

Anforderungen zur Entsorgung von Elektro- und Elektronik-Altgeräten – LAGA M 31

Bernhard Jehle, ZM-Elektronik Recycling GmbH

LfU-Bayern, 5.07.11, Vortrag LAGA M 31,
Bernhard Jehle

Quellen

- Quellenhinweis und Danksagung:
- Alle Fotos sind, wenn nicht anders gekennzeichnet, dem Leitfaden für die Behandlung von Elektro- und Elektronikgeräten, herausgegeben vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien entnommen. Ebenso wurden Beschreibungen der Gefahrstoffe direkt aus dieser Veröffentlichung entnommen. Der Leitfaden ist im Internet abrufbar:
- <http://umwelt.lebensministerium.at/article/articleview/30579/1/6932>
- Wir danken dem Lebensministerium für die Zusage, dass die Auszüge aus dem sehr empfehlenswerten Leitfaden im Rahmen der Fachtagung genutzt werden dürfen.
- Textstellen, die mit einer Kapitelbezeichnung versehen sind, wurden direkt dem LAGA-Papier entnommen

Inhaltsverzeichnis LAGA- Merkblatt, Teil 1

- **INHALTSÜBERSICHT**
- **ABBILDUNGSVERZEICHNIS 5**
- **TABELLENVERZEICHNIS 6**
- **ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS 7**
- **1 Veranlassung und Anwendungsbereich 10**
- **2 Erläuterungen der Begriffe dieses Merkblattes 10**
- **3 Abfallvermeidung 15**
- **4 Anforderungen an die Erfassung und den Transport von Altgeräten 16**
- **4.1 Nachweis- und Registerpflichten, Transportgenehmigung, freiwillige Rücknahme, grenzüberschreitende Verbringung 17**
- 4.1.1 Transportgenehmigung 21
- 4.1.2 Grenzüberschreitende Verbringung 21
- **4.2 Sammlung 21**
- 4.2.1 Allgemeine Anforderungen an Sammelstellen der öRE 21
- 4.2.2 Besondere Anforderungen an die Organisation, das Personal und die Dokumentation von Übergabestellen und Sammelstellen 22
- 4.2.3 Anforderungen an die Sammlung (einschließlich Zwischenlagerung und Beladung) 23
- 4.2.4 Anforderungen an die Errichtung und den Betrieb 24
- **4.3 Übergabe/Bereitstellung zur Abholung 24**
- **4.4 Anforderungen an Transport und Entladen der Sammelbehälter 27**
- **4.5 Anforderungen an Sammelstellen der Vertreiber/Hersteller 29**
- **5 Anforderungen an den Betrieb von Anlagen zur Behandlung und Lagerung von Altgeräten 31**
- **5.1 Genehmigung von Anlagen 31**
- **5.2 Anforderungen an die Organisation, das Personal und die Dokumentation 31**
- **5.3 Anforderungen an die Behandlung 34**
- **5.4 Anforderungen an den Arbeitsschutz 34**
- **6 Wiederverwendung von Altgeräten 36**
- **6.1 Prüfung der Wiederverwendung 36**
- **6.2 Grenzen der Wiederverwendung 36**

Inhaltsverzeichnis Teil 2

- **6.3 Technische Anforderungen 37**
- **6.4 Dokumentation 38**
- **7 Spezielle Anforderungen an die Behandlung 39**
- **7.1 Einleitung 39**
- 7.1.1 Anforderungen an den Betrieb von Erstbehandlungsanlagen 39
- 7.1.2 Anforderungen an die Tätigkeit eines Entsorgungsfachbetriebes 40
- 7.1.3 Ermittlung des Schadstoffpotentials von Altgeräten 40
- 7.1.4 Anforderungen an die Mindestdemontagetiefe/Schadstoffentfrachtung 41
- **7.2 Schadstoffentfrachtung nach Sammelgruppen gemäß ElektroG 43**
- 7.2.1 Zusammenhang zwischen Kategorie nach ElektroG und Sammelgruppe für Altgeräte aus privaten Haushaltungen sowie sonstigen Herkunftsbereichen 44
- 7.2.2 Behandlungstechniken entsprechend dem Stand der Technik 44
- 7.2.3 Sammelgruppe 1: Haushaltsgroßgeräte und automatische Ausgabegeräte 48
- 7.2.4 Sammelgruppe 2: Kälte- und Klimageräte, Sondergeräte 50
- 7.2.5 Sammelgruppe 3: Informations- und Telekommunikationsgeräte, Geräte der Unterhaltungselektronik 53
- 7.2.6 Sammelgruppe 4: Gasentladungslampen 55
- 7.2.7 Sammelgruppe 5: Haushaltskleingeräte, Beleuchtungskörper, elektrische und elektronische Werkzeuge, Spielzeuge, Sport- und Freizeitgeräte, Medizinprodukte, Überwachungs- und Kontrollinstrumente 56
- **8 Behandlungsverfahren/Verwertungsverfahren 60**
- **8.1 Behandlungstechniken und Verwertungsverfahren 60**
- 8.1.1 Anforderungen an die Verwertung von Kühlgeräten (Sammelgruppe 2) 60
- 8.1.1.1 Stufe I Entnahme des Kältemittels von Kühlgeräten 61
- 8.1.1.2 Stufe II Behandlung der trockengelegten Kühlgeräte 62
- 8.1.1.3 Anforderungen an die Behandlung aus anderen Rechtsbereichen 63
- 8.1.1.4 Behandlung von trockengelegten ammoniakhaltigen und sonstigen Kühlgeräten 64
- 8.1.1.5 Überwachung der Anforderungen an die Behandlung von Kühlgeräten 64
- 8.1.1.6 Export von FCKW-haltigen Geräten und Bauteilen 65
- 8.1.2 Anforderung an den Umgang mit Altgeräten, die Asbest enthalten (Sammelgruppen 1, 2, 5) 65
- 8.1.3 Anforderungen an die Behandlung von Gasentladungslampen (Sammelgruppe 4) 66

Inhaltsverzeichnis Teil 3

- **8.1.4 Anforderung an den Umgang mit Altgeräten, die feuerfeste Keramikfasern enthalten (Sammelgruppe 1) 67**
- **8.1.5 Anforderungen an den Umgang mit Altgeräten, die Mineralwolle enthalten (Sammelgruppen 1, 2) 68**
- **8.1.6 Anforderungen an den Umgang mit Bildschirmgeräten mit Bildröhren 68**
- **8.2 Anforderungen an Bauteile, Stoffe und Materialien 69**
- **8.2.1 Anforderungen an den Umgang mit Kathodenstrahlröhren/Monitore (Sammelgruppe 3) 69**
- **8.2.1.1 Bildschirmgeräte Zerlegung/Aufschluss von Kathodenstrahlröhren 69**
- **8.2.1.2 Reinigung von Beschichtungen und Bildschirmglas 71**
- **8.2.1.3 Entsorgung von Bildschirmglas 72**
- **8.2.2 Liquid Crystal Displays (Sammelgruppen 1, 3, 5) 76**
- **8.2.3 Anforderungen an den Umgang mit Plasma-Bildschirmgeräten (Sammelgruppe 3) 77**
- **8.2.4 Anforderungen an den Umgang mit Kunststoffen (Sammelgruppen 1, 2, 3, 5) 78**
- **8.2.5 Anforderungen an den Umgang mit bestückten Leiterplatten (Sammelgruppen 1, 2, 3, 4, 5) 80**
- **8.2.6 Anforderungen an die Behandlung von Abfällen aus dem Schreddern 82**
- **9 Hinweise zur Abgrenzung Abfall/Nicht-Abfall bei Altgeräten 83**
- **Anhang 1: Hinweise für Verwertung (V) und Beseitigung (B) 89**
- **Anhang 2: Technische Vorgaben für Transportsicherheitssysteme 97**
- **Anhang 3: Zertifizierung von Erstbehandlungsanlagen 99**
- **Anhang 4: Anlagen zur Behandlung, Lagerung und Umschlag von Altgeräten die unter die 4. BImSchV fallen: 107**
- **Anhang 5: Einstufung von Bauteilen und Materialien aus der Demontage von Altgeräten 109**
- **Anhang 6: Prüfliste für die Zertifizierung von Erstbehandlungsanlagen 121**

LfU-Bayern, 5.07.11, Vortrag LAGA M 31,
Bernhard Jehle

Lagerung 1



Brand eines Notebooks direkt nach der Anlieferung, Foto
ZME

Lagerung 2



No-quality Anlieferung, Foto ZME

Spezielle Anforderungen an die Behandlung (7.1)

- Ziel der Behandlung ist, dass die schadstoffhaltigen Stoffe, Zubereitungen und Bauteile abgetrennt und separiert vorliegen. Die separierten Stoffe, Zubereitungen und Bauteile sind entsprechend den Anforderungen nach § 10 Abs. 4 KrW-/AbfG der weiteren Verwertung oder Beseitigung zuzuführen.

Ermittlung des Schadstoff- potentials von Altgeräten (7.1.3)

- Altgeräte aus privaten Haushalten werden in SG entsprechend § 9 Abs. 4 ElektroG erfasst und der EBA zugeführt (s. Kapitel 4).
- Vor einer maschinellen Zerstörung/Zerkleinerung sind die Altgeräte auf solche mit in den SG anzutreffenden gefährlichen Inhaltsstoffen wie Asbest, PCB, Quecksilber, FCKW, Kathodenstrahlröhren u. s. w. zu sichten.
- Diese Altgeräte sind zu separieren und erst nach einer Schadstoffentfrachtung einer maschinellen Zerkleinerung zuzuführen. Bei anderweitigem Verfahren ist der Nachweis zu erbringen, dass die genannten schadstoffhaltigen Stoffe, Zubereitungen und Bauteile durch technische, organisatorische Maßnahmen vollständig und umweltverträglich separiert werden.

Anforderungen an die Mindestdemontagetiefe/ Schadstoffentfrachtung (7.1.4)

- Entsprechend sind mindestens
- folgende Stoffe, Zubereitungen und Bauteile aus getrennt gesammelten Altgeräten zu entfernen:
- 1.
- a) quecksilberhaltige Bauteile wie Schalter oder Lampen für Hintergrundbeleuchtung,
- b) Batterien und Akkumulatoren,
- c) Leiterplatten von Mobiltelefonen generell sowie von sonstigen Geräten, wenn die Oberfläche der Leiterplatte größer ist als 10 Quadratzentimeter,
- d) Tonerkartuschen, flüssig und pastös, und Farbtoner;
- e) Kunststoffe, die bromierte Flammschutzmittel enthalten,
- f) Asbestabfall und Bauteile, die Asbest enthalten,
- g) Kathodenstrahlröhren,
- h) FCKW, HFCKW oder HFKW, FKW, SF6 oder KW,
- i) Gasentladungslampen,
- Anforderungen zur Entsorgung von Elektro- und Elektronik-Altgeräten (Altgeräte-Merkblatt)
- 30.09.2009 Seite 42
- j) Flüssigkristallanzeigen (gegebenenfalls zusammen mit dem Gehäuse) mit einer Oberfläche von mehr als 100 cm² und hintergrundbeleuchtete Anzeigen mit Gasentladungslampen,
- k) externe elektrische Leitungen,
- l) Bauteile, die feuerfeste Keramikfasern gemäß der Richtlinie 97/69/EG der Kommission zur dreiundzwanzigsten Anpassung der Richtlinie 67/548/EWG des Rates zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften für die Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung gefährlicher Stoffe an den Technischen Fortschritt enthalten,
- m) Elektrolytkondensatoren, die bedenkliche Stoffe enthalten (Höhe > 25 mm; Durchmesser > 25 mm oder proportional ähnliches Volumen),
- n) cadmium- oder selenhaltige Fotoleitertrommeln.

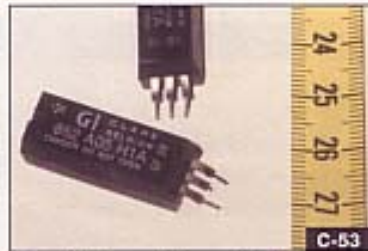
LfU-Bayern, 5.07.11, Vortrag LAGA M 31,
Bernhard Jehle



LfU-Bayern, 5.07.11, Vortrag LAGA M 31,
Bernhard Jehle



Quecksilberschalter mit Firmenbezeichnung und Positionspfeil



Quecksilberschalter mit Firmenbezeichnung und Positionspfeil

Die Bilder C-54 und C-56 zeigen einige weitere Beispiele für Bauteile, bei denen die Beschriftung auf den Gehalt an Quecksilber hinweist, Bild C-57 quecksilberhaltige Bauteile auf einer Leiterplatte und Bild C-58 einen Quecksilberschalter aus einer Kühltruhe.

Für die verlässliche Erkennung der quecksilberhaltigen Bauteile ist eine laufende Schulung des Personals erforderlich. Wertvolle Hilfsmitteln können Schautafeln sein, wie sie z.B. von der Firma SMK (Bild C-59) oder der Firma Hetzel angefertigt wurden (Schautafel „Quecksilberschalter“ Bild D-2 im Anhang).



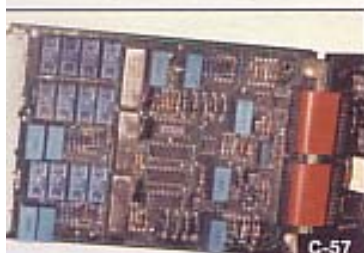
Hg-Bauteile metallummantelt



Hg-Bauteile metallummantelt



Hg-Bauteile + Aufschrift „Mercury wetted coated relay“



quecksilberhaltige Bauteile auf einer Leiterplatte



Hg-Schalter aus Kühlgerät



Schautafel Quecksilberschalter

LfU-Bayern, 5.07.11, Vortrag LAGA M 31,
Bernhard Jehle



C-45

Quecksilberschalter aus Boiler



C-46

Quecksilberschalter – Treppenlicht-
automat



C-47

Quecksilber-Zeitschalter



C-48

Quecksilber-Zeitschalter



C-49

Quecksilber-Zeitschaltuhr



C-50

Quecksilber-Wippschalter aus
Thermostat



C-51

Pumpenschwimmer

Handelt es sich um verbaute Quecksilberschalter, ist diese Identifikation schon schwieriger. Ein markantes Merkmal von Quecksilber ist, dass es **sehr schwer** ist. So können z.B. **Pumpenschwimmer**, wie in Bild C-51 dargestellt, als quecksilberhaltig erkannt werden, wenn deren Gewicht sehr hoch ist. Im Inneren des Schwimmkörpers findet sich dann ein Quecksilber-gefülltes Glasröhrchen. Das Quecksilber gibt bei einer Schwimmposition über der Waagrechten den Kontakt zur Pumpe.

LfU-Bayern, 5.07.11, Vortrag LAGA M 31,
Bernhard Jehle

Batterien und Akkumulatoren



Rundzellen und prismatische Zellen C-2



Knopfzellen C-3



Batterien – Sonderbauformen C-4

Die fachgerechte Demontage



Generell müssen Batterien und Akkumulatoren **unabhängig von deren Größe** demontiert werden. Die Vorgangsweise wurde bei den einzelnen Geräten beschrieben und lässt sich wie folgt zusammenfassen:



Rundzellen in Diktiergerät C-5



Rundzellen in Spielzeug C-6

- Rundzellenbatterien und -akkumulatoren aus dem **Batteriefach** entnehmen.



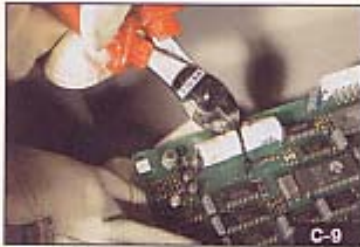
Knopfzelle in Taschenrechner C-7



Knopfzelle in Fieberthermometer C-8

- Knopfzellen aus dem **Batteriefach** entnehmen.

LfU-Bayern, 5.07.11, Vortrag LAGA M 31,
Bernhard Jehle



Pufferbatterie abtrennen



Pufferbatterie auf Leiterplatte von
Telefon

■ Pufferbatterien von **Leiterplatten** abnehmen. Dies kann durch ein Abtrennen von Befestigungselementen mittels Seitenschneider und ein Abheben der Batterie mit einer Kombizange erfolgen.

■ Akkumulatoren, die **Teil eines Gerätes** sind, abnehmen bzw. ausbauen.



Akku – Videokamera



Akku-Rückwand von Mobiltelefon



Steckakku-Werkzeug



Akku-Zahnbürste



Akku-Handstaubsauger



Akku-USV-Gerät

Die richtige Sortierung



Batterien

Primärzellen = Batterien lassen sich zunächst nach der äußeren Form sortieren. Dadurch können jedenfalls **Knopfzellen** und **sonstige Formen** getrennt werden.

LfU-Bayern, 5.07.11, Vortrag LAGA M 31,
Bernhard Jehle

Batterien und Akkumulatoren



Lithiumhaltige Knopfzellen

C-18



Ni-Cd-Knopfzellen

C-19



Ni-Cd-Knopfzelle auf einer Leiterplatte

C-20

Batterien und Akkumulatoren



Batterien und Akkumulatoren

Allgemeines



Alle Arten an Batterien und Akkumulatoren gelten in Österreich gemäß Festsetzungsverordnung 1997 als **gefährlicher Abfall** (Schlüsselnummern siehe Seite 109).

Nach deren **Aufbau** und **Funktion** sind Batterien und Akkumulatoren meist transportable Zellen, die als elektrische Stromquellen dienen. Grundsätzlich besteht jede Batterie aus einer positiven und einer negativen Elektrode und aus einem Elektrolyt. Dafür können unterschiedlichste Materialien zum Einsatz kommen.

Prinzipiell kann zwischen **Primärzellen (Batterien)** und **Sekundärzelle (Akkumulatoren)** unterschieden werden, wobei Primärzellen ihren gesamten Energieinhalt von Anfang an beinhalten und nur einmal entladen werden können. Akkumulatoren dagegen können mehrmals ge- und entladen werden.

Für einige Batteriearten ist eine Aufarbeitung möglich, für andere bleibt derzeit nur die ordnungsgemäße Entsorgung. Grundvoraussetzung für jede sinnvolle Verwertung von Altbatterien ist die Sortierung nach verschiedenen Arten und damit Inhaltsstoffen.

Vorkommen / Anwendungsbereich



Batterien finden in zahlreichen Kleingeräten für Haushalt, Unterhaltung und Büro Anwendung und Sie werden Hinweise auf Batterien unter annähernd allen angeführten Geräteuntergruppen finden.

- Einige wenige **Beispiele** sind tragbare Haushalts- und Küchengeräte wie Handstaubsauger und Akku-Mixer, Hygienegeräte wie elektrische Zahnbürsten, Rasierapparate und Fieberthermometer, Geräte der Unterhaltungselektronik wie Radios, Walkmans und Videokameras, Büro- und Kommunikationsgeräte wie Mobiltelefone und Taschenrechner, Akku-betriebene Werkzeuge wie Akkuschauber und Handrasenscheren sowie Batteriebetriebene Spielzeuge und Uhren.

Etwa **ein Drittel** aller Kleingeräte im Haushalt lässt sich mit Batterien oder Akkumulatoren betreiben. Durch den Wunsch nach Mobilität und eine größere Produktvielfalt wird die Anzahl batteriebetriebener Kleingeräte **steigen**. Diese Tendenz zeigt sich insbesondere bei der Kommunikationstechnik (vgl. Mobiltelefone) und bei Elektrowerkzeugen (vgl. Akku-Geräte) (SEDDIGH, 1996).

Batterien werden primär für die Energieversorgung tragbarer Geräte verwendet, sind jedoch auch in fernbedienbaren Geräten und als Pufferbatterien in Geräten mit Stand-by-Funktionen enthalten, in denen sie normalerweise nicht erwartet werden würden z.B. EDV-Geräte und Geräte der Unterhaltungselektronik.

LfU-Bayern, 5.07.11, Vortrag LAGA M 31,
Bernhard Jehle

Batterien und Akkumulatoren




Brand von sortierten Lithiumzellen, Foto ZME

Leiterplatten von Mobiltelefonen generell, sowie $> 10 \text{ cm}^2$

Leitfaden EAG

BAUTEILE UND FRAKTIONEN

Bestückte Leiterplatten



Allgemeines

Bestückte Leiterplatten auf denen Bauteile mit gefährlichen Inhaltsstoffen aufgesetzt oder eingebaut sind, gelten gemäß Festsetzungsverordnung 1997 als gefährlicher Abfall (SNr 35207).

Anwendungsbereich

Bestückte Leiterplatten kommen vor allem in Großrechnern, in Anlagenkomponenten der Vermittlungstechnik, in Computern, Bildschirmgeräten und Geräten der Unterhaltungselektronik sowie Büro- und Kommunikationsgeräten vor.


Auch andere Geräte, wie große und kleine Haushaltsgeräte und Geräte der Haustechnik können bestückte Leiterplatten enthalten. Insbesondere, wenn sie über eine speicherbare Programmwahl verfügen, können diese Geräte Leiterplatten mit Pufferbatterien enthalten.

Die fachgerechte Demontage


Von **bestückten Leiterplatten** müssen Bauteile wie

- Quecksilberhaltige Bauteile
- größere Elektrolytkondensatoren (Durchmesser oder Kantenlänge $> 25 \text{ mm}$)
- Batterien und Akkumulatoren
- LCD-Anzeigen


abgetrennt werden. Weiters wären enthaltene LED-Anzeigen zu berücksichtigen und zu demontieren. Die Bilder C-88 bis C-93 zeigen einige Beispiele für Bauteile auf Leiterplatten.



C-88
Leiterplatte mit quecksilberhaltigem Bauteil



C-89
Leiterplatte mit mehreren quecksilberhaltigen Bauteilen



C-90
Leiterplatte mit Batterie

146

LfU-Bayern, 5.07.11, Vortrag LAGA M 31,
Bernhard Jehle

Leiterplatten von Mobiltelefonen generell, sowie $> 10 \text{ cm}^2$



Leiterplatte mit Batterie



Leiterplatte mit LCD-Anzeigen



Leiterplatte mit LED-Anzeigen

Die fachgerechte Weiterleitung

Wird die Schadstoffentfrachtung der Leiterplatten nicht durchgeführt, müssen diese Leiterplatten an Behandlungsbetriebe weitergeleitet werden, die ein entsprechend hohes Know-How der Bauteilidentifikation aufweisen und diese Schadstoffentfrachtung durchführen.

Schadstoffentfrachtete Leiterplatten sollten an Behandlungsbetriebe weitergeleitet werden, die eine mechanische Aufarbeitung unter möglichst weit gehender Rückgewinnung der enthaltenen Metalle durchführen.

Was ist, wenn nicht getrennt erfasst?

Wenn keine fachgerechte Schadstoffentfrachtung der bestückten Leiterplatten durchgeführt wird,

- werden bei einer mechanischen Aufarbeitung die, in den Bauteilen enthaltenen, gefährlichen Inhaltsstoffe freigelegt und über die Fraktionen der mechanischen Aufarbeitung verteilt.
- Flüssige Komponenten und staubförmige Teilchen dieser gefährlichen Inhaltsstoffe reichern sich normalerweise in den abgeschiedenen Reststoff- oder Filterstaubfraktionen an und verschlechtern die Qualität dieser zu entsorgenden Reststoffe.
- Schwermetallteile können in die Metallfraktionen übergehen und die Qualität dieser Produkte und der Sekundärrohstoffprodukte verschlechtern.
- Werden nicht schadstoffentfrachtete, bestückte Leiterplatten oder Fraktionen schlechter Qualität in Schmelzbetrieben (z.B. der Kupferhütte) eingesetzt, kann es durch Quecksilber, Cadmium und andere flüchtige Schwermetalle, durch Halogene aus PCB-haltigen Teilen und aus polybromierten Flammschutzmitteln sowie durch antimonhaltigen Flammschutzmitteln der Kunststoffe zur Freisetzung flüchtiger und gasförmiger Schadstoffe kommen, die bei der direkten Verwertung von Leiterplatten in Hüttenwerken zu unzulässigen Emissionen führen können.

Insbesondere dann, wenn die jeweilige Verwertungsanlage nicht mit entsprechenden Rauchgasreinigungsanlagen ausgestattet ist, werden diese Emissionen in die Umwelt freigesetzt.

Tonerkartuschen, flüssig und pastös



Toner cartridges

Allgemeines



Gemäß Festsetzungsverordnung 1997 gelten Toner cartridges mit gefährlichen Inhaltsstoffen (SNr 57127) sowie separierte Kopiertoner und Druckfarbenreste (SNr 55509) als gefährlicher Abfall.

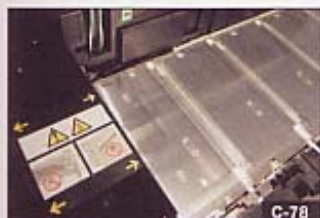
Anwendungsbereich



Toner cartridges unterschiedlicher Größe werden in:

- Kopierern
- Faxgeräten
- Druckern

eingesetzt. Es kann sich hierbei um größere kompakte Teile der Geräte handeln, in die entweder direkt Toner nachgefüllt werden kann oder die durch Spezialfirmen wiederbefüllt werden können.



Toner cartridge in Kopierer



Toner cartridge – Drucker

In den Verbund der Toner cartridges können auch **Fotoleitertrommeln** eingebaut sein – siehe Seite 141.



Tintenkartuschen in Tintenstrahldrucker

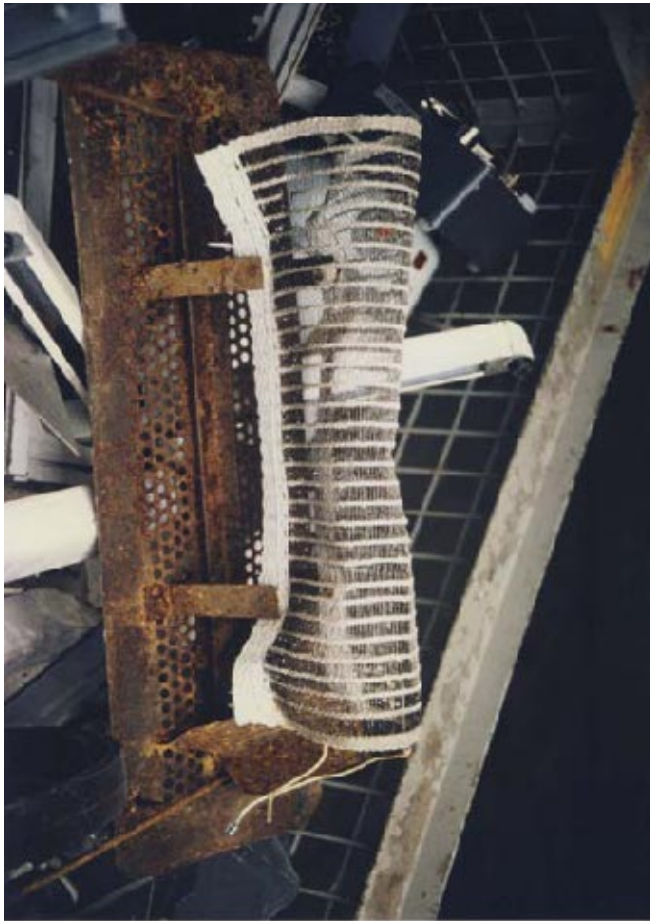
In Tintenstrahldruckern werden meist kleine Tintenkartuschen eingesetzt, die nicht wiederbefüllt werden können.

Kunststoffe, die bromierte Flammschutzmittel enthalten

- **8.2.4 Anforderungen an den Umgang mit Kunststoffen (Sammelgruppen 1, 2, 3, 5)**
- In Elektro- und Elektronikgeräten sind bis zu 60 % Kunststoffe enthalten. Kunststoffe aus
- Altgeräten können halogenierte Flammschutzmittel sowie Schwermetalle wie Cadmium, Blei, Zink
- und Antimon enthalten. Zur Gewährleistung bestimmter Sicherheitsforderungen z. B. nach VDE und
- UL- Normen werden verschiedenartige Flammschutzmittel den Kunststoffen zugesetzt, die vier Gruppen zugeordnet werden können:
- Halogenierte organische Verbindungen (z. B. PBDE),
- Anorganische Verbindungen (z. B. Antimontrioxid),
- Halogenfreie organische Phosphorverbindungen,
- Halogenierte organische Phosphorverbindungen.
- Zu den Hauptanwendungen für flammgeschützte Kunststoffe gehören Gehäuse von Fernseh- und
- IT-Geräten sowie Bauteile wie Leiterplatten, Steckverbindungen, Fassungen u. ä. Gebrauchte
- Kunststoffe aus dem Altgerätgerätebereich können darüber hinaus eine Vielzahl weiterer Additive
- enthalten:
- Anorganische Pigmente (Titanoxid, Eisenoxid, Chromgelb),
- Organische Pigmente (Phtalocyanine und Chinacridone),
- Schwermetallhaltige Additive (Cd, Cr, Pb),
- Füll- und Verstärkungsstoffe,
- Weichmacher (Phthalat- und Phosphat-Weichmacher) und
- Sonstige Additive.
- Kunststoffe können werkstofflich, rohstofflich und energetisch verwertet werden. Bei der werkstofflichen Verwertung sind neben rechtlichen Rahmenbedingungen (wie z. B. RoHS, ChemVerbotsV) verfahrenstechnische oder materialbezogene Beschränkungen zu berücksichtigen. Solche Kriterien sind:
- Kunststoffe mit Schwermetallen (wie Cadmium) und Flammschutzmitteln (wie PBDE, PBB)
- sind maßgeblich zu beachten und soweit wie möglich auszuschließen,
- Kunststoffe die aufgrund ihrer physikalischen oder chemischen Eigenschaften unter wirtschaftlich vertretbaren Gesichtspunkten aussortiert werden können,
- Kunststoffe, die aufgrund ihrer chemischen Eigenschaften eine Kunststoffverträglichkeit zu anderen Kunststoffen besitzen. Dies sind im Wesentlichen folgende Kunststoffarten:
- ABS, PC, ABS/PC-Blend, PPE/PS Blend, PS, HIPS, PMMA, SAN, PVC und PVC/ABS.

LfU-Bayern, 5.07.11, Vortrag LAGA M 31,
Bernhard Jehle

Asbestabfall und Bauteile, die Asbest enthalten



Asbesthaltige Bauteile, Fotos ZME



Kathodenstrahlröhren



Bildröhren

Allgemeines



Bildröhren, wie sie aus der Demontage von Bildschirmgeräten (Fernsehgeräte und Computerbildschirme) stammen (vgl. Bildschirmgeräte, Seite 72), müssen weiter behandelt werden. Wesentliches Ziel ist die Abtrennung der Bildschirmbeschichtung vom Schirmglas der Röhre. Wird eine stoffliche Verwertung des Glases angestrebt, müssen auch die Glasteile Schirm- und Konusglas voneinander getrennt werden, da diese unterschiedlich zusammengesetzt sind. Schirmglas enthält Barium, Konusglas enthält Blei zur Strahlenabsorption.

Die fachgerechte Behandlung



Die Bildschirmbeschichtung kann durch Absaugen, Abwaschen oder durch andere Verfahren abgetrennt werden. In Österreich bestehen mehrere Anlagen, in denen dies durch Absaugen der Bildschirmbeschichtung erfolgt. Um diesen Schritt durchführen zu können, wird zuerst der Metallspanning von der Bildröhre entfernt. Anschließend wird die Bildröhre mittels Heizdraht in die beiden Hälften Schirmglas und Konusglas aufgetrennt und die enthaltene Schattenmaske aus Metall entnommen. Anschließend wird die Bildschirmbeschichtung abgesaugt und in entsprechenden Sammelbehältnissen aufgefangen.



Bildröhre trennen



Schattenmaske



Schirmglas - Beschichtung ab-saugen



Bildschirmbeschichtung in Behälter

Bei der Behandlung der Bildröhren ist insbesondere darauf zu achten, dass kein **Staub von Bleiglas** oder **Bildschirmbeschichtungsmaterial** freigesetzt wird.

Ist die Elektronenstrahlleinheit noch in der Bildröhre enthalten, wird diese aus dem Konushals entnommen. Auf dieser Elektronenstrahlleinheit kann das so genannte Getterplättchen befestigt sein (Bild C-65). Andernfalls ist es am Konusteil angebracht (Bild C-66). Das **Getterplättchen** sollte insbesondere vor einer mechanischen Aufarbeitung der Elektronenstrahlleinheit abgetrennt und getrennt gesammelt werden (Bild C-67).

Kathodenstrahlröhren

Tabelle 8.2-2: Behandlungs- und Aufbereitungsverfahren für Bildröhren im Überblick

Varianten	Hauptmerkmale der Verfahren	Besonderheiten
Trennverfahren		
Diamantsägeverfahren	<ul style="list-style-type: none"> • Trennen der Bildröhre in Schirm- und Konusglas • Waschen mit Ultraschallreinigung • Trennverfahren vollständig gekapselt 	<ul style="list-style-type: none"> • Sortenreines Schirm- und Konusglas kann gewonnen werden • Aufwändige Technik
Lasertrennverfahren	<ul style="list-style-type: none"> • Trennen der Bildröhre in Schirm- und Konusglas • Reinigung durch Absaugen • Flexible Handhabung in der Bearbeitung unterschiedler Größen • Trennverfahren vollständig gekapselt 	<ul style="list-style-type: none"> • Sortenreines Schirm- und Konusglas kann gewonnen werden • Aufwändige Technik
Spannungsrisssverfahren	<ul style="list-style-type: none"> • Trennen der Bildröhre in Schirm- und Konusglas • Reinigung durch Absaugen und Bürsten 	<ul style="list-style-type: none"> • Sortenreines Schirm- und Konusglas kann gewonnen werden • Einfache Technik aber schwierige Handhabung • Vorbereitung sehr aufwändig
Reinigungsverfahren		
Ultraschallverfahren	<ul style="list-style-type: none"> • Waschen mit Ultraschallreinigung 	<ul style="list-style-type: none"> • i. w. Abreinigung der Leuchtschicht • Aufwändige Technik

LfU-Bayern, 5.07.11, Vortrag LAGA M 31,
Bernhard Jehle

Kathodenstrahlröhren

Bewertung der Entsorgungswege (Verwertungs- bzw. Beseitigungsverfahren)
Tabelle 8.2-4: Bewertung der Verwertungsverfahren

Verwertungsverfahren	Absatzweg	Materialfraktion	Einstufung/Bewertung
Bildröhrenproduktion	<ul style="list-style-type: none"> • Konusglasherstellung • Schirmglasproduktion 	<ul style="list-style-type: none"> • Konusglas • Gereinigtes Schirmglas • Mischglas 	<ul style="list-style-type: none"> • vorrangig empfohlen • vorrangig empfohlen • möglich
Bleihütte	<ul style="list-style-type: none"> • Schlackenbildner 	<ul style="list-style-type: none"> • Konusglas • Monochromröhrenglas • Mischglas 	<ul style="list-style-type: none"> • Empfohlen • vorrangig empfohlen • möglich
Behälterglasindustrie	<ul style="list-style-type: none"> • Hohlglasprodukte 	<ul style="list-style-type: none"> • alle Bildröhrenglasfraktionen 	<ul style="list-style-type: none"> • zu vermeiden
Flachglasindustrie	<ul style="list-style-type: none"> • Technische Gläser 	<ul style="list-style-type: none"> • gereinigtes Schirmglas 	<ul style="list-style-type: none"> • möglich, Einzelfallprüfung
Mineralfaserindustrie	<ul style="list-style-type: none"> • Mineralfaserprodukte 	<ul style="list-style-type: none"> • gereinigtes Schirmglas 	<ul style="list-style-type: none"> • möglich, Einzelfallprüfung
Textilfaserindustrie	<ul style="list-style-type: none"> • Textilfaserprodukte 	<ul style="list-style-type: none"> • gereinigtes Schirmglas 	<ul style="list-style-type: none"> • möglich, Einzelfallprüfung
Keramikindustrie	<ul style="list-style-type: none"> • Keramikprodukte 	<ul style="list-style-type: none"> • gereinigtes Schirmglas 	<ul style="list-style-type: none"> • möglich, Einzelfallprüfung
Strahlmittel	<ul style="list-style-type: none"> • Strahlmittel 	<ul style="list-style-type: none"> • gereinigtes Schirmglas 	<ul style="list-style-type: none"> • möglich, Einzelfallprüfung
Baustoffindustrie	<ul style="list-style-type: none"> • Straßen-/Wegebau 	<ul style="list-style-type: none"> • gereinigtes Schirmglas 	<ul style="list-style-type: none"> • möglich, Einzelfallprüfung nach länderspezifischen Regelungen (M20)
Versatz unter Tage	<ul style="list-style-type: none"> • Versatzmaterial 	<ul style="list-style-type: none"> • Schirmglas • Konusglas 	<ul style="list-style-type: none"> • möglich <p>Bleigehalt > 1000 mg/kg; Zinkgehalt oberhalb 1500 mg/kg oberhalb Grenzwert VersatzV, Einsatz nur in trockenen Salzgesteinsformationen möglich, die über Langzeitsicherheitsnachweis verfügen.</p>

FCKW, HFCKW, oder HFKW, FKW, SF6 oder KW

- 8.1.1.1 Stufe 1 Entnahme des Kältemittels von Kühlgeräten
- 8.1.1.2 Stufe 2 Behandlung der trockengelegten Geräte
- **Zusammenfassend: Bei der Behandlung FCKW- und KW-haltiger Kühlgeräte* nach TA Luft**
- **und anderen Bestimmungen sind neben anderen folgende Anforderungen zu beachten:**
- Restgehalt Gesamthalogen im Kältemaschinenöl: $\leq 0,2$ Gew.-% **
- Emissionen an FCKW im Abgas+ (Massestrom) $\leq 10\text{g/h}$ *****
- Maximale Abluftkonzentration FCKW+(Massenkonz.) $\leq 20\text{mg/m}^3$ ***
- Organische Stoffe im Abgas, ausgenommen
- staubförmige Stoffe dürfen den Massenstrom $0,50\text{ kg/h}$ oder ***
- die Massenkonzentration $0,50\text{mg/m}^3$ ***
- jeweils angegeben als Gesamtkohlenstoff nicht überschreiten
- Bei energetischer Verwertung:
- Restanhaftungen Isoliermaterial an Metallen $\leq 0,5$ Gew.-%
- Restanhaftungen Isoliermaterial an Kunststoffen $\leq 0,5$ Gew.-%
- Bei stofflicher Verwertung:
- Restanhaftungen PUR im Schaumstoff $\leq 0,2$ Gew.-%
- Begrenzung von AOX im Abwasser der Anlage ****

- **Anmerkung zu *:**
- Und sonstige in der EU-VO 2037 / 2000 geregelten Stoffen
- **Anmerkung zu ****
- **Ermittlung der FCKW - Restgehalte im Kältemaschinenöl**
- Die Messung des FCKW-Restgehaltes im Kältemaschinenöl hat nach DIN 51727 in Verbindung mit EN ISO 10304 - 1 stattzufinden. Das Ergebnis ist in Gramm FCKW pro kg Kältemaschinenöl und in Gew.-% FCKW im Kältemaschinenöl festzuhalten. Der Gesamthalogengehalt im Kältemaschinenöl ist gemäß dem in der Altöl VO festgelegten Verfahren zu ermitteln.
- **Anmerkung zu *****
- Kontinuierliche Messung nach TA Luft vorgeschrieben.
- **Anmerkung zu ******
- Das bei der Behandlung anfallende Wasser hat den Anforderungen entsprechend Anhang 27 zur Abwasserverordnung (AbwV) sowie der (Anlagenverordnung wassergefährdende Stoffe – (VAwS) der Länder zu entsprechen.
- **Anmerkung zu +**
- Betrifft FCKW im Abgas der FCKW-Rückgewinnung nach TA Luft 5.4.8.10.3/5.4.8.11.3.
- **Anmerkung zu *******
- Die Möglichkeiten, die Emissionen durch dem Stand der Technik entsprechende Maßnahmen weiter zu vermindern, sind auszuschöpfen.

Gasentladungslampen



Leuchtstoffröhren

Allgemeines



Leuchtstoffröhren unterliegen wie andere Leuchtstofflampen und Mischlichtlampen, Quecksilber- und Natriumdampflampen etc. der **Lampenverordnung** (BGBI. 1992/144) und damit einer Pfandregelung, einer Rücknahmeverpflichtung und gewissen Verkehrsbeschränkungen.

Gemäß Festsetzungsverordnung 1997 gelten sie unter der Schlüsselnummer 35339 Gasentladungslampen (z.B. Leuchtstofflampen, Leuchtstoffröhren) als **gefährlicher Abfall**.

Zur Frage der fachgerechte Sammlung und Behandlung von Leuchtstoffröhren wird derzeit vom Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie ein Behandlungsgrundsatz ausgearbeitet.

Vorkommen / Anwendungsbereich



Leuchtstoffröhren werden vor allem in **Leuchtbalken** für die Beleuchtung von Räumen eingesetzt. Sie werden jedoch auch eingesetzt in



Leuchtstofflampen

- Küchengeräten wie Dunstabzugshauben
- Büro- und EDV-Peripheriegeräten wie großen und kleineren Kopierern, Faxgeräten, Scannern und Lichtpausegeräten, Laserdruckern
- Hygienegeräten wie Solarien, Höhensonnen

Neben Leuchtstoffröhren werden für Beleuchtungszwecke auch runde bzw. anders geformte Leuchtstofflampen und so genannte Energiesparlampen eingesetzt.

Die fachgerechte Demontage



Die Leuchtstoffröhren und -lampen sind vorsichtig aus deren Verankerung zu entnehmen bzw. aus den Elektroaltgeräten auszubauen. Dies ist insbesondere bei Leuchtbalken leicht durchzuführen, da ein Austausch durch den Konsumenten vorgesehen ist. Die Büro- und EDV-Peripheriegeräte sind hierfür zu zerlegen.

LfU-Bayern, 5.07.11, Vortrag LAGA M 31,
Bernhard Jehle

Flüssigkristallanzeigen



LCD-Panel von einem Monitor, Foto ZME

Flüssigkristallanzeigen

- **8.2.2 Liquid Crystal Displays (Sammelgruppen 1, 3, 5)**
- Liquid Crystals (LC) werden in sogenannten Liquid Crystal Displays (LCD) eingesetzt.
- Flüssigkristalle für LCD befinden sich in Notebooks und PC-Monitoren, LCD-Fernsehern,
- Mobiltelefonen, Uhren, Unterhaltungselektronik, Digitalkameras, Camcordern, Navigationssystemen etc.

- Kommerzielle Flüssigkristallmischungen sind nach umfangreichen Toxizitätstests des weltgrößten Herstellers von Flüssigkristallen aus dem Jahre 1998²⁰
- nicht akut toxisch,
- nicht mutagen in Bakterien und Säugerzellen,
- nicht schädlich für aquatische Organismen und
- stehen nicht im Verdacht krebserzeugend zu sein.
- Die hierfür verwendeten Flüssigkristalle werden in der Wassergefährdungsklasse zwei eingestuft und sind nicht leicht biologisch abbaubar.
- Basierend auf den Untersuchungsergebnissen über die Ökotoxikologie von Flüssigkristallen kann davon ausgegangen werden, dass besondere Anforderungen an die Entsorgung von LCD auf Grund des Anteils an Flüssigkristallen nicht zu stellen sind.
- Flüssigkristalle benötigen zum Funktionieren stets eine Hintergrundbeleuchtung, da sie selbst nicht leuchten. Hierfür werden in Monitore und Bildschirmgeräten in der Regel Gasentladungslampen verwendet. Aus produktionstechnischen Gründen werden Flüssigkristallanzeigen einschließlich Hintergrundbeleuchtung, Elektronik, diverse Filterfolien, Rahmen, in den genannten Elektro- und Elektronikgeräten als sog. LCD-Module eingebaut. Je nach Gerät liegt der LCD-Modul-Anteil bei > 30 %. Der Schwerpunkt der Entsorgung von LCD-Flachbildschirmen liegt auf der ordnungsgemäßen Behandlung, d. h. dem Ausbau der Hg-haltigen Leuchtstoffröhren aus den Displays. Diese können hier bis zu 24 Leuchtstoffröhren in Monitoren enthalten. Dafür muss ein
- 20 <http://www.merck.de/de/unternehmen/verantwortung/produkte/chemie/fluessigkristalle.html>
- Ausbau des kompletten Moduls erfolgen. Die Hintergrundbeleuchtung ist vom Modul zu trennen und ordnungsgemäß zu entsorgen. LCD können nach der Schadstoffentfrachtung in Metallhütten energetisch und stofflich verwertet werden.

LfU-Bayern, 5.07.11, Vortrag LAGA M 31,
Bernhard Jehle

Problematik der Hintergrundbeleuchtung LCD



LCD-Hintergrundbeleuchtung, Foto ENE, Wiesbaden

Externe elektrische Leitungen

- Demontage zur Verbesserung der Entnahmemöglichkeit aus dem Container
 - Reduzierung der PVC-Fracht in der Kunststoffmischfraktion
 - Verbesserung der maschinellen Aufschließbarkeit von Geräten
-
- **Bauteile die feuerfeste Keramikfasern enthalten**

Elektrolytkondensatoren



PCB-haltige Kondensatoren mit Kennzeichnung Clophen

PCB-haltige Kondensatoren sind zum Teil aufgrund ihrer **Kennzeichnung** z.B. Clophen zu erkennen.

Weiters sind Kondensatoren aus Leuchtstofflampen bzw. Leuchtbalken relativ leicht am Kapazitätswert von 5,9 mF für 40 oder 60 Watt Lampen zu erkennen

Die fachgerechte Demontage



Wie schon erwähnt, müssen **alle PCB-haltigen Kondensatoren** und **Elektrolytkondensatoren** mit einem Durchmesser oder einer Kantenlänge von **> 25 mm** demontiert werden. Die Vorgangsweise wurde bei den einzelnen Geräten beschrieben und lässt sich wie folgt zusammenfassen:



Ausschrauben eines Kondensators aus der Befestigung



Abheben von Kondensator

- Ausschrauben der Kondensatoren aus der Verankerung oder der Befestigungsschelle, Abheben von Kondensatoren von Leiterplatten und anschließendes Abziehen oder Abtrennen der Kabeln vom Kondensator.



Abziehen der Kabeln vom Kondensator



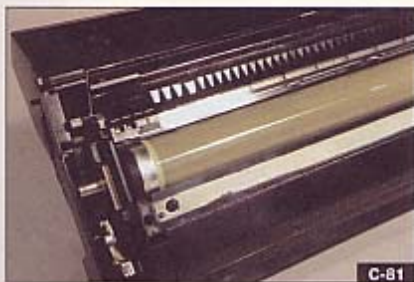
Abtrennen der Kabeln mittels Seitenschneider

Die richtige Sammlung



PCB-haltige Kondensatoren sollten in säurefesten Sammelbehältern (z.B. säurefeste Kunststoff-Fässer, Metallfässer) gesammelt und gelagert werden. Beobachtungen während umfangreicher Untersuchungen zum PCB-Gehalt von Kondensatoren haben gezeigt, dass PCB-haltigen Tränkmittel aus beschädigten Kondensatoren die verwendeten einfachen Kunststoffgefäße schon nach einem Jahr undicht werden ließen. Dies wurde auf die Aggressivität der PCB-haltigen Flüssigkeiten zurückgeführt (vgl. BARGHOORN, 1988).

Cadmium- oder selenhaltige Fotoleitertrommeln



Fotoleitertrommeln

Allgemeines



Fotoleitertrommeln werden entweder im Verbund mit Toner-cartridges (siehe Seite 139) eingesetzt oder stellen einen eigenen Bauteil dar.

Welche Inhaltsstoffe?



Bei den verwendeten Fotoleitertrommeln handelt es sich meist um unproblematische OPC-Trommeln (organic photo conductor), die an der färbigen Oberfläche zu erkennen sind (siehe Bild C-81 und Bild C-83). In neuen Hochleistungsdruckern werden zum Teil Fotoleitertrommeln auf Basis von amorphen Silicium eingesetzt. Diese haben ein gräulich-blaues, metallisches Aussehen, die Beschichtung ist hart und kratzfest.

In älteren Kopier- oder Fax-Hochleistungsgeräten können jedoch Fotoleitertrommeln enthalten sein, die mit Cadmiumsulfid oder Selen beschichtet sind.

- Cadmiumsulfid-beschichtete Fotoleitertrommeln sind an deren gelben Färbung zu erkennen.
- Selen-beschichtete Fotoleitertrommeln können charakterisiert werden durch die silber-grau glänzende Oberfläche, einen größeren Durchmesser und eine zur Stirnseite geöffnete Walzenform.

Obwohl Selen ein essentielles Spurenelement für den Menschen ist, wirken erhöhte Dosen von Selen und seinen Verbindungen toxisch und es wird über akute und chronische Vergiftungen berichtet (BLUM, 1996). Cadmium ist ein Schwermetall, das toxisch ist und als krebserzeugend gilt.



Selentrommel

Die richtige Sammlung



Werden OPC-Trommeln demontiert, können diese in einfachen Behältnissen gelagert werden. Selentrommeln sollten möglichst dunkel gelagert werden (z.B. verschließbare Fässer, da die Selen-schicht bei längerer Lichteinwirkung abzublättern beginnt).



Sammlung von OPC-Fotoleitertrommeln

LfU-Bayern, 5.07.11, Vortrag LAGA M 31,
Bernhard Jehle

Cadmium- oder selenhaltige Fotoleitertrommeln



Cadmium-haltige Trommel, Foto ZME

LfU-Bayern, 5.07.11, Vortrag LAGA M 31,
Bernhard Jehle

Bauteile, die radioaktive Stoffe enthalten



Kondensatoren, die PCB enthalten



LfU-Bayern, 5.07.11, Vortrag LAGA M 31,
Bernhard Jehle

Kathodenstrahlröhren: Entfernung der fluoreszierenden Beschichtung



Bildröhren

Allgemeines



Bildröhren, wie sie aus der Demontage von Bildschirmgeräten (Fernsehgeräte und Computerbildschirme) stammen (vgl. Bildschirmgeräte, Seite 72), müssen weiter behandelt werden. Wesentliches Ziel ist die Abtrennung der Bildschirmbeschichtung vom Schirmglas der Röhre. Wird eine stoffliche Verwertung des Glases angestrebt, müssen auch die Glasteile Schirm- und Konusglas voneinander getrennt werden, da diese unterschiedlich zusammengesetzt sind. Schirmglas enthält Barium, Konusglas enthält Blei zur Strahlenabsorption.

Die fachgerechte Behandlung



Die Bildschirmbeschichtung kann durch Absaugen, Abwaschen oder durch andere Verfahren abgetrennt werden. In Österreich bestehen mehrere Anlagen, in denen dies durch Absaugen der Bildschirmbeschichtung erfolgt. Um diesen Schritt durchführen zu können, wird zuerst der Metallspannung von der Bildröhre entfernt. Anschließend wird die Bildröhre mittels Heizdraht in die beiden Hälften Schirmglas und Konusglas aufgetrennt und die enthaltene Schattenmaske aus Metall entnommen. Anschließend wird die Bildschirmbeschichtung abgesaugt und in entsprechenden Sammelbehältnissen aufgefangen.



Bildröhre trennen



Schattenmaske



Schirmglas – Beschichtung absaugen



Bildschirmbeschichtung in Behälter

Bei der Behandlung der Bildröhren ist insbesondere darauf zu achten, dass kein **Staub von Bleiglas** oder **Bildschirmbeschichtungsmaterial** freigesetzt wird.

Ist die Elektronenstrahlleinheit noch in der Bildröhre enthalten, wird diese aus dem Konushals entnommen. Auf dieser Elektronenstrahlleinheit kann das so genannte **Getterplättchen** befestigt sein (Bild C-65). Andernfalls ist es am Konusteil angebracht (Bild C-66). Das **Getterplättchen** sollte insbesondere vor einer mechanischen Aufarbeitung der Elektronenstrahlleinheit abgetrennt und getrennt gesammelt werden (Bild C-67).

weitere Anforderungen an die Mindestdemontagetiefe

- Bei der Aufbereitung von Lampen zur Verwertung ist für Altglas ein Quecksilber-Gehalt von höchstens 5 Milligramm je Kilogramm Altglas einzuhalten.
- Bildröhren sind im Rahmen der Behandlung vorrangig in Schirm- und Konusglas zu trennen.
- Gasentladungslampen sind ausreichend gegen Bruch gesichert zu lagern und zu transportieren.
- Über den Anhang III des ElektroG hinaus sind unter Berücksichtigung sicherheitstechnischer, arbeitsmedizinischer und arbeitshygienischer Gründe weitere Maßnahmen zur Verbesserung der stofflichen Verwertung sinnvoll, wie z. B.:
- Entfernung von Holzgehäusen und -rückwänden von Radio- und Fernsehgeräten,
- Ausbau ölhaltiger Fettfilter vor der mechanischen Aufbereitung,
- Entnahme von Staubbeuteln aus Staubsaugern,
- Entnahme von Mineralwolle vorzunehmen.

Präzisierung der Behandlung in folgenden Kapiteln:

- 7.2.2 Behandlungstechniken entsprechend dem Stand der Technik
- Die Behandlung von Altgeräten erfolgt durch eine manuelle Demontage oder durch eine automatisierte Behandlung. Ziele der Behandlung sind die Schadstoffentfrachtung entsprechend Anhang III ElektroG und die Erzeugung von vermarktungsfähigen Stoffströmen, wobei die jeweiligen Verwertungsquoten zu gewährleisten sind. Diese Ziele sind durch eine Kombination aus manuellen und maschinellen Verfahrenstechniken zu erreichen. **Es ist sicherzustellen, dass schadstoffhaltige Bauteile, Stoffe, bei der Behandlung bzw. beim Aufschluss nicht zerstört werden und Schadstoffe nicht in die zu verwertenden Materialströme eingetragen werden.**

Präzisierung der Behandlung in folgenden Kapiteln

- Aufgabe von Altgeräten auf Förderbänder
- In Behandlungsanlagen ankommende Altgeräte, insbesondere Elektrokleingeräte, werden i. d. R. grob vorsortiert auf Förderbänder aufgegeben. Bei diesen Arbeitsgängen sind die
- Arbeitsschutzbestimmungen⁸ zu berücksichtigen. Bei heterogenen SG wie z. B. den SG 3 und 5 kann es vorkommen, dass durch beschädigte Altgeräte z. B. Asbestfasern, Säuren, Blei und Quecksilber austreten können. Hierfür sind geeignete Schutzmaßnahmen für die Mitarbeiter – z. B. Luftabsaugung, Schutzkleidung oder Separierungsmöglichkeiten für diese Abfälle vorzusehen.
- **Manuelle Demontage**
- Bei der manuellen Demontage werden die Altgeräte an dafür eingerichteten Arbeitsplätzen mit geeigneten Werkzeugen händisch bzw. teilmechanisiert unter Beachtung der Arbeitsschutzbestimmungen⁹, demontiert. Die Geräte werden geöffnet, Stoffe, Zubereitungen und Bauteile werden entnommen und separiert. Eine weitere Behandlung von trockengelegten Kühlgeräten kann **ausschließlich in dafür geeigneten Anlagen erfolgen.**
- **Maschinelle Verfahren**
- Die automatisierte Behandlung von bestimmten Altgeräten kann mit verschiedenen
- Verfahrenstechniken, wie Rotorscheren mit 2 Rotoren, Schredder, Querstromzerspaner, Prallmühle, doppelrotorige Hammermühle, Schneidmühle, erfolgen. Aus den so behandelten Altgeräten werden Materialien, Schadstoffe und Bauteile in Abhängigkeit der nachgeschalteten Verwertungsverfahren und -wege erzeugt.
- **Unter Berücksichtigung der Anforderungen nach dem ElektroG und der bekannten, vorgenannten Verfahrenstechniken ist aus gegenwärtiger Sicht eine manuelle Demontage mindestens folgender Geräte, Stoffe, Bauteile erforderlich:** siehe Anhang

LfU-Bayern, 5.07.11, Vortrag LAGA M 31,
Bernhard Jehle

Tabelle 7.2-2: Übersicht über Stoffe, Zubereitungen und Bauteile, die aus getrennt erfassten Altgeräten zu entfernen sind und deren Vorkommen in den einzelnen SG

Stoffe/Zubereitungen/ Bauteile	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5	Gruppe 5	Gruppe 5	Gruppe 5
	HGG* AAG*	KG* SG*	ITK* UE*	BSG*	GEL*	HKG*	EEW*	SZ* SFG*	Sonstige Geräte*
Quecksilberhaltige Bauteile	X	X	X			X		X	X
Akkumulatoren und Batterien	X		X	X	X	X	X	X	X
Leiterplatten > 10cm ²	X		X	X	X	X	X	X	X
Tonerkartuschen, flüssig, pastös, Farbtoner			X						X
Asbestabfall und Bauteile die Asbest enthalten	X	X				X	X		
Kathodenstrahlröhren	X		X	X		X		X	X
Kunststoffe mit bromierten Flammschutzmitteln ()	X		X	X	X	X	X	X	X
Chrom-VI-haltige Ammoniak-Lösung		X							
FCKW, H-FCKW, H- FKW, FKW, KW		X				X			
Kompressoren		X							
PUR-Schaum		X							
Gasentladungslampen	X		X		X			X	X
Flüssigkristallanzeigen > 100 cm ²	X		X	X	X	X	X	X	X
Externe elektrische Leitungen (Kabel)	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Bauteile, die feuerfeste Keramikfasern enthalten	X								X
Elektrolytkondensatoren, die bedenkliche Stoffe enthalten, Höhe > 25 mm, Durchmesser > 25 mm	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PCB-Kondensatoren	X	X	X		X	X	X		X
Bauteile mit radioaktiven Stoffen						X			
Flüssigkeiten	X	X				X			
Selenhaltige und cadmiumhaltige Fotoleitertrommeln			X						
Bauteile mit radioaktiven Stoffen									X
Holzgehäuse, behandelt				X					
Staubbeutel	X					X			
Fritierfett/Öle						X			
Mineralwolle	X	X							

Behandlungsverfahren

- **8** **Behandlungsverfahren/Verwertungsverfahren** **60**
- **8.1** **Behandlungstechniken und Verwertungsverfahren** **60**
- 8.1.1 Anforderungen an die Verwertung von Kühlgeräten (Sammelgruppe 2) 60
- 8.1.1.1 Stufe I Entnahme des Kältemittels von Kühlgeräten 61
- 8.1.1.2 Stufe II Behandlung der trockengelegten Kühlgeräte 62
- 8.1.1.3 Anforderungen an die Behandlung aus anderen Rechtsbereichen 63
- 8.1.1.4 Behandlung von trockengelegten ammoniakhaltigen und sonstigen Kühlgeräten 64
- 8.1.1.5 Überwachung der Anforderungen an die Behandlung von Kühlgeräten 64
- 8.1.1.6 Export von FCKW-haltigen Geräten und Bauteilen 65
- 8.1.2 Anforderung an den Umgang mit Altgeräten, die Asbest enthalten (Sammelgruppen 1, 2, 5) 65
- 8.1.3 Anforderungen an die Behandlung von Gasentladungslampen (Sammelgruppe 4) 66
- 8.1.4 Anforderung an den Umgang mit Altgeräten, die feuerfeste Keramikfasern enthalten (Sammelgruppe 1) 67
- 8.1.5 Anforderungen an den Umgang mit Altgeräten, die Mineralwolle enthalten (Sammelgruppen 1, 2) 68
- 8.1.6 Anforderungen an den Umgang mit Bildschirmgeräten mit Bildröhren 68
- **8.2** **Anforderungen an Bauteile, Stoffe und Materialien** **69**
- 8.2.1 Anforderungen an den Umgang mit Kathodenstrahlröhren/Monitore (Sammelgruppe 3) 69
- 8.2.1.1 Bildschirmgeräte Zerlegung/Aufschluss von Kathodenstrahlröhren 69
- 8.2.1.2 Reinigung von Beschichtungen und Bildschirmglas 71
- 8.2.1.3 Entsorgung von Bildschirmglas 72
- 8.2.2 Liquid Crystal Displays (Sammelgruppen 1, 3, 5) 76
- 8.2.3 Anforderungen an den Umgang mit Plasma-Bildschirmgeräten (Sammelgruppe 3) 77
- 8.2.4 Anforderungen an den Umgang mit Kunststoffen (Sammelgruppen 1, 2, 3, 5) 78
- 8.2.5 Anforderungen an den Umgang mit bestückten Leiterplatten (Sammelgruppen 1, 2, 3, 4, 5) 80
- 8.2.6 Anforderungen an die Behandlung von Abfällen aus dem Schreddern 80

Zusammenfassung

- LAGA M31 ist die aktuellste Zusammenfassung hinsichtlich Behandlung und Verwertung in Deutschland
- Die Rechtsverbindlichkeit sollte durchgängig in allen Bundesländern sein
- Die dynamische Fortschreibung des Papiers ist zwingend erforderlich (wer, welche Institution, welche Experten), besonders auf Hinblick aktueller Problematiken:
 - a. LCD-Technologie mit Hg-Hintergrundbeleuchtungen,
 - b. seltene Industriemetalle
 - c. Verwendung von Bildröhrenglas nach der Schließung der Glasfabriken

LfU-Bayern, 5.07.11, Vortrag LAGA M 31,
Bernhard Jehle



- Fragen, Anmerkungen, Kritik?!
- Bernhard Jehle
- Geschäftsführer ZM-Elektronik Recycling GmbH
- Auf dem Langen Furt 17
- 35452 Heuchelheim
- E-Mail: info@zme-recycling.de
- WWW. ZME-recycling.de