

Anniversary: 20 years working on VDI guideline 2343

- ▶ The Association of German Engineers (VDI) is a non-profit, economically and politically independent, technical-scientific association of engineers and scientists. It was founded in 1856 and today it is one of the largest associations of engineers in Europe with about 150 000 personal members. One of its tasks is to prepare technical-scientific landmark documents and decision-making aids in the form of guidelines.

Jubiläum: 20 Jahre VDI 2343 Richtlinienarbeit

- ▶ Der Verein Deutscher Ingenieure e.V. (VDI) ist ein gemeinnütziger, wirtschaftlich und politisch unabhängiger, technisch-wissenschaftlicher Verein von Ingenieuren und Naturwissenschaftlern. Er wurde 1856 gegründet und ist heute mit ca. 150 000 persönlich zugeordneten Mitgliedern eine der größten Ingenieur-Vereinigungen in Europa. Eine seiner Aufgaben ist die Bereitstellung von richtungsweisenden technisch-wissenschaftlichen Arbeitsunterlagen und Entscheidungshilfen in Form von Richtlinien.

Authors/Autoren

Dr. Ralf Brüning, Julia Wolf, Dr. Brüning Engineering UG, Brake/Deutschland,
email: info@dr-bruening.de

Within the framework of the VDI guideline work, recognized interested experts in personal responsibility prepared technical rules voluntarily. When preparing guidelines, the aims and principles of the VDI guideline 1000 must be adhered to. Amongst other things, the aims of the guideline work are putting in concrete terms uncertain legal terms in the sense of the corresponding legal definition as well as harmonizing terms and technical official versions. Any guideline committee of the VDI must be composed in such a way that all justified interests are represented adequately. At the present time, about 2000 valid guidelines exist published by the VDI. One of them is the guidelines series 2343 "Recycling of electrical and electronic equipment" currently consisting of seven individual sheets.

The guideline committee VDI 2343 "Recycling of electrical and electronic equipment"

The guideline committee VDI 2343 "Recycling of electrical and electronic equipment" was initiated by Dr. Ralf Brüning already in 1996. The target was and is to develop legally binding recommendations in step with actual practice to support those concerned in their work. During the time of commencement of the committee, the particular task was to create

Im Rahmen der VDI Richtlinienarbeit werden anerkannte Regeln der Technik in freiwilliger Selbstverantwortung von Fachleuten der interessierten Kreise in ehrenamtlicher Arbeit erstellt. Bei der Erstellung der Richtlinien sind die in der VDI-Richtlinie 1000 festgelegten Ziele und Grundsätze einzuhalten. Ziele der Richtlinienarbeit sind u.a. die Konkretisierung unbestimmter Rechtsbegriffe im Sinne der jeweiligen Legaldefinition sowie die Harmonisierung von Begriffen und technischen Sprachregelungen. Jeder VDI-Richtlinienausschuss ist so zu besetzen, dass alle berechtigten Interessen angemessen vertreten sind. Aktuell existieren ca. 2000 vom VDI veröffentlichte, gültige Richtlinien, eine davon ist die Richtlinienreihe 2343 „Recycling von elektr(on)ischen Geräten“ mit heute sieben Einzelblättern.

Der Richtlinienausschuss VDI 2343 „Recycling von elektr(on)ischen Geräten“

Der Richtlinienausschuss VDI 2343 „Recycling von elektr(on)ischen Geräten“ wurde schon 1996 von Dr. Ralf Brüning initiiert. Das Ziel war und ist es, praxistaugliche und rechtskonforme Handlungsempfehlungen zu entwickeln, um die betroffenen Kreise in ihrer Arbeit zu unterstützen. In der Anfangszeit des Ausschusses galt es insbesondere Standards für die

standards for the recycling of electrical and electronic equipment because legal regulations did not yet exist. Following the logistics chain, first the guideline was subdivided into four partial aspects for which separate corresponding sheets were published:

- ▶ Sheet 1: State of legislation, fundamentals and survey
- ▶ Sheet 2: External and internal logistics
- ▶ Sheet 3: Disassembly and Preparation
- ▶ Sheet 4: Marketing

The product design was added to these four aspects. However, this sheet was integrated into the VDI guideline 2243 before publication to avoid duplication.

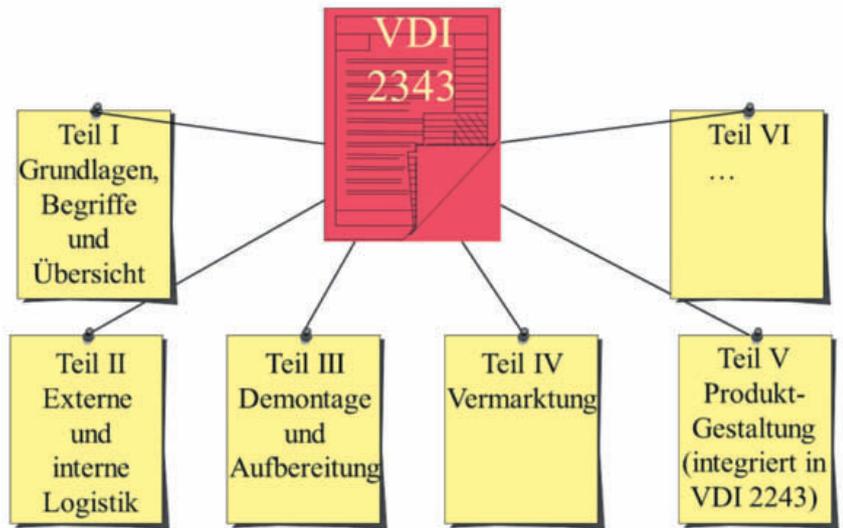
During the elaboration of the sheet “Disassembly and Preparation” it became obvious that its focus was not consistent with the first drafts of the Electrical and Electronic Equipment Act 1 and that content had to be added. Therefore the sheet was subdivided into the two sheets “Disassembly” and “Preparation Techniques”. Furthermore, the sheet “Material and Thermal Recycling and Removal” was added. The sheet “Marketing” originally included the marketing of fractions as well as devices, component groups and parts. Since these two approaches differed considerably, and because the approaches address different target groups, the sheet “Marketing” was also subdivided. Now, only the marketing of fractions is to be treated in the sheet “Marketing” (which is currently being revised). The focus of the sheet “ReUse” is on the marketing of complete devices or their components. Creating this sheet, the VDI guideline 2343 was the first internationally important guideline committee that dedicated a separate sheet to the more and more important topic of reuse. **Figure 2** shows the currently valid structure of the guideline.

The VDI guideline committee 2343 has continuously developed from a small committee of less than 20 members to currently more than 120 experts. In the committee the experts represent all groups concerned, such as disposal companies, authorities, waste management representatives under public law, manufacturers, reuse companies, logistic companies, consultants, non-governmental organizations, associations, lawyers, universities etc.

All sheets of the guideline series are published in German and English to take into account the growing international networking of companies. In the following the contents of the individual sheets of the guideline are described in more detail.

Fundamentals (Sheet 1)

The general legal conditions and the target of the guideline series are explained in more detail in Sheet 1 taking into special account the product responsibility of the manufacturers. Furthermore, the sheet includes an overview regarding the structure of the sheets 2 to 7. A master figure, based on the logistics chain of the recycling of electrical and electronic equipment, explains the structure of the sheets. Furthermore, the terms required for the work with the guideline are explained.



Entsorgung von Elektr(on)ikgeräten zu schaffen, da es noch an gesetzlichen Regelungen fehlte.

Entlang der logistischen Abfolge wurde die Richtlinie zunächst in vier Teilaspekte gegliedert, zu denen jeweils getrennte Blätter der Richtlinie erschienen sind:

- ▶ Blatt 1: Stand der Gesetzgebung, Grundlagen und Übersicht
- ▶ Blatt 2: Externe und interne Logistik
- ▶ Blatt 3: Demontage und Aufbereitung
- ▶ Blatt 4: Vermarktung

Zu diesen vier Aspekten kam dann die Produktgestaltung hinzu. Dieses Blatt wurde dann allerdings vor der Veröffentlichung in die VDI Richtlinie 2243 integriert, um Dopplungen zu vermeiden.

Im Laufe der weiteren Bearbeitung wurde festgestellt, dass die Zielrichtung des Blattes „Demontage und Aufbereitung“ nicht konform mit den ersten Entwürfen des Elektro- und Elektronikgerätegesetzes 1 (ElektroG 1) war und darüber hinaus inhaltlicher Ergänzungen bedurften. Darum wurden das Blatt „Demontage und Aufbereitung“ in die zwei Blätter „Demontage“ und „Aufbereitung“ aufgeteilt. Weiterhin wurde das Blatt Verwertung hinzugefügt. In dem Blatt Vermarktung wurden ursprünglich sowohl die Vermarktung von Fraktionen als auch

▲ Structure of the VDI guideline 2343 in 1999

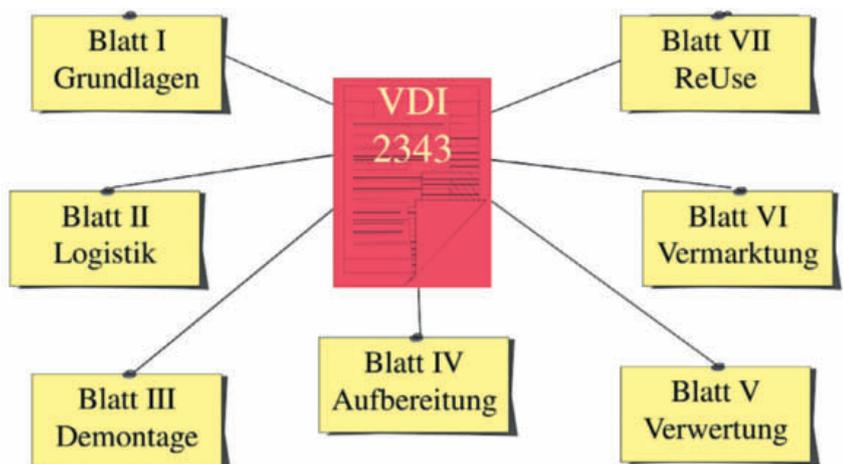
Struktur der VDI Richtlinie 2343 im Jahr 1999

Credit/Quelle: Dr. Brüning Engineering

▼ Current structure of the VDI guideline 2343

Aktuelle Struktur der VDI Richtlinie 2343

Credit/Quelle: Dr. Brüning Engineering



Breakproof and non-breakproof collection/transportation of used monitors

Bruchsichere und nicht bruchsichere Erfassung/Transport von Bildschirmaltgeräten

Credit/Quelle:
Dr. Brüning Engineering



Logistics (Sheet 2)

A large part of the recycling costs fall to the logistics, which consequently have a large potential for cost minimizing. The special challenge of this work is the variety of the existing electrical and electronic equipment, the large number of potential points of use, the selection of the collection systems and the coordination of the logistic interfaces. This sheet deals with the complex connections of the in-house and external logistics.

The sheet "Logistics" furthermore describes possible collection systems for waste electrical and electronic equipment according to the Electrical and Electronic Equipment Act. In addition to the material flow, the flow of information is also dealt with.

Carrying out external logistic tasks requires an infrastructure, which makes it possible to provide waste electrical and electronic equipment at the right place and time, in required quality and optimum quantity under cost-optimized conditions by means of connected collecting, storage and handling systems. This requires a suitable collecting, storage and handling system that makes it possible to use various recycling

von Geräten, Komponenten und Bauteilen betrachtet. Da die Betrachtungsweise dieser beiden Ansätze sehr weit auseinander liegen und unterschiedliche Zielgruppen ansprechen, wurde das Blatt Vermarktung ebenfalls aufgeteilt. In dem Blatt Vermarktung (das aktuell gerade überarbeitet wird) soll jetzt nur noch die Vermarktung von Fraktionen behandelt werden. Die Vermarktung ganzer Geräte bzw. ihrer Bauteile und Komponenten wird im Blatt ReUse (Wiederverwendung) fokussiert. Mit der Schaffung dieses Blattes war die VDI Richtlinie 2343 der erste international bedeutende Richtlinienausschuss, der dem immer wichtiger werdenden Thema Wiederverwendung ein eigenes Blatt widmete. Die aktuell gültige Struktur der Richtlinie zeigt **Bild 2**.

Der VDI Richtlinien Ausschuss 2343 hat sich von einem kleinen Ausschuss mit unter 20 Mitgliedern beständig weiterentwickelt und ist auf aktuell über 120 Experten angewachsen. Die Experten vertreten in dem Ausschuss alle betroffenen Kreise wie z.B. Entsorgungsbetriebe, Behörden, öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger, Hersteller, Wiederverwendungsbetriebe, Logistikunternehmen, Beratungsunternehmen, Nichtregierungsorganisationen, Verbände, Rechtsanwälte, Universitäten etc.

Alle Blätter der Richtlinienreihe erscheinen auf Deutsch und Englisch um der wachsenden internationalen Vernetzung von Unternehmen Rechnung zu tragen. Im Folgenden werden die Inhalte der einzelnen Blätter der Richtlinie näher beschrieben.

Grundlagen (Blatt 1)

Im Blatt 1 werden die gesetzlichen Rahmenbedingungen und die Zielsetzung der Richtlinienreihe näher erläutert wobei die Produktverantwortung der Hersteller besondere Beachtung findet. Darüber hinaus gibt das Blatt eine Übersicht über den Aufbau der Blätter 2-7, wobei ein Masterbild, das anhand der logistischen Kette des Recyclings elektr(on)ischer Produkte aufgebaut ist, die Inhalte der weiteren Blätter einordnet. Weiterhin werden die Begriffe erläutert, die für die Arbeit mit der Richtlinie notwendig sind.

Logistik (Blatt 2)

Ein Großteil der Entsorgungskosten entfällt auf die Logistik, die somit ein großes Potential für die Kostenminimierung enthält. Die besondere Herausforderung dieser Arbeit besteht in der Vielfalt der

Large domestic appliances in the roll-off container with angular bottom and sidewall connection

Haushalts Großgeräte im Abrollcontainer mit eckiger Boden-Seitenwandverbindung

Credit/Quelle:
Dr. Brüning Engineering



technologies (reuse, recovery, disposal). The sheet “Logistics” shows the points where used devices are yielded. Furthermore, it explains the requirements of the installation and the configuration of collecting and transfer points. The sheet includes proposals differing in part from the current practice so that the requirements regarding an optimum collection can be met in a better way. Amongst other things, the sheet includes analyses of the possible applications of bring-back systems and pick-up systems and shows their advantages and disadvantages. Furthermore, the sheet includes a survey and valuation of auxiliary technical transport and loading means for the disposal logistics.

In this connection, positive and negative examples of the provision of devices are shown (see for example **Figures 3 and 4**).

Disassembly (Sheet 3)

Questions concerning the possibilities and fields of application of manual, semiautomatic and/or fully automatic disassembly of used electronic devices are the focus of this sheet.

Consequently, this sheet particularly helps to make a decision between the processing of a complete device, the disassembly of reusable groups of parts and the formation of fractions for recovery. The aim is to achieve an economic result of disassembly taking into account the balance between cost and benefit. The partial functions and processes of disassembly are described in the introduction of the sheet to give comprehensive help regarding actions to be taken. Depending on the corresponding target of disassembly and of the separation processes used, a distinction can be made between non-destructive,

anfallenden Elektr(on)ikaltgeräte, in der Vielzahl der potentiellen Anfallstellen, in der Wahl der Rücknahmesysteme und in der Koordinierung der Logistikschnittstellen. Dieses Blatt behandelt dabei die komplexen Zusammenhänge der innerbetrieblichen und externen Logistik.

Im Blatt Logistik werden darüber hinaus mögliche Rücknahmemodelle für Elektr(on)ikaltgeräte nach dem ElektroG beschrieben. Eingegangen wird neben dem Material- auch auf den Informationsfluss.

Die Umsetzung externer logistischer Aufgaben bedarf einer Infrastruktur, die es ermöglicht, durch vernetzte Sammel-, Lager-, und Transportsysteme, unter kostenoptimierten Bedingungen, Elektr(on)ikaltgeräte am richtigen Ort, zur richtigen Zeit, in

Partial functions and processes of disassembly are described in the introduction of the sheet to give comprehensive help regarding actions to be taken

geforderter Qualität und in optimaler Menge zur Verfügung zu stellen. Dazu bedarf es eines geeigneten Sammel-, Lager und Transportsystems, das es ermöglicht, verschiedene Recyclingtechnologien (Verwendung, Verwertung, Beseitigung) einsetzen zu können. Im Blatt Logistik werden die Anfallstellen für Altgeräte aufgezeigt sowie die Anforderungen zur Einrichtung und Ausgestaltung von Sammelstellen und Übergabestellen erläutert. Hierbei enthält das Blatt Vorschläge, die teilweise von der derzeitigen Praxis abweichen, damit die Anforderungen an eine optimale Erfassung besser umgesetzt werden können.



◀ *Unscrewing of bolted joints, destructive disassembly by means of hammers*

Beispiel für die Gestaltung manueller Arbeitsstationen

Credit/Quelle:
Dr. Brüning Engineering

Examples of the configuration of manual working places

Beispiel für die Gestaltung manueller Arbeitsstationen

Credit/Quelle:
Dr. Brüning Engineering



semi-destructive or destructive disassembly processes. Normally disassembly processes consist of a combination of these separation processes, during which selected, economically usable or harmful materials, modules or components are dismantled.

Examples of non-destructive connections to be disconnected are bolted joints, disconnectable snap and clamping connections as well as securing by pins. Welding or gluing are examples of connections that cannot be disconnected and require destructive disassembly processes. For instance, these connections can be separated by means of (hydraulic) shears. Hammers or crowbars are frequently used in practice for destructive disassembly.

The transitional field of semi-destructive disassembly exists between these two kinds of separating processes. This kind of disassembly accepts negative effects or damages of parts of inferior quality, such as connecting elements, if essential flexibility advantages or

Selective treatment according to the Electrical and Electronic Equipment Act

Selektive Behandlung nach ElektroG

Credit/Quelle:
Dr. Brüning Engineering

Selektive Behandlung Anhang III ElektroG	La	Lb	Lc	Ld	Le	Lf	Lg	Lh	Li	Lj	Lk	Ll
Legende: (+) kann vorkommen (-) kommt nicht vor												
Geräteklasse												
Haushaltsgroßgeräte												
Große Kühlgeräte	-	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+	-
Kühlschränke	-	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+	-
Gefriergeräte	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+	-
Sonstige Großgeräte zur Kühlung, Konservierung und Lagerung von Lebensmitteln	-	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+	-
Waschmaschinen	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+	-
Wäschetrockner	-	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+	-
Geschirrspüler	-	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+	-
Herde und Backöfen	-	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+	-

In dem Blatt werden unter anderem die unterschiedlichen Einsatzfelder von Hol- und Bringsystemen analysiert und ihre Vor- und Nachteile dargestellt. Darüber hinaus gibt das Blatt eine Übersicht und Bewertung von Transport- und Ladehilfsmittel für die technische Realisierung der Entsorgungslogistik. In diesem Zusammenhang werden Positiv- und Negativbeispiele für die Gerätebereitstellung dargestellt (Bilder 3 und 4).

Demontage (Blatt 3)

In diesem Blatt stehen Fragen über die Möglichkeiten und Einsatzgebiete der manuellen, teilautomatisierten und/oder vollautomatisierten Demontage von elektronischen Altgeräten im Vordergrund. Das heißt, dieses Blatt gibt insbesondere Hilfestellung bei der Entscheidung zwischen der Aufbereitung eines kompletten Gerätes, der Demontage von wiederverwendbaren Baugruppen und der Bildung von Fraktionen zur Verwertung. Ziel ist es, unter Berücksichtigung des Verhältnisses von Aufwand und Nutzen ein wirtschaftliches Ergebnis der Demontagetiefe zu erzielen. Um umfassende Handlungshilfen zu geben, werden in dem Blatt einleitend Teilfunktionen und Verfahren der Demontage dargestellt. Entsprechend der jeweiligen Zielsetzung der Demontage und der verwendeten Trennverfahren kann zwischen zerstörungsfreien, teilzerstörenden oder zerstörenden Demontageverfahren differenziert werden. In der Regel bestehen Demontageprozesse aus einer Kombination dieser Trennverfahren, bei denen ausgewählte, wirtschaftlich nutzbare oder schadstoffhaltige Materialien, Bauteile und Baugruppen eines Produkts demontiert werden.

Beispiele für zerstörungsfrei zu lösenden Verbindungen sind Schraubverbindungen, lösbar gestaltete Schnapp- und Klemmverbindungen, Verstiftungen. Beispiele für Verbindungen, die unlösbar sind und zerstörende Demontageverfahren nötig machen sind das Schweißen oder Kleben. Diese Verbindungen können beispielsweise mit Hilfe (hydraulischer) Scheren getrennt werden. In der Praxis werden zur zerstörenden Demontage oft Hammer oder Brechstangen eingesetzt.

Zwischen diesen beiden Ausprägungen von Trennprozessen existiert der Übergangsbereich der teilzerstörenden Demontage. Diese nimmt Beeinträchtigungen beziehungsweise Beschädigungen von minderwertigen Teilen wie Verbindungselementen in Kauf, wenn dabei erhebliche Flexibilitätsvorteile oder Verringerungen der Demontagezeiten erreicht werden können. Wertvolle Bauteile oder Baugruppen bleiben erhalten. Ein Beispiel für das Zerstören der Verbindungselemente stellt das Aufbohren von Schraub- und Nietverbindungen dar.

Bei der Auswahl der Demontageverfahren müssen die Produktgestalt, das Recyclingziel und das Fügeverfahren betrachtet werden. Enthalten die Altgeräte Schadstoffe, so ist vorzugsweise die zerstörungsfreie Demontage zu wählen. Sollen Komponenten wiederverwendet werden, kommen ausschließlich zerstörungsfreie oder teilzerstörende Demontagever-

reductions of disassembly times could be achieved. Valuable component groups and parts are preserved. The boring of bolted and riveted joints is an example of the destruction of connecting elements.

The product shape, the recycling target and the joining process must be taken into account regarding the selection of the disassembly process. If the used devices contain harmful substances, the non-destructive disassembly should preferably be used. If components are to be reused, only non-destructive or semi-destructive disassembly processes should be used. The annex to the sheet includes information about harmful substances contained in used devices, which must be removed (see also Fig. 7).

Furthermore, disassembly must be subdivided into manual, semi-automated and automated disassembly as regards the degree of mechanization. There are also transitional stages. If, for instance, manual disassembly steps are completed by automated ones (or vice versa), they call it hybrid disassembly. The sheet "Disassembly" describes its advantages, disadvantages and fields of application.

Sheet 3 also deals with the planning of disassembly. This includes, amongst other things, the determination of the correct disassembly sequence and depth. The sheet includes recommendations for a structured method of planning.

Furthermore, the sheet "Disassembly" includes the configuration of disassembly stations and describes the design of manual and automated disassembly stations. In addition, sheet 3 includes detailed examples of disassembly of selected types of devices.

Finally, the sheet "Disassembly" includes an overview of hazardous substances for the environment and for health, which may potentially exist in electrical and electronic equipment. The Electrical and Electronic Equipment Act 2 stipulates, as did the Electrical and Electronic Equipment Act 1, the removal of certain substances, mixes and components of waste electrical and electronic equipment. Therefore, the guideline includes tables for those concerned, which contain all the substances (and mixes or components) mentioned in annex 5 of the Electrical and Electronic Equipment Act 2 and determine if they can be contained in certain types of devices or not. The Electrical and Electronic Equipment Act 2 includes all types of devices of the corresponding category (e.g. category 1 - large domestic appliances,



fahren in Betracht. Zu Schadstoffen, die in Altgeräten enthalten und zu entfrachten sind, gibt der Anhang des Blattes Auskunft, vgl. auch Bild 7.

Weiterhin ist die Demontage im Hinblick auf den Mechanisierungsgrad in manuelle, teilautomatisierte und automatisierte Demontage unterteilbar. Dazwischen existieren Übergangsformen – werden manuelle Demontageschritte durch automatisierte (oder entgegengesetzt) ergänzt, wird von hybrider Demontage gesprochen. Im Blatt Demontage werden deren Vorteile, Nachteile und Einsatzgebiete dargestellt.

Im Blatt 3 wird weiterhin auf die Demontageplanung eingegangen. Dazu gehört unter anderem die Festlegung der richtigen Demontagerihenfolge und –tiefe. Das Blatt gibt Hilfestellungen zur strukturierten Vorgehensweise bei der Planung.

Das Blatt Demontage stellt darüber hinaus die Gestaltung von Demontagestationen dar. Auf manuelle sowie automatisierte Demontagestationen wird eingegangen.

Weiterhin werden im Blatt 3 Beispiele für die Gerätedemontage ausgewählter Gerätetypen ausführlich dargestellt.

Abschließend bietet das Blatt Demontage eine Übersicht über umwelt- und gesundheitsgefährdende Stoffe, die potentiell in Elektr(on)ikaltgeräten vorkommen können. Das ElektroG 2 schreibt, wie schon

▲ Preparation of electrical and electronic equipment in a disposal company

Aufbereitung von Elektr(on)ikgeräten im Entsorgungsbetrieb

Credit/Quelle:
Dr. Brüning Engineering



◀ Example of ferrous and non-ferrous fraction

Beispiel für Eisenfraktion, Nichtisenfraktion

Credit/Quelle:
Dr. Brüning Engineering



Examples of a copper fraction: deflecting units and cables

Beispiele Kupferfraktion: Ablenkeinheiten und Kabel

Credit/Quelle: Dr. Brüning Engineering

such as washing machines, tumblers etc.), which are also mentioned in the Electrical and Electronic Equipment Act 2 (see also **Fig. 7**).

Preparation Techniques (Sheet 4)

The aim of the sheet “Preparation Techniques” is to give practical recommendations for those concerned by explaining, amongst other things, the most important processing methods as well as their advantages and disadvantages on the individual collection groups of waste electrical and electronic equipment as they are yielded at the waste management representatives under public law.

The processing of electrical and electronic equipment or fractions essentially comprises the crushing, sizing and sorting in corresponding plants. The target is to separate harmful and contaminant substances according to technical and legal specifications as well as to create material flows for their recycling or disposal. The guideline aims to sensitize to the correct handling of harmful substances. The principles and applications of crushing, sizing and sorting processes are described for the selection of the most effective preparation techniques.

Above all, the aim of crushing electrical and electronic equipment or their fractions is to extract the valuable materials contained. To recommend the selection of suitable crushing machines, sheet 4 describes, amongst other things, the deformation behaviour of various materials. Amongst other things, sheet 4 describes methods of screen sizing as regards sizing procedures. The separation is carried out according to the geometric dimensions of separation areas (screen decks) to achieve two or more fractions of a certain particle size. Furthermore, processes, machinery and areas of application of sorting procedures are discussed. Sorting means the separation of a material mix to get two or more products of different material composition. Sheet 4 distinguishes between sorting in the magnetic



das ElektroG 1, die Entfernung bestimmter Stoffe, Gemische und Bauteile Elektr(on)ikaltgeräten vor. Die Richtlinie enthält daher als Hilfestellung für die betroffenen Kreise Tabellen, in denen für jeden in Anlage 5 ElektroG2 genannten Stoff (bzw. Gemisch oder Bauteil) aufgelistet ist, ob dieser in bestimmten Gerätetypen enthalten sein kann oder nicht. Pro aktueller Gerätekategorie des ElektroG2 (z.B. Kategorie 1 Haushaltsgroßgeräte) sind alle Gerätetypen (z.B. Waschmaschinen, Wäschetrockner etc.), die auch im ElektroG2 genannte sind, aufgeführt (vgl. **Bild 7**).

Aufbereitung (Blatt 4)

Ziel Blattes Aufbereitung ist es, praktische Handlungsempfehlungen für die betroffenen Kreise zu geben, indem u.a. die wichtigsten Aufbereitungsverfahren erörtert und deren Vor- und Nachteile bei der Aufbereitung der einzelnen Sammelgruppen von Elektr(on)ikaltgeräten, wie sie bei den öRE (öffentlich rechtlichen Entsorgungsträgern) anfallen, erläutert werden. Aufbereitung von Elektr(on)ikgeräten oder Fraktionen umfasst im Wesentlichen das Zerkleinern, Klassieren und Sortieren in entsprechenden Anlagen. Die Zielsetzung liegt in der Abtrennung von Schad- und Störstoffen nach technischen und rechtlichen Vorgaben sowie die Herstellung von Stoffströmen zur Verwertung bzw. Beseitigung. Die Richtlinie will für den richtigen Umgang mit Schadstoffen sensibilisieren. Zur Auswahl der jeweils effektivsten Aufbereitung werden die Prinzipien und Anwendungen von Zerkleinerungs-, Klassier- und Sortierverfahren dargestellt. Ziel der Zerkleinerung von Elektr(on)ikgeräten oder deren Fraktionen ist in erster Linie das Aufschließen der enthaltenen Wertstoffe. Um Hilfestellung bei der Wahl von geeigneten Zerkleinerungsmaschinen zu geben, wird unter anderem das Verformungsverhalten von verschiedenen Werkstoffen dargestellt. Bei den Klassierverfahren wird im Blatt 4 u.a. auf Verfahren der Siebklassierung eingegangen. Dabei



field, sorting in the electrical field, sensor-aided sorting including automatic picking as well as sorting according to density and inertia force separator. Furthermore, sheet 4 includes recommendations for waste air cleaning during processing. Device-specific separation techniques for selected groups of devices are presented exemplarily.

Material and Thermal Recycling and Removal (Sheet 5)

Before starting any recovery, first possible strategies for reuse of entire devices or of component groups and/or parts should be tested to maintain the value already created as far as possible. If the result of this test is negative, the recovery of the materials should be aimed at.

The aim of recovery is to obtain secondary resources. Thus, primary resources are saved, the amount of waste is reduced and the economic potentials are utilized.

Basically, the recovery can be divided into material recycling and thermal recycling. Materials recycling can be subdivided into mechanical recovery and chemical recovery.

As regards the mechanical recovery, the chemical structure of the separated fractions remains almost unchanged. Normally it should be used if it is clean and unmixed. If this is not the case, the quality requirement can be achieved by adding primary material during melting.

Thermal recycling means the use of materials with a rich calorific value to produce thermal or electric energy.

Certain limiting conditions regarding admissible input specifications have to be fulfilled for the material fractions extracted from the waste electrical and electronic equipment, depending on the selected processes of recovery, which essentially determine the operational expenditure in the preparation

erfolgt die Trennung nach geometrischen Abmessungen mithilfe von Trennflächen (Siebböden) in zwei oder mehr Fraktionen bestimmter Korngröße. Darüber hinaus werden Verfahren, Anlagen und Anwendungsgebiete von Sortierverfahren diskutiert. Unter Sortieren wird das Trennen eines Materialgemischs in zwei oder mehr Produkte unterschiedlicher stofflicher Zusammensetzung verstanden. Man unterscheidet Sortierung im Magnetfeld, Sortierung im elektrischen Feld, Sensorunterstützte Sortierung mit automatischem Klauverfahren, Sortierung nach Dichte und Massenkraftabscheider.

Das Blatt 4 vermittelt darüber hinaus Empfehlungen zur Abluftreinigung bei der Aufbereitung. Auch werden gerätespezifische Aufbereitungsverfahren für ausgewählte Gerätegruppen exemplarisch vorgestellt.

Verwertung (Blatt 5)

Vor jeder Verwertung sollten zunächst mögliche Strategien der Wiederverwendung ganzer Geräte oder von Komponenten und/oder Bauteilen geprüft werden, damit die Wertschöpfung weitestgehend erhalten bleibt. Ergibt diese Prüfung ein negatives Ergebnis, ist die Verwertung der eingesetzten Materialien anzustreben.

Das Ziel der Verwertung ist die Gewinnung von Sekundärressourcen. Dadurch werden Primärressourcen eingespart, das Abfallaufkommen verringert sowie ökonomische Potenziale ausgeschöpft.

Grundsätzlich kann man die Verwertung in stoffliche („Recycling“) und energetische Verwertung differenzieren. Bei der stofflichen Verwertung kann weiter in werkstoffliche und rohstoffliche Verwertung unterschieden werden.

Bei der werkstofflichen Verwertung, bleibt die chemische Struktur der separierten Fraktionen nahezu unverändert. Sie ist in der Regel anzuwenden, wenn diese sauber und sortenrein vorliegt. Ist dies nicht der Fall, kann durch Vermischung mit Primärware

▲ Fraction of circuit boards

Leiterplattenfraktion

Credit/Quelle:
Dr. Brüning Engineering

Plastics fractions ▶

Kunststofffraktionen

Credit/Quelle:
Dr. Brüning Engineering



plant. For this reason, this sheet shows the possible paths of recovery that can be selected for the fractions from a preparation plant. The recovery options have to be selected in such a way that - after economic considerations and taking into account impurities in waste streams - the material recovery and not only the disposal of potentially harmful materials is a main focus.

The focus of sheet 4 is on the recovery of the metal, plastic and glass fractions. As regards metals, ferrous, non-ferrous and critical metals are distinguished.

Screen glass ▼

Bildschirmglas

Credit/Quelle:
Dr. Brüning Engineering

Ferrous fractions from waste electrical and electronic equipment are normally sold to steel mills, either directly or via scrap trading firms. Mainly two



die Qualitätsanforderung bei der Einschmelzung erreicht werden.

Die energetische Verwertung beinhaltet den Einsatz heizwertreicher Stoffe zur Erzeugung thermischer oder elektrischer Energie.

Für die aus Elektr(on)ik-Altgeräten gewonnenen Stofffraktionen sind – abhängig vom gewählten Verwertungsverfahren – bestimmte Randbedingungen hinsichtlich zulässiger Inputspezifikationen einzuhalten, die den betrieblichen Aufwand in der jeweiligen Verwertungsanlage der Altgeräte maßgeblich bestimmen. In diesem Blatt wird daher gezeigt, welche Verwertungswege die anfallenden Fraktionen aus einer Behandlungsanlage einschlagen können. Die Wahl der Verwertungsoptionen ist so zu treffen, dass nach einer wirtschaftlichen Betrachtungsweise und unter Berücksichtigung der im einzelnen Abfall vorhandenen Verunreinigungen, der Hauptzweck in der Verwertung des Materials und nicht nur in der Beseitigung des Schadstoffpotentials liegt.

Im Blatt 4 wird schwerpunktmäßig auf die Verwertung der Metall-, Kunststoff- und Glasfraktionen eingegangen. In Bezug auf die Metalle wird in Eisenmetalle, Nicht-Eisenmetalle und kritische Metalle unterschieden.

Eisenfraktionen aus Elektr(on)ikaltgeräten werden in der Regel direkt oder über den Schrotthandel an Stahlwerke verkauft. Dort kommen in der Hauptsache zwei unterschiedliche Stahlproduktionsverfahren zum Einsatz, bei denen der Stahlschrotanteil unterschiedlich hoch sein darf. Das Oxygenstahlverfahren arbeitet mit einem Schrotteinsatz zwischen 20 und 30 Prozent. Im Gegensatz dazu wird mit dem Elektrostahlverfahren auf der Grundlage eines hundertprozentigen Schrotteinsatzes Stahl produziert. Die Stahlfraktionen aus der Elektronikaltgeräteaufbereitung weisen unterschiedliche Qualitäten auf. Reiner Gehäuseschrott aus der manuellen Behandlung kann in der Stahlproduktion eingesetzt werden, ohne dass man ihn speziell aufbereiten muss. Demgegenüber müssen geschredderte Ausgangsprodukte über den Stahlhandel aufbereitet werden, um dann als Kühltalchrotte im Oxygenstahlverfahren eingesetzt werden zu können.

Bei den NE-Metallen besitzen vor allem die kupfer- und aluminiumhaltigen Materialien eine besondere Bedeutung. Die kupferhaltigen Fraktionen aus Behandlungsanlagen sind meist komplex zusammengesetzt und enthalten eine Vielzahl von Nichteisenermetallen (z.B. Edelmetalle, Zink, Zinn).

In Primär- und Sekundärkupferhütten kann einen Teil dieser Elemente zurückgewonnen werden.

Die Aluminiumfraktionen aus den Behandlungsanlagen, zum Beispiel aus der manuellen Zerlegung, dem Schredder oder der Kabelaufbereitung, werden in der Regel direkt an Umschmelzwerke oder über den Altmetallhandel verkauft. Fraktionen von einem Aluminiumanteil von ca. 90% sind für Umschmelzwerke geeignet. Aluminiumsekundärhütten setzen für die Annahme einen Mindestgehalt von 98% Aluminium bzw. Aluminiumlegierung voraus.

Kritische und besonders wertvolle Metalle (Gold, Silber, Platingruppenmetalle etc.) sind z.B. in Leiter-

different steel production processes are used, that tolerate the input of different portions of scrap. The oxygen steelmaking process works with scrap portions of 20 to 30 per cent. On the other hand, the electric steelmaking process is based on one hundred per cent of scrap. The steel fractions from the preparation of waste electrical and electronic equipment have different qualities. Pure casing scrap from manual treatment may be used for steel production without the necessity to particularly prepare it. On the other hand, shredded fractions have to be prepared before they can be used as cooling scrap in the oxygen steelmaking process.

As regards the non-ferrous metals, especially materials containing copper and aluminium have a particular importance. The copper-containing fractions from preparation plants mainly have a complex composition and contain many non-ferrous metals (e.g. precious metals, zinc, tin).

Part of these elements can be recovered in primary and secondary copper mills.

The aluminium fraction from the preparation plants, for example from manual disassembly, from shredder or cable processing, are normally sold to remelting plants, directly or via scrap metal trading. Fractions with an aluminium portion of approximately 90% are suitable for remelting plants. Secondary aluminium mills require a minimum content of 98% of aluminium or aluminium alloy, respectively.

Critical and particularly valuable metals (metals of the gold, silver and platinum groups etc.) are contained, for example, in fractions of circuit boards. In part they can be recovered from electrolytic solutions, anode sludge as well as from slags and gas phases of pyrometallurgical processes.

The sheet 5 also examines the kinds, amounts and portions of plastics in waste electrical and electronic equipment as well as the additives used. The compatibility of various plastics in recovery processes is described.

As regards the glass fraction, the guideline describes possibilities of recovery for monitor glass, lamp glass (from fluorescent tubes) glass ceramics, glass from households devices and electrical and electronic devices.

Marketing (Sheet 6)

The aim of the draft of this new sheet is further the reintroduction of valuable materials from waste devices into the economic circle. Carefully controlled measures need to be employed to protect the environment against the release of substances required and useful in the devices, but otherwise harmful. This sheet includes specific recommendations for disposal companies regarding the marketing/disposal of ferrous metals, non-ferrous metals, plastics, glass, picture tubes as well as materials with potentially hazardous materials.

Strategic elements are also in the focus of the sheet "Marketing". Today, strategic elements comprise elements that have a highly economic and ecological relevance for the European industry and important

plattenfraktionen enthalten. Sie können zum Teil aus Elektrolytlösungen, dem Anodenschlamm sowie aus Schlacken und Gasphasen der pyrometallurgischen Prozesse zurückzugewonnen werden.

Das Blatt Verwertung geht auf die Sorten, Mengen und Anteile von Kunststoffen in Elektr(on)ikaltgeräten sowie auf verwendete Additive ein. Die Verträglichkeit verschiedener Kunststoffe bei der stofflichen Verwertung wird dargestellt.

In Bezug auf die Glasfraktion werden in der Richtlinie Verwertungsmöglichkeiten für Bildschirmglas, Lampenglas (aus Leuchtstoffröhren) und Glaskeramik/Haushalt- und Elektro-/Elektronikglas dargestellt.

Vermarktung (Blatt 6)

Der Entwurf dieses neuen Blattes soll dafür sorgen, dass die Wertstoffe, die in den Altgeräten enthalten sind, nach dem Ende des Gebrauchs dem Wirtschaftskreislauf wieder verfügbar gemacht werden. Gezielte Maßnahmen sollen die Umwelt vor der Freisetzung von in den Geräten notwendigen und nützlichen, sonst aber schädlichen Stoffe schützen. Das heißt, dieses Blatt gibt Entsorgungsbetrieben konkrete Handlungsempfehlungen für die Vermarktung/Beseitigung von Eisenmetallen, Nichteisenmetallen, Kunststoffen, Glas, Bildröhren und Stoffen mit Gefährdungspotential.

Darüber hinaus nimmt das Blatt Vermarktung die Betrachtung der wirtschaftsstrategischen Stoffe mit in seinen Focus auf. Zu den wirtschaftsstrategischen Stoffen zählen heute Elemente, die nach verschiedenen Kritikalitätskriterien eine hohe ökonomische und ökologische Relevanz für die Europäische Industrie und wichtige Produkte in Europa haben (z.B. Photovoltaik, Medizintechnik, Batterien für Hybrid-Technologie).

Die europäische Union stuft z.B. die Versorgungslage von 20 Rohstoffen als kritisch ein. Darunter befinden sich auch Stoffe, die in elektr(on)ischen Geräten zum

◀ *Example of substances with dangerous potential: capacitors*

Beispiel für Stoffe mit Gefährdungspotential: Kondensatoren

Credit/Quelle:
Dr. Brüning Engineering





Examples of circuit boards that may contain many economically strategic materials (left) as well as carrier plates and magnets from fixed disks containing, amongst other things, rare earths (right)

Beispiele für Leiterplatten, die eine Vielzahl wirtschaftsstrategischer Stoffe enthalten können (links) und Trägerplatten und Magnete aus Festplatten, die u.a. seltene Erden enthalten (rechts)

Credit/Quelle:
Dr. Brüning Engineering

products in Europe according to various criticality criteria (e.g. photovoltaics, medical equipment, batteries for the hybrid technology).

For example, the European Union rates as critical the supply situation of 20 raw materials. They include materials, which also may occur in electrical and electronic equipment, such as antimony, beryllium, chromium, cobalt, gallium, germanium, indium, magnesium, metals of the platinum groups, rare earths or silicon (European Commission 2014). The conclusion of another investigation for the German Raw Materials Agency is that 16 raw materials have a special importance for selected key technologies (Marscheider-Wegmann 2016).

Thus, efficient recycling of strategic elements from waste electrical and electronic equipment is of great economic importance. Normally, their recovery has less negative environmental impacts than their extraction in mining. Globally a rising demand for strategic elements is expected. The resulting pricing pressure could offer new chances for a cost-effective recycling and the successful marketing of strategic elements. However, in the past there were major price fluctuations as regards some strategic elements, initiated by the great market power of some extraction countries. According to a study ordered by the EU Commission

Einsatz kommen können, wie u.a. Antimon, Beryllium, Chrom, Kobalt, Gallium, Germanium, Indium, Magnesium, Metalle der Platingruppe, Seltene Erden oder Silizium (European Commission 2014). Eine andere Untersuchung für die Deutsche Rohstoffagentur kommt zu dem Schluss, dass 16 Rohstoffen eine besondere Bedeutung für ausgewählte Schlüsseltechnologien zukommt (Marscheider-Wegmann 2016).

Einem effizienten Recycling wirtschaftsstrategischer Stoffe aus Elektr(on)ikaltgeräten kommt daher große volkswirtschaftliche Bedeutung zu. Ihre Rückgewinnung ist i.d.R. mit weniger negativen Umweltauswirkungen verbunden, als eine Neugewinnung durch Bergbau. Weltweit wird ebenfalls ein weiter steigender Bedarf an wirtschaftsstrategischen Elementen erwartet. Der daraus entstehende Preisdruck, könnte neue Chancen für ein wirtschaftliches Recycling und die erfolgreiche Vermarktung von wirtschaftsstrategischen Stoffen bieten. In der Vergangenheit, kam es allerdings zu größeren Preisschwankungen bei einzelnen wirtschaftsstrategischen Stoffen, ausgelöst durch die große Marktmacht einiger Abbauländer. Laut einer Studie im Auftrag der EU Kommission (European Commission 2014) werden z.B. 99% aller schweren seltenen Erden in China gewonnen.

As opposed to the new manufacture of a product, up to 90% of the material and energy can be saved

(European Commission 2014), for example 99% of all heavy rare earths are extracted in China.

In addition to a list of typical fractions and recommendations for possible ways of marketing, recovery or disposal, the sheet should also include a short summary of further information regarding the fractions relevant for practice. For example, this could include remarks on the labelling of fractions, waste key numbers, Basel or OECD codes or remarks dealing with the notification requirement or typical transportation units.

Nach dem aktuellen Arbeitsstand, soll das Blatt neben einer Auflistung von typischen Fraktionen und Empfehlungen zu möglichen Vermarktungs- bzw. Verwertungs-/Beseitigungswegen, auch eine kurze Zusammenstellung weiterer praxisrelevanter Informationen zu den Fraktionen enthalten. Das können z.B. Hinweise zur Kennzeichnung von Fraktionen, Abfallschlüsselnummern, Basel- oder OECD-Codes oder Hinweise zur Notifizierungspflicht oder zu typischen Transporteinheiten sein.

Reuse (Sheet 7)

The reuse of used devices offers the highest value creation within the various kinds of recycling, since the already created value of existing parts is preserved. Thus, only defective parts or operational supports must be newly produced or they have to be refurbished in additional processes. From the ecological point of view, the reuse meets the highest requirements. Compared to new production, the ecological impacts can be controlled due to the logistics chain and the manufacture of only a small amount of parts. Compared to new manufacture of a product, up to 90% of the material and energy can be saved.

Basically, the question “Is a reuse reasonable compared to a new manufacture?” cannot be answered generally. As regards the saving of energy during the period of recovery of electrical devices (e.g. domestic appliances) it could be advisable to replace the devices after a certain period. For other groups of devices, an early replacement could not be advisable. For example, Prakash investigated the optimal lifespan of notebooks and concluded (Prakash 2012) that the environmental impacts (equivalent of greenhouse gas emission) occurring during the production period of notebooks are significantly larger than those occurring during the period of use. In particular, negative environmental impacts of the production period generally cannot be compensated by energy savings during the period of use, e.g. by the recovery of a newer, more energy-efficient notebook. According to the study, an early replacement of notebooks by newer, more energy-efficient devices is not advantageous from the ecological point of view. To reduce negative environmental impacts of a notebook, its period of use should be prolonged. According to the analysis of four different scenarios, the amortization period varies between 33 and 89 years. This refers to the time that would lead to a reduction of the greenhouse gas emissions after the replacement, i.e. to have a newer, more energy-efficient notebook instead of the further use of an older one.

To further promote the reuse, the sheet “Reuse” should help to define the minimum standards.

The guideline deals with the following aspects to support companies that reuse or plan to reuse.

- ▶ Potentials of reuse
- ▶ Legal aspects
- ▶ Technical aspects
- ▶ Economic, ecological and social aspects

The Waste Management Act distinguishes between “reuse” and “preparing for reuse”. Reuse denotes any process “by which products or components, that are not waste are used again for the same purpose for which they were conceived” (§3 (21) Waste Management Act). The guideline calls this process “reuse I”. “Preparation for reuse” means checking, cleaning or repairing recovery operations, by which products or components of products that have become waste are prepared so that they can be reused without any other pre-processing (§3 (24) Waste Management Act). The guideline calls this process

Wiederverwendung (Blatt 7)

Die Wiederverwendung von gebrauchten Geräten bietet die höchste Wertschöpfung innerhalb der unterschiedlichen Arten des Recyclings, da der bereits geschaffene Wert von vorhandenen Teilen erhalten bleibt. Somit müssen nur defekte Teile oder betriebliches Trägermaterial neu hergestellt werden oder sie müssen in zusätzlichen Verfahren aufgearbeitet werden. Aus ökologischer Sicht genügt die Wiederverwendung den höchsten Anforderungen. Im Vergleich zu einer Neuproduktion werden die ökologischen Auswirkungen in angemessener Weise beherrscht, bedingt durch die logistische Kette und die Herstellung einer nur kleinen Menge von Teilen. Im Vergleich zu einer Neuherstellung eines Produkts können bis zu 90% des Materials und der Energie eingespart werden. Grundsätzlich kann die Frage „Ist eine Wiederverwendung gegenüber einer Neuherstellung sinnvoll?“ nicht allgemeingültig beantwortet werden. Was die Einsparung von Energie während des Zeitraums der Nutzung von Elektrogeräten (z.B. Haushaltsgeräte) betrifft, kann es ratsam sein, die Geräte nach einem gewissen Zeitraum auszutauschen. Für weitere Gerätegruppen kann ein frühzeitiger Austausch nicht ratsam sein.

Beispielsweise untersuchte (Prakash 2012) die optimale Lebensdauer von Notebooks und kamen zu dem Schluss, dass die Umweltauswirkungen (Treibhausgas-Emissionsäquivalent), die während der Produktionsphase von Notebooks auftreten, signifikant größer sind, als Auswirkungen, die während der Nutzungsphase auftreten. Insbesondere können negative Umweltauswirkungen der Produktionsphase im Allgemeinen nicht durch Energieeinsparungen während der Nutzungsphase, z.B. erreicht durch die Verwendung eines neueren energieeffizienteren Notebooks,

▼ *Devices separated for the preparation for reuse*

Für die Vorbereitung zur Wiederverwendung separierte Geräte

Credit/Quelle:
Dr. Brüning Engineering



Test and repair ▶

Prüfung und Reparatur

Credit/Quelle:
Dr. Brüning Engineering



“reuse II”.

As regards legal questions, for instance, the sheet deals with the Waste Shipment Act, the Waste Management Act, the Electrical and Electronic Equipment Act, the Act on Electromagnetic Compatibility, the Product Safety Act, the Energy-Using Products Act etc.

As regards technical aspects of reuse, the guideline deals with the organization of the reverse logistics, amongst other things. This is particularly important since (further) damage to devices to be reused has to be avoided. Furthermore, the following essential technical steps of reuse are described in detail:

- ▶ Disassembly
- ▶ Cleaning
- ▶ Checking
- ▶ Replacement or change of component groups and parts
- ▶ Reassembly

The economic aspects of reuse are described in detail. Amongst other things, a distinction is made between the reuse by the manufacturer (or his service provider) and the reuse by third parties. The typical market and product life cycles are described and a distinction is made between the technical service life and the economic useful life.

The technical service life is the period in which a device is technically operational, i.e. there are no troubles regarding the functionality. Measures like maintenance may contribute to a prolongation of the technical service life and it can be restored by reuse. The economic useful life comprises the period, in which the user considers the product as the adequate solution to obtain a utility as opposed to possible alternatives. Consequently, it depends on the preferences of

kompensiert werden. Der Studie zufolge ist also ein frühzeitiges Ersetzen von Notebooks durch neuere, energie-effizientere Geräte aus ökologischer Sicht nicht vorteilhaft. Um negative Umweltauswirkungen eines Notebooks zu verringern, sollte vielmehr ihre Nutzungsphase verlängert werden. Die Amortisationszeit, nach der der Wechsel zu einem neueren, energieeffizienteren Notebook statt des Weiterbetriebs eines älteren Notebooks, zu einer Reduzierung von Treibhausgas- Emissionen führen würde, schwankt nach der Analyse von vier verschiedenen Szenarien zwischen 33 und 89 Jahren.

Um die Wiederverwendung weiter zu fördern soll das Blatt Re-Use dabei helfen Mindeststandards zu definieren. Dabei werden auch Aspekte der Wiedervermarktung betrachtet.

Die Richtlinie behandelt folgende Aspekte, um die Firmen zu unterstützen, die eine Wiederverwendung betreiben oder anstreben:

- ▶ Potentiale der Wiederverwendung
- ▶ Rechtliche Aspekte
- ▶ Technische Aspekte
- ▶ Ökonomische, ökologische und soziale Aspekte

Das Kreislaufwirtschaftsgesetz unterscheidet zwischen „Wiederverwendung“ und „Vorbereitung zur Wiederverwendung“. Als Wiederverwendung wird jedes Verfahren bezeichnet, „bei dem Erzeugnisse oder Bestandteile, die keine Abfälle sind, wieder für denselben Zweck verwendet werden, für den sie ursprünglich bestimmt waren“ (§3 (21) Kreislaufwirtschaftsgesetz). In der Richtlinie wird für diesen Vorgang der Begriff Wiederverwendung I genutzt. „Vorbereitung zur Wiederverwendung“ bedeutet Überprüfung, Säuberung oder Reparatur für die Rückgewinnung, wodurch Produkte oder Bauteile, die bereits Abfall sind, aufbereitet werden, so dass sie ohne weitere Voraufbereitung wiederverwendet werden können (§3 (24) Kreislaufwirtschaftsgesetz). In der Richtlinie wird für diese Vorgänge der Begriff Wiederverwendung II verwendet.

In Bezug auf rechtliche Fragestellungen wird z.B. eingegangen auf Abfallverbringungsrecht, Kreislaufwirtschaftsgesetz, Elektronikgerätegesetz, Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit von Betriebsmitteln, Produktsicherheitsgesetz, Energiebetriebene Produkte Gesetz etc.

In Bezug auf technische Aspekte der Wiederverwendung geht die Richtlinie unter anderem auf die Organisation der Rückführlogistik ein. Dieser kommt eine besondere Bedeutung zu, da die (weitere) Beschädigung von Geräte, die wiederverwendet werden sollen, verhindert werden muss. Des Weiteren wird auf die nachfolgenden wesentlichen technische Fertigungsschritte der Aufarbeitung näher eingegangen:

- ▶ Demontage
- ▶ Reinigung
- ▶ Prüfung
- ▶ Ersatz oder Austausch von Komponenten und Bauteilen
- ▶ Remontage

the particular user. Products with a short economic useful life, but a long technical service life frequently offer a potential for reuse. A product with a more or less equal economic useful life and technical service life, however, frequently only has a low potential.

The sheet “Reuse” describes sales-promoting measures for re-marketing and in closing gives positive examples for the reuse of selected groups of devices. The typical course of reuse of the corresponding device is summarized.

Conclusion

The guideline committee 2343 has done a lot of landmark work during the last 20 years. It created standards by giving many recommendations for the reuse, recovery and disposal of electrical and electronic equipment.

The guideline committee has continuously grown over the years, and more and more sectors concerned could be involved step by step. It is the first important committee that addressed the marketing with a separate sheet and that has particularly focussed on the reuse of electrical and electronic equipment (also in a separate sheet).

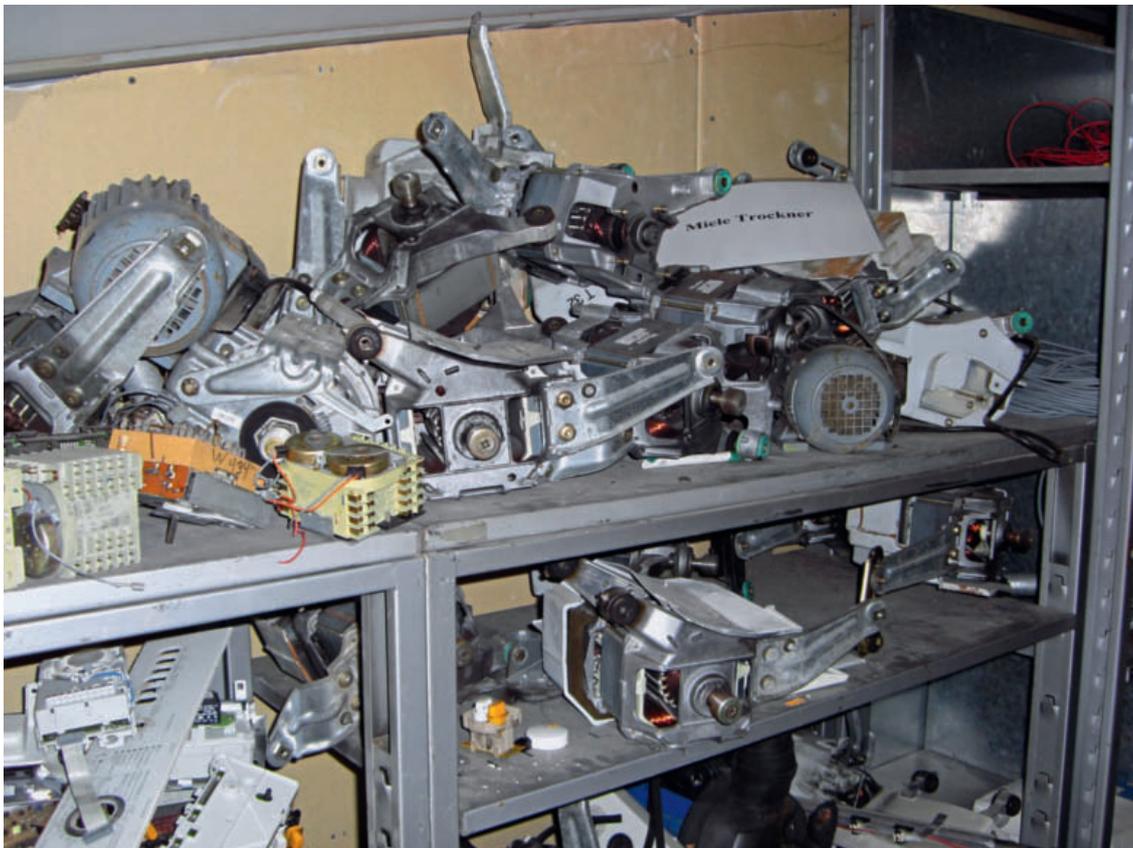
In 2012, the many years of successful voluntary work by the chairman of the guideline committee VDI 2343 were particularly honoured by awarding him the honorary badge of the VDI.

A lot of work is left for the guideline committee to do in the future. For example, the guideline will have to be checked as regards its conformity with the new standard regulations. In October 2015 the amended Electrical and Electronic Equipment Act 2

Auf ökonomische Aspekte der Wiederverwendung wird ausführlich eingegangen. Unterschieden wird dabei unter anderem zwischen Wiederverwendung durch den Hersteller (oder seinem beauftragten Dienstleister) und der Wiederverwendung durch Dritte. Typische Markt- und Produktlebenszyklen werden dargestellt und zwischen technischer Lebensdauer und wirtschaftlicher Nutzungsdauer wird unterschieden.

Die technische Lebensdauer stellt den Zeitraum dar, bis zu dem ein Gerät technisch funktionsfähig ist, also keine Störungen der Funktionsfähigkeit auftreten. Maßnahmen wie Wartung und Instandhaltung können zur Verlängerung der technischen Lebensdauer beitragen. Reparatur oder Aufarbeitung können die Funktionsfähigkeit wiederherstellen. Die wirtschaftliche Nutzungsdauer umfasst den Zeitraum, in der die Nutzer das Produkt im Vergleich zu möglichen Alternativen als die angemessene Lösung zur Erzielung des Nutzens betrachtet. Sie hängt damit von den Präferenzen des jeweiligen Nutzers ab. Ein Wiederverwendungspotential bieten häufig Produkte mit kurzer wirtschaftlicher Nutzungsdauer, aber langer technischer Lebensdauer. Ein Produkt mit annähernd gleicher wirtschaftlicher und technischer Nutzungsdauer birgt hingegen häufig wenig Potenzial.

Das Blatt Wiederverwendung geht auf absatzfördernde Maßnahmen bei der Wiedervermarktung ein und stellt abschließend positive Beispiele für die Wiederverwendung bei ausgewählten Gerätegruppen dar. Dabei wird der typische Ablauf der Wiederverwendung bei dem jeweiligen Gerät zusammengefasst.



◀ Store of spare parts for reuse

Ersatzteillager für die Wiederverwendung

Credit/Quelle:
Dr. Brüning Engineering

The chairman of the guideline committee 2343, Dr. Brüning, with the badge of honour of the VDI

Der Vorsitzende des Richtlinienausschusses 2343 Dr. Brüning mit der Ehrenplakette des VDI

Credit/Quelle: Horst Haas



was passed. It includes authorization paragraphs so that decrees concerning the treatment and reuse of electrical and electronic equipment can be expected in the years to come. Due to these new regulations, a further revision of some sheets of the guideline will become necessary.

Due to the technical change and new legal regulations, further categories, kinds and types of devices as well as their treatment will be in the focus of the recycling economy (e.g. flat screens, photovoltaic modules). The guideline committee will dedicate its work particularly to these during future revisions.

Furthermore it is now under discussion whether further sub-committees should be established due to the more and more complex topics.

For the time being, the possibility still exists to actively participate in the elaboration of this guideline. Those interested may contact the chairman Dr. Ralf Brüning directly.

Fazit

Viel richtungsweisende Arbeit wurde in den zurückliegenden 20 Jahren im Richtlinienausschuss 2343 geleistet. So hat er Standards gesetzt indem er praxisnahe Handlungsempfehlungen für die Wiederverwendung, Verwertung und Beseitigung von elektr(on)ischen Geräten in vielfältiger Form gibt.

Der Richtlinienausschuss ist über die Jahre hinweg beständig gewachsen und sukzessive konnten immer mehr betroffene Kreise involviert werden. Weiterhin ist er das erste bedeutende Gremium, das der Vermarktung ein eigenes Blatt gewidmet hat und die Wiederverwendung von elektr(on)ischen Geräten (ebenfalls mit einem eigenen Blatt) besonders in den Fokus nimmt. 2012 wurde die langjährige, erfolgreiche ehrenamtliche Arbeit des Vorsitzenden des Richtlinienausschusses VDI 2343 mit der Verleihung der VDI Ehrenplakette besonders gewürdigt.

Zukünftig bleibt für den Richtlinienausschuss noch viel zu tun. Beispielsweise wird die Richtlinie z.B. auf ihre Konformität mit neuen normativen Regelungen hin zu prüfen sein. Im Oktober 2015 wurde das novellierte ElektroG 2 verabschiedet. Dieses erhält Ermächtigungsparagraphen, so dass in den nächsten Jahren mit Verordnungen zur Behandlung und zur Wiederverwendung von elektr(on)ischen Geräten zu rechnen ist. Aufgrund dieser Neuregelungen wird eine weitere Überarbeitung einiger Blätter der Richtlinie notwendig.

Bedingt durch den technischen Wandel und gesetzliche Neuregelungen rücken weitere Gerätekategorien, -arten und -typen sowie ihre Behandlungsarten in den Fokus der Recyclingwirtschaft (z.B. Flachbildschirme, Photovoltaikmodule). Diesen wird sich der Richtlinienausschuss bei zukünftigen Überarbeitungen besonders widmen.

Darüber hinaus wird gerade diskutiert, ob aufgrund der immer komplexer werdenden Thematik weitere Unterausschüsse gebildet werden sollten.

Gegenwärtig besteht noch die Möglichkeit an dieser Richtlinie mitzuarbeiten und sie aktiv mitzugestalten. Interessierte können sich direkt an den Vorsitzenden Dr. Ralf Brüning wenden.

Literatur/Literature

- [1] European Commission (2014) Report on Critical Raw Materials for the EU: Report of the Ad-Hoc Working Group on defining critical materials
http://ec.europa.eu/enterprise/policies/raw-materials/files/docs/crm-report-on-critical-raw-materials_en.pdf
- [2] Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz – KrWG) vom 24.02.2012
<https://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/krwg/gesamt.pdf>
- [3] Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten (Elektro- und Elektronikgerätegesetz - ElektroG) vom 16.03.2005
- [4] Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten (ElektroG) vom 20.10.2015
https://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/elektrog_2015/gesamt.pdf
- [5] Prakash, S. et al. (2012): Timely replacement of a notebook under consideration of environmental aspects, Dessau-Roßlau
<http://www.oeko.de/oekodoc/1584/2012-440-en.pdf>
- [6] Marscheider-Wegmann, F. et al.(2016): Rohstoffe für Zukunftstechnologien 2016; DERA Rohstoffinformationen 28, Berlin
- [7] VDI 2343 Recycling elektrischer und elektronischer Geräte, Berlin, Beuth Verlag