

## Individuelle Herstellerverantwortung durch Produktkennzeichnung bei Elektro- und Elektronikgeräten: Anlagenband

Führ, Martin; Roller, Gerhard; Schmidt, Mario

Veröffentlichungsversion / Published Version

Sonstiges / other

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit / provided in cooperation with:

SSG Sozialwissenschaften, USB Köln

### Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Führ, M., Roller, G., & Schmidt, M. (2008). *Individuelle Herstellerverantwortung durch Produktkennzeichnung bei Elektro- und Elektronikgeräten: Anlagenband*. (sofia-Studien zur interdisziplinären Institutionenanalyse, 08-3). Darmstadt: Hochschule Darmstadt, FB Gesellschaftswissenschaften und Soziale Arbeit, Sonderforschungsgruppe Institutionenanalyse (sofia). <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-365076>

### Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer Deposit-Lizenz (Keine Weiterverbreitung - keine Bearbeitung) zur Verfügung gestellt. Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

### Terms of use:

This document is made available under Deposit Licence (No Redistribution - no modifications). We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

**sofia**

Sonderforschungsgruppe  
Institutionenanalyse

**Individuelle Herstellerverantwortung  
durch Produktkennzeichnung  
bei Elektro- und Elektronikgeräten.**

Anlagenband

Martin Führ, Gerhard Roller, Mario Schmidt uva.

sofia-Studien zur Institutionenanalyse 08-3,  
Darmstadt 2008

ISBN: 978-3-933795-89-3

Sofia-Studien  
zur Institutionenanalyse  
Nr. 08-3

ISSN 1439-6874

ISBN 978-3-933795-89-3



• I A F • HOCHSCHULE PFORZHEIM 

## **Individuelle Herstellerverantwortung durch Produktkennzeichnung bei Elektro- und Elektronikgeräten**

Bericht zum Forschungsvorhaben:

Effiziente Logistik und Verwertung  
durch den integrierten Einsatz von Smartlabels  
im Elektronikschrott (ELVIES)

Forschungsverbund  
der Hochschulen Darmstadt und Pforzheim  
sowie der Fachhochschule Bingen

### **Anlagenband**

*Bingen, Darmstadt, Pforzheim, im August 2008*

Fachhochschule Bingen

Prof. Dr. Gerhard Roller/ Prof. Dr.-Ing. Günter Schock  
Institut für Umweltstudien und angewandte Forschung

Hochschule Darmstadt

Prof. Dr. Martin Führ  
Sonderforschungsgruppe Institutionenanalyse

Hochschule Pforzheim

Prof. Mario Schmidt  
Institut für Angewandte Forschung

**Projektleiter:**

Martin Führ  
Gerhard Roller  
Mario Schmidt

**Weitere Bearbeiter und Autoren:**

René Assmann  
Karsten Barginda  
Elizabetta Borghetto  
Georg Cichorowski  
Stephanie Görlach  
Heidi Hottenroth  
René Keil  
Ludger Nuphaus  
Sven Polenz  
Regina Schmidt

Der Forschungsverbund

wurde gefördert vom BMBF im Programm FH<sup>3</sup>  
Förderkennzeichen 17 23 A 05

## Inhaltsübersicht

	Seite
Anlage 1: Reverse Logistics für Elektroaltgeräte.....	I-1 – I-17
Anlage 2: Stoffströme und Kostensituation.....	II-1 – II-13
Anlage 3: Standardisierungsbedarf für ein Informationssystem im Elektroschrott .....	III-1-III-28
Anlage 4: Steuerbarkeit von Stoffstromsystemen.....	IV-1 – IV-32
Anlage 5: Technische Optionen für eine automatische Produktiden- tifikation im Bereich des Elektrogeräterecycling .....	V-1 – V-11
Anlage 6: Akteurspezifische Anreizsituation .....	VI-1 – VI-16
Anlage 7: Verbesserung der stofflichen Verwertung und Entsorgung durch Informationsbereitstellung .....	VII-1 – VII-15
Anlage 8: Optimierung der Wiederverwendung und Reparatur durch Informationsbereitstellung .....	VIII-1 – VIII-18
Anlage 9: Produktprüfung und Kennzeichnung .....	IX-1 - IX-11
Anlage 10: Rechtliche Anforderungen aus der Sicht des Datenschutzes .....	X-1 – X-11



Forschungsverbund ELVIES -  
Effiziente Logistik und Verwertung durch den integrierten Einsatz  
von Smartlabels im Elektronikschrott

**Anlage 1:**

## **Reverse Logistics für Elektronikaltgeräte**

**Institut für Angewandte Forschung  
Hochschule Pforzheim**

Gefördert durch das BMBF  
Programm FH<sup>3</sup>  
Förderkennzeichen 17 23 A 05

**Pforzheim, 12.02. 2007**





## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1 Einführung</b>	<b>I-1</b>
<b>2 Aufbau von Reverse Logistics-Netzwerken</b>	<b>I-2</b>
<b>3 Forward und Reverse Logistics: Unterschiede und Gemeinsamkeiten</b>	<b>I-3</b>
<b>4 Motive der Altproduktrücknahme</b>	<b>I-5</b>
<b>5 Gründe für den Produktrückfluss</b>	<b>I-7</b>
<b>6 Die Prozesse der Rückflusslogistik</b>	<b>I-8</b>
6.1 Sammlung und Akquisition	I-8
6.2 Testen, Sortieren und Zwischenlagerung	I-11
6.3 Aufarbeitung	I-11
6.4 Wiederverkauf	I-12
<b>7 Informationstechnologie und Datenhandling</b>	<b>I-13</b>
7.1 Warum Informationsmanagement?	I-13
7.2 Einsatzbereiche von Informationstechnologie	I-14
7.3 Anforderungen an geeignete Informationstechnologie	I-15
<b>8 Literatur</b>	<b>I-16</b>



# 1

## Einführung

Ein Wirtschaftsbereich, für den die Idee der Closed-Loop Supply Chain eine besondere Relevanz hat, ist die Herstellung von Elektro- und Elektronikgeräten. Mit der im Jahr 2003 verabschiedeten WEEE-Richtlinie der Europäischen Union<sup>1</sup> und der Umsetzung in nationales Recht durch das ElektroG<sup>2</sup> sind in den EU-Mitgliedstaaten die Hersteller von Elektro- und Elektronikgeräten seit dem Jahr 2006 verpflichtet, diese am Ende der Nutzungsdauer kostenlos zurückzunehmen und einer angemessenen Verwertung zuzuführen. Das beinhaltet unter anderem die Verpflichtung zum Aufbau eines Sammelsystems für Altgeräte. Die Hersteller stehen damit vor ganz neuen Aufgaben, die über die übliche Logistik hinausgehen.

Zunächst scheint sich die Rücknahme von Produkten nicht so sehr von den logistischen Prozessen des Supply Chain Managements zu unterscheiden. Die Prozesse, die bei der Rücknahme und der Verwertung von Altprodukten zum Zuge kommen, sind ähnlich: Es sind Transporte, Lagerhaltung und Bearbeitungsprozesse zu berücksichtigen sowie assoziierte Prozesse wie ein Informationsmanagement. Es gibt jedoch einige zusätzliche Eigenschaften der Rücklauflogistik, die es erfordern, neue Konzepte zu entwerfen. In diesem Beitrag soll herausgearbeitet werden, was die spezifischen Eigenschaften von Reverse Logistics-Systemen sind. Hierzu wurde eine Recherche durchgeführt, die sich an den Ergebnissen der Reverse Logistics-Forschungsgemeinschaft der letzten Jahre orientiert. Besonders ist hier das 1997 initiierte europäische Forschungsprojekt 'Reverse Logistics and its Effects on Industry' (REVLOG) zu nennen, aus dem ein großer Teil der hier zusammengefassten Ergebnisse hervorgegangen ist.

In den beiden folgenden Kapiteln soll herausgearbeitet werden, was Logistik-Netzwerke mit Rückflüssen von den traditionellen, vom Hersteller zum Kunden ausgerichteten Netzen unterscheidet. Kapitel 4 behandelt die Frage nach den Motiven, die einen Hersteller dazu veranlassen können, ein Rücknahmesystem für Altprodukte aufzubauen. Kapitel 5 beschreibt die Gründe für einen Produktrückfluss, während in Kapitel 6 die Prozesse der Rückflusslogistik dargestellt werden. Kapitel 7 gibt einen Überblick über die Möglichkeiten der Kontrolle von Rückflüssen durch Informationstechnologie und Datenhandling.

<sup>1</sup> WEEE = Directive on Waste Electrical and Electronic Equipment (Richtlinie über Elektro- und Elektronik-Altgeräte 2002/96/EG vom 27. Januar 2003, ABl. 2003, Nr. L 27/34).

<sup>2</sup> Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltgerechte Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten“ (E-lektronik- und Elektronikgerätegesetz - ElektroG)

## 2

### Aufbau von Reverse Logistics-Netzwerken

Fleischmann [2004] beschreibt ein Reverse-Logistics-Netzwerk als ein System aus logistischen Prozessen, die zwischen zwei Märkten liegen (siehe Abbildung 1). Einer der Märkte entspricht dem Markt der klassischen Supply Chain, der Neuprodukte aufnimmt und gebrauchte Produkte abgibt, der andere ist ein Markt für Sekundärprodukte. Stimmen die beiden Märkte überein, handelt es sich um einen geschlossenen Kreislauf, eine Closed-Loop Supply Chain.

Die Übereinstimmung kann dabei auf verschiedenen Ebenen stattfinden [de Brito 2003]: Bei einem physischen Closed Loop wird das Produkt dem ursprünglichen Nutzer zurückgegeben, was zum Beispiel bei einem hochwertigen Gerät der Fall sein kann, das zu Service oder Reparatur abgegeben wurde. Ein typisches Beispiel hierfür ist das Vorgehen der Firma Xerox: Kopierer werden nicht an die Kunden verkauft, sondern es werden Leasing-Verträge mit der Option auf einen anschließenden Kauf abgeschlossen. Werden die Geräte nicht gekauft, sammelt sie der Hersteller nach Ablauf der Leasingzeit wieder ein [Toktay et al. 2004]. Damit ist der physische Closed-Loop für dieses Gerät geschlossen.

Beim funktionellen Closed Loop wird das Produkt zwar nicht dem Nutzer, aber seiner ursprünglichen Funktion zugeführt. Das wird oft bei weniger hochwertigen Geräten der Fall sein, da eine Identifizierung von Geräten und die Zuordnung zum Nutzer einen hohen Kontrollaufwand erfordert. Der Verkauf von aus einem Leasingvertrag zurückgekommenen Geräten, nach einem Test und eventuell einer Aufarbeitung, wäre ein Beispiel für einen funktionellen Closed Loop.

Bei einem Open Loop wird das Gerät weiter genutzt (wird also nicht zu Abfall), aber in einer anderen als seiner ursprünglichen Funktion. Das kann beinhalten, dass das Produkt einem Recyclingprozess zugeführt oder zum Zweck der Ersatzteilgewinnung demontiert wird. Dieser Weg ist insbesondere bei Altcomputern interessant, deren Teile (wie zum Beispiel Chips) noch einen erheblichen Wert aufweisen können.

Zwischen den beiden Märkten befinden sich die Prozesse, die die Altprodukte durchlaufen, bis sie dem nächsten Markt zugeführt werden. Zunächst werden die Altprodukte auf ihre Verwend- und Verwertbarkeit geprüft, dann die geeigneten Produkte dem Aufbereitungs- oder Verwertungsprozess zugeführt, und das Ergebnis wird schließlich wieder distribuiert. [Fleischmann 2004] definiert den Abschnitt bis zur Neudistribution als 'rückwärts'. Dies ist eine offensichtliche Bezeichnung, wenn sich das Produkt in einem (funktionellen) Closed Loop befindet. Sobald der Kreislauf jedoch geöffnet wird, das Produkt also eine andere Funktion annimmt (z.B. materiell verwertet wird), lässt sich nicht mehr eindeutig zwischen 'vorwärts' und 'rückwärts' unterscheiden. Aus Sicht eines Recyclingbetriebs handelt es sich zum Beispiel bei

den eintreffenden Altprodukten eindeutig um Vorwärtsflüsse. Trotzdem soll im Folgenden weiterhin von Rückflusslogistik (Reverse Logistics) gesprochen werden, insoweit das sinnvoll ist.

Wie man ebenfalls in Abbildung 1 sieht, unterscheidet sich ein Reverse Logistics-Netzwerk von seinem 'nach vorne' ausgerichteten Gegenstück durch die Menge der Akteure. Im klassischen Supply Chain Management handelt es sich um eine Struktur des 'wenige zu vielen', d.h. wenige Hersteller versorgen viele Kunden. In der Rückflusslogistik dreht sich dieses Verhältnis um, denn jetzt sind es – vereinfacht ausgedrückt – die Hersteller oder sonstige Verarbeiter der Altprodukte, die 'versorgt' werden müssen, und zwar mit den Altprodukten der ehemaligen Kunden. Aus dieser Struktur resultieren einige Schwierigkeiten (oder, wenn man so will, Aufgaben), die der Rückflusslogistik eigen sind und deshalb in der bisherigen Logistikforschung nicht berücksichtigt worden ist. Andere Entscheidungen sind dagegen in beiden Logistikzweigen ähnlich, haben aber eine unterschiedliche Relevanz. Dieser Punkt wird in Kapitel 3 näher ausgeführt.

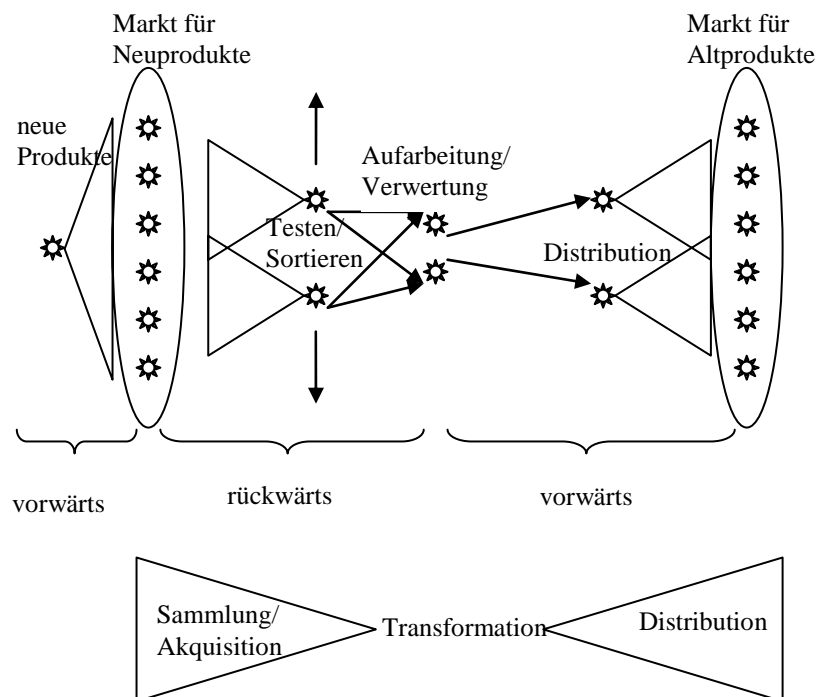


Abbildung 1: Die Erweiterung der Supply Chain, nach [Fleischmann 2004]

### 3 Forward und Reverse Logistics: Unterschiede und Gemeinsamkeiten

Fleischmann [2004] nennt als wichtigste Charakteristiken von Netzwerken mit Rückflüssen die Versorgungsunsicherheit, den Grad der Zentralisierung

und die Beziehungen zwischen Vorwärts- und Rückwärtsflüssen. Die Versorgungsunsicherheit ist in der Tat ein Aspekt, der in sehr viel größerem Maß die Prozesse der Rückflusslogistik beeinflusst, als das bei Forward Logistics der Fall ist. Statt einem oder wenigen Suppliern wie in der Vorwärtslogistik gibt es hier eine mehr oder weniger undefinierte Menge von 'Suppliern' (nämlich den Altproduktbesitzern), statt eines kontrollierten Pull- einen kaum kontrollierbaren Push-Prozess. Die Unsicherheit bezüglich der zurücklaufenden Produkte gilt für die Parameter Menge, Zeit und Qualität, also für die Frage, wann welche Mengen an Rücklauf zur Verfügung stehen und in welchem Zustand diese Produkte dann sind. Inderfurth und Teunter [2001] und Krikke [2001] erwähnen in diesem Zusammenhang die fehlende Koordination von Bedarf und Angebot. Beim Bedarf handelt es sich um den Bedarf an Sekundärprodukten, das Angebot hängt von der Menge an zurückgegebenen Produkten, ihrem Zustand und dem Aufarbeitungserfolg ab. Da Angebot und Nachfrage sich nicht, wie bei einem normalen Herstellungsprozess, koppeln lassen (da das Angebot von einem Push-Prozess abhängt), passen sie oft nicht zusammen. Dies äußert sich in erhöhten Anforderungen an Lagerhaltung und Produktionsplanung. Außerdem werden an dieser Stelle Anreiz- und Vorhersagesysteme interessant, die doch eine gewisse Kontrolle über den Rückfluss ermöglichen.

Der Grad der Zentralisierung ist beim Design des Reverse Logistics-Netzwerks relevant [Fleischmann 2001]. Es geht hier insbesondere um die Anlagen für das Testen und Sortieren der Altprodukte. Das Testen ist ein zentraler Prozess in der Kette, was mit der oben erwähnten Unsicherheit bezüglich der Qualität zusammenhängt. Vom Zustand der eintreffenden Produkte ist es abhängig, ob sie weiter behandelt oder entsorgt werden müssen, und welche Art der Behandlung die günstigste ist. Für eine Dezentralisierung des Testprozesses spricht, dass so die typischerweise erheblichen Transportkosten gemindert werden können, da früh über den Weiterbehandlungsort eines Produkts entschieden wird. Dadurch ist auch die Information über Menge und Qualität des Rücklaufs früh bekannt, was durchaus kostenrelevant sein kann. Ein zentraler Testprozess hat hingegen den Vorteil, dass teure Anlagen und hochqualifiziertes Personal nur einmal zur Verfügung stehen müssen. Zwischen diesen beiden Punkten gilt es beim Design des Netzwerkes abzuwägen. Dabei sind auch äußere Einschränkungen zu beachten, etwa das Verbot von Mülltransport über Grenzen hinweg zu einem zentralen Testort.

Die Beziehungen zwischen Vorwärts- und Rückwärtsflüssen haben ebenfalls Einfluss auf das Design des Netzwerkes, allerdings geht es hier um das Gesamt-Netzwerk, im Idealfall also den Closed Loop. Zu bedenken sind eventuelle Synergien zwischen den beiden Flussrichtungen, etwa die Verbindung von Transportprozessen zur Abholung von Altprodukten mit der Auslieferung von Neuprodukten. Unter bestimmten Bedingungen können auch Aufarbeitungsprozesse mit der Herstellung kombiniert werden. Beides hat

den Vorteil, dass Ressourcen gespart werden (in Form von Transport- bzw. Anlagenkapazität), aber den unter Umständen gravierenden Nachteil der erhöhten Komplexität des Systems. Um diese Komplexität zu reduzieren, kann es sinnvoll sein, die rückwärtsgerichtete Kette gemeinsam mit der Supply Chain zu designen, anstatt sie dem vorwärtsgerichteten System einfach 'aufzupropfen'.

Der Unterschied zwischen traditionellem Supply Chain Management und dem verhältnismäßig neuen Management der Reverse Logistics-Prozesse lässt sich noch aus einer anderen Perspektive betrachten (siehe zum Beispiel [Guide et al. 2003], [Tan 2005], [Krikke et al. 2001]). Ein offenkundiger Unterschied ist, dass die Prozesse der Supply Chain noch deutlich effizienter und flüssiger ablaufen als die Rückflüsse. Ein Grund dafür ist, dass sie als wichtig erkannt worden sind und ihre Planung ausreichend Ressourcen und Aufmerksamkeit auf Management-Ebene erhalten. Es gibt einen etablierten Forschungszweig, der sich mit dem Thema befasst und viel Erfahrung in der konkreten Umsetzung und effektiven Handhabung besitzt. Eine ausgedehnte Softwareindustrie stellt IT-Unterstützung für jedes Detail des Supply Chain Managements zur Verfügung. Das Closed-Loop Supply Chain Management ist dagegen ein im Vergleich junges Gebiet, dessen zentrale Fragen noch nicht vollständig herausgearbeitet, geschweige denn beantwortet sind. Für die meisten Unternehmen hat dieses Thema keine hohe Priorität, es wird als Kostenverursacher ohne Profitmöglichkeiten angesehen. In Folge erfährt das Thema nur ungenügend Aufmerksamkeit von Managementseite. Die verschiedenen logistischen Prozesse werden nicht im Zusammenhang betrachtet, sondern als eine Folge un-abhängiger Aktivitäten. Oft ist unklar, wer für den Komplex der Reverse Logistics zuständig ist, die Verantwortung ist zwischen verschiedenen Stellen zerstückelt, die untereinander nicht ausreichend kommunizieren. Meist gibt es noch keine Spezialisten in den Firmen, die sich des Themas annehmen, sondern das Interesse geht von anderen Gruppen aus, zum Beispiel dem Marketing. Hinzu kommt oft eine schlechte Datenlage innerhalb des Unternehmens, verschärft durch eine schlechte softwaretechnische Unterstützung. Dadurch wird eine effiziente Koordination der Rückläufe schwierig, wodurch die Profitmöglichkeit verschenkt wird. Anders als mit den vorwärtsgerichteten Flüssen gehen also die meisten Unternehmen passiv mit ihren Rückflüssen um. Entscheidet sich doch einmal ein Unternehmen für einen proaktiven Ansatz, so zeigt sich, dass bei einem effektiven Management durchaus die Möglichkeit besteht, an zurückgenommenen Produkten zu verdienen.

## 4

### Motive der Altproduktrücknahme

Die Motive, die ein (herstellendes) Unternehmen dazu bewegen, gebrauchte Produkte zurückzunehmen, können rechtlicher, ökonomischer oder gesellschaftlicher Art sein. Nicht gemeint sind dabei Unternehmen, deren haupt-

sächliches Aufgabengebiet die Rücknahme von Altprodukten zum Zweck der Weiterverarbeitung ist, wie etwa Recyclingfirmen, deren Aktivitäten notwendigerweise rein ökonomisch begründet sind.

Die Gesetzgebung nimmt die Unternehmen immer mehr in die Pflicht, die Verantwortung für ihre Produkte über den gesamten Lebensweg zu übernehmen. Das äußert sich im Fall der europäischen WEEE-Richtlinie bzw. dem deutschen ElektroG in einer Rücknahmeverpflichtung für Elektro(nik)geräte nach ihrem Lebens- oder Nutzungsende. Ziel des Gesetzgebers ist die Reduktion der Abfallmenge an Elektro- und Elektronikgeräten durch die Verpflichtung der Hersteller zur Wiederverwendung und Verwertung.

Eine gesetzliche Rücknahmeverpflichtung aus Verbraucherschutzgründen ist die gesetzliche Garantiepflcht. Hier gehen ebenfalls (oft elektrische und elektronische) Produkte an den Hersteller zurück, jedoch meist nicht nach ihrem Lebensende, sondern noch während der Nutzungsphase (obwohl die Übergänge fließend sind). Das Produkt wird direkt oder indirekt über den Handel dem verantwortlichen Hersteller oder einem von ihm beauftragten Serviceunternehmen zurückgegeben, anstatt in der gemeinsamen Verantwortung aller Hersteller zu stehen. Die Voraussetzungen sind also andere als bei dem Rücklauf aufgrund der WEEE-Richtlinie bzw. des ElektroG.

In Zukunft, wenn sich die Rückflusslogistik stärker etabliert hat, werden vermutlich ökonomische Motive stärker in den Vordergrund rücken. Zunächst bedeutet dies für ein herstellendes Unternehmen, die Frage zu beantworten: Wie kann ich aus den vom Kunden zurückkommenden Geräten einen Profit erwirtschaften? Da gegenwärtig noch das Hauptmotiv der Geräterücknahme in legislativen Zwängen besteht, fragen die meisten Unternehmen im Moment im Umgang mit Rücklauf noch eher nach Kostenminimierung als nach Profitmaximierung. Es gibt jedoch auch einige Ansätze, zurückkommende Produkte als Ressource zu betrachten. So beschreiben Fleischmann et al. [2002], wie in der Firma IBM Teile aus zurückgenommenen Geräten zunächst ungeregelt teilweise als Ersatzteile wiederverwendet wurden, später sogar als reguläre Ressource in das Ersatzteilsystem eingebunden wurden.

Zu den ökonomischen Motiven im weiteren Sinne kann man auch die Vorwegnahme legislativer Zwänge zählen. Unter gewissen Umständen kann es einen Vorteil bedeuten, Auflagen zu erfüllen, noch bevor sie verpflichtend werden, oder sogar bevor eine entsprechende Verpflichtung beschlossen ist. Vorstellbar wäre etwa, dass man sich erhofft, die politischen Beschlüsse durch die Schaffung von Tatsachen in eine bestimmte Richtung zu drängen, oder einen entsprechenden Beschluss sogar ganz zu verhindern. Vorteile gegenüber der Konkurrenz sind ebenfalls denkbar, etwa wenn man als erster Zulieferer auf dem Markt gewisse Eigenschaften seiner Produkte garantieren kann.



Das Abgrenzen von der Konkurrenz kann auch in Hinsicht auf die Kundenbindung ein Motiv für die Rücknahme von Altprodukten sein. Dem Kunden wird die Abholung als Service angeboten, und als zusätzlicher Vorteil ermöglicht das dem Hersteller, schneller alte durch neue Produkte zu ersetzen. Ein typisches Beispiel hierfür ist die Abholung eines Altgeräts bei Kauf einer neuen Waschmaschine. Durch den Service der Abholung wird die Kaufentscheidung in diesem Fall vermutlich deutlich beschleunigt.

Ein weiteres Motiv, das man im weiteren Sinne als ökonomisch auffassen kann, ist der Schutz der Marke. Durch eine möglichst vollständige Rücknahme nach Ende der Erstnutzungsphase kann verhindert werden, dass gebrauchte Produkte unkontrolliert in den Sekundärmarkt gelangen und dort einerseits Neugeräten Konkurrenz machen, andererseits das Image der Marke beschädigen. Eine kontrollierte Einführung in den Sekundärmarkt könnte dann die Entfernung des Markennamens beinhalten, um diese Effekte zu verhindern.

Neben rechtlichen und ökonomischen Motiven wird in der Literatur oft die soziale oder Umwelt-Verantwortung genannt. Hier verschwimmen jedoch die Grenzen: Sind Aktivitäten, die auf ein 'grünes Image' des Unternehmens hinwirken, sozial oder vielmehr doch wirtschaftlich motiviert? Zweifellos treten jedoch gesellschaftliche Gründe in den Hintergrund, sobald rechtliche Regelungen existieren oder sobald eine Aktivität eindeutig ökonomisch vorteilhaft ist. Insofern ist die gesellschaftliche Verantwortung im Vergleich zu den beiden anderen ein nachgeordnetes Motiv.

## 5

### Gründe für den Produktrückfluss

Gründe für einen Produktrückfluss und die daraus folgende Rückflusslogistik können während aller Phasen des Produktlebenszyklus auftreten.

Zu den **Supply Chain-Retouren** gehören zurückgenommene Produkte, die den Endnutzer noch nicht erreicht haben, z.B. unverkaufte Waren, defekte Teile, die vom Handel zurückgesandt werden etc. Bei diesen Fällen ist es recht einfach, den Zustand des zurückgenommenen Produktes einzuschätzen bzw. Informationen über seine Identität zu erhalten.

Werden vom Endnutzer innerhalb einer festgelegten Periode Produkte aufgrund von defekten Bauteilen oder Geräten zurückgegeben, handelt es sich um **Garantieretouren**. Im weitesten Sinn fallen darunter auch Rückgaben aus Gründen der Unzufriedenheit des Kunden. Die zurückgenommenen Geräte müssen also nicht unbedingt fehlerhaft sein, weshalb viele Hersteller vom Kunden erwarten, bei Zurücksendung eines Produkts ein Rückgabe Dokument auszufüllen, in dem der Grund der Rückgabe angegeben werden soll. Häufig werden Geräte jedoch ohne Angaben zurückgegeben, weshalb wichtige Informationen über den Zustand des Produktes verloren gehen.

In den letzten Jahren konnte ein Trend beobachtet werden, weg vom Verkauf des Gerätes hin zum Verkauf von Serviceleistungen, d.h. Verkauf der Funktion des Gerätes. Geräte werden für eine bestimmte Zeit geleast. Am Ende der Leasing-Periode wird das Gerät zurückgenommen und i.d.R. durch ein neues ersetzt. Solche Verträge gehen oftmals einher mit Abmachungen zu Instandhaltung und Wartung, die die Hersteller oder Leasing Firma dazu verpflichten, fehlerhafte Geräte zurückzunehmen und zu ersetzen. **End-of-Lease-Retouren** oder fehlerhafte Geräte werden also von diesen zurückgenommen oder einem dritten unabhängigen Wiederaufarbeitungsbetrieb überlassen, um einen Wert zurückzugewinnen. Trotz dass bei solchen Produkten versucht wird, die Informationen bezüglich ihres Zustands up-to-date zu halten (z.B. über Service-/Wartungs- Logbüchern), gehen Informationen in der Nutzungsphase oftmals verloren.

Produkte, die vom Nutzer weggeworfen werden, wenn diese nicht mehr den erwarteten Nutzen erfüllen, sind **End-of-Life Retouren**. Diese Produkte sind entweder nicht mehr funktionstüchtig oder aber das Produkt funktioniert noch, der Bedarf des Nutzers sich jedoch geändert hat. Deshalb versuchen viele Hersteller über so genannte „Take Back“- Programme, die (eigenen) Produkte zurückzunehmen und gleichzeitig dem Kunden ein neues Produkt anzubieten. Die auf diese Art zurückgenommenen Produkte werden meist an einen Entsorgungsbetrieb weitergegeben (oder verkauft), die nochmals einen Wert aus dem Produkt schöpfen können. Der Großteil der Altgeräte wird jedoch über öffentlich-rechtliche Entsorger in den Entsorgungsprozess eingeführt, wo bisher nur sehr eingeschränkt Informationen über das Produkt verwertet werden. Das Problem ist, dass Informationen i.d.R. nach dem Verkauf des Produktes während der Nutzungsphase verloren gehen oder sich durch Reparaturen oder Updates der Produkte verändern.

## 6

### Die Prozesse der Rückflusslogistik

Ein Altgerät muss, um Wiederverwendung oder Recycling zugeführt zu werden, eine Reihe von Prozessen durchlaufen. Die Literatur nennt zunächst Sammlung und Akquisition, dann das Testen und Sortieren der Geräte, um ihren Zustand und die günstigste Art der weiteren Bearbeitung zu bestimmen. Oft ist noch eine Zwischenlagerung nötig, dann folgen Aufarbeitung bzw. Verwertung und Wiederverkauf. Je nach Art und Ziel des Netzwerks haben diese Prozesse eine unterschiedliche Relevanz.

#### 6.1

##### *Sammlung und Akquisition*

Zu den Sammlungstätigkeiten gehören alle auf den Transport bezogenen Fragen: Sammlungsinfrastruktur (z.B. Aufstellung von Sammelbehältern), Sammlungstaktik (Zeit und Mengen der Sammlung), Kombination von Auf-

gaben, Auswahl des Fahrzeugtyps und Routenplanung. Beullens et al. [2004] bezeichnen die ersten vier Punkte als Designparameter, die den Rahmen für die Routenplanung bilden.

Als Möglichkeiten für die Sammlungsinfrastruktur nennen sie Vor-Ort-Sammlung, unbemannte Abgabestellen und bemannte oder technisierte Abgabestellen. Je nach Art des zurückzugebenden Produkts (Wert, Größe etc.) und des Zurückgebenden (Haushalt, Händler, Großkunde) ist die eine oder andere Sammlungsinfrastruktur die günstigere. Mehrere parallele Systeme erhöhen die Rücklaufquote. Auch die Kombination mit existierenden Systemen kann vorteilhaft sein, da der hohe Bekanntheitsgrad eine höhere Rücklaufquote bedingt. Dieser Effekt ist im Fall des Elektrogenetzes in Deutschland genutzt worden. Da die kommunalen Abgabestellen unverändert für die Rücknahme von Geräten verantwortlich sind, müssen sich die Besitzer von Haushalts-Elektrogeräten nicht umstellen. Außerdem können vorhandenes Know-how und Platzkapazitäten genutzt werden. Andererseits müssen eingefahrene Verhaltensweisen überwunden werden, damit sich die Elektrogeräte nach der Sammlung in einem möglichst guten Zustand befinden.

Unbemannte, dezentral verteilte Abgabestellen bieten sich in Bezug auf die Rücklaufquote an. Die Abgabe an den kommunalen Sammelstellen bedeutet einen höheren Aufwand für die Besitzer der Geräte, so dass die Gefahr besteht, dass Altgeräte ungewollte Entsorgungswege gehen. Allerdings lassen sich mit unbemannten Abgabestellen nur schwer die Einhaltung der Sammlungskriterien und vor allem die werterhaltenden Sammlungsbedingungen sicherstellen.

Die günstigsten Zeitpunkte für die Sammlung sind von den Produkten abhängig: Man kann periodisch sammeln, nach Bedarf oder nach Vorgabe eines eventuell mitgenutzten Verteilungssystems. Auch kompliziertere Taktiken können sinnvoll sein. In le Blanc et al. [2004] wird für den Fall der Abholung von Altöl und -kühlmittel eine Sammlungsprinzip beschrieben, das auf Aufträgen vom Typ 'Muss' und 'Kann' basiert. Ein 'Muss'-Auftrag muss sofort abgeholt werden, ein 'Kann'-Auftrag kann dabei (auch teilweise) miterledigt werden, wenn dieser in der Nähe liegt und noch Platz ist. Auf diese Weise konnten Einsparungen von bis zu 19% erreicht werden. Zunächst spricht nichts dagegen, ein ähnliches System auch für die Abholung der Container von den kommunalen Sammelstellen zu verwenden. Allerdings wird das System dadurch erheblich kompliziert, dass für die Abholungen jeweils unterschiedliche Parteien verantwortlich sind.

In bestimmten Fällen kann es sinnvoll sein, die Abholung von Altprodukten mit der Auslieferung neuer Produkte zu kombinieren, um Transportkosten zu sparen. Dieser attraktiven Idee sind jedoch Grenzen gesetzt, denn einerseits eignet sich nicht jedes Produkt für so eine Vermischung mit Altprodukten (z.B. aus rechtlichen Gründen oder weil Verschmutzung oder Beschädigung

gen zu befürchten sind), andererseits sind die Einsparungen gegen die Effizienzeinbußen bei der Auslieferung abzuwägen. Diese können in zeitlicher oder räumlicher Behinderung bestehen. Ersteres ist etwa die Verzögerung zeitkritischer Auslieferungen. Letzteres tritt ein, wenn Altprodukte im Weg stehen und so das Ausladen behindern. [Beullens et al. 2004] unterscheiden als Kombinationsvarianten Mixing, Backhauling und Partial Mixing. Mixing ist die unbegrenzte Vermischung von Alt- und Neuprodukten in einem Wagen, mit den eben beschriebenen Komplikationen. Beim Backhauling werden erst auf der Rückfahrt Altprodukte zugeladen, wenn der Wagen leer ist. Partial Mixing ist eine Kompromissform: Es werden nur dann Altprodukte schon während der Auslieferung zugeladen, wenn sie diese nicht behindern.

Die Wahl der Fahrzeugtypen hängt unter anderem auch von der Art der Sammlung ab. Wird beispielsweise Mixing oder Partial Mixing angestrebt, so muss das Fahrzeug diesen Bedingungen angepasst sein. Es existieren zum Beispiel Fahrzeuge mit Seitenzugängen oder Förderbändern im Laderaum.

Beullens et al. [2004] haben verschiedene Typen von Modellen zum Systemdesign zusammengestellt, darunter Economic Order Quantity Models und Modelle zum Sektordesign. Erstere haben den Zweck, optimale periodische Sammelpläne zu erstellen, letztere sollen die Sektoren definieren, in die eine Serviceregion am sinnvollsten aufgeteilt wird, und geeignete Sammelpläne für die Sektoren erstellen. Für die Aufgaben, die sich bei einer Vermischung von Auslieferung und Sammlung ergeben, existieren ebenfalls spezifische Modelltypen.

Ist über das Design des Sammlungssystems entschieden worden, kann auf dieser Grundlage die Routenplanung beginnen. Zu diesem Thema gibt es einige Modelle, da Routenplanung auch für das traditionelle Supply Chain Management wichtig ist. Beullens et al. [2004] haben die vorhandenen Modelle zur Routenplanung im Kontext der Rückflusslogistik zusammengestellt.

Zusätzlich zur Sammlung kann es sinnvoll sein, weitere Akquisitionstätigkeiten durchzuführen. Beispielsweise kann durch geschickten Einsatz von Anreizen zur Produktrückgabe eine gewisse Kontrolle über den Rückfluss erreicht werden, der auch die Planungsprozesse erleichtert. De Brito et al. [2003] nennen eine große Bandbreite an Anreizsystemen zur Stimulation der Produktrückgabe. Dazu gehören die Erstattung eines Teils des Kaufpreises oder der Rückkauf des Produkts sowie das Eintauschen eines alten gegen ein neues Produkt. Diese beiden gehören zu den finanziellen Anreizen, ebenso das Einführen eines Pfandbetrags (wie das in Deutschland eingeführte „Dosenpfand“). Für hochwertige Produkte und insbesondere bei Firmenkunden bietet sich die Option des Mietens oder Leasens von Produkten. Dies hat Vorteile für den Kunden und ermöglicht gleichzeitig eine hohe Kontrolle über das Produkt. Zu den nicht-finanziellen Anreizen gehört das Angebot einer bequemen Abholung oder einfach nur die Tatsache, dass die Rück-

nahme angeboten wird. Der Appell an Umwelt- oder soziale Verantwortung kann ebenfalls die Rückgabewilligkeit erhöhen.

## 6.2

### ***Testen, Sortieren und Zwischenlagerung***

Bevor ein zurückgegebenes Produkt aufgearbeitet werden kann, muss es zunächst auf seinen Zustand getestet werden. Daraufhin wird im Allgemeinen eine Sortierung stattfinden, bei der unter Berücksichtigung von Produkttyp und Zustand bestimmt wird, was mit dem Produkt weiterhin geschehen soll. Wie in Kapitel 3 beschrieben, ist hier zu entscheiden, ob zentral, also zu einem frühen Zeitpunkt getestet werden soll, oder ob dezentrales Testen günstiger ist.

Oft wird dann noch eine Zwischenlagerung nötig sein, bis das Produkt in die Aufarbeitung geht. Planung und Kontrolle dieser Zwischenlagerung spielt eine wichtige Rolle im Reverse Logistics-Netzwerk. Da der Strom der eingehenden, aufzuarbeitenden Produkte große Schwankungen und Unsicherheiten bei Zeitpunkt des Eintreffens, Menge und Qualität aufweist, muss das Zwischenlager als Puffer wirken, das dem Aufarbeitungsprozess einen kontinuierlichen Zustrom an Produkten garantiert. Einerseits sollte der Lagerbestand also nicht auf Null absinken, andererseits darf das Lager auch nicht zu voll sein, da dies unnötige Kosten verursachen würde.

## 6.3

### ***Aufarbeitung***

Sowohl Fleischmann et al. [2004] als auch de Brito et al. [2003] nennen im Grundsatz zwei Möglichkeiten für die Wieder- oder Weiterverwendung von zurückgegebenen Produkten, nämlich die direkte Verwendung ohne weitere Behandlung und den Weiterverkauf nach Aufarbeitung. Ersteres ist vor allem dann sinnvoll, wenn das Produkt als ganzes noch einen hohen Wert hat, aber günstig zurückzubekommen ist. Ein Beispiel wären kommerzielle Rücknahmen, also die Rücknahme von nicht verkauften, im Prinzip fabrikneuen Produkten vom Händler. Auch Produkte aus dem Leasing können in diese Kategorie fallen.

Bei Produkten aus Haushalten ist eher damit zu rechnen, dass der Restwert für einen direkten Wiederverkauf nicht ausreicht. Hier ist eine Aufarbeitung nötig, für die es je nach Produkttyp, Qualität und Marktwert verschiedene Optionen gibt. De Brito et al. [2003] unterscheiden Reparatur, Überholung bzw. Aufarbeitung (refurbishing, remanufacturing) und Ersatzteilgewinnung. Weisen nur noch die Materialien einen ausreichenden Wert auf, erfolgt die Übergabe an einen Recyclingprozess. Wenn selbst durch einen Recyclingprozess kein Gewinn mehr zu erwirtschaften ist, muss das Altprodukt beseitigt werden. Bei elektrischen und elektronischen Geräten wird der Materialwert

durch den Anteil an Edelmetallen aber im Allgemeinen hoch genug sein, dass sich ein Recycling lohnt.

De Brito et al. [2003] klassifizieren die verschiedenen Behandlungsoptionen nach Aufarbeitungsstufen. Ganz oben steht die Produktstufe, in die die Reparaturoption fällt, dann kommen Modul-, Komponentenstufe und Teilstufe mit Überholung, Aufarbeitung und Ersatzteilgewinnung, und ganz unten stehen Materialstufe (Recycling) und Energiestufe (Verbrennung). Welche Option aus ökonomischer Sicht am sinnvollsten ist, hängt von den Charakteristiken des Produkts ab; eine höhere Stufe ist nicht notwendig günstiger als eine niedrigere. Um die ökonomisch günstigste Aufarbeitungsstufe für ein Altgerät zu bestimmen, wird der oben beschriebene Testprozess durchlaufen.

Ein wichtiger Aspekt bei der Aufarbeitung ist die Umsetzungsgeschwindigkeit. Insbesondere bei elektronischen Geräten werden die Produktlebenszyklen immer kürzer, so dass bei langwierigen Prozessen der Wertverlust erheblich sein kann. Je niedriger die Stufe, desto langsamer verläuft im Allgemeinen der Wertverlust. Ein komplettes Gerät mag schon veraltet und damit kaum noch verkäuflich sein, die aus diesem Gerät gewinnbaren Ersatzteile haben aber noch so lange einen Wert, wie solche Geräte bei Kunden existieren. Die Lebensdauern von Teilen erstrecken sich also noch ein gutes Stück über die Lebensdauer des Geräts hinaus.

Die Aufarbeitungsprozesse erfordern oft hohe Investitionen in Form spezialisierter Anlagen, weshalb sie einen starken Einfluss auf die Profitabilität des Systems ausüben. Die Integration in die Supply Chain kann Vorteile durch eine bessere Ausnutzung der Anlagen und der Arbeitskräfte bieten. Andererseits kann eine Trennung und damit höhere Spezialisierung Vorteile bei den variablen Kosten bieten. Außerdem wird so eine hohe Komplexität vermieden, die zu Lasten der Effizienz gehen kann Fleischmann [2001]. Diese Effekte sind ähnlich denen bei der Sammlung.

## **6.4**

### ***Wiederverkauf***

Beim Verkauf der Sekundärprodukte gibt es viele Überschneidungen mit dem traditionellen Supply Chain Management. Allerdings besteht oft die zusätzliche Schwierigkeit, dass die entsprechenden Märkte noch nicht bestehen und erst geschaffen werden müssen. Wenn der Vertreiber der Sekundärprodukte auch derjenige ist, der die Neuprodukte verkauft, muss er vermeiden, dass die Märkte sich gegenseitig 'kannibalisieren', sich also gegenseitig Konkurrenz machen. Dies lässt sich beispielsweise über den Preis erreichen oder auch durch Unterschiede in Service und Garantien.

Entscheidungen zum Vertriebsweg sind wichtig, da es bei Sekundärprodukten, insbesondere Ersatzteilen, oft schwierig ist, den 'richtigen' Kunden zu

finden (bzw. ihm zu ermöglichen, das Produkt zu finden). Hier hat sich in den letzten Jahren der Weg über das Internet etabliert, etwa mit Systemen, die individuelle Einstellungen von Produkten für große Kundenkreise zulassen. Ein Beispiel hierfür ist das System zur Zusammenstellung von Computern bei der Firma Dell. Mit Hilfe solcher Systeme kann auf einfache Art sehr viel Information über Kundenbedürfnisse gewonnen werden, die wieder einen großen Einfluss auf Rücksendungen haben (siehe auch nächstes Kapitel 'Informationstechnologie und Datenhandling'). E-Commerce-Systeme speziell für Reverse Logistic-Prozesse sind zum Beispiel Electronic Marketplaces, auf denen gebrauchte, eventuell aufgearbeitete Produkte angeboten werden. Diese sind meist auf einen bestimmten Produkttyp fokussiert. Weiterhin gibt es Webseiten, auf denen Ersatzteile oder überholte Geräte angeboten werden. Hier ist der Prozess kundengetrieben, das heißt der Kunde stellt eine Anfrage an den Händler bzw. Hersteller zu einem bestimmten Teil, der daraufhin danach sucht und es nach Möglichkeit zur Verfügung stellt. Die eindeutige Identifikation des Teils und das Finden des richtigen Händlers sind wichtige Aufgaben des Systems. Bei Ersatzteilen ist oft Geschwindigkeit ein wichtiger Faktor für den Kunden. E-Commerce kann deshalb einen wichtigen Beitrag zur Akzeptanz von Wiederverwendung leisten [Kokkinaki et al. 2000, Kokkinaki et al. 2001].

Wie oben schon angesprochen, ergibt sich beim Verkauf von Rücklauf außerdem das Problem, dass der Bedarf mit dem Angebot vereint werden muss. Dies ist angesichts der großen Unsicherheiten bei Rücklaufmenge, -zeitpunkt und -qualität nur durch eine Kombination von Produktionsplanung, Lagerhaltungsmanagement und einem möglichst aktiven Umgang mit Informationen möglich.

## 7

### Informationstechnologie und Datenhandling

#### 7.1

##### *Warum Informationsmanagement?*

Ein aktives Informations- und Datenmanagement ist bei Systemen der Rückflusslogistik – im Gegensatz zum Supply Chain Management – noch nicht sehr verbreitet, obwohl sich verschiedene Ansatzpunkte bieten. Wie zu Beginn ausgeführt, liegt das zum Teil an der Art, wie Unternehmen ihre Rücknahmeprozesse einordnen: meist als Kostenfaktor, selten als Möglichkeit, einen Gewinn zu erwirtschaften. Ein anderer Grund liegt in der schwierigen Datenlage. Oft handelt es sich um Altprodukte mit geringem Restwert, die sich außerhalb des unmittelbaren Einflussbereichs der Hersteller (oder sonstigen aufarbeitenden Parteien) befinden. Dadurch ist oder scheint die Gewinnung von Informationen nicht profitabel.

Fleischmann et al. [2002] haben aber, wie im Kapitel 4 erwähnt, in einer Fallstudie gezeigt, dass ein proaktiver Ansatz einem reaktiven in finanzieller Hinsicht deutlich überlegen sein kann. Die Fallstudie beschreibt, wie in der Firma IBM Teile aus zurückgenommenen Geräten zunächst unregelmäßig, später systematisch als Ersatzteile wiederverwendet wurden. Ursprünglich gab es keine Einbindung der gewonnenen Ersatzteile in das bestehende IT-System, das die Versorgung mit Teilen kontrollierte. Sie wurden stattdessen quasi 'per Hand' in das System eingeführt. Dabei zeigte sich, dass sich durch die mangelnde Kontrolle des Rücklaufprozesses deutliche finanzielle Verluste ergaben, denn oft wurden überflüssige Teile ausgebaut oder nutzbare Teile nicht ausgebaut. Durch Einführung der Nutzung von Altprodukten als reguläre Quelle von Teilen (neben Neukauf und Reparatur) konnte die Profitabilität des Systems deutlich erhöht werden, so dass der Rücknahmeprozess sich von einem Kostenfaktor zu einer Gewinnquelle wandelte.

Fleischmann et al. [2002] bezeichnen als einen reaktiven Ansatz die Entscheidung, Teile aus der Demontage von Rücklauf nur dann in die Produktion einzuplanen, wenn sie tatsächlich zur Verfügung stehen. Ein proaktiver Ansatz bezieht hingegen auch zukünftig zu erwartenden Input aus der Demontage in die Planung ein. Dazu müssen natürlich Informationen zur Verfügung stehen, die eine Abschätzung des zukünftigen Angebots an Teilen erlauben. Fleischmann et al. [2002] kamen bei der Analyse des IBM-Systems zu dem Schluss, dass sich eine Verbesserung der Möglichkeiten, Rücklauf vorherzusagen, mit Sicherheit auszahlen würde. Sie schlagen eine Auswertung historischer Daten in Kombination mit Daten zu Produktlebenszyklen und die Überwachung von in der Nutzung befindlichen Produkten (Installed Base Monitoring) vor.

## 7.2

### ***Einsatzbereiche von Informationstechnologie***

Kokkinaki et al. [2004] identifizieren drei Bereiche der Rückflusslogistik, die vom gezielten Einsatz von Informationstechnologie profitieren können, nämlich Produktdaten, Prozessunterstützung und Wiedervermarktung. Mit den Produktdaten ist dabei der Zustand und die Zusammensetzung der Rückflüsse gemeint. Der Einsatz von IT-Systemen reduziert die Unsicherheit bezüglich Zeit, Qualität und Quantität, zum Beispiel durch das erwähnte Installed Base Monitoring. Dies wird in der Praxis von der Firma OTIS bei der Überwachung ihrer Aufzüge eingesetzt. Bei Wartungsbedarf sendet der Aufzug eine Nachricht an eine Zentrale, die dann die erforderlichen Schritte einleitet. Ein anderes Beispiel wird von der Firma Bosch angewandt. Geräten aus der Reihe Bosch Power Tools wurde ein Monitor eingebaut, der den Motor bezüglich Nutzungsdauer, Erhitzung etc. überwachte und nach der Rückgabe auslesbar war. Dadurch wurden Demontagekosten für nicht mehr aufzubereitende Geräte vermieden. Außerdem ergab sich die Möglichkeit,



die Informationen für Designverbesserungen, Marktforschung und Qualitätsmanagement zu nutzen.

Prozessunterstützung umfasst die Entscheidungsfindung bezüglich des Weiterverarbeitungsweges, also die Wahl zwischen direkter Wiederverwendung, Aufarbeitung und Recycling. Ein weiteres Beispiel wäre eine effektivere Verwaltung des Rückgabehandlings, wofür das oben erwähnte IBM-System ein Beispiel ist. Daneben beschreibt Kokkinaki et al. [2004] die Unterstützung des Rücklaufmanagements durch ein internetbasiertes Rückgabesystem. Dieses befragt den rückgabewilligen Kunden zu Rückgabegrund und Zustand des Geräts. So stehen diese Informationen frühzeitig und in verarbeitungsfreundlicher Form zur Verfügung. Außerdem gibt das System dem Kunden Hinweise, die eventuell aufgetretene Missverständnisse bei der Bedienung des Produkts aufklären. Dadurch können unbegründete Rückgaben vermieden werden.

Bei der Wiedervermarktung von Produkten oder Teilen können E-Marketplaces zum Einsatz kommen. Ein elektronischer Marktplatz ist eine Einkaufsplattform im Internet, auf der mehrere Anbieter ihr Warensortiment anbieten und mehrere Nachfrager als Interessenten auftreten. Sie können dabei helfen, die Märkte der Rückflusslogistik zu vereinheitlichen, indem Kunden und Verkäufer zusammengeführt werden. Bei Sekundärprodukten, bei denen typischerweise das Angebot vom Bedarf entkoppelt ist, ist das ein nicht zu vernachlässigender positiver Effekt. Hinzu kommt, dass im elektronischen Medium Internet Transaktionen einfacher automatisiert und damit effektiver gestaltet werden können, so dass ein höherer Durchsatz bei geringen Transaktionskosten erreicht werden kann. Wichtig sind dabei Benutzerfreundlichkeit und effektive Suchmechanismen, außerdem ist ein dynamisches System zur Preisdefinition sinnvoll, z.B. durch Auktionen. Ein populäres Beispiel für einen internetbasierten Markt für Sekundärprodukte ist die Auktionsplattform Ebay ([www.ebay.com](http://www.ebay.com)).

### 7.3

#### ***Anforderungen an geeignete Informationstechnologie***

Neben einer möglichst umfassenden Datenbasis ist eine geeignete Informationstechnologie nötig, die die Beschaffung und Verwaltung der Daten unterstützt sowie die gewünschten Funktionen durchführt, zum Beispiel die Vorhersage von Rücklauf. Für letzteres muss entweder eigens eine Software entwickelt werden, oder es kann eine für das Supply Chain Management entwickelte Software angepasst werden. Für die Beschaffung der Daten ist eine Technik sinnvoll, die möglichst gut an die Software angekoppelt werden kann.

Es ist zu prüfen, welche Informationen für ein Verwertungssystem nützlich wären, und in welcher Form sie am besten auf dem Produkt hinterlegt oder mit dem Produkt verknüpft werden können.

## 8

### Literatur

- Beullens, Patrick; van Oudheusden, Dirk; Van Wassenhove, Luk N.: Collection and Vehicle Routing Issues in Reverse Logistics. In: Dekker, R.; Fleischmann, M.; Inderfurth, K.; Van Wassenhove, L. N. (Editors): Reverse Logistics. Quantitative Models for Closed-Loop Supply Chains. Springer Verlag 2004
- de Brito, Marisa P.: Managing Reverse Logistics or Reversing Logistics Management? ERIM PhD Series Research in Management, 35, Erasmus Research Institute of Management (ERIM), Erasmus University Rotterdam, 2003
- de Brito, Marisa P.; Dekker, Rommert; Flapper, Simme D.P.: Reverse Logistics – a review of case studies. Erasmus Research Institute of Management (ERIM), ERIM Report Series reference number ERS-2003-012-LIS, Erasmus University Rotterdam 2003
- Fleischmann, Moritz: Reverse Logistics Network Structures and Design. Erasmus Research Institute of Management (ERIM), ERIM Report Series reference number ERS-2001-52-LIS, Erasmus University Rotterdam 2001
- Fleischmann, Moritz; van Nunen, Jo; Gräve, Ben: Integrating Closed-loop Supply Chains and Spare Parts Management at IBM. Erasmus Research Institute of Management (ERIM), ERIM Report Series reference number ERS-2002-107-LIS, Erasmus University Rotterdam 2002
- Fleischmann, Moritz; van Nunen, Jo; Gräve, Ben; Gapp, Rainer: Reverse Logistics - Capturing Value in the Extended Supply Chain. Erasmus Research Institute of Management (ERIM), ERIM Report Series reference number ERS-2004-091-LIS, Erasmus University Rotterdam 2004
- Fleischmann, Moritz: Reverse Logistics Network Design. In: Dekker, R.; Fleischmann, M.; Inderfurth, K.; Van Wassenhove, L. N. (Editors): Reverse Logistics. Quantitative Models for Closed-Loop Supply Chains. Springer Verlag 2004
- Guide, Jr., V. Daniel R.; Harrison, Terry P.; Van Wassenhove, Luk N.: The Challenge of Closed-Loop Supply Chains. Insead, Working Paper Series, 2003/62/TM
- Kokkinaki, A. I.; Dekker, R.; van Nunen, J.; Pappis, C.: An Exploratory Study on Electronic Commerce for Reverse Logistics. Supply Chain Forum N°1 – 2000, pp. 10-17

- Kokkinaki, A. I.; Dekker, R.; Lee, R.; Pappis, C.: Integrating a Web-based System with Business Processes in Closed Loop Supply Chains. Econometric Institute Report EI 2001-31
- Kokkinaki, Angelika; Zuidwijk, Rob; van Nunen, Jo; Dekker, Rommert: Information and Communication Technology Enabling Reverse Logistics. In: Dekker, R.; Fleischmann, M.; Inderfurth, K.; Van Wassenhove, L. N. (Editors): Reverse Logistics. Quantitative Models for Closed-Loop Supply Chains. Springer Verlag 2004
- Krikke, H.; Pappis, C. P.; Tsoufas, G. T.; Bloemhof-Ruwaard, J. B.: Design principles for closed loop supply chains: optimizing economic, logistic and environmental performance. Erasmus Research Institute of Management (ERIM), ERIM Report Series reference number ERS-2001-62-LIS, Erasmus University Rotterdam 2001
- le Blanc, H.M.; van Krieken, M.G.C.; Fleuren, H.A.; Krikke, H.R.: Collector Managed Inventory, A Proactive Planning Approach to the Collection of Liquids Coming From End-of-life Vehicles. Center Applied Research, Tilburg University, No 2004-22.
- Tan, Albert Wee Kwan; Yu, Wei Shin; Arun, Kumar: Improving the performance of a computer company in supporting its Reverse Logistics operations in the Asia-Pacific region. International Journal of Physical Distribution and Logistics Management. Vol. 33 No.1, 2003, pp. 59-74.
- Toktay, L. Beril; van der Laan, Erwin A.; de Brito, Marisa P.: Managing Product Returns: The Role of Forecasting. In: Dekker, R.; Fleischmann, M.; Inderfurth, K.; Van Wassenhove, L. N. (Editors): Reverse Logistics. Quantitative Models for Closed-Loop Supply Chains. Springer Verlag 2004

Bingen/Darmstadt/Pforzheim  
Forschungsverbund ELVIES

Forschungsverbund ELVIES –  
Effiziente Logistik und Verwertung durch den integrierten Einsatz  
von Smartlabels im Elektronikschrott

## **Anlage 2:**

### **Stoffströme und Kosten**

**Institut für Angewandte Forschung  
Hochschule Pforzheim**

Gefördert durch das BMBF  
Programm FH<sup>3</sup>  
Förderkennzeichen 17 23 A 05

**Pforzheim, 02.04.2008**

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1 Modellierung der relevanten Stoffströme</b>	<b>II-1</b>
1.1 Ausgangslage und Einschränkungen	II-1
1.2 Idealisiertes Modell	II-3
1.3 Problembereiche und Fehlerquellen	II-4
1.3.1 Fall 1: Verfälschung der Verwertungsquoten durch Aggregation in Sammelgruppen	II-5
1.3.2 Fall 2: Fehlerbehaftete Kostenzurechnung durch Mischkalkulation bei Verwertern	II-6
<b>2 Analyse der Entsorgungskosten im B2C-Gerätebereich auf Seiten der Hersteller</b>	<b>II-7</b>
2.1 Kostenarten	II-7
2.1.1 Entsorgungskosten	II-7
2.1.2 Gebühren	II-8
2.1.3 Interne Kosten	II-10
2.2 Beispielrechnungen	II-10
<b>3 Quellen</b>	<b>II-13</b>
3.1 Literatur	II-13
3.2 Rechtsgrundlagen	II-13

### Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Idealisiertes WEEE-Stoffstrommodell .....	II-4
Abbildung 2:	Verfälschung der Verwertungsquoten durch Aggregation in Sammelgruppen .....	II-5
Abbildung 3:	Fehlerbehaftete Kostenzurechnung durch Mischkalkulation bei Verwertern .....	II-6
Abbildung 4:	Jährliche Kosten für die Berichterstattung gegenüber der EAR nach Arbeitsstunden pro Monat (nach UNU 2007, S. 137) .....	II-10

### Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Verdichtung der berichteten Daten über Hersteller, EAR bis zum UBA .....	II-2
Tabelle 2:	Größenordnung der Entsorgungspreise (Stand Januar 2008) .....	II-8
Tabelle 3:	Gegenüberstellung der geänderten Gebührentatbestände nach ElektroGKostV in Auszügen .....	II-9
Tabelle 4:	Beispielrechnung bei Inverkehrbringung von 18 t/a Klimageräte ..	II-11
Tabelle 5:	Beispielrechnung bei Inverkehrbringung von 21.000 t/a der Gerätekatgorien 3 .....	II-12





# 1

## Modellierung der relevanten Stoffströme

### 1.1

#### *Ausgangslage und Einschränkungen*

Das Teilprojekt „Modellierung der relevanten Stoffströme“ widmete sich der Verfolgung und der Modellierung der ökonomisch und ökologisch relevanten Stoffströme des WEEE-Systems in Deutschland. Dazu sollte nach dem ursprünglichen Verständnis des Teilprojektes eine modellmäßige Grundlage zur Analyse der ökonomischen und ökologischen Aspekte der Entsorgungs- und Reduktionswirtschaft entlang der gesamten Wertschöpfungskette geschaffen werden. Auf der Basis von Datenerhebungen und in Zusammenarbeit mit Kooperationspartnern sollten konkrete Stoffstromsysteme abgebildet und zur Klärung von Fragen zum Datenmanagement, Controlling bzw. Monitoring des WEEE-Systems eingesetzt werden.

Vorbild des Teilprojektes waren vor allem die Modellierungen des WEEE-Verwertungs- und Entsorgungssystems der Schweiz, welche durch die EMPA (Eidgenössische Material- und Prüfungsanstalt, St. Gallen, Schweiz) durchgeführt wurden (vgl. Hischier et al., 2005). Neben der Modellierung der ökologischen Auswirkungen wird durch die EMPA auch das Controlling des Schweizer WEEE-Systems durchgeführt und verantwortet. Dazu werden zahlreiche Daten erhoben, die in ein komplexes Modell einfließen und weit reichende Auswertungen erlauben.

In Deutschland übernimmt das Umweltbundesamt (UBA) die Aufgabe des Controllings. Hierbei muss jedoch festgestellt werden, dass das Umweltbundesamt nur über, durch die EAR sehr stark aggregierte Daten zum deutschen WEEE-System verfügt. Im Einzelnen handelt es sich dabei um die Daten wie in Tabelle 1 dargestellt. Der wesentliche Unterschied besteht darin, dass die EAR im Gegensatz zum Umweltbundesamt über herstellerbezogene Daten verfügt.

Tabelle 1: Verdichtung der berichteten Daten über Hersteller, EAR bis zum UBA

Von Herstellern berichtete Daten an EAR <sup>1</sup>	Von EAR verdichtete Daten an UBA <sup>2</sup>
Geräteart und –menge der in Verkehr gebrachten Elektrogeräte <i>pro Monat und Hersteller</i>	Menge der <i>von sämtlichen Herstellern</i> in Verkehr gebrachten Elektrogeräte <i>pro Kalenderjahr</i> und Kategorie
Menge der bei ÖRE abgeholten Elektroaltgeräte pro Kalenderjahr, Kategorie und <i>Hersteller</i>	Menge der <i>von sämtlichen Herstellern</i> bei ÖRE abgeholten Elektroaltgeräte pro Kalenderjahr und Kategorie
Menge der selbstgesammelten Elektroaltgeräte pro Kalenderjahr, Kategorie und <i>Hersteller</i>	Menge der <i>von sämtlichen Herstellern</i> in freiwilligen oder kollektiven Rücknahmesystemen erfassten Altgeräte pro Kalenderjahr
Menge der wiederverwendeten Elektroaltgeräte pro Kalenderjahr, Kategorie und <i>Hersteller</i>	Menge der <i>von sämtlichen Herstellern</i> wieder verwendeten Elektroaltgeräte pro Kalenderjahr und Kategorie
Menge der stofflich verwerteten Elektroaltgeräte pro Kalenderjahr, Kategorie und <i>Hersteller</i>	Menge der <i>von sämtlichen Herstellern</i> stofflich verwerteten Elektroaltgeräte pro Kalenderjahr und Kategorie
Menge der verwerteten Elektroaltgeräte pro Kalenderjahr, Kategorie und <i>Hersteller</i>	Menge der <i>von sämtlichen Herstellern</i> in sonstiger Weise verwerteten Elektroaltgeräte pro Kalenderjahr und Kategorie
Menge der ausgeführten Elektroaltgeräte pro Kalenderjahr, Kategorie und <i>Hersteller</i>	Menge der <i>von sämtlichen Herstellern</i> ausgeführten Elektroaltgeräte pro Kalenderjahr und Kategorie
Menge der einer Behandlungsanlage zugeführten Elektroaltgeräte pro Kalenderjahr, Kategorie und <i>Hersteller</i>	Menge der <i>von sämtlichen Herstellern</i> einer Behandlungsanlage zugeführten Elektroaltgeräte pro Kalenderjahr und Kategorie
Menge der Elektroaltgeräte, die die Behandlungsanlage wieder verlassen pro Kalenderjahr, Kategorie und <i>Hersteller</i>	Menge der Elektroaltgeräte <i>von sämtlichen Herstellern</i> , die die Behandlungsanlage wieder verlassen pro Kalenderjahr, Kategorie und Hersteller
Menge der Elektroaltgeräte, die einer Verwertungsanlage zugeführt werden pro Kalenderjahr, Kategorie und <i>Hersteller</i>	Menge der Elektroaltgeräte <i>von sämtlichen Herstellern</i> , die einer Verwertungsanlage zugeführt werden pro Kalenderjahr, Kategorie und Hersteller

Diese Daten (sowohl von EAR, als auch vom Umweltbundesamt) ermöglichen zwar eine Abbildung des Status quo und die Abbildung von Zeitreihen. Sie sind aber aufgrund ihrer hohen Aggregationsebene nicht geeignet, um

<sup>1</sup> ElektroG §13

<sup>2</sup> ElektroG §14, Abs. 7

steuernd in das System einzugreifen bzw. erlauben keine weitere Analyse des Systems. Aus diesem Aspekt folgen zwei Schlussfolgerungen:

- (1) Die aktuelle, verfügbare Datenlage ermöglicht nicht die Erstellung eines aussagekräftigen Modells – weder auf einer Mengen- noch auf einer Kostenebene - und damit auch nicht die Generierung neuer Erkenntnisse. Grundsätzlich gilt aber:
- (2) Die Modellierung des deutschen WEEE-Systems in einer ausreichenden Detaillierung kann zur Gewinnung neuer Erkenntnisse über die Wieder- und Weiterverwendung sowie zur Wieder- und Weiterverwertung von WEEE führen. Diese neuen Erkenntnisse wiederum erlauben ein weit reichendes Controlling, ermöglichen die rechtzeitige Indikation von z.B. Fehlentwicklungen und können System-Verbesserungen fördern. Des Weiteren kann analog zu der Modellierung in der Schweiz auch eine ökologische Bewertung des Systems erfolgen.

## 1.2

### ***Idealisiertes Modell***

Aufgrund der mangelnden Daten kann das System jedoch nur qualitativ abgebildet werden. Abbildung 1 zeigt die prinzipiellen Stoffströme in einem Fluss-Diagramm. Deutlich werden im Modell die grundsätzlichen Akteure des Stoffstromsystems:

- Private Haushalte und gewerbliche Nutzer als „Konsumenten“
- ÖrE, Handel und Hersteller als „WEEE-sammelnde Akteure“
- Reparatoren und Entsorger/Verwerter (aufgeteilt nach maschinelle und manuelle Behandlung) als „WEEE-Behandler und –Verwerter“

Nicht ausgewiesen ist die Art der Inverkehrbringung elektronischer und elektrischer Geräte. So sind in dieser idealisierten Darstellung auch die Inputströme aus dem Ausland (z.B. durch Kauf im Ausland und grenzüberschreitenden Transport) nicht explizit ausgewiesen. Unberücksichtigt bleiben nicht quantifizierbare Ausbringungen von WEEE aus dem deutschen Bilanzraum z.B. durch den privaten Weiterverkauf von Elektrogeräten über Auktions- und Tauschbörsen.

Deutlich werden auch die zahlreichen Verbindungen der Akteure durch WEEE-Ströme. Anhand der derzeitigen Datenerfassung lassen sich jedoch lediglich Punktmengen an den Bilanzgrenzen der jeweiligen Akteure feststellen. So können zwar die Input- und Outputmengen für Behandlung und Verwertung festgestellt werden, die Verknüpfung zu den sammelnden Stellen und darüber hinaus zu den Nutzern ist jedoch nicht möglich. Somit

können aktuell höchstens Input-Output-Bilanzen einzelner Akteure erstellt werden, die aber das Systemverhalten nur ungenügend beschreiben.

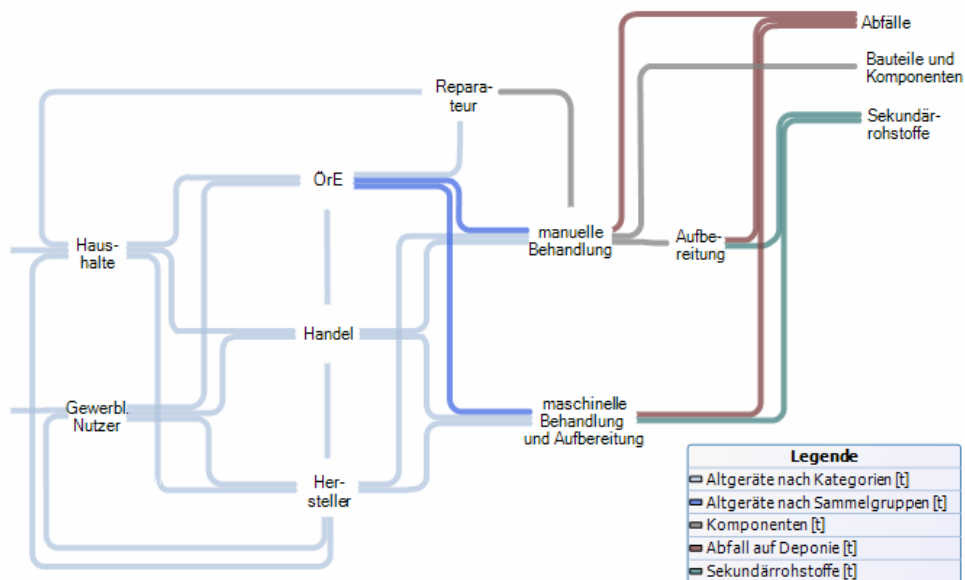


Abbildung 1: Idealisertes WEEE-Stoffstrommodell

### 1.3

#### ***Problembereiche und Fehlerquellen***

Aufbauend auf dem idealisierten Modell lassen sich jedoch bereits verschiedene Schwachpunkte des bestehenden Systems identifizieren. Dabei handelt es sich um

- (1) die Verfälschung der Verwertungsquoten durch Aggregation in Sammelgruppen
- (2) die fehlerhafte Kostenzurechnung durch Mischkalkulation bei Behandlern und Verwertern

Beide Fälle werden in den nachfolgenden Kapiteln detaillierter beschrieben. Trotz dieser Unzulänglichkeiten lässt sich jedoch feststellen, dass die derzeitige Praxis der Mengenerfassung für die geteilte Herstellerverantwortung im Rahmen der Verwertung des historischen WEEE pragmatisch und akzeptabel ist. Sie bietet jedoch keinerlei Anreiz für die Wiederverwendung und für die Konzeption hoch verwertbarer Produkte und steht damit einer individuellen Herstellerverantwortung im Wege.

### 1.3.1

Fall 1: Verfälschung der Verwertungsquoten durch Aggregation in Sammelgruppen

Im aktuellen System werden verschiedene Gerätekategorien zu Sammelgruppen zusammengefasst. Dabei wird darauf verwiesen, dass für die einzelnen Gerätekategorien einer Sammelgruppe gleiche Verwertungsquoten gelten. Die Vereinfachung der Sammlung durch die Aggregation in größeren Sammelgruppen ist dabei grundsätzlich zu begrüßen. Allerdings ergeben sich daraus auch Möglichkeiten Unzulänglichkeiten in der Verwertung einzelner Gerätekategorien zu kaschieren. Abbildung 2 zeigt ein konstruiertes Beispiel anhand Sammelgruppe 5.

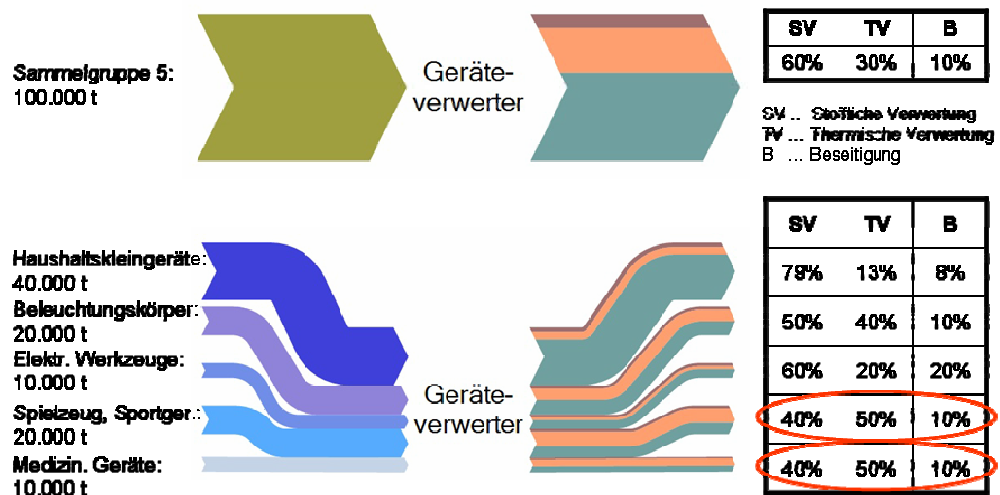


Abbildung 2: Verfälschung der Verwertungsquoten durch Aggregation in Sammelgruppen

Dabei gehen 100.000 t der Sammelgruppe an einen Verwerter. Die Bilanz zeigt, dass die Quoten der stofflichen und thermischen Verwertung mit 90% (gefordert mind. 70%) und der rein stofflichen Verwertung mit 60% (gefordert mind. 50%) sogar übererfüllt werden.

Splittet man die Sammelgruppe jedoch in einzelne Gerätekategorien auf, so wird deutlich, dass in diesem Beispiel die Quoten für die stoffliche Verwertung bei Spielzeug und Sportgeräten sowie bei den medizinischen Geräten nicht erfüllt werden.

### 1.3.2

Fall 2: Fehlerbehaftete Kostenzurechnung durch Mischkalkulation bei Verwertern

Neben der Zusammenfassung zu Sammelgruppen kann auch schon die Zusammenfassung in Gerätekategorien zu Verwerfungen führen. Im Fall 2 wird ein Beispiel aus dem Bereich Geräte der Informations- und Telekommunikation konstruiert (siehe Abbildung 3).

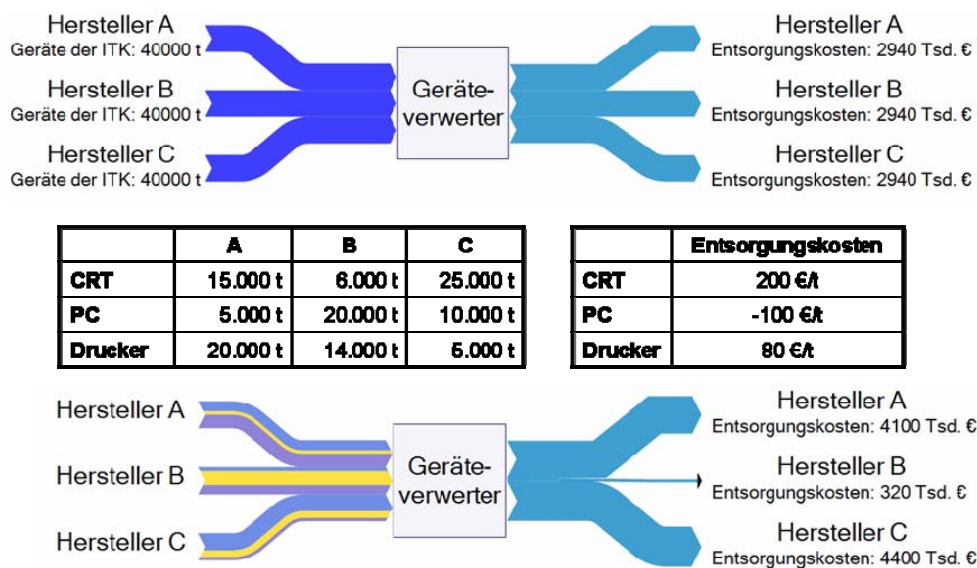


Abbildung 3: Fehlerbehaftete Kostenzurechnung durch Mischkalkulation bei Verwertern

So fallen für verschiedene Gerätearten der Sammelgruppe unterschiedliche Kosten an. Das Beispiel betrachtet hierbei drei Hersteller, die die gleiche Menge an WEEE der gleichen Gerätekategorie zur Entsorgung bzw. Verwertung bringen. Aufgrund einer branchenüblichen Mischkalkulation zahlen alle Hersteller den gleichen Preis.

Löst man jedoch die Gerätekategorie in die einzelnen Gerätearten CRT-Monitore, PC und Drucker auf und berechnet die in individuellen Entsorgungskosten, so treten die Unterschiede zwischen den einzelnen Herstellern sehr deutlich zu Tage. So bringt die Verwertung einer Tonne PCs sogar noch einen Erlös, während die Verwertung von CRTs deutlich teurer ist. Diese Vergrößerung kann also auch schon zu Verwerfungen und Benachteiligungen von Herstellern führen.

## 2

### Analyse der Entsorgungskosten im B2C-Gerätebereich auf Seiten der Hersteller

#### 2.1

##### *Kostenarten*

Die von den Herstellern zu tragenden Kosten können in folgende Kostenarten unterteilt werden:

- Entsorgungskosten
- Gebühren
- Interne Kosten

Auf die im weiteren Sinne zu den Kosten zählenden Garantien, die für Geräte für private Haushalte zu stellen sind, wird an dieser Stelle nicht näher eingegangen.

##### 2.1.1

##### Entsorgungskosten

Zu den Entsorgungskosten zählen solche Kosten, die durch die operative Tätigkeit der Entsorgung anfallen. Darin eingeschlossen sind der Transport von der Sammelstelle zum Erstbehandler, die Behältermiete und die Behandlungskosten. Die Entsorgungspreise werden zwischen Hersteller und Entsorgungsdienstleister vertraglich festgelegt.

Durch das Prinzip der geteilten Produktverantwortung fallen für die kommunale Sammlung außer der Behältergestellung keine weiteren Kosten für die Sammlung an. Tabelle 2 zeigt die Größenordnung der Entsorgungspreise. Die unter „Annahmen EAR“ aufgeführten Preise entsprechen denjenigen, die die EAR zur Berechnung der Garantiesummen vorgibt. Diese stimmen in etwa mit denen der Fa. Alba überein, wobei die hier angegebenen Preise nur für kleine bis mittlere Hersteller angesetzt werden. Mit größeren Herstellern werden die Preise individuell ausgehandelt.

Tabelle 2: Größenordnung der Entsorgungspreise (Stand Januar 2008)

Entsorgungs- preise (inkl. Transport)	Annahmen EAR (Stand Jan. 2007) <sup>3</sup>	Fa. Alba, Berlin <sup>4</sup>	Hersteller- angaben	Durch- schnittspreis Entsorgernetz (9 Entsorger)	Anzahl Entsorger pro SG
	EUR/t	EUR/t	EUR/t	EUR/t	
Gruppe 1	20	10		-46	8
Gruppe 2	220	240		164	4
Gruppe 3	230	220	90-100	108	4
Gruppe 4	1300	-		-	
Gruppe 5	170	190		33	4

### 2.1.2

#### Gebühren

Im Rahmen des deutschen WEEE-Systems fallen Gebühren für die Amtshandlungen der zuständigen Behörde (in diesem Fall der beliehene Teil der EAR) z.B. für die Registrierung oder für die Abhol- und Bereitstellungsaufträge an. Die Gebühren werden in der vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit erlassenen Kostenverordnung zum ElektroG (ElektroGKostV) festgesetzt. Seit Inkrafttreten der Verordnung im Juli 2005 wurden die Gebühren jeweils zum 1.1.2007 und 1.1.2008 gesenkt. Die Kostensätze für die einzelnen Gebührentatbestände sind Tabelle 3 zu entnehmen.

<sup>3</sup> EAR 2007

<sup>4</sup> ALBA 2007



Tabelle 3: Gegenüberstellung der geänderten Gebührentatbestände nach ElektroGKostV<sup>5</sup> in Auszügen

Gebührentatbestand	Gebühr in Euro		
	06.07.05- 31.12.06	01.01.07- 31.12.07	Seit 01.01.08
<b>1 Registrierung</b>			
Stammregistrierung je Hersteller, erster Marke sowie erster Geräteart	155,--	150,--	90,--
Ergänzung der Stammregistrierung um jede weitere Marke einschließlich einer Geräteart sowie jede weitere Geräteart zu einer Marke	85,--	80,--	50,--
Aktualisierung von Mengendaten zu bestehenden Registrierungen je Änderungssitzung	100,--	95,--	60,--
Vollprüfung einer hersteller-individuellen Garantie je Hersteller, erster Marke sowie erster Geräteart	455,--	300,--	180,--
Vollprüfung einer Garantie basierend auf einem vorab durch die Gemeinsame Stelle geprüften Herstellergarantiesystem je Hersteller, erster Marke sowie erster Geräteart	545,--	270,--	165,--
Änderung bzw. jährliche Aktualisierung hinsichtlich Menge und Ermittlung einer oder nachträglicher Wechsel zu einer nachgewiesenen Garantie bei unveränderter Geräteart je Änderung, Aktualisierung oder nachträglichem Wechsel	215,--	193,--	115,--
Änderung sonstiger Garantiedaten je vorgenommener Änderung	90,--	85,--	50,--
Prüfung der Glaubhaftmachung nach § 6 Abs. 3 Satz 2 des Elektro- und Elektronikgerätegesetzes je Registrierung	-	250,--	150,--
Erteilung einer Bescheinigung über die Registrierungspflicht	-	-	40,-- bis 7.500,--
<b>2 Bereitstellungsanordnung</b>	45,--	41,--	25,--
<b>3 Abholanordnung</b>	55,--	52,--	32,--
<b>4 Sanktionen</b>			
Verwarnung bei nicht erfolgter Bereitstellung oder Abholung	160 €/h	160 €/h	40,--

<sup>5</sup> ElektroGKostV 2005, ÄndElektroGKostV 2006, ÄndElektroGKostV 2007

### 2.1.3

#### Interne Kosten

Bei den Herstellern fallen interne Kosten für administrative Tätigkeiten im Rahmen des WEEE-Systems an. Dazu gehört beispielsweise die Registrierung und Berichterstattung gegenüber der EAR. Letztere wurde auch in einer Studie der United Nations University<sup>6</sup> als die relevanteste Kostenposition in diesem Bereich identifiziert. Demnach werden für jede Berichtstätigkeit 2 bis 16 Stunden angenommen. Für einen in Deutschland tätigen Hersteller entstünden unter der Annahme, dass monatlich eine Berichtstätigkeit à 8 Stunden durchgeführt werden muss, Kosten von 2.500 EUR pro Jahr.

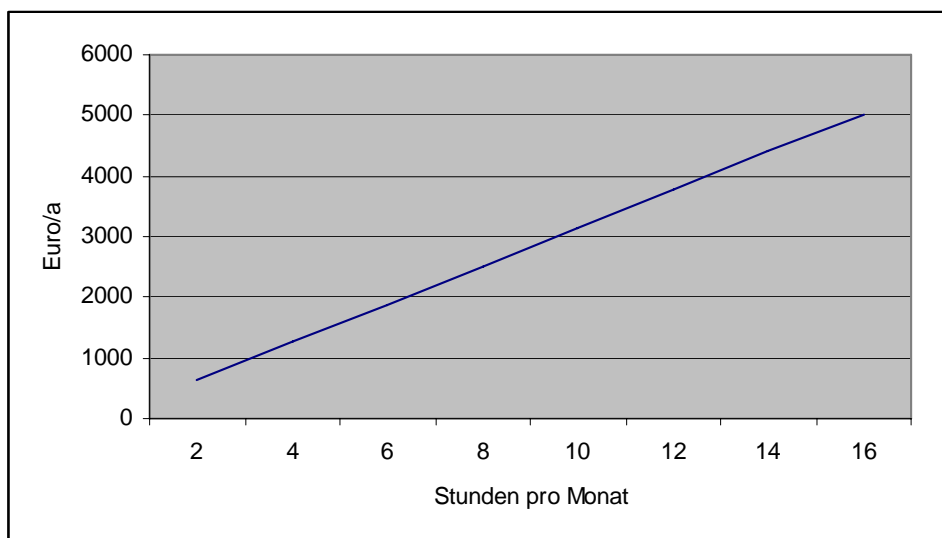


Abbildung 4: Jährliche Kosten für die Berichterstattung gegenüber der EAR nach Arbeitsstunden pro Monat (nach UNU 2007, S. 137)

## 2.2

### **Beispielrechnungen**

Im Folgenden werden für zwei Hersteller unterschiedlicher Größe und unterschiedlicher Marktsegmente Beispielrechnungen für die jährlichen Gesamtkosten der Elektro- und Elektronikaltgeräte-Entsorgung in Deutschland für ein Jahr vorgestellt. Die Annahmen zu den Mengenangaben wurden von Seiten befragter Hersteller bestätigt.

Für das erste Rechenbeispiel werden folgende Annahmen getroffen:

<sup>6</sup> UNU 2007, S. 136

- Kleiner Hersteller, der im Jahr 2007 18 t der Geräteart Kältegeräte, Klimageräte, Ölradiatoren für die Nutzung in privaten Haushalten in Verkehr brachte
- Im Jahr 2007 erhielt dieser Hersteller 12 Abholanordnungen für Sammelgruppe 2, die zusammen 36 t ergaben
- mit den 12 Abholanordnungen wurden gleichzeitig 12 Bereitstellungsaufträge erteilt
- Der Preis, für den der Hersteller entsorgen lässt, liegt bei 160 €/t (inkl. Transport und Behälterbereitstellung)
- Im EAR-System wurden gebührenpflichtig einmal die Mengendaten und einmal die Garantie aktualisiert
- Für den internen administrativen Aufwand wurden 4 Stunden angenommen.

Tabelle 4: Beispielrechnung bei Inverkehrbringung von 18 t/a Klimageräte

	Einzelpreis		Gesamtpreis	
Entsorgung Sammelgruppe 2	160,00	€/t	5.760,00	€
Gebühren für Abholanordnung	52,00	€	624,00	€
Gebühren für Bereitstellungsanordnung	41,00	€	492,00	€
Gebühren Aktualisierung Garantie	193,00	€	193,00	€
Gebühren Aktualisierung Mengendaten	95,00	€	95,00	€
<b>Zwischensumme</b>			<b>7.164,00</b>	<b>€</b>
Interne Kosten			1.256,00	€
<b>Summe</b>			<b>8.420,00</b>	<b>€</b>

Werden die Entsorgungskosten auf die in Verkehr gebrachte Menge bezogen, ergeben sich spezifische Kosten von 470 Euro pro Tonne. Unter der Annahme, dass ein Neugerät dieses Herstellers durchschnittlich 50 kg wiegt, machen die Entsorgungskosten 23 Euro pro Gerät aus.

Für das zweite Rechenbeispiel wurden folgende Annahmen getroffen:

- Großer Hersteller, der im Jahr 2007 21.000 t von fünf verschiedenen Gerätearten der Kategorie 3 für die Nutzung in privaten Haushalten in Verkehr brachte

- Im Jahr 2007 erhielt dieser Hersteller 2000 Abholanordnungen für Sammelgruppe 3, die zusammen 13.000 t ergaben
- Mit den 2000 Abholanordnungen wurden gleichzeitig 2000 Bereitstellungsaufträge erteilt
- Der Preis, für den der Hersteller entsorgen lässt, liegt bei 100 €/t (inkl. Transport und Behälterbereitstellung)
- Im EAR-System wurden gebührenpflichtig einmal die Mengendaten und fünfmal die Garantie aktualisiert
- Für den internen administrativen Aufwand wurden 16 Stunden angenommen.

Tabelle 5: Beispielrechnung bei Inverkehrbringung von 21.000 t/a der Gerätekategorien 3

	Einzelpreis		Gesamtpreis pro Jahr	
Entsorgung Sammelgruppe 3	100,00	€/t	1.300.000,00	€
Gebühren für Abholanordnung	52,00	€	104.000,00	€
Gebühren für Bereitstellungsanordnung	41,00	€	82.000,00	€
Gebühren Aktualisierung Garantie	193,00	€	965,00	€
Gebühren Aktualisierung Mengendaten	95,00	€	95,00	€
<b>Zwischensumme</b>			<b>1.487.060,00</b>	<b>€</b>
Interne Kosten			5.024,00	€
<b>Summe</b>			<b>1.492.084,00</b>	<b>€</b>

Bezogen auf die in Verkehr gebrachte Menge würden etwa 70 Euro pro Tonne anfallen. Wenn man annimmt, dass ein Neugerät dieses Herstellers im Durchschnitt 3 kg wiegt, ergeben sich Kosten pro Gerät von 0,21 Euro.

Die beiden Beispiele zeigen, dass neben den eigentlichen Entsorgungskosten die Gebühren mit 17 bzw. 13 % einen relativ großen Anteil der Gesamtkosten ausmachen, obwohl in den Beispielen die Annahmen hierzu im untersten Bereich rangieren. Wie aus Tabelle 3 hervorgeht, wurden diese Gebühren allerdings zum 01.01.2008 um etwa 40 % gesenkt. Bei gleich bleibenden Entsorgungsmengen reduziert sich dadurch für den Hersteller in Beispiel 1 der Anteil der Gebühren an den Gesamtkosten auf 11 %, für den Hersteller in Beispiel 2 auf 8 %.

Die für beide Beispiele errechneten spezifischen Kosten zeigen eine enorme Spannweite. Die hohen spezifischen Kosten in Beispiel 1 resultieren vor allem aus der im Verhältnis zur in Verkehr gebrachten Menge hohen Entsorgungsmenge.

## **3**

### **Quellen**

#### **3.1**

##### ***Literatur***

ALBA 2007: <http://www.alba-weee.de>, 15.11.2007

EAR 2007: Regel; Daten zur Ermittlung der Garantiehöhe. Stand Januar 2007. [http://www.stiftung-ear.de/e47/e129/e1222/e1223/regeln1243/Garantiedaten\\_ger.pdf](http://www.stiftung-ear.de/e47/e129/e1222/e1223/regeln1243/Garantiedaten_ger.pdf) (03.03.2008)

Hischier, R./ Wäger, P./ Gauglhofer, J. 2005: Does WEEE recycling make sense from an environmental perspective? The environmental impacts of the Swiss take-back and recycling systems for waste electrical and electronic equipment (WEEE). In: Environmental Impact Assessment Review. Vol. 25, Issue 5.

Rotter, V.S./Janz, A./Bilitewski, B.: Charakterisierung elektrischer und elektronischer Altgeräte (EAG) - 1. Teil: Mengenprognosen und Zusammensetzung von Kleingeräten. Müll und Abfall (2006) 7, S. 365-373

UNU (United Nations University) 2007: 2008 Review of Directive 2002/96 on Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) – Final Report; 05. August 2007

#### **3.2**

##### ***Rechtsgrundlagen***

Kostenverordnung zum Elektro- und Elektronikgerätegesetz (Elektro- und Elektronikgerätegesetz-Kostenverordnung – ElektroGKostV) vom 6. Juli 2005 (BGBl. I S. 2020)

Erste Verordnung zur Änderung der Kostenverordnung zum Elektro- und Elektronikgerätegesetz vom 19. Dezember 2006 (BGBl. I S. 3277)

Zweite Verordnung zur Änderung der Kostenverordnung zum Elektro- und Elektronikgerätegesetz vom 5. Dezember 2007 (BGBl. I S. 2825)



Forschungsverbund ELVIES -  
Effiziente Logistik und Verwertung durch den integrierten Einsatz  
von Smartlabels im Elektronikschrott

### **Anlage 3:**

## **Standardisierungsbedarf für ein Informations- system im Elektroschrott**

(Teilprojekt „Informationsschnittstellen und Normung“)

**Institut für Angewandte Forschung  
Hochschule Pforzheim**

Gefördert durch das BMBF  
Programm FH<sup>3</sup>  
Förderkennzeichen 17 23 A 05

**Pforzheim, 02.04.2008**

## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einführung: Elektronische Weitergabe von Produktdaten entlang der Supply Chain</b>	<b>III-1</b>
<b>2 Beschreibende Standards zur Systematisierung von Produktinformationen</b>	<b>III-2</b>
2.1 Produktklassifizierung	III-2
2.1.1 ETIM	III-3
2.1.2 eCI@ss	III-4
2.2 Materialdeklaration	III-5
2.2.1 Guidance Document on the Appliance of Substances under Special Attention in Electric & Electronic Products	III-6
2.2.2 Joint Industry Guide (JIG) „Material Composition Declaration for Electronic Products“	III-6
2.2.3 Umbrella Spezifikation	III-7
2.3 Spezielle Informationsformate für den Verwertungsprozess	III-8
2.3.1 EICTA, CECED and EERA Guidance on implementing article 11 of Directive 2002/96 (EC)	III-8
2.3.2 PAS 1049 - Übermittlung recyclingrelevanter Produktinformationen an Recyclingunternehmen – Der Recyclingpass	III-8
2.4 Der allgemeine Umwelt-Standard ECMA 370 – The Eco Declaration (TED)	III-10
<b>3 Konstruktionstechnische Informationen/Demontageinformationen</b>	<b>III-11</b>
3.1 DIN 8588 und DIN 8591: Trennverfahren	III-11
3.2 DIN 8593 Fertigungsverfahren Fügen	III-12
<b>4 Standarddatenaustauschformate zur Übermittlung von Produktinformationen</b>	<b>III-12</b>
4.1 Standarddatenaustauschformate zum elektronischen Austausch von Materialdeklarationen	III-13
4.1.1 IPC 1750 Standardreihe	III-13
4.1.2 RosettaNet	III-14
4.1.3 IEC/PAS 61906 – Verfahren zur Deklaration von Materialien in Produkten der Elektro- und Elektronikindustrie	III-14
4.1.4 Aktuelle Entwicklungen	III-16
4.2 Bauteilklassifizierung nach IEC 61360	III-16
4.3 Katalogdatenaustauschformate	III-17
4.3.1 BMEcat	III-17



4.3.2 EDIFACT/PRODAT	III-18
4.4 Allgemeiner Standard STEP - ISO 10303	III-19
4.5 PAS 1025 - Austausch umweltrelevanter Daten zwischen ERP-Systemen und betrieblichen Umweltinformationssystemen	III-20
<b>5 Informationen zentral zur Verfügung stellen</b>	<b>III-21</b>
<b>6 Schlussfolgerungen</b>	<b>III-21</b>
<b>7 Beispiel aus der Praxis</b>	<b>III-22</b>
7.1 IMDS - Datenaustausch in der Automobilbranche	III-22
7.2 IDIS24	
<b>8 Literatur</b>	<b>III-25</b>

### Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2: Einordnung von Klassifizierungssystemen innerhalb des Datenaustauschs [ZVEI 2006, S. 13].....	III-3
Abbildung 3: Suchmaske der eCl@ss-Klassifizierung im Internet [eCl@ss 2007b] .....	III-5
Abbildung 5: Beispiel für die Deklaration von Materialien [DIN 2007] .....	III-15
Abbildung 6: Internetdatenbank zur Bauteilklassifizierung [IEC 2007c] .....	III-17

### Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Beispiel für eine ETIM-Klasse mit den hinterlegten Merkmalen: Gruppe "Unterhaltungselektronik", Klasse "DVD-Player/-Recorder" .....	III-4
Tabelle 2: Sachgebiete von eCl@ss 5.1 [eCl@ss 2007a].....	III-5



# 1

## **Einführung: Elektronische Weitergabe von Produktdaten entlang der Supply Chain**

Zur Unterstützung der Geschäftsprozesse innerhalb der Supply Chain werden geschäftsrelevante Informationen und Transaktionen zunehmend so in elektronischer Form dargestellt, dass sie auch unternehmensübergreifend elektronisch austauschbar sind. Im Bereich des unternehmensinternen oder – übergreifenden elektronischen Informationsaustauschs ist Elektronischer Datenaustausch (EDI = Electronic Data Interchange) ein Sammelbegriff für elektronische Verfahren zum Austausch strukturierter Daten zwischen verschiedenen Anwendungssystemen mittels festgelegter Nachrichtenstandards. [Stahlknecht & Hasenkamp 2002]

Beim Objekt des Datenaustauschs innerhalb der Supply Chain geht es einerseits um organisatorische Informationen entlang des Lieferweges wie Bestellungen, Rechnungen, Artikelnummern, Stückzahlen, andererseits um Informationen zu den beteiligten Geschäftspartnern. Das dritte und für die folgenden Ausführungen im Fokus stehende Objekt der Datenübermittlung sind produktspezifische Daten.

Die per EDI übermittelten Produktdaten können aus einem Produktdatenmanagement-System stammen. Produktdatenmanagement (PDM) hat zum Ziel, Produktdaten und Dokumente als Ergebnis der Produktentwicklung zu speichern, zu verwalten und in nachgelagerten Phasen des Produktlebenszyklus zur Verfügung zu stellen. Deshalb bieten PDM-Systeme Programmschnittstellen z.B. zu CAD-Software, Enterprise Resource Planning (ERP)-Software sowie anderen PDM-Systemen. [Anderl & Trippner 2000]

Grundlegend für den unternehmensübergreifenden elektronischen Datenaustausch ist die Einigung auf gemeinsame Standards. Die Definition solcher Standards hat besonders mit den E-Business-Aktivitäten der Unternehmen neue Bedeutung erlangt. Standards legen fest, wie ein Merkmal definiert und bezeichnet wird, welche Wertangaben in welchen Einheiten zulässig sind, welche Identifikation das Merkmal hat und in welchem Schema welche Daten übermittelt werden, damit sich Rechner untereinander verstehen können. Für die Rechnerinterpretierbarkeit muss also einerseits die Semantik, die inhaltliche Bedeutung der Zeichen und andererseits die Syntax, die Grammatik der Zeichen definiert werden. Eine Information lässt sich beispielsweise als XML-, CSV- sowie als pdf-Datei oder Excel-Datenblatt repräsentieren. Die Kombination der Nachrichtentypen (Semantik) und der technischen Repräsentation (Syntax) wird als "Datenformat" bezeichnet. [ZVEI 2006, S. 18]

Verantwortlich für das Erfassen der produktspezifischen Daten sind die Hersteller. Um z.B. Materialdeklarationen ihrer Produkte angeben zu können, sind sie auf die Informationen ihrer Zulieferer angewiesen. In diesem

Bereich gibt es bereits Bestrebungen, den Datenaustausch zu standardisieren. Die Standardisierung reicht dabei von beschreibenden Standards, die die semantische Ebene abdecken, bis zu kompletten Daten(austausch)formaten, die auch die Syntax standardisieren.

Voraussetzung für den Aufbau eines Informationssystems ist die Klärung, welche Informationen in welcher Form benötigt werden. Aufgrund des in den Teilprojekten „Stoffliche Verwertung und Entsorgung“ und „Wiederverwendung und Reparatur“ abgeleiteten Informationsbedarfs sind neben der Identifikation folgende Datenbereiche zu berücksichtigen:

- Basismerkmale (Hersteller, Marke, Hersteller-Artikelnummer etc.)
- Klassifikationsangaben (z.B. Gerätearten nach Regelsetzung EAR, Produktklassifikationsschlüssel)
- Spezifische Merkmale (Gewicht, Leistungsaufnahme, Energieeffizienzklasse etc.)
- Materialdeklaration
- Bauteildeklaration
- Demontageinformationen
- Reparaturinformationen

Im Folgenden werden die für diese Datenbereiche bereits existierenden Standards dargestellt, untergliedert in beschreibende Standards, die die Semantik spezifizieren und in Standarddatenaustauschformate, die Semantik und Syntax spezifizieren.

## **2**

### **Beschreibende Standards zur Systematisierung von Produktinformationen**

Im Folgenden werden beschreibende Standards dargestellt, die bestimmte Teilbereiche von Produktinformationen umfassen. Dazu gehören Produktklassifizierung, Materialdeklaration, Entsorgungsinformationen und allgemeine Umweltinformationen.

#### **2.1**

##### ***Produktklassifizierung***

Zum Austausch von Produktdaten, vor allem zur Erstellung von Katalogen, erfolgt die Produktklassifizierung. Dazu wird jedes Produkt einer Produktklasse zugeordnet, die wiederum durch unterschiedliche, festgelegte Produkteigenschaften, wie z.B. Maße oder Leistungsaufnahme beschrieben wird. Die per Klassifizierungsstandard strukturierten Daten können dann mit einem Datenaustauschformat elektronisch weitergegeben werden.

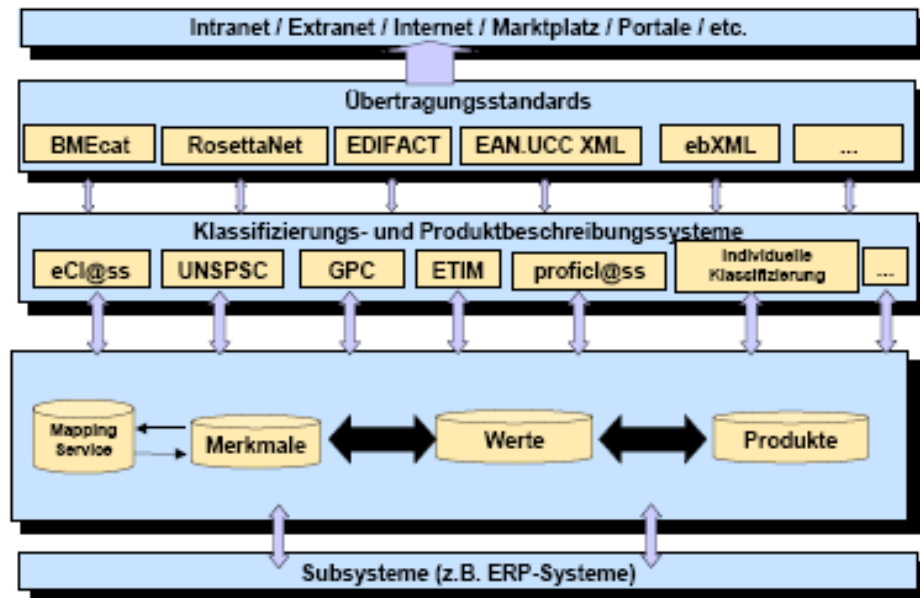


Abbildung 1: Einordnung von Klassifizierungssystemen innerhalb des Datenaustauschs [ZVEI 2006, S. 13]

### 2.1.1 ETIM

Das Klassifikationsschema ETIM (ElektroTechnisches InformationsModell) ist spezifisch für Produkte im elektrischen und elektronischen Bereich und wird von Elektroindustrie, Elektrogroßhandel und Elektrohandwerk getragen. Es definiert übergeordnete Artikelgruppen, zu der eine oder mehrere Artikelklassen gehören und die technischen Merkmale, die die Produkte innerhalb der Artikelklassen beschreiben. In einer Artikelklasse werden vergleichbare, bau- oder funktionsähnliche Produkte zusammengefasst. Für jede Artikelklasse haben die ETIM-Fachausschüsse jeweils unterschiedliche Merkmale identifiziert, die die objektiverbaren Eigenschaften der zur jeweiligen Artikelklasse gehörenden Produkte beschreiben. [ETIM 2007]

Tabelle 1: Beispiel für eine ETIM-Klasse mit den hinterlegten Merkmalen: Gruppe "Unterhaltungselektronik", Klasse "DVD-Player/-Recorder"

ID	Merkmal	Einheit	Datentyp
EF004628	DVD-R Aufnahme		Logisch
EF004632	DVD-RW Aufnahme		Logisch
EF004622	DVD+R Aufnahme		Logisch
EF004624	DVD+RW Aufnahme		Logisch
EF004630	DVD-RAM Aufnahme		Logisch
EF004629	DVD-R Wiedergabe		Logisch
EF004633	DVD-RW Wiedergabe		Logisch
EF004623	DVD+R Wiedergabe		Logisch
EF004625	DVD+RW Wiedergabe		Logisch
EF004631	DVD-RAM Wiedergabe		Logisch
EF005328	SVCD Wiedergabe		Logisch
EF005382	VCD Wiedergabe		Logisch
EF004467	Audio CD Wiedergabe		Logisch
EF005093	MP3 Wiedergabe		Logisch
EF004812	JPEG Wiedergabe		Logisch
EF005220	SACD Wiedergabe		Logisch
EF004602	DiVx Wiedergabe		Logisch
EF005437	WMA Wiedergabe		Logisch
EF004682	Festplattenspeicherkapazität	GB	Numerisch
EF000512	Anzahl der Scart-Anschlüsse		Numerisch
EF003601	Art des Digitalausgangs		Alphanumerisch
EF003928	Mit Digitaleingang		Logisch
EF004688	Front-AV-Anschluss		Logisch
EF002024	Dolby Digital/AC3 Decoder		Logisch
EF000642	Fernbedienung		Logisch
EF000203	Anzahl der Speicherplätze		Numerisch
EF001998	ShowView		Logisch
EF000008	Breite	mm	Numerisch
EF000040	Höhe	mm	Numerisch
EF000049	Tiefe	mm	Numerisch
EF000007	Farbe		Alphanumerisch

### 2.1.2

#### eCl@ss

eCl@ss ist ein internationaler Standard zur Beschreibung von Produkten und Dienstleistungen. Es wird dabei zwischen vier Hierarchiestufen unterschieden, den Sachgebieten, Hauptgruppen, Gruppen und Untergruppen. Für jede Untergruppe sind spezifische Merkmale definiert, durch die ein Produkt beschrieben wird. Im Gegensatz zu ETIM ist eCl@ss branchenübergreifend. [eCl@ss 2007a]

Tabelle 2 zeigt die 25 Sachgebiete von eCl@ss.

Tabelle 2: Sachgebiete von eCl@ss 5.1 [eCl@ss 2007a]

17 Maschine, Apparat (f. besondere Anwendungsbereiche)	30 Hilfsstoffe, Additive, Formulierungen
18 Bergbau-, Hütten-, Walzwerk- und Gießereierichtung	31 Polymere
19 Informations-, Kommunikations- und Medientechnik	32 Labormaterial, Labortechnik
20 Packmittel	33 Anlage (komplett)
21 Werkzeug	34 Medizin, Medizintechnik, Life Science
22 Bautechnik	35 Halbzeug, Werkstoff
23 Maschinenelement, Befestigungsmittel, Beschlag [s]	36 Maschine, Apparat
24 Büromaterial, Büroeinrichtung, Bürotechnik, Papeterie	37 Rohrleitungstechnik
25 Dienstleistung	38 Anorganische Chemikalien
26 Energie, Gewinnungsprodukt, Sekundärrohstoff und Rückstand	39 Organische Chemikalien
27 Elektro-, Automatisierungs- und Prozessleittechnik [s]	40 Arbeitssicherheit, Unfallschutz
28 Fahrzeugtechnik	41 Marketing
29 Hauswirtschaft, Hauswirtschaftstechnik	

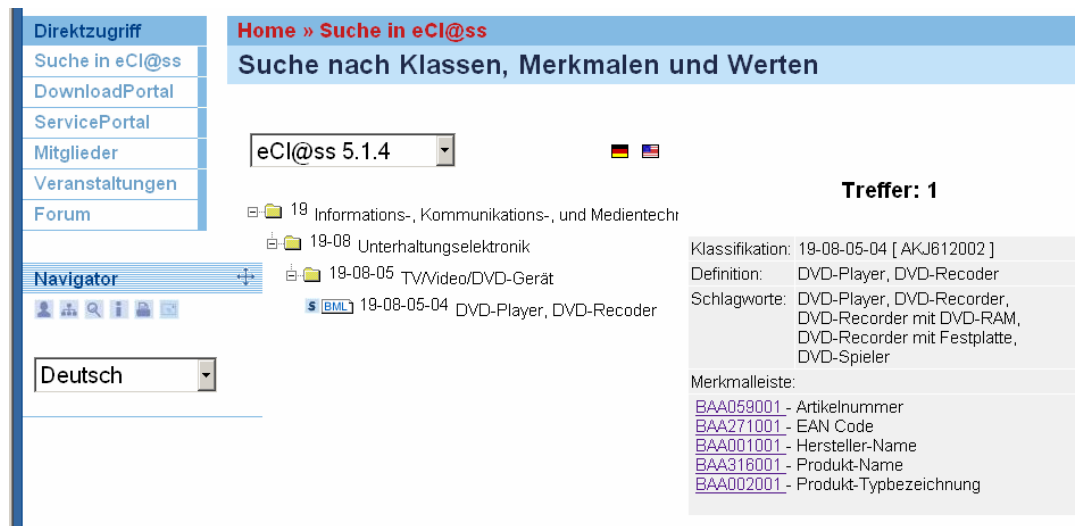


Abbildung 2: Suchmaske der eCl@ss-Klassifizierung im Internet [eCl@ss 2007b]

## 2.2

### **Materialdeklaration**

Materialdeklaration wird in der Elektroindustrie derzeit hauptsächlich aufgrund der Anforderungen der RoHS-Richtlinie diskutiert. Die in diesem Zusammenhang erarbeiteten Standards können Ausgangspunkt für eine Materialdeklaration für Recyclingzwecke sein.

Bei der Materialdeklaration kann man zwischen drei Verfahren unterscheiden [ZVEI 2004]:

- Vollständige Deklaration sämtlicher Inhaltsstoffe
- Deklaration ausgewählter Inhaltsstoffe
- Konformitätsnachweise ausgeschlossener Inhaltsstoffe/Negativliste

Letzteres ist vor allem als Konformitätsnachweis für die RoHS-Richtlinie von Bedeutung. Für die Absicht, Stoffinformationen für die gezielte Wertstoffgewinnung zu nutzen, kommen nur die ersten beiden Optionen in Frage. Kann eine selektive Behandlung nach Anhang II ElektroG bzw. Anhang III WEEE-Richtlinie ausgeschlossen werden, so wäre auch ein diesbezüglicher Konformitätsnachweis denkbar.

Bereits 2004 hat der ZVEI ein Weißbuch zur Guten Deklarationspraxis von Stoffen in elektronischen Komponenten und Bauteilen veröffentlicht. In diesem wird auf bereits existierende Standards wie den Joint Industry Guide, die PAS 61906 sowie die Umbrella Spezifikation hingewiesen. [ZVEI 2004]

### 2.2.1

Guidance Document on the Appliance of Substances under Special Attention in Electric & Electronic Products

Ein erster Ansatz in Richtung Stoffdeklaration wurde im Jahr 2000 von verschiedenen Verbänden (CEFIC, EECA, EICTA and EUROMETAUX = Chemistry for Electronics) gemacht, indem eine Liste zu den im Elektro(nik)bereich vielfach verwendeten chemischen Substanzen erarbeitet wurde. Für 18 Stoffe bzw. Stoffgruppen werden die damit zusammenhängenden gesetzlichen Regelungen, Einsatzbeschränkungen, Bewertungen der Öko- und Humanschädlichkeit etc. dargestellt. [EICTA 2002] Die Darstellung der Stoffe erfolgt jedoch ohne direkten Produktbezug.

### 2.2.2

Joint Industry Guide (JIG) „Material Composition Declaration for Electronic Products“

Der Joint Industry Guide JIG-101A wurde 2005 von der EIA (Electronic Industries Alliance), EICTA (European Industry Association - Information Systems Communication Technologies Consumer Electronics), JGPSSI (Japan Green Procurement Survey Standardization Initiative) und JEDEC Solid State Technology Association erarbeitet. Er soll bei der Deklaration von Materialien und Stoffen von Produkten und Bauteilen, die in andere Produkte eingebaut werden, Anwendung finden. [EIA 2007]

JIG bietet zwei Listen von Substanzen, nach denen deklariert werden kann [EIA 2007]:

- Liste A: Gesetzlich verbotene, beschränkte oder berichtspflichtige Substanzen (u.a. RoHS-Stoffe)
- Liste B: Von der Industrie festgelegte Substanzen mit signifikanter Bedeutung für die Umwelt, Gesundheit oder Sicherheit Bei den ausgewählten Materialien und Stoffen handelt es sich um solche, die von der Industrie aufgrund folgender Kriterien als auszuschließen empfohlen wurden:



- a) Materialien/Stoffe, die für Umwelt, Gesundheit oder Sicherheit von Bedeutung sind
- b) Materialien/Stoffe, die dazu führen, Produkte als Sonderabfall behandeln zu müssen
- c) Materialien/Stoffe, die negativen Einfluss auf das end-of-life-Management haben

Diese Stoffe müssen mit ihrer Masse deklariert werden, wenn sie über bestimmten Schwellenwerten liegen. Neben den Stofflisten werden Vorgaben für weitere Informationen, die den Hersteller und das Produkt bzw. Bauteil betreffen, gemacht. Z.B. wird der Hersteller über das Dun & Bradstreet's Data Universal Numbering System DUNS identifiziert. An diesem System sind derzeit 60 Mio. Unternehmen beteiligt. [EIA 2007]

### 2.2.3

#### Umbrella Spezifikation

Für die Materialdeklaration von Elektronikbauteilen in der Automobilindustrie wurde vom ZVEI (Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie) und der VdL (Verband der Leiterplattenindustrie) seit 2001 ein Konzept entwickelt, wie die geforderten Inhaltsstoffangaben mit vertretbarem Aufwand zur Verfügung gestellt werden können: Es sollen firmenübergreifend spezielle Produktfamilien mit typischen Vertretern gebildet werden, für die jeweils Materialdatenblätter, genannt Umbrella Specifications, erstellt werden. [Schumacher & Pophal 2003]

Ein U-Spec-Formular stellt Daten zu allen im Produkt vorhandenen Materialien zur Verfügung, und zwar als Masse (g) und als Anteil (in %) von der Gesamtmasse. Es wird einerseits die Produktfamilie genannt, andererseits werden die Teile des Produkts mit allgemeinverständlicher Bezeichnung ("Wires"), Materialgruppe ("Noble Metal") und Material ("Gold") sowie ggf. die CAS-Nummer eingetragen. Die Bezeichnungen der Materialien und Materialgruppen müssen eindeutig sein, basierend auf einem Standardisierungsvorschlag der DKE. Die mittlere Masse des Materials wird in Gewichtsprozent des gesamten Produkts angegeben, eventuell auch in Gramm. Darauf folgt die Summe der Materialien dieser Materialgruppe in Gewichtsprozent (also z.B. der Gewichtsanteil der Edelmetalle am Produkt). Die Gewichtsanteile aller Materialgruppen müssen sich zu 100 % addieren. In der letzten Spalte werden in Spuren im Produkt enthaltene Stoffe markiert, die eine relevante toxische Wirkung haben. Diese werden in einer eigenen Zeile aufgeführt, es wird aber für sie kein Gewichtsanteil angegeben. Es muss angegeben werden, in welchem Bereich die Massenanteile in diesem Produkt schwanken können. Optional können die möglichen Dimensionen des Produkts mit zugehörigen Gewichten angegeben werden. [ZVEI 2002]

Derzeit (Dezember 2007) werden auf den Internetseiten des ZVEI Umbrella Specs für folgende Bauteile als pdf-Datei angeboten:

- Passive Bauelemente
- Leiterplatten
- Hybridschaltungen
- Steckverbinder

## **2.3**

### ***Spezielle Informationsformate für den Verwertungsprozess***

#### **2.3.1**

EICTA, CECED and EERA Guidance on implementing article 11 of Directive 2002/96 (EC)

Um der nach WEEE-Richtlinie bzw. ElektroG geforderte Informationspflicht über die Art und Lage gefährlicher Stoffe in einem Gerät nachzukommen, wurden von den Herstellerverbänden EICTA und CECED sowie dem Recyclerverband EERA erste Empfehlungen für ein einheitliches Informationsraster gegeben. Dabei wird in einer vorgegebenen Liste das Vorhandensein eines bestimmten Stoffes bzw. einer Komponente und die Lage innerhalb des Produkts deklariert. Die Informationen werden produktspezifisch bzw. produktfamilienspezifisch zur Verfügung gestellt. Das Format der Produktinformationen wird den Herstellern selbst überlassen. Es wird vorgeschlagen, dass jeder Hersteller einen Zugangspunkt (z.B. im Internet) für Recyclingbetriebe schafft, wo produktbezogene Fragen gestellt werden können. [EICTA; CECED, EERA 2005]

#### **2.3.2**

PAS 1049 - Übermittlung recyclingrelevanter Produktinformationen an Recyclingunternehmen – Der Recyclingpass

Die PAS 1049 beschreibt den Aufbau und die Inhalte des Recyclingpasses. Dieser bietet eine Grundlage für den Austausch von behandlungs- und verwertungsrelevanten Produktinformationen zwischen den Herstellern von elektrischen und elektronischen Geräten und den Recyclingunternehmen. Diese werden darin unterstützt, ihre Arbeit effektiver und effizienter auszuführen, indem z.B. durch Materialinformationen der Materialwert eines Geräts bestimmbar wird und Eingang in die Preiskalkulation finden kann. Hersteller können mit dem Recyclingpass ihrer Informationspflicht gemäß Artikel 11 Abs. 1 WEEE-Richtlinie gerecht werden, indem sie ihn an die Recyclingunternehmen übermitteln, bzw. in einer Online-Datenbank hinterlegen. [DIN 2004]

### Überblick über die Inhalte des Recyclingpasses [DIN 2004]:

- (1) Allgemeine Angaben zum Hersteller: Name, Anschrift und Sitz des Herstellers, Internet- und Email-Adresse
- (2) Informationen zur Identifikation des Gerätes: Allgemeine Angaben zum Produkt: Produktname, Produkttyp, Gerätekategorie nach WEEE-Richtlinie, Gesamtgewicht, Gesamtabmessung, Produktvarianten, Abbildung des Gerätes
- (3) Produktbezogene Recyclingeigenschaften: insbesondere für Dritte gedachte Informationen z.B. zur demontage- und recyclinggerechten Produktgestaltung
- (4) Berücksichtigte Richtlinien, Gesetze und Normen
- (5) Lage, Art und Menge von Komponenten und Bauteilen, die zu entfernen sind (incl. Zerlege-Reihenfolge, besondere Hinweise zur schnelleren Demontage) und gesondert behandelt werden müssen
- (6) Hinweise zu Stoffen und Komponenten, die den Recyclingprozess stören sowie zu Stoffen und Komponenten, die Erlöse als Ersatzteile bzw. Wertstoffe erzielen
- (7) Tabellarischer Überblick über verwendete Materialien und deren Eignung

Diese Informationen werden über Abbildungen visualisiert. Des Weiteren können die wichtigsten Informationen durch eine farbliche Kennzeichnung auf einen Blick erfasst werden. Dabei steht Rot für Schadstoffe, Gelb für problematische Bestandteile und Grün für Stoffe, Komponenten und Bauteile, die Erlöse erzielen.

Als Informationsquellen für den Hersteller werden die Folgenden genannt [DIN 2004]:

- Computer Aided Design (CAD)-Systeme
- Entwicklungsunterstützungswerkzeuge zur demontage-/ recyclinggerechten und umweltgerechten Produktgestaltung
- Enterprise Resource Planning (ERP)- oder Produktdatenmanagement (PDM)-Systeme
- Service-Dokumente für Wartung und Instandhaltung

Darüber hinaus sollten die Zulieferer in den Informationsfluss einbezogen werden, da diese detaillierte Kenntnis über Inhaltsstoffe der Zulieferteile verfügen.

Zu beachten ist, dass all diese Informationen statischer Art sind. D.h. die Informationen werden zum Zeitpunkt der Markteinführung des Produktes in dem Recyclingpass vermerkt und während seiner Nutzungsphase in der Regel nicht abgeändert, auch wenn eine Änderung durch Reparatur oder Austausch von Komponenten erfolgte.

## 2.4

### ***Der allgemeine Umwelt-Standard ECMA 370 – The Eco Declaration (TED)***

ECMA 370 „The Eco Declaration – TED“ spezifiziert Umwelteigenschaften und Bewertungsmethoden für Produkte der Informations- und Kommunikationstechnologie sowie Unterhaltungs- und Haushaltselektronik und berücksichtigt dabei Rechtsvorschriften, Standards, Regelwerke und derzeit in der Praxis anerkannte Methoden. ECMA 370 ist auch auf Komponenten, Montageteile, Zubehörteile und andere optionale Teile anwendbar.

Mit dem ECMA-Standard 370 wurden die IT Eco Declaration und der ECMA-Standard TR/70 harmonisiert. Aufgrund eines fehlenden einheitlichen Standards zur Bereitstellung von Umweltinformationen, haben Industrieunternehmen im Rahmen des ECMA<sup>1</sup> Technical Committees ein international akzeptiertes Vorgehen zur Darstellung produktbezogener Umweltinformationen geschaffen, welches zunächst der Standard ECMA TR/70 (Juni 1999) war.

Der Standard bezieht sich auf das Umweltprofil des Unternehmens und auf Produkteigenschaften, nicht aber auf Herstellungs- und Logistikaspekte. Die Zielgruppe für die Umweltinformationen sind die Kunden.<sup>2</sup>

Die umweltbezogenen Produkteigenschaften werden nach rechtlichen und marktbezogenen Anforderungen getrennt. Die rechtlichen Anforderungen umfassen [ECMA 2007]:

- Schadstoffe,
- Batterien,
- Sicherheit und elektromagnetische Verträglichkeit (EMV),
- Verbrauchsmaterial,
- Verpackungsmaterial,
- Informationen zu Aufbereitung (gemäß WEEE-Richtlinie gefordert).

Die marktbezogenen Anforderungen umfassen [ECMA 2007]:

- Demontage, Recycling,
- Produktlebensdauer,
- Material- und Stoffanforderungen,
- Batterien,
- Energieverbrauch,
- Lärm- und Chemikalien-Emissionen,

<sup>1</sup> ECMA: Industrieverband (gegründet 1961), der sich der Standardisierung in der Informations- und Kommunikationstechnologie und Unterhaltungselektronik widmet.

<sup>2</sup> <http://www.itecodeclaration.org/>, <http://www.ecma-international.org/publications/standards/Ecma-370.htm>

- elektromagnetische Verträglichkeit (EMV),
- Verbrauchsmaterialien für Drucker,
- Ergonomie für EDV-Produkte,
- Verpackung und Dokumentation.

Die Eigenschaften werden ohne Differenzierung der Produktkategorien aufgelistet, d.h. dass nicht alle Eigenschaften unbedingt in jeder Produktkategorie anwendbar sind.

Die oben genannten Informationen werden mittels einer Art Fragebogen erhoben.

### **3** **Konstruktionstechnische Informationen/Demontageinformationen**

#### **3.1** ***DIN 8588 und DIN 8591: Trennverfahren***

Bei der Demontage müssen je nach Verbindungstechnik verschiedene Trennverfahren zum Einsatz kommen. Für Elektro(nik)altgeräte kommen hier vor allem die in der DIN 8588 definierten Verfahren des Zerteilens und in der DIN 8591 definierten Zerlegeverfahren zur Anwendung.

Zerteilen (DIN 8588)	Zerlegen (DIN 8591)
1 Scherschneiden	1 Auseinandernehmen
2 Messerschneiden	2 Entleeren
3 Beißschneiden	3 Lösen kraftschlüssiger Verbindungen
4 Spalten	4 Zerlegen von durch Urformen gefügten Teilen
5 Reißen	
6 Brechen	5 Zerlegen von durch Umformen gefügten Teilen

## 3.2

### ***DIN 8593 Fertigungsverfahren Fügen***

Aus den Fügetechniken lässt sich indirekt auf das Trennverfahren schließen. Die DIN 8593 bietet eine Systematik der Fügetechniken.

Fügen

- |     |                                |     |                                |
|-----|--------------------------------|-----|--------------------------------|
| 1   | Zusammensetzen                 | 3.4 | Fügen durch Pressverbindung    |
| 1.1 | Auflegen, Aufsetzen, Schichten | 3.5 | Nageln, Einschlagen            |
| 1.2 | Einlegen, Einsetzen            | 3.6 | Verkeilen                      |
| 1.3 | Ineinanderschieben             | 3.7 | Verspannen                     |
| 1.4 | Einhängen                      | 4   | Fügen durch Urformen           |
| 1.5 | Einrenken                      | 5   | Fügen durch Umformen           |
| 1.6 | Federnd Einspreizen            | 6   | Fügen durch Schweißen          |
| 2   | Füllen                         | 7   | Fügen durch Löten              |
| 3   | Anpressen, Einpressen          | 7.1 | Verbindungsweichlöten          |
| 3.1 | Schrauben                      | 7.2 | Verbindungshartlöten           |
| 3.2 | Klemmen                        | 7.3 | Verbindungshochtemperaturlöten |
| 3.3 | Klammern                       | 8   | Kleben                         |

## 4

### **Standarddatenaustauschformate zur Übermittlung von Produktinformationen**

Die folgenden Standards enthalten nicht nur Angaben zu den standardisierten Inhalten (Semantik) sondern auch die zur Rechnerinterpretierbarkeit notwendigen Codiervorgaben (Syntax). Dazu gehört die Strukturierung von Daten in der Art, dass der Beginn und das Ende jeden Datenfeldes und die Anordnung der Elemente von einem Computer zweifelsfrei erkannt werden kann. [Thome, Schinzer & Hepp 2005, S. 195]

## 4.1

### ***Standarddatenaustauschformate zum elektronischen Austausch von Materialdeklarationen***

#### 4.1.1

##### IPC 1750 Standardreihe

Die Absicht der IPC-1750-Standardreihe ist, die Entwicklung von konsistenten Datenaustauschformaten zu fördern, die den Datentransfer entlang der ganzen globalen Lieferkette der Elektroindustrie erleichtern. Er wurde von IPC<sup>3</sup> im Jahre 2006 veröffentlicht.

IPC-1750 stützt sich auf die Adobe PDF-Technologie. Daten, welche in diesen Formularen enthalten sind, können mittels des maschinell lesbaren XML-Formates ausgelesen und ausgetauscht werden. Der Standard enthält standardisierte Berichtsfelder (Standard Reporting Fields), die mittels Unified Modeling Language (UML)-Daten-Modell miteinander verknüpft sind. Die Formulare lassen sich z.B. per Fax sowie elektronisch per E-mail, über Internetseiten oder direkten Datenaustausch über RosettaNet bzw. kundenspezifische B2B-Anwendungen übermitteln. Von Vorteil ist auch, dass das XML-Format vielfältig mit Datenbanken harmoniert. Durch die Nutzung des weit verbreiteten Adobe PDF-Formats ist der Standard neben der Maschine-Maschine-Kommunikation auch besonders für die Maschine-Mensch-Kommunikation geeignet.

Der Standard ist in den IPC-1751 und den IPC-1752 untergliedert. IPC 1751 „Generic Requirements for Declaration Process Management“ führt die Methode für jeden Deklarationsprozess zwischen Kunden und ihren Lieferanten ein. Die in diesem generischen Standard gelieferten Details stellen jene Merkmale und Informationen dar, die mit jedem Deklarationsprozess verbunden sind. Zusätzlich zu den physischen Beschreibungen, werden auch Personal und deren Verantwortlichkeiten aufgenommen.

IPC-1752 “Material Declaration Management” wurde vor dem Hintergrund der RoHS-Richtlinie entwickelt und dient dem Austausch von Stoffdeklarationen in der Elektroindustrie. Er bietet ein elektronisches Datenformat sowie Formulare an, um die Erstellung, Sammlung und Weitergabe von Stoffinformationen zu erleichtern. IPC-1752 soll helfen, den Nachweisaufwand für die Übereinstimmung der Produkte mit der RoHS-Richtlinie zu verringern.

Der Standard enthält zwei Berichtsformulare: IPC-1752-1 und IPC-1752-2. Diese Formulare enthalten sechs verschiedene Berichtsklassen, die sich aus Kombinationen der folgenden Berichtsteile zusammensetzen:

<sup>3</sup> Association Connecting Electronics Industries

- RoHS-Berichterstattung im ja/nein-Format: Werden RoHS-Schwellenwerte überschritten und handelt es sich um RoHS-Ausnahmen
- Informationen zum Herstellungsprozess
- Stoffbezogene RoHS-Berichterstattung: Lage, Masse und/oder Konzentration von RoHS-Stoffen
- JIG-Stoffe der Listen A und B
- Stoffdeklaration, bei der alle Stoffe im Produkt berichtet werden

In der derzeit in Entwicklung befindlichen Version 2.0 des IPC-1752 sollen die folgenden Beschränkungen des derzeitigen Modells gelöst werden [Simon, & Messina 2007, S. 386]:

- fehlende Unterstützung von mehreren Hierarchieebenen bei der Bauteildeklaration,
- minimale Unterstützung gleicher Deklarationen für unterschiedliche Bauteil-IDs,
- mangelnde Eignung für andere als RoHS-Deklarationen.

#### **4.1.2**

##### RosettaNet

RosettaNet ist ein Prozessstandard, der die elektronische Abwicklung der Geschäftsprozesse zwischen den Beteiligten der Supply Chain regelt. Dies wird durch eine Vielzahl von Partner Interface Processes (PIPs) ermöglicht, mit denen Geschäftsprozesse und damit verbundene Dokumente spezifiziert werden. Jeder PIP definiert, wie bestimmte Supply-Chain-Prozesse zwischen zwei Unternehmen standardisiert werden. Derzeit gibt es über 100 PIPs. Zwei davon beziehen sich auf Informationen zur Materialzusammensetzung. [RosettaNet 2007]

Der PIP2A13 (Distribute Material Composition Information) regelt den Versand von Daten zur Materialdeklaration, während der PIP2A15 (Request Material Composition Information) die Anfrage definiert. [RosettaNet 2007]

Der PIP2A10 (Distribute Design Engineering Information) beinhaltet die Übermittlung von Konstruktionsinformationen, wie elektrische oder physikalische Eigenschaften eines Produkts. [RosettaNet 2007]

#### **4.1.3**

IEC/PAS 61906 – Verfahren zur Deklaration von Materialien in Produkten der Elektro- und Elektronikindustrie

Der Normentwurf IEC/PAS 61906 basiert auf der DIN 19220 und beschreibt das Deklarationsverfahren von Materialien in Produkten der Elektro- und Elektronikindustrie. Die Deklaration erfolgt jeweils auf der untersten von bis zu drei Deklarationsebenen. Ebene 1 ist das Produkt, Ebene 2 das oder die Produktteile des Produkts, Ebene 3 sind die Produktunterteile der Produkttei-

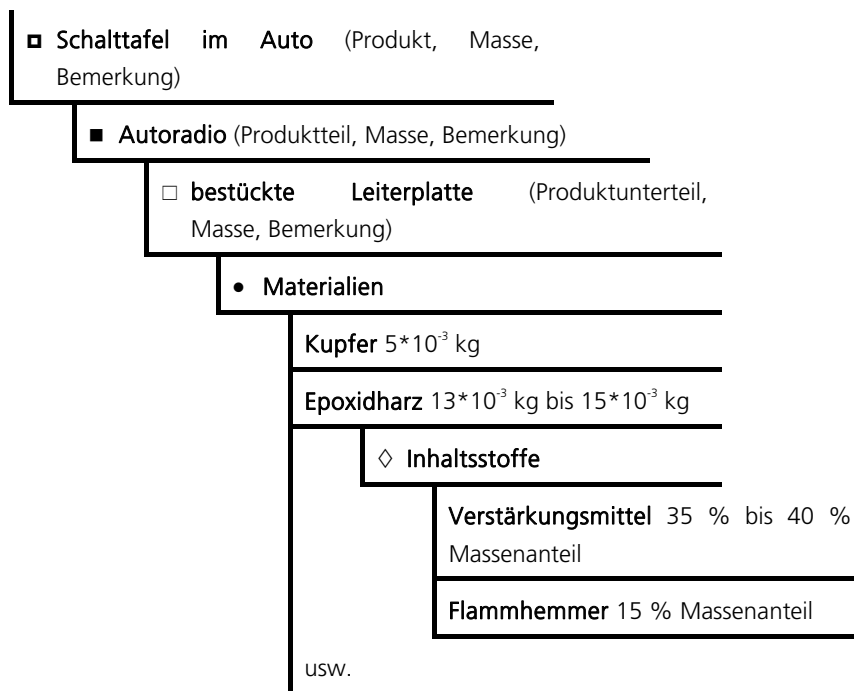


le (vgl. Abbildung 3). Die drei Deklarationsebenen sollen die eindeutige Lokalisierung der deklarierten Materialien erlauben. In der Norm wird nicht auf spezifische Substanzen und Materialien eingegangen, stattdessen müssen Materialien und Inhaltsstoffe ebenso wie Betriebsstoffe durch international anerkannte Namen und geeignete Identifikationsnummern z.B. CAS-Nummern oder durch normdefinierte Bezeichnungen eindeutig charakterisiert werden. [DIN 2007]

Im Anwendungsbereich der Norm werden unter anderen folgende Aufgaben genannt, zu deren Lösung die Deklaration die Datenbasis liefern kann [DIN 2007]:

- Umsetzung von Vermeidungs- und Ersatzstrategien, Verminderung der Werkstoffvielfalt,
- Information für die Wiederverwendung und besondere Behandlung,
- Wiederverwendung, Rückgabe und sichere Entsorgung von Produkten und Produktteilen.

Um den Belangen der elektronischen Datenverarbeitung Rechnung zu tragen, werden in der PAS Datenelementtypen in Anlehnung an die Normenreihe IEC 61360 definiert. Diese können z.B. per XML elektronisch weiter gegeben werden.



▣ Produkt    ■ Produktteil    ▣ Produktunterteil    • Materialien    ◇ Inhaltsstoffe

Abbildung 3: Beispiel für die Deklaration von Materialien [DIN 2007]

#### **4.1.4**

##### Aktuelle Entwicklungen

Seit dem Jahr 2005 arbeitet die IEC TC 111, WG 1 (Working Group 1 des Technical Committee 111 bei der International Electrotechnical Commission) an einem Standard zur Stoffdeklaration für elektrische und elektronische Geräte (IEC 62474 Material Declaration for Electrical and Electronic Equipment). Grundlage der Diskussion sind IEC 61906<sup>4</sup>, Joint Industry Guide (JIG)<sup>5</sup>, IPC-Standard 1752<sup>6</sup>, JGPSSI<sup>7</sup>, IMDS/GADSL<sup>8</sup> und RosettaNet<sup>9</sup>. Die International Electrotechnical Commission (IEC) sieht vor, den Standard im Jahr 2009 zu veröffentlichen. [IEC 2007a, IEC 2007b]

#### **4.2**

##### ***Bauteilklassifizierung nach IEC 61360***

Die Normenreihe IEC 61360-1 bis 6 „Genormte Datenelementtypen mit Klassifikationsschema für elektrische Bauteile“ legt Regeln fest, nach denen technische Merkmale (Datenelementtypen) definiert werden. Mit den Merkmalen werden elektrische Bauteile einschließlich elektronischer und elektromechanischer Bauelemente und Materialien, die in elektrischen Geräten und Systemen angewendet werden, vollständig beschrieben. [IFCC 2007]

Der Inhalt von Teil 4 der IEC 61360 "IEC reference collection of standard data element types, component classes and terms" wurde in eine Datenbank überführt, auf die nun jedermann zugreifen kann

(<http://dom2.iec.ch/iec61360?OpenFrameset>, vgl. Kapitel 4.1.3). Sie enthält nicht nur die Bezeichnung und Definition der festgelegten Merkmale, sondern auch die zur Rechnerinterpretierbarkeit notwendige Codiervorgabe der zu übermittelnden Werte.

<sup>4</sup> Vgl. Abschnitt 4.1.3

<sup>5</sup> Vgl. Abschnitt 2.2.2

<sup>6</sup> Vgl. Abschnitt 4.1.1

<sup>7</sup> Japan Green Procurement Survey Standardization Initiative

<sup>8</sup> Vgl. Abschnitt 7

<sup>9</sup> Vgl. Abschnitt 4.1.2

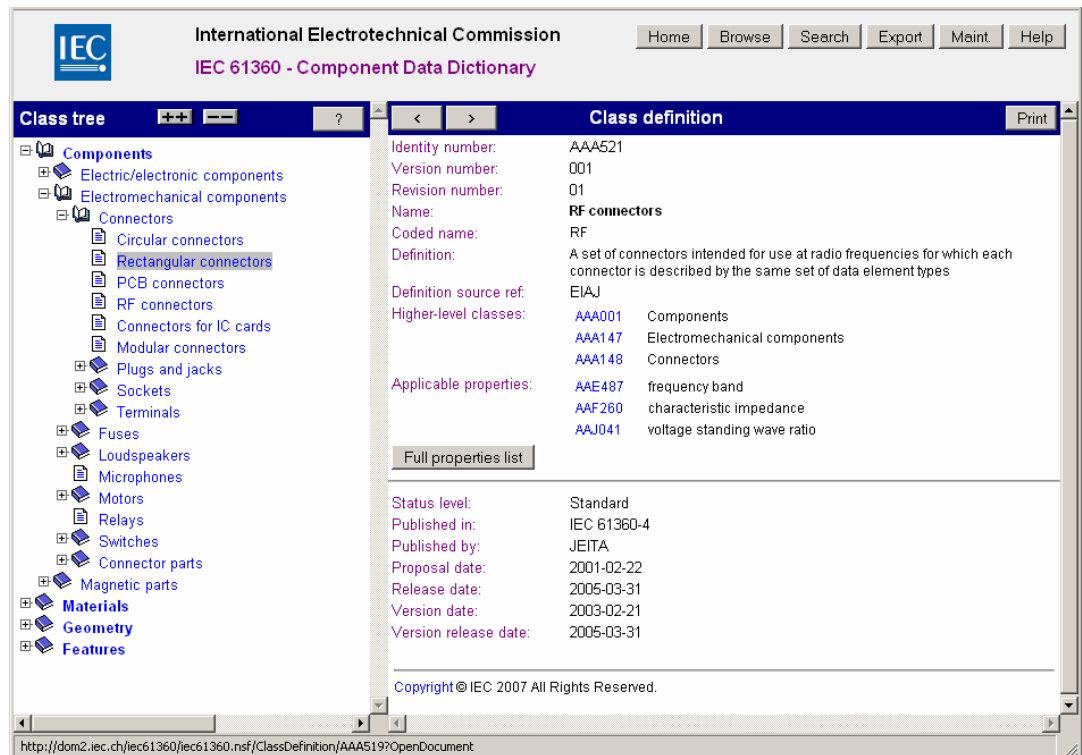


Abbildung 4: Internetdatenbank zur Bauteilklassifizierung [IEC 2007c]

### 4.3

#### *Katalogdatenaustauschformate*

Zur Systematisierung von Produktdaten können Katalogdatenstandards aus dem E-Business-Bereich als Vorbild dienen. Katalogdatenstandards vereinen eine Sammlung von Produktdaten, um sie zwischen Anbieter und Käufer auszutauschen. Beispielhaft werden hier die beiden spezifischen Katalogdatenstandards BMEcat und EDIFACT/PRODAT dargestellt. Weitere Katalogformate sind in universellen Initiativen wie xCBL, ebXML oder cXML integriert. [Thome, Schinzer & Hepp 2005, S. 205ff.]

#### 4.3.1

##### BMEcat

BMEcat ist ein XML-basierter Standard zum Katalogdatenaustausch. Das BMEcat-Format wurde auf Initiative des Bundesverbands Materialwirtschaft, Einkauf und Logistik e. V. (BME) entwickelt. Es ist vor allem im deutschsprachigen Raum verbreitet, eine weltweite Anwendung wird angestrebt.

Der Standard unterstützt drei Transaktionsarten [Thome, Schinzer & Hepp 2005, S. 202]:

- Übertragung eines neuen Katalogs,
- Aktualisierung von Produktdaten,
- Aktualisierung von Artikelpreisen.

Er integriert Produktklassifikationsschemata wie z.B. eCI@ss oder ETIM.

Die auszutauschenden Katalogdaten werden in sog. Datenbereiche gegliedert [BME e.V. o.J.]:

- Identifikation (Artikelnummer, EAN, ...)
- Beschreibung (Kurz- u. Langbeschreibung, Herstellertypbezeichnung, ...)
- Eingruppierung (ERP-Warengruppennummer, ...)
- Klassifikationsangaben (z.B. ETIM)
- Merkmale (Gewicht, Farbe, ...)
- Bestellinformationen (Bestelleinheit, Mindestbestellmenge, ...)
- Preise (Kundenendpreis, Listenpreis, ...)
- Logistikinformationen (Lieferdauern, Verpackungsangaben, ...)
- multimediale Zusatzdaten (Bilder, PDF-Dateien, ...)
- Referenzen auf anderen Produkte
- Kennzeichner (Sonderangebot, Auslaufmodell, ...)

#### 4.3.2

##### EDIFACT/PRODAT

**UN/EDIFACT** ist die Abkürzung für *United Nations Electronic Data Interchange For Administration, Commerce and Transport*. EDIFACT ist der von einer UN-Einrichtung entwickelte EDI-Standard für das Format elektronischer Daten im Geschäftsverkehr. Für verschiedene Branchen gibt es Subsets von EDIFACT; einer der wichtigsten ist EANCOM, der Standard der Konsumgüterindustrie.

Für den Austausch von Produktdaten zwischen Zulieferer und Kunden gibt es den Nachrichtentyp PRODAT. Unabhängig von der Branche werden Produktbeschreibungen (Eigenschaften, technische Daten, Gebrauchsanweisungen), aber keine Lieferbedingungen oder Preise ausgetauscht. [United Nations 2007]

EDIFACT/PRODAT fand bislang keine flächendeckende Verbreitung.

#### 4.4

##### ***Allgemeiner Standard STEP - ISO 10303***

Die ISO-Norm 10303 ist auch bekannt unter dem Namen **STEP** (**ST**andard for the **E**xchange of **P**roduct (Model) **D**ata). Sie ist ein internationaler Standard zur elektronischen Verarbeitung von Produktdaten. Dazu gehört deren Austausch, Speicherung, Archivierung und Transformation. Ziel ist es, in allen Phasen des Produktlebenszyklus durchgängige Informationsflüsse zwischen den verschiedenen Anwendungssoftwaresystemen, vor allem zwischen Produktdatenmanagement-Systemen zu schaffen. Der Austausch kann z.B. Herstellern und Zulieferern, hausintern und weltweit erfolgen. Die Anwendungsmöglichkeiten des Standards sind sehr breit, da er auf einem neutralen Datenmodell beruht. Auf folgenden Anwendungsgebieten kommt er zum Einsatz [SCRA 2006]:

- Computer-Aided Design (CAD),
- Prozessplanung,
- Computer-Aided Manufacturing (CAM),
- Produktdatenverwaltung (PDM),
- Engineering Analysis,
- Systems Engineering,
- Entwurf.

Ein Schwerpunkt liegt auf dem Austausch von Geometriedaten z.B. aus CAD-Systemen zwischen Kunden und/oder Zulieferern. STEP benutzt so genannte Anwendungsprotokolle (AP), um die Darstellung von Produktdaten für eine oder mehrere Anwendungen zu spezifizieren (Erstellung eines Datenmodells). Über einen Postprozessor kann über ein Anwendungsprotokoll aus einem CAD-System eine STEP-konforme Datei erstellt werden, die über einen Präprozessor in ein anderes CAD-System eingelesen und weiterverarbeitet werden kann. [Anderl & Trippner 2000, S. 89]

STEP bietet eine Schnittstelle, auf die bei der Programmierung von Anwendungsprogrammen für Produktdaten aufgesetzt werden kann. [Prostep 2007]

Die Produktdaten werden dazu nach drei Gesichtspunkten betrachtet [Anderl & Trippner 2000]:

- Produktdefinition,
- Produktrepräsentation und
- Produktpräsentation.

Produktdaten zu Produktdefinition beinhalten die administrativen und organisatorischen Produktdaten, die z.B. zur eindeutigen Identifikation und Klassifikation des Produkts dienen. Produktdaten zur Produktrepräsentation werden zur rechnerverarbeitbaren Abbildung von Produktmerkmalen ge-

nutzt. Die Produktpräsentation beinhaltet die graphische oder textliche Darstellung der Produktrepräsentation, z.B. Ansichten und Schnitte einer technischen Zeichnung aus einem CAD-System. [Anderl & Trippner 2000, S. 15f.]

Es liegen derzeit (Stand: 2006) 22 normierte Anwendungsprotokolle vor [SCRA 2006], die eine breite Palette von Anwendungen rund um Produktdaten abdecken. Eines dieser APs bezieht sich explizit auf die Elektroindustrie. Das AP210 beschreibt den Austausch von Informationen für Bauteile elektrischer bzw. elektronischer Schaltungen (PCA: Printed Circuit Assembly = bestückte Leiterplatte). Dabei werden physikalische und geometrische Eigenschaften, die Produktstruktur, das Konfigurationsmanagement sowie die technologischen Informationen berücksichtigt. [Anderl & Trippner 2000, S. 214]

Die folgenden Ziele werden von der ISO 10303-210 angestrebt [SCRA 2006]:

- The presentation of the part and the PCA descriptions;
- The process plans for the fabrication of the PCB;
- The classification and categorization of data element types;
- The process plans for the assembly of the PCA;
- The definition and interpretation of external file formats for analytic models
- The management of the process used to design a PCA;
- The management of the manufacture of the parts used by a PCA;
- The administrative procurement and cost data used by an enterprise.

Neben dem Produktdatenaustausch ist mit STEP auch die Abbildung von Produktmodelldaten in Datenbanken möglich. Voraussetzung für den Produktdatenaustausch und die Produktdatenspeicherung ist die formale Spezifikation der Schemata des Produktmodells. Dazu wurde die Datenspezifikationsprache EXPRESS entwickelt und in die Norm aufgenommen. [Anderl & Trippner 2000, S. 20]

#### **4.5**

##### ***PAS 1025 - Austausch umweltrelevanter Daten zwischen ERP-Systemen und betrieblichen Umweltinformationssystemen***

Die Spezifikation definiert eine Schnittstelle, die den Datenaustausch zwischen BUIS und ERP-Systemen ermöglicht. Allerdings muss bei diesen Daten beachtet werden, dass im Mittelpunkt betriebliche und nicht produktbezogene umweltrelevante Daten stehen. [DIN 2003]

## 5

### Informationen zentral zur Verfügung stellen

Für den Aufbau eines die Entsorgungsphase unterstützenden Informationssystems ist weniger der direkte Datenaustausch zwischen zwei Akteuren maßgeblich sondern vielmehr das Erfassen und Abfragen von Produktdaten in zentralen Systemen. Auf das oder die zentralen Systeme haben alle beteiligten Akteure über Anwendungssoftware Zugriff. Datenbanken bzw. Datenbanksysteme erfüllen diese Anforderungen.

Datenbanken dienen der Speicherung großer Datenmengen. Durch eine Verwaltungssoftware, das Datenbankmanagementsystem, können die gespeicherten Daten in adäquater und effizienter Weise den Benutzern verfügbar gemacht werden. Zusammen bilden Datenbank und Datenbankmanagementsystem das Datenbanksystem. Datenbanksysteme basieren stets auf einem speziellen Datenmodell, nach dem die Daten strukturiert und ihre Beziehungen untereinander festgelegt werden. In jedem Datenmodell muss zwischen der Beschreibung der Datenbank und der Datenbank selber unterschieden werden. Die Beschreibung wird im so genannten Datenbankschema festgelegt. [Vossen 2000, S. 9 u. 23]

In verteilten Datenbanksystemen ist eine Sammlung aus mehreren, logisch zusammengehörigen Datenbanken, die über ein Netz verteilt sind. Durch ein verteiltes Datenbankmanagementsystem ist die Verwaltung der verteilten Datenbanken möglich, so dass den Nutzern das verteilte Datenbanksystem wie ein zentralisiertes erscheint. [Vossen 2000, S. 47ff.]

## 6

### Schlussfolgerungen

Wie die vorangegangenen Ausführungen zeigen, sind die Standardisierungsaktivitäten für die genannten Datenbereiche unterschiedlich weit fortgeschritten. Auf dem bislang höchsten Standardisierungsniveau befindet sich die Materialdeklaration, wobei für Reparaturinformationen nach unserem Kenntnisstand derzeit noch keine Standardisierungsbestrebungen bestehen.

Für die Lokalisierung von Bauteilen bzw. Stoffen liegt mit dem EICTA, CE-CED, EERA Guidance (vgl. Kapitel 2.3.1) bisher nur ein rudimentärer Standardisierungsansatz vor. Bei der Bauteildeklaration sowie den Konstruktions- und Demontageinformationen müssten die bestehenden Standardisierungen für die Zwecke eines die Entsorgungsphase unterstützenden Informationssystems noch weiterentwickelt werden.

Für bestimmte Bereiche können auch für den Katalogdatenaustausch entwickelten Klassifizierungsstandards, die Produkteigenschaften enthalten, in das Informationssystem eingebunden werden. So können Informationen über die technischen Eigenschaften eines Gerätes, die besonders zur Beurteilung der Wiederverwendbarkeit wichtig sind, weiter gegeben werden.

Die Klassifizierungsstandards sind weiterhin geeignet, um die Geräteklasse zu definieren, die für Wiederverwendung und Zuordnung zur Sammelgruppe von Relevanz ist.

Bei der Produktklassifizierung nach ETIM oder eCl@ss (vgl. Kap. 2.1) ist nur für bestimmte Produktklassen das Gewicht als Merkmal definiert. Dies müsste bei allen Produktklassen ein Pflichtmerkmal sein, um automatisierte Mengenmeldungen generieren zu können.

IEC 61906 (vgl. Kap. 4.1.3) stellt ein geeignetes Datenmodell für stoffbezogene Informationen zur Beurteilung der Notwendigkeit einer selektiven Behandlung und zur Verwendung bei der Demontage zur Verfügung. Für letzteres müssen diese Informationen aber kombiniert werden mit Informationen zur Lokalisierung und zu Füge- bzw. Trenntechniken, um über die Demontagetiefe entscheiden zu können.

IEC 61360 (vgl. Kap. 4.2) standardisiert die Bauteilklassifizierung, welche eine Grundlage für die Beurteilung der Wiederverwendbarkeit von Bauteilen darstellen kann.

Für den Datenbankentwurf, vor allem den Entwurf der logischen Struktur der Datenbank (Datenmodell), kann auf die bereits existierenden Standards zurückgegriffen werden. Bei der Definition der pro Datenelement zu definierenden Felder/Attribut-Typen können Festlegungen der bestehenden Standards zur Anwendung kommen.

Um die Transaktionskosten gering zu halten, ist ein automatisierter Import von Produktdaten aus dem ERP-System des Herstellers in die Datenbank erforderlich.

Zum Import in eine Datenbank scheint XML ein geeigneter Metastandard zu sein. XML erlaubt Austauschformate unabhängig von Applikationen/Anwendungen präzise zu definieren. Es ist herstellerunabhängig und hat sich für elektronische Produkt- und Dienstleistungskataloge etabliert. Nur Formate, die auf XML aufsetzen, werden als zukunftsfähig bewertet [Thome, Schinzer & Hepp 2005, S.191ff.]

## **7** Beispiel aus der Praxis

### **7.1 IMDS - Datenaustausch in der Automobilbranche**

IMDS, das „Internationale Elektronische Materialdaten-System“ dient zum automatisierten Austausch von Materialdaten von Produkten entlang der Lieferkette der Automobilindustrie. Es ist von der deutschen Automobilindustrie initiiert worden und hat sich international etabliert. IMDS wurde von der Firma EDS (EDS Holding GmbH, Rüsselsheim) entwickelt und im Jahre 2000 erstmals veröffentlicht. Hintergrund sind die Anforderungen der EU-Altautorichtlinie bzw. der deutschen Altautoverordnung. Damit einher geht



die Verpflichtung der Automobilindustrie zur Verbesserung ihrer Recyclingraten, außerdem die Kontrolle bzw. Eliminierung gefährlicher Substanzen aus Produkten. Da die Automobilhersteller für die Abwesenheit von bestimmten Stoffen garantieren müssen, betrifft dies auch die Zulieferer.

Für jedes Bauteil wird ein Materialdatenblatt angelegt. Materialdatenblätter bestehen aus einer hierarchischen Baumstruktur, die aus Komponenten, Semikomponenten, Materialien und Basissubstanzen besteht. Komponenten können dabei aus Semikomponenten und Materialien bestehen, Materialien nur aus Basissubstanzen. Materialien können neu erzeugt werden, oder sie werden aus einer Liste gewählt, die z.B. vom Zulieferer des Benutzers zur Verfügung gestellt wird, oder im System publiziert ist. In Abbildung 5 ist ein Beispiel für eine Komponente in Baumstruktur zu sehen. Die roten Quadrate sind Komponenten, die grünen Punkte Materialien, die blauen Dreiecke Basissubstanzen. An den Knoten liegen Mengen- und Prozentangaben an. Substanzen mit Stoffmengen unter 0,1% müssen nicht angegeben werden, außer es handelt sich um deklarationspflichtige (z.B. toxische) Stoffe. Bei bestimmten Stoffen muss laut Gesetz angegeben werden, für welchen Zweck sie verwendet werden, im Allgemeinen durch Angabe sogenannter "Application Codes". Die Angabe

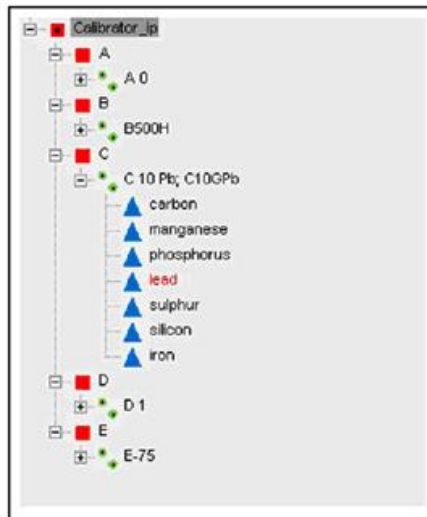


Abbildung 5: Komponente in Baumstruktur

dieser Application Codes wird vom System erzwungen. Eine weitere vom System erwartete Angabe ist die Information, ob Sekundärmaterial (Rezyklat) enthalten ist. Schließlich werden noch Kontaktinformationen zum Verantwortlichen dieses Datenblatts erwartet.

Alle Materialinformationen im IMDS basieren auf einer Liste von Reinstoffen. Als Reinstoffliste wird die so genannte GADSL (Global Automotive Declorable Substance List) angewendet. Darin sind ca. 8.000 Inhaltstoffe/Reinstoffe (Stand 2006) mit Namen und CAS-Nummer (soweit vorhanden) hinterlegt. Die GADSL ist unabhängig vom IMDS und wurde von Vertretern der Automobilindustrie, der Zulieferer und der Chemie/Plastik-Industrie, zusammenschlossen in der Global Automotive Stakeholders Group (GASG) erarbeitet. [MDSsystem 2007]

Für die eindeutige Identifikation der Unternehmen wird das Data Universal Numbering System (DUNS) verwendet, das jedem Unternehmen weltweit eine eindeutige Nummer zuordnet.

In Bezug auf Elektronikbauteile hat sich der ZVEI mit dem IMDS Steering Committee geeinigt, dass die Elektronikindustrie sich zwar dem IMDS-System anschließt, aber aufgrund ihrer besonderen Bedingungen eine veränderte Variante nutzen darf, genannt *Umbrella Specifications* (vgl. Kap. 2.2.3). Dies sind Materialdatenblätter für firmenübergreifende spezielle Produktfamilien.

Das IMDS-System, wie es von EDS entwickelt wurde, ist webbasiert und wird im Browser über eine Internet-Verbindung genutzt. Die Teilnehmenden registrieren sich online und bekommen dann ein Anwenderkonto zugeordnet. Dort können sie Materialdatenblätter erzeugen und bearbeiten. Es wird eine Schnittstelle zum automatisierten Herunter- bzw. Hochladen großer Datenmengen zur Verfügung gestellt.

TechniData hat mit Compliance for Products (CfP) eine Konkurrenzsoftware entwickelt, die das Management von Materialdaten erlaubt sowie weitere Funktionen zur Verfügung stellt. Die Software soll die Kommunikation mit Kunden und Zulieferern erleichtern, indem Informationsflüsse verwaltet werden, z.B. Erinnerungen für die Erneuerung von Materialdatenblättern oder automatisierte Anfragen an Zulieferer. Es können verschiedene Standard-Datenformate verarbeitet werden. Es gibt eine Schnittstelle zu SAP bzw. anderen Produktdaten-Managementsystemen.

## **7.2 IDIS**

IDIS (International Dismantling Information System) wird in der Automobilbranche eingesetzt und stellt Informationen zu Demontage für Recyclingbetriebe zur Verfügung. In einer Datenbank werden Fahrzeuge mit ihren Teilen erfasst. Über eine Anwendungssoftware können Fahrzeugteile visualisiert, werkstoffrelevante oder teilespezifische Filter angelegt, Demontagehinweise oder Demontagebücher ausgegeben werden. Die Daten werden über eine DVD zur Verfügung gestellt und lassen sich über das Internet aktualisieren. [IDIS 2007]

## 8

### Literatur

- Anderl, R.; Trippner, D. (Hrsg.): STEP. Standard for the Exchange of Product Model Data. Eine Einführung in die Entwicklung, Implementierung und industrielle Nutzung der Normenreihe ISO 10303 (STEP), B.G. Teubner, Stuttgart, 2000
- BME e.V.: BMEcat – der richtige Katalogstandard für ihr E-Business  
[http://www.bmecat.org/download/BMEcat\\_Flyer\\_2006\\_DE.pdf](http://www.bmecat.org/download/BMEcat_Flyer_2006_DE.pdf)
- DIN 8588: Fertigungsverfahren Zerteilen - Einordnung, Unterteilung, Begriffe, Beuth Verlag, Berlin 2003
- DIN 8591: Fertigungsverfahren Zerlegen - Einordnung, Unterteilung, Begriffe, Beuth Verlag, Berlin 2003
- DIN 8593: Fertigungsverfahren Fügen - Teil 0: Einordnung, Unterteilung, Begriffe, Beuth Verlag, Berlin 2003
- DIN Deutsches Institut für Normung (Hrsg.): PAS 1025:2003-12 - Austausch umweltrelevanter Daten zwischen ERP-Systemen und betrieblichen Umweltinformationssystemen, Beuth Verlag, Berlin 2003
- DIN Deutsches Institut für Normung (Hrsg.): PAS 1049 - Übermittlung recyclingrelevanter Produktinformationen zwischen Herstellern und Recyclingunternehmen – Der Recyclingpass, Beuth Verlag, Berlin 2004
- DIN Deutsches Institut für Normung (Hrsg.): DIN-Fachbericht IEC/PAS 61906 - Verfahren zur Deklaration von Materialien in Produkten der Elektro- und Elektronikindustrie; Deutsche Übersetzung IEC/PAS 61906:2005. Beuth Verlag, Berlin 2007
- eCl@ss e.V.: eCl@ss-Leitfaden für kleine und mittlere Unternehmen, 2007a  
[http://www.eclass.de/user/documents/broschuere\\_eclass\\_leitfaden.pdf](http://www.eclass.de/user/documents/broschuere_eclass_leitfaden.pdf), 11.12.2007
- eCl@ss e.V.: <http://www.eclass.de/index.html?no=intro&svt=2&navid=3065>, 11.12.2007
- ECMA: Standard ECMA-370 TED – The Eco Declaration. 2nd Edition/December 2006
- EICTA (European Information & Communications Technology Industry Association): Guidance Document on the Application of Substances under Special Attention in Electric & Electronic Products. Version 2.2. 2002  
[http://www.bsef.com/newsmanager/uploads/guidance\\_document\\_c4es.pdf](http://www.bsef.com/newsmanager/uploads/guidance_document_c4es.pdf)

- EICTA (European Information & Communications Technology Industry Association), CECED (European Committee of Domestic Equipment Manufacturers), and EERA (European Electronics Recyclers Association): Guidance on implementing article 11 of Directive 2002/96 (EC) concerning information for treatment facilities, 26.09.2005
- Electronic Industries Alliance (EIA): Joint Industry Guide - Material Composition Declaration for Electronic Products – JIG-101A. 18. September 2007
- ETIM 2007: <http://www.etim.de/Klassifikationsmodel.65.0.html>, 15.10.2007
- IDIS 2007: <http://www.idis2.com/>, 17.12.2007
- IEC 2007a: [http://www.iec.ch/about/rc/iec-aprc/cent\\_event/pres\\_pdf/tajima.pdf](http://www.iec.ch/about/rc/iec-aprc/cent_event/pres_pdf/tajima.pdf), 11.12.2007
- IEC 2007b: <http://www.iec.ch/cgi-bin/procgi.pl/www/iecwww.p?wwwlang=e&wwwprog=prodet.p&progdb=db1&He=IEC&Pu=62474&Pa=&Se=&Am=&Fr=&TR=&Ed=1.0#top>, 11.12.2007
- IEC 2007c: <http://dom2.iec.ch/iec61360?OpenFrameset>, 11.12.2007
- IFCC (Institute for collaborative Classification):  
<http://www.ifcc.de/hp/index.shtml?normen>, 11.12.2007
- IMDS, Case Study  
[http://www.eds.de/fileadmin/countries/eds\\_de/case\\_studies/CS\\_IMDS\\_D.pdf](http://www.eds.de/fileadmin/countries/eds_de/case_studies/CS_IMDS_D.pdf), 07.02.2007
- MDSsystem 2007: [http://www.mdsystem.com/html/de/lis\\_frameset\\_de.htm](http://www.mdsystem.com/html/de/lis_frameset_de.htm), 07.02.2007
- Prostep 2007: <http://www.prostep.org/de/standards/was/>, 15.10.2007
- RosettaNet Program Office: OVERVIEW CLUSTER, SEGMENTS, AND PIPS. Version 02.01.00. 2007,  
[http://portal.rosettanet.org/cms/export/sites/default/RosettaNet/Downloads/RStandards/ClustersSegmentsPIPsOverview\\_UpdateFinal\\_May07\\_revised.pdf](http://portal.rosettanet.org/cms/export/sites/default/RosettaNet/Downloads/RStandards/ClustersSegmentsPIPsOverview_UpdateFinal_May07_revised.pdf)
- Schumacher, M.; Pophal, Ch.: Das „gläserne“ Produkt – der „gläserne“ Schrott - Materialdeklarationen für elektronische Bauelemente und Baugruppen in: Elektronik, 2003, 17. S. 34-38
- Simmon, E; Messina, J.: Data Modelling to Support Environmental Information Exchange throughout the Supply Chain in: Loureiro, C.; Curran, R. (Hrsg.): Complex Systems Concurrent Engineering. Collaboration, Technology Innovation and Sustainability. Springer, London 2007
- Stahlknecht, P.; Hasenkamp, U.: Einführung in die Wirtschaftsinformatik. 10. überarb. u. aktual. Auflage. Springer. Berlin, Heidelberg, New York 2002

- SCRA: Step Application Handbook. ISO 10303. VERSION 3. 30 June 2006, [http://isg-scra.org/STEP/files/STEP\\_Application\\_Handbook.pdf](http://isg-scra.org/STEP/files/STEP_Application_Handbook.pdf)
- Thome, R; Schinzer, H.; Hepp, M.: Electronic Commerce und Electronic Business – Mehrwert durch Integration und Automation. Vahlen, München 2005
- United Nations Directories for Electronic Data Interchange for Administration, Commerce and Transport: UN/EDIFACT. PRODAT. Version D. Release 07B, [http://www.unece.org/trade/untdid/d07a/trmd/prodat\\_c.htm](http://www.unece.org/trade/untdid/d07a/trmd/prodat_c.htm), 11.12.2007
- Vossen, G.: Datenmodelle, Datenbanksprachen und Datenbankmanagementsysteme. Oldenbourg, München; Wien 2000
- ZVEI (Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.): Umbrella Specifications – Information on Substances and Materials in Products, Draft Version 2.1, 2002. [http://www.zvei-be.org/materialcontents/doc/Umbrella Specs\\_Version%202\\_1.pdf](http://www.zvei-be.org/materialcontents/doc/Umbrella_Specs_Version%202_1.pdf), 23.09.2006
- ZVEI: White Paper on Good Declaration Practice of Substances in Electronic Components and Assemblies. Frankfurt 2004
- ZVEI: Klassifizierung und Produktbeschreibung in der Elektrotechnik- und Elektronikindustrie - ein Wegweiser durch das Thema Produktklassifizierung im E-Business. Frankfurt. 4. Januar 2006



Forschungsverbund ELVIES -  
Effiziente Logistik und Verwertung durch den integrierten Einsatz von Smartlabels im  
Elektronikschrott

**Anlage 4:**

## **Steuerbarkeit von Stoffstromsystemen**

**Institut für Angewandte Forschung  
Hochschule Pforzheim**

Gefördert durch das BMBF  
Programm FH<sup>3</sup>  
Förderkennzeichen 17 23 A 05

**Pforzheim, 02.05. 2008**





## Inhaltsverzeichnis

<b>0 Einleitung</b>	<b>IV-1</b>
<b>1 Soziale Interaktionen und Komplexität</b>	<b>IV-2</b>
<b>2 Das betriebliche Stoffstrommanagement</b>	<b>IV-3</b>
2.1 Motivation	IV-3
2.2 Ziele	IV-4
2.3 Akteure	IV-4
2.4 Planung und Steuerung	IV-5
2.5 Kontrolle	IV-8
2.6 Der Regelkreislauf des Controlling	IV-8
2.7 Schlussfolgerung	IV-9
<b>3 Stoffstrommanagement auf übergeordneter Ebene</b>	<b>IV-11</b>
3.1 Zielsetzung, Motivation	IV-11
3.2 Akteure	IV-12
3.3 Planung und Steuerung	IV-12
3.4 Kontrolle	IV-14
3.5 Schlussfolgerung	IV-14
<b>4 Identifizierung von Problemfeldern im (übergeordneten) Stoffstrommanagement und Lösungsansätze</b>	<b>IV-15</b>
4.1 Eigeninteressierte Akteure, Informationsasymmetrien und -defizite	IV-16
4.2 Kosten der Beschaffung, Speicherung und Verarbeitung von Informationen	IV-17
4.3 Steuerung, soziale Ergebnisse und Komplexität	IV-18
4.4 Kontrolle	IV-20
4.5 Effektivität vs. Effizienz als Handlungstreiber	IV-20
4.6 Anpassungsgeschwindigkeit und Zeit im Allgemeinen	IV-21
4.7 Zusammenfassung	IV-22
<b>5 Die Neuregelung der Elektronikschrottsorgung – Kosten als Steuergröße bzw. Produktinnovationen durch Kostenzuordnung per EPR-Grundsatz?</b>	<b>IV-25</b>
<b>6 Fazit</b>	<b>IV-27</b>
<b>7 Literaturverzeichnis</b>	<b>IV-30</b>

### **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1:	Ablauf einer Stoffstromanalyse (modellhaft).....	IV-6
Abbildung 2:	Der Controlling-Regelkreislauf.....	IV-8
Abbildung 3:	Ansatzpunkte für Problemfelder im (übergeordneten) Stoffstrommanagement (innerhalb des Steuerungskreislaufs) .....	IV-15
Abbildung 4:	Das Unternehmen als autonom operierendes und gleichzeitig umweltoffenes System.....	IV-19
Abbildung 5:	Vergleich betriebliches versus übergeordnetes (zentrales, auf Vollinformation beruhendes) SSM anhand ausgewählter Kriterien .....	IV-25

### **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1:	Gegenüberstellung der Steuerungsdimensionen Wirtschaft und Politik.....	IV-23
------------	--	-------

„Der Parteidoktrinär [...] scheint sich einzubilden, daß er die verschiedenen Glieder einer Gesellschaft mit ebensolcher Leichtigkeit anordnen kann, als die Hand die verschiedenen Figuren auf dem Schachbrett anordnet. Er bedenkt nicht, daß die Figuren auf dem Schachbrett kein anderes Bewegungsprinzip besitzen als jenes, welches die Hand ihnen auferlegt, daß aber auf dem großen Schachbrett der Gesellschaft jede einzelne Figur ein eigenes Bewegungsprinzip besitzt, das durchaus von demjenigen verschieden ist, welches der Gesetzgeber nach seinem Gutdünken ihr auferlegen möchte. Wenn diese beiden Prinzipien zusammenfallen und in der gleichen Richtung wirken, dann wird das Spiel der menschlichen Gesellschaft leicht und harmonisch vonstatten gehen und wahrscheinlich glücklich und erfolgreich sein. Wenn sie einander entgegengesetzt oder auch nur voneinander abweichend sind, dann wird das Spiel sehr schlecht vorwärts gehen und die Gesellschaft muß sich dann jederzeit in höchster Unordnung und Verwirrung befinden.“

(Adam Smith 1759/1985, S. 396)



# 1

## Einleitung

Allgemeiner Zweck eines Stoffstrommanagements auf betrieblicher Ebene ist zuvörderst das Auffinden von Einsparpotentialen durch gezielte Einflussnahme auf die (künftigen) betrieblichen Stoff-, d.h. Material- und Energieflüsse. Neben Kosteneinsparungen infolge eines verringerten Material- und Energieeinsatzes (Stichwort: Materialeffizienz) sind ebenso die damit einhergehenden ökologischen Vorteile (u.a. Ressourcenschonung, Schließung von Stoffkreisläufen) zu erwähnen, so dass Ökonomie und Ökologie sich nicht ausschließen müssen und insofern Hand in Hand gehen können. Entscheidend ist, dass Wettbewerbsfähigkeit nicht länger durch Einsparungen und Rationalisierungen im Personalbereich aufrechterhalten bzw. ausgebaut werden kann. Zu erklären ist dies durch die kontinuierliche Verringerung der Personal- und Lohnkosten in den letzten Jahren. So betrug der Anteil der Personalkosten (am Bruttoproduktionswert) für das verarbeitende Gewerbe im Jahr 2005 gerade einmal 19,1%. Im Vergleich dazu zeigte sich bei den Material- und Energiekosten ein Anteil von 43,7% (Statistisches Bundesamt 2007, Tabellenteil 8, S. 326). In den Fokus zu rücken ist insofern der stetig wachsende Block der Material- und Energiekosten, in dem erhebliche Effizienzsteigerungspotentiale vorzufinden sind (Arthur D. Little et al. 2005). Aufgrund dieser Einsparpotentialen wird das Stoffstrommanagement zu einer Notwendigkeit (v.a. auch vor dem Hintergrund globaler Wettbewerbsstrukturen).

Ein Stoffstrommanagement, so wird noch näher zu zeigen sein, ist auf betrieblicher Ebene zweckmäßig. Es stellt sich allerdings die Frage, inwieweit konkrete Steuerungsaktivitäten auf übergeordneter Ebene – angestrengt durch den Staat – zweckmäßig und Steuerungserfolge zu verzeichnen sind. Als praktisches Beispiel dient der Elektronikschrottbereich, der in Deutschland durch das ElektroG erfasst und bei dem versucht wird, Einfluss auf die Stoffströme zu nehmen.

Neben den technischen Möglichkeiten und den wirtschaftlichen Potentialen ist allerdings stets auch die soziale Dimension zu berücksichtigen. Stoffstrommanagement findet nicht in einem sozial leeren Raum statt. Vielmehr ist dieses Feld durch rege Interaktionsbeziehungen geprägt und immer auch von den (gestaltbaren) unternehmensinternen sowie -externen Handlungsbedingungen abhängig.

## 2

### Soziale Interaktionen und Komplexität

Menschen als auch Unternehmen agieren nicht in einem sozial leeren Raum, vielmehr ist ihr Handeln eingebettet in einen sozialen Kontext, wobei die sozialstrukturellen Bedingungen im Laufe der Zeit Veränderungen unterliegen.

Betrachtet man die Gesellschaft aus Sicht der soziologischen Systemtheorie nach Niklas Luhmann (z.B. Luhmann 1987, 1997, 2002, 1986/2004), dann ist auf folgende Charakteristika der modernen Sozialstruktur hinzuweisen:

Seit Beginn der Industrialisierung und der einsetzenden Arbeitsteilung unterliegt die Gesellschaft einem permanenten Wandel. Die vormalige stratifikatorische Gesellschaft, in der die Gesellschaft hierarchisch aufgebaut war und eine gesellschaftliche Schicht/Klasse eine Vorrangstellung innehatte, wurde allmählich durch die Ausdifferenzierung der Gesellschaft in Funktionssysteme abgelöst. Es entstanden (und entstehen auch heute noch) Systeme, die spezifische Aufgaben für die Gesellschaft erfüllen, so bspw. die Wirtschaft, die Wissenschaft, die Erziehung, die Politik oder aber das Recht. Dabei stehen diese (ungleichartigen) Systeme gleichberechtigt nebeneinander, d.h. keines besitzt einen Primat. Ebenso erzeugt jedes soziale System, wozu neben den Funktionssystemen auch Organisationen, Unternehmen und Interaktionen gehören, Ordnung eigenständig, d.h. es ist selbstorganisierend tätig. Infolgedessen scheint die Vorstellung von extern in ein System eingreifenden direkten Steuerungsaktivitäten obsolet. Jedes soziale System, ob nun die Wirtschaft insgesamt bzw. einzelne Unternehmen oder etwa das Wissenschafts- oder Politiksystem, operiert autonom und kann immer nur durch seine Umwelt, zu der alle anderen Systeme als es selbst gehören, irritiert werden. Eine gezielte Verhaltensdetermination kann aufgrund der bestehenden Wechselbeziehungen (Interdependenzen) zwischen selbstorganisierenden Systemen nicht erreicht werden. Die Komplexität (Variationsvielfalt und Dynamik zwischen Systemelementen) setzt der Steuerbarkeit von Gesellschaften im Ganzen bzw. deren Subsystemen enge Grenzen. Welche Wirkungen also externe Steuerungs- und Kontrolleingriffe in einer zunehmend komplexen Welt haben werden, bleibt stets offen. Hiermit ist allerdings nicht gesagt, dass der Staat oder auch die erstarkende Zivilgesellschaft machtlos wären. Neben der eigenständigen Reproduktion von Ordnung ist ein System immer auch auf die Umwelt, d.h. auf Energie- und Informationsflüsse, angewiesen, worüber es zugleich eine Beeinflussung erfahren kann. Allerdings folgt jedes System einer je spezifischen Logik bzw. Rationalität, d.h. es entscheidet selbst darüber, welche Umweltereignisse von Relevanz und damit anschlussfähig an die je systemtypischen Operationen sind und welche nicht. Durch die Selektion der nur für das jeweilige System relevanten Ereignisse grenzt sich ein System zugleich von seiner Umwelt ab, was soviel bedeutet, als dass sich ein System durch eine je spezifische Selektionsleistung, d.h. durch Komplexitätsreduktion, zuallererst bildet. In den Worten Luhmanns

(1987, S. 250) kann die Differenzierung von System und Umwelt verstanden werden als

„[...] Steigerung der Sensibilität für Bestimmtes (interne Anschlussfähigkeit) und Steigerung der Insensibilität für alles übrige – also Steigerung von Abhängigkeit und von Unabhängigkeit zugleich.“

Insgesamt empfiehlt es sich, aufgrund der veränderten Sozialstruktur, günstige Handlungsbedingungen zu schaffen und hierbei die Handlungslogiken des bzw. der adressierten Systeme zu beachten. Sodann kann das Systemverhalten in sozial wünschenswerte Bahnen gelenkt, d.h. kanalisiert, werden, was etwas anderes bedeutet als ein Verhalten zielgerichtet steuern zu wollen.

### 3

#### **Das betriebliche Stoffstrommanagement**

Stoffstrommanagement definiert Heck (2002) als „[...] eine tief greifende Analyse und gezielte Optimierung von Material- und Energieströmen, die bei der Herstellung von Produkten und Dienstleistungen entstehen.“

Dabei geht ein umfassendes betriebliches Stoffstrommanagement über die bloße Gesetzeskonformität hinaus. Ein Unternehmen beschränkt seine Aktivitäten also nicht auf die Befolgung des bestehenden Rechts bzw. den Einbezug von (Umwelt-)Steuern/Abgaben. Vielmehr agiert es offensiv und übernimmt proaktiv Verantwortung. (Wietschel 2002, S. 27 f.)

Näher spezifiziert die Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des 12. Deutschen Bundestages das Stoffstrommanagement (Deutscher Bundestag 1994, S. 549 f.):

„Unter dem Management von Stoffströmen der beteiligten Akteure wird das zielorientierte, verantwortliche, ganzheitliche und effiziente Beeinflussen von Stoffsystemen verstanden, wobei die Zielvorgaben aus dem ökologischen und dem ökonomischen Bereich kommen, unter Berücksichtigung von sozialen Aspekten. Die Ziele werden auf betrieblicher Ebene, in der Kette der an einem Stoffstrom beteiligten Akteure oder auf der staatlichen Ebene entwickelt.“

#### 3.1

##### ***Motivation***

Für (v.a. material- und energieintensive) Unternehmen sind Kenntnisse der Stoffflüsse (und damit verbundener potentieller Kosteneinsparpotentiale) besonders aus folgenden Gründen von Bedeutung: Zum einen wird das Gewinnmaximierungsprinzip unter den wettbewerblichen Bedingungen zur Handlungsmaxime, womit sich gleichzeitig die Notwendigkeit verbindet, durch das Auffinden von Erfolgspotentialen die (künftige) Wettbewerbsposition aufrechtzuerhalten bzw. zu stärken. Neben ökonomischen Sachzwängen<sup>1</sup> ist ebenso die Einbeziehung gesellschaftlicher, vor allem auch gesetzli-

<sup>1</sup> Die Bedeutung systemspezifischer Eigenlogiken wird durch die soziologische Systemtheorie nach Niklas Luhmann beschrieben. Hiernach ist die Beachtung ökonomischer Gesetzmäßigkeiten für den Erhalt des Wirtschaftssystems von besonderer Bedeutung, so dass es im Wirtschaftssystem nur um Zahlungen geht

cher, Ansprüche in die unternehmerischen Planungs- und Entscheidungsprozesse zu erwähnen, ohne die bspw. ein Entzug der „licence to operate“ oder gesetzlich fixierte negative Sanktionen drohen können.

### **3.2**

#### ***Ziele***

Allgemeines Ziel eines betrieblichen Stoffstrommanagements ist es, Ineffizienzen und damit zugleich Einsparpotentiale aufzudecken, womit sich nicht nur ökonomische sondern ebenso ökologische Vorteile in Verbindung bringen lassen. Die Optimierung betrieblicher Stoffströme erweist sich gerade vor dem Hintergrund knapper Ressourcen (bzw. zu „geringer“ Förder- und Verarbeitungskapazitäten im Vergleich zum bestehenden Nachfrageanstieg) und den damit verbundenen steigenden Rohstoffpreisen (vgl. Kapitel 3.7 des Abschlussberichtes) als besonders lohnenswert.

Dabei hält ein konsequent umgesetztes Stoffstrommanagement verschiedene Vorteile bereit. So erwähnen die Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg und das Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg (1999) die folgenden Aspekte:

- Kostensenkungen (u.a. durch höhere Material- und Energieeffizienz)
- Umweltentlastungen (u.a. Ressourcenschonung, Reststoffminimierung)

(1) Prozessverbesserungen (u.a. verbesserte Kommunikation)

### **3.3**

#### ***Akteure***

Entscheidende Akteure eines betrieblichen Stoffstrommanagements sind die eigenständig planenden, steuernden und kontrollierenden Unternehmen, für die neben ihrem Eigeninteresse auch die gesellschaftlichen Rahmenbedingungen, die vor allem durch den Akteur Staat (bzw. die Staaten, z.B. in Form der EU als Staatengemeinschaft), aber auch durch die Zivilgesellschaft und die Privatwirtschaft selbst gestaltet werden, von Bedeutung sind.

So definieren bspw. die Aktivitäten der unternehmerischen Stakeholder (z.B. Haftungsregelungen, kritische Öffentlichkeit) immer auch die individuellen unternehmerischen Problemkosten und nehmen insofern Einfluss auf das Unternehmenshandeln. Sind die individuellen Problemkosten hoch, wird ein Unternehmen umso eher bereit sein, das eigene Verhalten zu ändern, ganz einfach weil dies als individuell vorteilhaft, als rational, erscheint (Beckmann und Pies 2006, S. 15). Es geht also letztlich nicht darum, moralisches Verhalten einfach einzufordern. Vielmehr sind gesellschaftliche Kosten in individuelle Kostentatbestände zu transformieren, so dass sich durch veränderte

und nicht etwa darum, moralischen Forderungen nach bspw. stärkerem sozial- bzw. umweltorientierten Engagement nachzukommen, es sei denn, ein solches Verhalten wirkt sich positiv auf die finanzielle Situation des Unternehmens aus.



Kosten-Nutzen-Kalküle bei den Akteuren erwünschte Verhaltensweisen und insofern erwünschte soziale Ergebnisse einstellen können.

### 3.4

#### ***Planung und Steuerung***

Planungs-, Entscheidungs- und Steuerungsprozesse innerhalb des betrieblichen Stoffstrommanagements erfolgen auf Unternehmensebene und damit im gesamtgesellschaftlichen Kontext dezentral. Auf Unternehmensebene hingegen hat das Stoffstrommanagement zentrale Züge. Hier geht es um die effiziente und effektive Koordinierung einzelner Aktivitäten durch das Management bzw. (Umwelt-)Controlling, wobei eine Vielzahl an Koordinationsinstrumenten (z.B. Staehle 1999, 555 ff.) zum Einsatz kommen kann. Die Auswahl der für ein Unternehmen geeigneten Koordinationsinstrumente erfolgt dabei in Abhängigkeit vom jeweiligen Kontext (z.B. Unternehmensgröße, Grad der Differenzierung/Arbeitsteilung, Umweltdynamik und -komplexität). So kann angenommen werden, dass bspw. in produzierenden Unternehmen eine zentrale Koordinierung verstärkt dann erforderlich sein wird, wenn die Arbeitsteilung sehr tief ist, wenn also diverse Abteilungen (Einkauf, Logistik, Marketing, Rechnungswesen, F&E, etc.) bestehen, die es im Hinblick auf die Unternehmensziele zu koordinieren gilt (Homann und Suchanek 2005, S. 299).

Den Ausgangspunkt eines Stoffstrommanagements bildet die Kenntnis der existenten Stoffströme, wobei für die Analyse der betrieblichen Stoffströme das Instrument der Stoffstromanalyse (SSA) zur Verfügung steht. Zu den typischen Schritten einer Stoffstromanalyse, dem zentralen Instrument des Stoffstrommanagements, gehören folgende (in Anlehnung an Schwegler et al. 2007, S. 35 ff.):

- **Beschreibung** des bestehenden Systems (Ist-Zustand)
- **Erklärung** von Zusammenhängen
- **Bewertung** des bestehenden Systems
- **Maßnahmenentwicklung und -implementierung**

Eine grafische Abbildung verdeutlicht den (idealisierten) Ablauf einer betrieblichen Stoffstromanalyse (Abbildung 1) (in Anlehnung an Schwegler et al. 2007, S. 36):

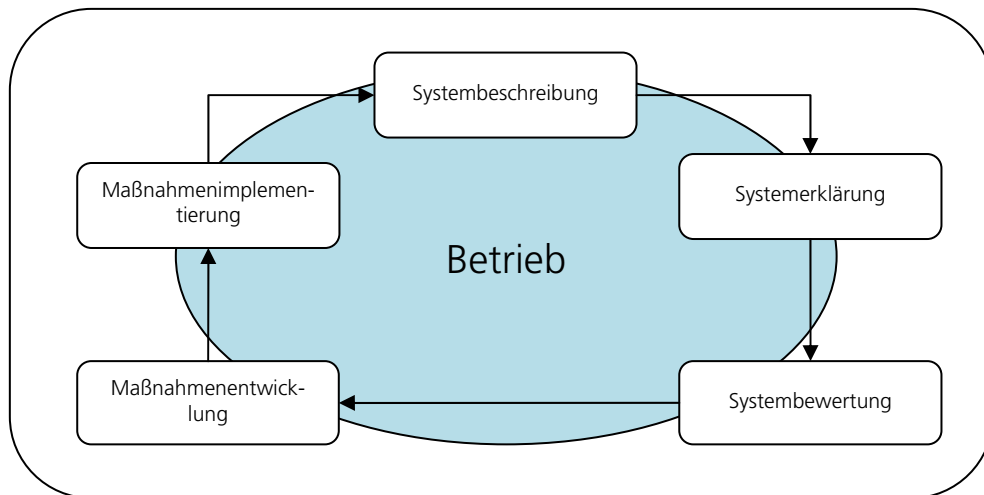


Abbildung 1: Ablauf einer Stoffstromanalyse (modellhaft)

Um das bestehende System beschreiben und erste Problembereiche identifizieren zu können, ist eine entsprechende Informationsbasis in Bezug auf die ökologisch als auch ökonomisch relevanten betrieblichen Stoffströme erforderlich. Für den Planungsprozess benötigt werden diverse (v.a. mengenmäßige) Daten, die als neue Stellgrößen in das Produktionsmanagement eingeführt werden. Hierunter fallen (physikalische Mengen-)Daten zum Einsatz von z.B.:

- Primärrohstoffen
- Sekundärrohstoffen
- Hilfs- und Betriebsstoffen
- Wasser
- Energie
- Abfällen
- etc.

Es sei darauf hingewiesen, dass empirische Stoffstromdaten keine hinreichende Bedingung für die erfolgreiche Problemlösung darstellen. Für das Stoffstrommanagement werden darüberhinaus bspw. technologische (alternative Produktionsverfahren), wirtschaftliche (Investitionskosten, Organisationskosten, etc.) oder auch normative Daten benötigt, um „gute“ Entscheidungen treffen zu können. Unter normativen Daten sind bspw. Vorgaben des Gesetzgebers wie z.B. Grenzwerte zu verstehen (Deutscher Bundestag 1994, S. 568 ff.).

Für die Darstellung bzw. Visualisierung der Stoffströme innerhalb der Stoffstromanalyse dienen u.a. Checklisten, Stoff- und Energiebilanzen sowie Fließbilder und Sankey-Diagramme (Schwegler et al. 2007, S. 36 ff.).

Um adäquate Lösungswege für aufgedeckte Problemfelder entwickeln zu können, wird es darüberhinaus notwendig, die Zusammenhänge innerhalb des existenten Stoffstromsystems erklären und verschiedene (Zukunfts-)

Szenarien durchspielen zu können, womit zugleich die Lernkomponente des betrieblichen Stoffstrommanagements angesprochen wird. Dem bzw. den Menschen in Unternehmen sind dabei verschiedene Werkzeuge an die Hand zu geben. Prinzipiell stehen statische und dynamische Modelle sowie Stoffstromnetze zur Verfügung (Schwegler et al. 2007, S. 39 f.).<sup>2</sup> Hierbei genügt es, Wissen über die bedeutsamsten Zusammenhänge der sonst sehr komplexen Stoffströme zu besitzen. Da ein höherer Detaillierungsgrad immer auch mit einem entsprechenden (Erhebungs-)Aufwand verbunden ist, ergibt sich die Notwendigkeit, den geeignetsten Grad an Detailtiefe anhand der damit verbundenen Kosten und Nutzen abzuwägen.

Für die hieran anschließende Bewertung eines Stoffstromsystems bieten sich verschiedene ökonomische als auch ökologische Bewertungsmethoden an (Schwegler et al. 2007, S. 41 ff.). Zentraler Gegenstand des Bewertungsprozesses ist es, die zuvor erhobenen Daten auf aussagekräftige Kennzahlen zu verdichten, welche die Entscheidungsfindung erleichtern.

Aufbauend auf den erarbeiteten Kenntnissen gilt es, auf Grundlage der erhobenen ökologischen Daten sowie zusätzlich benötigter ökonomischer Daten Handlungsoptionen zu erarbeiten, um die festgelegten Ziele und deren Spezifizierungen (bspw. in Form von Kennzahlen) realisieren zu können. Hierbei sind immer auch die bestehenden Randbedingungen wie bspw. gesetzliche Regelungen und die Ansprüche weiterer Stakeholder zu berücksichtigen.

In Abgrenzung zur Planung, worunter die soeben angeführten Prozesse der Datenerhebung und -bewertung sowie die Maßnahmenentwicklung fallen, sollen unter dem Begriff der Steuerung betrieblicher Stoffströme die Prozesse der Implementierung zielkonformer Maßnahmen sowie deren Erfolgskontrolle (vgl. Kapitel 2.5) zählen.

In Bezug auf Aktivitäten der Planung, Steuerung und Kontrolle sind verschiedene Handlungsebenen zu unterscheiden. Im strategischen Stoffstrommanagement steht die langfristige Entwicklung (Produktionsprogramm, Produktionsverfahren, mögliche Kooperationen, etc.) im Zentrum, wobei diese Ebene eher abstrakter denn konkreter Natur ist. Auf taktischer Ebene (mittlerer Planungshorizont) geht es bspw. um die spezifische Produktgestaltung und die nähere Ausgestaltung z.B. der Beschaffungs-, Produktions- und Entsorgungsstrukturen und damit zusammenhängender Investitionsentscheidungen. Mit kurzfristigen Entscheidungen vor dem Hintergrund der bestehenden Strukturen befasst sich das operative Stoffstrommanagement, wobei hier v.a. die Gestaltung der Geschäftsprozesse (das sog. „Tagesgeschäft“) sowie zeitnahe Anpassungen an veränderte Umweltbedingungen im Vordergrund stehen. Auf allen drei Ebenen finden Planungs-, Steuerungs- und Kontrollprozesse statt. (Wietschel 2002, S. 25 f.)

Vor dem Hintergrund der Globalisierung und einer dadurch bedingten Komplexitätssteigerung (Stichworte: Ereignis-/Handlungsvielfalt) stellt sich aller-

<sup>2</sup> Für eine Einführung in die Thematik der Stoffstromnetze sowie zur Modellierung dieser bspw. durch die Software Umberto© vgl. Schmidt, Keil (2002).

dings die Frage, inwieweit sich die zukünftige Unternehmensentwicklung eigentlich zielorientiert gestalten bzw. steuern lässt.

### 3.5

#### **Kontrolle**

Die Kontrolle innerhalb des betrieblichen Stoffstrommanagements erfolgt zuvörderst durch einen Vergleich der Sollgrößen (Zielvorgaben) mit den Istgrößen, wobei die Kontrolle direkt über Daten aus dem betrieblichen Informationswesen bzw. über das betriebliche (Umwelt-)Controlling möglich ist und v.a. auf Ebene der Unternehmensführung auf verdichtete Kennzahlen (z.B. Abfallquote, Energieeffizienz, Sekundärrohstoffquote) zurückgegriffen wird.

### 3.6

#### **Der Regelkreislauf des Controlling**

Die zuvor beschriebenen Teilaspekte des (Stoffstrom-)Managements – Zielsetzung, Analyse, Planung, Maßnahmenimplementierung und Kontrolle – werden an dieser Stelle durch den allgemeinen Regelkreislauf des betrieblichen Aufgabenbereichs Controlling (mit dem Informationswesen als Kernstück) zusammenfassend dargestellt.

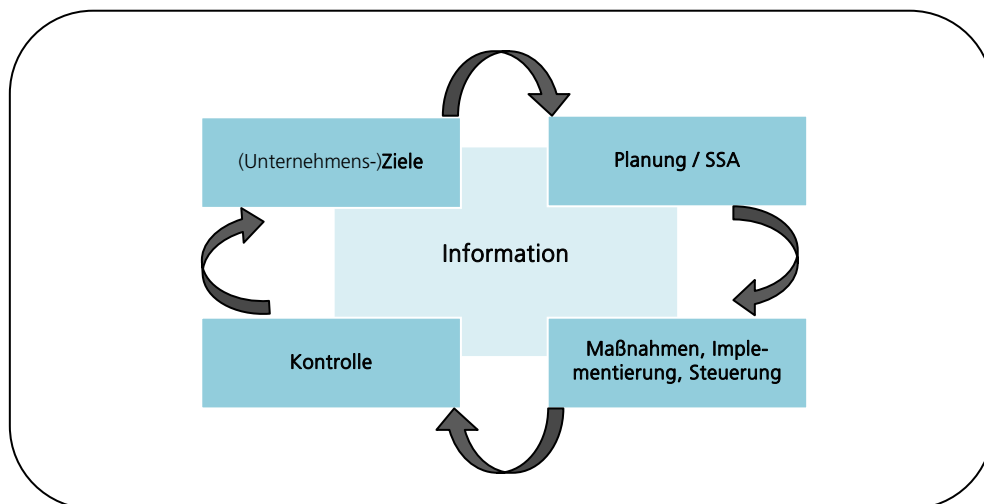


Abbildung 2: Der Controlling-Regelkreislauf

Entscheidendes Moment ist, dass das Stoffstrommanagement vor dem Hintergrund eines entsprechenden Informationssystems stattfindet und stets Rückkopplungen erfolgen, womit sich die Möglichkeit einer prozessbegleitenden Kontrolle verbindet und etwaigen Fehlentwicklungen zeitnah entgegen gewirkt werden kann.

### 3.7

#### **Schlussfolgerung**

Indem sich ein Unternehmen im betrieblichen Stoffstrommanagement aus eigenem Interesse heraus engagiert, können nicht nur individuelle finanzielle Vorteile entstehen, sondern ebenso positive ökologische Wirkungen resultieren. Insofern ist das betriebliche Stoffstrommanagement als Notwendigkeit für die eigene Wettbewerbsposition herauszustellen. Das soeben Gesagte spiegelt insgesamt die Selbststeuerungsfähigkeit des Wirtschaftssystems wider, indem gesellschaftliche Verantwortung (bspw. in Form des Umweltschutzes) als im eigenen Interesse liegend wahrgenommen und umgesetzt wird – eine geeignete Rahmenordnung vorausgesetzt. Dabei ist zu beachten, dass das betriebliche Stoffstrommanagement, betrachtet im gesamtgesellschaftlichen Kontext, immer nur eine Partialsystemoptimierung darstellt. Ein Unternehmen allein kann so durchaus ökonomische und zugleich ökologische Erfolge generieren, doch isoliertes Handeln allein birgt keine großflächigen gesamtgesellschaftlichen Strukturveränderungen. Zur Veranschaulichung schreibt etwa Zadek, hier bezogen auf das soziale Engagement von Unternehmen (2001, S. 74 f.):

„If companies like GAP, Levi and Nike all effectively implement an agreed labour code of conduct throughout their supply chains, it might *directly* benefit perhaps 10 to 20 million workers. This is a painfully paltry number set against the 1.2 billion people living in absolute poverty. That does not make such initiatives wrong or bad – just limited.“

Für den ökologischen Bereich ließe sich ähnliches anführen.

Erwähnenswert ist in diesem Zusammenhang auch, dass aufgrund der Komplexität von Stoffstromsystemen ein vollständiger Überblick über alle Stoffströme (von deren Gewinnung bis zur Entsorgung bzw. „von der Wiege zur Wiege“, um Kreisläufe zu schließen) kaum möglich ist. Dies liegt zum einen an der zunehmenden Arbeitsteilung und der damit verbundenen sinkenden Fertigungstiefe, wodurch Produzenten zu „partiellen Stoffstromlinien“ (Heck 2002, S. 18) werden. Zum anderen ist aber auch die Tatsache zu berücksichtigen, dass Unternehmen oftmals Mehrproduktunternehmen sind oder aber Kuppelproduktionen vorliegen, was zu Problemen bei der Zurechnung von Umweltbelastungen führt (Schmidt und Keil 2002, S. 15 f.). Doch stellt gerade die verursachungsgerechte Zuordnung der Mengenflüsse eine Voraussetzung für die Einleitung von Verbesserungsmaßnahmen dar. Aufgrund der eben erwähnten Umstände kann geschlussfolgert werden, dass bereits auf betrieblicher Ebene eine Optimierung und (Erfolgs-)Kontrolle stets nur für die betrieblichen Stoffströme und damit immer nur für Teile von Stoffstromketten bzw. des (globalen) Stoffsystems sichergestellt werden kann.

Damit ein Unternehmen im Stoffstrommanagement tätig wird, muss es zunächst die Vorteilhaftigkeit dieses Vorhabens erkennen. Dies hängt wiederum von den gegebenen Handlungsbedingungen (z.B. Branche, der zur Verfügung stehenden Ressourcen, Wettbewerbs-/Marktsituation, rechtlicher Rahmen, Öffentlichkeit) ab. Dabei ist der Ordnungsrahmen, der die Hand-

lungen der Akteure kanalisiert, gestaltbar. So wurde in Kapitel 2.3 bereits auf die gestaltbaren Problemlösungen hingewiesen. Zugleich ist zu sagen, dass die Gestaltung der Handlungsbedingungen nicht allein die Aufgabe der Politik ist, sondern ebenso durch das Engagement der Zivilgesellschaft und der Privatwirtschaft selbst geprägt wird. Es kann geschlussfolgert werden, dass zuvörderst die soziale Dimension, d.h. die Gestaltung der Handlungsanreize für und durch die Akteure, zu adressieren ist, um durch einen veränderten Handlungsrahmen tatsächliche Umweltentlastungen (ökologische Dimension) trotz einer – oder gerade: durch die – Orientierung am genuinen Eigeninteresse (Gewinnmaximierung in der Wirtschaft) realisieren zu können. Insofern würde die Verfolgung des Eigeninteresses in den Dienst der Moral genommen (Beckmann und Pies 2006, S. 18).

Entscheidend bei der Betrachtung der Unternehmensebene ist, dass eine Ausrichtung aller Unternehmensaktivitäten durch die Formulierung von Zielen (Oberziele, Abteilungsziele, etc.) und den Einsatz entsprechender Führungsinstrumente zielführend erfolgen kann. Durch Zielfestlegungen, Maßnahmenplanung und -durchführung sowie die notwendige Erfolgskontrolle kann ein Stoffstrommanagement erfolgreich im Unternehmen implementiert werden. Der Implementierungserfolg wird dabei, neben Befehl und Anordnung als traditionelle Führungsinstrumente, durch bspw. folgende Aspekte tangiert: Festlegung von Verantwortlichkeiten, Kontrollstrukturen, Anreizsysteme, Unternehmenskultur. Kritisch hinzugefügt sei allerdings, dass selbst die einzelnen Abteilungen in einem Unternehmen als auch die Unternehmensmitglieder Subsysteme bzw. autonome Einheiten darstellen, womit sich bereits auf Unternehmensebene das Steuerungsproblem aufwirft. Dieses Problem wird ein Stück weit relativiert, wenn man annimmt, dass in Unternehmen engere strukturelle Kopplungen (durch bspw. Rollenerwartungen, Technikeinsatz, Befehle, Regelungen, festgelegte Arbeitsabläufe, Routinen, etc.) bestehen, die insgesamt zu einer Einschränkung der Handlungsmöglichkeiten führen, womit der prinzipiellen Unvorhersehbarkeit des Verhaltens der Unternehmensmitglieder entgegengewirkt werden kann. Zu bedenken ist allerdings, dass Institutionen stets unvollständig sind und ebenso Unternehmen in zunehmend komplexeren Märkten agieren, so dass durch die Gestaltung des (in diesem Fall unternehmensinternen) Handlungsrahmens ein Verhalten der Unternehmensmitglieder zu fördern ist, das unternehmenszielkonform und dem Globalisierungsprozess angemessen ist.

Ob Ordnung im Unternehmen überhaupt allein durch Fremdbestimmung rational herstellbar ist bzw. wie die „richtige“ Balance zwischen Fremd- und Selbstorganisation, was von diversen Faktoren (z.B. Unternehmensgröße, Grad der Arbeitsteilung, Umweltdynamik) abhängt, hergestellt werden kann, wird näher in der Managementliteratur diskutiert. Daher soll an dieser Stelle nicht näher auf diesen Aspekt eingegangen werden.

Neben unternehmensinternen Umständen, ist stets auch von Bedeutung, dass ein Unternehmen nicht isoliert agiert und somit immer auch das Verhalten seiner Mitbewerber bei seinen Entscheidungen antizipieren muss. Vor

dem Hintergrund der globalisierenden Wettbewerbsstrukturen ist zu vermuten, dass ein Stoffstrommanagement, das bei der Aufdeckung und Realisierung von Erfolgspotentialen hilft, zu einer Notwendigkeit für die eigene Existenzsicherung wird. Darüberhinaus ist bspw. zu berücksichtigen, dass die Ausgestaltung des Planungsprozesses über die Akzeptanz der gewählten Strategie/n und Maßnahmen auf der operativen Ebene des Unternehmens mitentscheidet. So kann eine mangelnde Partizipation der operativen Ebene am Planungsprozess eine erfolgreiche Zielrealisierung verhindern, indem bspw. unrealistische Planvorgaben gemacht werden und hieraus ein gestörter Informationsfluss resultiert, was wiederum der Planungsqualität abträglich ist. Um Fehlentscheidungen zu vermeiden bzw. Risiken zu minimieren, werden zuverlässige Informationen benötigt, deren Qualität letztlich immer auch durch die Mitglieder einer Organisation bestimmt wird.

Im Ergebnis ist zu konstatieren: Ein betriebliches Stoffstrommanagement steht und fällt mit der Ausgestaltung der sozialen (unternehmensinternen sowie externen) Interaktionen, d.h. der handlungskanalierenden (internen sowie externen) institutionellen Infrastruktur.

## **4**

### **Stoffstrommanagement auf übergeordneter Ebene**

Stoffstrommanagement auf übergeordneter Ebene kann im Allgemeinen als eine über das einzelne Unternehmen hinausgehende zentral gesteuerte bzw. staatliche Form des Stoffstrommanagements gekennzeichnet werden, wobei eine eingerichtete Schaltstelle die für die Realisierung gesetzlich fixierter Ziele erforderlichen Steuerungs- und Kontrollaufgaben übernimmt.

#### **4.1**

##### ***Zielsetzung, Motivation***

Die Ziele des übergeordneten Stoffstrommanagements entsprechen im Wesentlichen den Zielvorstellungen des zuvor erörterten betrieblichen Stoffstrommanagements. Allerdings scheint die genuine Motivation des Öfteren gesellschafts- und umweltpolitisch geprägt zu sein, so dass insgesamt „höhere“, gesamtgesellschaftliche Ziele in den Fokus rücken. Dem Leitbild der Nachhaltigkeit entsprechend sind neben sozialen und ökologischen Überlegungen stets auch ökonomische Aspekte gleichberechtigt zu berücksichtigen.

## 4.2

### **Akteure**

Hauptakteur eines übergeordneten Stoffstrommanagements ist der Staat bzw. die durch seine Regelsetzung entstehende Behörde bzw. Steuer- und Koordinierungsstelle.

Damit die errichtete Stelle ihre Steuerungs- und Kontrollaufgaben im Hinblick auf die wirtschaftlichen Stoffströme ausüben kann, benötigt sie allerdhand Daten, die v.a. durch den Privatsektor, den es in diesem Fall zu steuern gilt, an die Zentrale zu melden sind. Somit stellen die Unternehmen der Privatwirtschaft eine weitere wichtige Akteursgruppe dar, die neben den Datenmeldungen letztlich in der Pflicht sind, die „Pläne“ des politischen Systems umzusetzen. Die für die „Planerfüllung“ bzw. Zielerreichung notwendigen (Handlungs-)Anreize werden durch die Instrumentenwahl festgelegt, wobei je nach Instrument und Situation nicht nur positive sondern ebenso negative Folgewirkungen resultieren können.

## 4.3

### **Planung und Steuerung**

Planung und Steuerung erfolgen auf dieser Ebene des Stoffstrommanagements auf Grundlage von Daten, die durch die betroffenen Akteure v.a. aufgrund entsprechender Informationspflichten an die eingerichtete zentrale Stelle weiterzuleiten sind. Entscheidender Unterschied zum betrieblichen Stoffstrommanagement ist, dass eine zentrale Stelle nun eine Fülle an Daten verschiedener – unterschiedlich „tickender“ – Unternehmen zu verarbeiten und diverse Informationsflüsse und Handlungen zu koordinieren hat, um gesetzte Ziele realisieren zu können.

Im Allgemeinen lassen sich die gleichen Maßnahmen wie beim betrieblichen Stoffstrommanagement anführen. Speziell in Bezug auf die WEEE-Direktive ist der Grundsatz der erweiterten Herstellerverantwortung (EPR – Extended Producer Responsibility) als eine Maßnahme zu kennzeichnen. Für die deutsche Umsetzung der WEEE-Direktive in Form des ElektroG ist ebenso die dortige Festlegung der zentralen Koordinierung der Logistikprozesse im Elektronikschrottbereich als ein Maßnahmenbeispiel herauszustellen.

Entscheidend ist nun, dass die zentrale Stelle solche Maßnahmen einleiten wird, die der Erreichung der politisch gesetzten Ziele, die dem Wohle der Gesamtgesellschaft dienen, förderlich sind, wohingegen das im Wettbewerb stehende und an Gewinnerzielung interessierte Unternehmen die gesamtgesellschaftliche Dimension weitestgehend vernachlässigen wird.

Für die Zielerreichung im übergeordneten Stoffstrommanagement wird staatlicherseits eine hinreichende Kenntnis der vorhandenen Mittel erforderlich. Zur Verfügung stehende (umweltpolitische) Instrumente des Staates lassen sich in drei Kategorien ordnen (Pies et al. 2005, S. 30 f.):



**Ergebnissteuerung** (*Ordnungsrecht* in Form von Geboten, Verboten, Auflagen; z.B. Quoten, Grenzwerte)

**Handlungssteuerung** (*pekuniäre Anreizinstrumente* und damit direkte Handlungssteuerung durch Subventionen, Abgaben, etc.)

**Rahmensteuerung** (Gestaltung des handlungskanalierenden *Ordnungsrahmens*, d.h. indirekte Handlungssteuerung in Form von zuvörderst handelbaren Eigentumsrechten)

Wo durch das Ordnungsrecht (Punkt 1) eine Mengensteuerung fokussiert wird, setzen pekuniäre Anreizinstrumente (Punkt 2) bei einer preislichen Steuerung an. Insofern wird jeweils an einer Schraube des Marktmechanismus` gedreht, d.h. es erfolgen direkte Eingriffe, um ein politisch angestrebtes Gleichgewicht bzw. Optimum zu erreichen. Zusätzlich ist aber auch die Option der indirekten Handlungssteuerung durch Gestaltung der handlungskanalierenden Institutionen in den Blick zu nehmen. (Pies et al. 2005, S. 30 f.)

Zu berücksichtigen ist, dass durch das Ordnungsrecht regulierend in ein gegebenes Spiel eingegriffen wird, um ein bestimmtes Ergebnis zielgenau zu erreichen. Hierbei werden freilich die Interessen bzw. „Sachzwänge“ (Handlungslogiken) der Akteure vernachlässigt, so dass die Zielerreichung fraglich ist. Für den Abfallbereich stellt die EU in ihrer im sechsten Umweltaktionsprogramm enthaltenen thematischen Strategie für Abfallvermeidung und -recycling heraus (Commission of the European Communities 2003, S. 26):

“Choices about resource use and waste management depend to a large extent on the relative prices of different waste treatment options (landfilling, incineration, gasification, material recycling, etc.). Legislation can be used to mandate changes in behaviour, but as long as price signals run counter to legislative objectives, an incentive exists to circumvent the latter and ever more complex mechanisms are necessary to implement and control the application of legislation.”

Anders als das Ordnungsrecht verändern direkte Preissignale (Punkt 2) die Anreizsituation der Akteure, allerdings bleibt das Handlungs- bzw. Interaktionsergebnis stets offen, da die Realisierung bspw. bestimmter ökologischer Ziele die Festlegung der „richtigen“ Abgaben- bzw. Steuerhöhe voraussetzt. Dies ist allerdings aufgrund der fehlenden Kenntnis der unternehmerischen Grenzkosten sowie der externen, d.h. von der Gesellschaft zu tragenden, Kosten schwerlich möglich. Eine Steuerung mittels Steuern und Abgaben, um ein definiertes Umweltschutzniveau zu erreichen, ist also im wahrsten Sinne des Wortes nicht zielführend.

Anders setzt die indirekte Handlungssteuerung an. Sie zielt auf die (Neu-)Gestaltung der Spielregeln (also: Ordnungspolitik statt Ordnungsrecht!), indem eine intelligente(re) Nutzung des Instruments der Mengensteuerung in Verbindung mit Preissignalen anvisiert wird. Entscheidender Unterschied ist, dass das Ordnungsrecht als flankierende Maßnahme der Preissteuerung eingesetzt, die Preisbildung allerdings dem Markt überlassen wird. Es wird also gezielt die Marktlogik zunutze gemacht. (Pies et al. 2005, S. 30 f.) Als praktisches Beispiel ist der Emissionsrechtshandel zu erwähnen.

#### 4.4

##### **Kontrolle**

Bei einem Stoffstrommanagement auf übergeordneter Ebene kann die Erfolgskontrolle immer nur mittelbar erfolgen, so dass bspw. die Einhaltung eines Gesetzes oder von Verwertungsquoten bzw. die Realisierung gesetzlich festgesetzter Ziele durch Vergleiche entsprechender Daten zu überprüfen ist, wobei sich die Kenntnis der Ist-Daten aus den notwendigen Unternehmensmeldungen speist.

Die modernen Funktionsbedingungen erfordern allerdings, an Stelle der Fremdsteuerung auf Selbststeuerung zu setzen, wobei Selbststeuerung nicht im libertären Sinne („Laissez-Faire“) zu verstehen ist. Vielmehr geht es um „Selbstkontrolle entlang den eigenen Interessen, entlang den Anreizen“ (Homann 1999, S. 183 f.). Dies erweist sich als den modernen Bedingungen am angemessensten bzw. stellt die einzige Kontrollform dar, „[...] die unter den Bedingungen der modernen Gesellschaft lückenlos greift.“ (Homann 1999, S. 184)

#### 4.5

##### **Schlussfolgerung**

Ein übergeordnetes, die Handlungslogiken der Akteure vernachlässigendes Stoffstrommanagement, das auf einer zentralen Verarbeitung von Informationen diverser Akteure beruht, ist zuvörderst mit dem Problem der Unvollständigkeit der Informationen konfrontiert. Gleichzeitig erscheint das Informationshandling aufgrund der vielfältigen, zu berücksichtigenden Informationen als sehr aufwendig, d.h. kostenträchtig. Es kann vermutet werden, dass nicht nur der Kommunikations- sondern ebenso der Koordinationsaufwand recht hoch ist, wobei der Begriff der Kommunikation den Datenaustausch zwischen den beteiligten Akteuren anspricht und mit dem Begriff der Koordinierung Aktivitäten der zentralen Stelle im Hinblick auf die Handlungskoordination der zu steuernden Akteure gemeint ist.

Die Güte der Planungs-, Steuerungs- und Kontrollprozesse hängt im Wesentlichen vom vorliegenden Datenmaterial ab, dessen Qualität v.a. aufgrund der Vielzahl an Akteuren nur schwer sichergestellt werden kann. So können nicht nur die übermittelten Daten fehlerhaft sein, sondern ebenso besteht die Gefahr, dass bei der Übermittlung und ebenso bei der Weiterverarbeitung der übermittelten Daten Informationsverluste auftreten, die das Gesamtergebnis negativ beeinflussen, so dass im Ergebnis die Erreichung übergeordneter Ziele konterkariert wird. Hinzu kommt, dass Informationsverluste umso wahrscheinlicher sind, je geringer die Akzeptanz eines zentralen Stoffstrommanagements bei den involvierten Akteuren ist.

Gerade vor dem Hintergrund eines globalisierenden Wettbewerbs, wo die Unternehmen peinlichst auf ihre Kosten- und Erlössituation zu achten haben, erweisen sich Maßnahmen, die keine preislichen Signale setzen und insofern das genuine Eigeninteresse der im Wettbewerb stehenden Akteure anspre-

chen, als fragwürdig hinsichtlich ihrer Implementierung. Das betriebliche Stoffstrommanagement wird im Zeitalter der Globalisierung zwar zu einer Chance (v.a. in material- und energieintensiven Unternehmen), gleichzeitig muss aber auch festgestellt werden, dass die Möglichkeit einer direkten Handlungssteuerung durch den Staat in diesen Bereich sehr begrenzt ist.

## 5 Identifizierung von Problemfeldern im (übergeordneten) Stoffstrommanagement und Lösungsansätze

Die Problemfelder, die sich mit einem zentralen Stoffstrommanagement in Verbindung bringen lassen, können innerhalb des aus dem betrieblichen Stoffstrommanagement bekannten Steuerungskreislaufs markiert werden. Die einzelnen Problemfelder werden in diesem Kapitel näher betrachtet.

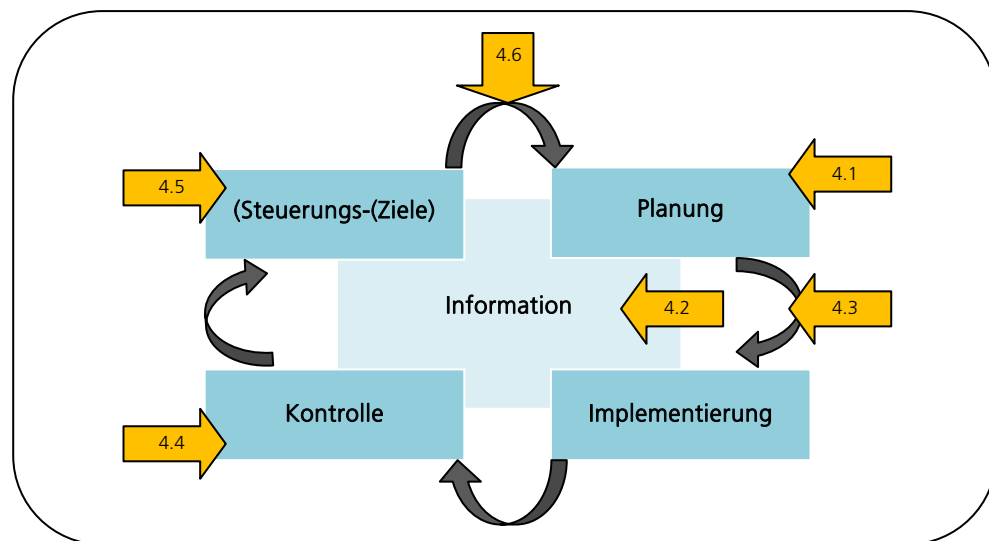


Abbildung 3: Ansatzpunkte für Problemfelder im (übergeordneten) Stoffstrommanagement (innerhalb des Steuerungskreislaufs)

## 5.1

### ***Eigeninteressierte Akteure, Informationsasymmetrien und -defizite***

Informationen als zweckorientiertes Wissen stellen die Basis jeder rationalen Entscheidung dar. Fehlt diese Grundlage bzw. liegen Informationen nicht vollständig vor, so können Entscheidungen fehlerhaft werden und unerwünschte Folgen zeitigen. Problematisch im Hinblick auf das Treffen von Entscheidungen erscheint die Bedeutung des Menschen in solchen Prozessen. Neben der bestehenden Informationsfülle setzt die begrenzte kognitive Informationsverarbeitungskapazität des Menschen rationalen Entscheidungsprozessen eine Grenze.

Liegt nun ein übergeordnetes auf Ordnungsrecht beruhendes Stoffstrommanagement vor, so wird für dessen Erfolg eine Informationsbasis benötigt, die kaum herstellbar ist, denn vielfältige Daten aus den unterschiedlichsten Systemen werden erforderlich, um gesamtgesellschaftliche Ziele, wie sie im Gesetz formuliert werden, erreichen zu können. Vor allem die Eigennutzorientierung der Agenten (autonom agierende Unternehmen, vgl. Abbildung 4) limitiert die Erreichung „höherer“ Ziele im Sinne des Prinzipals (Gesetzgebers). So ist anzunehmen, dass die eingerichtete zentrale Stelle im übergeordneten Stoffstrommanagement der schlecht informierte Prinzipal und die zu steuernden Unternehmen die besser informierten Agenten sind. Da jeder einzelne Akteur, d.h. jedes Unternehmen, autonom agiert und ganz eigene Ziele zu erreichen trachtet, wird er jede Möglichkeit nutzen, unliebsame Regelungen zu umgehen und bspw. im Rahmen eines übergeordneten Stoffstrommanagements Falschmeldungen zu machen. Hierzu kann durchaus ein deutlicher Anreiz bestehen, denn durch wahrheitsgetreue Angaben könnten sich Wettbewerbsnachteile ergeben. Mit Falschmeldungen hingegen wären Kosteneinsparungen möglich, woraufhin es seitens des Prinzipals notwendig wird, (Fremd-)Kontrollbemühungen zu verstärken. So setzen bspw. Quoten, so wie sie auch in der WEEE-Direktive formuliert werden, „[...] eine ökonomische Prämie für Fehlinformationen“ (Pies et al. 2005, S. 24), womit moralisches Verhalten bestraft wird und die Überwachung der Quoteneinhaltung staatlicherseits zu forcieren ist. Dies allerdings führt zu einer Erhöhung der Transaktionskosten.

Letztlich basiert das Wirtschaften auf unzähligen Abstimmungsprozessen und Koordinationsformen zwischen autonom agierenden Akteuren, wobei jeder Akteur immer nur selektiv Informationen aufnimmt und das dezentral vorliegende Wissen immer auch spezifisch, d.h. für die je eigenen Zielsetzungen, nutzt bzw. verarbeitet. Die eigenständige Operationsweise jedes einzelnen Unternehmens kann dabei die Erreichung übergeordneter, d.h. „höherer“, Ziele konterkarieren. Ebenso können externe Steuerungsbemühungen kontraproduktive Folgewirkungen haben, da das Verhalten der Akteure aufgrund ihres autonomen Charakters nicht prognostizierbar und damit nicht kontrolliert steuerbar ist. Allerdings ist der Staat nicht machtlos, denn das Wirtschaften ist durch eine geeignete, anreizkompatible Rahmen-

ordnung gestaltbar, d.h. durch eine Rahmenordnung, die die Handlungslogiken der Akteure zur Realisierung übergeordneter Ziele gezielt nutzt. Da es sich bei den Wirtschaftssubjekten aber weiterhin um autonom agierende Akteure handelt, bleibt auch die Wirkung einer Rahmensteuerung stets offen. Insofern sollte Stoffstrommanagement stets als ergebnisoffener Lernprozess verstanden werden, in dem kontinuierlich die Gestaltung der die Handlungslogiken berücksichtigenden institutionellen Infrastruktur forciert wird.

## 5.2

### ***Kosten der Beschaffung, Speicherung und Verarbeitung von Informationen***

Ausgangspunkt für den hier zu beschreibenden Problembereich ist die Tatsache, dass „[d]ie Komplexität eines Systems [...] im Wesentlichen auf dem Phänomen der Interaktion [beruht]“ (Malik 2000, 385). Hiermit ist gemeint, dass Systeme erst infolge der Interaktionsvernetzung ihrer Elemente an Komplexität zulegen. Das zu bewältigende Koordinationsproblem scheint mit zunehmenden Verhaltensinterdependenzen nicht mehr trivial. Es kann also festgestellt werden, dass sich der Aufwand, der mit der Beschaffung, Speicherung und Verarbeitung von Informationen im Hinblick auf eine erfolgreiche Koordinierung eines Interaktionsverbundes verknüpft ist, mit zunehmender Anzahl an Interaktionen erhöht.

Dies gilt dabei nicht nur für die Koordinierung von Handlungen im Bereich des übergeordneten Stoffstrommanagements sondern bereits auf Ebene des einzelnen Unternehmens. Selbst bei einer geringen Anzahl verknüpfter Elemente entsteht aufgrund der wechselseitigen Beeinflussungsverhältnisse bereits auf Unternehmensebene „[...] das Problem der Informationsverarbeitung und Koordination“ (Malik 2000, 385). Daher ist der Planungsprozess bereits auf Unternehmensebene voraussetzungsreich und hängt so bspw. von Unternehmensgröße, Unternehmensmitgliedern und weiteren Umweltbedingungen ab.

Ein übergeordnetes, die Handlungslogiken der Akteure vernachlässigendes Stoffstrommanagement benötigt für die direkte und kontrollierte Steuerung von Stoffströmen eine (möglichst) vollständige Informationsbasis, die wohl nie, und wenn, dann nur im Zuge steigender Transaktionskosten, erreichbar ist. Für das übergeordnete Stoffstrommanagement ist insofern zu konstatieren, dass es wirtschaftliche Erwägungen als sinnvoll erscheinen lassen können, dass ausschließlich allgemeine Daten (z.B. normative Daten, technologische Daten, Bewertungskriterien) durch einen zentralen Akteur bereitgestellt werden und dieser sich auf die Unterstützung des Aufbaus dezentraler Informationssysteme (Umweltcontrolling, Energie- und Stoffbilanzen, etc.) konzentriert (Deutscher Bundestag 1994, S. 570 ff.). Den lokalen Akteuren verbleibt insofern die notwendige Eigenständigkeit bspw. im Hinblick auf die Analyse sowie Gestaltung der betrieblichen Stoffströme.

### 5.3

#### ***Steuerung, soziale Ergebnisse und Komplexität***

Natürlich kann der Staat inklusive seines Verwaltungsapparates durchaus Daten erheben und zentral bereitstellen. Dies zeigt sich typischerweise in Form der amtlichen Statistiken (z.B. VGR, UGR, Arbeitslosenstatistik, etc.). Die moderne Sozialstruktur verbietet es allerdings, diese Daten für die direkte Verhaltenssteuerung zu nutzen. Schließlich machen die staatlichen Statistiken lediglich für das Politiksystem Sinn, die Unternehmen allerdings greifen auf ganz andere Daten bzw. Informationen und je spezifisches Wissen zurück, was dem Staat nicht vorliegt bzw. durch den Wettbewerb zuallererst entdeckt werden muss. So kann bspw. gesagt werden, dass für die Politik aggregierte (!) wirtschaftliche Daten wie z.B. die Arbeitslosenrate, die Kriminalitätsrate, Umweltbelastungsraten in Bezug auf bestimmte Stoffe, etc. von Interesse sind, diese Daten aber für das Wirtschaftssystem kaum eine Relevanz besitzen (Luhmann 2002, S. 131; Luhmann 1986/2004; S. 221). Deutlich stellt Luhmann (2002, S. 131) heraus:

„In Firmen achtet man auf die Bilanz, auf Aufträge, die man bekommt, auf die Preise, auf das, was die Konkurrenz macht, auf die Zunahme und Abnahme der Nachfrage und damit der Produktionsmöglichkeiten. Diese Informationswelt ist systemspezifisch ökonomisch. Ob sich hier jemand jemals an Arbeitslosenstatistiken orientiert, ist sehr die Frage.“

Das geringe wirtschaftliche Interesse an aggregierten Daten ist vor allem dadurch zu erklären, dass die generierten Raten auf der Makroebene durch eine Vielzahl von Akteuren auf der Mikroebene generiert werden und der einzelne Akteur auf die aggregierten Ergebnisse kaum Einfluss hat (Beckmann, Pies 2006). Es ist also für den einzelnen Akteur rational, diese Raten nicht in sein Kalkül aufzunehmen und damit zu vernachlässigen.

Das soeben Gesagte bedeutet letztlich, dass sauber zwischen der handlungsbestimmenden Qualität der Informationen auf Mikroebene und den kaum kontrollierbaren Ergebnissen auf der Makroebene zu unterscheiden ist: Die auf Makroebene generierten Tatsachen haben nur für das Politiksystem eine Relevanz. Das Wirtschaftssystem selbst ist mit der Verarbeitung ganz anderer Informationen befasst – und dies aus guten Grund, weil nämlich der einzelne Akteur keine Kontrolle über die sich ergebenden Raten auf der Makroebene hat und diese daher in seinen Entscheidungen rational vernachlässigt.

Da nun das einzelne System „Organisation“ bzw. „Unternehmung“ beständig mit Komplexitätsreduktion befasst ist und insofern stets „geordneter“ ist als seine jeweilige Umwelt, kann es sogleich als ein Ort geringer Komplexität (Luhmann 1987, Kapitel 5) verstanden werden. Der Markt hingegen, der weniger ein System als vielmehr die „interne Umwelt“ des Wirtschaftssystems darstellt (Luhmann 1988, Kapitel 3), kann aufgrund der vielfältigen und dynamischen Verflechtungen, die zwischen diversen Akteuren bestehen, bzw. aufgrund der existierenden Vielfalt an Wirklichkeitskonstruktionen, d.h. des reichen Spektrums an Perspektiven auf die Umwelt (Polykontextualität

des Marktes), als hochkomplexe Erscheinung interpretiert werden. Infolgedessen lässt sich Folgendes ausführen: Unternehmen sind kontinuierlich damit befasst, die je spezifische Umweltkomplexität handhabbar zu machen. Hierbei stellt das Politiksystem die Umwelt des Wirtschaftssystems dar. Da nun aber die Politik keine direkte Einflussmöglichkeit hat, ist sie darauf angewiesen, die richtigen Signale auszusenden, damit sie von den Unternehmen auch aufgenommen und verarbeitet werden. Will der Staat, der selbst nur ein die Umweltkomplexität reduzierendes System darstellt, in die Vorgänge des Wirtschaftssystems steuernd eingreifen und insofern die unterschiedlich „tickenden“, weil unterschiedliche Interessen verfolgenden, Akteure in eine bestimmte (zentral formulierte) Richtung lenken, so werden die Wirkungen stets unvorhersehbar bleiben. Je nachdem wie, d.h. mit welchen Instrumenten, der Staat die Wirtschaftsakteure anspricht, können sich positive, negative und ebenso neutrale Wirkungen ergeben. Es kommt immer darauf an, ob staatliches Handeln durch die Unternehmen als Information wahrgenommen und somit verarbeitet wird, oder ob es aufgrund der falschen „Sprache“ bei einem Rauschen (Luhmann 1986/2004, S. 65), das die Unternehmen nicht erreicht, bleibt (vgl. Abbildung 4). Letztlich heißt dies, dass bspw. Umweltschutz bzw. ein entsprechendes Verhalten nicht angeordnet werden kann. Vielmehr sind günstige Bedingungen zu schaffen, die eine realistische Chance haben, die Unternehmen zu einem bestimmten Verhalten zu stimulieren und insofern erwünschtes Verhalten mit gesamtgesellschaftlich positiven Wirkungen auszulösen. Die Vorstellung einer direkten Ergebnissteuerung, d.h. der kontrollierten Realisierung wünschenswerter sozialer Zustände, wird vor dem Hintergrund hochkomplexer moderner Gesellschaften entzaubert.

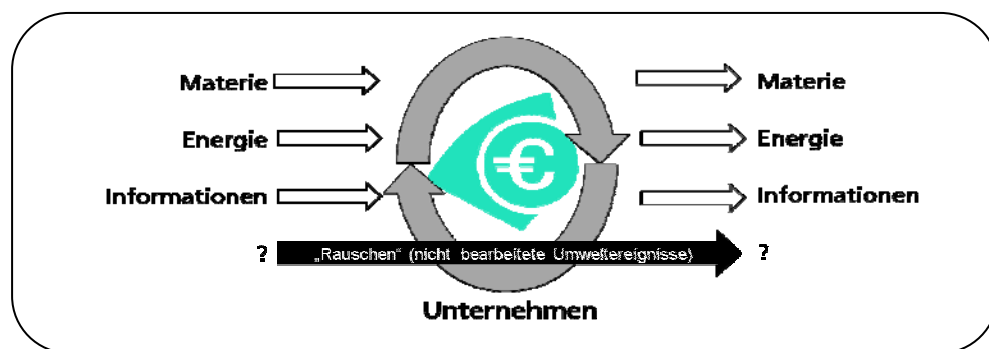


Abbildung 4: Das Unternehmen als autonom operierendes und gleichzeitig umweltoffenes System

## 5.4

### ***Kontrolle***

In Bezug auf den Kontrollaspekt ist zunächst festzuhalten, dass auf Unternehmensebene über die Nutzung des Controllings entsprechende Kontrollmöglichkeiten in Bezug auf das betriebliche Stoffstrommanagement (Kreislaufführungen, Materialverbrauch und -substitution, Logistik/Transport, etc.) gegeben sind, so dass sich die Tätigkeiten im Unternehmen unter dem Effizienzgesichtspunkt beurteilen und notwendige Korrekturmaßnahmen zeitnah einleiten lassen. Die Erfolgskontrolle im Hinblick auf die Erreichung betrieblicher bzw. unternehmerischer Ziele ist auf Unternehmensebene also prinzipiell gegeben.

Anders sieht dies auf übergeordneter Ebene aus, wo die Realisierung „höherer“ Ziele (Reduktion Abfallaufkommen, Klimaschutz, etc.) im Vordergrund steht. Hierbei handelt es sich stets um Größen, die sich aus den vielfältigen Interaktionen speisen. So lässt sich bspw. die Umweltverschmutzung in Form z.B. hoher THG-Emissionen oder eines hohen Abfallaufkommens nicht als Aktions- sondern vielmehr als Interaktionsergebnis interpretieren. Da also soziale Zustände (z.B. der Grad der Umweltverschmutzung) letztlich von einer Vielzahl von Akteuren hervorgerufen werden, hilft für die Problemlösung individuelles Engagement wenig. In Situationen, in denen sich das Handlungsergebnis nicht individuell kontrollieren lässt, wird es insgesamt notwendig, den Ordnungsrahmen, der die Handlungen der Akteure kanalisiert, so zu modifizieren, dass im Ergebnis der Interaktionen erwünschte soziale Ergebnisse erzielt werden können. (Beckmann und Pies, 2006)

## 5.5

### ***Effektivität vs. Effizienz als Handlungstreiber***

Anders als das betriebliche Stoffstrommanagement, in dessen Zentrum neben der Effektivität vor allem die Gewinnerzielung bzw. Kosteneinsparung und damit der Effizienzgedanke steht, fokussiert das übergeordnete Stoffstrommanagement alleinig die Effektivität. Dabei meint Effizienz das Erreichen eines vorgegebenen Ziels mit minimalen Mitteleinsatz bzw. die Maximierung des Nutzens bei gegebenem Mitteleinsatz, wohingegen der Begriff der Effektivität auf den Grad der Zielerreichung abstellt. Wo also die Effektivität das „Was“ fokussiert, stellt die Effizienz auf das „Wie“ der Zielerreichung ab und berücksichtigt damit gleichzeitig den Aufwand, der sich mit der Zielerreichung verbindet.

Bei einem übergeordneten, staatlich gesteuerten Stoffstrommanagement geht es in erster Linie um die Erreichung der vor allem zum Wohle der Gesellschaft gesetzlich definierten Ziele. Primär ist insofern nur entscheidend, ob ein Ziel erreicht wurde oder nicht, was vornehmlich beim Einsatz des Ordnungsrechts zu beobachten ist. Der dazu erforderliche Aufwand wird bei einer solchen Perspektive vernachlässigt.



Hierzu merkte bereits die Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ in ihrem Bericht „Die Industriegesellschaft gestalten – Perspektiven für einen nachhaltigen Umgang mit Stoff- und Materialströmen“ aus dem Jahre 1994 kritisch an:

„Im Vordergrund sollte immer die Effizienz stehen, was den Akteur Staat auf das Setzen von Rahmenbedingungen, beispielsweise von Umweltzielen, spezialisiert, während die Wirtschaft der eigentlich handelnde Akteur ist, der stets mit anderen Akteuren (Anspruchsgruppen) in einer marktorientierten Wechselwirkung steht“ (Deutscher Bundestag 1994, 550).

## 5.6

### ***Anpassungsgeschwindigkeit und Zeit im Allgemeinen***

Wird zwischen Fremd- und Selbstorganisation unterschieden, so kann vermutet werden, dass Ersteres in der hochkomplexen modernen Gesellschaft eine geringere Anpassungsgeschwindigkeit besitzt als Letzteres. Dies liegt vor allem daran, dass im Rahmen der Fremdorganisation im gesamtgesellschaftlichen Kontext Anpassungsprozesse nicht innerhalb eines Systems gehandhabt werden, sondern die Unternehmensumwelt glaubt, direkte Einflussmöglichkeiten mit kontrolliert herbeiführbaren Ergebnissen zu besitzen. Da Steuerung hierbei also nicht systemintern erfolgt, sondern den Umweg über die Unternehmensumwelt geht, sind Verzögerungen unumgänglich. So wird ein Unternehmen aufgrund beständiger Rückkopplungsprozesse bzw. Feedbacks viel schneller Anpassungen vornehmen können als dies in einer Situation möglich wäre, in der eine externe Instanz die Regulierung von Aktivitäten vornimmt, wofür im Rahmen eines übergeordneten SSM, das auf Fremdsteuerung setzt, stets auch entsprechende, möglichst vollständige Daten benötigt werden, um gesellschaftliche Ziele realisieren zu können. Die vielfältigen Wechselbeziehungen zwischen wirtschaftlichen Akteuren machen es im Prinzip unmöglich, vollständiges und ebenso aktuelles Detailwissen für eine zielgenaue externe politische Steuerung zu generieren. Insofern werden beständige Feedbackschleifen aufgrund des Aufwandes einer kontinuierlichen Datenerhebung, die ein zeitnahes Reagieren ermöglichen würden, konterkariert.

Aus Sicht der Systemtheorie sind im Zusammenhang mit der Anpassungsgeschwindigkeit die unterschiedlichen Zeithorizonte von Politik und Wirtschaft von Bedeutung. So schreibt Luhmann (1986/2004, S. 112 f.):

„Auch wenn zum Beispiel fossile Brennstoffe rasch abnehmen, mag es „jetzt noch nicht“ rentabel sein, auf andere Energieträger umzustellen. [...] [So kann] [d]ie allmähliche Erschöpfung von Ressourcen oder auch der bevorstehende Termin einer politischen Wahl [...] für das ökonomische Kalkül bedeutsam sein – aber ob oder ob nicht entscheidet sich in der Wirtschaft nach deren eigenen Bedingungen.“

Die je spezifischen Zeithorizonte verhindern also adäquate – weil notwendige – Reaktionen auf bspw. Missstände in der natürlichen Umwelt durch

Politik und Wirtschaft. Im Hinblick auf die Unerlässlichkeit einer systemspezifischen Zeitkonstruktion merkt Luhmann (1987, S. 255) an:

„Zeitautonomie [...] ist [...] eine unerläßliche Vorbedingung für Autonomie in Sachfragen. Müßte ein System auf Umweltereignisse, die es betreffen, immer in dem Zeitpunkt reagieren, in dem sie vorkommen, hätte es kaum Chancen zur Wahl seiner Reaktionsweisen. Nur Voraussicht einerseits und Verzögerung andererseits eröffnen einen Spielraum für eigene Strategien.“

Dass die ökologische Dringlichkeit von Problemen und die unterschiedlichen Zeithorizonte von Politik und Wirtschaft zusammenfallen und insofern auf ökologische Probleme zügig durch Politik und Wirtschaft reagiert wird, ist folglich als höchst voraussetzungsreich zu betrachten und stellt die Gesellschaft insgesamt vor neue Herausforderungen. Hierzu stellt Willke (2001, S. 89) fest:

„Im Ergebnis bedeutet dies [d.h. der Umstand der unterschiedlichen Zeitlichkeiten], dass es in der Koordination verschiedener Systeme schwieriger wird, passende Zeitfenster (»windows of opportunity«) zu finden, in denen gegenüber abschließenden Sachzwängen und Zeitdynamiken überhaupt noch Offenheiten für die Möglichkeit wechselseitiger Beeinflussung gegeben sind.“

## 5.7

### **Zusammenfassung**

Die Problembereiche im Stoffstrommanagement, die sich teilweise bereits auf Unternehmensebene zeigen, sind an dieser Stelle zusammenfassend aufgeführt:

- Eigeninteresse bzw. unterschiedliche Handlungslogiken der Akteure
- Informationsasymmetrien und -defizite im Hinblick auf eine erfolgreiche Planung und Umsetzung
- Kosten der Informationsbeschaffung, -speicherung und -verarbeitung
- Komplexität sozialer (als auch ökologischer) Interaktionen
- Kontroll- und Steuerungsprobleme
- Transaktionskosten
- Orientierung an Effektivität denn an Effizienz
- Anpassungsgeschwindigkeit, unterschiedliche Zeitlichkeiten

Aus den vorangegangenen Überlegungen lässt sich darüberhinaus ein tabellarischer Vergleich der unterschiedlichen Steuerungsansätze – betriebliches versus übergeordnetes SSM bzw. systeminterne versus systemexterne Steuerung – vornehmen. Hierfür wird das Wirtschaftssystem dem Politiksystem kontrastierend gegenübergestellt (vgl. Tabelle 1).

Tabelle 1: Gegenüberstellung der Steuerungsdimensionen Wirtschaft und Politik

STOFFSTROMMANAGEMENT		
„UNTERNEHMEN“	SYSTEM / AKTEUR	„POLITIK“
<p><b>Gewinn</b></p> <p>Soziale und ökologische Ziele einbezogen, falls sie Gewinn versprechen bzw. Untätigkeit bestraft würde (durch Gesetz, Kundenboykott, Imageverluste, etc.)</p>	<p><b>(Steuer-)Ziele allgemein</b></p>	<p>Soziale, ökologische bzw. ganz allgemein „höhere“ <b>gesamtsocietische Ziele</b></p>
<p>... basiert auf dem <b>Eigeninteresse</b> der Akteure</p> <p><u>Handlungstreiber</u>: <b>Effizienz</b></p>	<p><b>Entscheidung für ein Stoffstrommanagement ...</b> (Handlungstreiber)</p>	<p>... trifft der Gesetzgeber und erlässt entsprechende <b>Gesetze</b>, wobei verschiedene Umsetzungsoptionen bestehen (vgl. Mittel)</p> <p><u>Handlungstreiber</u>: <b>Effektivität</b></p>
<p><b>lokale Optimierung</b> der betrieblichen Stoffströme (Unternehmensebene)</p>	<p><b>Ziel SSM</b></p>	<p><b>globale Optimierung</b> der Stoffströme bspw. einer Volkswirtschaft (gesamtsocietische Ebene)</p>
<p><b>Unternehmensphilosophie</b> <b>Organisationsstruktur</b> <b>Unternehmenskultur</b> <b>div. Führungsinstrumente</b></p>	<p><b>Mittel (grob)</b></p>	<p><b>direkte Ergebnis- bzw. Handlungssteuerung</b> (Mengensteuerung in Form des Ordnungsrechts bzw. Preissteuerung in Form von Steuern, Abgaben, Subventionen)</p> <p><b>indirekte Handlungsanreize</b> (Gestaltung der institutionellen Infrastruktur)</p>
<p><b>Selbstorganisation</b> (stimuliert durch die Unternehmensumwelt)</p>	<p><b>Organisationstyp (im gesamtsocietischen Kontext)</b></p>	<p>Im Extremfall: <b>Fremdorganisation</b> in Form von Handlungsvorgaben (Ordnungsrecht); im Idealfall: Stimulierung der <b>Selbststeuerungskräfte</b> des Wirtschaftssystems</p>
<p><b>begrenzt</b> (beständige Reduktion der Umweltkomplexität im Unternehmen)</p>	<p><b>Komplexität</b> (im Steuerungsfall im Hinblick auf die Erreichung gesetzter Ziele)</p>	<p><b>hoch</b> (politische Steuerung bedeutet, dass versucht wird, die vielfältigen Interaktionen zwischen den autonom agierenden Akteuren, d.h. komplexe Prozesse, zu steuern)</p>
<p><b>Management</b></p>	<p><b>Sender</b> (der Steuerungs- und Kontrollaktivitäten)</p>	<p><b>Politik</b>, jeweilige Behörde</p>
<p><b>Unternehmensmitglieder</b></p>	<p><b>Adressat/en</b> (der Steuerungs- und Kontrollaktivitäten)</p>	<p>autonom agierende Akteure (<b>Unternehmen</b>)</p>

STOFFSTROMMANAGEMENT		
„UNTERNEHMEN“	SYSTEM / AKTEUR	„POLITIK“
... <b>systemintern</b> (innerhalb des sozialen Systems „Unternehmung“)	Einflussnahme des Senders in Form von Steuerungs- bzw. Kontrollaktivitäten, d.h. <b>Ordnungsbildung</b> , vollzieht sich ...	... <b>systemextern</b> (durch politische Steuerung des Wirtschaftssystems)
... <b>selektiver Art</b> , d.h. problem- bzw. aufgabenspezifisch, um die Unternehmensziele realisieren zu können	Die für die zielorientierte Steuerung <b>erforderliche Datenbasis ist ...</b>	... möglichst <b>vollständig</b> (um übergeordnete, gesamtgesellschaftliche Ziele erreichen zu können im Sinne einer „Feinsteuerung“ (Deutscher Bundestag 1998, S. 92 et passim) bzw. <b>zweckmäßig</b> im Sinne einer „Grobsteuerung“ (Deutscher Bundestag 1998, S. 92 et passim)
<b>gegeben</b> (auf Unternehmensebene, da es sich um individuell steuer- und kontrollierbare <b>Aktionsergebnisse</b> handelt)  <u>Beispiel:</u> Materialsubstitution, Materialverbrauch, Kreislaufführungen, Logistik, etc.	<b>Ergebniskontrolle des einzelnen Akteurs</b>	<b>nicht gegeben</b> (in Bezug auf die Erreichung „höherer“ Ziele, da es sich um kaum bzw. nicht kontrollierbare <b>Interaktionsergebnisse</b> handelt)  <u>Beispiel:</u> Abfallaufkommen, Klimawandel, Umweltverschmutzung, etc. (als nicht intendierte Wirkungen individuell rationalen Verhaltens)

Neben der ausführlichen tabellarischen Darstellung seien abschließend die wichtigsten Punkte hinsichtlich des Vergleichs eines betrieblichen mit einem übergeordneten, auf Vollinformation beruhenden und die Handlungslogiken der Akteure vernachlässigenden Stoffstrommanagement in einer knappen Übersicht dargestellt (Abbildung 5).

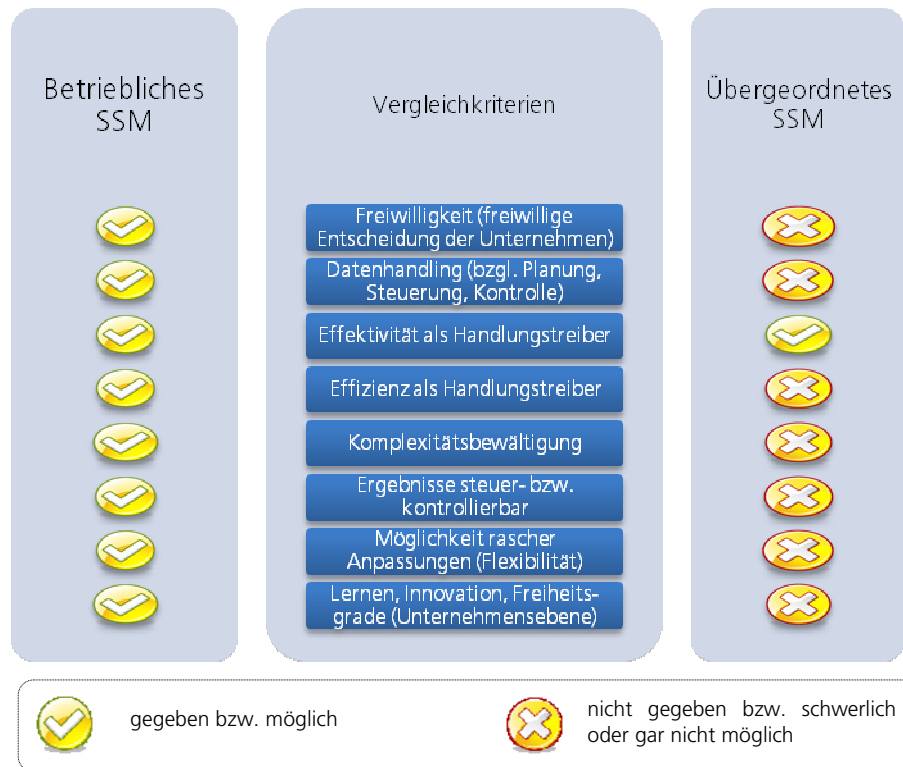


Abbildung 5: Vergleich betriebliches versus übergeordnetes (zentrales, auf Vollinformation beruhendes) SSM anhand ausgewählter Kriterien

## 6

### Die Neuregelung der Elektronikschrottentsorgung – Kosten als Steuergröße bzw. Produktinnovationen durch Kostenzuordnung per EPR-Grundsatz?

Nach Inkrafttreten des ElektroG ist die Entsorgungsstruktur in Deutschland wesentlich komplexer geworden, nicht zuletzt durch neue Akteure und neue Verantwortlichkeiten und die damit verbundene Ausweitung und Vernetzung von Interaktionen.

Neu ist, dass nicht mehr länger die öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger Verträge mit entsprechenden Entsorgern schließen, sondern dies in den Aufgaben- bzw. Verantwortungsbereich der Gerätehersteller fällt, denn gem. § 10 ElektroG geht die Verantwortung für die operativen Entsorgungstätigkeiten auf die Hersteller über. Die Hersteller wiederum beauftragen entsprechende (Entsorgungs-)Dienstleister, die die Pflichten der Hersteller übernehmen und ebenso die erfassten Daten zu den Mengenströmen an die Hersteller, die diese für die Erfüllung ihrer (Mitteilungs- und Informations-)Pflichten gem. § 13 benötigen, weiterzuleiten haben. Insgesamt sind also die Hersteller eigenständig für die Wahl entsprechender Dienstleister verantwortlich. Dies soll ihnen sogleich die Möglichkeit bieten, die Höhe der

individuell anfallenden Entsorgungskosten zu beeinflussen. Hierüber soll ein Anreiz geschaffen werden, Geräte im Hinblick auf Langlebigkeit sowie Reparatur- Demontage- und Recyclingfähigkeit zu optimieren. Fraglich bleibt hierbei jedoch, inwieweit die Hersteller durch die Neuregelung der Verantwortlichkeit tatsächlich einen Anreiz haben, in ein verändertes Gerätedesign zu investieren.

Aus der modernen soziologischen Systemtheorie nach Niklas Luhmann lässt sich ein entscheidendes Moment herausstellen: Der Einfluss des Politik- bzw. Rechtssystems auf das Wirtschaftssystem ist infolge der modernen sozialstrukturellen Bedingungen (v.a. aufgrund der Ausdifferenzierung der Gesellschaft in gleichrangige Funktionssysteme und der bestehenden Komplexität) begrenzt. Damit verknüpft ist die Feststellung, dass hierarchische und fremdbestimmte Steuerungsmuster immer weniger greifen. Insofern wird der Glaube an eine zentrale Steuerbarkeit des Wirtschaftssystems entzaubert. Es lässt sich schlussfolgern, dass die Instrumentendiskussion bei Berücksichtigung systemtheoretischer Erkenntnisse eine ganz neue Qualität erhält.

Die soeben angeführte Begrenztheit staatlicher Einflussnahme auf die Wirtschaft lässt sich anhand der WEEE-Direktive veranschaulichen. Hierfür wurden im Kapitel 2 des Abschlussberichtes die normativen Vorgaben der WEEE-Richtlinie hinreichend dargelegt. An dieser Stelle ist näher zu konstatieren, dass das europäische Regelwerk im Bereich der Elektro(nik)altgeräteentsorgung die Kostenebene fokussiert. Über die Verantwortungszuweisung an die Hersteller (EPR = Extended Producer Responsibility) sollen die in der Richtlinie festgesetzten normativen Vorgaben erreicht werden, wobei mit der Übertragung der finanziellen Verantwortung der Gedanke einhergeht, dass die zu tragenden Entsorgungskosten als Steuergröße im Unternehmen eine für die Erreichung der WEEE-Ziele entsprechende Impulswirkung entfalten.

Aus einer systemtheoretischen Perspektive sind hierbei jedoch Einwände angebracht. Zunächst sei ganz allgemein festgehalten, dass das Wirtschaftssystem einer spezifischen Logik bzw. Rationalität folgt und in der Tat das Medium Geld dominiert. Hieraus lässt sich ableiten, dass sich die Wirtschaftsakteure durch Preise in Form von Ausgaben oder aber Einnahmen zweifelsohne irritieren lassen, denn sie haben entscheidenden Einfluss auf die eigene Wettbewerbsposition. So scheint zunächst, als würde die WEEE-Direktive die richtige Richtung einschlagen. Bei näherer Betrachtung erweist sich allerdings der in der Richtlinie feststellbare Fokus auf die Entsorgungskostenfinanzierung durch die Hersteller als wenig hilfreich, wenn man bedenkt, dass sich die Entsorgungskosten durch marktwirtschaftliche Prozesse bilden, worauf der Gesetzgeber wiederum keinen bzw. kaum Einfluss hat. Sollen aber Kosten als Steuergröße eine positive gesellschaftliche Wirkung entfalten, müssen die Entsorgungskosten entscheidungsrelevant werden, was im derzeit bestehenden deutschen WEEE-System eindeutig nicht der Fall ist. Die Höhe der sich durch wettbewerbliche Selbstregulierung einstellenden Entsorgungskosten wird damit zu einer notwendigen Bedingung für den Regulierungserfolg. Zu bedenken ist, dass lediglich durch die neue Verant-

wortlichkeit der Hersteller für die Entsorgungsfinanzierung die Lenkungs-funktion der Märkte keine Verbesserung erfährt. Vor diesem Hintergrund relativiert sich die Bedeutung des gewählten Steuermediums der WEEE-Richtlinie erheblich. Allein die Neuregelung der Entsorgungsfinanzierung per EPR-Grundsatz kann vor dem Hintergrund der marktwirtschaftlichen Selbstregulierung (Stichwort: Wettbewerb) nicht das Mittel der Wahl sein.<sup>3</sup>

## 7

### Fazit

Im Allgemeinen ist zu konstatieren, dass die Ziele, die durch die WEEE-Direktive bzw. das ElektroG anvisiert werden, gerade aus einer gesamtgesellschaftlichen Perspektive erstrebenswert und daher ehrenhaft sind. Allerdings bleibt zweifelhaft, ob der gewünschte Erfolg auch tatsächlich realisiert wurde. Es gibt Hinweise, die das Gegenteil herausstellen. So wird von Seiten der Deutschen Umwelthilfe (DUH 2007) u.a. die gesunkene Wiederverwendung in Folge einer zunehmenden Zerstörung und Ausbeutung der Altgeräte beklagt. Aus wissenschaftlicher Perspektive erklärt Bohr (2007, v.a. Kap. 4) die Existenz illegaler Exporte im bestehenden System und die UNU (2007, Kap. 8.1.1) stellt u.a. den gestiegenen administrativen Aufwand bei den betroffenen (v.a. mittelständischen) Unternehmen heraus.

Interessant ist, dass Praxisberichte (z.B. DUH 2007) konkret von Fehlsteuerungen der WEEE-Direktive sprechen. Allerdings kann aufgrund der Komplexität des Problems letztlich nicht davon ausgegangen werden, dass allein die WEEE-Direktive die Büchse der Pandora öffnete.

Festzuhalten ist jedoch Folgendes: Statt das Verhalten der Akteure anreizkompatibel in den Dienst der Erreichung ökologischer Ziele zu nehmen, führt die Illusion einer direkten Steuerungsmöglichkeit inklusive des Einsatzes ungeeigneter Instrumente in eine Sackgasse und kann dabei diverse negative Folgewirkungen, wie sie soeben beispielhaft erwähnt worden, provozieren.

Es muss festgestellt werden, dass das derzeitige System der Elektro(nik)altgeräterücknahme und -verwertung auf ein wenig zweckmäßiges Mischsystem, das zwischen Ordnungsrecht und Marktwirtschaft liegt, hinausläuft. So hat der Gesetzgeber Umweltziele festgesetzt und die Verantwortung in die Privatwirtschaft transferiert, doch hat er versäumt, die für die Zielerreichung notwendigen Anreize zu schaffen. Die mit der Verankerung des EPR-Grundsatzes verbundene neue Finanzierungsverantwortung der Hersteller für Elektro- und Elektronikaltgeräte vernachlässigt, dass sich die Entsorgungskosten marktgetrieben ergeben, so dass die erhofften Wirkungen (u.a. Produktinnovationen) ausbleiben, solange die Entsorgungskosten gering sind und daher kein finanzieller Anreiz für Verhaltensänderungen besteht.

<sup>3</sup> Für eine nähere Analyse mittels Rational-Choice-basierter Interaktionsökonomik vgl. Görlach, Schmidt, Hottenroth (2008).

Betrachtet man nun das übergeordnete SSM im Vergleich zu einem betrieblichen SSM im Allgemeinen, so ist herauszustellen, dass sich im Hinblick auf das übergeordnete (zuvörderst durch Vernachlässigung der Handlungslogiken gekennzeichnete) Stoffstrommanagement eine Feinsteuerung durch Vollinformation als zu aufwendig und daher unwirtschaftlich erweist. Darüberhinaus werden die benötigten Daten nie vollständig vorliegen können und ebenso kann die Aktualität der Informationen bezweifelt werden. Folglich hat das auf Vollinformation beruhende übergeordnete Stoffstrommanagement aufgrund der Komplexität sozialer (als auch ökologischer) Prozesse kaum Aussicht auf (Steuerungs-)Erfolg, denn: Jedes einzelne System provoziert aufgrund der gegebenen dynamisch-vernetzten Beziehungen zwischen den vielfältigen Systemen durch externe Steuerungsversuche Wirkungsketten, die sich kaum mehr kontrollieren lassen. Unabhängig von der ursprünglichen Intention einer Einflussnahme auf ein einzelnes System, werden in komplexen Situationen immer auch Reaktionen in vielen anderen Systemen angestoßen. (Willke 1982/2006, S. 235). Die gegebene soziale Komplexität bedingt also, dass die Handlungen von Systemen bzw. Fremdsteuerungsmaßnahmen unberechenbar werden.

Das bestehende Wissensproblem (Deutscher Bundestag 1998, S. 98 ff.) bei zentralen Steuerungsprozessen basiert auf der Vielzahl an Elementen und ihrer dynamischen Wechselwirkungen, d.h. der Komplexität, im Bereich der Wirtschaft, des Sozialen im Allgemeinen als auch der natürlichen Umwelt. Beständig werden also neue Probleme generiert als auch überwunden, in die Zukunft verschoben oder die Verantwortung dafür auf andere Systeme abgewälzt. Ein punktuelles Eingreifen bzw. eine übergeordnete, auf Vollinformationen beruhende Stoffstromsteuerung führt in komplexen Situationen zu einer Überforderung der „Steuermänner“. Letztlich gibt es keinen „master mind“, der die Gesellschaft im Allgemeinen bzw. Stoffströme im Speziellen zielgerichtet planen und steuern könnte. So kommt es etwa dazu, dass z.B. zu spät (in Bezug auf die Dringlichkeit ökologischer Schief lagen) oder aber dort eingegriffen wird, wo dies gar nicht notwendig ist. Ersteres basiert auf den erwähnten unterschiedlichen Zeithorizonten der Systeme und Letzteres hat den Ursprung in der je spezifischen Handlungslogik von Systems. So können politische Aktivitäten in Form der Verabschiedung von Gesetzen durchaus Sinn machen für das Politiksystem, gleichzeitig aber vollkommen unsinnig für andere Systeme und ebenso völlig kontraproduktiv im Hinblick auf die eigentliche Problemlösung.

Insgesamt ist eine Nutzung des aus den vorhandenen Daten generierten (zentralen) („Voll-“)Wissens den realen Handlungsbedingungen, über die die handelnden Akteure stets besser Bescheid wissen, unangemessen. In Bezug auf die Rolle der Selbstorganisation und der damit zusammenhängenden Nutzung dezentral vorliegenden Wissens sei, da das Stoffstrommanagement wie jede andere wirtschaftliche Tätigkeit auch als Lernprozess bzw. Entdeckungsverfahren zu verstehen ist, an die Gedanken des österreichischen



Ökonomen Friedrich August von Hayek (1981, S. 100 und 102) mit einem Zitat erinnert:

„Wettbewerb ist also, wie das Experimentieren in der Wissenschaft, zuerst und vor allem ein Entdeckungsverfahren. Keine Theorie kann ihm gerecht werden, die von der Annahme ausgeht, daß die Tatsachen, die entdeckt werden sollen, schon bekannt seien. [...] Die Umstände sind es, die jede Bewertung der Resultate des Wettbewerbs, die von der Annahme ausgeht, daß alle relevanten Fakten einem einzelnen Geist bekannt seien, so irrelevant für die Wahl einer wünschenswerten Politik machen. Das wirkliche Problem besteht darin, wie wir die optimale Nutzung des Wissens, des Könnens und der Gelegenheiten, Wissen zu erlangen, die unter Hunderttausenden von Menschen verstreut, aber keinem in ihrer Gänze gegeben sind, am besten unterstützen können. [...] [D]er Wettbewerb [ist] genau deshalb von Wert, weil er ein Entdeckungsverfahren darstellt, das wir nicht benötigten, wenn wir seine Ergebnisse voraussagen könnten.“

Insgesamt scheint die Unterstützung von Selbstorganisations- bzw. Selbstkontrollprozessen in Form einer „regulierten Selbstregulierung“ (Schulz und Held 2002) zielführender als bspw. die reine (libertäre) Selbststeuerung der Wirtschaft bzw. ein strikt zentral geplantes und gesteuertes Stoffstrommanagement, welches die empirischen Bedingungen nicht adäquat berücksichtigen kann und letztlich nicht in der Lage ist „[...] hohe Grade von Komplexität zu verarbeiten“ (Willke 1982/2006, S. 240). Ein Patentrezept für eine erfolgreiche Therapie bestehender Probleme in einer hoch komplexen Gesellschaft kann infolgedessen nicht erwartet werden. Nachhaltigkeit allgemein bzw. Stoffstromsteuerung im Speziellen ist ein ergebnisoffener Prozess und benötigt kontinuierliche Lern- und Suchprozesse. Das Politiksystem kann dementsprechend Dialoge initiieren und insofern die Diskurskosten für die teilnehmenden Akteure reduzieren bzw. anreizkompatible Verhaltensangebote, d.h. geeignete Handlungsbedingungen, schaffen, nie aber das Verhalten der einzelnen Akteure determinieren und zielgenau steuern. Das sich einstellende soziale Ergebnis ist infolgedessen stets von den wechselseitigen Beeinflussungsverhältnissen zwischen den mannigfaltigen Systemen abhängig und insofern offen, kann aber durch Setzung anreizkompatibler Handlungsbedingungen ein Stück weit beeinflusst werden. Letztlich kann nur empfohlen werden, die empirischen (Handlungs-)Bedingungen v.a. in Form der ökonomischen Gesetzmäßigkeiten – bspw. mittels Analyse der Kostenfaktoren, die das individuelle Entscheidungs- und damit Verhaltenskalkül beeinflussen – frühzeitig in die Prozesse der Formulierung normativer Vorgaben wie z.B. Gesetzen einzubeziehen. Hierdurch kann die Implementierung von Gesetzen sichergestellt bzw. können desaströse Folgewirkungen vermieden werden.

## 8

### Literaturverzeichnis

- Arthur D. Little GmbH, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie (2005): Studie zur Konzeption eines Programms für die Steigerung der Materialeffizienz in mittelständischen Unternehmen, Abschlussbericht, Berlin.
- Beckmann, Markus; Pies, Ingo (2006): Ordnungsverantwortung – Konzeptionelle Überlegungen zugunsten einer semantischen Innovation, Diskussionspapier 2006-10, hrsg. von Ingo Pies, Lehrstuhl für Wirtschaftsethik an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Halle.
- Bohr, Phillip (2007): The Economics of Electronics Recycling: New Approaches to Extended Producer Responsibility, Dissertation, Berlin.
- Commission of the European Communities (2003): Towards a thematic strategy on the prevention and recycling of waste, COM (2003) 301 final, Brüssel.
- Deutscher Bundestag (Hrsg.) (1998): Institutionelle Reformen für eine Politik der Nachhaltigkeit, Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des 13. Deutschen Bundestages, Bonn und Heidelberg.
- Deutscher Bundestag (Hrsg.) (1994): Die Industriegesellschaft gestalten – Perspektiven für einen nachhaltigen Umgang mit Stoff- und Materialströmen, Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt - Bewertungskriterien und Perspektiven für Umweltverträgliche Stoffkreisläufe in der Industriegesellschaft“ des 12. Deutschen Bundestages, Bonn.
- DUH (Deutsche Umwelthilfe) (2007): Geregelt Verantwortungslosigkeit? – Erfahrungen mit der Produktverantwortung bei Elektro(nik)-Geräten aus Sicht eines Umwelt- und Verbraucherschutzverbandes, DUH-Hintergrund, Berlin.
- Görlach, Stephanie; Schmidt Mario; Hottenroth, Heidi (2008): Tackling the conservation of natural resources in complex societies – an insoluble task?, in: Journal of Industrial Ecology, Special Issue on Complexity and Industrial Ecology, eingereicht.
- Hayek, Friedrich August von (1981): Recht, Gesetzgebung und Freiheit, Band 3: Die Verfassung einer Gesellschaft freier Menschen, Landsberg am Lech.
- Heck, Peter (2002): Grundlagen des Stoffstromansatzes, in: Heck, Peter; Bemman, Ulrich (Hrsg.) (2002): Praxishandbuch Stoffstrommanagement 2002/2003: Strategien – Umsetzung – Anwendung in Unternehmen/Kommunen/Behörden, S. 13-24.

- Homann, Karl (1999): Moralität und Vorteil, in: Homann, Karl (2002): Vorteile und Anreize – Zur Grundlegung einer Ethik der Zukunft, hrsg. von Christoph Lütge, Tübingen, S. 176-186.
- Homann, Karl; Suchanek, Andreas (2005): Ökonomik – Eine Einführung, 2. überarbeitete Auflage, Tübingen.
- Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg (Hrsg.) (1999): Betriebliches Material- und Energieflussmanagement – Öko-Effizienz durch nachhaltige Reorganisation, Karlsruhe.
- Luhmann, Niklas (2002): Einführung in die Systemtheorie, hrsg. von Dirk Baecker, Heidelberg.
- Luhmann, Niklas (1997): Die Gesellschaft der Gesellschaft, Band 1 + 2, Frankfurt am Main.
- Luhmann, Niklas (1988): Die Wirtschaft der Gesellschaft, Frankfurt am Main.
- Luhmann, Niklas (1987): Soziale Systeme – Grundriß einer allgemeinen Theorie, Frankfurt am Main.
- Luhmann, Niklas (1986/2004): Ökologische Kommunikation – Kann die moderne Gesellschaft sich auf ökologische Gefährdungen einstellen?, 4. Aufl., Wiesbaden.
- Malik, Fredmund (2000): Systemisches Management, Evolution, Selbstorganisation – Grundprobleme, Funktionsmechanismen und Lösungsansätze für komplexe Systeme, 2. überarbeitete Auflage, Bern – Stuttgart – Wien.
- Pies, Ingo; Sass, Peter; Frank, Roland (2005): Anforderungen an eine Politik der Nachhaltigkeit – eine wirtschaftsethische Studie zur europäischen Abfallpolitik, Wirtschaftsethik-Studie Nr. 2005-3, hrsg. vom Lehrstuhl für Wirtschaftsethik an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg in Zusammenarbeit mit der Sektion Wirtschaftswissenschaften der Stiftung Leucorea in Wittenberg.
- Schwegler, Regina; Schmidt, Mario; Keil, René (2007): Erfolgsfaktoren für Betriebliches Energie- und Stoffstrommanagement (EFAS), Pforzheimer Forschungsberichte Nr. 7, hrsg. vom Institut für Angewandte Forschung (IAF) der Hochschule Pforzheim, Pforzheim.
- Schmidt, Mario; Keil, René (2002): Stoffstromnetze und ihre Nutzung für mehr Kostentransparenz und die Analyse der Umweltwirkung betrieblicher Stoffströme, Beiträge der Hochschule Pforzheim, Nr. 103, Pforzheim.
- Schulz, Wolfgang; Held, Thorsten (2002): Regulierte Selbstregulierung als Form modernen Regierens, im Auftrag des Bundesbeauftragten für Angelegenheiten der Kultur und der Medien, Arbeitspapiere des Hans-Bredow-Instituts Nr. 10, Hamburg.

- Smith, Adam (1759/1985): Theorie der ethischen Gefühle, nach der Auflage letzter Hand übersetzt und mit Einleitung, Anmerkungen und Registern herausgegeben von Walther Eckstein, mit einer Bibliographie von Günter Gawlick, Hamburg.
- Stahle, Wolfgang (1999): Management – Eine verhaltenswissenschaftliche Perspektive, 8. Auflage, München.
- Statistisches Bundesamt (2007): Produzierendes Gewerbe – Kostenstruktur der Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden – 2005 , Fachreihe 4, Reihe 4.3, Wiesbaden.
- UNU (United Nations University) (2007): 2008 Review of Directive 2002/96 on Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE), Final Report, Bonn.
- Wietschel, Martin (2002): Stoffstrommanagement, Frankfurt am Main.
- Willke, Helmut (2001): Systemtheorie III: Steuerungstheorie – Grundzüge einer Theorie der Steuerung komplexer Sozialsysteme, 3. Auflage, Stuttgart.
- Willke, Helmut (1982/2006): Systemtheorie I: Grundlagen – Eine Einführung in die Grundprobleme der Theorie sozialer Systeme, 7. Auflage, Stuttgart.
- Zadek, Simon (2001): The Civil Corporation – The New Economy of Corporate Citizenship, London and Sterling.

Forschungsverbund ELVIES -  
Effiziente Logistik und Verwertung durch den integrierten Einsatz von Smartlabels im  
Elektronikschrott

## **Anlage 5:**

**Technische Optionen für eine automatische Produkt-  
identifikation im Bereich des Elektrogeräterecycling**  
(Teilprojekt „Technik“)

## **Kurzfassung**

**Dr.-Ing. Georg Cichorowski**  
**Hochschule Darmstadt - sofia**

Gefördert durch das BMBF  
Programm FH<sup>3</sup>  
Förderkennzeichen 17 23 A 05

**Darmstadt, 07.03.2008**

Bingen/Darmstadt/Pforzheim  
Forschungsverbund ELVIES

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1 Einführung</b>	<b>V-1</b>
<b>2 RFID-Technologie</b>	<b>V-2</b>
<b>3 Alternativen für ein Produkt-Informationssystem</b>	<b>V-3</b>
<b>4 Anwendungsbereich: Elektro-Altgeräte-Verwertung</b>	<b>V-3</b>
<b>5 Codierung der Produkt-Informationsvermittlung</b>	<b>V-4</b>
<b>6 Bewertung der technischen Alternativen</b>	<b>V-5</b>
<b>7 Produktinformation bei im Elektroaltgeräten</b>	<b>V-6</b>
<b>8 Zusammenfassung</b>	<b>V-7</b>
<b>9 Literatur</b>	<b>V-9</b>





# 1

## Einführung

Das Forschungsprojekt „Effiziente Logistik und Verwertung durch den integrierten Einsatz von Smartlabels im Elektronikschrott (ELVIES)“ begann seine Arbeiten im Oktober 2005. Es bildet einen Projektverbund aus den Fachhochschulen Darmstadt, Bingen und Pforzheim sowie zahlreichen Partnern aus der Wirtschaft.

Als das Projekt Ende 2004 entworfen wurde, lagen noch keine Erfahrungen aus der Praxis der Umsetzung der WEEE-Richtlinie und des ElektroG vor. Allgemein ging man von der Annahme aus, dass die Umsetzung eines nachhaltigen Entsorgungssystems im Bereich der Elektroaltgeräte mit erheblichen Kosten für die Hersteller verbunden sein würde. Vor diesem Hintergrund sollte der Beitrag eines Kennzeichnungs- und Informationssystems untersucht werden, welches zu einer Effizienzsteigerung des Systems führen und die Hersteller zur Aufnahme entsorgungsfreundlicher Kriterien beim Produktdesign anreizen sollte.

Die bisherige Umsetzung der Richtlinie sowie die veränderten Marktbedingungen im Bereich der Rohstoffe haben allerdings dazu geführt, dass die Kosten der Entsorgung von Elektroaltgeräten derzeit kaum ins Gewicht fallen und von daher gegenwärtig keine relevante Treibergröße im Bereich von WEEE darstellen.

Gleichwohl bleibt die Ausgangsfrage relevant: Zum einen unterliegen Rohstoffpreise starken Schwankungen, zum anderen ist die Entsorgungspraxis hinsichtlich der Umweltziele der Richtlinie und des ElektroG verbesserungswürdig. Ein Kennzeichnungs- und Informationssystem könnte die Effektivität bei der Erreichung der Umweltziele verbessern und ein effizientes Monitoring erlauben.

Das Teilprojekt Technik untersucht die technischen Optionen für die Einführung eines Informationssystems. Auch hier hat während der Bearbeitungszeit ein deutlicher Wandel stattgefunden: Während der Antragstellung herrschte eine regelrechte Euphorie hinsichtlich der Entwicklungen und Einsatzmöglichkeiten der RFID-Technologie. Grundsätzlich hat sich die Entwicklung im Projektverlauf zwar fortgesetzt, aber im Endkundenbereich ist sie ins Stocken gekommen: Zum einen sind die Vorteile für den Einzelhandel gegenüber der eingeführten Technik des Barcodes begrenzt. Darüber hinaus sind die Datenträger für Massenprodukte derzeit noch zu teuer. Zum anderen sind Bedenken hinsichtlich der Eigenbestimmtheit persönlicher Daten laut geworden.

Der vorliegende Bericht beginnt mit der Vorstellung der RFID-Technologie (smart labels), stellt alternative Techniken vor, untersucht dann die Anforderungen des hier untersuchten Einsatzbereiches der Elektro(nik)altgeräte-Entsorgung und entwickelt daraus Vorschläge für eine technische Umsetzung des Informationssystems.

## 2 RFID-Technologie

Das Kürzel RFID steht für **R**adio **F**requency **I**dentification und beschreibt eine Technologie, die mittels Etiketten mit integriertem Chip und Antennen Informationen speichern, transportieren und zur Verfügung stellen kann. Damit lassen sich einzelne Gegenstände (auch Haustiere und Personen) kennzeichnen oder Informationen über die Herstellung und den Zustand (z.B. Kühlkette) der Informationsträger übermitteln. Die allgemein bekanntesten Einsatzbereiche sind der Fingerabdruck im neuen Reisepass, die Tickets zur FIFA-WM 2006 oder das Container-Management z.B. im Hamburger Hafen.

Die RFID-Technik ist in vielen Bereichen bereits eingeführt, z.B. in Logistik, Ticketing, Tierhaltung und Handel (Diebstahlsicherung, Textilien). Ihre Stärken werden mit folgenden Eigenschaften beschrieben:

- Robuste Technik,
- schnelle Übertragungsraten der Information,
- Auslesen ohne Sichtkontakt und auf große Entfernungen,
- billige Datenträger (Transponder) als Etiketten,
- wieder verwendbare, mehrfach überschreibbare Datenträger,
- zur Erfassung großer Datenmengen geeignet oder
- Pulkfähig (gleichzeitiges Lesen vieler Transponder)

Die RFID-Technologie ist ein Sammelbegriff, der viele jeweils auf ein Anwendungsgebiet abgestimmte technische Lösungen enthält.

Tabelle 1 gibt eine grobe Übersicht über einige Eigenschaften. In den Bereichen Logistik oder Automation werden die Eigenschaften sogar auf jedes Unternehmen spezifisch zugeschnitten. Darüber hinaus gibt es gerade bei den Lösungen mit höheren Übertragungsfrequenzen, für die Transponder als Etiketten druckbar sind, eine gewisse Störanfälligkeit. Es gibt derzeit kein RFID-System, das alle o.g. Eigenschaften auf sich vereinigen könnte. Es erscheint daher sinnvoll, auch andere Technologien der Informationsübermittlung in die Überlegungen einzubeziehen.

Tabelle 1: Anwendungsvergleich von RFID-Techniken

Technologie	Standard	Reichweite [m]	Preis	Störanfällig
LF 125 KHz	weltweit	0,5	gering	gering
HF 13,56 MHz	weltweit	3	mittel	hoch
UHF 868 MHz	europaweit	9	mittel	hoch
UHF spezial	europaweit	9	hoch	gering
UHF aktiv	europaweit	60-80	sehr hoch	gering

### 3

#### **Alternativen für ein Produkt-Informationssystem**

Neben der RFID-Technologie gibt es noch weitere Möglichkeiten, Informationen über ein Produkt an diesem abzulegen oder sie auf anderem Weg über den gesamten Produkt-Lebensweg zugänglich zu machen.

Mit den Eindimensionalen Barcodes steht ein weltweit eingeführtes, preiswertes Produkt-Kennzeichnungssystem zur Verfügung. Die Menge an speicherbaren Daten ist jedoch begrenzt. Das System wird vorwiegend in der Logistik und im Einzelhandel eingesetzt.

Zweidimensionale Codes (2D-Codes, z.B. DataMatrix) erlauben die Speicherung größerer Datenmengen auf kleiner Fläche. Das Gesamtsystem ist nur geringfügig teurer als bei eindimensionalen Barcodes. Es wird mittlerweile häufig zur Identifikation von Geräteteilen in der automatisierten Fertigung oder zum maschinenlesbaren Frankieren von Briefen und Paketen eingesetzt.

Bei optischen Kennzeichnungssystemen ist zum Lesen Sichtkontakt erforderlich.

### 4

#### **Anwendungsbereich: Elektro-Altgeräte-Verwertung**

Im Verlauf der Projektbearbeitung wurde deutlich, dass die ursprünglich gedachte kontinuierliche Informationsbereitstellung über den gesamten Lebensweg eines Produktes vom Design über die Herstellung, die Logistik, den Einzelhandel, die Nutzer und den Entsorgungsbereich technisch nicht sinnvoll ist. Logistik und Handel haben bereits Informationssysteme, die auf ihre Erfordernisse abgestimmt sind. Diese sind in der Nachnutzungsphase nicht verwendbar, weil sie in der Regel auf Behältern oder Verpackungen angebracht sind, die bei der Entsorgung nicht mehr zur Verfügung stehen. Es wird daher das Augenmerk gerichtet auf ein eigenständiges System, das nach der Nutzungsphase noch zur Verfügung steht und die Entsorgungsphase (Einsammlung, Sortierung, Verwertung, Wiederverwendung, Kostenzuordnung und Monitoring) optimiert.

Aus Umweltgesichtspunkten stehen die Prüfung der Wiederverwendbarkeit der abgegebenen Geräte und die Sortierung für eine selektive Behandlung im Vordergrund für eine automatische Informationsvermittlung. Die dazu erforderlichen Informationen sind prinzipiell vorhanden, müssen aber mit deutlich weniger Transaktionskosten verfügbar gemacht werden, d.h. sie müssen maschinenlesbar und automatisch zu verarbeiten sein.

Die wichtigsten Nutzer des Informationssystems sind also die Annahmestellen (Sortierung) und die Erstbehandler (Sortierung, Abrechnung, Zerlegung, Statistik). Bei diesen Anwendungen gibt es keine Möglichkeit der definierten Positionierung der Geräte; andererseits bestehen keine besonderen Anforderungen an die Lesegeschwindigkeit.

Es ist eine große Vielfalt an Geräten hinsichtlich Größe, Gewicht und Ursprungswert zu behandeln. Die zu wählende Technik muss daher auch kleine und preiswerte Informationsträger bieten. Bei großen bzw. hochpreisigen Produkten spielt das zwar eine untergeordnete Rolle; alle vom jeweiligen Hersteller gewählten Informationsträger müssen jedoch mit derselben Technik lesbar sein.

Eine grundsätzliche Anforderung an den Informationsträger ist, dass er an dem Gerät selbst (und nicht an einer Verpackung) angebracht sein muss. Das jeweilige Trägermaterial ist daher vom Gerätegehäuse abhängig, bei Elektrogeräten hauptsächlich Kunststoff oder Metall. Der Informationsträger muss so robust sein, dass er die Gebrauchsphase mit unterschiedlichen Umweltbedingungen unbeschadet übersteht. Er muss so dauerhaft sein, dass er nach 25 Jahren (Verkaufslager, Gebrauch, Kellerlagerung) noch lesbar ist. Die Technologie muss so ausgereift und standardisiert sein, dass nach diesem Zeitraum noch Lesegeräte zur Verfügung stehen.

Viele benötigte Informationen sind, insbesondere hinsichtlich der langen Zeitspanne zwischen Herstellung und Entsorgung des Elektrogerätes, als dynamisch anzusehen: Das trifft ggf. auf die Anforderungen an eine separate Behandlung und die Bewertung von Schadstoffen und Maßnahmen für den Gesundheits- und Arbeitsschutz zu. Ebenfalls die technisch-ökonomische Bewertung einer Wiederverwendbarkeit von Geräten und -teilen hängt nicht zuletzt wegen der Entwicklungen der Absatzmärkte für reparierte Altgeräte von zeitlichen Entwicklungen ab. Auch Hinweise auf Wert- und Schadstoffe sind einer zeitlichen Entwicklung unterworfen. Es ist daher sinnvoll, ein System zu wählen, bei dem die Informationen änderbar sind. Die Ablage der vielen Informationen auf Informationsträgern an den Geräten ist technisch möglich, auch die Dynamisierung der Informationen ist mit großen, wiederbeschreibbaren Transpondern machbar. Gegen eine solche Lösung sprechen ihr hoher Preis und dass Transponder in dieser Anwendung nicht wieder verwendbar sind. Angesichts der großen Vielfalt und Anzahl an Elektrogeräten ist ein solcher Lösungsweg also aus ökonomischen und technischen Überlegungen zu verwerfen.

Alle angeführten Argumente sprechen dafür, an den Geräten eine reine maschinenlesbare Identifikationsnummer abzulegen und die benötigten Informationen in einem Hintergrundsystem (verknüpfbare Datenbanken) zur Verfügung zu stellen.

## 5

### **Codierung der Produkt-Informationsvermittlung**

Bei der Codierung von Informationen geht es um deren technische Realisierung und vor allem um die Standardisierung der Informationen (was bedeuten Ziffern an welcher Stelle des Codes?). Zentraler Ansprechpartner in Deutschland für die Nummernvergabe und Standardisierung ist GS1 Germany.

Mit der EAN<sup>1</sup> 13, der EAN 128, der Data Matrix und dem EPC<sup>2</sup> stehen mindestens 4 eingeführte Codierungssysteme zur Verfügung, die den Ansprüchen eines Identifikationssystems für Elektro(nik)geräte genügen würden. Grundsätzlich unterscheiden sie sich in ihrer Anwendbarkeit nur gering: Die EAN 13 ist in der Menge der speicherbaren Information auf das nötigste beschränkt, die anderen Systeme können mehr. Die Data Matrix kann auf einer wesentlich kleineren Fläche gespeichert werden als die Strichcodes; sie wird daher viel in der Zuführung auch kleinerer Teile in der automatischen Montage eingesetzt.

Die endgültige Auswahl des Systems bleibt z.B. einem europäischen Hersteller-Gremium überlassen, das auch die technischen Systeme für eine Geräte-Identifikation im Bereich Elektroschrott standardisieren wird.

## 6

### **Bewertung der technischen Alternativen**

Grundsätzlich sind für ein Produkt-Identifikationssystem optische Lösungen mit Barcode oder 2D-Code (DataMatrix) ebenso geeignet wie elektronische Lösungen mit RFID.

Die RFID-Technologie hat ihre Vorteile in der Reichweite (aktive Transponder), der Wiederverwendbarkeit der Transponder, der nahezu unbegrenzten Datenmenge, die zudem auch dynamisch abgelegt werden kann und in der sichtkontaktfreien Auslesemöglichkeit. Die meisten dieser Vorzüge kommen nicht zum Tragen, wenn nur eine Identifikationsnummer auf dem Gerät abzulegen ist und eine Wiederverwendung ausscheidet.

Andererseits sind die „Vielköner“ unter den Datenträgern teuer und stör anfällig, insbesondere gegenüber Metallen und Flüssigkeiten. Insbesondere Metalle sind jedoch Hauptbestandteile von Elektro(nik)geräten.

Im Endkundenbereich sind die meisten Vorteile der RFID-Technologie nicht relevant; im Gegenteil: Die Möglichkeit des unbemerkten Auslesens stört das Vertrauen vieler Kunden in die Technologie. Die stärkste vertrauensbildende Maßnahme des Handels, nämlich den Transponder nach dem Kassieren zu zerstören, widerspricht der Absicht des Projektes, die ID-Informationen auch nach der Nutzungsphase des Elektrogerätes zur Verfügung zu stellen.

Im Gegensatz zu früheren, eher euphorischen Perspektiven sind Experten mittlerweile der Ansicht, dass sich RFID in dem Bereich der Massenartikel mittelfristig nicht durchsetzen wird.

Es spricht also nichts dafür, die RFID-Technologie für den Bereich Elektroschrott als ID-Technologie vorzuschlagen.

<sup>1</sup> EAN = Internationale Artikel-Nummer, ursprünglich Europäische Artikelnummer

<sup>2</sup> EPC = Electronic Product Code, eine Code mit 23 Stellen zur individuellen (also nicht nur Produktart) Identifizierung jedes Handelsproduktes weltweit.

Weit mehr praktikabel sind optische Lösungen, insbesondere Strichcodes oder Matrixcodes. Die EAN 13 böte eine Minimal-Lösung als Geräteidentifikation. Sie ist bereits jedem Gerät zugeordnet und müsste nur noch auf dem Gehäuse dauerhaft angebracht werden. Sie lässt jedoch keine weitergehenden Funktionen zu.

Diese wären z.B. mit einer EAN 128 mit 20 Stellen erreichbar: Zusätzliche Sortierhinweise oder weniger fälschungsanfällige Herstellerhinweise wären realisierbar. Diese wären auch mit einer Data Matrix herstellbar. Diese Lösung weist außerdem Vorteile bei der Redundanz auf und ist auf wesentlich kleinerer Fläche unterzubringen, was bei Kleingeräten wie Handys oder Rasierern von Vorteil wäre. Andererseits sind die Etiketten etwas teurer in der Herstellung.

Eine besonders attraktive technische Lösung für die Haltbarkeit wäre, wenn der jeweilige Code in das Gerätegehäuse integriert würde, sei es als Ätzung oder Prägung.

## 7

### **Produktinformation bei im Elektroaltgeräten**

In der praktischen Anwendung kann die maschinelle Geräte-Identifikation insbesondere zur Stärkung der Herstellerverantwortung und zur Sortierung der anfallenden Altgeräte im Hinblick auf eine Wiederverwendung der Geräte und die gesetzlichen Anforderungen an eine selektive Behandlung dienen. Mit dem Identifikationssystem ist eine entsprechende Sortierung der anfallenden Altgeräte technisch und wirtschaftlich möglich, bevor sie in Großcontainern beschädigt oder verschmutzt werden. Dazu müssten adäquate Lagerungsmöglichkeiten (Gitterboxen und Container) bei den Annahmestellen geschaffen werden.

Im Eingangsbereich der Annahmestellen werden die Gerätekennezeichnungen an einem Lesegerät ausgelesen. Über eine Funk-Verbindung wird im Computer abgefragt, in welche Gitterbox bzw. Container das jeweilige Gerät abzulegen ist, z.B. für Reparatur und Wiederverwendung von Geräten, zur weiteren händischen Zerlegung, zur Entnahme von Akkus oder Leiterplatten (gem. Anh. III 1.c ElektroG) oder in den Container für Geräte ohne besondere Sortier-Anforderungen. Je nach der Struktur der weiteren Behandlung werden diese Geräte nach einzelnen Arten oder summarisch aus der Gesamtmenge der Geräte separiert.

Alle Geräte, für die kein besonderes Interesse besteht oder die nicht identifiziert werden konnten, weil sie entweder vor Beginn der Kennzeichnungspflicht in Verkehr gebracht wurden oder weil ihre Kennzeichnung nicht lesbar war, können in geeigneten Großcontainern zur maschinellen Zerkleinerung gebracht werden.

Im Eingangsbereich der Erstbehandler werden die Altgeräte erneut eingelese. Damit werden Differenzen vermieden, die durch die wiederverwendeten, vermarkteten und gestohlenen Geräten zu der tatsächlichen Entsorgung

entstehen. Der Container mit den nicht identifizierbaren Geräten wird gewogen.

Das Computerprogramm erarbeitet die Meldungen an die Hersteller und die Gemeinsame Stelle; dort wird zu den einzeln erfassten Geräten das Gewicht der nicht identifizierbaren und gewogenen Geräte ergänzt. Die Erfassung jedes einzelnen Gerätes ermöglicht eine exakte Zuordnung der erfassten Geräte zu einem Hersteller und damit eine gerechtere Zuordnung der Entsorgungskosten.

Das System kann bei den Erstbehandlern auch für eine weitere Sortierung genutzt werden, wenn dieses Vorgehen Vorteile gegenüber einer tief strukturierten Sortierung bei der Sammelstelle haben sollte. Darüber hinaus sind auch hier wie bei Wiederverwertungs- und Zerlegebetrieben die Hinweise auf Wertstoffe oder Informationen für die Demontage oder den Arbeitsschutz nutzbar.

Die Kosten für die Geräteausstattung konnte beziffert werden: Sie liegen für die ca. 1500 Annahmestellen bei ca. 4 Mio. Euro und für die ca. 500 Erstbehandler bei ca. 2 Mio. Euro. Die Kosten für die Herstellung der Etiketten und die evtl. bei den Annahmestellen anfallenden Umbaukosten konnten nicht beziffert werden.

## 8

### Zusammenfassung

Die technische Analyse der Aufgabenstellung „Maschinenlesbares Informationssystem entlang des Lebensweges von Elektrogeräten unter Berücksichtigung der Nachnutzungsphase“ hat ergeben, dass es sinnvoll ist, die Bereiche Herstellung und Logistik von der Nutzungs- und Entsorgungsphase zu trennen. Der Einzelhandel stellt einen Übergangsbereich dar; in dem das vorgeschlagene System mit benutzt werden kann.

Ein weiteres Ergebnis ist, dass es angesichts der Art der Informationen, ihrer möglichen Dynamik und der langen Zeitspanne zwischen Speicherung und Auslesen nicht sinnvoll ist, die Informationen direkt an den Geräten abzulegen. Stattdessen wird die z.B. im Einzelhandel bewährte Kombination von Identifikations- und Hintergrundsystem bevorzugt.

Zu Beginn der Projektbearbeitung waren die Bearbeiter davon ausgegangen, dass die RFID-Technologie sehr rasch auch den Bereich der Endprodukte (Einzelhandel) erobern würde und dass es sinnvoll sei, diese aufstrebende Technologie für den Bereich der Entsorgung nutzbar zu machen. Erst 2007 wurde deutlich, dass die Transponder auf absehbare Zeit die strichcodebasierten Identensysteme nicht flächendeckend ablösen werden.

Die einzigen von anderen Identensystemen nicht kompensierbaren Vorteile der RFID-Technologie sind die Wiederbeschreibbarkeit der Transponder und das Auslesen ohne Sichtkontakt. Ersteres ist für den Endkundenbereich nicht von Bedeutung und letzteres bedeutet eine Intransparenz, die geeignet ist, die Kundschaft zu verunsichern. Die Möglichkeiten der unerwünschten Kombi-

nation von Produkt- und Kundendaten sowie unter gewissen Voraussetzungen der Erstellung von Bewegungsprofilen sind bei der RFID-Technologie grundsätzlich gegeben. Die Kombination von hohen Investitionen bei gleichzeitig geringem Zusatznutzen für die Einzelhändler mit der Reserviertheit von Endkunden gegenüber dieser Technologie wird sie wohl im Einzelhandel auf absehbare Zeit nicht flächendeckend zum Zuge kommen lassen.

Darüber hinaus wurde deutlich, dass die RFID-Technologie sehr leistungsfähig ist, aber nur durch vielfältige spezifische Anpassungen eine breite Anwendbarkeit erlangt. Auch ihre Störanfälligkeit z.B. gegenüber Metallen und Flüssigkeiten kann in speziellem Umfeld zuverlässig beseitigt werden, aber zu Lasten der Kosten. Insgesamt muss festgestellt werden, dass derzeit (kurz- und mittelfristig) keine RFID-Lösung zur Verfügung steht, die für die breite Palette der Elektrogeräte geeignet, im Entsorgungsbereich nutzbar und dabei zuverlässig und kostengünstig wäre.

Vorgeschlagen wird stattdessen, eines der eingeführten optischen Systeme zu wählen. In Frage kommen die EAN 13 als eingeführte Minimallösung, die EAN 128 oder die Data Matrix. Die Codes können als haltbare Etiketten gedruckt und aufgeklebt oder in das Gerätegehäuse durch Ätzen oder Prägen integriert werden. Die Auswahl des Systems und die Festlegung der erforderlichen Standards müssen vor Einführung durch eine Kommission der Beteiligten festgelegt werden. Die Art der Anbringung der Identifikationsnummer am Gerät kann den Herstellern überlassen bleiben, solange gewährleistet ist, dass in den Annahmestellen und bei den Erstbehandlern eine Art von Lesegeräten für die gesamte Palette von Elektro(nik)geräten anwendbar ist.



## 9

### Literatur

- AIM - Association for Automatic Identification and Mobility: Radiofrequenz-Identifikation RFID - Eigenschaften von RFID-Systemen. Warrendale, Juli 2000
- BARCODAT GmbH: Die Barcodat-Fibel. Im Internet unter:  
[http://www.barcodat.de/seiten/wissen/2d\\_codefibel/vorwort\\_s1.html](http://www.barcodat.de/seiten/wissen/2d_codefibel/vorwort_s1.html),  
Abruf vom 20.01.2005
- BMWi: Informationen zur RFID-Technik, Stand November 2007.  
<http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/root,did=227614.html>
- BSI - Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik: Risiken und Chancen des Einsatzes von RFID-Systemen. Bonn 2004
- BvDP - Bundesverband Deutscher Postdienstleister. Im Internet unter:  
[www.bvdp.de/files/logistik](http://www.bvdp.de/files/logistik) am 24.4.2006
- B&M Auto-ID. Im Internet unter:  
[www.bmautoid.com/neueseite/trends/entwicklung.asp](http://www.bmautoid.com/neueseite/trends/entwicklung.asp), Abruf vom 20.01.2005
- Centrale für Coorganisation GmbH . Im Internet unter:  
<http://www.ean.de/ean/Inhalt/e233>, Abruf vom 20.01.2005
- Dataident 2004: Barcode Grundlagen. Im Internet unter:  
<http://www.dataident.de/index.php?id=39&type=1> ,Abruf vom 20.01.2005
- EAR - Stiftung Elektro-Altgeräte Register im Internet unter [www.stiftung-ear.de/](http://www.stiftung-ear.de/) am 12.12.2006
- FTK - Forschungsinstitut für Telekommunikation: RFID in Logistik und Transport. eLog-Center Informationsbroschüre, Dortmund 2006
- Führ, M.; Roller, G.; Schmidt, M.: Individuelle Herstellerverantwortung durch Produktkennzeichnung bei Elektro- und Elektronikgeräten. Forschungsbericht „ELVIES“, Bingen, Darmstadt, Pforzheim 2008
- Golem.de. Im Internet unter: <http://www.golem.de/0201/17756.html> , Abruf vom 20.01.2005
- GS1 Germany (Global Standards One): Jahresbericht 2005. Köln 2006
- GS1 Germany (Global Standards One): Identsysteme. Abruf am 29.01.2008  
[http://www.gs1-germany.de/internet/content/produkte/ean/identsysteme/index\\_ger.html](http://www.gs1-germany.de/internet/content/produkte/ean/identsysteme/index_ger.html)
- Hansen, Wolf-Rüdiger: Nutzen durch RFID-gestützten Datenkreislauf im Handel. In: RFID Special Report, Editorial. ISIS Medien, München 2007

- Heise online. Im Internet unter: <http://www.heise.de/ct/04/09/122/> , Abruf vom 20.01.2005
- Kursawe, M.: Nanotechnologie: Project „Printed Electronics“. Vortrag am 04.07.2007.  
[www.mst-rhein-main.de/uploads/download/mst\\_jt\\_2007\\_kursawe.pdf](http://www.mst-rhein-main.de/uploads/download/mst_jt_2007_kursawe.pdf)
- Kuhnhen, K.; Urban A.; Morgan, R.: Von Individueller Produktverantwortung bis zu erhöhter Anlagenkontrolle – verbessertes WEEE-Recycling durch RFID-Anwendungen. In: Urban, A.; Halm, G.; Morgan, R. (Hrsg.): Stoffströme in der Kreislaufwirtschaft. Schriftenreihe des Fachgebietes Abfalltechnik der Uni Kassel, UNIK-AT Band 5. Kassel 2006
- Lenk, B.: ID-Techniken „state of the art“. In: Ident Jahrbuch 2005, S. 54-57. Offizielles Organ der AIM-D e.V. Ident Verlag Rödermark
- Lenk, B.: Einführung in die Identifikation. Monika Lenk Fachbuchverlag, Kirchheim unter Teck 2005
- Lenk, Bernhard: Data Matrix ECC 200 – Der 2D-Code für die Optische Identifikation. Monika Lenk Fachbuchverlag 2007.
- Lossau, Harald: Verfügbare Tag-Typen. ISIS RFID Special 2006 am 19.10.2007  
In: [http://www.isis-specials.de/profile\\_pdf/editorial\\_dynamicsystems\\_lossau\\_rfid0206.pdf](http://www.isis-specials.de/profile_pdf/editorial_dynamicsystems_lossau_rfid0206.pdf)
- Metro Group Future Store: Verbrauchermarkt. <http://www.future-store.org> am 14.01.2008
- Oehlmann, H.: Branchenübergreifende Lösungen mit Barcode und RFID. in: AIM (Industrieverband Automatische Identifikation, Datenerfassung und mobile Kommunikation) im Internet: [www.kompetenzzentrum-autoid.de/anwendungen/](http://www.kompetenzzentrum-autoid.de/anwendungen/) am 12.12.2006
- Rossnagel, A.; Hornung, G.: Umweltschutz versus Datenschutz? Zu den Möglichkeiten eines datenschutzkonformen Einsatzes von RFID-Systemen zur Abfallerkennung, UPR 2007, 255 - 260
- Salomon Automation. Im Internet am 20.01.2005 unter [http://www.salomon.at/deutsch/np\\_xtrade\\_rfid.htm](http://www.salomon.at/deutsch/np_xtrade_rfid.htm)
- SATO: SATO White Paper:RFID, Version 1.0 Im Internet unter: [http://www.barcode-fonts.de/sato/RFID\\_White\\_Paper\\_SATO.pdf](http://www.barcode-fonts.de/sato/RFID_White_Paper_SATO.pdf) , Abruf vom 20.01.2005
- Schreiner logidata (2005). In: [www.ecin.de/mobilebusinesscenter/rfid-uhf/](http://www.ecin.de/mobilebusinesscenter/rfid-uhf/) am 18.10.07
- SICK AG Düsseldorf (1): 2D-Code-Lesetechnik. Im Internet unter: <http://www.sick.ch/de/products/categories/auto/2dreader/2dreadtech/de.html> , Abruf vom 20.01.2005

- Siemens Business Services GmbH & Co. OHG. Im Internet unter:  
[http://www.siemens.com/index.jsp?sd\\_c\\_p=c61fi130l0mo1196053ps5t2u2z3](http://www.siemens.com/index.jsp?sd_c_p=c61fi130l0mo1196053ps5t2u2z3) , Abruf vom 20.01.2005
- ten Hompel, Michael / Lange, Volker (Hrsg.) 2004: RFID 2004 - Logistiktrends für Industrie und Handel
- TBN GmbH (2006): Umgebungseinflüsse beim Einsatz von RFID. Am 18.10.07:  
<http://193.111.175.85:8001/pdf/userforum/Tag3-TBN.pdf>
- Unglaube: Indentech.  
<http://www.unglaube.de/rfid.php> am 19.10.2007
- Urban, A.; Morgan, R.; Kuhnenn, K.: Abfallerkennung durch Radio Frequency Identifikation. In: Urban, A.; Halm, G.; Morgan, R. (Hrsg.): Stoffströme in der Kreislaufwirtschaft. Schriftenreihe des Fachgebietes Abfalltechnik der Uni Kassel, UNIK-AT Band 5. Kassel 2006
- Vitronic machine vision people: Schreiben vom 18.10.2007: Lesen von Informationen auf Altgeräten bei der Rücknahme.
- Weinländer, M.: „Grünes Licht für RFID - auch auf Metall In: FM Das Logistikmagazin, Ausgabe 11/2006. Fundstelle am 18.10.07:  
[http://www.industrieanzeiger.de/ia/live/fachartikelarchiv/ha\\_artikel/show.php3?id=30806161](http://www.industrieanzeiger.de/ia/live/fachartikelarchiv/ha_artikel/show.php3?id=30806161)
- Rafalski, L.; Horn, K.: Barcode und RFID - friedliche Koexistenz der Systeme? In: RFID Special Report, Editorial. ISIS Medien, München 2007



Forschungsverbund ELVIES -  
Effiziente Logistik und Verwertung durch den integrierten Einsatz von Smartlabels im  
Elektronikschrott

## **Anlage 6:**

### **Akteurspezifische Anreizsituation** (Teilprojekt „Akteursanalyse“)

## **Kurzfassung**

**Dipl. Betriebsw. Dipl.Energiew. Karsten Barginda**  
**Hochschule Darmstadt - sofia**

Gefördert durch das BMBF  
Programm FH<sup>3</sup>  
Förderkennzeichen 17 23 A 05

**Darmstadt, August 2008**



## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Teilprojekt „Akteurspezifische Anreizsituation“</b>	<b>VI-1</b>
1.1 Gegenstand des Teilprojekts	VI-1
1.2 Methodik der Institutionenanalyse	VI-1
1.3 Vorgehensweise	VI-2
<b>2 Rechtliche Rahmenbedingungen und der Stellenwert des Informationsaustausches</b>	<b>VI-3</b>
2.1 Sammel- und Verwertungsquoten	VI-3
2.2 Kostenzurechnung	VI-3
2.3 Herstellerverantwortung	VI-3
2.4 Funktionsbezogene Ziele	VI-3
2.5 Überblick über den zur Zielerreichung erforderlichen VI- Informationsaustausch	VI-4
2.6 Ausblick: Die Anforderungen der EuP-Richtlinie	VI-4
<b>3 Verhaltenswissenschaftliche Analyse</b>	<b>VI-5</b>
3.1 Relevante Akteure und deren mögliche Verhaltensbeiträge	VI-5
<b>3.1.1</b> Produkthersteller	VI-5
<b>3.1.2</b> Verbraucher	VI-6
<b>3.1.3</b> Sammelstellen	VI-6
<b>3.1.4</b> Entsorgungsunternehmen	VI-7
3.2 Ergebnis der Anreizanalyse	VI-8
<b>4 Zentrale Ergebnisse der Befragung der Akteure</b>	<b>VI-8</b>
4.1 Befragung der Hersteller	VI-8
4.2 Befragung der Entsorgungsfirmen	VI-9
4.3 Befragung der Sammelstellen	VI-10
<b>5 Ergebnisse der produktbezogenen Deltaanalyse</b>	<b>VI-11</b>
5.1 Auswahl der Produkte	VI-11
5.2 Waschmaschinen	VI-11
<b>5.2.1</b> Produkthersteller	VI-11
<b>5.2.2</b> Verbraucher	VI-12
<b>5.2.3</b> Sammelstellen	VI-12
<b>5.2.4</b> Entsorgungsunternehmen	VI-13
5.3 Haushaltskleingeräte	VI-13
<b>6 Fazit</b>	<b>VI-14</b>
<b>7 Literatur</b>	<b>VI-16</b>





# 1

## **Teilprojekt „Akteurspezifische Anreizsituation“**

Das Teilprojekt „Akteurspezifische Anreizsituation“ fragt nach den Handlungsanreizen und Hemmnissen bei den Akteuren der Wertschöpfungskette und will daraus auch Erkenntnisse für die Übertragung auf weitere Projektbereiche gewinnen.

### 1.1

#### ***Gegenstand des Teilprojekts***

Gegenstand des Teilprojektes ist die Analyse der Anreizmuster der Akteurguppen, die während der Distributionsphase und bei Rücknahme, Recycling und Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten mit diesen in Berührung kommen. Im Zentrum der Untersuchung steht die Analyse der ökonomischen Interessen der Beteiligten, die mittels empirischer Methoden eruiert werden.

Die Ergebnisse bilden die Grundlage für Empfehlungen, in welcher Form Anreize gesetzt werden müssen, um über die Produktverantwortung der Hersteller ein ökologisch orientiertes Produktdesign zu etablieren. Es wurde untersucht,

- welche rechtlichen Rahmenbedingungen durch WEEE-RICHTLINIE und das ElektroG gegeben sind,
- welche weiteren rechtlichen Rahmenbedingungen die Produktkonzeption beeinflussen,
- ob weitere Anreize gegeben sind, die zur Errichtung eines Systems zur Konzeption von langlebigen und recyclingfreundlichen Produkten führen.

### 1.2

#### ***Methodik der Institutionenanalyse***

Das Recht hat die Aufgabe, menschliches Verhalten zu beeinflussen, um auf diese Weise gesellschaftliche Steuerungsziele zu erreichen. Die moderne ökonomische Theorie hingegen als Theorie des menschlichen Verhaltens zielt darauf ab, die Parameter zu identifizieren, die für Entscheidungen maßgeblich sind. Die ökonomisch-juristische Institutionenanalyse versteht sich als "Brückenschlag" zwischen den beiden Disziplinen und will einen Beitrag leisten zu einer möglichst rationalen, daher gleichermaßen zielführenden und freiheitsschonenden Gestaltung gesetzlicher Rahmenbedingungen.

Der Ansatz des traditionellen Verhaltensmodells der Ökonomie, das auf den „homo oeconomicus“ baut, greift bei zahlreichen Fragestellungen zu kurz. Das institutionenanalytische Verhaltensmodell fußt auf dem „homo oeconomicus institutionalis“, der im Gegensatz zu dem kühl kalkulierenden Nutzenoptimierer zum einen Grenzen in der Wahrnehmung und Informiertheit

aufweist, zum anderen kann dessen Verhalten z.B. von einer Bindung an gesellschaftliche Regeln oder habituelle Verhaltensmuster geprägt sein. Anwendung findet die Institutionenanalyse in der Gesetzesfolgenbetrachtung. Ausgehend von einer (politisch vorgegebenen) Zielsetzung analysiert sie die Verhaltensbeiträge von gesetzlichen Regelungen zu einem Untersuchungsgebiet.

Die Gesetzesfolgenbetrachtung ist dreistufig aufgebaut.

Zunächst wird das übergreifende normative Steuerungsziel herausgearbeitet, die relevanten Akteure werden identifiziert und charakterisiert. Den Abschluss dieser Vorklärungen bilden die Annahmen über das erwartete Verhalten der Akteure (Kapitel 2 und 3).

Im zweiten Schritt wird geklärt, wann welche Akteure was tun müssen, damit das angestrebte Steuerungsziel erreicht werden kann. Mit der sich daran anschließenden „Delta-Analyse“ wird ausgelotet, ob die im Gesetz vorgesehenen Instrumentarien ausreichen, die Ziele zu erreichen oder ob ein „Delta“ zu erwarten ist, also eine Differenz zwischen den angestrebten und den voraussichtlich erreichbaren Zielen (Kapitel 4 und 5).

Schließlich lassen sich Gestaltungsoptionen aufzeigen, die es erlauben, das Delta zu schließen und damit das Steuerungsziel zu erreichen (Kapitel 6 sowie Kapitel 6 des zusammenfassenden Abschlussberichtes).

In der praktischen Umsetzung muss dieses Grundgerüst an die tatsächlichen Gegebenheiten angepasst werden. Dies bedeutet hier insbesondere, dass die Überprüfung des ElektroG anhand zweier exemplarischer Produktgruppen vorgenommen wurde. Andere Formen der Anpassungen sind denkbar und sind jeweils zu formulieren und zu begründen.

### **1.3**

#### ***Vorgehensweise***

Ausgangspunkt waren die rechtlichen Vorgaben, die durch die WEEE-Richtlinie (2002/96/EG) und das ElektroG gesetzt werden. Im nächsten Schritt wurden die Beteiligten Akteure identifiziert und ihr möglicher Beitrag zur Zielerreichung des ElektroG formuliert. Darauf aufbauend konnte das tatsächliche Verhalten der Akteure prognostiziert werden. Die Befragung der Akteure diente in erster Linie der Überprüfung der Prognose, darüber hinaus konnten aber auch weitere Einschätzungen der Beteiligten erhoben werden, z.B. wie sie zu einzelnen Gestaltungsoptionen zur Veränderung des bestehenden Systems stehen. Die Deltaanalyse wurde am Beispiel „Waschmaschinen“ und „Haushaltskleingeräte“ exemplarisch durchgeführt. Diese beiden Produktgruppen unterscheiden sich in vielfältiger Weise voneinander, u.a. in Preis, Lebensdauer, Verfügbarkeit von Ersatzteilen etc. Es wurden bewusst sehr gegensätzliche Produkte ausgewählt, die aber jede für sich für eine ganze Reihe Produkte stehen, die unter das ElektroG fallen. Somit ist gewährleistet, dass die erzielten Ergebnisse Aussagen zum Gesamtsystem zulassen.

## 2

### **Rechtliche Rahmenbedingungen und der Stellenwert des Informationsaustausches**

Eine umfassende Übersicht über die rechtlichen Rahmenbedingungen findet sich in Kapitel 3 dieses Berichts. Für die akteurspezifische Anreizsituation sind insbesondere die folgenden Regelungen von Bedeutung.

#### 2.1

##### ***Sammel- und Verwertungsquoten***

Das ElektroG schreibt abhängig von der Geräteart Verwertungsquoten zwischen 70 % und 80 % vor. Zudem gilt eine Wiederverwendungsquote von 50 % (Haushaltskleingeräte, elektrische Werkzeuge etc.) bis 80% (Gasentladungslampen). Die Quoten sind jeweils in Prozent des durchschnittlichen Gewichts je Gerät zu erfüllen (Art. 7 Abs. 2 a bis d - RL 2002/96/EG sowie § 12 Abs. 1 Nr. 1 bis 4 ElektroG).

#### 2.2

##### ***Kostenzurechnung***

Die Hersteller tragen die Verantwortung sowohl für die Abholung von Elektroaltgeräten von der Rücknahmestelle als auch für deren Behandlung, Verwertung und Beseitigung. Diese Verantwortung drückt sich in erster Linie durch die Zurechnung der entstehenden Kosten an den Hersteller aus. Die Beteiligung an einem kollektiven System ist den Herstellern freigestellt, dies stellt in der Umsetzung aber die Regel dar (Art. 8 RL 2002/96/EG sowie Art. 14 ElektroG).

#### 2.3

##### ***Herstellerverantwortung***

Von besonderer Bedeutung in der WEEE-Richtlinie ist die Betonung der Verantwortung, welche die Hersteller für ihre Produkte haben. Mit der Einführung der Herstellerverantwortung sollen die Hersteller animiert werden, bereits in der Konzeptionsphase der Produkte die mögliche Reparatur und Nachrüstung, Wiederverwendung, Zerlegung und das Recycling zu berücksichtigen (Art. 1 RL 2002/96/EG sowie Art. 1 ElektroG).

#### 2.4

##### ***Funktionsbezogene Ziele***

Neben den eingangs genannten *stoffbezogenen* Recycling-Zielen enthalten Richtlinie und Gesetz aber auch Anforderungen, die darauf abzielen, die *Funktion* der Geräte (bzw. der Bauteile) möglichst langfristig zu erhalten. Die Verringerung der Abfallströme erreicht man hier durch die Erhöhung der Lebensdauer bzw. der Wiederverwendung von Elektrogeräten (bzw. von Bauteilen) (Art. 4 RL 2002/96/EG sowie Art. 4 und 11 ElektroG).

Bevor ein Gerät dem Recycling zugeführt wird, ist zu überprüfen, ob es wiederverwendet werden kann. Diese Vorgabe ist vor der Behandlung (in der Regel also von den Erstbehandlern; gegebenenfalls aber auch bereits bei den Sammelstellen) zu erfüllen. Sie steht allerdings unter dem Vorbehalt der technischen und wirtschaftlichen Zumutbarkeit (§ 11 Abs. 1 ElektroG).

## 2.5

### ***Überblick über den zur Zielerreichung erforderlichen Informationsaustausch***

Der Austausch von Informationen zwischen den beteiligten Akteuren ist einer der zentralen Ansatzpunkte, um die abfallpolitischen Ziele zu erreichen. Vor allem die Hersteller werden durch die Vorgaben der Richtlinie 2002/96/EG sowie des ElektroG verpflichtet, Informationen verschiedener Art an die beteiligten Akteure zu übermitteln. Hier sind vor allem zu nennen:

- Information der Nutzer über die Trennung von Elektro- und Elektronikgeräten von unsortiertem Siedlungsabfall (§ 9 Abs. 2 ElektroG).
- Sachgerechte Kennzeichnung der Elektro- und Elektronikgeräte (§ 7 ElektroG).
- Bereitstellung von Informationen über Bauteile und Werkstoffe für Entsorger, Behandler, Verwerter und Recycler (§ 13 Abs. 6 ElektroG).
- Erhebung und Meldung der Sammel-, Wiederverwendungs-, Verwertungs-/ Recycling- sowie Exportquoten (§ 13 Abs. 1 ElektroG).
- Information der Nutzer über die Rückgabeverpflichtung von Altgeräten und über die zur Verfügung stehenden Rückgabe- und Sammelsysteme (§ 9 Abs. 2 ElektroG).
- Die Betreiber einer Erstbehandlungsanlage sind verpflichtet, die von ihnen erfassten Daten zu den Mengenströmen den Herstellern mitzuteilen (§ 11 Abs. 3 ElektroG).

## 2.6

### ***Ausblick: Die Anforderungen der EuP-Richtlinie***

Die EuP-Richtlinie schafft über die WEEE-Richtlinie hinaus den Rahmen für weitere Ökodesign-Anforderungen an energiebetriebene Produkte. Unter anderen können die Hersteller verpflichtet werden, Angaben zur Materialzusammensetzung sowie zum Verbrauch von Energie, Materialien und/oder Ressourcen hinsichtlich der betreffenden Bauteile oder Baugruppen zu machen. Die Verpflichtung, eine Lebenszyklusanalyse zu erstellen, wird ebenfalls durch die EuP-Richtlinie ermöglicht. Allerdings handelt es sich bei dieser Richtlinie um eine Rahmenrichtlinie, die Formulierung konkreter Anforderungen wird derzeit vom europäischen Gesetzgeber vorbereitet.

## 3

### Verhaltenswissenschaftliche Analyse

Dieses Kapitel untersucht, welche Verhaltensbeiträge die Akteure zur Zielerreichung des ElektroG erbringen können. Dabei werden neben den gesetzlichen Vorgaben auch Beiträge formuliert, die nicht explizit im Gesetz genannt sind, aber dazu beitragen können, die Umweltbelastung von Elektrogeräten zu verringern. Zudem erfolgt hier eine Kategorisierung der Akteure in das Raster der Stufenheuristik sowie eine Einschätzung, ob die Akteure die möglichen Verhaltensbeiträge erbringen werden.

#### 3.1

##### *Relevante Akteure und deren mögliche Verhaltensbeiträge*

##### 3.1.1

###### Produkthersteller

Die Produkthersteller können als Hauptadressat von WEEE-Richtlinie und ElektroG auf verschiedene Weise dafür sorgen, dass die angestrebten Umweltziele erreicht werden. Verpflichtend sind die eindeutige Kennzeichnung der Geräte zur Identifikation des Herstellers, die Aufbringung des Symbols zur Kennzeichnung von Elektro- und Elektronikgeräten, die Einhaltung der Stoffverbote sowie die Informationsbereitstellung für Erstbehandler/Verwerter.

Darüber hinaus können die Hersteller zur Zielerreichung des ElektroG innovative Verhaltensbeiträge erbringen, zu denen sie nicht per Gesetz verpflichtet sind:

- Überprüfung des Materialeinsatzes hinsichtlich der Art, Menge und Positionierung von Wert- und Schadstoffen in den Produkten.
- Auflistung der in dem Produkt enthaltenen Wert- und Schadstoffe und die Bereitstellung dieser Informationen für die nachfolgenden Akteure der Wertschöpfungskette.
- Ermöglichung eines einfachen Zugangs der Behandlungs- und Entsorgungsbetriebe zu den Wert- und Schadstoffen.
- Überprüfung der Dekonstruktionsmöglichkeiten der Produkte (z.B. Schrauben statt Kleben, Stecken statt Schrauben).
- Aufbau eines Systems, das die beschädigungsfreie Einsammlung der Geräte sicherstellt.
- Aufbau und Beteiligung an einem Informationsnetzwerk mit den Akteuren der Wertschöpfungskette.
- Optimierung der Erfassung der Geräte mit der Zielsetzung, sie der Wiederverwendung zuzuführen.

Es kann davon ausgegangen werden, dass die Hersteller die gesetzlichen Mindestvorgaben einhalten, sie sind in nach den Maßstäben der Institutionenanalyse als „rationale Regelbefolger“ einzustufen. Allerdings kann eine erhebliche Veränderung von etablierten Produkten den primären Unterneh-

menszielen entgegenstehen. Ein weiteres Hemmnis, die innovativen Verhaltensbeiträge zu erbringen, ist darin zu sehen, dass sich die Kosten nicht nach den tatsächlich entstandenen Recyclingkosten richten, sondern nach dem Absatzanteil des Unternehmens. Hingegen können durch Überprüfung des Ressourceneinsatzes auch Einsparpotentiale erschlossen werden. Der Nutzen eines Informationssystems ist für das Produktdesign hingegen nicht ohne weiteres zu erkennen, zumal dies mit zusätzlichen Kosten verbunden ist, die nicht den eigentlichen Unternehmenszielen zugute kommen.

### 3.1.2

#### Verbraucher

Die Verbraucher haben zunächst einmal lediglich die gesetzliche Verpflichtung, Altgeräte einer getrennten Sammlung zuzuführen.

Darüber hinaus kann die gezielte Nachfrage nach umwelt- und recyclingfreundlichen sowie gebrauchten Produkten zur Zielerreichung beitragen. Auch mit der Bereitschaft, defekte Geräte in Reparatur zu geben oder auf den Gebrauchtwarenmarkt anzubieten, kann ebenso ein Beitrag geleistet werden, wie durch Bündelung der Nachfrage durch Wohnungsbaugesellschaften oder das öffentliche Beschaffungswesen.

Es ist zu erwarten, dass die Verbraucher ebenfalls als „rationale Regelbefolger“ weitgehend die getrennte Sammlung durchführen, soweit nicht praktische Hemmnisse, eingefahrene Verhaltensmuster oder Bequemlichkeitsaspekte dem entgegenstehen.

Das ElektroG bringt für „ökologische Produkte“ (Produkte mit einer umweltorientierten Produktkonzeption nach Art. 4 WEEE-RL bzw. § 4 ElektroG) keinen Kostenvorteil. Andere Mechanismen, um die Kaufentscheidung des Verbrauchers zu beeinflussen, enthält das Gesetz bislang nicht. Deshalb ist nicht damit zu rechnen, dass es zu einer verstärkten Nachfrage für solche Produkte kommt.

Weitere Ansatzpunkte, den Verbraucher dazu zu bewegen, durch sein Verhalten zur Langlebigkeit oder zur Wiederverwendung der Geräte beizutragen enthält das Gesetz nicht. Auch diesbezüglich ist daher keine verhaltensbeeinflussende Wirkung zu erwarten.

### 3.1.3

#### Sammelstellen

Die öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger (öRE) haben neben der Informationspflicht der privaten Haushalte über das Rücknahmesystem die Aufgabe, Sammelstellen einzurichten, zu denen Altgeräte angeliefert werden können. In der Regel wurden zu diesem Zweck die häufig bereits existenten Sammelstellen genutzt, die von den Kommunen unter anderem zur Abgabe und Sammlung z.B. Sperrmüll, Schadstoffen etc. unterhalten wurden. An den Sammelstellen werden unentgeltlich Behältnisse zur Abholung durch die Hersteller bereitgestellt, die Sammlung erfolgt in fünf Sammelgruppen.

Die Sammelstellen könnten Holsysteme für Elektroaltgeräte anbieten, potentiell funktionstüchtige Altgeräte aus dem Abfallstrom ausschleusen, mit sozialen Einrichtungen zur Erreichung höherer Wiederverwendungs- und Wiederverwertungsquoten zusammenarbeiten oder sich an einem Re-use-Netzwerk beteiligen. Darüber hinaus bietet die Werthaltigkeit von Geräten vor allem der Sammelgruppen 1, 3 und 5 den Sammelstellen einen Anreiz, die Freistellung von Bereitstellungspflicht zur Abholung zu beantragen. Die Sammelstellen werden als „rationale Regelbefolger“ agieren. Offensichtliche Verstöße gegen zwingende gesetzliche Vorgaben würden vermutlich rasch publik und sind deshalb nicht zu erwarten. Bei den impliziten Verhaltensanforderungen (gerätetypspezifisch getrennte und schonende Sammlung im Hinblick auf die Wiederverwendung) ist dies nur dann zu erwarten, wenn es dafür besondere – kommunalpolitisch motivierte oder ökonomische – Anreize gibt.

### 3.1.4

#### Entsorgungsunternehmen

Die Entsorgungsbetriebe müssen nachweisen, dass sie zur Einhaltung der Mindestanforderungen nach dem Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz befähigt sind. Darüber hinaus müssen sie vor der eigentlichen Entsorgung prüfen, ob das Altgerät oder Teile davon wieder verwendet werden können, soweit dies technisch möglich und wirtschaftlich zumutbar ist (§ 11 Abs. 1 ElektroG). Zudem sind sie verpflichtet, den Herstellern Daten über die angefallenen Mengenströme zu übermitteln.

Neben den Pflichten des ElektroG, die den Entsorgern auferlegt sind, können auch die Behandlungs- und Entsorgungsunternehmen innovative Beiträge leisten, um eine umweltfreundliche Gestaltung der Produkte zu erreichen:

Durch die Sammlung von Informationen über die Entsorgungsfähigkeit von Produkten könnte dies zum einen für einen effizienteren Ablauf im Betrieb sorgen. Zum anderen können diese Informationen auch anderen Entsorgungsunternehmen gegen Entgelt zur Verfügung gestellt werden. Durch die Zusammenstellung von Reparaturtipps oder durch die Einrichtung einer Ersatzteillbörse ließen sich neue Märkte erschließen. Durch den Aufbau bzw. die Beteiligung an einem Informationsnetzwerk kann der Entsorger zudem von dem Hersteller spezifische Informationen über die Geräte erhalten, welche die Effektivität und Effizienz des Recyclings erhöhen.

Da die Entsorgungsbetriebe zahlreiche Nachweise über ihre Tätigkeiten führen müssen, werden auch sie voraussichtlich als rationaler Regelbefolger agieren.

Ein Anreiz für privatwirtschaftlich orientierte Entsorgungsbetriebe, die Prüfung im Hinblick auf die Wiederverwendung vorzunehmen, besteht nur, wenn für die Geräte bzw. Teile ein Markt besteht, der Gewinnmöglichkeiten eröffnet. Dies ist aber – jenseits von gesondert finanzierten Einrichtungen (wie etwa Beschäftigungsgesellschaften oder Werkstätten für Behinderte) – bislang in der Regel nicht der Fall. Da die Pflichten aus § 11 Abs. 1 ElektroG

nicht kontrolliert werden, sie zudem unter dem Vorbehalt der wirtschaftlichen Zumutbarkeit stehen und § 23 ElektroG auch keine Sanktionsmöglichkeiten eröffnet, läuft diese Pflicht bei Unternehmen des „ersten Arbeitsmarktes“ bislang praktisch vollständig ins Leere.

### **3.2**

#### ***Ergebnis der Anreizanalyse***

Die Akteure haben zahlreiche Optionen, Beträge zur Verringerung von Umweltbelastungen durch die Entsorgung von Elektrogeräten zu erbringen. Zum Teil können die Beiträge im Zusammenspiel von mehreren Akteuren erbracht werden, dies erfordert zumeist einen Informationsaustausch der Akteure untereinander. Es ist allerdings nicht damit zu rechnen, dass die Akteure über die Mindestanforderungen des ElektroG hinaus tätig werden, sie werden vielmehr als rationale Regelbefolger agieren und lediglich die gesetzlichen Mindestvorgaben einhalten.

## **4**

### **Zentrale Ergebnisse der Befragung der Akteure**

Im Januar und Februar 2008 wurde eine Umfrage bei Herstellern, Sammelstellen und Entsorgungsunternehmen durchgeführt. Die Befragung wurde telefonisch durchgeführt und hatte das Ziel, die Einschätzung der Akteure bezüglich der Umsetzung des ElektroG herauszufinden und zu eruieren, welche Probleme existieren und wie diese behoben werden könnten.

#### **4.1**

##### ***Befragung der Hersteller***

Es wurde neun Hersteller von Elektro- und Elektronikgeräten befragt. Die Firmengröße betrug zwischen 1 und 1.200 Mitarbeitern. Mit der administrativen Abwicklung der Anforderungen des ElektroG gab es nur geringe Probleme, in der Regel wurde eine bestimmte Person mit den Aufgaben beauftragt. Die Kosten für die Entsorgung wurden als eher gering eingeschätzt, Ausnahme war ein Hersteller von Leuchtmitteln, dessen Entsorgungskosten ca. 8 % des Produktpreises betragen. Die Verwaltungskosten spielten in allen Unternehmen eine größere Rolle. Nur ein Unternehmen gab an, aufgrund des ElektroG die Bereiche Nachrüstung, Reparatur- oder Recyclingfreundlichkeit verstärkt bei der Produktkonzeption zu berücksichtigen. Kein Unternehmen wird aufgrund des Gesetzes die Langlebigkeit der Produkte erhöhen. Lediglich ein Unternehmen stellt den Entsorgern Produktinformationen zur Verfügung, der Nachweis der ROHS-Konformität wird von den Vorlieferanten hingegen immer verlangt. Reparaturanleitungen werden in der Regel nicht zur Verfügung gestellt.

Informationen über Schwachstellen ihrer Geräte bezieht die Mehrzahl der Unternehmen (7) über ein Feedbacksystem, wodurch die Schwächen der Geräte analysiert werden. Dies geschieht entweder über die Reparaturabtei-



lungen oder über Rückmeldungen der Kunden an den Vertrieb. Vier Unternehmen gaben an, dass ihnen Informationen von Recyclingunternehmen helfen könnten, recyclinggerechte Produkte herzustellen, vier Unternehmen hingegen haben keinen Bedarf an solchen Informationen.

Lediglich drei Unternehmen gaben an, recycelte Kunststoffgranulate für neue Produkte zu verwenden. Kein Unternehmen hingegen baute gebrauchte Bauteile in neue Produkte ein. Ersatzteile werden von vier Unternehmen frei zur Verfügung gestellt, entweder über Baumärkte oder den Fachhandel. Vier weitere Unternehmen stellen Ersatzteile nur auf konkrete Anfrage hin zur Verfügung.

Ein Systemwechsel, mit dem die Hersteller nur für die Geräte zahlen müssten, die auch im Abfallstrom auftauchen, fanden sechs Unternehmen als einen interessanten Ansatz. Drei sagten gar zu, sich an einem solchen System beteiligen zu wollen. Niemand schloss eine Teilnahme aus. Zur Umsetzung wurde der Barcode als Mittel der Wahl von sechs Unternehmen favorisiert. Die Idee, alle Produkte mit einer automatisch lesbaren Kennzeichnung zu versehen, um jedes Gerät über eine Datenbank zu identifizieren, wurde von fünf Unternehmen positiv beurteilt, für zwei Unternehmen wäre dies nicht einmal mit einem größeren Aufwand verbunden. Den Aufbau einer Datenbank mit weiteren Informationen (Gerätgewicht, Geräteart, Baujahr, Baureihe, Modell, enthaltene Schad- und Wertstoffe etc.) hielten fünf Unternehmen für wünschenswert.

## 4.2

### ***Befragung der Entsorgungsfirmen***

Befragt wurden sieben Entsorgungsfirmen im Januar 2008, davon sind fünf auch als Erstbehandler tätig. Die befragten Unternehmen behandeln Geräte der Sammelgruppen 1, 3 und 5. Fünf Unternehmen waren mit der Qualität der angelieferten Geräte unzufrieden, vor allem wurde die Beraubung von Geräten als Problem genannt. Zudem gibt es viel Bruch, vor allem bei Bildschirmen. Die überwiegende Zahl der Unternehmen nutzt die händische Demontage ebenso wie den Schredder. Händisch entnommen werden u.a. Kondensatoren, Leiterplatten etc. sowie die enthaltenen Schadstoffe. Die Verwertungsquoten sind generell sehr hoch, die Bauteile und die entnommenen Fraktionen werden als Rohstoff vermarktet.

Probleme mit Schadstoffen gibt es nur selten (z.B. zerbrochene Glasröhrchen bei quecksilberhaltigen Schaltern) Die Verwertbarkeit von Altgeräten wird kaum von nicht entfernten Schadstoffen beeinträchtigt. Fünf der befragten Unternehmen gaben an, dass die Rohstoffpreise eine bedeutende Rolle für die Vollständigkeit der Wertstoffentnahme spielen, d.h., die derzeit zu erzielenden hohen Rohstoffpreise führen zu einer erhöhten Recyclingquote. In der Regel werden die Geräte komplett von Wertstoffen entfrachtet. Keines der befragten Unternehmen gab an, Informationen von Herstellern zu erfragen, wie neu in Verkehr gebrachte Elektrogeräte zu behandeln sind.

Den Vorschlag, auf einem Bildschirm angezeigt zu bekommen, welche Bauteile und Fraktionen sich wo in den Geräten befinden, fand kein Unternehmen hilfreich, da ohnehin alle Schadstoffe entfernt bzw. Wertstoffe gewonnen werden können.

Eine automatische Identifikation der Altgeräte, kombiniert mit zusätzlichen Informationen (Herstellungsjahr, Seriennummer, Serientyp etc.) wird von keinen Unternehmen als sinnvoll erachtet. Das Problem sei die Schnelllebigkeit der Produkte. Lediglich ein Unternehmen verfügt über Informationen, die den Hersteller bei der Produktion recyclinggerechter Produkte unterstützen könnten. Vor allem wäre es besser, die Geräte zusammenzustecken statt zu verschrauben, um die Demontagezeit zu verkürzen.

Drei Unternehmen gaben an, Altgeräte grundsätzlich nicht auf Wiederverwendbarkeit zu prüfen. Vier Unternehmen prüfen zumindest im Einzelfall die Geräte auf Funktionsfähigkeit. Ein Unternehmen hat dafür einen speziellen Prüftisch, auf dem Personen im Rahmen von Qualifizierungs- und Wiedereingliederungsmaßnahmen z.B. Waschmaschinen überprüfen. In einem weiteren Unternehmen werden auch einzelne Bauteile entnommen, z.B. Waschmaschinenmotoren.

### **4.3**

#### ***Befragung der Sammelstellen***

Befragt wurden sieben Sammelstellen im Februar 2008. Nach deren Auskunft werden die Reaktionszeiten für Abholung und Gestellung der Container eingehalten. Mit sozialen Einrichtungen, die Altgeräte annehmen und/oder aufbereiten, arbeiten drei der sieben befragten Sammelstellen zusammen. Diese Zusammenarbeit hat zur Folge, dass erheblich mehr Geräte zerlegt und repariert werden, als in anderen Sammelstellen. Vier der sieben Sammelstellen bieten neben dem Bringsystem auch ein Holsystem für Elektrogeräte an, dieser Service wird kostenlos angeboten.

Allen Sammelstellen sind durch das ElektroG Kosten für zusätzliches Personal entstanden. Zudem sind auch Kosten für die Errichtung und Unterhaltung von Stellplätzen angefallen. Moniert wurde einmal, dass die Hersteller die Kosten erst ab der Gestellung der Container tragen, für die Bereitstellung der Stellplätze und zusätzliches Personal aber die Kommunen zuständig sind. Den Zustand der bei den Sammelstellen ankommenden Geräte beurteilen drei Sammelstellen als gut, zwei hingegen beklagten die Ausplünderung der Geräte bzw. die Zerstörung durch die Sammlung und Lagerung selbst. Alle Sammelstellen haben für die Sammelgruppe 1 die Befreiung von der Bereitstellung zu Abholung beantragt, fünf Sammelstellen auch für Sammelgruppe 5, eine für Sammelgruppe 3. Mit einer Ausnahme für Gruppe 5 gaben alle Sammelstellen für alle von der Abholung befreiten Sammelgruppen an, Erlöse mit der Vermarktung der Rohstoffe aus den Altgeräten zu erzielen.

Die Überprüfung der Wiederverwendbarkeit der Altgeräte bereits an der Sammelstelle wird von keinen der Befragten für uneingeschränkt gut geheißen und wird auch nicht durchgeführt. Problematisch ist der komplexe Auf-

bau und Facettenreichtum der Geräte, eine erforderliche Garantie für die Sicherheit und Funktion der Geräte, sowie der Personal- und Platzaufwand. Eine Separierung der Altgeräte nach den Anforderungen der weiteren Behandlung wird sehr differenziert beurteilt. Zwei der Befragten hielten dies für unmöglich, dreimal wurde dies grundsätzlich für machbar gehalten. Auch hierfür wäre mehr Personal und Platz erforderlich.

Eine automatische Identifikation mittels eines Barcodes auf den Altgeräten begrüßten fünf der Befragten, auch wenn ihnen noch nicht klar war, welche Verbesserungen sich dadurch erreichen lassen.

## 5

### **Ergebnisse der produktbezogenen Deltaanalyse**

Dieses Kapitel beschreibt an den beispielhaften Produktgruppen „Waschmaschinen“ und „Haushaltskleingeräte“ die voraussichtlichen Wirkungen des ElektroG. Im Zentrum steht dabei die Frage, ob durch das Gesetz Anreize gesetzt wurden, die Herstellung bzw. den Kauf langlebigerer Produkte zu forcieren bzw. faktisch und potentiell funktionstüchtige Geräte länger in Benutzung zu halten. Eingegangen in diese Analyse sind sowohl die theoretischen Verhaltensannahmen aus Kapitel 3 als auch die Ergebnisse der Akteursbefragung aus Kapitel 4.

#### 5.1

##### ***Auswahl der Produkte***

Für die empirische Analyse wurden mit Waschmaschinen und Haushaltskleingeräten zwei Produktgruppen ausgewählt, die sich in vielfacher Weise unterscheiden. Waschmaschinen stehen für jene Produkte, die langlebig sind und einen relativ hohen Preis haben. Zudem lassen sich Defekte häufig reparieren; es stehen auch Ersatzteile zu diesem Zweck zur Verfügung. Anders stellt sich die Situation bei Haushaltskleingeräten dar, z.B. elektrische Mixer oder Wasserkocher aus dem Küchenbereich. Diese Produkte sind in der Regel zu einem sehr geringen Preis zu beziehen und gelten als „Wegwerfprodukte“.

#### 5.2

##### ***Waschmaschinen***

##### **5.2.1**

###### **Produkthersteller**

Die Waschmaschinenhersteller könnten auf verschiedene Weise zur Zielerreichung des ElektroG beitragen. Vor allem ist hier die Erhöhung der Langlebigkeit zu nennen, die durch eine verbesserte Produktkonzeption sowie durch die Verwendung hochwertiger Materialien sowie einer hochwertigen Verarbeitung zu erzielen ist. Um die Reparaturmöglichkeiten zu verbessern, könnten Bau- und Reparaturanleitungen sowohl den Nutzern als auch den

Reparateuren zur Verfügung gestellt werden. Zudem könnte der Austausch von defekten Bauteilen durch eine verbesserte Kennzeichnung erleichtert werden.

Die Anreize und Hemmnisse, die Verhaltensbeiträge zu liefern, können abhängig vom Hersteller sehr unterschiedlich sein, da sie unterschiedliche Strategien entwickelt haben, um am Markt erfolgreich zu sein. Während z.B. Miele vor allem auf die hohe Qualität der Produkte setzt, haben andere Hersteller in erster Linie die Realisierung eines günstigen Verkaufspreises im Blick. Sollten Hersteller, die vor allem auf hohe Qualität der Produkte setzen, in das Billigpreissegment vorstoßen wollen, könnte dies das Vertrauen der Kundschaft stark beeinträchtigen und würde zudem den Zielen des ElektroG entgegenstehen. Die Ausweitung des Ersatzteilmarktes kann hingegen weitere Imagegewinne mit sich bringen und die Kundenbindung erhöhen.

Die Förderung der Reparatur kann einhergehen mit Umsatzverlusten, da weniger neue Geräte abgesetzt werden können. Für Zulieferfirmen kann dies aber ein lukratives Zusatzgeschäft darstellen.

Das Gesetz gibt keine Anreize oder Vorgaben, das bisherige Verhalten zu verändern. Die Unterschiede zwischen den verschiedenen Herstellern dürften damit erhalten bleiben.

### 5.2.2

#### Verbraucher

Die Nutzer können durch eine verstärkte Nachfrage nach umwelt- und recyclingfreundlichen Waschmaschinen sowie durch die Nutzung von Reparaturmöglichkeiten einen erheblichen Verhaltensbeitrag für die Zielerreichung des ElektroG beisteuern. Dies gilt vor allem für Nutzer, die eine größere Anzahl von Waschmaschinen benötigen, in erster Linie Wohnbaugesellschaften, Studentenwerke etc. Aber auch hier wird das ElektroG nicht dazu führen, dass die Verbraucher ihr Verhalten verändern. Wer bislang Wert auf hochwertige Ware gelegt hat, wird dies ebenso weiterhin tun wie diejenigen Nutzer, für die der Einkaufspreis oder der Strom- und Wasserverbrauch das bestimmende Kaufkriterium war.

### 5.2.3

#### Sammelstellen

Der Beitrag der Sammelstellen zur Verlängerung der Lebensdauer gebrauchter Waschmaschinen kann vor allem durch eine zielgerichtete Ausschleusung noch funktionierender oder reparaturfähiger Maschinen erfolgen. Durch die Kombination von Hol- und Bringsystemen kann zudem eine höhere Rücklaufquote von Geräten erreicht werden, bei denen die werthaltigen Bestandteile noch enthalten sind.

Durch die Zusammenarbeit mit sozialen Einrichtungen, in denen sowohl Reparaturmaßnahmen durchgeführt werden als auch der Verkauf von vollständigen Geräten und Einzelteilen erfolgen kann, ist die Erhöhung der Wiederverwertungsquoten möglich. Es ist aber auch hier lediglich die gesetzkon-

forme Umsetzung der Mindestanforderungen zu erwarten. Lediglich die vom Gesetzgeber eingeräumte Möglichkeit, die Altgeräte einer Gruppe von der Bereitstellung zur Abholung auszunehmen, hat die weit überwiegende Zahl der öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger für die Gruppe 1 genutzt, zu der auch Waschmaschinen zählen. Mit den Erlösen des Verkaufs von Geräten und Einzelteilen, vor allem aber durch die Vermarktung der darin enthaltenen Wertstoffe erzielen die öRE bereits heute Erlöse, die auch der Verringerung der Gebühren dienen. Die gezielte Überprüfung aller Geräte auf ihre Wiederverwendbarkeit wird von den Sammelstellen in der Befragung einheitlich als unrealistisch eingeschätzt.

#### **5.2.4**

##### **Entsorgungsunternehmen**

Auch die Entsorgungsunternehmen könnten durch gezielte Ausschleusung noch funktions- oder reparaturfähiger Geräte zur Verlängerung der Lebensdauer von Waschmaschinen beitragen. Logistisch hätte dies bei den Erstbehandlern zu erfolgen. Bei der Überprüfung der Funktionsfähigkeit würden Informationen über besonders störanfällige Bauteile anfallen, die sie an die Hersteller weitergeben könnten.

Darüber hinaus könnten bei den weiteren Entsorgungsschritten auch Informationen an die Hersteller übermittelt werden, die Probleme bei der Entsorgung von Schadstoffen zum Inhalt haben. Es ist aber auch bei den Entsorgungsunternehmen nicht davon auszugehen, dass sie ihr Verhalten aufgrund des ElektroG über das vom Gesetz verlangte Mindestmaß verändern werden. Da der überwiegende Teil der öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger die Möglichkeit genutzt hat, die Sammelgruppe 1 von der Bereitstellung zur Abholung auszunehmen, kommen bei den Entsorgungsbetrieben nur wenige funktions- oder reparaturfähige Waschmaschinen an.

Entsorgungsunternehmen, die auch Waschmaschinen auf Wiederverwendbarkeit überprüfen, arbeiten häufig mit sozialen Einrichtungen zusammen. Diese Kooperationen dienen in erster Linie der Qualifizierung von Langzeitarbeitslosen und wurden schon vor Inkrafttreten des ElektroG initiiert. Daher ist davon auszugehen, dass die Entsorgungsunternehmen keine zusätzlichen Aktivitäten aufgrund des ElektroG beisteuern werden, die zu einer Verlängerung der Lebensdauer von Waschmaschinen führen.

### **5.3**

#### ***Haushaltskleingeräte***

Die Situation bei Haushaltskleingeräten unterscheidet sich in einigen wesentlichen Bereichen von der Ausgangslage bei Waschmaschinen. Vor allem die Anzahl unterschiedlicher Geräte mit jeweils unterschiedlichen Funktionen ist augenfällig. Für die weit überwiegende Zahl der Geräte werden keine Ersatzteile angeboten, die Möglichkeit der Reparatur wird zudem durch eine kompakte Bauweise (z.B. Verklebung der Komponenten) häufig unmöglich ge-

macht. Ein häufig geringer Preis führt dazu, dass Geräte dieser Kategorie als Wegwerfartikel betrachtet werden. Zudem sind die Entsorgungskosten dieser Geräte sehr gering. Nach Aussagen eines Recyclingunternehmens kostet z.B. die Entsorgung eines elektrischen Rasierapparates „gar nichts“. Daher ist nicht zu erwarten, dass im Bereich der Haushaltkleingeräte das ElektroG Wirkung in Bezug auf Verlängerung der Lebensdauer entfalten wird. Die Produkthersteller haben aufgrund der geringen Entsorgungskosten keine wirksamen Anreize, die Langlebigkeit ihrer Produkte zu erhöhen. Die Verbraucher werden ihr Kaufverhalten aufgrund des ElektroG nicht verändern, lediglich die Zuführung von Altgeräten zu der getrennten Sammlung ist von dieser Seite zu erwarten. Sowohl für die Sammelstellen als auch für die Entsorgungsunternehmen wäre es mit einem erheblichen Aufwand verbunden, funktionsfähige Kleingeräte aus dem Abfallstrom auszuschleusen.

## 6

### Fazit

Die derzeitige Umsetzung der WEEE-Richtlinie durch das deutsche ElektroG zielt vorwiegend auf die stoffliche und energetische Verwertung ab. Demgegenüber sieht das Regelungskonzept der WEEE-Richtlinie vor, dass jeder Hersteller für die Finanzierung der Entsorgung seiner eigenen Altgeräte verantwortlich sein soll. Das in Deutschland installierte System läuft jedoch de facto auf eine kollektive Herstellerverantwortung hinaus. Denn die Hersteller können ihre Entsorgungskosten nicht durch die Entsorgungs- bzw. Wiederverwendungsfreundlichkeit ihrer Produkte beeinflussen, da eine herstellerindividuelle Zuordnung der erfassten Geräte in der Praxis aufgrund der hohen Hemmnisse nicht erfolgt. Stattdessen muss ein Hersteller entsprechend seines Absatzanteils eine gemischte Altgerätemenge bei den Sammelstellen abholen und entsorgen. Somit gibt sowohl WEEE-Richtlinie als auch das ElektroG den Herstellern von Elektrogeräten keinen hinreichenden Anreiz, „umweltfreundliche“ Elektrogeräte im Sinne des Gesetzgebers herzustellen, da die Aufwendungen individuell zu leisten sind, die Erfolge aber durch die kollektiven Systeme allen Elektroherstellern zugute kommen.

Die EuP-Richtlinie könnte aufgrund weitergehender Informationspflichten dafür sorgen, dass die Hersteller stärker als bisher auf die Umweltverträglichkeit ihrer Produkte achten. Dies kann aber erst mit den konkreten Vorgaben geschehen, für die die Richtlinie den Rahmen vorgibt.

Die geforderte Prüfung auf Wiederverwendbarkeit von Geräten an den Sammelstellen oder bei den Erstbehandlungseinrichtungen findet in der Regel nicht statt. Vielmehr behindert die lediglich gruppenbezogene Sammlung der Altgeräte und die damit häufig verbundene Beschädigung bei Sammlung, Lagerung und Transport der Geräte deren Wiederverwendbarkeit.

Zur Erfüllung des zentralen Ziels der Richtlinie, die Verringerung der Abfallströme durch die Erhöhung der Lebensdauer bzw. der Wiederverwendung von Elektrogeräten, fehlt es an einer ausreichenden instrumentellen Ausgestaltung im ElektroG. Daher ist nicht zu erwarten, dass sich Innovationsimpulse für Produktkonzeptionen zur Erreichung des Hauptziels ergeben werden. Fraglich ist auch, ob es zu einer Erhöhung der Sammelquoten kommen wird, da bereits heute die Vorgaben des Gesetzes erfüllt werden. Die Vorgaben der RoHS-Richtlinie werden hingegen weitgehend eingehalten, da die Akteure der Wertschöpfungskette eine gegenseitige Kontrolle ausüben. Produktinnovationen in Richtung der „Produktverantwortung“ nach dem Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz sind infolge des ElektroG nicht zu erwarten, da gesetzlich begründete Anreize, Produkte nach ökologischen Kriterien zu gestalten, aufgrund der Unabhängigkeit der Kostenzuordnung von den tatsächlich entstandenen Entsorgungskosten nicht vorhanden sind.

## 7

### Literatur

- Bizer, K.; Führ, M.; Hüttig, Chr. (Hrsg.): Ökonomisch-juristische Institutionenanalyse - Ziele und praktische Anwendung. In: Responsive Regulierung, Mohr & Siebeck, Tübingen 2002, 143-166.
- Bizer, K.; Gubaydullina, Z.: Das Verhaltensmodell der interdisziplinären Institutionenanalyse in der Gesetzesfolgenabschätzung, in: Führ, Martin; Bizer, Kilian; Feindt, Peter-H. 2006 (i.E.)
- DLR 2001: NeWET – Netzwerk „Weiter- und Wiederverwendung von Elektro(nik)geräten und ihren Teilen. Abschlussbericht der Voruntersuchung.
- Eickhof, Norbert: Globalisierung, institutioneller Wettbewerb und internationale Wirtschaftspolitik. Volkswirtschaftliche Diskussionsbeiträge, Nr. 52. Universität Potsdam 2003.
- GfK 2003: Evolution of sales of domestic appliances in Western Europe. Vortrag von Matilde Soregaroli auf der 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE on Energy Efficiency in Domestic Appliances and Lighting – EEDAL'03. Turin.
- GfK 2004: zitiert unter [www.umweltdialog.de](http://www.umweltdialog.de). Im Internet unter [http://www.umweltdialog.de/umweltdialog/unternehmen/2004-05-05\\_1230.php?action=seiteweiterempfehlen](http://www.umweltdialog.de/umweltdialog/unternehmen/2004-05-05_1230.php?action=seiteweiterempfehlen), Abruf vom 06.12.2006.
- Pillep, R.: Konfiguration und Management einer unternehmensübergreifenden Materialkreislauflührung in Produktionskooperationen. Schriftenreihe Rationalisierung und Humanisierung, Nr. 28. Shaker Verlag, Aachen 2000.
- Pfohl, H.-Chr.: Logistiksysteme. Betriebswirtschaftliche Grundlagen. Springer Verlag. Berlin Heidelberg New York 2000.
- Spitzbart, M.; Schneider, F.; Obersteiner, G.: Schaffung der Voraussetzungen zur Bildung eines Wiederverwendungskreislaufes für Elektro(nik)altgeräte. Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie. Wien 2007.
- Statistisches Bundesamt: Einkommens- und Verbrauchsstichprobe. Ausstattung privater Haushalte mit langlebigen Gebrauchsgütern. Wiesbaden, 2003.



Forschungsverbund ELVIES -  
Effiziente Logistik und Verwertung durch den integrierten Einsatz  
von Smartlabels im Elektronikschrott

## **Anlage 7:**

# **Verbesserung der stofflichen Verwertung und Entsorgung durch Informationsbereitstellung**

## **Kurzfassung**

**Prof. Dr. Gerhard Roller**

**Dipl.-Ing. Ludger Nuphaus**

**Fachhochschule Bingen**

Gefördert durch das BMBF  
Programm FH<sup>3</sup>  
Förderkennzeichen 17 23 A 05

**Bingen, Juni 2008**



## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einführung</b>	<b>VII-1</b>
<b>2 Rechtliche Grundlagen</b>	<b>VII-1</b>
2.1 Herstellerpflichten für Verwertung und Entsorgung	VII-2
2.2 Verwertungs- und Recyclingquoten	VII-3
2.3 Mengeninformationen	VII-4
2.4 Angaben zur Behandlung und Verwertung	VII-4
<b>3 Derzeitige Entsorgungspraxis</b>	<b>VII-5</b>
3.1 Beschreibung des Sammelsystems für Altgeräte aus privaten Haushalten	VII-5
3.2 Entsorgungstechnik	VII-7
3.3 Prüfung auf Wiederverwertung	VII-9
3.4 Selektive Behandlung	VII-9
<b>4 Optimierung der Entsorgung und Verwertung durch Informationsbereitstellung</b>	<b>VII-9</b>
4.1 Informationsbereitstellung zur Wiederverwendung	VII-9
4.2 Informationen für die selektive Behandlung	VII-9
4.3 Optimierung der Sammlung	VII-10
4.4 Mengeninformationen bei der Verwertung	VII-11
4.5 Informationsbereitstellung zur Entsorgung	VII-11
4.6 Informationen in Bezug auf künftige Stoffverbote	VII-12
4.7 Information der Nutzer	VII-12
<b>5 Ergebnis</b>	<b>VII-13</b>
<b>6 Literatur</b>	<b>VII-14</b>

### **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1:	Sammelgruppen und Aufteilung der Verwertungswege .....	VII-6
Abbildung 2:	Wesentliche Aufgaben der Beteiligten im Rahmen des ElektroG (verändert nach Frey 2007).....	VII-7
Abbildung 3:	Struktur der Entsorgung von Elektroaltgeräten .....	VII-8

### **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1:	Verwertungs-, Wiederverwendungs- und Recyclingquoten nach WEEE- Richtlinie .....	VII-3
------------	---	-------

# 1

## Einführung

Thema dieses Teilprojektes ist die Fragestellung, wie die gegenwärtige Aufbereitung und Verwertung von Elektro- und Elektronikaltgeräten durch die Bereitstellung von Informationen verbessert werden kann und welche Informationen insbesondere die Verwertungsbetriebe zur Optimierung ihrer Prozesse benötigen.

Ausgehend von den geltenden rechtlichen Grundlagen wurde der derzeitige Status-quo der Verwertungs- und Entsorgungspraxis von Elektro- und Elektronik-Geräten beschrieben und die konkreten Abläufe im Entsorgungsprozess erläutert. Daran schließt sich die Untersuchung des Informationsbedarfs der Akteure für die Behandlung der Geräte an. Grundlage für die Bearbeitung waren Literatur- und Internet-Recherchen, Einzelbefragungen der gewerblichen Projektpartner sowie weitergehende Erhebungen bei Behandlungsanlagen und Herstellern, um deren jeweiligen Informationsbedarf zu ermitteln.

# 2

## Rechtliche Grundlagen

Durch die WEEE-Richtlinie 2002/96/EG und das Elektro-Gesetz wurde eine Produktverantwortung der Hersteller eingeführt. Diese ist jedoch geteilt: Die Kommunen sind zur kostenlosen Annahme von Altgeräten verpflichtet und die Hersteller der Geräte sind für die Verwertung der Altgeräte verantwortlich, auch für die Altgeräte, für die kein Hersteller mehr festgestellt werden kann.<sup>1</sup> Altgeräte, die nicht mehr genutzt werden können, sollen recycelt, verwertet und umweltgerecht entsorgt werden.

Bestandteil dieser Produktverantwortung sind die Vermeidung von Abfällen und die Verbesserung der Entsorgung. Der Hersteller soll ein finanzielles Interesse entwickeln, Ersparnisse bei den Entsorgungskosten mit einem geringen Produktionsaufwand zu erzielen.<sup>2</sup> Allerdings wird diese individuelle Anreizwirkung durch die kollektive Verantwortlichkeit, zum Beispiel bei der Abholung und der Finanzierung der Verwertung von Altgeräten, wieder abgeschwächt.

<sup>1</sup> Vgl §§ 6, 9 u. 10 ElektroG.

<sup>2</sup> Bullinger, M./Fehling, M. (Hrsg.): Elektroggesetz: Handkommentar, 1. Aufl., Nomos, Baden-Baden 2005, §1 Rn 27 f.

## 2.1

### ***Herstellerpflichten für Verwertung und Entsorgung***

In den Erwägungsgründen der Richtlinie 2002/96/EG (WEEE)<sup>3</sup> wird dargelegt, dass eine spezifische Behandlung von Elektro- und Elektronik-Altgeräten mit der besten verfügbaren Behandlungs-, Verwertungs- und Recyclingtechniken unabdingbar ist. Der Transfer von Schadstoffen in die gewonnenen Materialien und in den Abfallstrom soll dadurch vermieden und Gesundheits- und Umweltschutz auf hohem Niveau gewährleistet werden.

Hierzu dienen auch die Vorgaben der Richtlinie 2002/95/EG zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten,<sup>4</sup> deren wesentliche Vorgaben in § 5 ElektroG enthalten sind. Sie zielen auf die Einschränkungen von gefährlichen Stoffen in Elektro(nik)geräten, um deren Recyclingmöglichkeiten sowie die wirtschaftliche Rentabilität des Recyclings zu verbessern.<sup>5</sup> Allerdings erweist sich als problematisch, dass eine besondere Kennzeichnung der zahlreichen Ausnahmen<sup>6</sup> von dieser Richtlinie nicht vorgesehen ist und somit schadstoffhaltige Altgeräte künftig nicht einfach identifizierbar und von schadstofffreien Geräten zu unterscheiden sind.

Bei der Rücknahme von Elektro- und Elektronik-Altgeräten sollen von den Mitgliedstaaten besondere Vorkehrungen getroffen werden,<sup>7</sup> damit die Rücknahmen von Geräten, die aufgrund einer Verunreinigung ein Risiko für die Gesundheit und Sicherheit der Mitarbeiter darstellen, abgelehnt werden kann. Um einen solchen Ausschluss von Altgeräten von den Rücknahmesystemen zu erreichen, ist es jedoch erforderlich, dass Geräte, die risikobehaftete Verunreinigungen enthalten, beurteilbar und erkennbar sind.

Das Elektroggesetz verpflichtet die Hersteller nicht nur zur Rücknahme und Verwertung der von ihnen in Verkehr gebrachten Geräte - sie müssen darüber hinaus auch Kennzeichnungs- und Informationspflichten nachkommen und bereits bei der Produktkonzeption bestimmte Anforderungen im Hinblick auf die spätere Entsorgung und Verwertung beachten. So soll der Hersteller schon bei der Gestaltung der Produkte Aspekte der Demontage und Verwertung von Altgeräten, ihren Bauteilen und Werkstoffen, berücksichtigen.

<sup>3</sup> Erwägungsgrund 17 der Richtlinie 2002/96/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. Januar 2003 über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (ABl. EG Nr. L 37 vom 13.02.2003, S.24). zuletzt geändert durch die Richtlinie 2003/108/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 08. Dezember 2003 zur Änderung der Richtlinie 2002/96/EG über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (ABl. EG Nr. L 345 vom 31.12.2003, S. 106), Directive 2002/96/EC on the Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE).

<sup>4</sup> Richtlinie 2002/95/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. Januar 2003 zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten (ABl. EG Nr. L 37 S. 19), Directive 2002/95/EC on the Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment (RoHS).

<sup>5</sup> Erwägungsgrund 6 der Richtlinie 2002/95/EG.

<sup>6</sup> Ausnahmen von den Stoffverboten wurden aus technischen oder wirtschaftlichen Gründen erlassen bei den Geräten und Anwendungen, bei denen ein Ersatz der Stoffe nicht möglich ist oder Ersatzstoffe negative Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit haben können.

<sup>7</sup> Vgl. Artikel 5 Abs. 2 d WEEE-Richtlinie.

sichtigen. Zielsetzung ist, die Wiederverwendung, die Verwertung und Entsorgung von Produkten zu vereinfachen.<sup>8</sup>

Zudem sind Elektro- und Elektronikgeräte im Hinblick auf den Hersteller und den Zeitpunkt des Inverkehrbringens zu kennzeichnen. Dabei muss der Hersteller eindeutig zu identifizieren sein (§ 7 ElektroG). Elektro- und Elektronikgeräte für private Haushalte sind mit dem Symbol nach Anhang II ElektroG (durchgestrichene Abfalltonne) zu kennzeichnen. Es ist darauf hinzuweisen, dass das Elektrogerät nicht über die Mülltonne, sondern gesondert zu entsorgen ist.

Diese Vorgaben sollen eine umweltverträgliche Entsorgung des Elektroschrotts sicherstellen und gleichzeitig zu einer Vermeidung dieser gefährlichen Abfälle bereits im Vorfeld ihrer Entstehung durch eine umweltfreundliche Produktkonzeption führen.

## 2.2

### **Verwertungs- und Recyclingquoten**

Die Behandlung der Altgeräte hat so zu erfolgen, dass bestimmte Recycling- und Verwertungsquoten eingehalten und nachgewiesen werden (§ 12 ElektroG). Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Quoten zur Verwertung und zur Wiederverwendung.

Tabelle 1: Verwertungs-, Wiederverwendungs- und Recyclingquoten nach WEEE-Richtlinie

Geräteart	Verwertungsquote	Wiederverwendungs- und Recyclingquote für Bauteile, Werkstoffe und Stoffe
Haushaltsgroßgeräte und automatische Ausgabegeräte	80%	75%
IT- u. Telekommunikationsgeräte und Geräte der Unterhaltungselektronik	75%	65%
Haushaltskleingeräte, Beleuchtungskörper, Elektrische u. elektronische Werkzeuge, Spielzeug Sport- u. Freizeitgeräte, Überwachungs- und Kontrollinstrumente	70%	50%
Gasentladungslampen		80%

Die Angaben beziehen sich nach dem Wortlaut des Gesetzes auf den Prozentanteil „des durchschnittlichen Gewichts je Gerät“, wobei dies in der Praxis auf die Gerätekategorie bezogen werden muss.<sup>9</sup> Eine Ermittlung des durchschnittlichen Gewichts der einzelnen Geräte einer Kategorie erfolgt aufgrund der gruppenbezogenen Erfassung zumeist nicht. Aus diesem

<sup>8</sup> Vgl. § 4 ElektroG.

<sup>9</sup> Vgl. Giesberts/Hilf, 2006, S. 189.

Grund basieren die Mengenzbilanzen auf stichprobenhaften Untersuchungen von Sammelgruppen und auf Hochrechnungen der Untersuchungsergebnisse.

### **2.3**

#### ***Mengeninformationen***

Eine Mindestquote von durchschnittlich vier Kilogramm getrennt gesammelter Elektro- und Elektronik-Altgeräten aus privaten Haushalten pro Einwohner und Jahr soll bis spätestens 31. Dezember 2006 erreicht werden.<sup>10</sup>

Um die Quotenerfüllung nachweisen zu können, müssen die Hersteller unter anderem bei der Anlieferung von Altgeräten in die Behandlungs-, Verwertungs- oder Recyclinganlage und bei deren Verlassen die Masse der Elektro- und Elektronik-Altgeräte und der gewonnenen Produkte und Abfälle ermitteln bzw. ermitteln lassen.

Eine genaue herstellerbezogene Zuordnung der erfassten Geräte zur Wiederverwendung, Verwertung oder Entsorgung erfolgt bisher nicht. Vielmehr werden jedem Hersteller eine bestimmte Menge Altgeräte einer erfassten Gruppe zugesprochen, die der Menge der von ihm in den Markt gebrachten Geräte entsprechen soll.

### **2.4**

#### ***Angaben zur Behandlung und Verwertung***

Die Hersteller sind darüber hinaus verpflichtet, den Wiederverwendungseinrichtungen, Behandlungsanlagen und Anlagen zur stofflichen Verwertung Informationen über die Wiederverwendung und Behandlung für „jeden in Verkehr gebrachten Typ neuer Elektro- und Elektronikgeräte“ innerhalb eines Jahres nach dem Inverkehrbringen des jeweiligen Gerätes in Form von Handbüchern oder in elektronischer Form zur Verfügung zu stellen (§ 13 VI ElektroG). Daraus muss erkennbar sein, welche verschiedenen Bauteile und Werkstoffe die Geräte enthalten und an welcher Stelle sich in den Elektro- und Elektronikgeräten gefährliche Stoffe und Zubereitungen befinden. Diese Verpflichtung besteht nur in dem Maße, wie dies für Wiederverwendungseinrichtungen, Behandlungsanlagen und Anlagen zur Stofflichen Verwertung erforderlich ist, damit die Anlagen den Vorgaben des ElektroG nachkommen können.

Der Gesetzgeber will mit dieser Regelung die umweltgerechte Behandlung sowie die Wiederverwendung von Geräten erleichtern. Problemstoffe in den Geräten sollen besser erkannt und aus dem Verwertungsprozess ausgeschleust werden.

<sup>10</sup> S. § 1 Abs. 1 ElektroG.



## 3

### Derzeitige Entsorgungspraxis

Die Auswertung vorhandener Informationen sowie die Fachgespräche und Betriebsbegehungen bei den Projektpartnern und anderen Akteuren ergaben, dass die Verwertungspraxis gegenwärtig eine große Bandbreite aufweist. Der überwiegende Anteil der Altgeräte wird in großtechnischen Anlagen automatisiert verwertet. In der Praxis werden die Geräte zumeist in einem Schredder zerkleinert und anschließend die Materialien über mechanische, physikalische und chemische Verfahren getrennt. Ein Teil der Altgeräte wird demontiert. Diese händische Demontage von Elektro- und Elektronikgeräten findet in mittelständischen Recyclingunternehmen, in Sozialbetrieben und Behindertenwerkstätten statt.

#### 3.1

##### *Beschreibung des Sammelsystems für Altgeräte aus privaten Haushalten*

Elektro- und Elektronikgeräte aus privaten Haushalten werden überwiegend in den von den öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträgern an Sammelstellen bereitgestellten Behältnissen in fünf Sammelgruppen gesammelt (Bringsystem, vgl. Abbildung 1). Die Gruppen beinhalten die in Abbildung 1 dargestellten Gerätekategorien. Geräte der Informations- und Telekommunikationstechnik werden gemeinsam mit Geräten der Unterhaltungselektronik und Haushaltskleingeräte zusammen mit elektrischen Werkzeugen und Spielzeugen sowie mit Beleuchtungskörpern erfasst. Lediglich für Kühlgeräte und Gasentladungslampen stehen eigene Behältnisse bei den öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträgern zur Verfügung.

Ist die Mindestabholmenge für eine Sammelgruppe erreicht, teilt der Entsorgungsträger dies der Stiftung EAR mit. Diese ermittelt mit Hilfe einer speziellen Berechnungsweise (Abholalgorithmus) den Hersteller, der den Behälter abholen lassen muss.

Zur Abholung der Geräte werden von den Herstellern Entsorgungsdienstleister beauftragt. Diese holen die Altgeräte bei den Entsorgungsträgern ab und liefern die Altgeräte zu zertifizierten Behandlungsanlagen (Erstbehandlern).

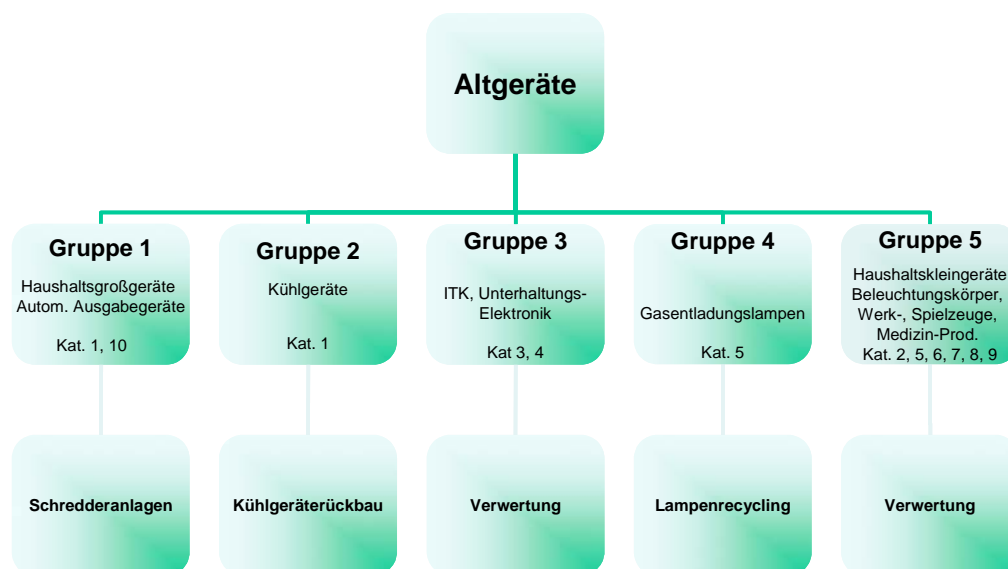


Abbildung 1: Sammelgruppen und Aufteilung der Verwertungswege

Daneben erfolgt in zahlreichen entsorgungspflichtigen Gebietskörperschaften eine Abholung der Geräte durch Entsorgungsbetriebe direkt bei den Haushalten (Holsystem), entweder im Rahmen einer regelmäßigen Sammlung oder durch direkte Abholung bei den Haushalten auf Abruf. Bei einigen Gebietskörperschaften (z. B. in Nürnberg und Frankfurt<sup>11</sup>), werden gezielt Geräte zur Wiederverwendung ausgeschleust.

Zahlreiche öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger machen Gebrauch von der Regelung in § 9 Abs. 7 ElektroG und nehmen bestimmte Sammelgruppen, insbesondere die Gruppe 1, von der Bereitstellung zur Abholung aus. Sie übernehmen dann die Herstellerpflichten im Hinblick auf Wiederverwendung, Behandlung und Entsorgung sowie bestimmte Informationspflichten. Abbildung 2 stellt die wesentlichen Zusammenhänge der Elektrogeräteentsorgung zusammenfassend dar.

<sup>11</sup> DUH 2006b.

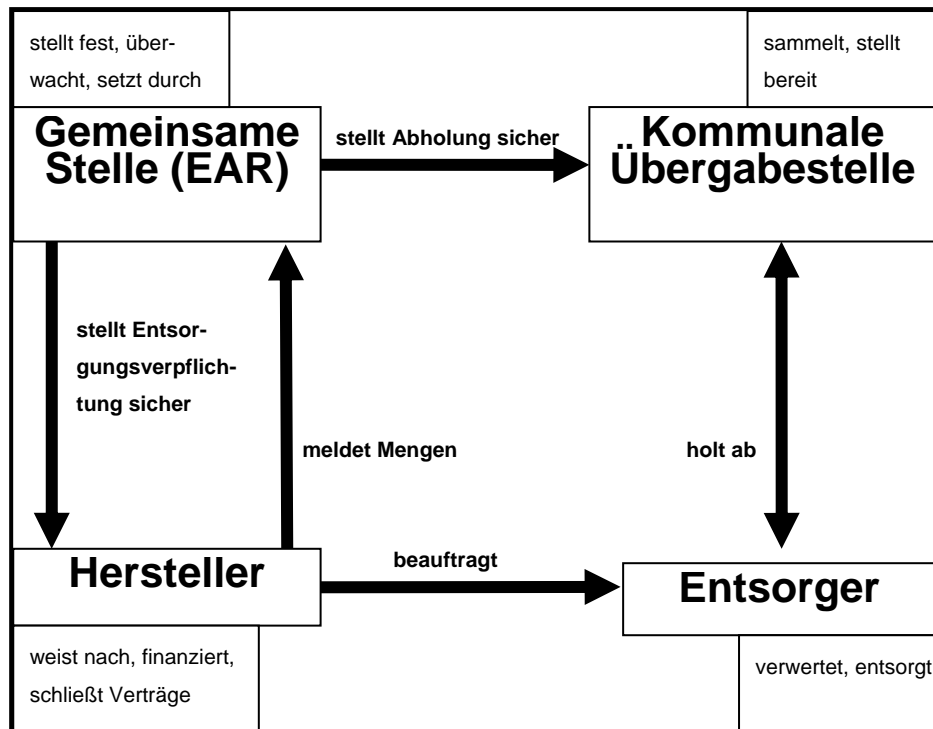


Abbildung 2: Wesentliche Aufgaben der Beteiligten im Rahmen des ElektroG (verändert nach Frey 2007)

### 3.2 Entsorgungstechnik

Bei den Erstbehandlungsanlagen werden die Container mit den gesammelten Altgeräten zunächst verwogen und danach entladen. In großen Behandlungsanlagen gelangen die Altgeräte der Sammelgruppen 3 und 5 über Förderbänder direkt oder nach Entfernung von Flüssigkeiten oder schadstoffhaltigen Teilen in Zerkleinerungsanlagen (z. B. Schredder, Querstromzersetzer). Die Schredderfraktion durchläuft anschließend weitere Zerkleinerungs-, Trenn- und Klassierverfahren, um Kunststoffe, FE- und NE-Metalle und andere Fraktionen abzutrennen. Die gewonnenen Fraktionen werden zur weiteren Verwertung vermarktet oder Entsorgungseinrichtungen zugeführt.

Einen Überblick über die Struktur der Behandlung von Elektroaltgeräten gibt Abbildung 1/Abbildung 3.

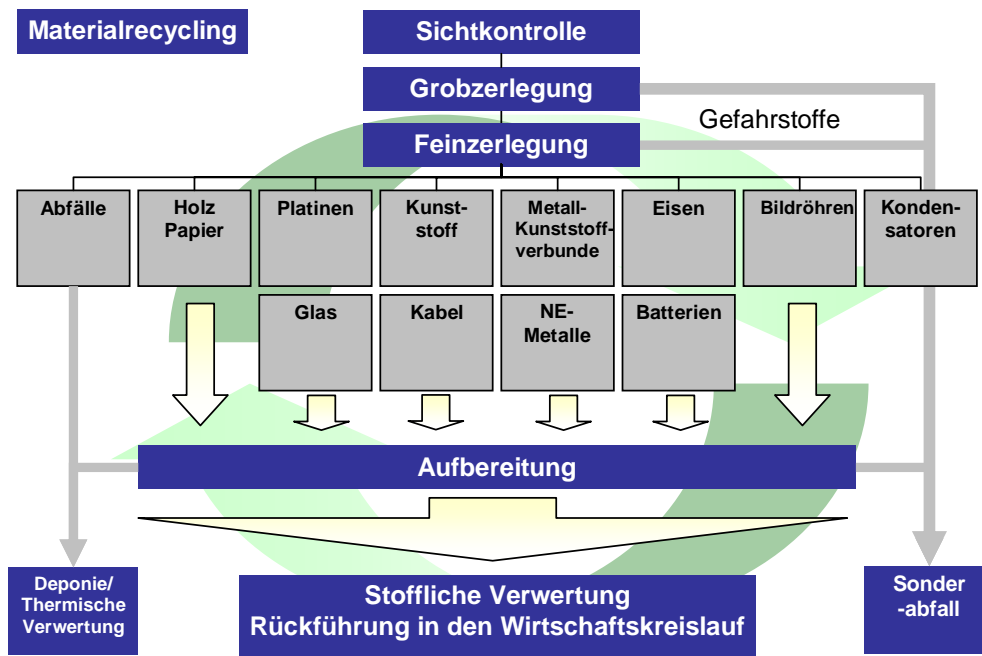


Abbildung 3: Struktur der Entsorgung von Elektroaltgeräten

Bei Haushaltsgroßgeräten (Sammelgruppe 1) erfolgt eine Zerkleinerung in Schredderanlagen (z. T. Automobil-Shredderanlage) und Trennung in verschiedene Fraktionen (Metalle, Kunststoffe, Glas, Mineralien u. a.). Die gewonnenen Fraktionen werden zu weiteren Verwertungsprozessen geliefert.

Zur Behandlung von Kühlgeräten (Sammelgruppe 2) existieren spezielle Behandlungsanlagen, in denen die Geräte nach Entfernung der losen Teile, der Flüssigkeiten und der Kompressoren und Kühlschlangen ebenfalls zerkleinert werden. Kühlflüssigkeiten und Kompressoröle sowie Kunststoffe, Isolierschäume und NE- und FE-Metalle gelangen zu weiteren Verwertungsverfahren. Vielfach werden FCKW- und KW-haltige Kühlgeräte gemeinsam in einer Anlage behandelt. Diese Vorgehensweise wird nach einer Untersuchung des Öko-Institutes e.V.<sup>12</sup> als Methode der Wahl beurteilt, bei der die geringsten Umwelteinwirkungen zu erwarten sind.

Gasentladungslampen werden in speziell ausgelegten Anlagen durch Zerkleinerungs- und Trennverfahren in ihre Hauptbestandteile zerlegt und die gewonnenen Materialien an Verwertungs- und Entsorgungsanlagen geliefert.

<sup>12</sup> Dehoust/Schüler 2007

### 3.3

#### ***Prüfung auf Wiederverwertung***

Vor einer Behandlung der Geräte zum Zwecke der Verwertung hat eine Prüfung auf Wiederverwendung zu erfolgen.<sup>13</sup> Die Behandlung zur Schadstoffentfrachtung umfasst die Entfernung aller Flüssigkeiten und die selektiven Arbeiten zur Entfernung von schadstoffhaltigen Werkstoffen und Bauteilen (vgl. Anhang III ElektroG).

### 3.4

#### ***Selektive Behandlung***

Bei einigen großen Behandlungsanlagen, wird die selektive Behandlung nur eingeschränkt durchgeführt, da entweder

- nicht erkennbar ist, ob die Geräte die Stoffe oder Bauteile nach Anhang II enthalten, zum Beispiel Asbest, radioaktive Stoffe, PCB, Quecksilber, bromierte Flammschutzmittel und größere Elektrolytkondensatoren, oder
- die Stoffe oder Bauteile so im Gerät verbaut sind, dass sie sich nicht ohne größeren Aufwand aus den Geräten entfernen lassen, zum Beispiel fest eingebaute Akkumulatoren, Asbest, Elektrolytkondensatoren, Kunststoffe mit bromierten Flammschutzmitteln.<sup>14</sup>

Bei der Verwertung gelangen nicht erkennbare Schadstoffe über die nachfolgenden Trenn- und Klassierstufen in die erzeugten Recyclingfraktionen und können zu unerwünschten Emissionen beitragen.

## 4

### **Optimierung der Entsorgung und Verwertung durch Informationsbereitstellung**

#### 4.1

##### ***Informationsbereitstellung zur Wiederverwendung***

Die Prüfung auf Wiederverwendung von Geräten oder Bauteilen ist Vorstufe der Behandlung und wird im Teilbericht B 2, „Optimierung der Wiederverwendung und Reparatur durch Informationsbereitstellung“ behandelt.

#### 4.2

##### ***Informationen für die selektive Behandlung***

Um der nach WEEE-RL geforderten Informationspflicht über die Art und Lage gefährlicher Stoffe in einem Gerät nachzukommen, die für die selektive

<sup>13</sup> § 11 II ElektroG.

<sup>14</sup> Vgl. SIMS 2007, Niedersachsen 2007, Baden-Württemberg 2006.

Behandlung<sup>15</sup> erforderlich sind, wurden von den Herstellerverbänden EICTA, CECED und EERA eine Empfehlungen für ein einheitliches Informationsraster gegeben<sup>16</sup>, der zahlreiche Hersteller nachkommen. In der Praxis zeigt sich jedoch, dass einerseits nicht alle Hersteller derartige Informationen anbieten und andererseits die Informationen nur in wenigen Fällen von Behandlungsanlagen bei dem Hersteller angefordert werden.

Soll jedoch der Behandler seinen Verpflichtungen optimal nachkommen, muss der Hersteller die dafür erforderlichen Informationen über die im Gerät enthaltenen Stoffe und Bauteile für den Behandler verfügbar machen. Will der Behandler zum Beispiel Kunststoffe ohne bromierte Flammschutzmittel gewinnen und vermarkten, weil dadurch ein höherer Erlös erzielbar ist, muss er wissen, ob das Ausgangsmaterial diese Mittel enthält oder frei davon ist. Er muss durch entsprechende Informationen auf dem Gerät oder durch eine Identifikations- und Informationssystem in die Lage versetzt werden, die Geräte aufgrund dieser Informationen zu selektieren und separaten Behandlungsverfahren zuzuführen. Der Behandler wird so in die Lage versetzt, die Qualität seiner Endprodukte zu verbessern.

### 4.3

#### ***Optimierung der Sammlung***

Damit eine umfassende Selektion der in Anhang II WEEE-Richtlinie aufgeführten Werkstoffe und Bauteile erfolgen kann, also um Bauteile zur Wiederverwendung oder sortenreine Fraktionen für Recyclingzwecke zu gewinnen, ist in bestimmten Fällen eine händische Zerlegung und Entnahme sinnvoll. Für diese Zwecke geeignete Geräte können entweder bei der Behandlungsanlage oder schon an der Sammelstelle mittels eines entsprechenden Identifikations- und Informationssystems erkannt und aussortiert werden. Gleichzeitig lassen sich dabei Geräte, die keiner selektiven Behandlung bedürfen und nicht zur händischen Bauteil- oder Wertstoffentnahme geeignet sind, als eigene Sammelgruppe erfassen.

Bei der anschließenden Behandlung werden dann die genannten Werkstoffe und Bauteile systematisch entnommen, so dass eine vollständige Entfrachtung gewährleistet werden kann. Darüber hinaus wird empfohlen (in Anlehnung an die Empfehlungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall<sup>17</sup>), weitere Stoffe oder Bauteile aus Gründen der Verwertung oder Schadstoffentfrachtung aus den Altgeräten zu entnehmen.

Neben den schadstoff- und wertstoffhaltigen Fraktionen lassen sich wiederverwendbare oder werthaltige Bauteile gezielter finden und gewinnen, wenn die entsprechenden Geräte oder Bauteile identifizierbar sind, z. B. durch eine gesonderte Kennzeichnung.

<sup>15</sup> Ebenso § 11 Abs. 2 ElektroG.

<sup>16</sup> EICTA/CECED/EERA 2005.

<sup>17</sup> LAGA 2004.

Geräte, die keiner selektiven Behandlung bedürfen und nicht zur händischen Bauteil- oder Wertstoffentnahme geeignet sind, werden direkt maschinell zerkleinert und zur Wertstoffgewinnung aufbereitet.

#### **4.4**

##### ***Mengeninformationen bei der Verwertung***

Bei der Behandlungsanlage sind die Menge der angelieferten Altgeräte einer Sammelgruppe je Anlieferer sowie der zugeordneten Hersteller zu erfassen. Dies erfolgt zurzeit durch Verwiegung der Anlieferung und Registrierung der zugehörigen Daten. Darüber hinaus muss eine Zuordnung der Geräte zu den Gerätekategorien erfolgen, um die Verwertungsquoten nachzuweisen (§ 12 ElektroG) und den Verpflichtungen zur Mengenmeldung nachkommen zu können (§ 13 ElektroG).

Werden die Behandlungsanlagen in die Lage versetzt, jedes Gerät einem Hersteller zuzuordnen, ist eine genaue Erfassung der Altgerätemenge je Hersteller, eine Zuordnung dieser Altgeräte zu einer Gerätekategorie, sowie eine herstellerbezogene Abrechnung der Transport-, Behandlungs- und Verwertungskosten möglich. Die Rückmeldung der erfassten Mengen durch den Behandler an die jeweiligen Hersteller, an den von diesem beauftragten Entsorgungsunternehmer oder direkt an die Gemeinsame Stelle, kann automatisiert und dadurch effizienter gestaltet werden.

Ein solches Vorgehen schafft die Voraussetzung für eine individuelle Kostenzurechnung nach § 14 Abs. 5 Nr. 1 ElektroG. Diese wird nach derzeitigem Kenntnisstand von den Herstellern nicht wahrgenommen.

Insgesamt würde die automatische Erfassung der Geräte bei den Behandlungsanlagen die Ermittlung des Anteils einer Geräteart eines Herstellers an einer Sammelgruppe deutlich vereinfachen.

#### **4.5**

##### ***Informationsbereitstellung zur Entsorgung***

Zur optimalen Entsorgung von Altgeräten können die Hersteller weitere Informationen zur Verfügung stellen:

- Für die maschinelle Zerkleinerung von Altgeräten sind Informationen über problematische Stoffe (z. B. zum Vorhandensein von Magnesium oder Schwermetallen) von Bedeutung, um mögliche Beeinträchtigung der Zerkleinerungsanlagen oder eine Kontamination von verwertbaren Produkten auszuschließen.
- Informationen zur stofflichen Zusammensetzung von Bauteilen ermöglichen die Konformitätsprüfung im Fall zukünftiger Stoffverbote.
- Für die händische Entnahme von Werkstoffen oder Bauteilen ist es erforderlich zu wissen, welche der Stoffe oder Bauteile in dem Gerät in welcher Qualität und Quantität enthalten sind, an welcher Stelle diese zu finden sind und welche Verbindungstechniken angewandt wurden.

- Bedarf kann an Informationen zu Arbeitsschutzanforderungen bei einer manuellen Demontage bestehen.

Für die händische Wertstoffgewinnung ist neben den oben genannten gerätespezifischen Informationen die Marktsituation für wertstoffhaltige Teile oder Fraktionen von Bedeutung. Diese Informationen können aber nicht vom Hersteller verlangt werden, sondern sind von Dritten (z. B. Sekundärrohstoffhandel) bereit zu stellen.

#### **4.6**

##### ***Informationen in Bezug auf künftige Stoffverbote***

Da in Zukunft weitere Stoffverbote oder Einschränkungen für andere Stoffe gelten können, die für die Entsorgungsphase eines Gerätes relevant sind, sollten die Hersteller bereits jetzt Informationen über die Inhaltsstoffe ihrer Geräte ermitteln. Darüber hinaus sollten sie Vorkehrungen dafür treffen, dass den Akteuren der Entsorgungskette diese Informationen nach Ablauf der Nutzungsphase auch zugänglich sind.

Aber auch für den Verwerter können Informationen über die genauen Inhaltsstoffe („verwendete Stoffe“) von Bedeutung sein, wenn es darum geht, eine gezielte stoffliche Verwertung von Materialien zu ermöglichen.

#### **4.7**

##### ***Information der Nutzer***

Vorraussetzung für eine möglichst umfassende Erfassung von Altgeräten ist die Information der Nutzer von Elektro- und Elektronikgeräten in privaten Haushalten. Dies müssen die nötigen Informationen erhalten über:<sup>18</sup>

- a) die Verpflichtung, Elektro- und Elektronik-Altgeräte getrennt zu sammeln und zu entsorgen, ,
- b) die ihnen zur Verfügung stehenden Rückgabe- und Sammelsysteme,
- c) ihren Beitrag zur Wiederverwendung, zum Recycling und zu anderen Formen der Verwertung von Elektro- und Elektronik- Altgeräten,
- d) die potenziellen Auswirkungen von gefährlichen Stoffen<sup>19</sup> in Elektro- altgeräten auf die Umwelt und die menschliche Gesundheit,
- e) die Bedeutung des Symbols nach Anhang IV.

Diese Verbraucherinformation wird überwiegend durch die Kennzeichnung der Geräte mit dem durchgestrichenen Symbol der Abfalltonne versucht, die aber allein nicht zur notwendigen Motivation der Verbraucher zur Rückgabe der Altgeräte ausreichend erscheint. Hierzu sind weitergehende Informationen (Aufklärung, Werbung) erforderlich. Darüber hinaus erscheinen für alle Beteiligten Informationen über die Organisation und die Orte der Einsamm-

<sup>18</sup> Vgl. Artikel 10 und Erwägungsgrund 21 der WEEE-Richtlinie.

<sup>19</sup> Gefährliche Stoffe werden in der Richtlinie 67/548/EWG und in der Richtlinie 1999/45/EG des Europäischen Parlaments und des Rates definiert. Die Richtlinien beschreiben die Einstufung, Kennzeichnung und Beurteilung der als gefährlich anzusehenden Stoffe oder Zubereitungen.



lung wichtig, die regional unterschiedlich ausfallen können. Diese sollten nicht nur von den öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträgern sondern auch von den Herstellern bzw. den Händlern bereitgestellt werden.

## 5

### Ergebnis

Verwertungsbetriebe können die gesetzlich geforderte selektive Behandlung besser durchführen, wenn ihnen die Hersteller von Elektro- und Elektronikgeräten gezielt Informationen zur Verfügung stellen. Aus den Informationen muss sich ergeben, welche der in Anhang III des ElektroG genannten Bauteile und Werkstoffe die Elektro- und Elektronikgeräte enthalten und an welcher Stelle sich in den Geräten gefährliche Stoffe und Zubereitungen befinden.

In der Praxis zeigt sich, dass einerseits nicht alle Hersteller derartige Informationen anbieten und andererseits die Informationen nur in wenigen Fällen von Behandlungsanlagen bei dem Hersteller angefordert werden.

Eine Verbesserung dieser Situation kann durch eine Kennzeichnung der Geräte erzielt werden, die eine schnellere Identifikation der betroffenen Geräte und eine Informationsbereitstellung beim Erstbehandler erlaubt. Die für die Behandlung erforderlichen Informationen müssen über ein Informationssystem zur Verfügung gestellt werden.

Ein derartiges Identifikations- und Informationssystem ermöglicht eine individuelle Kostenzurechnung der Behandlungskosten zum jeweiligen Hersteller.<sup>20</sup>

Langfristig kann das Ausschleusen bestimmter oder gefährlicher Stoffe aus dem Altgerätestrom durch eine Identifikations- und Informationssystem erleichtert werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass zukünftig neue oder andere Stoffe im Behandlungs- oder Verwertungsprozess der Altgeräte an Bedeutung gewinnen können. Zudem kann eine automatisierte Identifikation der Geräte und eine Mengenermittlung bei den Behandlungsanlagen das Monitoring der Altgerätemenge vereinfachen.

Durch einer systematische Erfassung und Weitergabe der Informationen über die Menge der erfassten Geräte, über den zugeordneten Hersteller, über die zu entfernenden Stoffe oder Bauteile nach Anhang III ElektroG, sowie durch eine positive Schadstoffkennzeichnung von Produkten und Bauteilen kann die Verwertung von Altgeräten qualitativ verbessert werden.

<sup>20</sup> Vgl. Schlussbericht zum Forschungsvorhaben: Effiziente Logistik und Verwertung durch den integrierten Einsatz von Smartlabels im Elektronikschrott (ELVIES). Bingen, Darmstadt, Pforzheim; Mai 2008.

## 6 Literatur

- Baden-Württemberg 2006: Umweltministerium Baden-Württemberg (Hrsg.): Untersuchung „Umweltrelevanz von asbesthaltigen Geräten in Abfälle aus elektro- und elektronischen Altgeräten. Reihe Abfall, Heft. 79, Stuttgart 2006.
- Bilitewski, B./Chancerel, P./Groß, F./Janz, A./Rotter, V.S./Schill, W.-P./Wagner, J. 2007: Rechtliche und fachliche Grundlagen zum ElektroG. Teil 3: Anforderungen an die Ermittlung des individuellen Anteils an Altgeräten an der gesamten Altgerätemenge pro Geräteart durch Sortierung oder nach wissenschaftlich anerkannten statistischen Methoden (§ 14, Abs. 5, Satz 3, Nr. 1), UFOPLAN 206 31 300.
- Bullinger, M./Fehling, M. (Hrsg.): Elektroggesetz: Handkommentar, 1. Aufl., Nomos, Baden-Baden 2005.
- Bullinger, M./Lückefett H.-J.: Das neue Elektroggesetz, Nomos Verlagsgesellschaft, Baden-Baden, 2005.
- Dehoust, G./Schüler, D. 2007: Ökobilanzielle Untersuchung zur Verwertung von FCKW- und KW-haltigen Kühlgeräten, Endbericht. Im Auftrag der RAL Gütegemeinschaft Rückproduktion von FCKW-haltigen Kühlgeräten e.V., Hrsg: Öko-Institut e.V., Darmstadt, 2. März 2007.
- DUH 2006b: Ein halbes Jahr Elektro-Gesetz – Umsetzung in Landeshaupt- und Großstädten (> 500.000 EW), Berlin, 25. September 2006.
- Frey, O. 2005: Anforderungen des ElektroG, Gesetzliche Grundlagen für die Rücknahme von Gebrauchsgeräten 23.03 2005.  
[http://www.zvei.org/fileadmin/user\\_upload/Technik\\_Umwelt/Elektro\\_Elektronikaltgeraete/200504\\_\\_B2C\\_Gesetz\\_Hersteller\\_und\\_Importeure\\_WEEE\\_B2C\\_01.pdf](http://www.zvei.org/fileadmin/user_upload/Technik_Umwelt/Elektro_Elektronikaltgeraete/200504__B2C_Gesetz_Hersteller_und_Importeure_WEEE_B2C_01.pdf) (10.10.2007).
- Giesberts, L./Hilf, J.: ElektroG, Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten. Kommentar. Verlag C.H. Beck, München 2006.
- LAGA (Länderarbeitsgemeinschaft Abfall, Hrsg.) 2004: Technische Anforderungen zur Entsorgung von Elektro- und Elektronik-Altgeräten sowie zur Errichtung und zum Betrieb von Anlagen zur Entsorgung von Elektro- und Elektronik-Altgeräten.
- Motorola 2008: <http://www.motorola.com/content.jsp?globalObjectId=7408> (12.02.2008).

Niedersachsen 2007: Niedersächsisches Umweltministerium (Hrsg.) Kommission der Niedersächsischen Landesregierung Umweltpolitik im Europäischen Wettbewerb (5. Regierungskommission), Abschlussbericht des Arbeitskreises „Elektrogeräte und Produktverantwortung“. Hannover, 2007.

EICTA, CECED, EERA 2005: EICTA (European Information & Communications Technology Industry Association), CECED (European Committee of Domestic Equipment Manufacturers) and EERA (European Electronics Recyclers Association), Joint Position Guidance on implementing article 11 of Directive 2002/96 (EC) concerning information for treatment facilities, 26.09.2005.

Schade, R. 2004: Kurze Einführung in das Recycling von Elektro- und Elektronik-Altgeräten <http://www.mewa-recycling.de/dlstream.php?fileid=6>. (21.02.2008).

SIMS 2007: Sims Recycling Solutions sieht Zukunft in Plastikseparation. Pressemitteilung. lifepf Bergkamen, <http://www.lifepf.de/pressemitteilungen/sims-recycling-solutions-/boxid-12634.html> (20.08.2007).

## **Rechtsgrundlagen**

Elektro- und Elektronikgerätegesetz vom 16. März 2005 (BGBl. I S. 762), zuletzt geändert durch Art. 3 des Gesetzes vom 19. Juli 2007 (BGBl. I S. 1462).

Richtlinie 2002/95/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. Januar 2003 zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten (ABl. EG Nr. L 37 S. 19), Directive 2002/95/EC on the Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment (RoHS).

Richtlinie 2002/96/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. 01 2003 über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (ABl. EG Nr. L 37 vom 13.02.2003, S.24), zuletzt geändert durch die Richtlinie 2003/108/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 08. 12 2003 zur Änderung der Richtlinie 2002/96/EG über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (ABl. EG Nr. L 345 vom 31.12.2003, S. 106), Directive 2002/96/EC on the Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE).



Forschungsverbund ELVIES -  
Effiziente Logistik und Verwertung durch den integrierten Einsatz  
von Smartlabels im Elektronikschrott

## **Anlage 8:**

# **Optimierung der Wiederverwendung und Reparatur durch Informationsbereitstellung**

## **Kurzfassung**

**Prof. Dr. Gerhard Roller**  
**Dipl.-Ing. Ludger Nuphaus**  
**Fachhochschule Bingen**

Gefördert durch das BMBF  
Programm FH<sup>3</sup>  
Förderkennzeichen 17 23 A 05

**Bingen, 03.06.2008**



## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1 Optimierung der Wiederverwendung und Reparatur durch Informationsbereitstellung</b>	<b>VIII-1</b>
<b>2 Rechtlicher Rahmen</b>	<b>VIII-1</b>
<b>3 Reparatur</b>	<b>VIII-2</b>
3.1 Wirtschaftliche Bedeutung der Reparatur	VIII-3
3.2 Informationsbedarf für die Reparatur	VIII-5
<b>4 Wiederverwendung</b>	<b>VIII-6</b>
4.1 Informationen für die Wiederverwendung	VIII-6
4.2 Weitere Informationen zur Wiederverwendung	VIII-7
<b>5 Optimierung der Wiederverwendung und Reparatur</b>	<b>VIII-8</b>
5.1 Kommunikation und Kooperation der Akteure	VIII-9
5.2 Weitergehende Informationen	VIII-11
<b>6 Fazit</b>	<b>VIII-13</b>
<b>7 Literatur</b>	<b>VIII-14</b>
<b>Anhang 1: Zentrale Elemente im Informationstransfer zwischen den Akteuren</b>	<b>VIII-16</b>

## **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: Anteil von Reparaturleistungen am Umsatz der befragten Betriebe..	
.....	VIII-4
Abbildung 2: Kundenbindung durch Reparatur .....	VIII-4

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Zusammenstellung der Daten aus der Umsatzsteuerstatistik 2005 und der Einzelhandelsstatistik 2003.....	VIII-5
Tabelle 2: Beispiele für Informationsfluss zur Förderung der Wiederverwendung und der Produktoptimierung.....	VIII-11





# 1

## Optimierung der Wiederverwendung und Reparatur durch Informationsbereitstellung

Im Rahmen dieses Teilprojektes wurde untersucht, auf welche Weise es gelingen kann, durch akteurspezifische Produktinformationen die Reparatur und Wiederverwendung von Elektro- und Elektronikgeräten zu verbessern. Dazu wurde der derzeitige Status-quo der Reparatur und der Wiederverwendung von Elektro- und Elektronik-Geräten einschließlich der rechtlichen Grundlagen für diese Bereiche anhand von Interviews, Literatur- und Internet-Recherchen erhoben und beschrieben. Im Rahmen einer Umfrage bei Handwerksbetrieben ließ sich die Bedeutung von Reparaturdienstleistungen ermitteln. Von besonderem Interesse war die Fragestellung, welche Informationen die Akteure zur Verbesserung ihrer Umweltschutzleistungen benötigen und wie diese bedarfsgerecht zur Verfügung gestellt werden können.

Das Teilprojekt beschäftigt sich zudem mit der spezifischen Fragestellung, welche Voraussetzungen aus Sicht eines auf die Reparatur von Elektro- und Elektronikgeräten spezialisierten Kleinbetriebes vorliegen müssen, um die Ziele des Elektro-Gesetzes (Förderung der Reparatur und Wiederverwendung) besser zu erreichen.

# 2

## Rechtlicher Rahmen

Zielsetzung der WEEE-Richtlinie<sup>1</sup> ist die Reduzierung der zu beseitigenden Abfallmenge vorrangig durch die Vermeidung von Elektro- und Elektronikaltgeräten, in zweiter Linie durch Wiederverwertung, Recycling und andere Formen der Verwertung. Daneben soll die Umweltschutzleistung aller am Produktlebenskreislauf Beteiligten (Hersteller, Vertreiber, Verbraucher und besonders der Verwerter) verbessert werden.

Der Aspekt der Wiederverwendung ist dabei Teil der Hersteller-Verantwortung zur umweltorientierten Produktgestaltung (Art. 4 WEEE-RL). Wiederverwendung ist auch eines der prioritären Ziele der gemeinschaftlichen Abfallpolitik.<sup>2</sup>

Im Sinne des Elektroggesetzes ist die Wiederverwendung eine wiederholte Verwendung eines Altgerätes oder seiner Bauteile zu dem gleichen Zweck, für den es hergestellt oder in Verkehr gebracht wurde. Um eine Wiederverwendung zu ermöglichen, kann die Reparatur des Altgerätes erforderlich sein.

<sup>1</sup> Richtlinie 2002/96/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. Januar 2003 über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (ABl. EG Nr. L 37 vom 13.02.2003, S.24), zuletzt geändert durch die Richtlinie 2003/108/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 08. Dezember 2003 zur Änderung der Richtlinie 2002/96/EG über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (ABl. EG Nr. L 345 vom 31.12.2003, S. 106), Directive 2002/96/EC on the Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE).

<sup>2</sup> Siehe Erwägungsgrund 4 der WEEE-RL.

Das Elektroggesetz<sup>3</sup> (§1 Abs. 1), räumt der Wiederverwendung einen klaren Vorrang vor der stofflichen Verwertung ein. Dies entspricht der Pflichtenhierarchie des KrW-/AbfG.<sup>4</sup> Die Wiederverwendung wird zudem in §11 Abs. 1 und in §12 Abs. 1 ElektroG gefordert: Vor der Behandlung eines Altgerätes ist zu prüfen, ob das Geräte oder einzelne Bauteile einer Wiederverwendung zugeführt werden kann, soweit die Prüfung technisch möglich und wirtschaftlich zumutbar ist.

Ist eine Wiederverwendung von angelieferten Altgeräten, Baugruppen oder Bauteilen technisch möglich und wirtschaftlich zumutbar, muss dies nach den Vorgaben des KrW-/AbfG auch erfolgen. Dabei sind allerdings die Inverkehrbringungsverbote nach Chemikalienrecht, z. B. für FCKW-haltige Kältegeräte und deren Komponenten, zu beachten.

Eine spezielle Festlegung von Quoten zur Wiederverwendung ist weder in der WEEE-Richtlinie noch im ElektroG (§ 12) enthalten. Es sind nur zusammengefasste Quoten zur Wiederverwendung und zur stofflichen Verwertung genannt. Ob der gegenwärtige Revisionsprozess der WEEE-Richtlinie zur Aufnahme von Wiederverwendungsquoten in die Richtlinie führt ist ungewiss, aber eher unwahrscheinlich.<sup>5</sup>

### 3

#### Reparatur

Die Reparatur von Elektrogeräten erfolgt zum Zwecke der Weiterverwendung in den meisten Fällen noch während der Nutzungsphase eines Gerätes, also bevor es als Abfall angesehen wird und sich der Besitzer des Gerätes entledigen will (Weiterverwendung). Daneben kann auch zur Ermöglichung der Wiederverwendung eine Reparatur von bereits entsorgten Geräten erforderlich sein. Durch die Reparatur defekter Geräte kann deren Nutzungsdauer verlängert werden. Dies spart bestimmte Mengen an Rohstoffen und Energie, die nicht für die Herstellung eines neuen Gerätes benötigt werden. Zu beachten ist jedoch, dass bei einigen Geräten (z. B. Waschmaschinen, Kühlgeräte) der Energieaufwand in der gesamten Herstellungskette geringer ist, wie der Energieverbrauch während der Nutzungsphase des Gerätes. Folglich ist eine Reparatur nur für energieeffiziente Geräte ökologisch sinnvoll.<sup>6</sup>

<sup>3</sup> Elektro- und Elektronikgerätegesetz vom 16. März 2005 (BGBl. I S. 762), zuletzt geändert durch Art. 3 des Gesetzes vom 19. Juli 2007 (BGBl. I S. 1462).

<sup>4</sup> Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG) vom 27.09.1994 (BGBl. I 2. 2705), zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 22. 12.2004 (BGBl. I, S. 3704).

<sup>5</sup> Van der Hertten, K.:(European Commission, Environment Directorate-General): EU Developments in the sector of Electrical and Electronic Equipment. Vortrag bei elni-forum 1/2008, Brussels 15.05.08 [www.elvies.de](http://www.elvies.de).

<sup>6</sup> Gensch, C.-O.; Rüdener, I.: Eco-Efficiency Analysis of Washing machines Refinement of Task 4: Further use versus substitution of washing machines in stock, commissioned by: European Committee of Domestic Equipment Manufacturers (CECED), Öko-Institut e.V., Freiburg, März 2005.

Bei preiswerten Produkten erscheint eine Reparatur häufig nicht wirtschaftlich, da die Kosten hierfür zum Teil höher sind als der Anschaffungspreis für ein neues Produkt. Bei Haushaltsgroßgeräten sollte nach Möglichkeit eine Reparatur vor Ort erfolgen, um die Kosten niedrig zu halten.

### 3.1

#### **Wirtschaftliche Bedeutung der Reparatur**

Die Beiträge zum Umweltschutz und zum volkswirtschaftlichen Nutzen, die Elektrobetriebe durch die Reparatur von Elektrogeräten oder durch den Verkauf von Gebrauchtggeräten erbringen, wurden bisher nur unzureichend untersucht und gewürdigt. Daten hierzu werden, mit Ausnahme der Einzelhandelsstatistik, in keiner bundesweiten statistischen Erhebung<sup>7</sup> ermittelt. Aus diesem Grund wurde im Sommer 2007 von Institut IESAR der Fachhochschule Bingen in Zusammenarbeit mit der Handwerkskammer Rheinhessen eine schriftliche Umfrage mittels Fragebogen bei den Elektrobetrieben im Handwerkskammerbezirk Rheinhessen durchgeführt. Ziele der Umfrage waren:

- Die Bedeutung von Reparaturdienstleistungen bei Elektrobetrieben (Handwerk, Einzelhandel) zu ermitteln und zu bewerten,
- den Bedarf für einen internetgestützten landesweiten Reparaturführer zu erfragen und
- Empfehlungen zur Unterstützung von Reparatur- und Wiederverwendungsdienstleistungen abzuleiten.

Von den 452 angeschriebenen Betrieben antworteten 36, was einer Rücklaufquote von ca. 8 % entspricht. Die Mehrzahl der durch die Umfrage erreichten Unternehmen sind Elektro-Installationsbetriebe, die auch Reparaturen durchführen. Daneben bieten vielfach Einzelhändler Reparaturleistungen an. Der überwiegende Anteil der Betriebe erzielt nur einen geringen Umsatzanteil aus Reparaturdienstleistungen (vgl. Abbildung 1). Allerdings sind einige wenige Unternehmen auf Reparaturarbeiten spezialisiert und erzielen mehr als 50 % ihres Umsatzes daraus. Fast alle Betriebe sehen den Vorteil der Kundenbindung, der durch ein Angebot an Reparaturleistungen erreicht wird (Abbildung 2).

<sup>7</sup> Ausnahme: Einzelhandel mit Reparatur von Elektrogeräten.

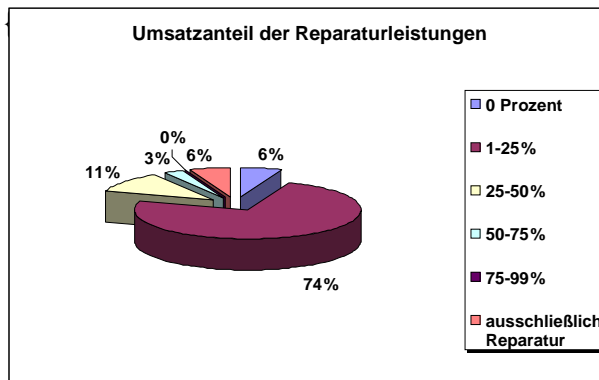


Abbildung 1: Anteil von Reparaturleistungen am Umsatz der befragten Betriebe

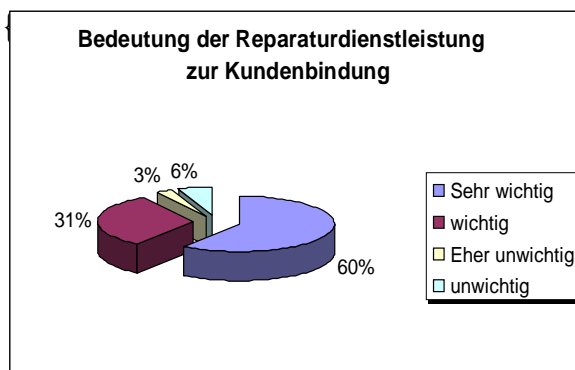


Abbildung 2: Kundenbindung durch Reparatur

Die Ergebnisse belegen, dass ein Markt für Reparaturdienstleistungen gegeben ist und entsprechende Dienstleistungsangebote wichtig für die Kundenbindung sind. Auch wenn der erzielte Umsatzanteil aus der Reparatur bei vielen Unternehmen nur gering ist, wird immerhin ein gewisser Umsatz aus diesen Leistungen generiert und damit Arbeitsplätze im Handwerk und Einzelhandel gesichert. Da die Reparatur von Elektrogeräten deren Nutzungsdauer verlängert und wertvolle Rohstoffe einspart, unterstützt das Handwerk in diesem Bereich die Zielvorstellungen des Kreislaufwirtschafts- und des Elektrogesetzes, das einer Wieder- und Weiterverwendung von Elektrogeräten Priorität zuweist. Durch eine landesweite, internetgestützte Datenbank mit Angaben zu den Reparaturbetrieben könnten diese Zielvorstellungen, auch im Interesse des Handwerks und der Verbraucher, noch deutlicher unterstützt werden.

Sowohl aus der Umsatzsteuerstatistik 2005<sup>8</sup> als auch aus den Angaben zur Einzelhandelstatistik 2003<sup>9</sup> lässt sich grob ableiten, dass in Deutschland

<sup>8</sup> Statistisches Bundesamt, Fachserie 14 Reihe 8, Finanzen und Steuern, Umsatzsteuer 2005, Wiesbaden 2007.

mindestens 4.400 Unternehmen durch die Reparatur von Elektrogeräten einen Umsatz von über 1,5 Mrd. Euro erzielten und dabei knapp 15.000 Personen beschäftigten. Hierin sind die Betriebe, die Gebrauchsgütern und sonstigen Gebrauchsgütern (ohne Kraftfahrzeuge) reparieren, sowie Installationsbetriebe nicht enthalten.

Tabelle 1: Zusammenstellung der Daten aus der Umsatzsteuerstatistik 2005 und der Einzelhandelsstatistik 2003

Wirtschaftszweig	Unternehmen	Örtliche		Umsatz in Mio. Euro
		Einheiten	Beschäftigte Gesamt	
Reparatur Haushaltsgeräte	1282	1488	6384	561
Reparatur Büro-/DV-Geräte	1670		3000*	626
Reparatur Unterhaltungs- elektronik	1450	1522	5251	349
Summe	<b>4402</b>	<b>3010</b>	<b>14635</b>	<b>1536</b>

\* eigene Schätzung

### 3.2 Informationsbedarf für die Reparatur

Die Entscheidung darüber, ob ein Gerät repariert werden kann, erfolgt nach Beurteilung des Gerätes im Hinblick auf Zustand, Hersteller, Alter und Qualität. Für die Reparatur von Elektrogeräten werden daher zunächst Angaben über den Hersteller, den Gerätetyp und das Alter des Gerätes benötigt. Darüber hinaus sind spezifische Informationen über die Funktionen, die Leistungsdaten (Strom-, Wasserverbrauch) und die Bauteile des Gerätes erforderlich. Bei bestimmten Verschleißteilen oder Verbrauchsmaterialien kann zusätzlich eine eindeutige Kennzeichnung erforderlich sein, um einen Austausch der Teile durch Serviceunternehmen oder Reparaturbetrieb zu vereinfachen. Für eine wirtschaftlich akzeptable Reparatur müssen diese Informationen leicht zugänglich sein.

Die Identifizierung der zur Reparatur erforderlichen Ersatzteile erfolgt anhand der Teile-Nummer oder optisch über Abbildungen in Katalogen<sup>10</sup>, Explosionszeichnungen oder in Datenbanken (Internet<sup>11</sup>), die von Herstellerseite oder Ersatzteilanbietern zur Verfügung gestellt werden. Die Teilenummern sind zum Teil auf den Bauteilen zu finden. In manchen Fällen wird auch die Originalnummer des Bauteils benötigt. Über Universallieferanten,

<sup>9</sup> Statistisches Bundesamt, Fachserie 6 Reihe 4, Binnenhandel, Gastgewerbe, Tourismus; Beschäftigte, Umsatz, Aufwendungen, Lagerbestände, Investitionen und Warensortiment im Handel 2002. Wiesbaden 2005. Daten für 2003 wurden telefonisch beim Statistischen Bundesamt erfragt.

<sup>10</sup> z. B. Europart, Kinseher, Krempf (<http://www.kinseher-shop.de>, <http://www.europart-service.de/home/>, <http://www.krempf.de/flash/krempf.html> (18.03.2008).

<sup>11</sup> z. B. Tradeplace, <http://www.tradeplace.com> (18.03.2008).

die fast alle benötigten Teile bieten oder über Spezialfirmen und Hersteller werden die Ersatzteile bezogen. Die Ersatzteilanbieter unterscheiden sich teilweise im Hinblick auf Preis und Qualität des Angebotes.

Zum Zwecke der Reparatur oder zur Entnahme von Bauteilen benötigt der Reparateur in Einzelfällen vom Hersteller Hinweise zur Zerlegung von Geräten, zum Beispiel zur Reihenfolge der Demontage oder zur Entfernung und Entsorgung von Teilen mit Gefahrstoffen. Demontageanleitungen erweisen sich besonders bei komplexen, aber auch bei stationär eingebauten Geräten oder Anlagen als hilfreich.

Im Rahmen der Erhebung bei einem der am Projekt beteiligten Unternehmen wurde festgestellt, dass zurzeit die Ersatzteilfindung und -beschaffung vor allem durch ein uneinheitliches Kennzeichnungssystem für Bauteile und Ersatzteile erschwert wird. Ein verbessertes Informationssystem könnte hier zu erheblichen Effizienzgewinnen führen und somit die Reparatur und Weiterverwendung von Geräten verbessern.

## 4

### Wiederverwendung

Eine Wiederverwendung von Elektro(nik)geräten ist bei funktionsfähigen Geräten in manchen Fällen direkt, in andern Fällen nach vorheriger Reparatur und Reinigung des Gerätes, möglich. Eine Wiederverwendung ist vor allem bei hochwertigen B2C-Geräten und bei B2B-Geräten wirtschaftlich sinnvoll. Im B2B-Sektor und bei der Sammlung von Geräten durch Sozialbetriebe werden brauchbare Geräte und Bauteile vielfach systematisch der Wiederverwendung zugeführt. Auch einzelne öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger schleusen bestimmte brauchbare Geräte aus dem Altgeräte-strom aus und vermarkten sie oder geben sie an Sozialbetriebe zur Aufbereitung und zum Verkauf weiter.

Die zur Wiederverwendung geeigneten und aussortierten Geräte werden auf ihre Funktionstüchtigkeit geprüft. Ist das Gerät nicht funktionstüchtig, muss beurteilt werden, ob eine kosteneffiziente Reparatur möglich ist. Nicht reparierbare Geräte werden den entsprechenden Sammelgruppen zugeordnet und der Verwertung zugeführt.

Als Problem wurde erkannt, dass viele Hersteller eine umfassende Wiederverwendung von Altgeräten und Bauteilen sowie eine Reparatur der Altgeräte ablehnen. Sie sehen darin eine Beeinträchtigung des Marktes für Neugeräte oder sie befürchten Imageschäden durch eventuelle Qualitätsverluste bei Nutzung von Gebrauchtgeräten oder von reparierten Geräten.

#### 4.1

### Informationen für die Wiederverwendung

Die Hersteller sind nach § 13 Abs. 6 ElektroG verpflichtet, den Wiederverwendungseinrichtungen, Behandlungsanlagen und Anlagen zur stofflichen

Verwertung Informationen über die Wiederverwendung und Behandlung für jeden in Verkehr gebrachten Typ neuer Elektrogeräte zur Verfügung zu stellen. Die Informationspflicht besteht allerdings nur insoweit, wie es für die Anlagenbetreiber für die Erfüllung ihrer Pflichten aufgrund des ElektroG erforderlich ist.

Zahlreiche Hersteller haben vor allem für die Produkte, die bereits vor dem Inkrafttreten des ElektroG in Umlauf gebracht wurden, bislang keine Informationen über das bisherige Maß hinaus in Umlauf gebracht oder geben sie nur auf Anfrage heraus.

Derjenige, der Elektro(nik)geräte einer Wiederverwendung zuführen will, benötigt als erstes Informationen über den Hersteller, den Gerätetyp und das Alter des Gerätes. In Verbindung mit Informationen über die Qualität, Ausstattung und den Marktwert des Gerätes sind dies die entscheidenden Kriterien dafür, Geräte als geeignet für die Wiederverwendung zu beurteilen. Ist kein Marktwert für ein Gerät vorhanden oder weist das Gerät deutliche Mängel im Hinblick auf das optische Erscheinungsbild oder auf Ausstattungsmerkmale auf, ist eine Wiederverwendung nicht oder nur eingeschränkt möglich.

Entscheidend für den Marktwert der Gebrauchtgeräte ist die Nachfragesituation: Der Wiederverwender benötigt Informationen darüber, ob und für welche Geräte eine Nachfrage vorhanden ist und welchen Marktwert die Geräte aufweisen.

## 4.2

### Weitere Informationen zur Wiederverwendung

Bei Haushaltsgroßgeräten können darüber hinaus Angaben zum Energie- und/oder Wasserverbrauch für die Beurteilung der Wiederverwendbarkeit von Bedeutung sein. Künftig wird die Angabe zum Energieverbrauch auch bei ITK-Geräten aufgrund steigender Energiepreise an Bedeutung gewinnen. Erweisen sich die Verbrauchswerte gegenüber neueren Geräten als zu hoch, kann dies ein Kriterium sein, die Geräte nicht wieder zu verwenden, wie ökobilanzielle Untersuchungen, vorwiegend für Waschmaschinen, belegen.<sup>12</sup> Eine Untersuchung aus Belgien führt zu der Empfehlung, dass Wiederverwendungseinrichtungen keine mit Energieeffizienzklasse B gekennzeichneten Waschmaschinen aufgrund ihres hohen Energieverbrauchs während der Nutzung verkaufen sollten. Hingegen können A+ oder A-gekennzeichnete Typen bis zu einem Alter von 15 Jahren verkauft werden. Es stellte sich heraus, dass der Wasserverbrauch der Geräte nicht zu einer signifikanten Umwelteinwirkung führt, der Energieverbrauch hingegen schon.<sup>13</sup>

<sup>12</sup> z. B. Gensch, C.-O./Rüdenauer, I.: Eco-Efficiency Analysis of Washing machines Refinement of Task 4: Further use versus substitution of washing machines in stock, commissioned by: European Committee of Domestic Equipment Manufacturers (CECED), Öko-Institut e.V., Freiburg, März 2005.

<sup>13</sup> Devoldere, T./Dewulf, W./Willems, B./Duflou, J. R.: The Eco-Efficiency of Reuse Centres Critically Explored - The Washing Machine Case, Proceedings of the 13th CIRP International Conference on

In einer anderen Untersuchung<sup>14</sup> wurde festgestellt, dass die Wiederverwendung von Haushaltsgeräten zur Ressourcenschonung beiträgt. Die Verdopplung des Produktlebens bei einigen Produkten kann den Ressourcenverbrauch um ca. 50% reduzieren.

Hilfreich zur Beurteilung der Eignung der Geräte zur Wiederverwendung sind ebenfalls Informationen über die Nutzungsintensität der Geräte, denn Geräte, die nur in geringem Umfang genutzt wurden, weisen häufig eine bessere Qualität und Lebensdauer auf. Die Informationen zur Nutzungsintensität können in dem Gerät registriert und gespeichert sein.<sup>15</sup>

Ist vor der Wiederverwendung eine Reparatur der Geräte erforderlich, muss bekannt sein, ob für das Gerät

- Ersatzteile (original oder kompatibel) verfügbar sind,
- gegebenenfalls Software-Updates möglich sind,
- Reparaturanleitungen und Ersatzteilspezifikationen vorliegen.

Soll eine Wiederverwendung von Bauteilen oder Gerätekomponenten erfolgen, muss derjenige, der die Teile beschaffen soll, wissen, ob und in welcher Menge ein Bedarf an Bauteilen oder Komponenten gegeben ist. Werden nur Ersatzteile für Reparaturzwecke benötigt, kann der Bedarf gering ausfallen. Ist allerdings der Einsatz von Gebrauchtteilen für die Neuproduktion von Geräten beabsichtigt, wie in der WEEE-Richtlinie gefordert, sind erheblich größere Stückzahlen zu erwarten. Die Nachfrage für Bauteile kann von Reparaturbetrieben, Resellern oder von Herstellern gegeben sein, die Ersatzteile benötigen oder bestimmte Geräteteile für die Neugeräteproduktion nutzen wollen.

## 5

### Optimierung der Wiederverwendung und Reparatur

Zunächst müssen die Sammlung und Beförderung getrennt gesammelter Elektro- und Elektronikaltgeräte<sup>16</sup> so optimiert werden, dass eine Wiederverwendung und ein Recycling von ganzen Geräten oder von Bauteilen möglich werden. Dies kann dadurch erfolgen, dass bereits an der Sammelstelle eine Sortierung der Geräte entsprechend ihrer Wiederverwendbarkeit als ganzes oder im Hinblick auf die Wiederverwendung von Bauteilen vorgenommen wird. Dabei sind Beschädigungen der Geräte bei Sammlung und Transport zu vermeiden.

Life Cycle Engineering, 31 May - 2 June, 2006, Katholieke Universiteit Leuven, Department of Mechanical Engineering, Belgium, Leuven, pp.219-227.

<sup>14</sup> Rechberger, H./Truttmann, N.: Contribution to resource conservation by reuse of electrical and electronic household appliances, , Vienna University of Technology, Institute for Water Quality, Resources and Waste Management, Febr. 2006.

<sup>15</sup> z. B. Betriebsstundenzahl, Anzahl der Waschgänge bei Geschirrspüler oder Waschmaschinen, Anzahl der Entnahmen (Bezüge) bei Kaffeeautomaten oder Anzahl der Drucke bei Druckern, Kopierern.

<sup>16</sup> vgl. Art. 4 WEEE-RL.



Um die Erkennung und Entnahme der zur Wiederverwendung geeigneten Geräte aus dem Abfallstrom einfacher zu gestalten, ist eine Kennzeichnung der Geräte durch die Hersteller erforderlich, durch die eine Identifikation des Gerätes ermöglicht wird. Dadurch lassen sich die zur Wiederverwendung geeigneten Geräte schneller erkennen und aus dem Altgerätestrom ausschleusen. Eine weitere Verbesserung ist möglich, wenn neben der Identifikation der Geräte auch die darin enthaltenen nutzbaren Bauteile und Komponenten erkennbar werden. Die dafür erforderlichen Informationen müssen von Herstellerseite oder von Dritten, die ein wirtschaftliches Interesse an den Geräten oder Bauteilen haben, den Sammelstellen oder den Behandlungsanlagen zur Verfügung gestellt werden.

Sind die aus dem Altgerätestrom entnommenen Geräte gut erhalten und funktionstüchtig, können sie nach Reinigung und Inspektion einer Vermarktung zugeführt werden. Falls sie nicht funktionsfähig sind, können weitere Informationen zum Alter, zur Nutzungsintensität, zum Energie- oder zum Wasserverbrauch die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit einer Reparatur des Gerätes vereinfachen. Soll das Gerät repariert und anschließend wieder verwendet werden, sind neben den in Kapitel 3.2 genannten Informationen weitere Angaben hilfreich:

- Informationen zur Identifikation der Fehlerquelle,
- Verfügbarkeit des Ersatzteils,
- Kosten des Ersatzteils,
- Montagekosten, ggf. Transportkosten,
- Kosten für Reinigung und Prüfung des Gerätes,
- Marktsituation/ möglicher Erlös für das Gebrauchtgerät.

Ein Reparaturbetrieb benötigt diese spezifischen Informationen, um beurteilen zu können, ob eine Reparatur technisch möglich und wirtschaftlich sinnvoll ist. Sind ihm diese Informationen schnell und einfach zugänglich, kann er seine Arbeit optimieren und einen Beitrag zur Langlebigkeit von Elektro(nik)geräten leisten.

## 5.1 Kommunikation und Kooperation der Akteure

Zur Verwirklichung der Zielsetzung der WEEE-Richtlinie<sup>17</sup> ist bei den verschiedenen Akteuren entlang des Produktlebensweges eines Elektro(nik)gerätes unterschiedlicher Informationsbedarf gegeben. Diesen Bedarf können die Akteure untereinander durch Informationsbereitstellung decken. Dabei sind

<sup>17</sup> Richtlinie 2002/96/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. Januar 2003 über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (ABl. EG Nr. L 37 vom 13.02.2003, S.24), zuletzt geändert durch die Richtlinie 2003/108/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 08. Dezember 2003 zur Änderung der Richtlinie 2002/96/EG über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (ABl. EG Nr. L 345 vom 31.12.2003, S. 106), Directive 2002/96/EC on the Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE).

ebenfalls die Intentionen der Richtlinie 2005/32/EG<sup>18</sup>, auch Öko-Design- oder EuP-Richtlinie genannt, zu berücksichtigen, deren Zielsetzung eine Optimierung des Lebenszyklus der Geräte ist und deren Umsetzung eine genauere Darlegung des ökologischen Profils eines Gerätes<sup>19</sup> beinhalten kann.

Um das Ziel der Produktoptimierung zu erreichen ist es erforderlich, dass unterschiedliche Informationen von den beteiligten Akteuren in den verschiedenen Lebensphasen eines Produkts bereit gestellt und nachgefragt werden<sup>20</sup>. Hierbei müssen nicht nur gerätebezogenen Informationen über ein geeignetes System angeboten werden - es muss auch ein Kommunikationssystem vorhanden sein. Eine Möglichkeit hierfür bietet die Integration eines Kommunikationsmoduls in das Informationssystem. Über dieses Modul können die Akteure dem Hersteller beispielsweise Rückmeldung geben über wiederkehrende Defekte, erhöhten Verschleiß bestimmter Bauteile oder Hinweis auf unzureichende Konstruktion der Geräte im Hinblick auf Funktionalität und Reparierbarkeit an den Hersteller leiten. Sie können ihm Probleme bei der Zerlegung der Geräte oder bei der Verwertung von Gerätekomponenten mitteilen. Der Hersteller selbst kann den Bedarf an Bauteilen oder Komponenten für die Produktion oder für Ersatzteilbeschaffung den Wiederverwendungs- und Behandlungsanlagen zukommen lassen, um die erneute Verwendung zu steigern. Tabelle 2 enthält eine Auswahl von Aspekten, zu denen eine Kommunikation erforderlich ist.

<sup>18</sup> Richtlinie 2005/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 6. Juli 2005 zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energiebetriebener Produkte und zur Änderung der Richtlinie 92/42/EWG des Rates sowie der Richtlinien 96/57/EG und 2000/55/EG des Europäischen Parlaments und des Rates. ABl. EG Nr. L 191 v. 22.7.2005, S. 29-58.

<sup>19</sup> Die EuP-Richtlinie wird zahlreiche Hersteller dazu veranlassen, detaillierte Materialinformationen von ihren Zulieferern einzuholen und die Verbraucher über das ökologische Profil der produzierten Geräte, zum Beispiel in Form von Angaben zum Energie- und Wasserverbrauch und zur Materialzusammensetzung, zu informieren. Allerdings sind die Vorgaben der EuP-Richtlinie noch zu unbestimmt, um detaillierte Aussagen zu Wirkungen auf das System treffen zu können.

<sup>20</sup> Die zentralen Elemente des Informationstransfers zwischen den Akteuren sind im Anhang 1 zu diesem Bericht dargestellt.

Tabelle 2: Beispiele für Informationsfluss zur Förderung der Wiederverwendung und der Produktoptimierung

Thema	Informationsgeber	Informationsempfänger	Ziel
Bedarf an Ersatzteilen	Service- u. Reparaturunternehmen	Hersteller, Ersatzteilhersteller	Förderung der Reparatur
Bedarf an Gebrauchtteilen	Hersteller	Service- u. Reparaturunternehmen, Erstbehandler	Wiederverwendung von Gebrauchtteilen für Neugeräte und Reparaturzwecke
Bedarf an Gebrauchtggeräten	Handel (Sekundärmarkt)	Erstbehandler, Sammelstellen	Verlängerung der Nutzungsdauer
Bereitstellung von Bedienungs- und Wartungshinweisen	Hersteller	Service- und Reparaturunternehmen, Handel	Verlängerung der Nutzungsdauer
Hinweise auf Defekte	Service- und Reparaturunternehmen	Hersteller, Ersatzteilhersteller	Produktoptimierung
Verwertungsprobleme bei Materialien oder Bauteilen	Erstbehandler, Verwerter	Hersteller	Produktoptimierung
Alter u. Menge der Altgeräte	Erstbehandler, ggf. Sammelstellen	Hersteller	Marktanalysen
Exportierte Menge	Verwerter	Hersteller	Mengenbilanzierung

Durch die Kommunikation und Kooperation zwischen den Beteiligten, insbesondere von Serviceorganisationen und Behandlungsanlagen in Richtung Hersteller wird dieser in die Lage versetzt, seine Geräte und Bauteil im Hinblick auf eine längere Nutzungs- und Lebensdauer Produkte weiter zu optimieren.

## 5.2 Weitergehende Informationen

Über die bisher genannten Themen hinaus sind weitere Informationen erforderlich und von den Akteuren bereitzustellen, um eine Optimierung der Wiederverwendung zu erreichen:

- Der Verbraucher benötigt Informationen über das Angebot an Gebrauchtggeräten. Er gibt zeitgleich über sein Kaufverhalten Informationen über seinen Bedarf an Gebrauchtggeräten.
- Für das Reparaturunternehmen besteht die Möglichkeit, verstärkt gebrauchte Ersatzteile einzusetzen, zum Beispiel für eine zeitwertgerechte Reparatur, und damit die Nachfrage nach Gebrauchtgteilen zu steigern. Hierzu benötigt es Angaben über das Angebot an Ge-

brauchtteilen, die ihm Behandlungsanlagen oder Hersteller liefern können.

- Der Verwerter sollte angelieferte Geräte und Bauteile im Hinblick auf Wiederverwendbarkeit prüfen, geeignete Geräte und Bauteile aussortieren und auf dem Markt anbieten. Hierzu benötigt er Informationen zur Marktsituation der entsprechenden Geräte oder Teile. Eine Rückführung von aufgearbeiteten Gebrauchtteilen in die Produktion ist ebenfalls bei bestimmten Teilen (Prozessoren, Platinen) möglich, wenn für ihn die Nachfragesituation seitens der Hersteller bekannt ist.

Zur weiteren Steigerung der Wiederverwendung und Verwertung müssen insbesondere die Nutzer von Elektro- und Elektronikgeräten in privaten Haushalten nach Artikel 10 und nach Erwägungsgrund 21 der WEEE-Richtlinie die nötigen Informationen erhalten über ihrer Verpflichtung, Elektro- und Elektronik-Altgeräte getrennt zu sammeln und den Sammelsystemen zuzuführen.

Ebenfalls sind der Beitrag der Verbraucher zur Wiederverwendung, zum Recycling und zu anderen Formen der Verwertung von Elektro- und Elektronik-Altgeräten stärker heraus zu stellen sowie die die potenziellen Auswirkungen gefährlichen Stoffen<sup>21</sup> in Elektro- und Elektronikgeräten auf die Umwelt und die menschliche Gesundheit zu vermitteln.

Das unter anderem für diesen Zweck vorgesehene Kennzeichen (Symbol der durchgestrichenen Abfalltonne) reicht allein nicht aus. \_Vielmehr bedarf es einer weitergehenden Information und Aufklärung der Verbraucher, speziell in Richtung der Vorteile von Wiederverwendung und Reparatur an Geräten.

Zusätzliche Hinweise auf Service- und Supportangebote erleichtern es dem Verbraucher, die Geräte richtig anzuschließen, zu bedienen, zu warten und zu pflegen. Informationen über Reparaturmöglichkeiten, Beschaffung von Verbrauchs- und Ersatzteilen, Update oder Upgrade-Optionen sowie Hinweise zu Rücknahmesystemen ermöglichen es ihm einerseits, die Produkte länger zu nutzen oder andererseits sie für eine Weiterverwendung verfügbar zu machen (vgl. Anhang 1: Zentrale Elemente im Informationstransfer zwischen den Akteuren).

Um also eine lange Nutzungs- und Lebensdauer der Geräte zu erreichen und somit dem Ziel der Abfallvermeidung Rechnung zu tragen, sind vom Hersteller schon frühzeitig Informationen über Service- und Support-Leistungen für den Konsumenten für die Nutzungsphase vorzuhalten. Gleichzeitig sind diese Informationen der Hersteller für den Handel von Bedeutung, der diese Hinweise an die Verbraucher weiter geben kann.

<sup>21</sup> Gefährliche Stoffe werden in der Richtlinie 67/548/EWG und in der Richtlinie 1999/45/EG des Europäischen Parlaments und des Rates definiert. Die Richtlinien beschreiben die Einstufung, Kennzeichnung und Beurteilung der als gefährlich anzusehenden Stoffe oder Zubereitungen.

## 6

### Fazit

Da bei vielen Elektro- und Elektronikgeräten die Produktnutzungsdauer abnimmt und gleichzeitig die Rohstoffpreise steigen, gewinnt die Frage der Ressourcennutzung bzw. -schonung zunehmend an Bedeutung. Hierzu eröffnen die Wiederverwendung von Altgeräten und deren Bauteile sowie die Reparatur von Elektro- und Elektronikgeräten schon jetzt zahlreiche Möglichkeiten. Diese können durch die Einführung eines Kennzeichnungs- und Informationssystem deutlich unterstützt werden, in dem wichtige Daten zu einem Geräte entlang seines Lebensweges zuverlässig weitergereicht werden. Eine Kommunikationsmöglichkeit innerhalb dieses Systems schafft zusätzliche Möglichkeiten zur optimierten Produktgestaltung und zur Verbesserung der Umweltschutzleistungen der am System beteiligten Akteure. Sie trägt dazu bei, die Wiederverwendung von Bauteilen und Geräten im Sinne der WEEE-Richtlinie zu beleben, die Produkte entsprechend der Intention der EuP-Richtlinie zu optimieren und dadurch die Nutzungsdauer der Geräte zu verlängern.

## 7

### Literatur

- Devoldere, T.; Dewulf, W.; Willems, B.; Duflou, J. R.; The Eco-Efficiency of Reuse Centres Critically Explored - The Washing Machine Case, Proceedings of the 13th CIRP International Conference on Life Cycle Engineering, 31 May - 2 June, 2006, Katholieke Universiteit Leuven, Department of Mechanical Engineering, Belgium, Leuven, pp.219-227.
- Gensch, C.-O.; Rüdener, I.: Eco-Efficiency Analysis of Washing machines Refinement of Task 4: Further use versus substitution of washing machines in stock, commissioned by: European Committee of Domestic Equipment Manufacturers (CECED), Öko-Institut e.V., Freiburg, März 2005.
- Rechberger, H., Truttmann, N.: Contribution to resource conservation by reuse of electrical and electronic household appliances, , Vienna University of Technology, Institute for Water Quality, Resources and Waste Management, Febr. 2006.
- Statistisches Bundesamt, Fachserie 14 Reihe 8, Finanzen und Steuern, Umsatzsteuer 2005, Wiesbaden 2007.
- Statistisches Bundesamt, Fachserie 6 Reihe 4, Binnenhandel, Gastgewerbe, Tourismus; Beschäftigte, Umsatz, Aufwendungen, Lagerbestände, Investitionen und Warensortiment im Handel 2002. Wiesbaden 2005.
- Van der Hertten, K. (European Commission, Environment Directorate-General): EU Developments in the sector of Electrical and Electronic Equipment. Vortrag bei elni-forum 1/2008 am 15.05.08 – Brüssel, [www.elvies.de](http://www.elvies.de).

### Gesetze/Verordnungen

- Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (Krw-/AbfG) vom 27.09.1994 (BGBl I 2. 2705), zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 22. 12.2004 (BGBl I, S. 3704).
- Elektro- und Elektronikgerätegesetz vom 16. März 2005 (BGBl. I S. 762), zuletzt geändert durch Art. 3 des Gesetzes vom 19. Juli 2007 (BGBl. I S. 1462).

Richtlinie 2002/96/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. Januar 2003 über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (ABl. EG Nr. L 37 vom 13.02.2003, S.24), zuletzt geändert durch die Richtlinie 2003/108/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 08. Dezember 2003 zur Änderung der Richtlinie 2002/96/EG über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (ABl. EG Nr. L 345 vom 31.12.2003, S. 106), Directive 2002/96/EC on the Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE).

Richtlinie 2005/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 6. Juli 2005 zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energiebetriebener Produkte und zur Änderung der Richtlinie 92/42/EWG des Rates sowie der Richtlinien 96/57/EG und 2000/55/EG des Europäischen Parlaments und des Rates. ABl. EG Nr. L 191 v. 22.7.2005, S. 29-58.

## Anhang 1: Zentrale Elemente im Informationstransfer zwischen den Akteuren

Hinweis: Informationsbedarf: Normalschrift; *Bereitstellungspotential: kursiv*

<b>Akteur Station</b>	<b>Hersteller</b>	<b>Handel und Logistik</b>	<b>Nutzer / Verbraucher</b>	<b>Reparateur</b>	<b>Recycler / Entsorger</b>	<b>Behörden<sup>22</sup></b>
<b>Produktdesign</b>	Infos über aktuell bzw. zukünftig verbotene Stoffe <sup>23</sup> . Möglichkeiten der Wiederverwendung, Reparatur, Wiederverwertung, Recycling. Kosten der Verwertung/Entsorgung; Klassifizierung der Reststoffe. Infos über reparatur-/recyclingfreundliche Herstellungsverfahren (z.B. Schrauben statt kleben).			<i>Möglichkeiten der Reparatur. Information über chronisch defekte Bauteile. Hinweise über reparaturfreundliche Herstellungsverfahren (z.B. normierte Teile wie Einzelschalter).</i>	<i>Möglichkeiten der Wiederverwendung und Wiederverwertung. Kosten der Verwertung/Entsorgung. Infos über recyclingfreundliche Herstellungsverfahren (z.B. Schrauben statt kleben).</i>	Infos über aktuell bzw. zukünftig verbotene Stoffe.
<b>Marketing, Vertrieb</b>	<i>In Verkehr gebrachte Menge je Art und Kategorie. Hersteller Produktname, Typ, Serien-Nr., Herstellungsdatum. Ersatzteilangebot. Symbol für getrennte Sammlung. Infos über Langlebigkeit, Energie-/Wasserverbrauch, Reparaturfreundlichkeit, Recyclingfähigkeit. Service &amp; Support<sup>24</sup>,</i>	Möglichkeiten der Reparatur, Wiederverwendung und Wiederverwertung.  Service & Support.		Infos über Ersatzteile (Art, Anzahl, Nummer). <i>Möglichkeiten der Reparatur.</i>		In Verkehr gebrachte Menge je Art und Kategorie.
<b>Handel und Transport</b>	<i>Hersteller Produktname, Typ, Serien-Nr., Herstellungsdatum.</i>	Hersteller Produktname, Typ, Serien-Nr., Herstellungsdatum. Ersatzteilangebot. Service/Support.				

<sup>22</sup> Verwaltung, ÖRE, EAR, UBA

<sup>23</sup> Berücksichtigung der Entfernbarkeit von gefährlichen Stoffen aus Geräten (Anhang II)

<sup>24</sup> Service und Support: Hotline, Reparaturangebote, Update-, Upgrademöglichkeiten, Rücknahmesysteme



<b>Kauf durch Nutzer</b>		<i>Service &amp; Support. Symbol für getrennte Sammlung. Infos über Langlebigkeit, Energieverbrauch, Reparaturfreundlichkeit, Recyclingfähigkeit. Angebot an Gebrauchsgeschäften.</i>	Hersteller, Produktname, Typ, Serien-Nr., Herstellungsdatum. Service & Support. Angebot an Gebrauchsgeschäften. Infos über Langlebigkeit, Energie-/Wasserverbrauch, Reparaturfreundlichkeit, Recyclingfähigkeit.	<i>Service &amp; Support</i>		<i>Infos über Langlebigkeit, Energie/ Wasserverbrauch, Reparaturfreundlichkeit, Recyclingfähigkeit.</i>
<b>Nutzungsphase</b>	<i>Gebrauchsanleitung</i>	<i>Service &amp; Support.</i>	Service & Support. Gebrauchsanleitung	<i>Service &amp; Support.</i>		
<b>Beschränkungen des Nutzwertes</b>	<i>Bau-/Reparaturanleitung</i>	<i>Service &amp; Support.</i>	Service & Support. Reparaturmöglichkeiten und -kosten. Weitere Verwertungsmöglichkeiten u. -kosten. Bau-/Reparaturanleitung.	<i>Service &amp; Support. Infos über Reparatur- und Entsorgungsmöglichkeiten und -kosten; Infos über Langlebigkeit, Energie-/Wasserverbrauch, Reparaturfreundlichkeit, Recyclingfähigkeit.</i>	<i>Weitere Verwertungsmöglichkeiten u. -kosten.</i>	<i>Infos über Reparatur- verwertungs- u. Entsorgungsmöglichkeiten.</i>
<b>Aufbereitung, Reparatur</b>	<i>Verwendete Stoffe. Bau-/Reparaturanleitung (z.B. Schaltpläne). Angebot an Ersatzteilen. Infos über Kompatibilität von Bauteilen, verwendete Stoffe, Hersteller. Bedarf an Ersatzteilen (wer, wo, wie teuer). Hersteller, Produktname, Typ. Serien-Nr., Herstellungsdatum.</i>	<i>Angebot an Ersatzteilen.</i>	Reparaturkosten. Hinweise zur Wartung.	Bedarf von Ersatzteilen (wer, wo, wie teuer). Angebot an Ersatzteilen. Infos über Kompatibilität von Bauteilen, verwendete Stoffe. Bau-/Reparaturanleitung. Hersteller, Produktname, Typ. Serien-Nr., Herstellungsdatum. <i>Reparaturkosten. Hinweise zur Wartung.</i>	Bedarf an Ersatzteilen. Hersteller, Produktname, Typ. Serien-Nr., Herstellungsdatum. Verwendete Stoffe.	
<b>Einsammlung</b>	<i>Erfasste Menge je Gruppe. Erfasste Menge je Gruppe.</i>	Organisation Einsammlung.	Organisation der Einsammlung.		<i>Erfasste Menge je Gruppe. Organisation der Einsammlung.</i>	<i>Erfasste Menge Organisation Einsammlung Hol-/ Bringsysteme.</i>

<b>Wiederverwendung</b>	<p>Infos über Wiederverwendbarkeit</p> <p>Infos über Kriterien, die zu einer Wiederverwendung führen können.</p> <p><i>Bedarf an Bauteilen für Produktion.</i></p> <p><i>Infos über Kompatibilität von Bauteilen, verwendete Stoffe.</i></p> <p><i>Hinweise zur Zerlegung.</i></p> <p><i>Hersteller, Produktname, Typ, Serien-Nr., Herstellungsdatum.</i></p> <p><i>Menge zur Wiederverwendung.</i></p> <p>Mengen zur Wiederverwendung.</p>	<p>Infos über Wiederverwendbarkeit.</p> <p>Bedarf an Geräten zur Wiederverwendung.</p> <p><i>Angebot an Geräten zur Wiederverwendung.</i></p> <p>Infos über Kriterien für Wiederverwendung.</p>	<p>Angebot an Geräten zur Wiederverwendung</p> <p>Geräten.</p> <p><i>Bedarf an Geräten zur Wiederverwendung.</i></p>		<p>Infos über Kompatibilität von Bauteilen. Verwendete Stoffe.</p> <p>Hinweise zur Zerlegung.</p> <p>Hersteller, Produktname, Typ, Serien-Nr., Herstellungsdatum.</p> <p>Bedarf an Bauteilen für Produktion. Bedarf an Geräten zur Wiederverwendung. <i>Angebot an Geräten zur Wiederverwendung. Infos über Kriterien, die zu einer Wiederverwendung führen können. Mengen zur Wiederverwendung je Kategorie</i></p>	<p>Infos über Möglichkeiten zur Zweitnutzung.</p> <p>Mengen zur Wiederverwendung je Kategorie.</p>
<b>Verwertung/Entsorgung</b>	<p><i>Verwendete Stoffe.</i></p> <p><i>Hinweise zur Zerlegung.</i></p> <p>Menge der verwerteten, entsorgten, exportierten Geräte/Bauteile, Werkstoffe und Stoffe je Kategorie<sup>25</sup>.</p> <p><i>Menge der verwerteten, entsorgten, exportierten Geräte/Bauteile, Werkstoffe und Stoffe je Kategorie.</i></p>			<p>Verwertungs-/Entsorgungsmöglichkeiten.</p>	<p>Hersteller, Gerätetyp. Verwendete Stoffe. Hinweise zu Zerlegung. Verwertungs-/Entsorgungsmöglichkeiten.</p> <p><i>Menge zur Verwertung, Entsorgung, Export je Kategorie.</i></p> <p>Menge zur Verwertung, Entsorgung, Export je Kategorie. <i>Qualität der Stoffe</i></p>	<p><i>Menge zur Verwertung, Entsorgung, Export je Kategorie.</i></p> <p><i>Entsorgungs- u. Verwertungsmöglichkeiten.</i></p>
<b>Verwaltung/Monitoring</b>	<p><i>Exportmengen.</i></p> <p><i>Art und Menge der direkt zurückgenommenen Geräte.</i></p>					<p>Verwertungsquote. Exportmenge. Art u.. Menge der direkten Rücknahmen</p> <p><i>EAR: Mengenangaben und –bilanzen</i></p>

Hinweis: Informationsbedarf: Normalschrift; *Bereitstellungspotential: kursiv*

<sup>25</sup> Menge je Geräteart bei freiwilligen Rücknahmesystemen

Forschungsverbund ELVIES -  
Effiziente Logistik und Verwertung durch den integrierten Einsatz  
von Smartlabels im Elektronikschrott

## **Anlage 9:**

# **Produktprüfung und Kennzeichnung**

## **Kurzfassung**

**Prof. Dr. Gerhard Roller**

**Dipl.-Ing. Ludger Nuphaus**

**Fachhochschule Bingen**

Gefördert durch das BMBF  
Programm FH<sup>3</sup>  
Förderkennzeichen 17 23 A 05

**Bingen, 03.06.2008**



## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1 Einführung</b>	<b>IX-1</b>
<b>2 Rechtliche Rahmenbedingungen</b>	<b>IX-1</b>
<b>3 RoHS-Konformitätsprüfung</b>	<b>IX-2</b>
<b>4 Standards zur Materialkennzeichnung</b>	<b>IX-3</b>
4.1 CE-Kennzeichnung	IX-4
4.2 RoHS-Kennzeichnung	IX-5
4.3 Produktkennzeichnung nach anderen Vorgaben	IX-6
<b>5 Bedeutung der Produktprüfung für die Wiederverwendung, Verwertung und Entsorgung von Elektroaltgeräten</b>	<b>IX-6</b>
<b>6 Schutz vor Produkt- und Markenpiraterie durch Produktkennzeichnung</b>	<b>IX-7</b>
<b>7 Zusammenfassung und Fazit</b>	<b>IX-8</b>
<b>8 Literatur</b>	<b>IX-10</b>

## **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1:    Verfahrensfließbild zur Bestimmung der beschränkten Stoffe in elektrotechnischen Produkten .....	IX-3
Abbildung 2:    Beispiele der Bleifrei-Kennzeichnung .....	IX-5
Abbildung 3:    Beispiele für die Kennzeichnung von Schadstoffen in elektronischen Bauteilen .....	IX-5



# 1

## Einführung

Hersteller und Inverkehrbringer von elektrischen und elektronischen Geräten stehen seit 1. Juli 2006 in der Pflicht, die Konformität der Produkte zu garantieren oder im Rahmen der Sorgfaltspflicht angemessene Maßnahmen zur Einhaltung der Anforderungen des Elektrogesetzes zu ergreifen. Ziel dieses Themenschwerpunktes ist es darzustellen, welche Pflichten auf die Hersteller<sup>1</sup> in Folge der Umsetzung der Richtlinie zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe (RoHS-Richtlinie)<sup>2</sup> zukommen und was bei einer eventuellen Produktprüfung zu beachten ist. Daneben wird der Frage nachgegangen, ob und gegebenenfalls wie eine Kennzeichnung von Elektro- und Elektronikgeräten im Hinblick auf die Anforderungen der RoHS-Richtlinie erfolgen muss. Abschließend wird die Möglichkeit einer Produktkennzeichnung als Schutz vor Plagiaten dargestellt.

# 2

## Rechtliche Rahmenbedingungen

Seit 1. Juli 2006 dürfen die Hersteller bestimmter elektrischer und elektronischer Produktkategorien keine Geräte mehr auf den Markt bringen, die einen oder mehrere der sechs Stoffe<sup>3</sup> enthalten, deren Anwendung durch die Richtlinie eingeschränkt<sup>4</sup> wurde. Die vom Hersteller zu beachtenden Stoffverbote der RoHS-Richtlinie sind in § 5 ElektroG enthalten. Die Einschränkungen betreffen die Stoffe Blei, Quecksilber, Cadmium und sechswertiges Chrom sowie bromierte Flammschutzmittel. Hersteller und Handel sind zur Einhaltung der Schadstoffbegrenzung verpflichtet.

Da die RoHS-Vorschriften für Endprodukte gelten, dürfen alle in Baugruppen enthaltenen Bauteile und Kombinationen von Bauteilen verbotene Stoffe nur in den vorgegebenen Maximalkonzentrationen enthalten.

Darüber hinaus greifen für Elektro- und Elektronikgeräte die rechtlichen Rahmenbedingungen der Produkthaftung. Diese sind das zivilrechtliche Produkthaftungsgesetz<sup>5</sup> und das öffentlich-rechtliche Geräte- und Produktsi-

<sup>1</sup> Hersteller ist jeder, der Geräte unter einer eigenen Marke herstellt und verkauft, unter seiner eigenen Marke Geräte anderer Hersteller verkauft oder in einen Mitgliedstaat der EU ein- oder ausführt.

<sup>2</sup> Richtlinie 2002/95/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. Januar 2003 zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten (ABl. EG Nr. L 37 vom 13.02.2003, S. 19), Directive 2002/95/EC on the Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment (RoHS).

<sup>3</sup> Die maximalen Stoff-Konzentrationen (Gew.-%) sind unter Kapitel 2.1 „Stoffbeschränkungen durch die Umsetzung des ElektroG“ zu finden.

<sup>4</sup> Entscheidung der Kommission vom 18. August 2005 zur Änderung des Anhangs der Richtlinie 2002/95/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zwecks Festlegung von Konzentrationshöchstwerten für bestimmte gefährliche Stoffe in Elektro und Elektronikgeräten, (2005/618/EG), ABl. EG 214/65 vom 19.08.2005.

<sup>5</sup> Gesetz über die Haftung für fehlerhafte Produkte, <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/prodhaftg/gesamt.pdf>, 19.07.2002.

cherheitsgesetz<sup>6</sup> (GPSG – Umsetzung der Richtlinie über die Allgemeine Produktsicherheit 2001/95/EG). Das GPSG enthält Pflichten für den Inverkehrbringer, unter anderem zur Weitergabe von Gefahreninformationen an den Verbraucher, zur Produktkennzeichnung, zum Rückrufmanagement und zur Meldung von unsicheren Produkten.

Zur Sicherstellung der Produktsicherheit ist auf EU-Ebene als Meldesystem das RAPEX-System („system for the rapid exchange of information“)<sup>7</sup> eingerichtet worden. Die national zuständigen Behörden melden Sicherheitsmängel von Produkten europaweit an dieses System.

### 3

#### RoHS-Konformitätsprüfung

Zur Prüfung der Einhaltung der rechtlichen Vorgaben (RoHS, ElektroG) kann eine RoHS-Konformitätsprüfung erforderlich sein. Dabei wird ermittelt, ob die Zusammensetzung und Kennzeichnungen des Produktes mit den rechtlichen Vorgaben übereinstimmen. Auftraggeber einer solchen Prüfung sind vor allem der Handel, wenn er als Importeur die Produktverantwortung des Herstellers übernimmt, oder der Hersteller selbst.

Die Sicherstellung der Konformität ist über eine Selbstdeklaration möglich, bei der der Hersteller die Informationen zu den Inhaltsstoffen von den Lieferanten der Bauteile bezieht. Dies kann nach den Vorgaben des Standards ISO-IEC 17050, Supplier Declaration of Conformity (SDoC)<sup>8</sup> erfolgen. Bei bestimmten Herstellern legen die Lieferanten von Bauteilen die Informationen entsprechend den Anforderungen des Herstellers vor. Hierbei stellt sich jedoch vielfach die Frage, ob die Informationen von den Herstellern/Zulieferern zutreffend sind. Dies lässt sich durch Analysen ermitteln.

Analysen zur Ermittlung der RoHS-Konformität

Zur Vorbereitung der Analysen werden zunächst die Geräte in funktionelle Einheiten, wie Gehäuse, LCDs, Batterien oder Leiterplatten, zerlegt. Untersucht werden nur homogene Materialien<sup>9</sup>. Anschließend erfolgt das so genannte Screening (vgl. Abbildung 1). Hier werden Screening-Techniken, wie etwa die energiedispersive Röntgenanalyse („Energy Dispersive XRay Analy-

<sup>6</sup> Gesetz über technische Arbeitsmittel und Verbraucherprodukte, <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/gpsg/gesamt.pdf>, 07.07.2005.

<sup>7</sup> [http://ec.europa.eu/consumers/dyna/rapex/rapex\\_archives\\_en.cfm](http://ec.europa.eu/consumers/dyna/rapex/rapex_archives_en.cfm) (23.03.2008).

<sup>8</sup> Brady, T., Stutz, M., IEC ACEA ad hoc Working Group, Procedures for the Determination of Regulated Substances in Electrotechnical Products, September 2004, <http://thor.inemi.org/webdownload/newsroom/> Krischke; U., Ballach, J.: SGS Institut Fresenius GmbH, Taunusstein, Konformitätsprüfung von Produkten gemäß Richtlinie 2002/95/EG.Presentations/16.pdf (05.07.2007).

<sup>9</sup> Die in der RoHS-Richtlinie und in § 5 ElektroG festgelegten maximal zulässigen Konzentrationswerte beziehen sich nicht auf das Produkt oder das Bauteil, sondern auf den eingesetzten „homogenen Werkstoff“.



sis“, EDXRF), Fluoreszenz- oder Spektrenviewer eingesetzt. Damit lässt sich feststellen, ob Pb, Cd, Cr, Hg oder Br vorhanden ist. Werden beim Screening die gesuchten Stoffe in „Grenzkonzentrationen“ festgestellt, folgt als zweiter Schritt dann eine genauere Analyse. Dabei kommen verschiedene Analyseverfahren zum Einsatz, die z. B. in dem internationaler Standard-Entwurf (IEC-Empfehlung 62321/1CD<sup>10</sup> vom 27. Mai 2005) vorgegeben werden.

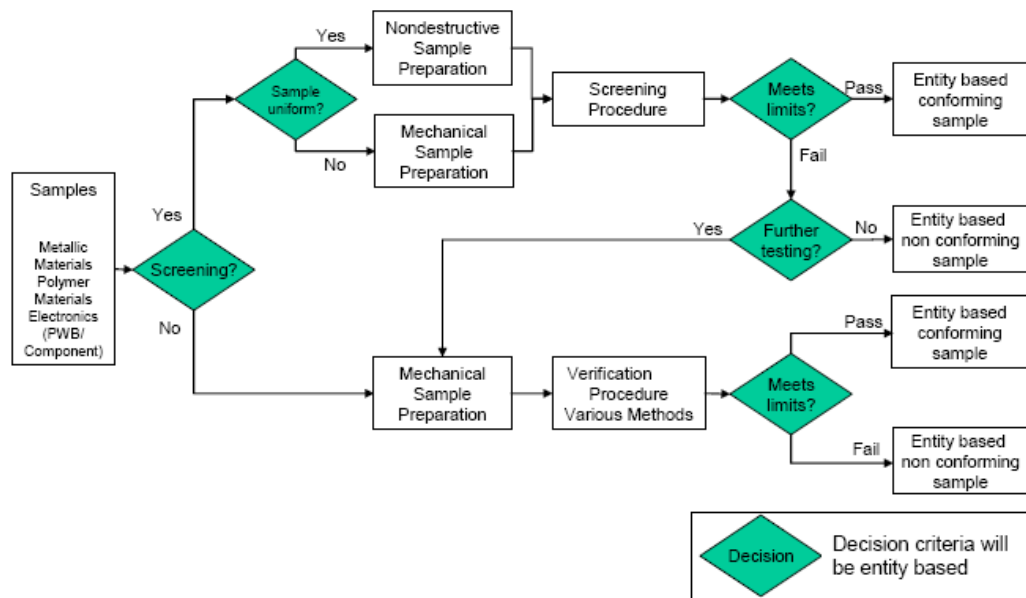


Abbildung 1: Verfahrensflißbild zur Bestimmung der beschränkten Stoffe in elektro-technischen Produkten<sup>11</sup>

## 4 Standards zur Materialkennzeichnung

Zur Kennzeichnung von elektronischen Bauteilen werden verschiedene Vorgaben gemacht, die nachfolgend dargestellt werden.

Im Hinblick auf die Verwendung bleifrei gelöteter Bauteile haben sich Anforderungen an die Kennzeichnung von Bauteilen ergeben. So enthält der JEDEC-Standard JESD970, "Marking, Symbols and Labels for Identification of Lead (Pb) free assemblies, components and devices,"<sup>12</sup> Vorgaben zur Kennzeichnung von bleifrei hergestellten Komponenten und Bauteilen. Ziel des

<sup>11</sup> IEC/ TC 111 Working Group 3, „Procedures for Determination of Levels of Six Regulated Substances (Lead, Mercury, Hexavalent Chromium, Polybrominated Biphenyls, Polybrominated Diphenyl Ether) in Electrotechnical Products“ <http://www.iec.ch/index.html> (05.07.2007).

<sup>12</sup> JEDEC Solid State Technology Association: Marking, Symbols, and Labels for Identification of Lead (Pb) Free Assemblies, Components, and Devices - JESD97, MAY 2004. <http://www.jedec.org/download/search/JESD97.pdf> (05.07.2007).

JESD97 ist es, ein markantes Symbol und Kennzeichnungsformat für solche Geräte oder Bauteile bereit zu stellen, die komplett bleifrei sind.

Der amerikanische Verband IPC<sup>13</sup> hat Anfang März 2006 die überarbeitete Richtlinie IPC-1752<sup>14</sup> herausgebracht, um eine für die internationale Praxis brauchbare Methode für Materialdeklarationen zu erarbeiten. Es werden ein standardisiertes elektronisches Datenformat sowie standardisierte Formulare angeboten, die die Erstellung, Sammlung und Weitergabe von Materialinformationen erleichtern sollen. Darin sind u. a. Angaben über die RoHS-Konformität enthalten.

#### 4.1

##### ***CE-Kennzeichnung***

Die CE-Richtlinien beziehen sich auf das Inverkehrbringen von Produkten mit dem Ziel, dass sie auf Basis eines einheitlichen Sicherheitsniveaus in der EU verkehrsfähig sind und die einzelnen Mitgliedsstaaten durch eigene sicherheitstechnische Anforderungen keine Handelshemmnisse aufbauen. Die CE-Kennzeichnung hat ihren Ursprung in der Richtlinie 93/68/EG<sup>15</sup> und die Nutzung der CE-Kennzeichnung wird rechtlich in dem Beschluss 93/465/EG<sup>16</sup> festgelegt. Mit der CE-Kennzeichnung eines Produkts erklärt der Verantwortliche (Hersteller), dass das Produkt allen anzuwendenden Gemeinschaftsvorschriften entspricht und die entsprechenden Konformitätsbewertungsverfahren durchgeführt wurden.

Mit der CE-Kennzeichnung ist jedoch keine Erklärung im Hinblick auf die Einhaltung der RoHS-Stoffverbote verbunden – die Anforderungen gelten zusätzlich. Ein Produkt kann aber mit weiteren Zeichen versehen sein, sofern diese eine andere Funktion als die CE-Kennzeichnung erfüllen.

<sup>13</sup> Association Connecting Electronics Industries.

<sup>14</sup> [http://members.ipc.org/committee/drafts/2-18\\_d\\_MaterialsDeclarationRequest.asp](http://members.ipc.org/committee/drafts/2-18_d_MaterialsDeclarationRequest.asp). (05.07.2007).

<sup>15</sup> 93/68/EWG, CE-Kennzeichnung, ABl. Nr. L 220 vom 30.08.1993, S.1.

<sup>16</sup> Beschluss 93/465/EWG des Rates vom 22. Juli 1993 über die in den technischen Harmonisierungsrichtlinien zu verwendenden Module für die verschiedenen Phasen der Konformitätsbewertungsverfahren und die Regeln für die Anbringung und Verwendung der CE-Konformitätskennzeichnung, 93/465/EWG - (ABl. Nr. L 220 vom 30.8. 1993 S. 23).

## 4.2 RoHS-Kennzeichnung

Da weder die RoHS-Richtlinie noch nationale Gesetze ein rechtsverbindliches Zertifikat zur RoHS-Konformität vorsehen und der Hersteller nicht zur Kennzeichnung seiner Produkte im Hinblick auf diese Konformität verpflichtet ist, wurden von den Herstellern verschiedene Bildsymbole entwickelt (vgl. Abbildung 2), die auf ihren Geräten zu finden sind.



Abbildung 2: Beispiele der Bleifrei-Kennzeichnung<sup>17</sup>

Ebenfalls legt beispielsweise die IPC-Richtlinie (IPC-1066)<sup>18</sup> vom Dezember 2004 Anforderungen an eindeutige Symbole und Label fest, um bleifreie Materialien und Baugruppen zu identifizieren. Es werden die unterschiedlichen Typen bleifreier Materialien sowie die maximal zulässige Löttemperatur für die Baugruppe aufgezeigt. Darüber hinaus ist auch eine Kennzeichnung von bestimmten Schadstoffen in Bauteilen möglich und wird durchgeführt (vgl. Abbildung 3).



Abbildung 3: Beispiele für die Kennzeichnung von Schadstoffen in elektronischen Bauteilen<sup>19</sup>

<sup>17</sup> Klee, B., ZVEI -Zentralverband Elektrotechnik-und Elektronikindustrie e.V., Stoffverbote, EU-Richtlinie 2002/95/EG –RoHS, Oktober 2006.

<sup>18</sup> <http://www.industrietiketten.net/bleifrei/IPC-1066.pdf> (05.07.2007).

<sup>19</sup> <http://ak-bleifrei.izm.fhg.de/servlet/is/Entry.2370.Display/> (05.07.2007).

Da der Übergang auf RoHS-konforme Komponenten ein Prozess ist, der alle Beteiligten der Supply Chain betrifft, ist eine Kennzeichnung zur Identifizierung der konformen Komponenten erforderlich. Diese kann ebenfalls bei der Wiederverwendung und Entsorgung zur Identifikation und Separation der Komponenten von Bedeutung sein.

#### 4.3

##### ***Produktkennzeichnung nach anderen Vorgaben***

Neben der EU haben weitere Länder (Korea, China, Japan, Norwegen) Stoffbeschränkungen erlassen. So müssen in China seit der Einführung der „China-RoHS<sup>20</sup>“ die in Betracht kommenden Produkte hinsichtlich der enthaltenen, in ihrer Verwendung beschränkten Substanzen gekennzeichnet werden. Die Kennzeichnung muss gut sichtbar und dauerhaft erfolgen und Angaben darüber enthalten, welcher Stoff in welcher Menge in welchem Bauteil des Produktes enthalten und wie das Gerät entsprechend wiederzuverwerten oder zu entsorgen ist. Zusätzlich ist der Zeitraum zu definieren und als Kennzeichen anzugeben, in dem das Gerät sicher genutzt werden kann, ohne dass die enthaltenen Schadstoffe freigesetzt werden, sofern das Produkt Schadstoffe in einer Menge oberhalb der allgemeinen Grenzwerte enthält („Environmental Protection Use Period“).

## 5

### **Bedeutung der Produktprüfung für die Wiederverwendung, Verwertung und Entsorgung von Elektroaltgeräten**

Ergänzend zur RoHS-Konformitätsprüfung bieten Prüf- und Zertifizierungsinstitute eine Produktbewertung an, mit der ein Nachweis zur Recyclingfähigkeit geführt wird. Die Bewertung konzentriert sich auf den Nachweis der Einhaltung verschiedener Stoffverbots-Regelungen, die unter anderem die Stoffe nach RoHS-Richtlinie sowie nach Anhang III ElektroG (Anhang II WEEE-Richtlinie) umfassen.

Das werkseigene Analyselabor von Motorola Taunusstein prüft beispielsweise die Recyclingfähigkeit der eigenen Geräte. Dabei werden bis zu 26 Elemente untersucht, u. a. der Wertstoffgehalt der Leiterplatten. So kann Motorola Angaben zur groben stofflichen Zusammensetzung für jedes Gerät liefern und über die Internetseite grundlegende Informationen über Art und Ort der Schadstoffe für Recyclingbetriebe bereitstellen.

<sup>20</sup> Ministry of Information Industry, Order #39: Management Methods for Controlling Pollution by Electronic Information Products. February 28, 2006, and effective on March 1, 2007. Annotated Unofficial English Translation. AeA China RoHS Steering Committee Version - For Reference Purposes Only. [http://www.aeanet.org/governmentaffairs/gabl\\_ChinaRoHS\\_FINAL\\_March2006.asp](http://www.aeanet.org/governmentaffairs/gabl_ChinaRoHS_FINAL_March2006.asp) (28.11.2007).

## 6

### **Schutz vor Produkt- und Markenpiraterie durch Produktkennzeichnung**

Etwa zehn Prozent des weltweiten Handelsvolumens wird mit gefälschter Ware erzielt<sup>21</sup>. Der Plagiathandel verursacht einen wirtschaftlichen Schaden des Originalherstellers durch Umsatzeinbußen, da der Verbraucher statt des Originalprodukts das Plagiat kauft. Zusätzlich kommen Absatzverluste durch Schädigung des Markenimages hinzu, da die Plagiate meist qualitativ minderwertig sind.

Die Grundlage zum Schutz vor Produkt- und Markenpiraterie bilden juristische Mittel wie Patentschutz oder Markenschutz. Diese Mittel alleine reichen aber nicht aus, da der entstandene Schaden nur unzureichend ersetzt wird und die Rechtsprechung zu diesem Thema in verschiedenen Ländern zum Teil uneinheitlich ist. Folglich müssen zusätzliche Methoden für einen Schutz vor Marken- und Produktfälschung angewendet werden. Dies können beispielsweise die Produktkennzeichnung durch RFID, Barcodes, Data-Matrix<sup>22</sup>, Hologramme, digitale Wasserzeichen oder Nanopartikel sein. Bei der Produktkennzeichnung ist auf eine ständige Fortentwicklung zu achten, da auch modernste Kennzeichnungsmethoden durch Produktpiraten nachgeahmt werden.

Für die Produktkennzeichnung ist vor allem eine eindeutige Identifizierung des Produktes, eine so genannte Unikatkennzeichnung von Bedeutung. Diese ermöglicht es, das Produkt zu identifizieren und rück zu verfolgen (Tracking & Tracing). Eine lückenlose Rückverfolgbarkeit ergibt sich nur, wenn die Kennzeichnungen in der gesamten Wertschöpfungskette ausgelesen und verwertet werden können. Treten beim Abgleich mit den Soll-Daten Unstimmigkeiten auf, sind diese mögliche Hinweise auf Produktpiraterie.

<sup>21</sup> Ann/Broy/Günther/Lindemann/Wildemann, TU München: Handelsspielräume der produzierenden Industrie gegen Produktpiraterie, Juni 2006.  
[http://produktpiraterieschutz.de/cms/upload/datei/Positionspapier\\_gegen\\_Produktpiraterie\\_2006-06-21.pdf](http://produktpiraterieschutz.de/cms/upload/datei/Positionspapier_gegen_Produktpiraterie_2006-06-21.pdf) (05.07.2007).

<sup>22</sup> Kodierungen unterhalb der Produktoberfläche. Eine nachträgliche Beeinflussung des Codes durch äußere Einflüsse, wie Zerkratzen oder Verwittern, wird dadurch ausgeschlossen. Data-Matrix-Codes lassen sich auf eine Größe von bis zu 2x2mm<sup>2</sup> minimieren ohne an Informationsgehalt zu verlieren.

### Beispiel für Produkt- und Markenschutz durch Produktkennzeichnung

Einen Markenschutz auf internationaler Ebene bietet beispielsweise das Markenschutzprogramm „Brand Protection“<sup>23</sup> der TÜV Rheinland Group an. Es ist ein internetbasiertes System mit dessen Hilfe erkennbar ist, ob ein Produkt echt oder gefälscht ist. Das System basiert auf einem 13-stelligen Code aus zufälligen Buchstaben- und Zahlenkombinationen (alphanumerische Zeichenfolge). Jedem Produkt wird ein originärer Code zugewiesen, womit zusätzlich der Produktions- und Vertriebsweg eines Produktes zurückverfolgt und überwacht werden kann. Höherwertige Produkte erhalten einen Unikat-Code. Die Kennzeichnung kann mittels Barcodes, RFIDs oder Hologramme erfolgen. Dieses System hat dann den Vorteil, dass nicht eine bestimmte Signier- oder Markierungstechnologie festgelegt werden muss. Gleichzeitig können die Einzelheiten individuell auf das Unternehmen abgestimmt werden. Somit übernimmt das System Funktionen der Produktkontrolle, des Risikomanagements und des Markenschutzes.

## 7

### Zusammenfassung und Fazit

Die Einhaltung der Stoffbegrenzungen der RoHS-Richtlinie müssen Hersteller und Handel im Rahmen ihrer Sorgfaltspflicht nachweisen können. Die Sicherstellung der Konformität von Produkten erfolgt zumeist über die Selbstdeklaration, indem der Hersteller die Informationen zu den Inhaltsstoffen von den Lieferanten der Bauteile bezieht. Zur Ermittlung der betroffenen Stoffe in elektrischen oder elektronischen Bauteilen kommen zunächst Screening-Methoden zur Anwendung, denen bei Bedarf chemische Analysen folgen.

Da die CE-Kennzeichnung nicht die RoHS-Konformität belegt, sind verschiedene Kennzeichen, auch zur stoffbezogenen Kennzeichnung von Bauteilen, entwickelt worden. Allerdings konnte auf Ebene der Hersteller bislang keine einheitliche Regelung getroffen werden, die eine unmissverständliche Kennzeichnung von RoHS-konformen Bauteilen regelt.

Sofern die Informationen zu den enthaltenen Schadstoffen in einem Gerät oder einem Bauteil über ein geeignetes Identifikations- und Informationssystem sichtbar gemacht werden können, ist eine Identifikation und Separation der Geräte oder Komponenten im Rahmen der Wiederverwendung und Entsorgung möglich. Dies kann zu einer Erleichterung der Schadstoffentfrachtung in den nachfolgenden Verwertungsverfahren beitragen.

Eine Produktkennzeichnung lässt sich ebenfalls zum Zwecke des Markenschutzes nutzen. Dabei ist vor allem eine eindeutige Identifizierung des Produktes, eine so genannte Unikatkennzeichnung, von Bedeutung. Diese er-

<sup>23</sup> [http://www.de.tuv.com/de/presse/details/schutz\\_vor\\_produktfalschungen.html](http://www.de.tuv.com/de/presse/details/schutz_vor_produktfalschungen.html) (05.07.2007).

möglichst es, das Produkt zu identifizieren und rück zu verfolgen (Tracking & Tracing). Es ermöglicht dadurch einen Schutz vor Plagiaten.

## 8

### Literatur

- Ann, Broy, Günther, Lindemann, Wildemann, TU München, Handelsspielräume der produzierenden Industrie gegen Produktpiraterie, Juni 2006.  
[http://produktpiraterieschutz.de/cms/upload/datei/Positionspapier\\_gegen\\_Produktpiraterie\\_2006-06-21.pdf](http://produktpiraterieschutz.de/cms/upload/datei/Positionspapier_gegen_Produktpiraterie_2006-06-21.pdf) (05.07.2007).
- Brady, T., Stutz, M., IEC ACEA ad hoc Working Group, Procedures for the Determination of Regulated Substances in Electrotechnical Products, September 2004,  
<http://thor.inemi.org/webdownload/newsroom/Presentations/16.pdf> (05.07.2007).
- China-RoHS: Ministry of Information Industry, Order #39: Management Methods for Controlling Pollution by Electronic Information Products. February 28, 2006, and effective on March 1, 2007. Annotated Unofficial English Translation. AeA China RoHS Steering Committee Version - For Reference Purposes Only.  
[http://www.aeanet.org/governmentaffairs/gabl\\_ChinaRoHS\\_FINAL\\_March2006.asp](http://www.aeanet.org/governmentaffairs/gabl_ChinaRoHS_FINAL_March2006.asp) (28.11.2007).
- IEC/ TC 111 Working Group 3, „Procedures for Determination of Levels of Six Regulated Substances (Lead, Mercury, Hexavalent Chromium, Polybrominated Biphenyls, Polybrominated Diphenyl Ether) in Electrotechnical Products“ <http://www.iec.ch/index.html> (05.07.2007).
- International Electrotechnical Commission (IEC), TC 111 Working Group 3, IEC 62321 Draft, Procedures for Determination of Levels of Six Regulated Substances (Lead, Mercury, Hexavalent Chromium, Polybrominated Biphenyls, Polybrominated Diphenyl Ethers) Electrotechnical Products,  
<http://www.iec.ch/index.html>.  
<http://www.scienscope.com/download/IEC.pdf> (05.07.2007).
- JEDEC Solid State Technology Association: Marking, Symbols, and Labels for Identification of Lead (Pb) Free Assemblies, Components, and Devices - JESD97, MAY 2004. <http://www.jedec.org/download/search/JESD97.pdf> (05.07.2007).
- Klee, B., ZVEI -Zentralverband Elektrotechnik-und Elektronikindustrie e.V., Stoffverbote, EU-Richtlinie 2002/95/EG –RoHS, Oktober 2006.  
[https://www.zvei.org/fileadmin/user\\_upload/Technik\\_Umwelt/Elektro\\_Elektronikal\\_tgeraete/Stoffverbote\\_RoHS-ElektroG\\_200610.pdf](https://www.zvei.org/fileadmin/user_upload/Technik_Umwelt/Elektro_Elektronikal_tgeraete/Stoffverbote_RoHS-ElektroG_200610.pdf) (05.07.2007).
- Reitz, R., Reinert, D., Stoll, R: Bedeutung der Prüfung und Zertifizierung für die Prävention. BGZ-Report 2/2004, Sankt Augustin, 2004,  
[http://www.hvbg.de/d/pages/service/download/bgz\\_rep/pdf/bgz2\\_04.pdf](http://www.hvbg.de/d/pages/service/download/bgz_rep/pdf/bgz2_04.pdf) (05.07.2007).



RoHS-Handbuch von Premier Farnell zur rechtlichen und technischen Situation Step-by-Step Guide (Version 2), Januar 2005,  
[http://de.farnell.com/images/de/pdf/RoHS\\_Manual.pdf](http://de.farnell.com/images/de/pdf/RoHS_Manual.pdf).

Stutz, M., (Dell), IEC TC 111 Working Group 3, Procedures for the Determination of Six Regulated Substances in Electrotechnical Product, Oktober 2005,  
<http://www.cstl.nist.gov/acd/RoHS/Presentations/Johnson100605.pdf> (05.07.2007).

Richtlinie 2002/95/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. Januar 2003 zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten (ABl. EG Nr. L 37 vom 13.02.2003, S. 19), Directive 2002/95/EC on the Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment (RoHS).

Entscheidung der Kommission vom 18. August 2005 zur Änderung des Anhangs der Richtlinie 2002/95/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zwecks Festlegung von Konzentrationshöchstwerten für bestimmte gefährliche Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten,  
<http://www.bmu.de/abfallwirtschaft/doc/text/5636.php> (05.07.2007).



Forschungsverbund ELVIES -  
Effiziente Logistik und Verwertung durch den integrierten Einsatz  
von Smartlabels im Elektronikschrott

## **Anlage 10:**

# **Rechtliche Anforderungen aus der Sicht des Datenschutzes**

**Dr. Sven Polenz**

**Unabhängiges Landeszentrum für Datenschutz  
Schleswig-Holstein, Holstenstr. 98, 24103 Kiel**

Gefördert durch das BMBF  
Programm FH<sup>3</sup>  
Förderkennzeichen 17 23 A 05

**Kiel, 30.05.2008**



## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1 Zwei Möglichkeiten einer Kennzeichnung - Barcode-Systeme und RFID-Systeme</b>	<b>X-1</b>
<b>2 Die Codierung der Informationen</b>	<b>X-2</b>
<b>3 Personenbezug beim Herstellungs- Distributions- und Wartungsprozess</b>	<b>X-4</b>
<b>4 Szenarien der späteren Re-Identifizierung</b>	<b>X-6</b>
<b>5 Rechtliche Bewertung</b>	<b>X-8</b>
<b>6 Resümee</b>	<b>X-11</b>
<b>7 Literatur</b>	<b>X-12</b>



## **1 Zwei Möglichkeiten einer Kennzeichnung - Barcode-Systeme und RFID-Systeme**

Gemäß § 7 Satz 1 des Gesetzes über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten (ElektroG) sind Elektro- und Elektronikgeräte, die nach dem 13. August 2005 in einem Mitgliedstaat der Europäischen Union erstmals in Verkehr gebracht wurden, dauerhaft so zu kennzeichnen, dass der Hersteller eindeutig zu identifizieren ist und festgestellt werden kann, dass das Gerät nach diesem Zeitpunkt erstmals in Verkehr gebracht wurde. Für eine Kennzeichnung kommen dabei insbesondere zwei Varianten in Betracht, nämlich der Einsatz von Barcode- oder RFID-Systemen.

Es wurde bereits erwähnt, dass die Option RFID zur technischen Umsetzung einer Codierung nicht geeignet erscheint, da mit einer flächendeckenden Einführung von RFID-Technik kurz- oder mittelfristig nicht zu rechnen ist.<sup>1</sup> Vielmehr wird eine Lösung durch Verwendung von Barcode-Systemen favorisiert. Die Gründe hierfür bestehen wohl auch darin, dass der ursprünglich erhoffte Nutzen für die Optimierung unternehmensinterner Prozesse in sämtlichen Wirtschaftsbereichen mit dem Einsatz von RFID bisher nicht erreichbar war. Aus einer Studie des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnologie (IPT) geht hervor, dass 80 % der befragten Unternehmen die Erfahrungen mit RFID als negativ bezeichnen. Dabei gaben 72 % der befragten Unternehmen an, vorzugsweise die Prozessoptimierung zum Ziel der RFID-Einführung gemacht zu haben, obwohl wertschöpfende Unternehmensbereiche nur selten involviert waren.<sup>2</sup>

Dabei dürfte auch für den Bereich der Elektrogeräte nicht damit zu rechnen sein, dass die Hersteller in naher Zukunft eine umfassende Verwendung von RFID-Chips einkalkulieren, um eine herstellereigenspezifische Wiederverwertung oder Entsorgung sicherzustellen.

Allerdings ist noch nicht abschätzbar, welche langfristigen Potentiale mit der Einführung von RFID-Technik verbunden sind. Dieser Gedanke ist bereits deshalb nicht von der Hand zu weisen, weil mithilfe von RFID weitaus mehr Daten erhoben und verarbeitet werden können, als beim Einsatz von Barcode-Systemen. Auf diese Weise können etwa warenspezifische Informationen auf dem RFID-Chip selbst oder - in Kombination mit einer besonderen Seriennummer in einer Datenbank - Informationen zur gesamten Produkthistorie und damit Daten zur Werthaltigkeit eines Elektrogerätes gesammelt werden.

<sup>1</sup> Vgl. oben, 5.4.3.

<sup>2</sup> Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie, Pressemitteilung vom 9. April 2008, abrufbar unter: [www.ipt.fraunhofer.de/press/StudieRFID.jsp](http://www.ipt.fraunhofer.de/press/StudieRFID.jsp).

Ferner ist zu bedenken, dass die Erfüllung der gesetzlichen Anforderungen nach dem Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (GPSG<sup>3</sup>) durch RFID-Technik besser erreichbar erscheint: Nach § 5 Abs. 3 GPSG sind Hersteller - auch von Elektrogeräten - verpflichtet, sichere Produkte auf den Markt zu bringen. Bei etwaigen Gefährdungen für die Verbraucher sind die Hersteller verpflichtet, zuständige Behörden und die Verbraucher zu informieren sowie die Produkte vom Markt zu nehmen.

Im Rückruffall wäre der Hersteller so imstande, nur diejenigen Geräte zurück zu nehmen, welche den ermittelten Fehler aufweisen. Gemäß § 5 Abs. 1 Nr. 1 b) GPSG haben der Hersteller, sein Bevollmächtigter und der Einführer eines Verbraucherprodukts jeweils im Rahmen ihrer Geschäftstätigkeit beim Inverkehrbringen den Namen des Herstellers oder, sofern dieser nicht im Europäischen Wirtschaftsraum ansässig ist, den Namen des Bevollmächtigten oder des Einführers und dessen Adressen auf dem Verbraucherprodukt oder auf dessen Verpackung anzubringen sowie das Verbraucherprodukt so zu kennzeichnen, dass es eindeutig identifiziert werden kann, es sei denn, das Weglassen dieser Angaben ist vertretbar, insbesondere weil dem Verwender diese Angaben bereits bekannt sind oder das Anbringen dieser Angaben mit einem unverhältnismäßigen Aufwand verbunden wäre.

Eben diese gesetzlichen Anforderungen, insbesondere die eindeutige Identifizierung, wären durch Anbringung von RFID-Chips an den Elektrogeräten erreichbar. Aus rein wirtschaftlichen Überlegungen heraus dürfte daher die Einführung eines einheitlichen Systems (Barcode-System oder RFID-System) geboten sein, um mit einer Kennzeichnungsart alle gesetzlichen Kennzeichnungspflichten zu erfüllen.

## **2** **Die Codierung der Informationen**

Für eine datenschutzrechtliche Beurteilung ist zunächst von Belang, welche Daten mithilfe von Barcode-Aufklebern und RFID-Chips verarbeitet werden. Dabei ergeben sich folgende Unterschiede:

Der Barcode ist ein Binärcode aus einem Feld von parallel angeordneten Strichen und Trennlücken, wobei die Sequenz aus breiten und schmalen Strichen bzw. Lücken numerisch oder alphanumerisch interpretiert werden kann.<sup>4</sup> Ein weit verbreiteter Barcode ist der EAN-13-Code<sup>5</sup> (codiert mit 13 Ziffern), bei welchem die auslesbaren Informationen wie folgt aufgebaut sind<sup>6</sup>: Die Ziffern 1 und 2 stellen das Länderpräfix dar. Die Nummern 40-43 stehen etwa für die Bundesrepublik Deutschland. Die Ziffern 3-7 bezeichnen den Herstellercode. Der Ziffernbereich 8-12 wird für die Implementierung

<sup>3</sup> Geräte- und Produktsicherheitsgesetz vom 6. Januar 2004 (BGBl. I S. 2 (219)), zuletzt geändert durch Artikel 3 Abs. 33 des Gesetzes vom 7. Juli 2005 (BGBl. I S. 1970)

<sup>4</sup> Finkenzeller, RFID-Handbuch, 3. Auflage, 2002, S. 2.

<sup>5</sup> EAN = Internationale Artikel-Nummer, ursprünglich Europäische Artikelnummer.

<sup>6</sup> Vgl. Schoblick, RFID Radio Frequency Identification, 2005, S. 177.



einer spezifischen Artikelnummer verwendet, wobei allerdings nur die Codierung eines bestimmten Artikeltyps erfolgt. Die Ziffer 13 steht für eine besondere Prüfziffer.

Bei den RFID-Chips unterscheidet man zunächst passive und aktive Chips. Passive Chips verfügen im Gegensatz zu aktiven Chips nicht über eine eigene Energieversorgung und beziehen ihre notwendige Energie zur Datenübertragung aus dem magnetischen oder elektromagnetischen Feld des Lesegerätes. Da passive Chips wesentlich geringere Herstellereinstellungen verursachen, eignen sich diese eher für eine Kennzeichnung von Elektrogeräten. Im Hinblick auf die Funktionalität der passiven Chips kommen im Rahmen einer effizienten Logistik und Verwertung insbesondere solche RFID-Chips in Betracht, welche lediglich über ein fortlaufendes und eingebranntes Kennzeichen verfügen.<sup>7</sup>

Hiervon zu unterscheiden sind Chips mit einem zusätzlichen Speicherbereich, in dem weitere Daten abgelegt werden könnten. Diese Technik birgt das Potential, dass zusätzliche personenbezogene Daten im Chip abgelegt werden können. Derartige Chips mit einem zusätzlichen Speicherbereich sind allerdings für die beabsichtigte Verwendung an Elektrogeräten weniger geeignet, da sie deutlich höhere Herstellereinstellungen verursachen würden. Die Betrachtung beschränkt sich daher auf den ersten Typ von RFID-Chips. Die unten getroffene rechtliche Wertung würde für Chips mit zusätzlichem Speicherbereich eher noch restriktiver ausfallen.

Das eingebrannte Kennzeichen besteht regelmäßig aus dem sog. „Elektronischen Produktcode“ (EPC). Die dort codierte Ziffernfolge enthält über die Informationen zur Identität des Herstellers und des Artikeltyps auch eine spezielle Seriennummer, welche jedem einzelnen Gegenstand eine weltweit eindeutige Identität gibt. Da im Rahmen der Standardisierung von RFID-Technik und der hiermit im Zusammenhang stehenden Sicherstellung von Interoperabilität auch der Einsatz von Chips mit einem EPC große Bedeutung hat<sup>8</sup>, dürfte in Zukunft auch für Elektrogeräte nur eine vergleichbare Kennzeichnung in Betracht kommen.

Grundsätzlich ist es denkbar, dass RFID-Chips mit einer Identifikationsnummer hergestellt werden, die lediglich einen mit dem EAN-13-Code oder dem EAN-20-Code<sup>9</sup> vergleichbaren Informationswert verschlüsseln. Allerdings erscheint die Verwendung derartiger Chips schon im Ansatz nicht realistisch: Zum Einen würde man Chips verwenden, die nicht den Anforderungen an internationale Standards genügen, was zu technischen Kompatibilitätsproblemen führen müsste. Zum Anderen dürfte der Einsatz von speziellen Chips

<sup>7</sup> Sog. Low-end-Systeme, vgl. Polenz, RFID-Techniken und Datenschutzrecht – Perspektiven der Regulierung, S. 11, abrufbar unter: <http://archiv.tu-chemnitz.de/pub/2008/0039/data/Dissertation.pdf>.

<sup>8</sup> Vgl. Polenz, RFID-Techniken und Datenschutzrecht – Perspektiven der Regulierung, S. 278, abrufbar unter: <http://archiv.tu-chemnitz.de/pub/2008/0039/data/Dissertation.pdf>.

<sup>9</sup> Vgl. oben, 5.4.3.

zur Kennzeichnung - neben EPC-Chips zur Kennzeichnung der Ware im Einzelhandel<sup>10</sup> - nur zu zusätzlichen Kosten für die Hersteller führen.

### **3 Personenbezug beim Herstellungs- Distributions- und Wartungsprozess**

Datenschutzrechtlich problematisch sind reine Objekt- bzw. Sachinformationen solange nicht, wie sie nicht einer bestimmten Person zugeordnet werden können. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass das Datenschutzrecht nicht erst bei der Zuordnung zu einer bestimmten (individualisierten) Person zur Anwendung kommt, sondern bereits bei einer bloßen Bestimmbarkeit (§ 3 Abs. 1 BDSG<sup>11</sup>). Zur Feststellung der Bestimmbarkeit einer Person stützt sich die Art.-29-Datenschutzgruppe in ihrem Arbeitspapier „Datenschutzfragen im Zusammenhang mit der RFID-Technik“ (WP 105) auf Art. 26 der Richtlinie 95/46/EG: Demnach sollten „alle Mittel berücksichtigt werden, die vernünftigerweise entweder von dem Verantwortlichen für die Verarbeitung oder von einem Dritten eingesetzt werden könnten, um die betreffende Person zu bestimmen.“ Dabei ist zu beachten, dass nach geltendem Datenschutzrecht bestimmte Vorgänge der Wiedererkennung von Kennzeichen, die einem Objekt zugeordnet sind, nicht als Verarbeitung personenbezogener Daten im Rechtssinne qualifiziert werden, obwohl sich daraus gewisse Risiken für Privatheits- und Datenschutzrechte der Betroffenen ergeben können (dazu sogleich).

Der EAN-13-Code sowie der EAN-20-Code sind aus sich heraus keine personenbezogenen Daten. Diese enthalten neben Informationen zum Gerätetyp und anderen Objektdaten lediglich Angaben zum Hersteller. Da das BDSG nur natürliche Personen vor einer Beeinträchtigung des allgemeinen Persönlichkeitsrechtes schützt und juristische Personen (Verein, GmbH, AG) ausdrücklich vom Schutz ausgenommen sind, hat der Datenschutz hier regelmäßig keine Bedeutung. Einschränkungen sind nur für diejenigen Fälle zu beachten, in denen die Information zu einer juristischen Person auf eine natürliche Person „durchschlägt“. Dies spielt etwa dann eine Rolle, wenn es sich um eine Ein-Mann-GmbH handelt.<sup>12</sup> Die Barcode-Nummer kann auch nicht ohne Weiteres mit anderen personenbezogenen Daten verknüpft werden. Folglich kann festgestellt werden, dass beim Einsatz von Barcode-Systemen unter Verwendung der EAN Kennzeichnung oder vergleichbarer Codes keine wesentlichen datenschutzrechtlichen Herausforderungen bestehen.

<sup>10</sup> Die Chips mit dem fest implementierten EPC sollen künftig -unabhängig von dem Ziel, Elektrogeräte zur Herstelleridentifizierung zu kennzeichnen- im Einzelhandel zur Etikettierung von Produkten eingesetzt werden.

<sup>11</sup> Bundesdatenschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. Januar 2003 (BGBl. I S. 66), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 22. August 2006 (BGBl. I S. 1970)

<sup>12</sup> Dammann, in: Simitis, Kommentar zum BDSG, 6. Auflage, 2006, § 3 RN 44.

Beim Einsatz von RFID-Technik stellt sich die Situation wie folgt dar: Enthält der RFID-Chip lediglich die beim EAN-13-Code oder beim EAN-20-Code verschlüsselten Daten, so würde die datenschutzrechtliche Beurteilung nicht anders ausfallen. Allerdings dürfte in Zukunft die Verwendung von Chips mit einem EPC<sup>13</sup> erfolgen, sodass Unterschiede zu beachten sind. Der EPC selbst ist zunächst -wie die EAN-Codes- eine bloße Objektnummer.

Es ist anzunehmen, dass die Zuordnung zu einer Person im Falle der RFID-Chips mit Objektnummer regelmäßig über eine Datenbank erfolgt. Über den Lebenszyklus der Chips kann analysiert werden, in welcher Phase die Möglichkeit einer personenbezogenen Zuordnung überhaupt gegeben ist.

Chips ohne zusätzlichen Speicherbereich, die lediglich eine Objektnummer ausgeben können, sollen beim Hersteller in das Gerät eingebaut werden. Im Produktionsprozess ist noch keine datenbankgestützte Zuordnung zu einer Person realisierbar.

Die Zuordnung zu natürlichen Personen erscheint regelmäßig erst durchführbar in der Phase des Verkaufs des Gerätes. Hier kann die Objektnummer über das Hintergrundsystem eines Verkäufers zu einem personenbezogenen Datum werden, soweit der Verkäufer über personenbezogene Daten des Käufers verfügt. Dies ist heute im Fachhandel regelmäßig ab einem bestimmten Geschäftsvolumen der Fall; es werden dann meist Name und Anschrift des Kunden erfasst.

Soweit der Käufer nicht mit Bargeld bezahlt, erfolgt seine Identifizierung entweder über seine Zahlungsmittel (EC-Karte, Kreditkarte, Überweisung oder Abbuchung vom Konto) oder über die Rechnungsadresse. Dabei spielt es für die Identifizierung im Grundsatz keine Rolle, ob der Kauf der Ware offline oder online erfolgt ist. Mit Blick auf den Datenschutz ist lediglich von Bedeutung, dass in der Offline-Variante der Käufer noch die Möglichkeit hat, seiner Identifizierung durch einen Kauf gegen Bargeld zu entgehen, wohingegen in der Online-Variante ein anonymer Erwerb praktisch ausgeschlossen ist. Eine weitere Identifizierungsmöglichkeit besteht, wenn sich der Käufer freiwillig von dem Hersteller oder Verkäufer namentlich und mit Adresse registrieren lässt, um sich über neue Produkte und andere Services unterrichten zu lassen.

In der Phase des Verkaufs bietet sich für den Verkäufer die technische Möglichkeit, auch die Objektnummer des Transponders auszulesen und zu den Personendaten zu speichern. Wird heute bei einem konventionellen Einkauf über den Strichcode regelmäßig lediglich der Warentyp elektronisch eingescannt und damit gegebenenfalls zu der Person des Käufers erfasst, so würde der Einsatz von RFID-Chips eine eindeutige Identifizierbarkeit des konkreten Gerätes und damit des Käufers ermöglichen.

Eine zusätzliche Identifizierungsmöglichkeit des Käufers kann bestehen, wenn dieser für das erworbene Elektrogerät Serviceleistungen etwa in Form

<sup>13</sup> EPC = Electronic Product Code, eine Code mit 23 Stellen zur individuellen (also nicht nur Produktart) Identifizierung jedes Handelsproduktes weltweit.

einer regelmäßigen Wartung oder einer Reparatur in Anspruch nimmt. Die eindeutige Identifizierung des Käufers erfolgt wie im Fall des Erwerbs typischerweise über den Zahlungsvorgang. Anlässlich der Reparatur etc. kann der Transponder ausgelesen werden. Damit kann auch eine andere Stelle als der Verkäufer eine Datenbank mit der personenbezogenen Zuordnung des Besitzers eines Gerätes zu einer Objektnummer aufbauen.

Bei der Verwertung und Entsorgung der Geräte nach dem Ende der Nutzungsperiode kommt es beim Einsatz von RFID-Systemen oder Barcode-Systemen in der Regel nicht zu einer Erhebung personenbezogener Daten der (früheren) Besitzer. Es würden hier lediglich bestimmungsgemäß die Barcode-Aufkleber oder die RFID-Chips ausgelesen, um die Geräte der passenden Verwertung und Entsorgung zuzuführen. Hier besteht demnach nicht die Gefahr, dass es zur Re-Identifizierung der Besitzer kommt.

#### **4 Szenarien der späteren Re-Identifizierung**

Im Zusammenhang mit der RFID-Technik verweist die Art. 29-Datenschutzgruppe in ihrem Arbeitspapier (WP 105) auf ein Szenario, in welchem der Käufer anhand der im RFID-Chips fest implementierten Objektnummer identifiziert wird, sofern zwischen dem erworbenen Gegenstand und der Person des Käufers ein hinreichend enger Zusammenhang hergestellt werden kann und insoweit Rückschlüsse auf die Identität des Käufers möglich sind. Dies wird für den Fall angenommen, dass der Käufer einen Gegenstand permanent mitführt, wie dies etwa bei einer Armbanduhr der Fall ist. Hatte der Verkäufer beim Verkauf Objektnummer und Kundendaten erhoben und verknüpft, so wäre der Verkäufer demnach in der Lage, die Objektnummer auszulesen, wenn eine Person mit dem Chip in ihrem persönlichen Herrschaftsbereich die vom Verkäufer kontrollierten Räumlichkeiten betritt. Der Käufer könnte dann alleine anhand dieser Nummer mit hinreichender Wahrscheinlichkeit identifiziert werden.

Das Szenario lässt sich grundsätzlich auf elektronische Geräte übertragen. Dabei ist zu beachten, dass die mit dem Projekt adressierten Geräte, für die eine Rücknahmepflicht nach der WEEE-Richtlinie existiert, auch kleine elektronische Geräte wie Mobiltelefone umfasst, die in der Regel wie Armbanduhr durch den Nutzer körpernah mit sich getragen werden.

Die datenschutzrechtlichen Gefahren der Re-Identifizierung gehen damit zunächst von der Verkäufer-Käufer-Schnittstelle aus, wo in vielen Fällen beide Daten, die personenbezogenen Informationen des Erwerbers und die Objektnummer des Gerätes auf technischer Ebene verfügbar sind. Die meisten Geräte, die unter die WEEE-Richtlinie fallen, werden aufgrund ihrer Größe und des Gewichts nur in Ausnahmefällen wieder in die Räumlichkeiten des Verkäufers gebracht, womit sich insoweit die datenschutzrechtlichen Risiken in Grenzen halten.

Etwas anderes gilt allerdings für die Kleingeräte der täglichen Nutzung wie Mobiltelefone. Hier sind Szenarien denkbar, bei denen große Ladenketten

die Objektnummer beim Verkauf personenbezogen erheben. Datenbankbasiert könnten diese z.B. dazu genutzt werden, die Kunden bei jedem Folgebesuch in einer Filiale des Unternehmens zu re-identifizieren. Dabei kann nicht nur festgestellt werden, dass sich die Kunden in einem bestimmten Ladenlokal aufhalten. Es wäre auch möglich, die Bewegungen der Kunden in dem Laden detaillierter auszuwerten, etwa daraufhin, wie lange sich jemand in einem Bereich aufhält, der einer bestimmten Produktgruppe zugeordnet ist. Solche Daten könnten gespeichert und zu detaillierten Bewegungs- und Konsumprofilen der betroffenen Personen zusammengestellt werden.

Hinzu kommt, dass sich über die Objektnummer weitere Information erschließen lassen können: Zum einen ist die Objektnummer Teil eines Nummernraums, der einem bestimmten Hersteller zugeordnet ist. Diese Zuordnung wird kaum geheim sein, kann aber sensiblen Charakter haben, z.B. wenn der Besitzer besonders hochpreisige Geräte mit sich trägt. Diese Information kann sogar von Kriminellen genutzt werden, um gezielt Diebstähle zu begehen. Zum anderen lassen sich möglicherweise weitere Informationen ableiten, z.B. wo das Gerät gekauft wurde. Erfahrungen aus anderen Bereichen legen dies nahe (z.B. enthält die Handy-Identifikationsnummer IMEI (International Mobile Equipment Identity) nicht nur einen Hersteller-, sondern auch noch einen Ländercode).

Alleine dieses Szenario beinhaltet offenkundig erhebliche Gefährdungen der Datenschutzinteressen der Besitzer der Geräte. Die Kenntnis von der Anwesenheit bestimmter Personen in den Filialen könnte weiter für zielgerichtete Werbung genutzt werden, wobei dies den Betroffenen gegenüber möglicherweise nicht transparent gemacht würde. Weiter könnten die Zuordnungsdatensätze an andere Stelle verkauft werden, so dass auch andere Einzelhandelsunternehmen oder sonstige Stellen die Möglichkeit erhalten, die in den von ihnen kontrollierten Räumlichkeiten anwesenden Personen namentlich zu identifizieren.

Weiterhin besteht die grundsätzliche Möglichkeit, dass die genannten Datenbanken um weitere Daten aus anderen Quellen ergänzt werden. Zu nennen sind hier namentlich Auskunfteien, die über die Bonität und das (vermutete) wirtschaftliche Potential der Betroffenen berichten. Das Szenario ließe sich noch weiter entwickeln. Es wird jedoch schon hier erkennbar, dass Beschränkungen bei der Verwendung von Objektdaten durch den Verkäufer unabdingbar sind.

Wie oben angedeutet, muss auch in Betracht gezogen werden, dass eine Wiedererkennung von Objektnummern unterhalb der Schwelle der eigentlichen rechtlichen Personenbeziehbarkeit erfolgt. So können beliebige Dritte versuchen, die Objektnummer der RFID-Chips auszulesen, wenn sich die Gelegenheit dazu bietet. Diese Dritten haben zwar meist (zunächst) noch keinen Zugriff auf personalisierende Informationen. Sie sind jedoch technisch in der Lage, Daten über bestimmte Bewegungen der Träger der RFID-Chips zu erheben und zu speichern (soweit es sich um tragbare Geräte handelt)

und diese gegebenenfalls mit weiteren Informationen z.B. über bestimmtes Konsumverhalten zusammenzuführen.

Im Hinblick auf die Barcode-Systeme, bei welchen keine artikelspezifische Seriennummer codiert wird, bestehen keine vergleichbaren datenschutzrechtlichen Bedenken. Durch das Auslesen des Barcode würde der Verwender eines Lesegerätes lediglich Informationen zum Warentyp eines Elektrogerätes ermitteln. Trägt eine natürliche Person ein Elektrogerät körpernah bei sich, so könnten mithilfe dieser Daten folglich keine Bewegungsprofile erstellt werden.

## **5 Rechtliche Bewertung**

Für eine datenschutzrechtliche Beurteilung stellt sich bei den Barcode-Systemen im Rahmen der beabsichtigten Verwendung von EAN-Barcode-Aufklebern nicht die Frage nach der Zulässigkeit einer Datenerhebung, -verarbeitung und -nutzung. Denn bei den erhobenen Daten handelt es sich zum Einen nicht um personenbezogene Daten, zum Anderen entstehen durch den beschriebenen Aufbau des EAN-Code keine besonderen datenschutzrechtlichen Risiken.

Bei einem in der Zukunft denkbaren Einsatz der RFID-Technik im Einzelhandel, welcher auch Auswirkungen auf die Verwendung von RFID-Chips an Elektrogeräten zum Zwecke der Entsorgung oder Wiederverwertung hätte, ist hingegen aus datenschutzrechtlicher Sicht der Umstand zu beachten, dass spezielle Objektnummern verwendet werden. Da sich nach den oben dargestellten Szenarien die personenbezogene Verarbeitung von Objektnummern der Chips realistisch auf die Phase des Verkaufs reduziert, weil regelmäßig nur an dieser Schnittstelle zwischen Kunden und Objekt die gleichzeitige Erhebung von Kundendaten und Objektnummer realisiert werden kann, beschränken sich auch die rechtlichen Betrachtungen auf diesen Bereich.

Rechtlich zulässig ist die Erhebung und Verarbeitung personenbezogener Daten insbesondere, soweit sie zur Durchführung und Abwicklung eines Kaufvertrages erforderlich sind. Rechtsgrundlage für eine solche Datenverarbeitung ist § 28 Abs. 1 Satz 1 Nr. 1 BDSG. Die Betonung der rechtlichen Legitimation der Datenverarbeitung ist der durch den Vertrag abgedeckte Konsens, d.h. einseitige Interessen des Verkäufers an weitergehender Nutzung der Daten dürfen auf der Basis dieser Rechtsgrundlage nicht verfolgt werden<sup>14</sup>. Die Speicherung der Objektnummer des Elektrogerätes in Verbindung mit den personenbezogenen Daten des Käufers wäre also nur zulässig, soweit sie für das schuldrechtliche Grundgeschäft und die Übereignung des Objektes erforderlich sein könnte.

Eine solche Erforderlichkeit ist allerdings zu verneinen. Schon der schuldrechtliche Vertrag richtet sich im hier relevanten Endkonsumentenbereich

<sup>14</sup> Wedde, in: Däubler et al., Basiskommentar zum BDSG, 2. Aufl. 2007, Rn. 59 zu § 28.

nicht darauf, einen bestimmten individualisierten Gegenstand (z.B. den Kühlschrank mit der Baunummer xyz) zu leisten (Stückschuld), sondern nur auf ein Gerät eines bestimmten Typs (Gattungsschuld).

Nun könnte der Verkäufer geltend machen, dass die Speicherung der Objektnummer erforderlich sei, um im Falle der Ausübung von Gewährleistungsrechten bei Sachmängeln nachweisen zu können, dass das defekte Gerät identisch ist mit dem verkauften Gerät. Eine solche Argumentation fände aber im geltenden Recht keinen Boden. Die Ausübung von Gewährleistungsrechten darf nicht durch überzogene Anforderungen an den Nachweis des Kaufs erschwert werden<sup>15</sup>. So ist es bei Vorliegen anderer Beweismittel (wie Zeugenaussagen, Abbuchungsbelegen) nicht einmal erforderlich, den Originalkassenbeleg vorzuweisen. Die Speicherung von Kundendaten und Objektnummer zur Voraussetzung der Gewährleistung zu machen, wäre daher nicht zulässig.

Damit wäre es jedenfalls nur in sehr speziell gelagerten Fällen datenschutzrechtlich zulässig, die Objektnummer eines Gerätes zu erheben, zu speichern und weiter zu verarbeiten, nämlich dann, wenn und soweit sie zur Erfüllung von zusätzlichen über den Kaufvertrag hinausgehenden und vereinbarten Leistungen erforderlich ist. In diesem Fall wäre die Verwendung auf den konkret vereinbarten Verwendungszweck beschränkt; dieser Zweck muss bereits bei der Erhebung konkret festgelegt (§ 28 Abs. 1 Satz 2 BDSG) und – neben anderen Informationen wie der Identität der verantwortlichen Stelle und den Kategorien von Datenempfängern – bei der Erhebung dem Betroffenen mitgeteilt werden (§ 4 Abs. 3 Satz 2 Nr. 1 bis 3 BDSG).

Als weitere Rechtsgrundlage für die gemeinsame Erhebung von personenbezogenen Käuferdaten und Objektnummer beim Verkäufer könnte § 28 Abs. 1 Satz 1 Nr. 2 BDSG herangezogen werden. Danach ist eine Erhebung und Verarbeitung personenbezogener Daten für die Erfüllung eigener Geschäftszwecke zulässig, soweit es zur Wahrung berechtigter Interessen der verantwortlichen Stelle erforderlich ist und kein Grund zu der Annahme besteht, dass das schutzwürdige Interesse des Betroffenen an dem Ausschluss der Verarbeitung überwiegt. Allerdings wird in der datenschutzrechtlichen Literatur vertreten, dass diese Zulässigkeitsalternative schon nicht herangezogen werden kann, wenn ein Vertrag nach der ersten Alternative besteht, andernfalls würde die erste auf den Vertragszweck bezogene Zulässigkeitsregelung ausgehebelt.<sup>16</sup> Aber selbst wenn man sich auf § 28 Abs. 1 Satz 1 Nr. 2 BDSG berufen wollte, rechtfertigt die Vorschrift nicht die Erhebung, Speicherung und weitere Nutzung von Objektnummern der Transponder zu den personenbezogenen Daten der Kunden.

Um § 28 Abs. 1 Satz 1 Nr. 2 BDSG in Anspruch zu nehmen, müsste die Speicherung der Objektnummer des Transponders in Verbindung mit den (personenbezogenen) Daten des Käufers zunächst einem berechtigten Interesse

<sup>15</sup> Berger, in: Jauernig, Kommentar zum BGB, 12. Auflage 2007, Rn. 3 zu § 475.

<sup>16</sup> Vergleiche Wedde a.a.O (Fn. 14), Rn. 64.

des Verkäufers entsprechen. Grundsätzlich kann sich ein berechtigtes Interesse u. a. auch für die Durchführung von Maßnahmen des personalisierten Marketings ergeben<sup>17</sup>. Es liegt auf der Hand, dass der Verkäufer den Käufer möglichst gezielt mit seinen Waren bewerben will; ein solches Interesse gilt auch als von der Rechtsordnung gedeckt. Es kann dann zulässig sein, z.B. zu speichern, welche Produkttypen ein Kunde erworben hat. Ein Indiz für die Zulässigkeit einer entsprechenden Datenverarbeitung ergibt sich auch aus § 28 Abs. 4 BDSG, wonach dem Käufer (datenschutzrechtlich: dem Betroffenen) für den Fall der Nutzung oder Übermittlung seiner personenbezogenen Daten für Zwecke der Werbung oder der Markt- und Meinungsforschung ein Widerspruchsrecht eingeräumt wird. Allerdings ist zu beachten, dass dieser über den eigentlichen Kaufvertrag hinausgehende Verwendungszweck bereits bei der Erhebung konkret festzulegen ist (§ 28 Abs. 1 Satz 2 BDSG). Weiterhin muss die verantwortliche Stelle (hier: der Verkäufer) den Betroffenen auf den Verwendungszweck der Daten sowie über die Kategorien der Empfänger bei der Erhebung unterrichten (§ 4 Abs. 3 Satz 2 Nr. 1 bis 3 BDSG).

Im Hinblick auf die oben dargelegten Gefährdungen der Datenschutzrechte, die schon von der Erhebung der Objektnummern jedenfalls im Hinblick auf tragbare Geräte ausgehen, ist allerdings zumindest fraglich, ob auch die Erhebung, Speicherung und Verarbeitung von Objektdaten noch von einem von der Rechtsordnung umfassten berechtigten Interesse des Verkäufers liegt. Hier zeigt sich der elementare Unterschied zwischen der Information, dass ein Produkt einer bestimmten Gattung erworben wurde, und der Zuordnung eines RFID-Chips zu einer Person, die zu einer späteren, vom Betroffenen unbemerkten Re-Identifizierung führen kann. Die Frage nach dem Vorliegen eines von der Rechtsordnung anerkannten berechtigten Interesses muss jedoch nicht beantwortet werden, da es jedenfalls außer Zweifel steht, dass die betroffenen Käufer ein überwiegendes schutzwürdiges Interesse daran haben, nicht Objekte einer so weitgehenden Datenverarbeitung zu werden, die letztlich dazu führen könnte, dass Bewegungs- und Konsumprofile von ihnen erstellt werden<sup>18</sup>. Daher lässt sich im Ergebnis die Erhebung, Speicherung und Nutzung der Objektnummern der Chips in einer personenbezogenen Weise nicht auf die genannte Vorschrift stützen.

Die Verarbeitung der Objektnummern beim Verkäufer ist damit datenschutzrechtlich grundsätzlich unzulässig.

<sup>17</sup> Gola/Schomerus, BDSG Kommentar, Rn. 39 zu § 28 BDSG.

<sup>18</sup> Vgl. Wedde, a.a.O. (Fn. 14), Rn 72.



## **6**

### **Resümee**

Die Ausgabe von RFID-Chips mit Objektnummern, die während der Nutzungsperiode eines elektronischen Gerätes ausgelesen und ausgewertet werden können, ist mit Datenschutzrisiken verbunden. Zudem ist es fraglich, ob sich bei einer nicht manipulationsfesten Realisierung der Zweck dieser Maßnahme, den Hersteller im Anschluss nach der Nutzung zu identifizieren, erreichen lässt. Aus diesem Grund sollte von dieser Konstellation Abstand genommen werden.

Der Einsatz von Barcode-Aufklebern führt hingegen zu keinen wesentlichen Datenschutzrisiken. Hier enthält der Code nur Daten zum Warentyp, nicht jedoch zur Identität eines weltweit eindeutigen Artikels. Das Risiko, dass Dritte eine unbefugte Zuordnung der Daten zum Besitzer eines Elektrogerätes vornehmen, besteht hier nicht.

## **7** **Literatur**

- Jauernig, O. (Hrsg.), Kommentar zum BGB, 12. Auflage, C. H. Beck Verlag, München 2007.
- Simitis, S. (Hrsg.), Kommentar zum BDSG Kommentar zum BDSG, 6. Auflage, Nomos, Baden-Baden, 2006.
- Finkenzeller, RFID-Handbuch, 3. Auflage, Carl Hanser Verlag, 2002.
- Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie, Studie: Potenzial von RFID in deutschen Unternehmen weitgehend ungenutzt, Pressemitteilung vom 9. April 2008, abrufbar unter:  
[www.ipt.fraunhofer.de/press/StudieRFID.jsp](http://www.ipt.fraunhofer.de/press/StudieRFID.jsp). (30.05.2008).
- Gola/Schomerus, BDSG Kommentar, 8. Auflage, C. H. Beck Verlag, München, 2006.
- Polenz, RFID-Techniken und Datenschutzrecht – Perspektiven der Regulierung, S. 278, abrufbar unter: <http://archiv.tu-chemnitz.de/pub/2008/0039/data/Dissertation.pdf>. (30.05.2008).
- Schoblick, RFID Radio Frequency Identification, Franzis Verlag, Poing, 2005.
- Däubler/Klebe/Wedde/Weichert, Bundesdatenschutzgesetz, . Basiskommentar zum BDSG, 2. Auflage, Bund Verlag. Frankfurt a. M., 2007.