

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Recycling elektrischer und
elektronischer Geräte
Demontage

VDI 2343

Blatt 3 / Part 3

Recycling of electrical and
electronical equipment
Disassembly

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The German version of this guideline shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkung	2	Preliminary note	2
Einleitung	2	Introduction	2
1 Anwendungsbereich	3	1 Scope	3
2 Teilfunktionen und Verfahren der Demontage	4	2 Disassembly sub-functions and methods	4
2.1 Teilfunktionen der Demontage	4	2.1 Disassembly sub-functions	4
2.2 Demontageverfahren	5	2.2 Disassembly methods.	5
3 Demontageplanung	15	3 Disassembly planning	15
3.1 Bestimmung des Demontageprozesses	17	3.1 Selection of disassembly process.	17
3.2 Demontagesystemplanung	23	3.2 Disassembly system planning	23
3.3 Demontageprogrammplanung und -steuerung	30	3.3 Disassembly programme planning and control	30
4 Demontagestation	33	4 Disassembly station	33
4.1 Gestaltung manueller Demontagestationen	33	4.1 Design of manual disassembly stations.	33
4.2 Gestaltung automatisierter Demontage- stationen.	36	4.2 Design of automated disassembly stations	36
5 Beispiele Gerätedemontage	38	5 Examples of equipment disassembly.	38
5.1 Personalcomputer	39	5.1 Personal computer	39
5.2 Waschmaschine	40	5.2 Washing machine	40
5.3 Flachbildschirm	42	5.3 Flat display screen	42
5.4 Bildröhre	45	5.4 Picture tube	45
6 Selektive Behandlung nach Anhang III ElektroG (Kurzübersicht).	48	6 Selective treatment as per Annex III, ElektroG (brief overview)	51
Anhang Selektive Behandlung nach Anhang III ElektroG (Langfassung)	53	Annex Selective treatment as per Annex III, ElektroG (long version)	53
Schrifttum.	70	Bibliography	70

VDI-Koordinierungsstelle Umwelttechnik (VDI-KUT)

VDI-Handbuch Umwelttechnik
VDI-Handbuch Materialfluss und Fördertechnik, Band 8: Materialfluss II (Organisation/Steuerung)
VDI/VDE-Handbuch Mikro- und Feinwerktechnik

Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser VDI-Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen (www.vdi-richtlinien.de), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser VDI-Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Einleitung

Die entscheidenden Regelungen des Elektro- und Elektronikgerätegesetzes (ElektroG) sind am 24. März 2006 in Kraft getreten. Damit entstehen neue Aufgaben in Organisation und Durchführung für die betroffenen Kreise. Die Entsorgung von elektr(on)ischen Altgeräten muss den veränderten Randbedingungen angepasst werden.

Mit der Konzeption neuer, sowohl ökologisch als auch ökonomisch effizienter abfallwirtschaftlicher Strategien kommen auf alle Beteiligten neue Anforderungen zu. Richtlinie VDI 2343 bietet entsprechende Handlungsempfehlungen, wobei ihre Thematik entlang der logistischen Abfolge in die folgenden Teilaspekte gegliedert und jeweils in einem eigenständigen Blatt behandelt wird.

- Blatt 1 Grundlagen
- Blatt 2 Logistik
- Blatt 3** Demontage
- Blatt 4 Aufbereitung
- Blatt 5 Verwertung
- Blatt 6 Vermarktung
- Blatt 7 Wiederverwendung

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter www.vdi.de/2343.

Elektro(nik)geräte sind komplex zusammengesetzte Produkte, die aus Bauteilen und Stoffen bestehen. Diese können werthaltig sein, aber auch ein Umweltgefährdungspotenzial besitzen. Einer Vereinzelung der verschiedenen Bestandteile durch Demontage kommt daher eine besondere Bedeutung zu. Das Ziel der Demontage besteht in der gezielten Entnahme wert- und schadstoffhaltiger Bauteile sowie der Gewinnung wiederverwendbarer Bauteile und Baugruppen. Nach Prüfung einer möglichen Wiederverwendung ganzer Geräte ist die Demontage nach Samm-

Preliminary note

The content of this guideline has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the guideline VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this guideline without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions specified in the VDI notices (www.vdi-richtlinien.de).

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this guideline.

Introduction

The definitive regulations of the Electrical and Electronic Equipment Act (ElektroG) came into force on 24 March 2006. They give rise to new organisational and implementation tasks for the affected parties. The disposal of waste electrical and electronic equipment needs to be adapted to the modified constraints.

Given this development of new waste-management strategies that are both ecologically and economically more efficient, all participants are now subject to new requirements. Guideline VDI 2343 provides appropriate recommendations for action, with the topics broken down along the logistic sequence into the following specific aspects, each of which is dealt with in a separate part:

- Part 1 Fundamental principles
- Part 2 Logistics
- Part 3** Disassembly
- Part 4 Processing
- Part 5 Recycling
- Part 6 Marketing
- Part 7 Reuse

A catalogue of all available parts of this guideline series can be accessed on the internet at www.vdi.de/2343.

Electrical and electronic equipment is made up of complex items consisting of components and materials. These may be worthwhile recycling, but could also potentially pose a hazard to the environment. Therefore, separation of the various components through disassembly is of particular importance. The objective of disassembly is the targeted removal of recyclable and pollutant-containing components and the recovery of reusable components and modules. Once the possible reuse of whole items has been considered, disassembly – following collection and re-

lung und Rückführung der Altprodukte (weitere Ausführungen siehe Blatt „Logistik“) Ausgangspunkt für die Verwertung, Beseitigung oder Wiederverwendung einzelner Baugruppen und Bauteile.

Der Begriff *Demontage* bezeichnet die Gesamtheit aller Vorgänge, die der Zerlegung von Elektro(nik)altgeräten zu Fraktionen durch Trennen und Handhaben dienen (siehe DIN 8580 und VDI 2860) [10]. Zu berücksichtigen ist, dass sich die Demontage von der Montage durch folgende wesentliche Faktoren unterscheidet:

- eine große Vielfalt an Altgeräten,
- nur schwer kalkulierbares Mengenaufkommen,
- unsichere Altgerätestände (Beschädigungen, Verschmutzungen, Rost, fremde Ersatzteile) sowie
- unterschiedliche, zum Teil demontageunfreundliche Altgerätestrukturen.

Nach Ende der Nutzungsdauer kann die Demontage aus folgenden Gründen durchgeführt werden:

- Separierung von Schadstoffen/schadstoffhaltigen Komponenten
Um Schadstoffemissionen in die Umwelt und eine Kontamination des in nachfolgende Verwertungsstufen gelangenden unbelasteten Materials zu vermeiden, sind die gesetzlichen Mindestanforderungen an die Schadstoffentfrachtung zu erfüllen.
- Rückgewinnung funktionsfähiger Baugruppen und Bauteile
Funktionsfähige Komponenten, die z.B. als Ersatzteile verwendet werden können, werden durch zerstörungsfreie Demontage gewonnen.
- Anreicherung von Wertstoffen
Die Reinheit recycelbarer Materialien wird erhöht, indem durch Demontage Werkstoffe in Altstoffgruppen mit hohen Werkstoffgehalten als Vorstufe zu nachgelagerten Verfahren aufkonzentriert werden können.
- Gewinnung von verfahrenstechnisch nicht trennbaren Materialien
Können bestimmte Werkstoffe durch mechanische und/oder verfahrenstechnische Prozesse nicht sortenrein gewonnen oder Werkstoffanteile metallurgisch nicht entfernt werden, gelingt dies in der Regel durch Demontage [13].

1 Anwendungsbereich

Die vorliegende Richtlinienreihe wendet sich an alle am Produkt- und Materialkreislauf beteiligten Gruppen (z.B. Gesetzgeber, Hersteller, Händler, Importeure, Produkthanwender oder Entsorger).

Der Zweck von Blatt 3 ist es, konkrete Handlungsanweisungen und Empfehlungen (z.B. Mindeststan-

turn of the waste equipment (for further details, see the “Logistics” part) – is the starting point for the recovery, removal or reuse of individual modules and components.

The term *disassembly* describes the totality of all the procedures that serve for the dismantling of waste electrical and electronic equipment into fractions, through separation and handling (see DIN 8580 and VDI 2860) [10]. Note that disassembly differs from assembly in the following essential ways:

- a wide variety of used equipment types,
- the accumulating quantities difficult to calculate,
- unsafe used items (damaged, contaminated, rusted, containing third-party spare parts), and
- variable designs, some design types being disassembly-unfriendly.

At the end of the equipment’s lifetime, disassembly can take place for the following reasons:

- separation of harmful substances or of the components that contain them
The statutory minimum requirements for pollutant elimination should be complied with, in order to prevent the emission of harmful substances into the environment and contamination of the unpolluted materials that are fed into the subsequent recovery stages.
- recovery of functional modules and components

Functional components that may be used e.g. as spare parts, are recovered through non-destructive disassembly.

- enrichment of recyclable materials
The purity of recyclable materials is increased where disassembly is used to concentrate materials into groups of waste with high material contents, as the preliminary step for subsequent processes.
- recovery of materials that cannot be separated through process engineering
If certain materials cannot be recovered in a pure state through mechanical and/or process engineering methods, or material fractions cannot be removed using metallurgical methods, this can normally be achieved by disassembly [13].

1 Scope

This guideline series is addressed to all groups involved in equipment and material lifecycles (e.g. legislators, producers, dealers, importers, equipment users and disposal operators).

The purpose of Part 3 is to provide concrete instructions for action and recommendations (e.g. minimum

dards) für die Demontage von Elektro(nik)altgeräten zu geben, um Fehlinvestitionen zu vermeiden und neue Rationalisierungs- und Investitionspotenziale zu erschließen.

standards) for the disassembly of waste electrical and electronic equipment, in order to safeguard investments and develop new rationalisation and investment potentials.