



End of broadcast

- ▶ With the objective of satisfying the statutory requirements for the collection and transport of waste monitors and televisions for the first time, a research project on the new development of a suitable container/packaging system for waste monitors and televisions is currently in progress.

Sendeschluss

- ▶ Um erstmalig den gesetzlichen Vorgaben zur Sammlung und Beförderung von Bildschirmaltgeräten Genüge zu tun, läuft derzeit das Forschungsprojekt Neuentwicklung eines entsprechenden Behälter-/Verpackungssystems für Bildschirmaltgeräte.

Author/Autor

Dr.-Ing. Ralf Brüning,
Dr. Brüning Engineering, Brake/Deutschland

The background to this project is the German act governing the sale, return and environmentally sound disposal of electrical and electronic equipment (ElektroG) that came into effect on 24 March 2006. With this act, the new requirements of the EU Directives (2002/95/EG and WEEE) were implemented in German law.

According to § 9, para. 4 of ElektroG, the waste equipment is to be collected and stored in five collection groups. To regulate the management of this waste,

Der Hintergrund des Projektes ist das am 24. März 2006 in Kraft getretene Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten (ElektroG). Damit wurden die neuen Anforderungen der EU-Richtlinien (2002/95/EG und WEEE) in deutsches Recht umgesetzt.

Nach § 9 Abs. 4 ElektroG erfolgen Sammlung als auch Bereitstellung der Altgeräte in fünf Sammel-



▲
1
Incorrect collection and unloading of waste monitors and televisions
Unsachgemäße Erfassung und Entladung von Bildschirmgeräten

ElektroG not only prescribes minimum recovery rates, but also specifies precisely how the waste equipment is to be collected and which minimum requirements must be met by the containers used for collection (§ 9, para. 5 ElektroG).

Despite the coming into effect of ElektroG, for collection group 3, a disposal practice has become established which in many respects conflicts with the requirements of the act. For instance, monitors and televisions are not generally collected separately nor damage-free (**Fig. 1**). The equipment is often damaged as a result of incorrect transport and handling and lastly full collection containers are generally emptied by tipping at the primary treatment facilities so that the delivered waste equipment suffers substantial damage overall (see Fig. 1). This not only leads to severe, unnecessary destruction, but also to the increased danger of the release of harmful substances.

To summarize, it can be said that the current collection of waste monitors and televisions in transport

gruppen. Zur geregelten Entsorgung gibt das ElektroG für diese fünf Gruppen nicht nur Mindestverwertungsquoten vor, sondern präzisiert auch, wie die Altgerätesammlung zu erfolgen hat und welche Mindestanforderungen die hierbei zum Einsatz kommenden Sammelbehälter erfüllen müssen (§ 9 Abs. 5 ElektroG).

Es hat sich trotz Inkrafttreten des ElektroG bei der Sammelgruppe 3 eine Entsorgungspraxis etabliert, die in vielen Punkten den Vorgaben des Gesetzes widerspricht. So werden Bildschirmgeräte in der Regel weder separat noch bruch sicher erfasst (**Bild 1**). Die Geräte werden oft durch unsachgemäße Transport- und Umladevorgänge beschädigt und zuletzt werden volle Sammelcontainer beim Erstbehandler im Regelfall abgekippt, so dass es insgesamt zu erheblichen Beschädigungen der angelieferten Geräte kommt (siehe Bild 1). Dies führt nicht nur zu einem hohen, unnötigen Zerstörungsgrad, sondern auch zu einer erhöhten Gefahr, dass Schadstoffe freigesetzt werden.

containers firstly does not conform to the law and secondly is not in line with the practice of sustainable and efficient disposal.

The objective of the research project is the determination of a requirements profile and the subsequent development of a prototype container/packaging system to enable legally compliant collection and transport of waste monitors and televisions in accordance with § 9, para. 4, 5, 9 ElektroG. This prototype should for the first time result in the non-destructive collection and subsequent transport of waste monitors and televisions so that this equipment can be reused or recycled without any hazard to the environment in line with sustainable closed substance cycle waste management.

The project is funded as part of the “Central Innovation Programme for SMEs (ZIM)” and is set to run 15 months. The following companies are participating in this project and bringing their many years of experience in resolving logistics problems to the project:

Dr. Brüning Engineering, Brake

Dr. Brüning Engineering is an independent company offering consulting and planning/design services. The focus of the company’s activities is the initiation, planning and realization of national and international industry and research projects in waste management (especially of waste electronic and electrical equipment). Focuses include the organizational, legal and technical design and realization of the return of the waste equipment, its disassembly, reuse, recovery and disposal as well as the recycling-based production of new equipment.

ELPRO Elektronik-Produkt Recycling GmbH, Braunschweig

ELPRO Elektronik-Produkt-Recycling GmbH is a specialist waste management company licensed to collect, transport, store, treat and recover more than 90 types of waste as well as a recognized specialist contractor in accordance with § 19 I of the German water management act. The company’s range of services comprises the following three areas:

- Disassembly and sorting of waste electronic and electrical equipment
- Dismantling of stationary equipment and its disposal
- Sale of used equipment and single components

Gebr. Koch GmbH + Co. KG, Lage

Gebr. Koch GmbH + Co. KG was founded in 1945 and for more than 60 years it has been regarded as a specialist in economical logistics equipment, efficient storage, trouble-free in-plant transport /handling as well as in loading equipment with dock seals and loading bridges. Furthermore the Koch family offers many years of experience in the design and engineering of containers and comprehensive planning of storage systems.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die derzeitige Erfassung und Sammlung von Bildschirmaltgeräten mithilfe von Abrollcontainern zum einen nicht gesetzeskonform und zum anderen nicht Sinn der Praxis einer nachhaltigen und effizienten Entsorgung ist.

Das Ziel des Forschungsprojektes ist die Ermittlung eines Anforderungsprofils und die anschließende Entwicklung eines Prototyps eines Behälter-/Verpackungssystems zur gesetzeskonformen Sammlung und Beförderung von Bildschirmaltgeräten gemäß § 9 Abs. 4, 5, 9 ElektroG. Dieser Prototyp soll erstmals zur einer zerstörungsfreien Sammlung und einer sich anschließenden Beförderung von Bildschirm-Altgeräten führen, so dass diese Geräte ohne Umweltgefahren dem ReUse oder der Verwertung im Sinne einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft zugeführt werden können. Das Projekt wird im Rahmen des Programms „Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM)“ gefördert und hat eine Laufzeit von 15 Monaten.

Am Projekt beteiligt sind folgende Unternehmen, die ihre langjährige Erfahrung in der Beantwortung logistischer Fragestellungen, mit in das Projekt einbringen:

Dr. Brüning Engineering, Brake

Die Firma Dr. Brüning Engineering ist ein unabhängig beratendes und planendes Dienstleistungsunternehmen. Der Schwerpunkt der Tätigkeit liegt in der Initiierung, Planung und Durchführung nationaler und internationaler Industrie- und Forschungsprojekte im Bereich der Entsorgung (insbesondere von Elektro(nik)altgeräten). Schwerpunktthemen sind die organisatorische, rechtliche und technische Konzeption und Realisierung der Rückführung, Demontage, Wiederverwendung, Verwertung und Beseitigung sowie recyclinggerechte Produktion von neuen Geräten.

ELPRO Elektronik-Produkt Recycling GmbH, Braunschweig

Die ELPRO Elektronik-Produkt-Recycling GmbH ist sowohl zugelassener Entsorgungsbetrieb für das Einsammeln, Befördern, Lagern, Behandeln und Verwerten von mehr als 90 Abfallarten als auch ein anerkannter Fachbetrieb nach § 19 I Wasserhaushaltsgesetz. Das Angebot des Unternehmens umfasst die folgenden drei Bereiche:

- Zerlegung und Sortierung von Elektronikaltgeräten
- Rückbau ortsfester Anlagen und deren Entsorgung
- Vermarktung von Gebrauchtgeräten und Einzelkomponenten

Gebr. Koch GmbH + Co. KG, Lage

Die Gebr. Koch GmbH + Co. KG wurde 1945 gegründet und gilt seit mehr als 60 Jahren als Spezialist in Sachen ökonomische Logistikausstattung, effiziente

Institut für Distributions- und Handelslogistik (IDH), Dortmund

The range of services offered by the Institut für Distributions- und Handelslogistik (Institute of Distribution and Commercial Logistics) includes besides consulting, analysis and conceptual design for problems concerning intra-, distribution and waste management logistics, the realization of nationally and internationally oriented research and industry projects, seminars as well as directive-related projects. Backed by many years of know-how, the Institute ensures customized solutions in the optimization of more economic structures and procedures in the logistics chain as well as the adequate utilization of information and identification technologies.

Ascertaining common practice



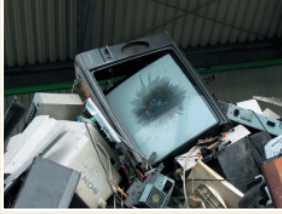

To determine the current status in the treatment of returned waste electronic and electrical equipment in collection group 3 (especially monitors and televisions), the waste equipment unloaded at different waste treatment facilities was examined and the

Lagerhaltung, reibungslosen innerbetrieblichen Transport sowie für Verladetechnik mit Torabdichtungen und Überladebrücken. Weiterhin bietet die Firma Koch langjährige Erfahrungen in der Planung und Konstruktion von Behältern und in der umfassenden Lagerplanung.

Institut für Distributions- und Handelslogistik (IDH), Dortmund

Das Angebot des IDH umfasst neben der Beratung, Analyse und Konzepterstellung für Fragestellungen rund um die Themenbereiche Intra-, Distributions- und Entsorgungslogistik, die Durchführung von national und international orientierten Forschungs- und Industrieprojekten, Seminaren sowie Richtlinienvorhaben. Langjähriges Know-how sichert kundenindividuelle Lösungen bei der Optimierung von wirtschaftlicheren Strukturen und Abläufen in der Logistikkette sowie der adäquaten Nutzung von Informations- und Identifikationstechnologien.

Table/Tabelle 1 ►
 Classification of the degrees of destruction of waste monitors and televisions
 Einteilung der Zerstörungsgrade der Bildschirmaltgeräte

Category/Kategorie	Description/Beschreibung	Photo documentation/Fotodokumentation
1	Intact, just scratch marks Intakt, nur Kratzspuren	
2	Intact, slight damage Intakt, leicht beschädigt	
3	Housing broken, exposed to air Gehäuse gebrochen, Bildröhre belüftet	
4	Housing broken, picture tubes destroyed Gehäuse gebrochen, Bildröhre zerstört	

breakages incurred analysed. Here four categories were determined to classify the degrees of destruction of individual monitors or televisions (**Table 1**). Besides being a risk of injury for employees (considering the safety of work), the breakages can result in harmful substances such as the luminous coating of the monitor/TV leaking out. These substances consist mainly of zinc sulphide, cadmium sulphide as well as yttrium, europium and spinel compounds. Yttrium, like cadmium sulphide, is classed as carcinogenic. Besides its cancer risk, calcium sulphide is also reprotoxic, teratogenic and mutagenic. The potential release of these substances underlines the importance of the development of an alternative container and the resulting alternative handling of monitors and televisions. Yttrium and europium belong to the group of rare earths and every company should check whether these monitors and TVs undergo appropriate treatment.

The investigations showed that a large number of monitors and televisions were no longer intact after unloading and a large percentage suffered breakage. This finding evidences the claim that waste management practice up to now generally does not enable separate and damage-free transport and collection of the equipment and therefore does not conform to the law.

Determination of the requirements

In the next step, a requirements profile was drawn up to define how an alternative container system should be designed in order to meet the legal requirements. For this purpose, a large number of waste management contractors were surveyed to obtain detailed insights on the installed equipment and the favoured handling of waste monitors and televisions. Particularly important to almost all those questioned was the ruggedness and durability of a container system. Besides this, easy loading and unloading as well as easy transport by means of stacker trucks and manual lift trucks were described as a key factor. In addition, the containers should have a large loading capacity and be easy to stack and, if possible, poolable. However, features such as collapsibility or usability without other aids were rated of lesser importance for the alternative collection containers.

In the survey, two possibilities were proposed for discussion of the design of an alternative container. One was a transport rack on skids and the other is a transport rack on rollers in different sizes.

These two transport racks were then to be assessed by the waste management contractors to ascertain their possible advantages and disadvantages in field use. As a result, most waste management contractors advocated easy loading and unloading and possible handling with stackers and lift trucks.

The most important disadvantages listed were the low transport volume, the necessary space requirement and increased expense. With regard to these

Ermittlung der gängigen Praxis

Um den aktuellen Behandlungsstatus der zurückkommenden Elektroaltgeräte der Sammelgruppe 3 (insbesondere Bildschirme) zu ermitteln, wurden jeweils die Abladungen bei verschiedenen Entsorgern überprüft und die entstanden Brüche untersucht. Dabei konnten vier Kategorien zur Einteilung der Zerstörungsgrade einzelner Geräte ermittelt werden (**Tabelle 1**).

Aufgrund der Brüche besteht neben der Verletzungsgefahr für Mitarbeiter (Berücksichtigung des Arbeitsschutzes) auch die Gefahr, dass Schadstoffe wie z.B. die Leuchtschicht der Bildschirme austreten. Diese bestehen vor allem aus Zinksulfid, Cadmiumsulfid sowie Yttrium-, Europium- und Spinellverbindungen. Yttrium, genauso wie Cadmiumsulfid, ist als krebserregend eingestuft. Neben dem Krebsrisiko ist Cadmiumsulfid zudem fruchtbarkeitsgefährdend, fruchtschädigend und erbgutverändernd. Aufgrund der Möglichkeit der Freisetzung dieser Stoffe, wird die Wichtigkeit der Entwicklung eines alternativen Behälters und daraus resultierenden alternativen Umgangs mit Bildschirmaltgeräten deutlich. Yttrium und Europium gehören zur Gruppe der Seltenen Erden und jedes Unternehmen sollte prüfen, ob es die Geräte einer geeigneten Behandlung unterzieht.

Die Untersuchungen zeigten, dass eine große Anzahl von Bildschirmgeräten nach der Abladung nicht mehr intakt war und einen großen Prozentsatz Bruch aufwies. Dieses Ergebnis bestätigt die Aussage, dass die bisherige Entsorgungspraxis in der Regel keine separate und bruchsichere Beförderung und Sammlung der Geräte ermöglicht und somit nicht gesetzeskonform ist.

Ermittlung der Anforderungen

Im nächsten Schritt wurde ein Anforderungsprofil erstellt, in dem festgelegt wurde, wie ein alternatives Behältersystem auszusehen hat um den gesetzlichen Anforderungen gerecht zu werden. Hierzu wurde eine große Anzahl von Entsorgungsunternehmen

Particularly important was the ruggedness and durability of a container system

befragt, um detaillierte Kenntnisse über die Geräteausstattung und den favorisierten Umgang mit Bildschirmaltgeräten zu erhalten. Besonders wichtig war für fast alle Befragten die Robustheit und Langlebigkeit eines Behältersystems. Daneben spielen die leichte Be- und Entladbarkeit sowie der einfache Transport mittels Stapler und Handhubwagen eine entscheidende Rolle. Zusätzlich sollen die Behälter eine große Ladekapazität aufweisen und gut stapelbar und wenn möglich poolfähig sein. Weniger

2 ▶
 Add-on rack on a standard pallet
 Aufsteckrahmen auf Standardpalette



assessments, it should be noted, however, that complaints of increased space requirement and low transport volume are derived from a comparison with transport containers. These, however, have proven unsuitable for a break-proof and separate collection of monitors and TVs and therefore not compliant with the law. In addition, the envisaged transport racks are stackable, so that the space requirement can be further minimized.

The results of the survey provided a first basis for the specification of the new container system. Included were also the requirements of public waste management authorities which were polled in a direct survey. Based on these results, the first prototype was developed and tested to assess its suitability for use in the field.

Development of prototypes and field suitability tests

Variant 1: add-on rack for EUR pallets

To use the advantages of the poolable standard euro-pallets, as the first variant a special rack that can be added onto a euro-pallet was developed (Fig. 2). When not in use, the rack can be folded up for storage or transported so that here a substantial space saving is guaranteed. In the field test, the suitability of the frame was tested by manually loading it with different monitors and televisions. With the selection of the grid size and the use of bars to secure the load (see Fig. 2), the racks are suitable for the transport of large and small monitors/TVs. However, with the use of the euro-pallet, the inside measurements are limited to 1140 x 755 mm, resulting in problems with larger monitor devices. Furthermore the standard

wichtig für den alternativen Sammelbehälter wurden hingegen Eigenschaften wie Zusammenklappbarkeit oder die Einsetzbarkeit ohne weitere Hilfsmittel, bewertet.

In der Befragung wurden weiterhin zwei Möglichkeiten zur Diskussion gestellt, wie ein alternativer Behälter aussehen könnte. Dabei handelt es sich zum einen um ein Transportgestell auf Kufen und zum anderen um ein Transportgestell mit Rollen in unterschiedlichen Abmaßen.

Diese beiden Transportgestelle sollten dann von den Entsorgungsunternehmen auf ihre möglichen Vor- und Nachteile im Einsatz beurteilt werden. Im Ergebnis plädierten die meisten Entsorgungsunternehmen für eine leichte Be- und Entladbarkeit und eine Handlungsmöglichkeit mittels Stapler und Hubwagen.

Als wichtigste Nachteile wurden das geringe Transportvolumen, der benötigte Platzbedarf und der erhöhte Aufwand aufgezählt. Bei diesen Aussagen ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Punkte erhöhter Platzbedarf und geringes Transportvolumen aus einem Vergleich mit dem Abrollcontainer resultieren. Diese haben sich jedoch für eine bruchsichere und separate Erfassung von Bildschirmen als ungeeignet und damit als gesetzeswidrig erwiesen. Zudem sollen die angedachten Transportgestelle stapelbar sein, so dass sich der Platzbedarf weiter minimieren lässt. Die Umfrageergebnisse lieferten eine erste Grundlage für die Spezifikation des neuen Behältersystems. Miteinbezogen wurden ebenfalls Anforderungen öffentlich-rechtlicher Entsorgungsunternehmen (öRE) durch eine direkte Befragung. Aufbauend auf diesen Ergebnissen wurde der erste Prototyp entwickelt und auf Praxistauglichkeit geprüft.



3
Transport rack measuring
2.20 m in length
Transportgestell von
2,20 m Länge

wooden pallet does not withstand continuous use. Further with increasing weight the rack becomes unstable so that handling must be slow and careful. On the basis of these findings, Variant 2 was designed.

Variant 2: transport rack 2.20 m

With this variant (Fig. 3), a compromise was to be found between the useful transport volume and sufficient protection of the monitors/TVs. With the length of 2.20 m, a relatively large transport volume can be realized. Additional protective bars prevent the devices from falling out of the rack. Thanks to brackets on the longer and shorter sides, a forklift can approach and lift/transport the container from all sides. Stackability is also guaranteed and an optional sheeting roof enables compliance with the statutory regulation for covering of the container.

This variant was built on the one hand with a close-meshed grid tray and on the other hand with a ribbed sheet metal base (see Fig. 3). The field tests revealed that cables and plugs could fall out of the mesh of the grid and therefore make transport difficult. This led to the ribbed sheet metal base being favoured, although makes the container 18 kg heavier. As the testing also showed, owing to the length of 2.20 m, the container cannot be safely transported with a lift truck, which meant that the required field suitability was not given. Based on the findings, the following variant was designed.

Entwicklung von Prototypen und Tests auf Praxistauglichkeit

Variante 1: Aufsteckrahmen für EUR-Paletten

Um die Vorteile der poolfähigen Standard-Europalette zu nutzen, wurde als erste Variante ein spezieller Aufsteckrahmen (Bild 2) entwickelt, der sich auf eine Euro-Palette aufstecken lässt. Das Gestell kann bei Nicht-Gebrauch zusammengeklappt gelagert oder transportiert werden, sodass hier eine deutliche Platzeinsparung gewährleistet wird. Im Praxistest wurde die Tauglichkeit des Gestells geprüft, indem es händisch mit verschiedenen Monitoren und Fernseher befüllt wurde. Durch die Wahl des Rasters und dem Einsatz von Sicherungsstangen (siehe Bild 2) eignen sich die Gestelle sowohl für den Transport größerer, als auch kleinerer Bildschirme. Jedoch wird durch den Einsatz der Europalette das Innenmaß auf 1140 mal 755 mm beschränkt, sodass es Probleme mit größeren Bildschirmgeräten gibt. Weiterhin hält die Standardholzpalette einem Dauereinsatz nicht stand. Darüber hinaus wird das Gestell mit steigendem Gewicht instabil, sodass das Handling nur vorsichtig und langsam durchgeführt werden kann. Auf Basis dieser Erkenntnisse wurde die Variante 2 konstruiert.

Variante 2: Transportgestell 2,20 m

Bei dieser Variante (Bild 3) sollte vor allem ein Kompromiss zwischen dem nutzbaren Transport-



4 ▶
Transport rack
Transportgestell

Variant 3: transport rack 1.75 m/1.50 m

To improve handling, the dimensions of the container were decreased and two new prototypes measuring 1.75 m and 1.50 m in length were developed (Fig. 4). Thanks to the smaller lengths the possibility of transport with a lifting truck was improved considerably compared to the forerunners. In the field test, transport of the 1.50-m model functioned perfectly while transport of the 1.75 m still revealed certain instabilities.

For this reason and because this size enabled the optimal utilization of lorry space, the 1.50-m model can be used as a basis for further development. Furthermore, the shortened version also makes it possible to turn on the truck. A small series of this type of container is currently being built which is then set to undergo a further field test in a real setting with cooperation between selected public waste management authorities and waste treatment facilities. A further goal of optimization is the number and position of the guard bars.

It has already been established that the newly developed type of container has a wide range of advantages, e.g. gentle transport, easy handling, space-saving storage, etc. of waste monitors and televisions, and meets the statutory requirements.

www.dr-bruening.de

volumen und einem ausreichenden Schutz der Bildschirmgeräte gefunden werden. Durch die Länge von 2,20 m lässt sich ein verhältnismäßig großes Transportvolumen realisieren. Zusätzliche Schutzstangen verhindern ein Herausfallen der Geräte. Durch Laschen an der Längs- und Querseite kann ein Gabelstapler den Behälter von allen Seiten anfahren und transportieren. Ebenfalls ist die Stapelbarkeit gewährleistet und ein optionales Blechdach ermöglicht die Einhaltung der gesetzlichen Vorschrift, dass die Behälter abgedeckt sein müssen. Diese Variante ist zum einen mit einem engmaschigen Gitterboden und zum anderen einem gesickten Blechboden (siehe Bild 3) gebaut worden. Die Praxistests ergaben, dass Kabel und Stecker immer noch durch das Raster des Gitterbodens fallen können und somit den Transport erschweren. Dies führte dazu, dass der gesickte Blechboden, der die Variante aber 18 kg schwerer macht, favorisiert wurde. Wie die Erprobung weiterhin zeigte, kann der Behälter allerdings aufgrund der 2,20 m Länge mit einem Hubwagen nicht sicher befördert werden, was damit der geforderten Praxistauglichkeit nicht entsprach. Basierend auf diesen Erkenntnissen wurde die folgende Variante konstruiert.

Variante 3: Transportgestell 1,75 m/1,50 m

Um das Handling zu verbessern, wurden die Abmaße des Behälters verkleinert und zwei neue Prototypen mit 1,75 m und 1,50 m Länge entwickelt (Bild 4). Durch die kleineren Längen hat sich die Möglichkeit der Beförderung mithilfe eines Hubwagens im Vergleich zum Vorgänger wesentlich verbessert. Im Praxistest funktionierte der Transport des 1,50 m Modells einwandfrei, während der Transport beim 1,75 m noch immer gewisse Unsicherheiten zeigte.

Aus diesem Grund und weil mit dem Maß die LKW-Ladefläche optimal ausgenutzt werden kann, wurde das 1,50 m Modell als Basis für die weitere Entwicklung festgelegt. Darüber hinaus ermöglicht die verkürzte Version auch die Drehbarkeit auf dem LKW. Zur Zeit wird gerade eine Kleinserie dieses Behältertyps gebaut, der dann einem weiteren Praxistest im realen Zusammenspiel zwischen ausgewählten öRE und Entsorgern unterzogen werden soll. Ein weiteres Optimierungsziel ist die Anzahl und die Lage der Schutzstangen.

Fest steht schon jetzt, dass der neu entwickelte Behältertyp vielerlei Vorteile wie z.B. den schonenden Transport, das leichte Handling, eine platzsparende Lagerung, usw. von Bildschirmaltgeräten besitzt und den gesetzlichen Forderungen gerecht wird.