

# **Forschungsberichtsblatt**

## **Recyclinggerechte Produktkonzeption von Elektro- und Elektronikgeräten - Erstellung eines Kriterienkataloges zur Bemessung und dessen praktische Anwendung**

von

Sabine Bartnik, Dr.-Ing. Stephan Löhle, Mareen Müller, Dr. Martina Kerkhoff

cyclos GmbH, Osnabrück

Förderkennzeichen: L75 13001

Die Arbeiten dieses Projekts wurden im Auftrag  
des Landes Baden-Württemberg durchgeführt.

Oktober 2013

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1</b>	<b>Kurzbeschreibung der Forschungsergebnisse.....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Fortschritte für die Wissenschaft und/oder Technik durch die Forschungsergebnisse .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Nutzen und praktische Verwertbarkeit der Ergebnisse und Erfahrungen .....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Konzept zum Ergebnis- und Forschungstransfer .....</b>	<b>7</b>

## 1 Kurzbeschreibung der Forschungsergebnisse

Das Elektro- und Elektronikgerätegesetz (ElektroG)<sup>1</sup> legt die Anforderungen an die Produktverantwortung für Elektro- und Elektronikgeräte<sup>2</sup> nach § 23 Kreislaufwirtschaftsgesetz<sup>3</sup> (KrWG) fest. Das Gesetz richtet sich mit seinen Anforderungen vor allem an die Akteure, die Elektro(nik)geräte entwickeln, herstellen, be- und verarbeiten oder vertreiben.<sup>4</sup>

Die Wahrnehmung der Produktverantwortung durch die Hersteller beginnt vor dem Inverkehrbringen u. a. mit der (recyclinggerechten) Produktkonzeption von Elektro(nik)geräten unter dem vorrangigen Einsatz von verwertbaren Abfällen und/oder sekundären Rohstoffen<sup>5</sup> und der Berücksichtigung von Stoffverboten.

Im Rahmen des Projektes sollen Elektro(nik)geräte anhand der Anforderungen des § 4 ElektroG in Abgleich mit den Anforderungen des Artikel 4 der Neufassung der WEEE-Richtlinie, die bis Februar 2014 in nationales Recht umzusetzen ist,<sup>6</sup> bewertet werden. Daneben werden gleichsam die Erkenntnisse bestehender Normen und Anforderungen zur Erreichung von Umweltzeichen berücksichtigt.

Die Ziele der Untersuchung sind im Einzelnen

- die Entwicklung eines Kriterienkataloges (Bestimmung und Gewichtung der Kriterien) zur Bewertung der Umsetzung einer recyclinggerechten Konzeption,
- die Anwendung des Kriterienkataloges für ausgewählte Produktbeispiele,
- die Festlegung eines Referenzstatus für eine optimale Umsetzung einer recyclinggerechten Konzeption (best practice) hinsichtlich der gewählten Produktbeispiele,
- die Identifikation von Produktbeispielen, für die eine recyclinggerechte Konzeption nicht oder nur in sehr geringem Umfang umgesetzt ist (mit Darlegung einer entsprechenden Begründung).

---

<sup>1</sup> Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten (Elektro- und Elektronikgerätegesetz - ElektroG) vom 16. März 2005 (BGBl. I S. 762), das zuletzt durch Artikel 4 des Gesetzes vom 07. August 2013 (BGBl. I S. 3154) geändert worden ist.

<sup>2</sup> Im Weiteren verkürzt als Elektro(nik)geräte bezeichnet.

<sup>3</sup> Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz - KrWG) vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212).

<sup>4</sup> Im Weiteren werden die Hersteller als Adressat der recyclinggerechten Produktkonzeption nach § 4 ElektroG betrachtet.

<sup>5</sup> Gemäß § 23 Abs. 2 KrWG.

<sup>6</sup> RICHTLINIE 2012/19/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 4. Juli 2012 über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (Neufassung), veröffentlicht am 24.07.2012 im Official Journal der Europäischen Union (issue L197).

Im Weiteren verkürzt als WEEE-Richtlinie (Waste of Electrical and Electronic Equipment) bezeichnet.

Im Rahmen der Untersuchung wurde anhand eines eigens entwickelten Kriterienkataloges die recyclinggerechte Produktkonzeption von vier verschiedenen Gerätarten (Rasierapparate, LCD-Computermonitore, Smartphones und Akkuschauber) bzw. insgesamt 43 Produktbeispielen untersucht.

Dazu wurden die Produktbeispiele von Zerlegefachkräften unter Begleitung einer Sachverständigen für Elektrogeräteentsorgung demontiert und die Ergebnisse der Demontage gemäß dem Kriterienkatalog dokumentiert.

Der Kriterienkatalog umfasst 15 Einzelkriterien, die in fünf Obergruppen zusammengefasst nach rechtlichen und technischen Anforderungen gewichtet sind. Die Auswertung wurde im Weiteren um die Betrachtung der Entnehmbarkeit von Akkumulatoren durch den Verbraucher ergänzt.

Die rechtliche Auswertung der Produktbeispiele orientiert sich ausschließlich an der Auslegung des § 4 ElektroG, die technische Bewertung folgt der im ElektroG und KrWG formulierten abfallrechtlichen Zielsetzung (Abfallhierarchie).

Die Ergebnisse der **rechtlichen Auswertung** zeigen, dass alle 43 Produktbeispiele die Mindestanforderungen an eine recyclinggerechte Produktkonzeption gemäß § 4 ElektroG erfüllen. Wesentliches Erfüllungskriterium hierbei ist die Umsetzung der Entnahme der enthaltenen Akkumulatoren.

Die Ergebnisse der **technischen Auswertung** zeigen, dass 42 von 43 Produktbeispielen die Mindestanforderungen an eine recyclinggerechte Produktkonzeption erfüllen. Die Endbewertung der Produktbeispiele erfolgt in den Abstufungen „sehr gute“, „gute“, „mäßige“ sowie „nicht ausreichende“ recyclinggerechte Produktkonzeption. Die Bewertung betrifft immer nur das in der Untersuchung vorliegende Produktbeispiel, ohne zu berücksichtigen, ob Folgemodelle ggf. hinsichtlich der Umsetzung einzelner Kriterien Verbesserungen oder Verschlechterungen aufweisen. Der technische Vergleich der jeweiligen Gerätarten zeigt folgende Auffälligkeiten:

- Rasierapparate (10 Produktbeispiele, 7 Hersteller): Die recyclinggerechte Produktkonzeption sämtlicher Produktbeispiele ist als gut einzustufen. In Summe zeigt allerdings kein Produktbeispiel eine optimale Umsetzung der technischen Anforderungen in allen Bereichen.
- LCD-Computermonitore (11 Produktbeispiele, 8 Hersteller): Die recyclinggerechte Produktkonzeption dieser Produktbeispiele ist unterschiedlich einzustufen und reicht von „sehr gut“ (3 Produktbeispiele) über „gut“ (6 Produktbeispiele) bis hin zu mäßig (2 Produktbeispiele). Die als „mäßig“ eingestuft Produktbeispiele haben einerseits Defizite bei der Verbindungstechnik (viele verschiedene Verbindungsarten, teilweise ausschließlich teilzerstörend zu lö-

sen) und bei der Werkstoffwahl (unterschiedliche und nicht verträglich Kunststoffe mit gleicher Farbgebung).

- Smartphones (14 Produktbeispiele, 5 Hersteller): Die recyclinggerechte Produktkonzeption dieser Produktbeispiele ist unterschiedlich einzustufen und reicht von „sehr gut“ (7 Produktbeispiele, eines dieser Beispiele entspricht den Anforderungen des best practice) über „gut“ (3 Produktbeispiele) und mäßig (3 Produktbeispiele) bis hin zu „nicht ausreichend“ (1 Produktbeispiel). Bei dem als „nicht ausreichend“ eingestuften Produktbeispiel konnte das Gerät trotz manueller Entnahme des Akkumulators bei der weiteren Demontage nur zerstörend (Bauteilschädigung) zerlegt werden. Gleiches betrifft u. a. auch die Entnahme von selektiv zu behandelnden Bauteilen. Darüber hinaus ist die Auffindbarkeit und Zugänglichkeit von Verbindungselementen kaum erfüllt.
- Akku-Schrauber (8 Produktbeispiele, 7 Hersteller): Mit Ausnahme eines Produktbeispiels ist die recyclinggerechte Produktkonzeption sämtlicher Produktbeispiele als sehr gut einzustufen, und sie erfüllen annähernd die Anforderungen des best practice. Die Ausnahme bildet ein Produktbeispiel, welches nicht mit einem Wechselakkumulator betrieben wird, sondern als Stiftakkumulator ausgeführt ist.

Die Betrachtung der **Entnehmbarkeit von Batterien und Akkumulatoren durch den Verbraucher** erfolgt für die Produktbeispiele, die ganz oder teilweise mit Batterien und Akkumulatoren werden (32 der insgesamt untersuchten 43 Produktbeispiele). Insgesamt ist die problemlose Entnehmbarkeit von Akkumulatoren durch den Verbraucher bei 22 der 32 betroffenen Produktbeispiele erfüllt. Im Detail zeigen sich folgende Auffälligkeiten:

- Alle zehn untersuchten Rasierapparate weisen innenliegende Akkumulatoren auf, d. h. bei einer Entnahme ist ein Öffnen des Gesamtgerätes erforderlich. Das Öffnen kann für alle Rasierapparate unter Zuhilfenahme von herkömmlichen, haushaltsüblichen Werkzeugen erfolgen. Bei 7 der 10 untersuchten Rasierapparate ist die Anforderung an eine problemlose Entnehmbarkeit der Akkumulatoren durch den Verbraucher nicht erfüllt. Bei diesen Produktbeispielen sind die Akkumulatoren jeweils auf die Leiterplatten gelötet. Ein Lösen erfordert im Weiteren somit die Zuhilfenahme von Spezialwerkzeug.
- Bei zwei der 14 untersuchten Smartphones ist die Anforderung an eine problemlose Entnehmbarkeit der Akkumulatoren durch den Verbraucher nicht erfüllt. Bei diesen Produktbeispielen erfordert die Entnahme der jeweils innenliegenden Akkumulatoren zunächst das Öffnen des Gerätegehäuses. Bei beiden untersuchten Produktbeispielen sind Feinverschraubungen unter Zuhilfenahme von entsprechendem Spezialwerkzeug zu lösen.

- Bei einem der acht untersuchten Akku-Schrauber ist die Anforderung an eine problemlose Entnehmbarkeit der Akkumulatoren durch den Verbraucher nicht erfüllt. Bei diesem Produktbeispiel sind die innenliegenden Akkumulatoren mit den zugehörigen Kabelverbindungen fest verlötet und erfordern somit bei der Entnahme die Zuhilfenahme von Spezialwerkzeug.

## **2 Fortschritte für die Wissenschaft und/oder Technik durch die Forschungsergebnisse**

Mit der Entwicklung des Kriterienkataloges und der Systematik zur Aus- und Bewertung von Produktbeispielen wurde die Basis gebildet, um darauf aufbauend den Untersuchungsrahmen sukzessive zu erweitern.

Aus der vorliegenden Untersuchung ist ersichtlich, welche Produktbeispiele in einer vergleichenden Bewertung innerhalb einer Geräteart recyclinggerechter konzipiert sind als andere. Aus der Gegenüberstellung der Einzelergebnisse wird deutlich, wie die Kriterien im Einzelnen umgesetzt sind und welche Optimierungsmöglichkeiten sich jeweils ergeben. Diese Optimierungsmöglichkeiten können die Basis für den Dialog mit den jeweiligen Herstellern sein, um die Thematik einer recyclinggerechten Produktkonzeption dort zu sensibilisieren und in den Herstellungsprozessen zu manifestieren.

Die erarbeiteten Kriterien und Erkenntnisse können darüber hinaus in die Erarbeitung möglicher Standardisierungen einfließen, deren Ziel z. B. die Vergabe von bundesweit gültigen einheitlichen Gütesiegeln ist, welche selbstverpflichtend als Herausstellungsmerkmal für Hersteller attraktiv sein können. Daran anknüpfend können diese Standardisierungen den Grundstein für ein Bonussystem bilden, bei dem sehr gut recyclinggerecht konzipierte Produktbeispiele im Hinblick auf die anrechenbaren Entsorgungskosten begünstigt und umgekehrt Negativbeispiele benachteiligt werden.

Des Weiteren können Leitlinien für das Beschaffungswesen des öffentlichen Dienstes abgeleitet werden. Diese formulierten Empfehlungen geben Hinweise, welche Mindestanforderungen Elektro(nik)produkte hinsichtlich der recyclinggerechten Produktkonzeption erfüllen müssen. Diese Anforderungen müssen mit weiteren gerätespezifischen Kriterien z. B. Ressourcenverbrauch, Emissionen während der Nutzungsphase in Korrelation gebracht werden.

Durch die skizzierten Verfahren würde die Wahrnehmung einer recyclinggerechten Produktkonzeption der Hersteller im Rahmen ihrer Produktverantwortung gestärkt.

Gleichzeitig können die Erkenntnisse der Studie in die Novellierung des ElektroG einbezogen werden. Wie die Untersuchung zeigt, wird für alle Produktbeispiele

die Erfüllung der rechtlichen Anforderungen nach § 4 ElektroG angenommen, was letztlich allerdings auch durch die unklare und deutungsoffene Formulierung des Rechtstextes zu begründen ist. Da mit der Formulierung der neuen WEEE-Richtlinie nicht mit einer Verschärfung der Anforderungen der recyclinggerechten Produktkonzeptionen respektive mit folgenden Sanktionen bei Nichterfüllung zu rechnen ist, liegt es am nationalen Gesetzgeber, die bisherigen Formulierungen entsprechend zu präzisieren. Dies betrifft im Wesentlichen die Entnahme von Batterien und Akkumulatoren, für die eine klare Zuweisung über das rechtlich Mögliche (respektive Nicht-Mögliche) getroffen werden sollte, und in dessen Folge auch eine Anpassung des § 23 ElektroG erforderlich ist, um Ordnungswidrigkeiten bei Zuwiderhandlung entsprechend mit Bußgeldern zu belegen.

### **3 Nutzen und praktische Verwertbarkeit der Ergebnisse und Erfahrungen**

Die vorliegende Untersuchung ist bewusst auf einen ausgewählten Ausschnitt des Elektro(nik)gerätesektors beschränkt, um eine erste Einschätzung über die Ausgestaltung der recyclinggerechten Produktkonzeption zu erlangen.

Aufgrund des begrenzten Untersuchungsumfanges ist es auch nicht möglich gewesen, Produktbeispiele sämtlicher im Markt befindlicher relevanter Hersteller zu untersuchen bzw. ausschließlich Neugeräte für die Untersuchung heranzuziehen.

Mit der Entwicklung des Kriterienkataloges und der Systematik zur Aus- und Bewertung von Produktbeispielen wurde die Basis gebildet, um darauf aufbauend den Untersuchungsrahmen sukzessive zu erweitern. Folgende weiterführende Untersuchungen können somit unmittelbar umgesetzt werden:

- Untersuchung weiterer Gerätearten (z. B. elektrische Zahnbürsten, Navigationsgeräte, MP3-Player): Abweichend von der bisherigen Umsetzung sollten hierbei ausschließlich aktuell im Markt befindliche Produktbeispiele untersucht werden.
- Ausweitung, Modifikation des Kriterienkataloges: Aufbauend auf dem vorliegenden Kriterienkatalog können Anforderungen und Kriterien, die bestimmte Bauteile respektive Materialien betreffen (z. B. Tantal in Kondensatoren, Indium in LCD-Bildschirmen) ergänzt und eingepflegt werden, um die Entnehmbarkeit, vorbereitend auf eine Aufkonzentration dieser Materialien für ein anschließendes stoffliches Recycling, zu bewerten und zu verbessern.

Parallel oder als alleinstehende Untersuchung kann ergänzend eine Analyse aktuell im Markt befindlicher Elektro(nik)geräte hinsichtlich des Akkumulatorverbaus erfolgen. Durch eine Analyse von Elektro(nik)geräten in bekannten Elektrogroßmärkten kann mittels optischer Begutachtung der Einzelgeräte zunächst ohne

erforderliche Demontage ermittelt werden, ob enthaltene Batterien und Akkumulatoren durch den Verbraucher einfach zu entnehmen und zu wechseln sind (manuell ohne Werkzeug oder mit Universalwerkzeug) oder dabei aufwendigere Arbeitsschritte erforderlich sind. Diese Untersuchung kann durch eine Auswertung und Gegenüberstellung der durch den Hersteller bereitgestellten Informationen und Anweisungen bzgl. der Entnahme von Batterien und Akkumulatoren ergänzt werden. Diese Daten werden den zugehörigen Gebrauchsanweisungen bzw. den im Internet bereitgestellten Informationen entnommen und hinsichtlich des inhaltlichen Gehaltes und der Methodik geclustert.

Hinsichtlich des Verbleibs von verwendeten Akkumulatoren und Batterien ist aus Sicht der Verwerter von Elektro(nik)altgeräte von Interesse, wie hoch der aktuelle Anteil der Elektro(nik)altgeräte ist, die mit Akkumulatoren respektive Batterien versehen sind. Dabei ist zu unterscheiden, ob die Entnahme der Akkumulatoren respektive Batterien vom Endverbraucher lediglich versäumt wurde oder aufgrund des festen Verbaus nicht vorgenommen werden konnte und welcher Art die enthaltenen Akkumulatoren und Batterien sind. Die Ergebnisse einer solchen, als Sortieranalyse angelegten Untersuchung geben notwendige Informationen bzgl. der möglichen Brandgefahr in Sammelgemischen, angepassten Sicherheitsaspekten und Transportprozessen bzw. der ggf. erforderlichen Anpassung von Sammelgruppen.

#### **4 Konzept zum Ergebnis- und Forschungstransfer**

Zwischenergebnisse der Untersuchung wurden durch einen Vortrag mit dem Titel „Prüfung der Recyclingfähigkeit von Elektro- und Elektronikgeräten“ im Rahmen der Veranstaltung „cyclos congress 2013“ am 18. Juni 2013 in Berlin vorgestellt. Die Referenten des inhaltlich geteilten Vortrages waren Herr Harald Notter (Umweltministerium Baden-Württemberg) und Herr Dr.-Ing. Stephan Löhle (cyclos GmbH).

Im Weiteren ist die Vorstellung der Untersuchungsergebnisse beim „Ressourceneffizienz- und Kreislaufwirtschaftskongress 2013 Baden-Württemberg“ am 12. bis 13. November in Stuttgart vorgesehen. Darüber hinaus ist die Veröffentlichung von Artikeln in Fachzeitschriften geplant.

Parallel werden die Ergebnisse in Fachgremien (Arbeitskreis „Elektrogeräte und Ressourceneffizienz“ der 7. Regierungskommission „Europäische Umweltpolitik und Vorhabenplanung“ sowie Richtlinienausschuss der VDI 2343 über das „Recycling elektrischer und elektronischer Geräte“) vorgestellt und diskutiert.