). <http://umwelt.lebensministerium.at/>, 2005. Abruf: 03.03.2006.
- [18] Burtynsky, Edward. Recycling in China. <http://www.edwardburtynsky.com/>, 2004. Abruf: 27.12.2005.
- [19] Canada-Alberta Government. Electronic Recycling Program. <http://www3.gov.ab.ca/env/waste/ewaste/>, 2006. Abruf: 04.03.2006.
- [20] Capurro, Rafael. Vernetzt gespalten. Ein Trialog. In *Vernetzt gespalten – Der Digital Divide in ethischer Perspektive*. Rupert M. Scheule, Rafael Capurro,

## Literaturverzeichnis

*Thomas Hausmanninger (Hrsg.)*, pages 15–34. Wilhelm Fink Verlag, München, 2004.

- [21] Caritas Wien. Ö3-Wundertüte weltmeisterlich. <http://www.caritas-wien.at/>, 2006 März. Presseausendung per Email vom 16.03.2006.
- [22] China Daily. E-waste treatment plant to debut in Beijing (19.07.2005). [http://www2.chinadaily.com.cn/english/doc/2005-07/19/content\\_461492.htm](http://www2.chinadaily.com.cn/english/doc/2005-07/19/content_461492.htm), Juli 2005. Abruf: 15.03.2006.
- [23] Close the gap. Bridging the digital divide. <http://www.close-the-gap.org/>. Abruf: 24.03.2006.
- [24] Commission of the European Communities. Proposal for a Directive Of The European Parliament And Of The Council on Waste Electrical and Electronic Equipment. [http://europa.eu.int/eur-lex/en/com/pdf/2000/en\\_500PC0347\\_02.pdf](http://europa.eu.int/eur-lex/en/com/pdf/2000/en_500PC0347_02.pdf), Januar 2000. S. 13 Abruf: 21.10.2005.
- [25] Computer Aid International. Non-profit supplier of computers for developing countries. <http://www.computeraid.org/>. Abruf: 22.03.2006.
- [26] Computers4Africa. Bridging the digital divide. <http://www.computers4africa.org>. Abruf: 28.03.2006.
- [27] Danish Environmental Protection Agency. Brominated Flame Retardants - Substance Flow Analysis and Assessment of Alternatives. [http://www.mst.dk/udgiv/Publications/1999/87-7909-416-3/html/indhold\\_eng.htm](http://www.mst.dk/udgiv/Publications/1999/87-7909-416-3/html/indhold_eng.htm), Juni 1999. Abruf: 26.11.2005.
- [28] Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). Basic Data Collection on E-Waste recycling in Yemen. <http://www.gtz.de/de/dokumente/en-svabfall-infothek-ewaste-download-studyewasteyemen.pdf>, Juni 2004. Abruf: 14.03.2006.
- [29] Deutsche Umwelthilfe. Häufige Fragen zum Elektro-Gesetz. <http://www.duh.de/737.html>. Abruf: 15.03.2006.
- [30] Deutscher Bundestag. Gesetz zu den Änderungen von 1995 und 1998 des Basler Übereinkommens. <http://frei.bundesgesetzblatt.de/pdf/bgb12/bgb1202s0089.pdf>, Januar 2002. Abruf: 20.02.2006.
- [31] Digital Links International. Transforming lives through technology. <http://www.digital-links.org/>. Abruf: 28.03.2006.

## Literaturverzeichnis

- [32] Digitale Brücke e.V. Gegen den Ausschluss der Entwicklungsländer von der globalen Informationsgesellschaft. <http://www.digitalebruecke.org/>. Abruf: 24.03.2006.
- [33] Eidgenössische Material Prüfanstalt (EMPA). Präsentation: Knowledge Partnerships in e-waste Recycling. <http://www.ewaste.ch/>, November 2005.
- [34] Eisenriegler, Sepp. Persönliche Auskunft am 16.03.2006 im Demontage- und Recycling- Zentrum Wien. <http://www.drz-wien.at/>.
- [35] Eisenriegler, Sepp. Die Vorbehandlung von Elektro- und Elektronik- Altgeräten als Chance für die Sozialwirtschaft. Eine Machbarkeitsstudie am Beispiel des Demontage- und Recycling- Zentrums D.R.Z-Wien. Wirtschaftsuniversität Wien, Februar 2005.
- [36] Electronic Waste Guide. A knowledge base for the sustainable recycling of e-waste. <http://www.e-waste.ch/>. Abruf: 06.12.2005.
- [37] Environmental Engineering Sciences at the University of Florida. RCRA Toxicity Characterization of Computer CPUs and Other Discarded Electronic Devices. <http://www.epa.gov/reg5rcra/wptdiv/solidwaste/ecycling/UF-EWaste-Final.pdf>, Juli 2004. Abruf: 17.01.2006.
- [38] EPA Design for the Environment Lead-free Solders Partnership. Core Group Conference Call. <http://eerc.ra.utk.edu/ccpct/lfsp-docs/CGCCM~6-6-02.doc>, Juni 2002. Abruf: 09.03.2006.
- [39] ESG Edelmetall-Service. Richtpreise für E-Schrott. <http://www.e-schrott.de/preise.html>, Februar 2006. Abruf: 10.03.2006.
- [40] European Community. EC-Waste Shipment Regulation 259/93. [http://www.ban.org/Library/eec\\_259\\_93.pdf](http://www.ban.org/Library/eec_259_93.pdf), Februar 1993. Abruf: 25.02.2006.
- [41] European Parliament And The Council. Directive 2002/95/EC on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment. [http://europa.eu.int/comm/environment/waste/weee\\_index.htm](http://europa.eu.int/comm/environment/waste/weee_index.htm), Februar 2003. Abruf: 28.02.2006.
- [42] European Parliament And The Council. Amendment of Directive 2002/95/EC for the maximum concentration values for certain hazardous substances in electrical and electronic equipment. [http://europa.eu.int/comm/environment/waste/weee\\_index.htm](http://europa.eu.int/comm/environment/waste/weee_index.htm), August 2005. Abruf: 28.02.2006.

## Literaturverzeichnis

- [43] European Union Network for the Implementation and Enforcement of Environmental Law (IMPEL). IMPEL-TFS Project On Verification Of Waste Destinations. [http://europa.eu.int/comm/environment/impel/pdf/tfs\\_projectreport.pdf](http://europa.eu.int/comm/environment/impel/pdf/tfs_projectreport.pdf), November 2004. Abruf: 02.02.2006.
- [44] Eurostat. Kommunale Abfälle geliedert nach der Behandlungsmethode. <http://epp.eurostat.cec.eu.int/>, 2004. Abruf: 20.02.2006.
- [45] Fackler, Martin. Chinese villages poisoned by American high-tech trash. Associated Press vom 28.02.2002, <http://www.ap.org/>, Februar 2002. Abruf: 08.03.2006.
- [46] Farnell In One. Blei im Brenn-Punkt. <http://217.160.70.102/rohs/rohs-lead-page.htm>, 2004. Abruf: 18.10.2005.
- [47] Flusser, Vilém. Flaschen. In *Dinge und Undinge - Phänomenologische Skizzen*, pages 11–26. Carl Hanser Verlag, München, 1993.
- [48] Wikipedia. Die freie Enzyklopädie. Blei. <http://de.wikipedia.org/wiki/Blei>, October 2005. Abruf: 17.10.2005.
- [49] Wikipedia. Die freie Enzyklopädie. Ethik. <http://de.wikipedia.org/wiki/Ethik>, März 2006. Abruf: 30.03.2006.
- [50] Gesellschaft für Unterhaltungselektronik. Pressemeldung: Innovative Techniken sorgen für Marktwachstum. [http://www.gfu.de/pages/news/news\\_051127.html](http://www.gfu.de/pages/news/news_051127.html), November 2005. Abruf: 21.01.2006.
- [51] Gourlay, Ken A. *Deponie Erde - Wachstum in den Müllnotstand*. Dietz Taschenbuch, Bonn, 1993.
- [52] Greenpeace International. Recycling of electronic waste in China and India. <http://www.greenpeace.org/>, August 2005. Abruf: 22.08.2005.
- [53] Hager, Frithjof (Hrsg.). Zur Frage der Verantwortung. In *Müll und Verantwortung*, pages 7–9. Oekom Verlag, München, 2004.
- [54] Heise Online News. Milliardster PC verkauft. <http://www.heise.de/newsticker/meldung/28697>, Juli 2002. Abruf: 21.01.2006.
- [55] Heise Online News. Boom-Stimmung im afrikanischen Mobilfunkmarkt (Daten der Telecommunications Industry Association). <http://www.heise.de/newsticker/meldung/65774>, November 2005. Abruf: 21.03.2006.
- [56] Heise Online News. 400 Millionen Chinesen haben ein Handy. <http://>

## Literaturverzeichnis

- [www.heise.de/newsticker/meldung/70053](http://www.heise.de/newsticker/meldung/70053), Februar 2006. Abruf: 26.02.2006.
- [57] Heise Online News. 80 Prozent aller Monitore LCDs. <http://www.heise.de/newsticker/meldung/68632>, Januar 2006. Abruf: 21.01.2006.
- [58] Heise Online News. Im Jahr 2005 wurden 816 Millionen Handys verkauft. <http://www.heise.de/newsticker/meldung/70155>, Februar 2006. Abruf: 28.02.2006.
- [59] Heise Online News. Weltweiter PC-Markt wuchs 2005 um gut 15 Prozent. <http://www.heise.de/newsticker/meldung/68533>, Januar 2006. Abruf: 21.01.2006.
- [60] Iles, Alastair. Mapping Environmental Justice in Technology Flows: Computer Waste Impacts in Asia. *Global Environmental Politics* 4:4 by the *Massachusetts Institute of Technology*, <http://muse.jhu.edu/>, November 2004. Abruf: 08.03.2006.
- [61] International Telecommunication Union. World Telecommunication Indicators. <http://www.itu.int/ITU-D/ict/statistics/ict/index.html>, 2004. Abruf: 21.03.2006.
- [62] isuppli. Portable MP3 Players: Booming Market Looks for New Twist. <http://www.isuppli.com>, Mai 2005. Abruf: 19.01.2006.
- [63] Jonas, Hans. *Das Prinzip Verantwortung*. Insel Verlag, Frankfurt am Main, 1979.
- [64] Kesselring, Thomas. Entwicklungshilfe und Entwicklungspolitik aus ethischer Perspektive. <http://www.philosophie.de/default.asp?page=127&id=17>, Juli 2005. Abruf: 08.04.2006.
- [65] Lantschner, Ingo. Persönliche Auskunft am 18.03.2006.
- [66] Lantschner, Ingo. Informations- und Kommunikationstechnik- Projekte in der Entwicklungszusammenarbeit. <http://www.binonabiso.com/de/dok/Handbuch0420-screen.pdf>, September 2004. Abruf: 25.03.2006.
- [67] Lenk, Hans (Hrsg.) und Maring, Matthias. *Natur-Umwelt-Ethik*. Lit Verlag, Münster, 2003.
- [68] Mac Guardians. Frisches Blut für alte Dudelsäcke. <http://www.macguardians.de/fullstory.php?p=3854>, August 2005. Abruf: 09.03.2006.

## Literaturverzeichnis

- [69] Wired Magazine. Interview with Nicholas Negroponte by Kevin Poulsen. <http://www.wired.com/news/culture/0,69615-0.html>, November 2005. Abruf: 08.04.2006.
- [70] Müllverbrennungsanlage Weisweiler. Emissionswerte. <http://www.mva-weisweiler.de/aktuell/emission.html>, November 2005. Abruf: 07.12.2005.
- [71] Molnár, Szilárd. The explanation frame of the digital divide. Technical report, Technical University of Budapest - BME-UNESCO Information Society Research Institute, H-1111 Budapest, Muegyetem rkp. 9, 2002. [www.cs.kau.se/IFIP-summerschool/preceedings/molnar.pdf](http://www.cs.kau.se/IFIP-summerschool/preceedings/molnar.pdf) Abruf: 19.03.2006.
- [72] Nokia. Case Study: Where is your Used Mobile Phone? [http://www.nokia.com/link?cid=EDITORIAL\\_820](http://www.nokia.com/link?cid=EDITORIAL_820). Abruf: 25.03.2006.
- [73] Norris, Pippa. Digital Divide? Civic Engagement, Information Poverty and the Internet Worldwide. 2. Understanding the Digital Divide. <http://ksghome.harvard.edu/~pnorris.shorenstein.ksg/acrobat/digitalch2.pdf>, November 2000. Abruf: 19.03.2006.
- [74] Norris, Pippa. Digital Divide? Civic Engagement, Information Poverty and the Internet Worldwide. 4. Social Inequalities. <http://ksghome.harvard.edu/~pnorris.shorenstein.ksg/acrobat/digitalch4.pdf>, November 2000. Abruf: 19.03.2006.
- [75] Norwegian Government - Ministry of the Environment. Regulations regarding Scrapped Electrical and Electronic Products. <http://odin.dep.no/md/engelsk/regelverk/forskrifter/022001-200002/dok-bn.html>, März 1998. Abruf: 06.03.2006.
- [76] One Laptop per Child. Official Webpage. <http://www.laptop.org/>. Abruf: 27.03.2006.
- [77] Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD). The Revision Of Decision C(92)39/Final On The Control Of Transboundary Movements Of Wastes Destined For Recovery Operations. <http://www.ban.org/Library/JT00126439.PDF>, Mai 2002. Abruf: 25.02.2006.
- [78] Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD). Technical guidance for the environmentally sound management of specific waste streams: used and scrap personal computers. [http://www.olis.oecd.org/olis/2001doc.nsf/linkto/ENV-EPOC-WGWPR\(2001\)3-FINAL](http://www.olis.oecd.org/olis/2001doc.nsf/linkto/ENV-EPOC-WGWPR(2001)3-FINAL), Februar 2003. Abruf: 15.10.2005.

## Literaturverzeichnis

- [79] Oruka, Henry Odera. The philosophy of foreign aid: A question of the right to a human minimum. In *Sagacious Reasoning – Henry Odera Oruka in memoriam*. Anke Graness und Kai Kresse (Hrsg.), pages 47–59. Peter Lang GmbH, Frankfurt am Main, u.a., 1997.
- [80] People's Daily Online (China). China sets „green standard“ for electronic imports. [http://english.people.com.cn/200603/03/eng20060303\\_247683.html](http://english.people.com.cn/200603/03/eng20060303_247683.html), März 2006. Abruf: 09.03.2006.
- [81] PhilLex. Lexikon der Philosophie. <http://www.phillex.de>. Abruf: 02.04.2006.
- [82] Quarks & Co. Was bleibt übrig? Was passiert auf alten Deponien und Müllkippen? <http://www.quarks.de/muell/02.htm#NO-2004>, Mai 1998. Abruf: 08.12.2005.
- [83] Raymond, Jean-Francois. Case Study: World Computer Exchange. Technical report, Electrical Engineering and Computer Science at Harvard University, Maxwell Dworkin Laboratory, 33 Oxford St., Cambridge, MA 02138, USA, Dezember 2004. [http://www.worldcomputerexchange.org/originals/Harvard\\_Case\\_Study.doc](http://www.worldcomputerexchange.org/originals/Harvard_Case_Study.doc) Abruf: 23.03.2006.
- [84] Rogers, Everett M. *Diffusion of innovations*. The Free Press, New York, 5th edition, 2003.
- [85] Schuphan, Ingolf. Folgen der Schadstoffeinwirkung auf den Menschen und seine Umwelt. In *Verantwortung in der Technik: ethische Aspekte der Ingenieurwissenschaften*. Hrsg.: Sigurd Martin Daecke und Klaus Henning. BI-Wissenschaftsverlag, Wien u.a., 1993.
- [86] Schweizer Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft. Magazin Umwelt 3/2004 - Spiegelbild des Konsums. <http://www.umwelt-schweiz.ch>, 2002. S. 10. Abruf: 05.12.2005.
- [87] Silicon Valley Toxics Coaliton. Poison PCs and Toxic TVs. <http://www.svtc.org/cleancc/pubs/ppc-ttv1.pdf>, Juni 2001. Abruf: 09.03.2006.
- [88] Silicon Valley Toxics Coaliton. Poison PCs and Toxic TVs. <http://www.svtc.org/cleancc/pubs/technotrash.pdf>, Januar 2004. Abruf: 24.01.2006.
- [89] Spiegel Online. iPod-Absatz steigt um 207 Prozent. <http://www.spiegel.de/wirtschaft/0,1518,396012,00.html>, Januar 2006. Abruf: 19.01.2006.

## Literaturverzeichnis

- [90] Stadt Wien, Broschüre der MA48 Abfallwirtschaft. Abfallbehandlungsanlage, Sempeter 2005.
- [91] Stadt Wien, MA 48 - Infoferat. Persönliche Auskunft von Christa Braun (Abfallberatung) vom 27.12.2005, Dezember 2005.
- [92] Stefanie Steiner. Risk Assessment of E-waste burning in Delhi, India. Diplomarbeit an der Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Oktober 2004.
- [93] Thanhniens News. Toxic battery waste in Vietnam port raises concerns (10.02.2006). <http://www.thanhniensnews.com/society/?catid=3&newsid=12586>, Februar 2006. Abruf: 15.03.2006.
- [94] Toxics Link. Scrapping the High-Tech Myth - Computer Waste in India. <http://www.toxicslink.org/pub-view.php?pubnum=37>, Februar 2003. Abruf: 08.03.2006.
- [95] Toxics Link. E-waste in Chennai: Time is running out. [http://www.toxicslink.org/docs/06033\\_reptchen.pdf](http://www.toxicslink.org/docs/06033_reptchen.pdf), Januar 2004. Abruf: 08.03.2006.
- [96] Toxics Link. Press release: BEA reveals 23.000 tonnes of e-waste illegally exported to developing nations. <http://www.toxicslink.org/mediapr-view.php?pressrelnum=18>, Dezember 2004. Abruf: 13.03.2006.
- [97] UNEP-Vital-Graphics. Vital Waste Graphics. <http://www.vitalgraphics.net/waste/>, Oktober 2004. Abruf: 13.03.2006.
- [98] United Nations Environment Programme. Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Their Disposal. <http://www.basel.int/text/con-e-rev.pdf>, Dezember 2005. Abruf: 07.02.2006.
- [99] U.S. Environmental Protection Agency. Toxicological Review of Hexavalent Chromium. <http://www.epa.gov/iris/toxreviews/0144-tr.pdf>, August 1998. Abruf: 14.10.2005.
- [100] VUM. Verein zur Unterstützung von Menschen. <http://www.vum.at/>. Abruf: 24.03.2006.
- [101] Weber, Karsten. Digitale Spaltung und Informationsgerechtigkeit. In *Vernetzt gespalten – Der Digital Divide in ethischer Perspektive*. Rupert M. Scheu-le, Rafael Capurro, Thomas Hausmanninger (Hrsg.), pages 115–120. Wilhelm Fink Verlag, München, 2004.

## Literaturverzeichnis

- [102] Weiser, Mark. The Computer for the 21st Century. <http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/SciAmDraft3.html>, September 1991. Abruf: 01.04.2006.
- [103] Wiener Umweltschutzanstalt, Österreichisches Ökologieinstitut, BOKU-Institut für Abfallwirtschaft und das Institut für Technologie und Warenwirtschaftslehre Wirtschaftsuniversität Wien. Wohin mit den alten Handys? <https://www.wien.gv.at/wua/handyakku.htm>, Juni 2001. Abruf: 06.03.2006.
- [104] World Computer Exchange. Bridging the global digital divide. <http://www.worldcomputerexchange.org/>. Abruf: 23.03.2006.
- [105] Zentralamerikanisches Abkommen über gefährliche Abfälle. Acuerdo Regional sobre Movimiento Transfronterizo de Desechos Peligrosos. <http://www.ban.org/Library/centroamerica.html>, Dezember 1992. Abruf: 25.02.2006.
- [106] Wikiquote. Zitatsammlung. Laotse. <http://de.wikiquote.org/wiki/Laotse>, April 2006. Abruf: 01.04.2006.

# Index

- 100-Dollar-Laptop, 77, 91
- Abfall, 82
- Abfallanalyse, 22
- Abfallbeseitigung, 15, 83
- Abfallsammler, 15
- Abfalltransporte, 40
- Abfallverwertung, 15
- Ablenkspule, 21
- Aegypten, 77
- Aethiopien, 89
- Afrika, 3, 30
- Aids, 69
- Akku, 3, 79
- Alberta, 59
- Anhang-VII, 43
- Apple, 4
- Argentinien, 61, 77
- Arsen, 9
- Asche, 11
- Asien, 30
- Atenschutzmaske, 19
- Auktion, 33
- Australien, 30, 32, 42, 62
- Bamako, 43, 49
- BAN, 25
- Bangalore, 11
- Barium, 9, 21
- Basler Konvention, 40
- Batterien, 14, 21, 32, 44
- Baustoff, 37
- Beryllium, 10
- Biosphäre, 85
- Blei, 6, 11, 21, 44, 57
- Brasilien, 3, 61, 77
- Cadmium, 3, 12, 16, 18, 21, 44, 57
- Callcenter, 89
- Capurro, Rafael, 63
- Caritas, 73
- Chile, 20, 61
- China, 30, 34, 39, 60, 77
- Chrom, sechswertiges, 12, 57
- Close the gap, 70
- Computer Aid, 69
- Computers4Africa, 70
- Delhi, 32, 34
- Deponie, 19, 22
- Deponie, illegal, 20
- Deutschland, 38, 53
- Diffusionstheorie, 64
- Digital Divide, 63, 64
- Digital Links, 70
- Digitale Brücke, 70
- Dioxine, 13, 17, 20, 21
- Disketten, 6, 12
- donate a phone, 74
- Drucker, 18
- Dubai, 31
- EAG-VO, 54
- Early Adaptation, 65
- Edelmetalle, 19
- Einwegprodukt, 4

## Index

- El-retur, 74  
ElektroG, 54  
Elektronenemitter, 9, 21  
EMPA, 24, 79  
Entsorgung, 83  
Entwicklungshilfe, 89
- Fettgewebe, 13  
Flachbildschirm, 5, 14  
Flammenhemmer, 13, 16, 37, 44, 57, 59  
Flammschutzmittel, 13  
Flusser, Vilém, 82  
Fuchs, 82  
Funknetz, 64, 65  
Furane, 13, 17, 20, 21
- Gaserfassungssysteme, 15  
Gesinnungsethik, 85  
Greenpeace, 35, 42  
Großbritannien, 28, 38, 42  
Grundwasser, 11, 18, 22, 36, 90  
Guiyu, 35
- Hager, Frithjof, 84  
Halbleiter, 12  
Handelsroute, 28  
Handy-Broker, 75  
Hausmüll, 2  
Hong Kong, 75  
HS-Code, 32
- Indien, 32, 34, 61, 77, 79  
Indonesien, 31  
iPod, 4  
ITU, 66
- Japan, 30, 32, 42, 60  
Jonas, Hans, 85
- Kabelabfälle, 28  
Kalifornien, 59  
Kanada, 32, 42, 59, 71
- Kartuschen, 35  
Kathodenstrahlröhre, 5, 6, 10, 11, 21, 32, 44, 58, 79  
Kenia, 69  
Kolonialismus, 89  
Kolumbien, 61  
Kupfer, 13, 19, 20  
Kupferdraht, 21
- Lötzinn, 11, 17  
Lagos, 28  
Lenk, Hans, 86  
Leuchtstoff, 12, 14, 21, 58  
Lithium-Ionen-Akkus, 3  
Lomé, 49
- Müllverbrennung, 21  
Müllverbrennungsanlage, 21  
Magnetbänder, 6, 12  
Malaysia, 30  
Manila, 35  
Massenspeicher, 58  
Menschenrechte, 69  
Mexiko, 61  
Millenium Goals, 64  
Mobilfunk, 65  
Mobiltelefon, 2, 66, 73  
Monitor, 5  
Monsun, 15  
Motherboard, 10  
MP3-Player, 4
- Nahrungsmittel, 15  
Negroponte, Nicholas, 91  
Nickel-Cadmium-Akkus, 3  
Niederlande, 42, 75  
Nigeria, 28, 77  
Nordamerika, 59  
Norris, Pippa, 63  
Norwegen, 59
- OE3-Wundertüte, 74  
Oesterreich, 35, 54, 73

## Index

- ORF, 73
- Oruka, H. Odera, 88
  
- Pakistan, 31, 32
- PBB, 57
- PBDE, 10, 57
- PCB, 13
- PCB-Kondensator, 18, 56
- Personal Computer, 5
- Philippinen, 31
- Plastik, 13
- Plastikgries, 16
- Platinen, 16
- Polymer-Akkus, 3
- Polymere, 13
- PVC, 10, 20, 32
  
- Quanta Computer, 77
- Quecksilber, 14, 18, 44, 57
  
- Rio, 35
- Rogers, Everett, 64
- RoHS, 11–14, 48, 57, 78
- Russland, 3
  
- Süd-Korea, 30, 60
- Südafrika, 62
- Schlacken, 21
- Schredder, 17
- Schutzanzug, 19
- Schweiz, 58
- Schwermetall, 11, 12, 16, 22
- Sen, Amartya, 90
- Sickerwasser, 15, 22
- Sickerwasserdrainagen, 15
- Singapur, 30–32
- Sondermüll, 21
- Spielzeug, 37
- SVTC, 25
  
- Taiwan, 30, 61
- TCDD, 20
- Tesco, 74
  
- Thailand, 34, 77
- Thyroxin, 13
- Tinte, 12, 55
- Tintenpatrone, 35
- Toner, 12, 18, 35, 55
- Toxics Link, 25, 79
- Transportkosten, 72
- Trinkwasser, 15
  
- ubiquitous computing, 6
- Ubuntu Linux, 76
- Umweltschutz, 24
- USA, 26, 32, 42, 59, 71
  
- Venezuela, 61
- Verantwortung, 81
- Verantwortungsethik, 85
- Verwertung, 34
- Vietnam, 32
- VUM, 70
  
- Waigani, 50
- WCE, 70, 71
- WEEE, 53
- Wiederverwertung, 15
- Wien, 22
  
- Yttrium, 21
  
- Zink, 21

# Glossar

*Abfall* Abfall sind nach geltendem Recht alle beweglichen Sachen, deren sich der Besitzer entledigt, entledigen will oder entledigen muss (§3 aus dem Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen in Deutschland)

*Abfallbeseitigung* Abfälle die beseitigt werden, nehmen keine Verwertung für sich in Anspruch. Sie werden in der Regel deponiert, mit bestimmten Verfahren chemisch-physikalischen behandelt oder verbrannt.

*Abfallverwertung* Abfälle die bei der Entsorgung stofflich und der energetisch wiederverwertet werden

*Akku* Akkumulator-Batterie

*AKP* Gruppe von Staaten aus Afrika, der Karibik und des Pazifik

*BAN* Basel Action Network

*Callcenter* Als Callcenter wird ein Unternehmen oder eine Organisationseinheit bezeichnet, in dem Marktkontakte telefonisch hergestellt werden

*CPU* Central Processing Unit

*CRT* Cathod Ray Tube - Kathodenstrahlröhre

*EMPA* Eidgenössische Material Prüfanstalt (Schweiz)

*EPR* Extended Producer Responsibility

*Ethik* Die Ethik wird auch als 'praktische Philosophie' bezeichnet. Sie ist die Lehre vom sittlichen Wollen und Handeln des Menschen in verschiedenen Lebenssituationen. Sie befasst sich damit mit Aussagen über moralische Werte und moralische Handlungsnormen. Es geht in der Ethik um die Frage, welches menschliche Handeln als gut oder schlecht bezeichnet werden kann [49].

*EU* Europäische Union

*FAQ* Frequently Asked Questions

*Geraete, elektronische* Geräte welche z.B. Elektronenröhren, Transistoren, Widerstände, Kondensatoren und Spulen oder Komponenten der Halbleitertechnik beinhalten. Die Elektronik ist ein Teilgebiet der Elektrotechnik.

*GPS* Global Positioning System

*IBM* International Business Machines

*IKT* Informations- und Kommunikationstechnologie

*Imperativ* Pflichtgebot

*ITU* International Telecommunication Union

*Mist* österreichische Bezeichnung für Abfall

*Moral* Unter Moral wird die Gesamtheit aller Normen und Ideale des guten und richtigen Lebens, die von einem Menschen oder einer Gesellschaft vorausgesetzt werden, verstanden. Ob die moralischen Auffassungen, nach denen gehandelt wird gut sind, wird durch die Rückführung auf ein oder mehrere grundlegende Prinzipien erreicht [81].

*MVA* Müllverbrennungsanlage

*NGO* Non-Governmental Organisation

*OECD* Organisation for Economic Cooperation and Development

*OLPC* One Laptop per Child

*PC* Personal Computer

*PCB* polybromierte Biphenylether

*PVC* Polyvinylchlorid

*Ratifizierung* Bestätigung eines von der Regierung abgeschlossenen völkerrechtlichen Vertrages durch die gesetzgebende Körperschaft

*RFID* Radio Frequency Identification

*RoHS* Restriction of the use of certain hazardous substances

*SVTC* Silicon Valley Toxics Coalition

*TCDD* Tetra-Chlor-Dibenzopara-Dioxin

*TCLP* Toxicity Characteristic Leaching Procedure

*ubiquitous – computing* allgegenwärtige aber unsichtbare und unaufdringliche Informationstechnologie

*UNDP* United Nations Environment Programme

*UNESCO* United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

*US – EPA* United States Environment Protection Agency

*WEEE* Waste Electrical and Electrical Equipment

*Wiki* Internet-Seitensammlung, die vom den Benutzer nicht nur gelesen, sondern auch online geändert werden kann

## **Ehrenwörtliche Erklärung**

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbständig angefertigt habe. Es wurden nur die in der Arbeit ausdrücklich benannten Quellen und Hilfsmittel benutzt. Wörtlich oder sinngemäß übernommenes Gedankengut habe ich als solches kenntlich gemacht.

Wien–Favoriten, den 20. April 2006

Matthias Feilhauer

This work is licensed under the *Creative Commons Attribution-NonCommercial 2.0 Germany* License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/de/> or send a letter to Creative Commons, 543 Howard Street, 5th Floor, San Francisco, California, 94105, USA.