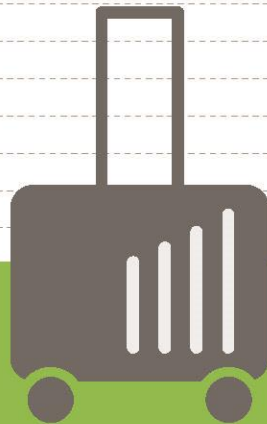


# Elektroaltgeräte und Altbatterien – Schulkoffer

Beiheft zum Schulfilm



---

## IMPRESSUM

---

Herausgeber:

Elektroaltgeräte Koordinierungsstelle Austria GmbH, Mariahilfer Straße 84, 1070 Wien

Das vorliegende Beiheft zum Schulfilm wurde im Auftrag der Elektroaltgeräte Koordinierungsstelle Austria GmbH in Zusammenarbeit mit der FHA – Gesellschaft für chemische-technische Analytik GmbH, Hießgasse 4/3, 1030 Wien, erstellt.

Neuaufgabe 2024

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Verwertung Elektroaltgeräte und Altbatterien gesamt</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Elektrogroßgeräte</b>	<b>8</b>
3.1	Allgemeines – Elektrogroßgeräte	8
3.2	Wiedergewinnung von Rohstoffen – Elektrogroßgeräte	8
3.3	Schadstoffentfrachtung – Elektrogroßgeräte	9
<b>4</b>	<b>Nachtspeicheröfen</b>	<b>10</b>
4.1	Vom Wundermittel zur Gesundheitsgefährdung	10
4.2	Asbesthaltig oder nicht?	10
4.3	Entsorgung der Nachtspeicheröfen	11
<b>5</b>	<b>Photovoltaikmodule (PV-Module)</b>	<b>12</b>
5.1	Allgemeines – Photovoltaikmodule	12
5.2	Wiedergewinnung von Rohstoffen – Photovoltaikmodule	12
<b>6</b>	<b>Kühl- und Gefriergeräte</b>	<b>14</b>
6.1	Allgemeines – Kühl- und Gefriergeräte	14
6.2	Wiedergewinnung von Rohstoffen – Kühl- und Gefriergeräte	14
6.3	Schadstoffentfrachtung – Kühl- und Gefriergeräte	15
<b>7</b>	<b>Bildschirmgeräte</b>	<b>17</b>
7.1	Allgemeines – Bildschirmgeräte	17
7.2	Wiedergewinnung von Rohstoffen – Bildröhrengeräte	17
7.3	Wiedergewinnung von Rohstoffen – Flachbildschirme	19
7.4	Schadstoffentfrachtung und Demontage – Bildröhrengeräte	20
7.5	Schadstoffentfrachtung und Behandlung – Flachbildschirme	20
<b>8</b>	<b>Elektrokleingeräte</b>	<b>21</b>
8.1	Allgemeines – Elektrokleingeräte	21
8.2	Wiedergewinnung von Rohstoffen – Elektrokleingeräte	21
8.3	Schadstoffentfrachtung – Elektrokleingeräte	22

<b>9</b>	<b>E-Zigaretten/Vapes</b>	<b>23</b>
9.1	Allgemeines – E-Zigaretten/Vapes	23
9.2	Wiedergewinnung von Rohstoffen – E-Zigaretten	23
<b>10</b>	<b>Gasentladungslampen</b>	<b>25</b>
10.1	Allgemeines – Gasentladungslampen	25
10.2	Wiedergewinnung von Rohstoffen – Gasentladungslampen	25
<b>11</b>	<b>Batterierecycling</b>	<b>27</b>
11.1	Allgemeines – Batterierecycling	27
11.2	Behandlung von Gerätebatterien	27
11.3	Behandlung von Fahrzeugbatterien	29
<b>12</b>	<b>Wiedergewinnung Eisen-Metalle</b>	<b>31</b>
12.1	Herkunft der recycelten Eisen-Metalle	31
12.2	Recyclingprozesse Eisen-Metalle	32
<b>13</b>	<b>Wiedergewinnung Nichteisen-Metalle</b>	<b>33</b>
13.1	Herkunft der recycelten Nichteisen-Metalle	33
13.2	Recyclingprozesse Nichteisen-Metalle	33
<b>14</b>	<b>Wiedergewinnung Glasfraktion</b>	<b>35</b>
14.1	Herkunft der recycelten Glasfraktion	35
14.2	Recyclingprozesse Glasfraktion	36
<b>15</b>	<b>Wiedergewinnung Kunststoffe</b>	<b>37</b>
15.1	Herkunft der recycelten Kunststoffe	37
15.2	Recyclingprozesse Kunststoffe	38
<b>16</b>	<b>Wiedergewinnung PUR-Pulver</b>	<b>39</b>
<b>17</b>	<b>Wiedergewinnung Schwefelsäure</b>	<b>40</b>
<b>18</b>	<b>Gefährliche Bauteile und Substanzen</b>	<b>41</b>
18.1	Gefährdungspotenzial Elektrogroß- und Kleingeräte	41
18.2	Gefährdungspotenzial Kühl- und Gefriergeräte	41
18.3	Gefährdungspotenzial Bildschirmgeräte	42
18.4	Gefährdungspotenzial Gasentladungslampen	43
18.5	Gefährdungspotenzial Batterien	43

# 1 Einleitung

Im Rahmen dieser Unterlage sollen die Grundlagen des Recyclings von Elektroaltgeräten (EAG) und von Batterien in Österreich dargestellt werden. Die Sammlung von EAG erfolgt gesondert nach folgenden fünf Sammel- und Behandlungskategorien:

- Elektrogroßgeräte (inkl. Photovoltaikmodule),
- Elektrokleingeräte (inkl. E-Zigaretten/Vapes),
- Kühl- und Gefriergeräte,
- Bildschirmgeräte und
- Gasentladungslampen.

Diese Unterscheidung wird gemacht um optimale Bedingungen für Lagerung, Transport und Behandlung der Geräte zu gewährleisten. An Sammelstellen und Übernahmestellen gibt es meist zu den jeweiligen Sammel- und Behandlungskategorien weitere Unterkategorien.

Batterien werden als eigene Fraktion gesammelt und verwertet. Grundsätzlich unterscheidet man drei Arten von Batterien:

- Gerätebatterien,
- Fahrzeugbatterien und
- Industriebatterien.

Sowohl Elektroaltgeräte als auch Altbatterien jeglicher Art sollten niemals beschädigt werden, um den Austritt gefährlicher Bestandteile, die Freisetzung gefährlicher Stoffe oder eine Brandgefahr zu verhindern.

Der Fokus bei der Themenbehandlung der einzelnen Kategorien liegt auf:

- der Wiedergewinnung von Rohstoffen,
- der Schadstoffentfrachtung und
- dem Gefährdungspotenzial im Restmüll.

## 2 Verwertung Elektroaltgeräte und Altbatterien gesamt

Insgesamt werden in Österreich pro Jahr Elektroaltgeräte mit einer Masse von rund 136.850 Tonnen, Geräte-Batterien mit einer Masse von rund 2.854 Tonnen und Fahrzeugbatterien (Blei-Starterbatterien) mit einer Masse von 14.407 Tonnen, insgesamt rund 154.112 Tonnen, gesammelt (Datenbasis sind die Meldungen über die Verwertung laut EAG-VO und BATT-VO des Jahres 2022). Durch diese sortenreine Sammlung von Elektroaltgeräten in den fünf Sammel- und Behandlungskategorien und die Sammlung von Geräte- und Fahrzeugbatterien können aus Elektroaltgeräten und Batterien wertvolle Rohstoffe zurückgewonnen werden. Die Verwertung alter Geräte und Batterien ist nicht nur notwendig, weil unsere natürlichen Ressourcen immer knapper werden, sondern auch in Hinblick auf den notwendigen Energieeinsatz wesentlich effizienter.

Die folgende Tabelle und Grafik gibt einen Überblick, welche Rohstoffe aus den gesammelten Elektroaltgeräten und Batterien eines Jahres ungefähr wieder zurückgewonnen werden können.

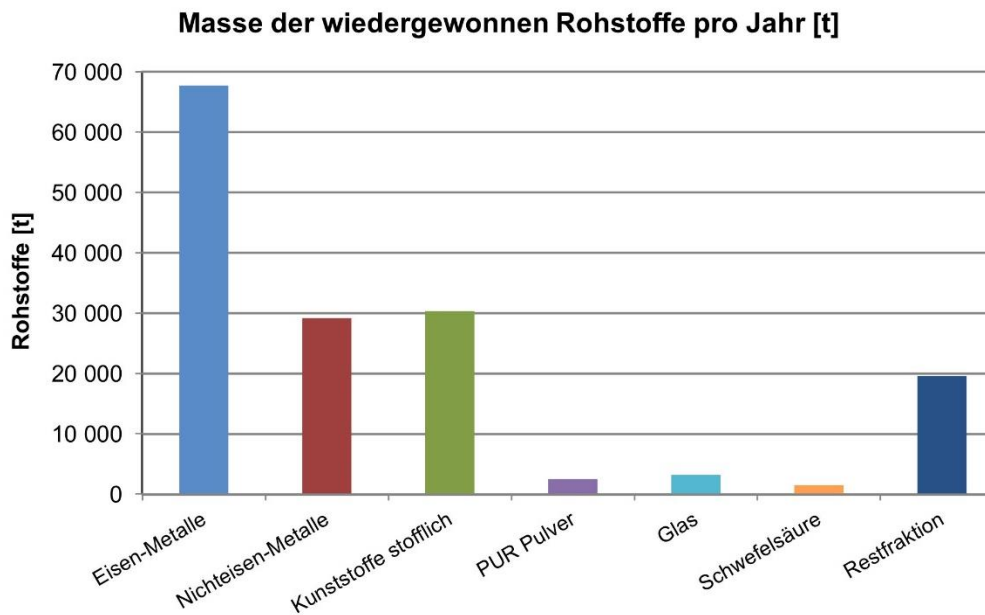
Fraktionen	Masse [t]	Anteil [%]
Eisen-Metalle	67.692	43,9
Nichteisen-Metalle	29.180	18,9
Kunststoffe stofflich	30.344	19,7
PUR-Pulver	2.529	1,6
Glas	3.250	2,1
Schwefelsäure	1.513	1,0
Restfraktion	19.605	12,7
<b>Gesamt</b>	<b>154.112</b>	<b>100,0</b>

**Tab. 1:** Zusammensetzung der gesammelten Elektroaltgeräte und Batterien (Datenbasis 2022)

Die beiden Metallfraktionen können annähernd vollständig als Sekundärrohstoffe wiederverwendet werden.

Aus Elektroaltgeräten und zu einem kleinen Teil auch aus Batterien (vor allem Fahrzeugbatterien) können durch den Einsatz modernster, automatischer Sortiertechnologien sortenreine Kunststoffe (Fraktion Kunststoffe stofflich) als Sekundärrohstoffe wiedergewonnen werden (siehe z. B. Firma MGG Polymers, Amstetten, [www.mgg-polymers.com](http://www.mgg-polymers.com)). Diese sortenreinen Kunststoffe können wieder eingeschmolzen und zu neuen Produkten weiterverarbeitet werden. Die sortenrein zurückgewonnene Masse an Kunststoffen von rund 30.340 Tonnen entspricht z. B. einer Masse von rund 6

Millionen Gartensesseln aus Kunststoff. Durch den ständig steigenden Anteil an Kunststoffen in Elektrogeräten kommt dem Kunststoff-Recycling eine immer größere Bedeutung bei der Verwertung von Elektroaltgeräten zu.



**Abb. 1:** Masse der wiedergewonnenen Rohstoffe pro Jahr in Tonnen (2022)

Das PUR (Polyurethan)-Pulver (oder PUR-Mehl) aus der Verwertung von Kühl- und Gefriergeräten kann z. B. als Chemikalien- und Ölbindemittel oder zur Produktion von Klebstoffen verwendet werden.

Das vor allem aus Bildschirmgeräten und Gasentladungslampen wiedergewonnene Glas kann beim Recycling von Industrieglas, in der Bleiindustrie oder als Recyclingbaustoff verwendet werden.

Schwefelsäure wird aus gebrauchten Fahrzeugbatterien abgetrennt. Das im Zuge des Recyclingprozesses wiedergewonnene Natriumsulfat wird vor allem in der Waschmittelproduktion als wichtiger Rohstoff eingesetzt.

In der Restfraktion sind vor allem alle gefährlichen Bauteile, Stoffe und Substanzen zusammengefasst, die vor der Verwertung der Elektroaltgeräte entfernt werden müssen, um eine Gesundheits- und Umweltgefährdung zu verhindern. Durch die sortenreine Sammlung in den fünf Sammel- und Behandlungskategorien ist neben der optimalen Wiedergewinnung der Rohstoffe auch die Schadstoffentfrachtung der Geräte gewährleistet. Darüber hinaus sind in dieser Fraktion auch sonstige Bestandteile von Elektroaltgeräten (z. B. Betongewichte in Waschmaschinen) enthalten, die zum Teil auch einem stofflichen Recycling zugeführt werden können.

## 3 Elektrogroßgeräte

### 3.1 Allgemeines – Elektrogroßgeräte

In der Sammel- und Behandlungskategorie Elektrogroßgeräte mit einer Kantenlänge von mindestens 50 Zentimeter sind beispielsweise folgende Geräte vorhanden:

- Waschmaschinen,
- Geschirrspüler,
- E-Herde,
- Heizgeräte, Radiatoren, Warmwasserboiler,
- Nachtspeicheröfen,
- große IT- & T- Geräte,
- Beleuchtungskörper,
- Werkzeuge,
- Spiel-, Sport- und Freizeitgeräte,
- medizinische Geräte und
- Photovoltaikmodule.

### 3.2 Wiedergewinnung von Rohstoffen – Elektrogroßgeräte

Elektrogroßgeräte bestehen vor allem aus den Outputfraktionen Eisen- und Nichteisen-Metalle und Kunststoffe zum stofflichen Recycling.



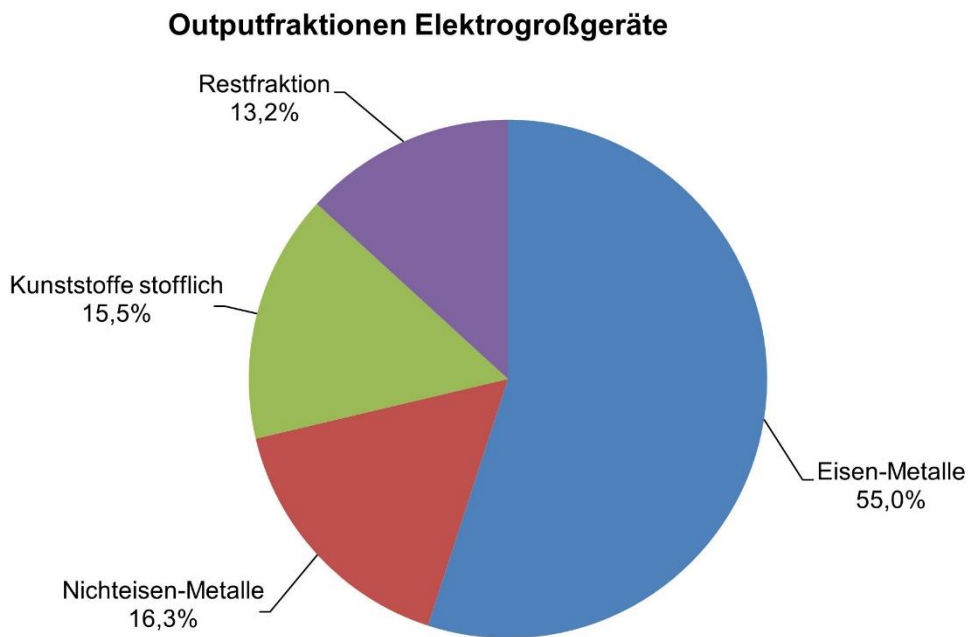
Abb. 2: Elektrogroßgerät (© EAK, 2017)

In der Restfraktion sind neben den gefährlichen Bauteilen und Substanzen auch sonstige Bestandteile (z. B. Betongewichte von Waschmaschinen oder Bauteile aus Keramik und Glas) enthalten, die zum Teil auch einem stofflichen Recycling zugeführt werden können.

In der folgenden Tabelle und Grafik werden Richtwerte für die zurückgewonnenen Massen an Rohstoffen pro Jahr und die Anteile der Outputfraktionen aus der Behandlung von Elektrogroßgeräten dargestellt.

Fraktionen	Masse [t]	Anteil [%]
Eisen-Metalle	34.479	55,0
Nichteisen-Metalle	10.218	16,3
Kunststoffe stofflich	9.717	15,5
Restfraktion	8.275	13,2
<b>Gesamt</b>	<b>62.689</b>	<b>100,0</b>

Tab. 2: Outputfraktionen Elektrogroßgeräte (Datenbasis 2022)



**Abb. 3:** Outputfraktionen Elektrogroßgeräte in Massenprozent (2022)

### 3.3 Schadstoffentfrachtung – Elektrogroßgeräte

Elektrogroßgeräte werden an der Sammelstelle, bei einem Demontagebetrieb oder in der Behandlungsanlage schadstoffentfrachtet.

Dabei müssen alle Bauteile, die gefährliche Substanzen enthalten oder enthalten könnten, entfernt werden. Bei den klassischen Haushaltsgeräten (Waschmaschine, Geschirrspüler etc.) werden z. B. die Kondensatoren und Quecksilberschalter entfernt. Aus allen Geräten werden Leiterplatten und Batterien entfernt, Ölradiatoren werden entleert. Asbesthaltige Geräte (Heizgeräte, ältere Backöfen) sowie Geräte, die feuerfeste Keramikfasern enthalten oder enthalten könnten, werden abgetrennt und an spezielle, ausdrücklich für die Behandlung dieser Geräte befugte Behandlungsunternehmen weitergeleitet. Die Demontage muss von geschultem Fachpersonal durchgeführt werden, das genau über das Vorkommen und die Lage der gefährlichen Bauteile und Substanzen in den Geräten informiert ist.

Die gefährlichen Bauteile und Substanzen müssen gesondert gelagert und behandelt werden, um zu gewährleisten, dass keine gesundheits- oder umweltgefährdenden Stoffe freigesetzt werden. Bei ordnungsgemäßer Behandlung in Behandlungsanlagen für gefährliche Abfälle kann eine Gesundheits- und Umweltgefährdung weitgehend ausgeschlossen werden.

## 4 Nachtspeicheröfen

Ältere Nachtspeicheröfen – vor allem jene, die vor 1977 hergestellt wurden – enthalten oft asbesthaltige Bauteile. Die Geräte stellen dadurch ein ständiges Gefährdungspotential dar. In den meisten dieser Geräte befindet sich das gesundheitsgefährdende Material in der Wärmedämmung des Speicherkernunterbaues. Bei einigen Fabrikaten sind auch die Platten seitlich und oberhalb des Speicherkerns asbesthaltig.

### 4.1 Vom Wundermittel zur Gesundheitsgefährdung

Asbest wurde lange als „Wundermaterial“ gepriesen, da es nicht brennt (griechisch: asbestos = unauslöschlich), hitzebeständig sowie chemisch stabil ist und über eine hohe elektrische und thermische Isolierfähigkeit verfügt. Erst in den 1960er- und 1970er-Jahren wurde die tumorerzeugende Wirkung in Studien belegt. Durch die geringe Größe der Fasern (>5 Mikrometer lang und <3 Mikrometer im Durchmesser) können diese tief in die Lunge eindringen, sind aber zu groß, um von den körpereigenen Abwehrmechanismen absorbiert zu werden.

Raumluftuntersuchungen diverser Fabrikate haben ergeben, dass unbeschädigte Geräte im Betrieb keine bedenklichen Belastungen verursachen. Somit ist zwar ein sofortiger Austausch nicht unbedingt erforderlich, im Interesse eines vorbeugenden Gesundheitsschutzes allerdings zu empfehlen.

### 4.2 Asbesthaltig oder nicht?

Es sollte zunächst abgeklärt werden, ob es sich um einen asbesthaltigen Nachtspeicherofen handelt. Durch Bekanntgabe von Marke und Typ können in Wien die Mitarbeiter:innen des Misttelefons der Stadt Wien (Tel. +43 1 546 48) Auskunft geben. In den anderen Bundesländern bekommen Sie diese Information bei den zuständigen Abfallberater:innen bzw. Abfallverbänden, bei den Ämtern der Landesregierungen (siehe [www.abfallwirtschaft.steiermark.at/cms/ziel/4335126/](http://www.abfallwirtschaft.steiermark.at/cms/ziel/4335126/)) bzw. der Elektroaltgeräte Koordinierungsstelle (siehe [www.eak-austria.at](http://www.eak-austria.at)).

**Je nach Gerätetyp** finden Sie die **Typenbezeichnung** an **verschiedenen Stellen** der Nachtspeicheröfen:

- rechts unter dem Lüftungsgitter, von außen ablesbar (Klebeschild)
- nach Abschrauben des Luftaustrittsgitters links auf dem Stützfuß oder auf dem Bodenblech (Aluminium-Schild)
- an der rechten Seitenwand unten, von außen ablesbar (Klebeschild)
- in der Nähe der Kabeleinführung auf der Rückwand.

Bei Nachtspeicheröfen auf denen **keine Plakette angebracht** ist, sollte das **Unternehmen kontaktiert** werden, welches das **Gerät verbaut** hat, um die Marken- bzw. Typenbestimmung zu eruieren.

### 4.3 Entsorgung der Nachtspeicheröfen

Um das Gewicht zu reduzieren ist es üblich, Nachtspeicheröfen zum Abtransport zu zerlegen und einzelne Teile zu entfernen. **Dieser Vorgang ist bei asbesthaltigen Geräten nicht möglich ohne Asbest freizusetzen.** Grundsätzlich darf der Aus- und Abbau eingebauter Nachtspeicheröfen somit **nur von befugten Unternehmen** (Sammler/Behandler von gefährlichen Abfällen) **durchgeführt werden.** Kleine, nicht zerlegte, Nachtspeicheröfen **müssen an der Sammelstelle angenommen werden.** Wir empfehlen Ihnen, alle Öffnungen mit festem Klebeband zuzukleben und das Gerät in fester Kunststoffolie zu verpacken.

**Wir bitten Sie, dies in Ihrem eigenen gesundheitlichen Interesse zu beachten!**

**Weiterführende Informationen zum Thema Entsorgung von Nachtspeicheröfen erhalten Sie bei folgenden Stellen**

Liste der Ämter der österreichischen Landesregierungen  
[www.abfallwirtschaft.steiermark.at/cms/ziel/4335126/](http://www.abfallwirtschaft.steiermark.at/cms/ziel/4335126/)

Elektroaltgeräte Koordinierungsstelle Austria GmbH (EAK Austria)  
Mariahilfer Straße 84, 1070 Wien  
Tel: +43 1 522 37 62 – 31  
eMail: [office@eak-austria.at](mailto:office@eak-austria.at)  
Website: [www.eak-austria.at](http://www.eak-austria.at)  
Konsumenteninformationswebsite: [www.elektro-ade.at](http://www.elektro-ade.at)

## 5 Photovoltaikmodule (PV-Module)

### 5.1 Allgemeines – Photovoltaikmodule

Seit 2020 hat sich die österreichische Solarstromerzeugung knapp verdoppelt, bis 2030 soll sie noch einmal verdreifacht werden. Auch PV-Module haben ihr Ablaufdatum. Wenn sie beschädigt werden, etwa durch Sturmschäden oder Hagel, nach einer Nutzungsdauer von 20 bis 30 Jahren, bzw. wenn leistungsstärkere Module eingesetzt werden sollen, werden sie ausgetauscht. Derzeit kommen erst geringe Mengen retour, im Jahr 2022 wurden rund 12 Tonnen PV Module gesammelt.

Hersteller, Importeure oder Händler müssen die Module zurücknehmen, wenn sie sie gegen neue Module austauschen. PV-Module zählen rechtlich als Gewerbegeräte. Sie müssen deswegen weder von allen Sammelstellen zurückgenommen noch kostenlos zurückgenommen werden.

Um Verletzungen durch Stromschläge und Beschädigungen der PV-Module zu vermeiden, sollten die Module nur von befugten Fachbetrieben demontiert bzw. ausgetauscht werden. Wenn die Module noch intakt sind, können sie einer Wiederverwendung als ganzes Bauteil zugeführt werden. Viele der derzeit als Elektroaltgeräte anfallenden PV-Module sind noch funktionstüchtig und können einem ReUse zugeführt werden (siehe <http://www.solartester.eu>).

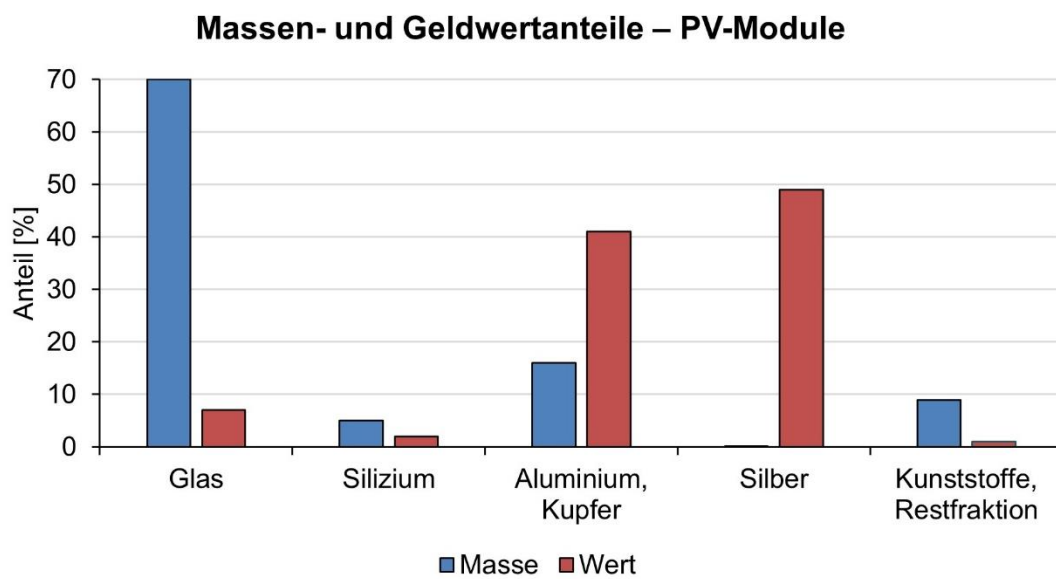
PV-Module können auch gefährliche Bauteile und Substanzen enthalten, unter anderem Cadmium und Blei, und müssen daher von einem befugten Fachbetrieb ordnungsgemäß behandelt werden.

### 5.2 Wiedergewinnung von Rohstoffen – Photovoltaikmodule

In der folgenden Tabelle werden die Massenzusammensetzung und der Wert der zurückgewonnenen Materialien beim Recyclingprozess angegeben. Die hier angegebenen Daten stammen aus einer Auswertung der Firma SOLAR-MATERIALS GmbH (siehe [www.solar-materials.com](http://www.solar-materials.com)). Ein Schlüssel zum möglichst kostengünstigen Recycling von PV-Modulen ist die Rückgewinnung von Silber. Es wird geschätzt, dass derzeit rund 11% der weltweiten Silberproduktion für die Herstellung von PV-Modulen verwendet wird. Das Recycling von PV-Modulen ist ein spannendes, neues Feld für innovative Unternehmen, die technischen Möglichkeiten in diesem Bereich entwickeln sich derzeit sehr rasch (siehe [www.solar-materials.com](http://www.solar-materials.com), [www.rosi-solar.com](http://www.rosi-solar.com)).

Fraktionen	Masse Anteil [t]	Wert Anteil [%]
Glas	70,0	7,0
Silizium	5,0	2,0
Aluminium, Kupfer	16,0	41,0
Silber	0,1	49,0
Kunststoffe, Restfraktion	8,9	1,0
<b>Gesamt</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

**Tab. 3:** Outputfraktionen PV-Module nach Masse und Wert (Quelle: SOLAR MATERIALS)



**Abb. 4:** Outputfraktionen PV-Module nach Masse und Wert (Quelle: SOLAR MATERIALS)

## 6 Kühl- und Gefriergeräte

### 6.1 Allgemeines – Kühl- und Gefriergeräte

In der Sammel- und Behandlungskategorie Kühl- und Gefriergeräte (Kühlgeräte) sind folgende Geräte zusammengefasst:

- Kühlschränke,
- Gefrierschränke,
- Gefriertruhen,
- Kühl- und Gefrierkombinationen,
- Klimageräte, Klimaanlage und
- Wärmepumpen.

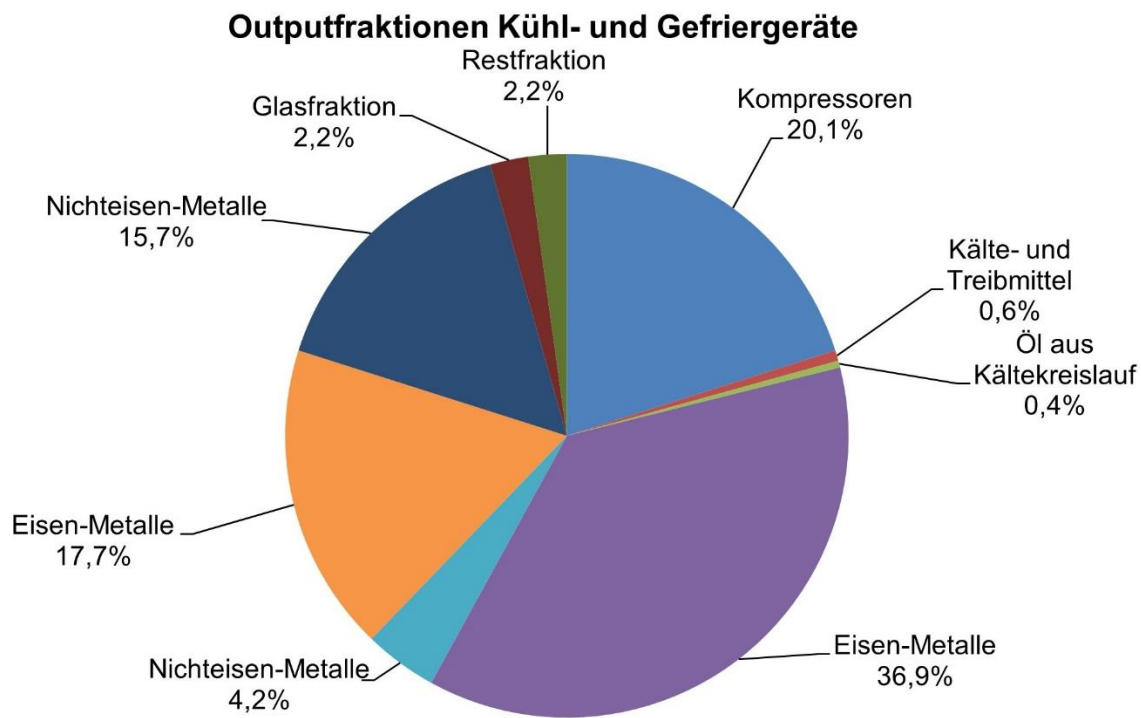
### 6.2 Wiedergewinnung von Rohstoffen – Kühl- und Gefriergeräte

Kühl- und Gefriergeräte bestehen vor allem aus Eisen- und Nichteisen-Metallen, Kunststoffen und PUR-Schaum.

In der folgenden Tabelle und Grafik werden Richtwerte für die zurückgewonnenen Massen an Rohstoffen pro Jahr und die Anteile der Outputfraktionen aus der Behandlung von Kühl- und Gefriergeräten dargestellt.

Fraktionen	Masse [t]	Anteil [%]
Kompressoren	3.238	20,1
Kälte- und Treibmittel	97	0,6
Öl aus Kältekreislauf	64	0,4
Eisen-Metalle	5.944	36,9
Nichteisen-Metalle	677	4,2
Kunststoffe stofflich	2.851	17,7
PUR-Pulver	2.529	15,7
Glas	354	2,2
Restfraktion	354	2,2
<b>Gesamt</b>	<b>16.109</b>	<b>100,0</b>

**Tab. 4:** Outputfraktionen Kühl- und Gefriergeräte (Datenbasis 2022)



**Abb. 5:** Zusammensetzung der Kühl- und Gefriergeräte in Massenprozent (2022)

### 6.3 Schadstoffentfrachtung – Kühl- und Gefriergeräte

Bei der Schadstoffentfrachtung von Kühl- und Gefriergeräten werden Quecksilberschalter und Kondensatoren ausgebaut. Im Vordergrund steht die getrennte Erfassung der schädlichen FCKW- (Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffe) und KW-Verbindungen (flüchtige Kohlenwasserstoffverbindungen, z. B. Cyclopentan) aus dem Kühl- und Treibmittel, die nachfolgend einer thermischen Zerstörung zugeführt werden. Diese erfolgt in zwei Stufen:

#### Stufe 1 – Absaugung des Kältekreislaufs

In der ersten Stufe der Behandlung werden Kondensatoren, Quecksilberschalter und Glasplatten entfernt. Danach erfolgt das Absaugen des FCKW/KW-Ölgemischs aus dem Kühlkreislauf und der Ausbau des Kompressors. Der Kompressor besteht überwiegend aus Eisen-Metall und Kupfer und wird als Sekundärrohstoff wiederverwendet.

In einem weiteren Schritt werden FCKW und KW durch ein Kryokondensationsverfahren bzw. durch ein spezielles Wärme- und Druckverfahren mit Aktivkohlefiltern vom Kältemaschinenöl getrennt.

Das FCKW- und KW-befreite Kältemaschinenöl kann wiederverwendet werden. Das FCKW/KW-Gemisch wird in einem Hochtemperaturofen thermisch behandelt und unschädlich gemacht.

Die erste Stufe des Kühlgeräte Recyclings erfolgt derzeit vor allem bei zwei Anlagen in Österreich, der Fa. UFH RE-cycling GmbH in Kematen ([www.ufhrecycling.at](http://www.ufhrecycling.at)) und der Fa. Energie AG Oberösterreich Umwelt Service GmbH in Timelkam.



**Abb. 6:** Kühlgeräterecycling UFH, Kematen (© UFH RE-cycling GmbH, 2018)

## Stufe 2 – Endbehandlung

In der zweiten Stufe der Kühlgerätebehandlung wird das FCKW oder KW aus dem Isolierschaum zurückgewonnen (siehe Punkt 14 „Wiedergewinnung PUR-Pulver“).

Die Kühlgeräte werden durch ein Doppelschleusen-Inputsystem in eine Vor- und Nachzerkleinerung (Querstromzerspanner, Shredder) eingebracht. Das Doppelschleusensystem ist notwendig, da die 2. Stufe der Behandlung unter Luftabschluss erfolgt, damit das bei der Zerkleinerung freiwerdende FCKW/KW nicht entweichen kann.



Der FCKW/KW-haltige PUR-Schaum wird abgetrennt und wie unter Punkt 16 beschrieben weiter behandelt. Übrig bleibt ein Gemisch aus Eisen-Metall, Nichteisen-Metall und Kunststoff.

Die FCKW/KW beladene Prozessluft wird abgesaugt und mittels eines Kryokondensationsverfahrens gereinigt, bzw. über einen Aktivkohlefilter geführt, in dem FCKW/KW abgetrennt wird.



**Abb. 7 und 8:** Kühlgeräterecycling UFH, Kematen (© UFH RE-cycling GmbH, 2018)

Die Eisen-Metalle werden über einen Magnetabscheider, die Nichteisen-Metalle über einen Nichteisen-Metall-Abscheider (siehe Punkte 12.2, 13.2, Recyclingprozesse Eisen- und Nichteisen-Metalle) abgetrennt und als Sekundärrohstoffe wiederverwendet. Als Kunststoff für die Gehäuse von Kühlgeräten wird vor allem Polystyrol verwendet. Die Kunststoffe aus dem Kühlgeräterecycling können daher wieder zu Polystyrol-Mahlgut verarbeitet und fast vollständig zu Kunststoffprodukten weiterverarbeitet werden (siehe [www.seg-online.de](http://www.seg-online.de)).

## 7 Bildschirmgeräte

### 7.1 Allgemeines – Bildschirmgeräte

In der Sammel- und Behandlungskategorie Bildschirmgeräte unterscheidet man grundsätzlich zwei Gruppen von Geräten:

#### Röhrengeräte – Geräte mit Bildröhre:

- Fernseher,
- Computermonitore,
- Überwachungs- und
- Kontrollmonitore;

#### Flachbildschirme – Bildschirme mit geringer Tiefe, die nicht auf dem Prinzip der Kathodenstrahlröhre beruhen:

- Fernseher,
- Computerbildschirme,
- Laptops,
- Lern- und Spielcomputer,
- Überwachungs- und
- Kontrollmonitore

z. B. Flüssigkristallbildschirme (LCD – Liquid Cristal Display) LED – Bildschirme (Light Emitting Diode) und Plasmabildschirme.

Derzeit fallen Röhrengeräte massenbezogen noch zu rund 50 Prozent als Elektro- und Elektronikaltgeräte der Sammelkategorie Bildschirmgeräte an. Der Anteil von Flachbildschirmen wird in den nächsten Jahren weiter steigen, da Röhrengeräte nicht mehr erzeugt werden.



Abb. 9: Behandlung eines Röhrengerätes (© EAK, 2018)

### 7.2 Wiedergewinnung von Rohstoffen – Röhrengeräte

Derzeit fallen noch zu rund 50 Massenprozent Bildröhrengeräte als Elektro- und Elektronikaltgeräte der Sammelkategorie Bildschirmgeräte an. In der folgenden Tabelle und Grafik werden Richtwerte für die zurückgewonnenen Massen an Rohstoffen pro Jahr und die Anteile der Outputfraktionen aus der Behandlung von Bildröhrengeräten dargestellt.

Fraktionen	Masse [t]	Anteil [%]
Metalle	402	11,2
Schirmglas (Bariumglas)	1.150	32,0
Konusglas (Bleiglas)	1.006	28,0
Kunststoffe stofflich	517	14,4
Leiterplatten	287	8,0
Elektrolytkondensatoren	43	1,2
Leuchtschicht	1	0,0
Restfraktion	186	5,2
<b>Gesamt</b>	<b>3.594</b>	<b>100,0</b>

Tab. 5: Outputfraktionen Bildröhrengeräte (Datenbasis 2022)

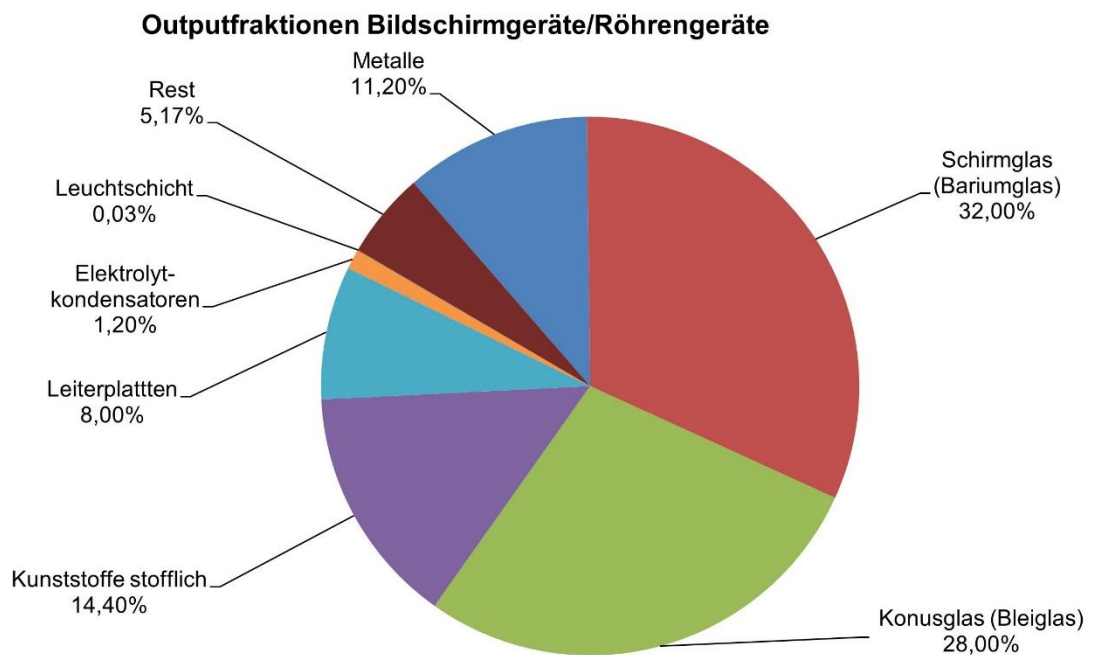


Abb. 10: Zusammensetzung der Bildschirmgeräte/Röhrengeräte in Massenprozent (2022)

### 7.3 Wiedergewinnung von Rohstoffen – Flachbildschirme

Derzeit fallen Flachbildschirme zu rund 50 Massenprozent als Elektro- und Elektronikaltgeräte der Sammelkategorie Bildschirmgeräte an. In der folgenden Tabelle und Grafik werden Richtwerte für die zurückgewonnenen Massen an Rohstoffen pro Jahr und die Anteile der Outputfraktionen aus der Behandlung von Flachbildschirmen dargestellt.

Fraktionen	Masse [t]	Anteil [%]
Eisen-Metalle	1.092	30,4
Nichteisen-Metalle	521	14,5
Kunststoffe stofflich	1.265	35,2
Restfraktion	715	19,9
<b>Gesamt</b>	<b>3.594</b>	<b>100,0</b>

Tab. 6: Outputfraktionen Flachbildschirmgeräte (Datenbasis 2022)

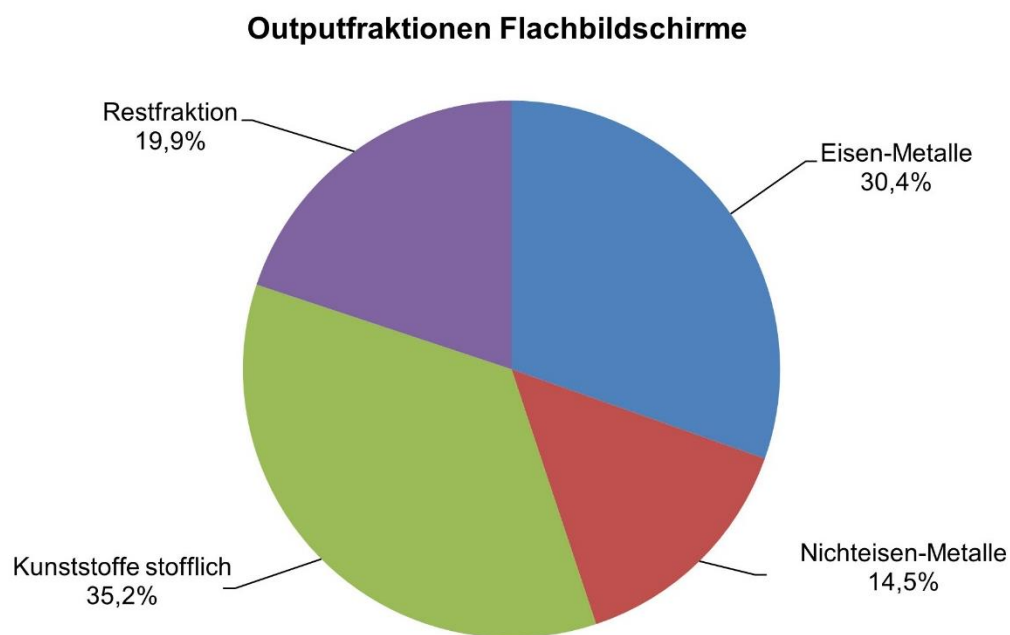


Abb. 11: Zusammensetzung der Flachbildschirme in Massenprozent (2022)

## 7.4 Schadstoffentfrachtung und Demontage – Röhrengeräte

Die fachgerechte Demontage von **Röhrengeräten** erfolgt nach folgenden Schritten:

1. Demontage der Rückwand und des Gehäuses.
2. Entfernung der bestückten Leiterplatten.
3. Belüften der Bildröhre (durch das Vakuum in der Bildröhre besteht Implosionsgefahr).
4. Entnahme der Elektronenstrahleinheit aus hochwertigem nickellegiertem Stahl.
5. Abtrennen des gesundheitsschädlichen, bariumhaltigen Getterplättchens.
6. Auftrennen der Bildröhre in Schirmglas und Konusglas.

Bei Röhrengeräten muss die Bildschirmschicht (enthält giftige Cadmium- und Yttriumverbindungen) abgetrennt werden.

Dazu wird zuerst der Metallspannring von der Bildröhre entfernt, die Bildröhre mittels Heizdraht in die beiden Hälften Schirmglas (Bariumglas) und Konusglas (Bleiglas) aufgetrennt und die Schattenmaske aus Metall entnommen. Anschließend wird die Bildschirmschicht abgesaugt und in Sammelbehältnissen aufgefangen. Die Bildschirmschicht wird in einer Untertagedeponie abgelagert.

Das Barium- und Bleiglas der Bildröhren kann beim Recycling von Industrieglas, in der Bleiindustrie oder als Recyclingbaustoff verwendet werden.

## 7.5 Schadstoffentfrachtung und Behandlung – Flachbildschirme

Flachbildschirme können händisch demontiert oder in speziellen Behandlungsanlagen (z. B. Fa. Müller-Guttenbrunn in Amstetten) mechanisch behandelt werden.

Dabei werden die Flachbildschirme im Zuge eines schonenden Prozesses in einem speziellen Zerkleinerungsaggregat (Smasher) aufgeschlossen. Aus den aufgeschlossenen Teilen werden händisch und durch mechanische Trennprozesse (Siebung, Absaugung) gefährliche Bauteile und Substanzen wie Quecksilber, bestückte Leiterplatten, Speicherakkumulatoren und Batterien abgetrennt.

Im Zuge der manuellen und automatischen Sortierung werden in weiteren Trennschritten die Outputfraktionen an Kunststoffen, Eisen- und Nichteisen-Metallen (über Eisen- und Nichteisen-Metall-Abscheider) gewonnen.

## 8 Elektrokleingeräte

### 8.1 Allgemeines – Elektrokleingeräte

In der Sammel- und Behandlungskategorie Elektrokleingeräte mit jeder Kantenlänge von kleiner 50 Zentimeter sind beispielsweise folgende Geräte zugeordnet:

- Haushaltsgeräte klein (z. B. Bügeleisen, Mixer, Föhne, Staubsauger, Heizlüfter, Wasserkocher etc.)
- IT- & T-Geräte (z. B. PCs, Drucker, Scanner, Telefone, Handys, Kopierer, Bauteile etc.)
- Hi-Fi- und Radiogeräte,
- Beleuchtungskörper, LED-Streifen, flexible LED-Bänder,
- Werkzeuge, Spiel-, Sport und Freizeitgeräte,
- medizinische Geräte,
- E-Zigaretten (Vapes).



Abb. 12: Elektrokleingeräte (© EAK, 2017)

### 8.2 Wiedergewinnung von Rohstoffen – Elektrokleingeräte

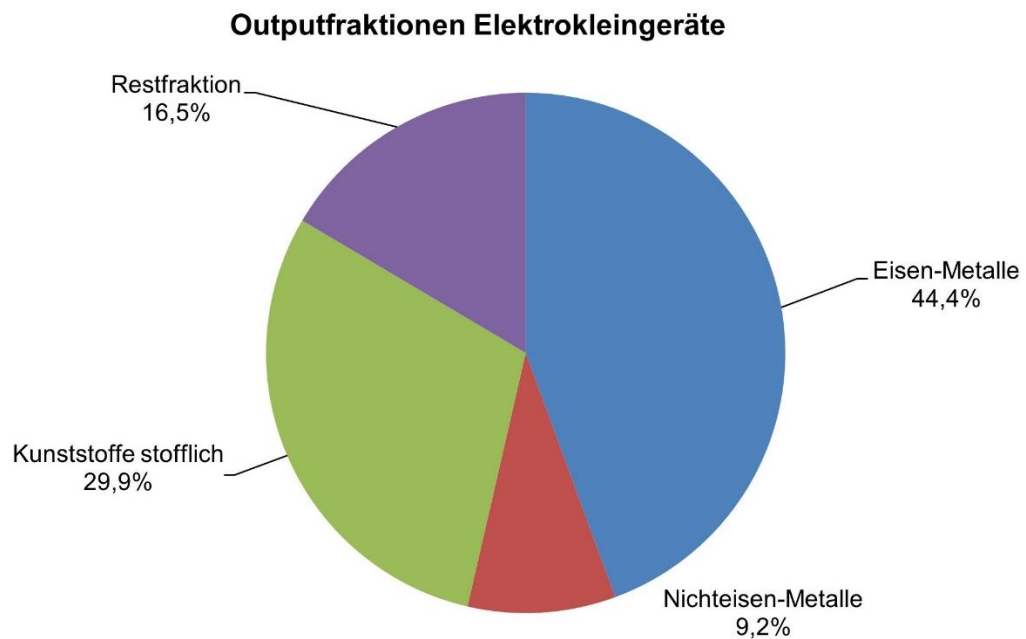
Elektrokleingeräte bestehen vor allem aus Metallen und Kunststoffen zum stofflichen Recycling. Die Recyclingprozesse zur Wiedergewinnung der einzelnen Fraktionen werden unter den jeweiligen Punkten beschrieben.

Nach der Schadstoffentfrachtung werden die Elektrokleingeräte entweder in Demontagebetrieben händisch demontiert, wobei einzelne Fraktionen (z. B. Metalle, Kunststoff-Gehäuse) bereits sortenrein anfallen, oder in Behandlungsanlagen teilweise weiter zerkleinert und in die einzelnen Outputfraktionen getrennt. Manche Bauteile, die im Demontagebetrieb nicht sortenrein getrennt werden können, werden an die Behandlungsanlagen zur mechanischen Aufarbeitung (Querstromzerspaner, Smasher) weitergeleitet.

In der folgenden Tabelle und Grafik werden Richtwerte für die zurückgewonnenen Massen an Rohstoffen pro Jahr und die Anteile der Outputfraktionen aus der Behandlung von Elektrokleingeräten dargestellt:

Fraktionen	Masse [t]	Anteil [%]
Eisen-Metalle	22.220	44,4
Nichteisen-Metalle	4.604	9,2
Kunststoffe stofflich	14.963	29,9
Restfraktion	8.257	16,5
<b>Gesamt</b>	<b>50.045</b>	<b>100,0</b>

Tab. 7: Outputfraktionen Elektrokleingeräte (Datenbasis 2022)



**Abb. 13:** Zusammensetzung der Elektrokleingeräte in Massenprozent (2022)

### 8.3 Schadstoffentfrachtung – Elektrokleingeräte

Elektrokleingeräte werden in Österreich derzeit entweder bei Demontagebetrieben oder in speziellen Behandlungsanlagen schadstoffentfrachtet und behandelt.

Dabei müssen alle Bauteile, die gefährliche Substanzen enthalten oder enthalten könnten, entfernt werden. Aus allen Geräten werden Kondensatoren, Quecksilberschalter, Leiterplatten und Batterien entfernt. Asbesthaltige Geräte (Heizgeräte, alte Bügeleisen) werden abgetrennt und an spezielle, ausdrücklich für die Behandlung asbesthaltiger Geräte befugte Behandlungsunternehmen weitergeleitet. Die Demontage muss von geschultem Fachpersonal durchgeführt werden, das genau über das Vorkommen und die Lage der gefährlichen Bauteile und Substanzen in den Geräten informiert ist.

Bei den Demontagebetrieben erfolgt dies größtenteils händisch durch Zerlegen der Geräte und den Ausbau der gefährlichen Bauteile und Substanzen. Diese Tätigkeiten erfolgen in Österreich häufig auch im Rahmen von Sozialprojekten (z. B. D.R.Z. Wien, siehe [www.drz-wien.at](http://www.drz-wien.at)).

In den Behandlungsanlagen (z. B. EAR Höpferger in Tirol, siehe [www.hoepperger.at](http://www.hoepperger.at)) werden die Geräte in speziellen Anlagen (z. B. Querstromzerspaner, siehe [www.andritz.com](http://www.andritz.com) oder Smasher, siehe [www.mueller-guttenbrunn.at](http://www.mueller-guttenbrunn.at)) in deren Einzelbauteile aufgetrennt. Durch die schonende Auftrennung soll gewährleistet werden, dass die gefährlichen Bauteile (z. B. Batterien, Kondensatoren) nicht beschädigt werden und im Anschluss manuell aussortiert werden können.

Die gefährlichen Bauteile und Substanzen müssen gesondert gelagert und behandelt werden, um zu gewährleisten, dass keine gesundheits- oder umweltgefährdenden Stoffe freigesetzt werden. Bei ordnungsgemäßer Behandlung in Behandlungsanlagen für gefährliche Abfälle kann eine Gesundheits- und Umweltgefährdung weitgehend ausgeschlossen werden.

## 9 E-Zigaretten/Vapes

### 9.1 Allgemeines – E-Zigaretten/Vapes

E-Zigaretten oder Vapes sind elektronische Geräte, die nikotinhaltige (oder andere) Flüssigkeiten verdampfen (Vapes von evaporate – verdampfen), die anschließend inhaliert werden. Es gibt Mehrweg- (nachfüllbare) und Einweg (nicht nachfüllbare) E-Zigaretten. E-Zigaretten sind der Kategorie Elektrokleingeräte zugeordnet. Sie müssen unbedingt getrennt gesammelt werden, da sie immer eine Batterie oder einen Akku, meist eine Li-Ionen Batterie bzw. einen Li-Ionen Akku, enthalten. Der Li-Ionen Akku bzw. die Li-Ionen



**Abb. 14:** E-Zigaretten können zum Teil auch bei Trafiken, in speziellen Sammelboxen, abgegeben werden. (© EAK, 2023)

Batterie macht rund 40 Prozent der Masse der E-Zigarette aus. E-Zigaretten dürfen keinesfalls im Restmüll oder anderen Abfallströmen (außer der getrennten Sammlung von Elektrokleingeräten bzw. E-Zigaretten) entsorgt werden, da bei unsachgemäßer Behandlung der Li-Ionen Akkus und Batterien eine unmittelbare, hohe Brandgefahr besteht.

Darüber hinaus sind vor allem die nikotinhaltigen Liquids (Flüssigkeiten) für die E-Zigaretten als gefährlicher Abfall einzustufen, da sie Nikotin, Benzoesäure, Piperonal und Benzylalkohol enthalten können.

E-Zigaretten können bei allen Sammelstellen für Elektrokleingeräte sowie zum Teil auch bei Trafiken, in speziellen Sammelboxen, abgegeben werden.



**Abb. 15:** Zerlegte E-Zigarette (© EAK, 2024)

### 9.2 Wiedergewinnung von Rohstoffen – E-Zigaretten

E-Zigaretten bestehen meist aus einem Li-Ionen Akku oder einer Li-Ionen Batterie, aus Kunststoffen (oft als Hülle), Leiterplatten, Eisen- und Nichteisenmetallen (im Verdampfer, den elektrischen Bauteilen und teilweise auch als Hülle) sowie Resten der meist nikotinhaltigen Flüssigkeiten, die als gefährliche Abfälle einzustufen und entsprechend fachgerecht zu entsorgen sind. Die Recyclingprozesse zur Wiedergewinnung der einzelnen Fraktionen werden unter den jeweiligen Punkten beschrieben.

Nach der Schadstoffentfrachtung werden die E-Zigaretten derzeit vor allem manuell behandelt, und in ihre Einzelteile zerlegt. Mit einem höheren Aufkommen von

E-Zigaretten können teilweise automatisierte Prozesse zur Zerlegung der Geräte implementiert werden.

In der folgenden Tabelle und Grafik werden Richtwerte für die Anteile der Outputfraktionen aus der Behandlung von E-Zigaretten unter Berücksichtigung des Batterierecyclings angegeben. Da es eine Vielzahl verschiedener Typen von E-Zigaretten am Markt gibt, und die Recyclingprozesse gerade im Aufbau begriffen sind, sind die hier dargestellten Richtwerte mit einer großen Schwankungsbreite zu betrachten.

Fraktionen	Anteil [%]
Eisen-Metalle	12,4
Nichteisen-Metalle	21,0
Kunststoffe stofflich/thermisch	41,7
Restfraktion	25,0
<b>Gesamt</b>	<b>100,0</b>

Tab. 8: Outputfraktionen E-Zigaretten (Datenbasis 2022)

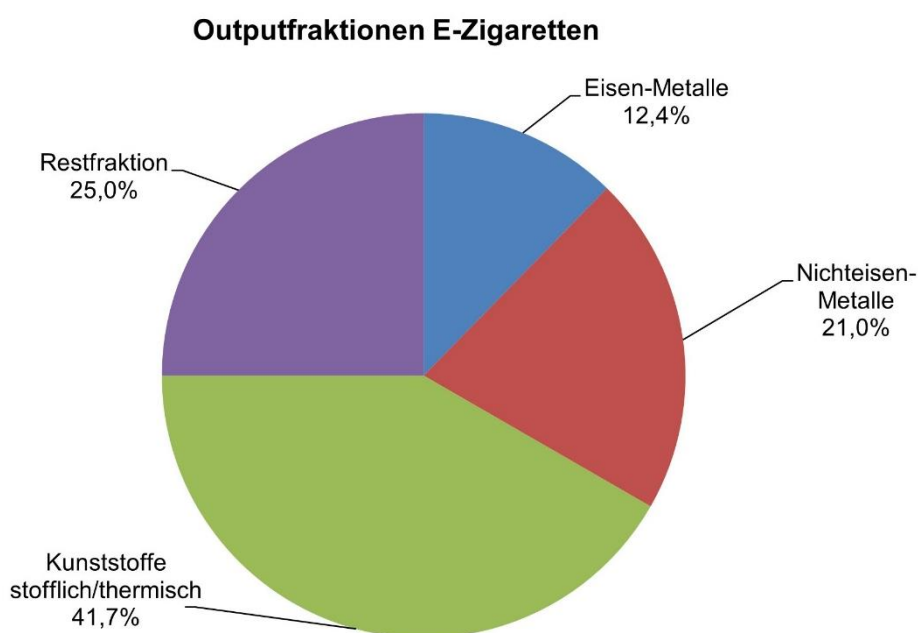


Abb. 16: Zusammensetzung der E-Zigaretten in Massenprozent (2022)

# 10 Gasentladungslampen

## 10.1 Allgemeines – Gasentladungslampen

Gasentladungslampen sind vor allem in folgenden Geräten vorhanden:

- in Beleuchtungskörpern in Räumen (*Es gibt hier vor allem die klassischen, stabförmigen Leuchtstoffröhren (Neonröhren) und Kompaktleuchtstoffröhren, z. B. Energiesparlampen.*),
- in Küchengeräten (*z. B. Dunstabzugshauben*),
- in Büro- und EDV-Peripheriegeräten (*z. B. Kopierern, Faxgeräten, Scannern*),
- in Solarien und Höhensonnen.

Seit September 2012 sind die Erzeugung und der Import von Glühlampen in der EU verboten. Darüber hinaus sind seit September 2023 die Erzeugung und der Import von Leuchtstoffröhren, Leuchtstofflampen und Halogenlampen verboten.

Gasentladungslampen enthalten geringe Mengen an Quecksilber, LED-Lampen enthalten wertvolle Rohstoffe und elektronische Bauteile und sollten daher unbedingt getrennt gesammelt werden.

## 10.2 Wiedergewinnung von Rohstoffen – Gasentladungslampen

Gasentladungslampen bestehen vor allem aus den Outputfraktionen Glas, Aluminium (Endkappen) und quecksilberhaltige Abfälle.

Die quecksilberhaltigen Abfälle werden in Untertagedeponien abgelagert. Die Glas- und Aluminiumfraktionen können als wichtiger Rohstoff wiederverwendet werden. Dies ist energetisch weitaus günstiger als die Neugewinnung der Rohstoffe und stellt daher einen wichtigen Beitrag zum Umwelt- und Klimaschutz dar.

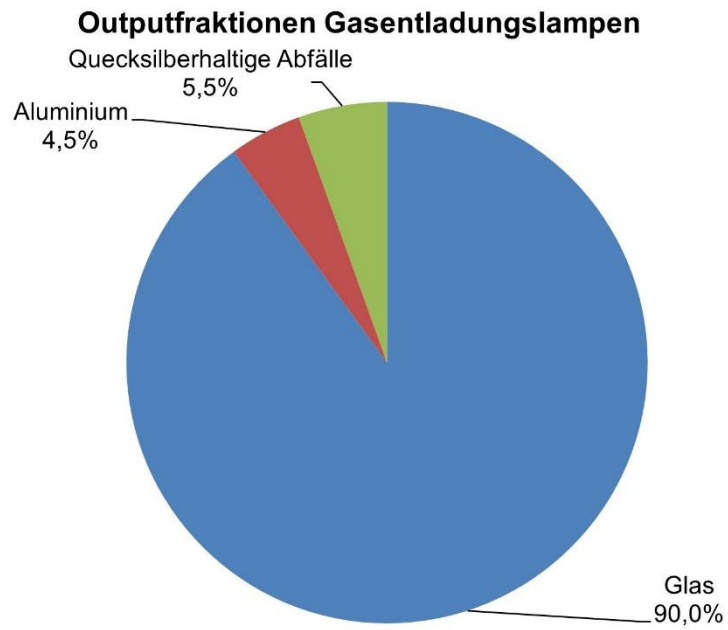
In der folgenden Tabelle und Grafik werden Richtwerte für die zurückgewonnenen Massen an Rohstoffen pro Jahr und die Anteile der Outputfraktionen aus der Behandlung von Gasentladungslampen dargestellt.



**Abb. 17:** Leuchtstoffröhren in folierten Rungenpaletten (© EAK, 2017)

Fraktionen	Masse [t]	Anteil [%]
Glas	740	90,0
Aluminium	37	4,5
Quecksilberhaltige Abfälle	45	5,5
<b>Gesamt</b>	<b>822</b>	<b>100,0</b>

**Tab. 9:** Outputfraktionen der Gasentladungslampen (Datenbasis 2022)



**Abb. 18:** Zusammensetzung der Gasentladungslampen in Massenprozent (2022)

Die Schadstoffentfrachtung für die Fraktion Gasentladungslampen ist unter Punkt 14.2 „Recyclingprozesse – Glasfraktion“ dargestellt.

Weiterführende Informationen bei z. B. System Herborn, siehe [www.system-herborn.de](http://www.system-herborn.de).

# 11 Batterierecycling

## 11.1 Allgemeines – Batterierecycling

Eine Batterie ist eine aus einer oder mehreren Primärzellen (nicht wiederaufladbar) oder aus einer oder mehreren Sekundärzellen (wiederaufladbar) bestehende Quelle elektrischer Energie. Die elektrische Energie wird durch Umwandlung chemischer Energie gewonnen. Auf diese Weise können elektrische oder elektronische Geräte unabhängig vom Stromnetz betrieben bzw. Ausfälle in der Stromversorgung überbrückt werden.

Grundsätzlich unterscheidet man drei Arten von Batterien:

- **Gerätebatterien (z. B. Zink-Kohle-, Alkali-Mangan-Batterien)**

Zum Betrieb von elektrischen oder elektronischen Geräten. Man unterscheidet hier *Primärbatterien* (nicht wiederaufladbar) und *Sekundärbatterien* oder *Akkumulatoren* (wiederaufladbar).

- *Gerätebatterien – Lithium-Batterien*

Derzeit fallen zunehmend Lithium-Batterien und Li-Ionen-Akkus als Gerätebatterien an. Von beschädigten Li-Ionen-Batterien geht eine besondere Brand- und Gesundheitsgefährdung aus. Unter <https://www.elektro-ade.at/elektrogeraete-sammeln/wissenswertes-ueber-lithiumbatterien/> sind wichtige Informationen zur Verwendung und Entsorgung von Li-Ionen-Batterien und -Akkus enthalten.

- **Fahrzeugbatterien**

Batterien oder Akkumulatoren für den Anlasser, die Beleuchtung oder die Zündung von Fahrzeugen.

- **Industriebatterien**

Batterien und Akkumulatoren für industrielle bzw. gewerbliche Zwecke oder für Elektrofahrzeuge. Industriebatterien fallen in privaten Haushalten nicht an und werden daher hier nicht weiter beschrieben.



**Abb. 19:** Sammelbehälter für Lithium-Ionen-Batterien und -Akkus (© EAK, 2018)

## 11.2 Behandlung von Gerätebatterien

Die Firma Saubermacher Dienstleistungs AG (siehe [www.saubermacher.at](http://www.saubermacher.at)) betreibt in Trofaiach (Steiermark) und mit der Redux GmbH (siehe [www.redux-recycling.com](http://www.redux-recycling.com)) an verschiedenen Standorten in Österreich und Deutschland Sortier- und Behandlungsanlagen für Batterien. An diesen Standorten werden die Batterien sortiert, um eine bestmögliche Verwertung der Gerätebatterien zu gewährleisten.



**Abb. 20:** Sortierung von Gerätebatterien bei der Firma Saubermacher (© Saubermacher, 2018)

Rund 80 Prozent der gesammelten Gerätebatterien sind Primärbatterien (nicht wiederaufladbar), und zwar vor allem Zink-Kohle- bzw. Alkali-Mangan-Batterien. Darüber hinaus gibt es rund 20 Prozent Sekundärbatterien oder Akkumulatoren (wiederaufladbar),



**Abb. 21:** Sammlung von Gerätebatterien bei der Firma Saubermacher (© Saubermacher, 2018)

und zwar vor allem Nickel-Cadmium-, Nickel-Metallhydrid- und Lithium-Akkus. Trotz eines Stoffverbotes in der EU für Quecksilber fallen quecksilberhaltige Batterien weiter an und werden in vielen Ländern auch weiter produziert. Viele Primärbatterien enthalten zwischen 100 und 150 ppm Quecksilber und andere Schwermetalle. Im Zuge des Recyclingprozesses müssen daher Emissionen von Quecksilber und anderen Schwermetallen unbedingt verhindert werden.

Die Sammlung und Behandlung von Lithium-Batterien stellt eine besondere Herausforderung dar. In Lithium-Batterien sind viele gefährliche Substanzen enthalten. Dazu kommen die charakteristisch hohen Spannungen und Energiedichten. In Kombination mit großer Hitze, mechanischer Einwirkung oder Kurzschluss kann es zu einer unkontrollierten, stark exothermen (wärmefreisetzenden) Reaktion, dem sogenannten "thermal runaway" mit akuter Brandgefahr kommen.

Lithium-Batterien und -Akkus müssen daher unbedingt getrennt gesammelt, in speziellen Behältnissen transportiert und vor der Behandlung entladen werden. Danach werden sie deaktiviert (thermisch behandelt, erhitzt) und dem Recyclingprozess zugeführt. Seit Kurzem werden diese Behandlungsschritte am Standort der Redux GmbH in Bremerhaven (Deutschland) durchgeführt.

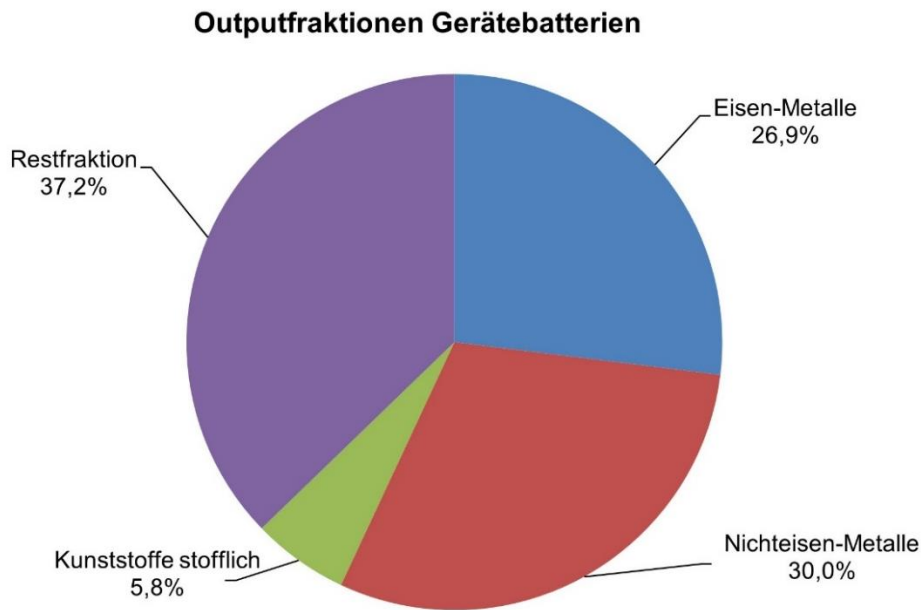
Im Zuge der Recyclingprozesse werden die Batterien durch mechanische, hydrometallurgische und pyrometallurgische Prozesse in ihre Bestandteile zerlegt.

In der folgenden Tabelle und Grafik werden Richtwerte für die zurückgewonnenen Massen an Rohstoffen pro Jahr und die Anteile der Outputfraktionen aus der Behandlung von Gerätebatterien dargestellt. Die Fraktionen Nichteisen-Metalle (Zink, Mangan, Cadmium, Aluminium, Nickel, Cobalt, Kupfer) und die Eisen-Metalle können als wichtige Rohstoffe wiederverwendet werden. Dies ist energetisch weitaus günstiger als die Neugewinnung der Rohstoffe und stellt daher einen wichtigen Beitrag zum Umwelt- und Klimaschutz dar.

Lithium kann mit der derzeit zur Verfügung stehenden Technologie nicht wirtschaftlich und energetisch sinnvoll zurückgewonnen werden.

Fraktionen	Masse [t]	Anteil [%]
Eisen-Metalle	769	26,9
Nichteisen-Metalle	856	30,0
Kunststoffe stofflich	166	5,8
Restfraktion	1.062	37,2
<b>Gesamt</b>	<b>2.854</b>	<b>100,0</b>

**Tab. 10:** Outputfraktionen Gerätebatterien (Datenbasis 2022)



**Abb. 22:** Zusammensetzung der Gerätebatterien in Massenprozent (2022)

### 11.3 Behandlung von Fahrzeugbatterien

Der überwiegende Teil der in Österreich anfallenden Fahrzeugbatterien wird bei der Firma Ecobat Resources Austria (früher BMG Metall und Recycling GmbH) in Arnoldstein/Kärnten verwertet (siehe [www.ecobat.com](http://www.ecobat.com)). Da Fahrzeugbatterien Substanzen enthalten, die Mensch und Umwelt schädigen können (z. B. Schwefelsäure), müssen alle Altbatterien fachgerecht entsorgt werden.

Die Sammlung der Altbatterien verfolgt jedoch auch noch einen anderen Zweck, nämlich die Rückgewinnung von wertvollen Ressourcen. Die Fahrzeugbatterien enthalten Blei, das nach entsprechendem Recycling wieder in neue Fahrzeugbatterien eingesetzt werden kann.

Die angelieferten **Fahrzeugbatterien** werden in einem Bunker übernommen und gelagert. Die abgetrennte Schwefelsäure wird in einem dichten Zwischenbunker gesammelt, über eine Filterpresse gereinigt und danach zu Natriumsulfat verarbeitet, welches bei der Produktion von Waschmittel und Glas verwendet wird.

Nach dem **Brecher** liegt ein Gemenge aus Gittermetall (Blei), Bleipaste, Kastenmaterial (Polypropylen, Hartgummi) und Kunststoffrestfraktion (Zellulose, PE, PVC) vor. Die anfallende Paste wird vor dem Einsatz in den Kurztrommelöfen entschwefelt. Das wieder verwertbare Gehäusematerial Polypropylen wird dem Recycling zugeführt.

Das **Gittermaterial** und die **Bleipaste** (Patent Herstellung von Bleipaste, siehe [patents.google.com/patent/EP0127060B1/de](https://patents.google.com/patent/EP0127060B1/de)) werden in den Kurztrommelöfen zu Rohblei verarbeitet. An den Kurztrommelöfen (KTO) werden



**Abb. 23 und 24:** Sammlung und Recycling von Fahrzeugbatterien (© BMG, 2017)



**Abb. 25:** Bleirecycling (© EAK, 2017)

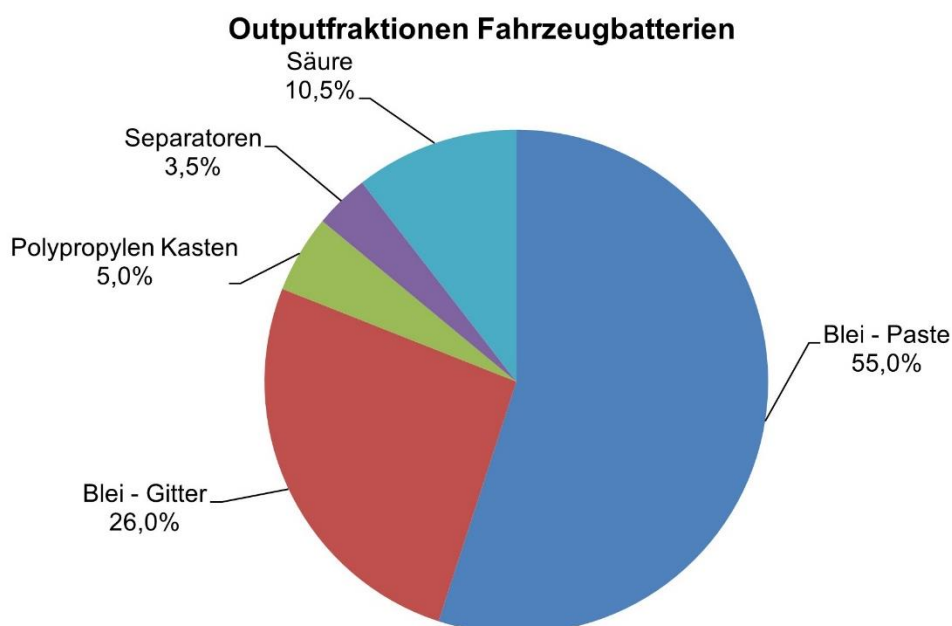
die Produkte der Aufbereitung und andere bleihaltige Recyclingprodukte zu Rohblei geschmolzen. Die Abluft der KTO wird über hochwertige Gewebefilter gereinigt.

In der **Raffinerie** wird das an den Öfen produzierte Rohblei in zwei 130 Tonnen-Kesseln wiederum geschmolzen. Je nach Kundenwunsch werden störende Elemente entfernt und gewünschte Elemente in die Bleischmelze legiert. Die fertig legierte Bleischmelze wird über die Gießmaschine in Chargen zu 80 bis 90 Tonnen, in Barrenform (40 bis 44 Kilogramm) ausgegossen und gebündelt.

In der folgenden Tabelle und Grafik werden Richtwerte für die zurückgewonnenen Massen an Rohstoffen pro Jahr und die Anteile der Outputfraktionen aus der Behandlung von Fahrzeugbatterien dargestellt. Die Fraktion Blei-Paste besteht zu 70 Prozent aus Blei, bei der Fraktion Blei-Gitter handelt es sich um annähernd reines Blei. Die Bleifraktion kann als wichtiger Rohstoff wieder verwendet werden. Dies ist energetisch weitaus günstiger als die Neugewinnung der Rohstoffe und stellt daher einen wichtigen Beitrag zum Umwelt- und Klimaschutz dar.

Fraktionen	Masse [t]	Anteil [%]
Bleipaste (70% Blei)	7.924	55,0
Bleigitter (fast reines Blei)	3.746	26,0
Polypropylen Kasten	720	5,0
Separatoren	504	3,5
Säure	1.513	10,5
<b>Gesamt</b>	<b>14.407</b>	<b>100,0</b>

**Tab. 11:** Outputfraktionen der Fahrzeugbatterien (Datenbasis 2022)



## 12 Wiedergewinnung Eisen-Metalle

### 12.1 Herkunft der recycelten Eisen- Metalle

Insgesamt werden in Österreich pro Jahr rund 67.700 Tonnen Eisen-Metalle aus Elektroaltgeräten zurückgewonnen. Dies entspricht einer Masse von rund 9,3-mal der Masse des Eiffelturms in Paris.

Die folgende Tabelle und Grafik gibt einen Überblick, in welchen Mengen und Anteilen die Eisen-Metalle aus den fünf Sammelkategorien für Elektroaltgeräte und den beiden Sammel- und Behandlungskategorien für Batterien recycelt werden können.

Eisen-Metalle	Masse [t]	Anteil [%]
Elektrogroßgeräte	34.479	50,9
Elektrokleingeräte	22.220	32,8
Bildschirmgeräte	1.366	2,0
Kühlgeräte	8.858	13,1
Gerätebatterien	769	1,1
<b>Gesamt</b>	<b>67.692</b>	<b>100,0</b>

Tab. 12: Herkunft der rund 67.700 Tonnen recycelten Eisen-Metalle pro Jahr (Datenbasis 2022)

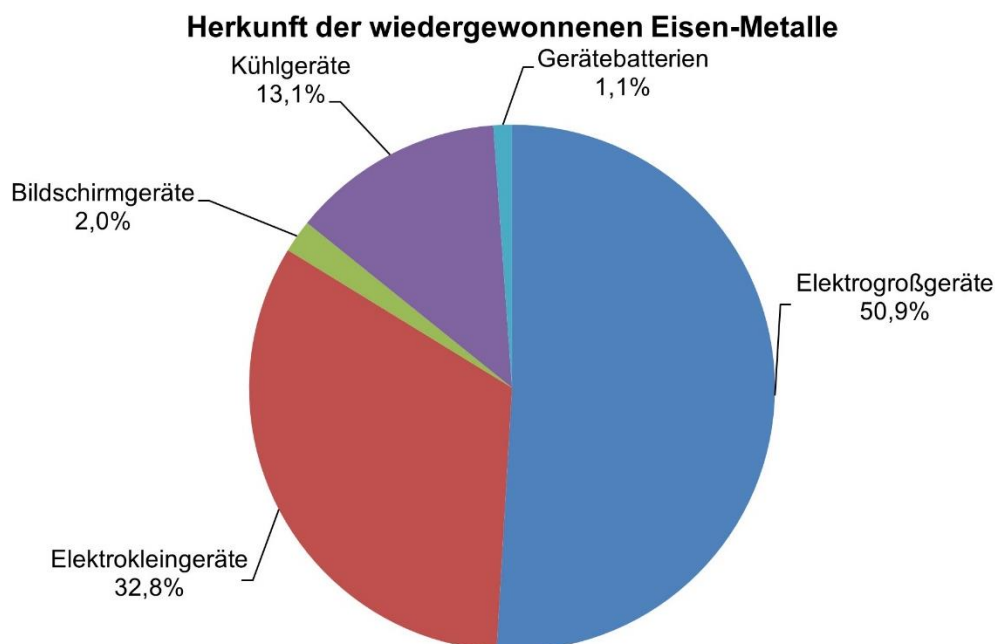


Abb. 27: Herkunft der rund 67.700 Tonnen recycelten Eisen-Metalle pro Jahr (2022)

## 12.2 Recyclingprozesse Eisen-Metalle

Die Fraktion Eisen-Metalle wird vor allem aus den Sammel- und Behandlungskategorien Elektrogroß- und Elektrokleingeräte, Kühlgeräte und Bildschirmgeräte sowie zu einem kleinen Anteil aus Gerätebatterien zurückgewonnen. Im Zuge der Verwertung werden die gesammelten Geräte dieser Kategorien zerkleinert und die Fraktion Eisen-Metalle über Magnetabscheider abgetrennt.

Die Zerkleinerung erfolgt bei Elektrogroßgeräten in Österreich vor allem in sechs Großshreddern, bei Elektroklein- und Kühlgeräten vorwiegend in kleineren Shreddern bzw. Smashern. Die Eisen-Metalle bei Bildschirmgeräten werden vor allem bei der händischen Demontage der Geräte aus metallischen Rahmenteilen und aus der Elektronenstrahleinheit gewonnen.

Bei einem Großshredder zerkleinern rotierende Hämmer, die auf einer Welle befestigt sind, die Geräte. In einem solchen Shredder können ganze Autos und somit auch problemlos fast alle Elektrogroßgeräte in faustgroße Stücke zerkleinert werden. Bilder eines Großshredders und eine kurze technische Erklärung finden sich auf der Website der Firma Müller-Guttenbrunn in Amstetten (siehe [www.mgg-recycling.com/?p=3488](http://www.mgg-recycling.com/?p=3488)). In den kleineren Smashern oder Mühlen werden vor allem Elektrokleingeräte und Kühlgeräte zerkleinert, damit die Eisen-Metalle wiedergewonnen werden können. Bilder und Beschreibungen eines Smashers finden sich unter folgenden Links:

- <http://www.andritz.com/products-en/recycling/recycling/electronic-scrap>,
- <https://lindemann-metalrecycling.com/de/maschinen/metall-shredder/lindemann-zz-power-zerdirator>.

Nach der Zerkleinerung der Geräte werden die Eisen-Metalle über einen Magneten, z. B. in Form eines Überbandmagnetscheiders, einer Magnetrolle oder einer Magnettrommel abgetrennt. Bilder dazu und eine kurze technische Erklärung sind z. B. auf den Websites der Firmen Steinert (siehe [www.steinertglobal.com/de](http://www.steinertglobal.com/de)) und IFE (siehe [www.ife-bulk.com](http://www.ife-bulk.com)), jeweils unter dem Punkt "Produkte" bzw. „Magnettechnik“ zu finden.

Die recycelten, sortenreinen Eisen-Metalle werden von den großen Recyclingbetrieben wieder direkt an Stahlwerke geliefert und in den Schmelzprozess eingebracht.

## 13 Wiedergewinnung Nichteisen-Metalle

### 13.1 Herkunft der recycelten Nichteisen-Metalle

Insgesamt werden in Österreich pro Jahr rund 29.200 Tonnen Nichteisen-Metalle aus Elektroaltgeräten zurückgewonnen. Dies entspricht z. B. einer Masse von rund 2,6 Millionen Alufelgen. Nebeneinandergelegt würden diese Alufelgen eine Strecke von Wien nach Lyon (Frankreich) bedecken.

Aus den Elektroaltgeräten wird vor allem Aluminium und Kupfer zurückgewonnen, aber auch andere Nichteisen-Metalle wie Zink und Nickel und in geringen Mengen auch Edelmetalle wie Platin oder Gold. So enthält zum Beispiel eine Tonne Handyschrott mehr Gold als eine Tonne Golderz. Aus den gesammelten Batterien werden vor allem die Metalle Blei, Zink, Mangan, Cobalt und Nickel recycelt.

Die folgende Tabelle und Grafik gibt einen Überblick, in welchen Mengen und Anteilen die Nichteisen-Metalle aus den fünf Sammelkategorien für Elektroaltgeräte und den beiden Sammel- und Behandlungskategorien für Batterien recycelt werden können.



**Abb. 28:** Nichteisen-Metallschmelze  
(© BMG, 2017)

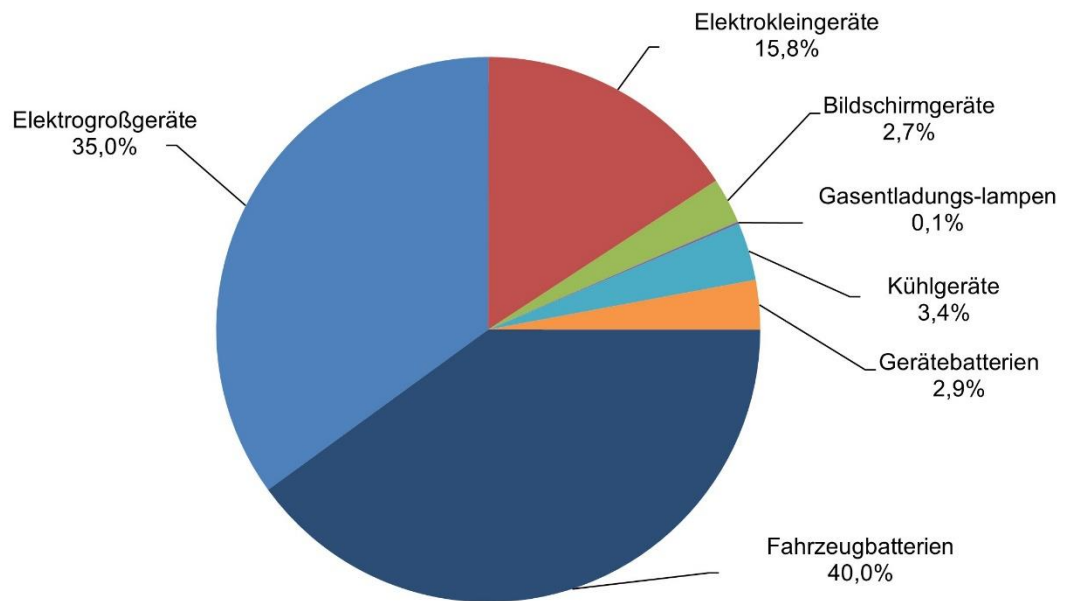
Nichteisen-Metalle	Masse [t]	Anteil [%]
Elektrogroßgeräte	10.218	35,0
Elektrokleingeräte	4.604	15,8
Bildschirmgeräte	794	2,7
Gasentladungslampen	37	0,1
Kühlgeräte	1.000	3,4
Gerätebatterien	856	2,9
Fahrzeugbatterien	11.669	40,0
<b>Gesamt</b>	<b>29.180</b>	<b>100,0</b>

**Tab. 13:** Herkunft der rund 29.200 Tonnen recycelten Nichteisen-Metalle pro Jahr (Datenbasis 222)

### 13.2 Recyclingprozesse Nichteisen-Metalle

Die Fraktion Nichteisen-Metalle wird aus allen fünf Sammel- und Behandlungskategorien, den Elektrogroß- und Elektrokleingeräten, Kühlgeräten, Bildschirmgeräten und Gasentladungslampen, sowie aus Fahrzeug- und Gerätebatterien zurückgewonnen.

## Herkunft der wiedergewonnenen Nichteisen-Metalle



**Abb. 29:** Herkunft der rund 29.200 Tonnen recycelten Nichteisen-Metalle pro Jahr (2022)

Im Zuge der Verwertung von Elektroaltgeräten werden die gesammelten Geräte dieser Kategorien zerkleinert, dies erfolgt in Großshreddern (siehe Elektrogroßgeräte) oder in einem Smasher oder Querstromzerspanner (siehe <https://www.andritz.com/products-en/recycling/electronic-scrap>). Weitere Informationen zur Rückgewinnung von Nichteisen-Metallen aus Batterien finden Sie unter den Punkten Gerätebatterien und Fahrzeugbatterien.

Die Rückgewinnung der Nichteisen-Metalle aus Elektroaltgeräten (vor allem Aluminium und Kupfer) erfolgt über einen Nichteisen-Metall-Abscheider oder Wirbelstromabscheider. Das Prinzip des Wirbelstromabscheiders beruht auf dem Effekt, dass in einem Nichteisen-Metall in einem magnetischen Wechselfeld eine Spannung induziert wird. Diese Spannung erzeugt einen Wirbelstrom. Der Wirbelstrom erzeugt ein dem erzeugenden Magnetfeld entgegengesetztes Magnetfeld (Lenz'sche Regel). Dadurch werden abstoßende Kräfte erzeugt, die das Nichteisen-Metall aus dem Förderstrom herausschleudern. Nähere Informationen sind z. B. auf der Website der Firma Steinert (siehe <https://steinertglobal.com/de/magnete-sensorsortierer/magnetseparation/wirbelstromscheider/>) zu finden.

Zusätzlich werden teilweise Schwimm-/Sinkverfahren und sensorbasierte Sortiersysteme wie NIR- (Nahinfrarot), Induktions- oder Röntgensortiersysteme zur Abtrennung von Nichteisen-Metallen verwendet (z. B. Firma Steinert, Röntgensortiersysteme).

Die Nichteisen-Metalle werden als wertvolle Sekundärrohstoffe wiederverwendet. In Österreich wird z. B. Kupfer in den Montanwerken Brixlegg (siehe [www.montanwerke-brixlegg.com](http://www.montanwerke-brixlegg.com)) und Aluminium bei der AMAG (siehe [www.amag.at](http://www.amag.at)) in Ranshofen aus recycelten Materialien wiedergewonnen.

## 14 Wiedergewinnung Glasfraktion

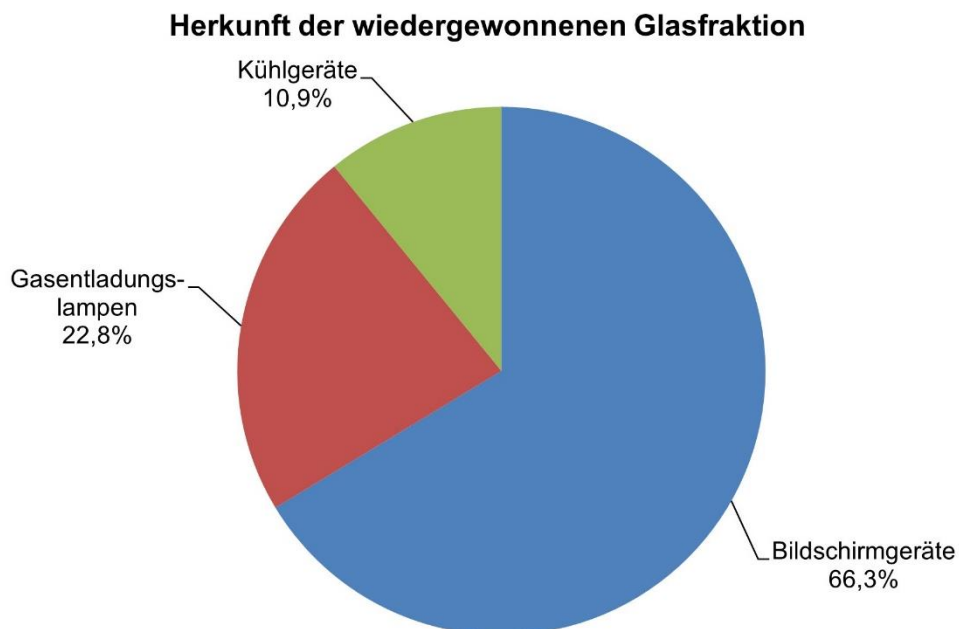
### 14.1 Herkunft der recycelten Glasfraktion

Insgesamt werden in Österreich pro Jahr rund 3.250 Tonnen Glas aus Elektroaltgeräten zurückgewonnen. Dies entspricht z. B. einer Masse von rund 8,1 Millionen Weinflaschen (0,75 Liter) aus Glas.

Die folgende Tabelle und Grafik gibt einen Überblick, aus welchen der fünf Sammel- und Behandlungskategorien für die Sammlung von Elektroaltgeräten die recycelte Glasfraktion stammt.

Glas	Masse [t]	Anteil [%]
Bildschirmgeräte	2.156	66,3
Gasentladungslampen	740	22,8
Kühlgeräte	354	10,9
<b>Gesamt</b>	<b>3.250</b>	<b>100,0</b>

**Tab. 14:** Herkunft der rund 3.250 Tonnen recycelten Glasfraktion pro Jahr (Datenbasis 2022)



**Abb. 30:** Herkunft der rund 3.250 Tonnen recycelten Glasfraktion pro Jahr (2022)

## 14.2 Recyclingprozesse Glasfraktion

Die Glasfraktion wird vor allem aus der Sammel- und Behandlungskategorie Bildschirmgeräte und zum kleineren Teil aus den Sammel- und Behandlungskategorien Gasentladungslampen und Kühlgeräte zurückgewonnen.

In der Sammel- und Behandlungskategorie **Bildschirmgeräte** unterscheidet man grundsätzlich zwei Gruppen von Geräten:

- Röhrengeräte (*Geräte mit Bildröhre*),
- Flachbildschirme (*Bildschirme mit geringer Tiefe, die nicht auf dem Prinzip der Kathodenstrahlröhre beruhen, z. B. Flüssigkristallbildschirme (LCD – Liquid Cristal Display) und Plasmabildschirme*).

Derzeit fallen immer noch Röhrengeräte als Elektro- und Elektronikaltgeräte an, jedoch ist damit zu rechnen, dass der Anteil von Flachbildschirmen in den nächsten Jahren weiter steigen wird.

Bei Bildröhrengeräten muss die Bildschirmbeschichtung (enthält giftige Cadmium- und Yttriumverbindungen) abgetrennt werden.

Dazu wird zuerst der Metallspannring von der Bildröhre entfernt, die Bildröhre mittels Heizdraht in die beiden Hälften Schirmglas (Bariumglas) und Konusglas (Bleiglas) aufgetrennt und die Schattenmaske aus Metall entnommen. Anschließend wird die Bildschirmbeschichtung abgesaugt und in Sammelbehältnissen aufgefangen. Die Bildschirmbeschichtung wird in einer Untertagedeponie abgelagert.

Das Barium- und Bleiglas der Bildröhren kann beim Recycling von Industrieglas, in der Bleiindustrie oder als Recyclingbaustoff verwendet werden.

Im Zuge der Behandlung von **Gasentladungslampen** werden zuerst die Endkappen aus Aluminium abgetrennt. Anschließend erfolgt eine Siebung und Entstaubung, bei der der stark quecksilberhaltige Leuchtstaub abgesaugt wird. In weiterer Folge werden die Alu-Endkappen und das Glas in einen Ofen eingebracht, um eindiffundiertes Quecksilber aus dem Glas bei ca. 500°C und den Metallteilen bei ca. 250°C bis 300°C auszudampfen.

Der gesamte Prozess erfolgt im Unterdruck, um das Entweichen von Quecksilberdämpfen und Quecksilberstaub zu verhindern. Die Prozessluft wird über Aktivkohlefilter gereinigt (siehe [www.system-herborn.de](http://www.system-herborn.de)).

## 15 Wiedergewinnung Kunststoffe

### 15.1 Herkunft der recycelten Kunststoffe

Insgesamt werden in Österreich pro Jahr rund 30.350 Tonnen Kunststoffe aus Elektroaltgeräten zurückgewonnen. Aus Elektroaltgeräten und zu einem kleinen Teil auch aus Batterien (vor allem Fahrzeugbatterien) können durch den Einsatz modernster, automatischer Sortiertechnologien (z. B. NIR-Nahinfrarotspektroskopie) sortenreine Kunststoffe (Fraktion Kunststoffe stofflich) als Sekundärrohstoffe wiedergewonnen werden (z. B. Firma MGG Polymers, Amstetten, siehe [mgg-polymers.com](http://mgg-polymers.com)).

#### Weiterführende Links:

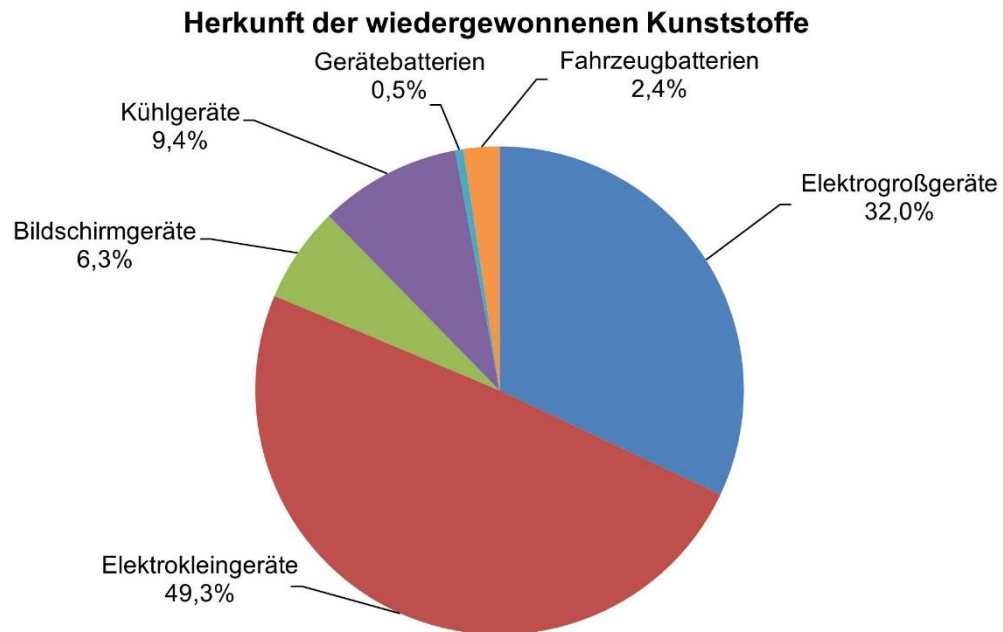
- [www.seg-online.de](http://www.seg-online.de) (Polystyrol - PS und PUR Pulver)
- [www.sesotec.com](http://www.sesotec.com) (Metall- und E-Schrott-Recycling)
- [www.tomra.com](http://www.tomra.com) (Kunststoffe)
- [www.redwave.com](http://www.redwave.com) (Kunststoffe)

Diese sortenreinen Kunststoffe können wieder eingeschmolzen und zu neuen Produkten weiterverarbeitet werden. Die sortenrein zurückgewonnene Masse an Kunststoffen von rund 30.350 Tonnen entspricht z. B. einer Masse von rund 6,1 Millionen Gartensesseln aus Kunststoff. Durch den ständig steigenden Anteil an Kunststoffen in Elektrogeräten kommt dem Kunststoff-Recycling eine immer größere Bedeutung bei der Verwertung von Elektroaltgeräten zu.

Die folgende Tabelle und Grafik gibt einen Überblick, aus welchen Sammel- und Behandlungskategorien für die Sammlung von Elektroaltgeräten und Batterien die recycelten Kunststoffe stammen.

Kunststoffe	Masse [t]	Anteil [%]
Elektrogroßgeräte	9.717	32,0
Elektrokleingeräte	14.963	49,3
Bildschirmgeräte	1.926	6,3
Kühlgeräte	2.851	9,4
Gerätebatterien	166	0,5
Fahrzeugbatterien	720	2,4
<b>Gesamt</b>	<b>30.344</b>	<b>100,0</b>

**Tab. 15:** Herkunft der rund 30.350 Tonnen recycelten Kunststoffe pro Jahr (Datenbasis 2022)



**Abb. 31:** Herkunft der rund 30.350 Tonnen recycelten Kunststoffe pro Jahr (2022)

## 15.2 Recyclingprozesse Kunststoffe

Nur ein sehr geringer Anteil der Kunststoffe aus Elektroaltgeräten ist mit inzwischen verbotenen bromierten Flammschutzmitteln belastet. Diese belasteten Kunststoffe müssen aussortiert und einer thermischen Verwertung oder Behandlung zugeführt werden. Der deutlich überwiegende Anteil an nicht belasteten Kunststoffen aus Elektroaltgeräten kann wieder dem Wertstoffkreislauf zugeführt werden.



Die Fraktion Kunststoffe wird aus den Sammel- und Behandlungskategorien Elektrogroß- und Elektrokleingeräte, Kühlgeräte und Bildschirmgeräte sowie aus Gerätebatterien und Fahrzeugbatterien zurückgewonnen.

Im Zuge der Verwertung werden die gesammelten Geräte dieser Kategorien zerkleinert. Die Eisen- und Nichteisen-Metalle werden als wertvolle Sekundärrohstoffe abgetrennt und wiederverwendet.



Aus der kunststoffreichen Restfraktion können durch den Einsatz modernster, sensorgestützter Sortiertechnologien sortenreine Kunststoffe als Sekundärrohstoffe wiedergewonnen werden (z. B. Firma MGG Polymers, Amstetten, siehe [www.mgg-polymers.com](http://www.mgg-polymers.com)). Diese sortenreinen Kunststoffe können wieder eingeschmolzen und zu neuen Produkten weiterverarbeitet werden.

**Abb. 32 und 33:** Kunststoffrecycling bei MGG Polymers in Kematen (© MGG Polymers, 2018)

Das Kunststoffrecycling aus Elektroaltgeräten ist deshalb so aufwendig, da in den Geräten viele verschiedene Kunststoffe vorhanden sind. Die gängigsten sind ABS (Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymerisat), PS (Polystyrol), PE (Polyethylen), PP (Polypropylen) und PVC (Polyvinylchlorid).

## 16 Wiedergewinnung PUR-Pulver

### Herkunft und Recyclingprozesse - PUR-Pulver

Die rund 2.530 Tonnen der Fraktion PUR-Pulver werden bei der Rückproduktion von Kühlgeräten aus dem Isolierschaum der Kühlgeräte zurückgewonnen.

In den meisten Kühlgeräten, die derzeit entsorgt werden müssen, sind FCKW- oder KW-haltige Kühl- und Treibmittel (z. B. Kühlmittel im Kältekreislauf, Treibmittel im Isolierschaum) enthalten.

Die in den 1980er Jahren nachgewiesene Gefahr der vor allem mit Chlor und Brom halogenierten Kohlenwasserstoffe (FCKW und Halone) ist jedoch, dass sie erheblich zum Abbau der Ozonschicht (absorbiert die schädliche UV-Strahlung aus dem Sonnenlicht) in der Stratosphäre beitragen und den Treibhauseffekt verstärken. Ihr Einsatz in Neugeräten ist daher auf Grundlage der FCKW-Halon-Verbotsverordnung in Österreich seit 1995 verboten.

Die FCKW-Verbindungen wurden durch KW-Verbindungen (vor allem Cyclopentan) ersetzt. Diese KW-Verbindungen sind stark an der Ozonbildung in den unteren Luftschichten (Troposphäre) beteiligt und tragen damit zur Ozonbelastung bei. Ozon dringt als Reizgas in die Lunge ein und kann Entzündungen hervorrufen. Cyclopentan verdampft bei 20°C und kann beim Einatmen zu Vergiftungen führen. Darüber hinaus besteht beim Austritt von Cyclopentan Entzündungs- und Explosionsgefahr.

In der zweiten Stufe der Kühlgerätebehandlung wird daher das FCKW oder KW aus dem Isolierschaum zurückgewonnen. Im Isolierschaum (Polyurethanschaum, PUR-Schaum) ist FCKW oder KW in den Poren des Schaums gebunden.

Unter Luftabschluss wird der PUR-Schaum vom Gehäuse getrennt und anschließend zu einem Pulver zermahlen (Porenentgasung), wobei das in der Porenstruktur des Schaums gebundene FCKW und KW freigesetzt wird. Anschließend erfolgt die Matrixentgasung. Bei der Matrixentgasung wird das in der Schaummatrix gebundene FCKW oder KW durch langsames Erwärmen und Durchmischen des Pulvers freigesetzt.

Das bei der Poren- und Matrixentgasung freigesetzte FCKW und KW wird mit der Prozessluft abgesaugt, abgetrennt und in einem Hochtemperaturofen ge-crackt, d. h. in Flusssäure und Salzsäure zerlegt und somit unschädlich gemacht. Die Abtrennung erfolgt in der Anlage der UFH Re-cycling GmbH in Kematen durch ein Kryokondensationsverfahren (siehe [www.ufhrecycling.at](http://www.ufhrecycling.at)). Bei einem Kryokondensationsverfahren wird ein zu reinigendes Gas in einem Wärmetauscher in indirekten Kontakt mit einem tiefkalten Kühlmittel (z. B. flüssiger Stickstoff) gebracht. Dabei werden die Verunreinigungen aus dem Gas ausgefroren bzw. auskondensiert und



**Abb. 34:** PUR-Mehl – Produkt aus dem Kühlgeräterecycling (© UFH Re-cycling GmbH, 2018)



**Abb. 35:** PUR-Mehl – Produkt aus dem Kühlgeräterecycling (© UFH Re-cycling GmbH, 2018)

das Gas auf diese Weise gereinigt. In der Anlage der AVE GmbH erfolgt die Abtrennung über einen Aktivkohlefilter (siehe [www.seg-online.de](http://www.seg-online.de)). Übrig bleibt ein FCKW- und KW-freies PUR-Pulver, das z. B. als Chemikalien- und Ölbindemittel oder zur Produktion von Klebstoffen verwendet werden kann (siehe [www.seg-online.de](http://www.seg-online.de)).

Die 2. Stufe der Kühl- und Gefriergerätebehandlung erfolgt derzeit größtenteils bei den Recyclinganlagen der UFH RE-cycling GmbH in Kematen (siehe [www.ufhrecycling.at](http://www.ufhrecycling.at)) und der Energie AG OÖ Umwelt Service GmbH in Timelkam mit einer Anlage nach dem System SEG (siehe [www.seg-online.de](http://www.seg-online.de)).

## 17 Wiedergewinnung Schwefelsäure

### Herkunft und Recyclingprozesse - Schwefelsäure

Die rund 1.500 Tonnen Schwefelsäure werden im Zuge des Recyclingprozesses von Fahrzeugbatterien zurückgewonnen.

Der überwiegende Teil der in Österreich anfallenden Fahrzeugbatterien wird bei der Firma Ecobat Resources Austria GmbH in Arnoldstein/Kärnten verwertet (siehe [www.ecobat.com](http://www.ecobat.com)). Da Fahrzeugbatterien Substanzen enthalten, die Mensch und Umwelt schädigen können (z. B. Schwefelsäure), müssen alle Altbatterien fachgerecht entsorgt werden.



**Abb. 36:** Das Recyclingprodukt „Natriumsulfat“ aus Batteriesäure im Waschmittel (© EAK, 2018)

Die Sammlung der Altbatterien verfolgt jedoch auch noch einen anderen Zweck, nämlich die Rückgewinnung von wertvollen Ressourcen. Die Fahrzeugbatterien enthalten neben Schwefelsäure auch Blei, das nach entsprechendem Recycling wieder in neuen Fahrzeugbatterien eingesetzt werden kann.

Die angelieferten Fahrzeugbatterien werden in einem Bunker übernommen und gelagert. Die abgetrennte Schwefelsäure wird in einem dichten Zwischenbunker gesammelt, über eine Filterpresse gereinigt und danach zu Natriumsulfat verarbeitet, welches bei der Produktion von Waschmitteln und Glas verwendet wird.

## 18 Gefährliche Bauteile und Substanzen

Folgende gefährliche Bauteile und Substanzen können in den folgenden Sammel- und Behandlungskategorien für Elektroaltgeräte und Batterien enthalten sein:

### 18.1 Gefährdungspotenzial Elektrogroß- und Kleingeräte

#### PCB-haltige (Polychlorierte Biphenyle) Kondensatoren

In älteren Geräten sind sie in Waschmaschinen, Mikrowellen, Staubsauger etc. zu finden. In neuen Geräten werden die PCB-haltigen Kondensatoren durch weniger gefährliche Elektrolytkondensatoren ersetzt. **Polychlorierte Biphenyle sind giftige und krebserregende Chlorverbindungen.**

#### Quecksilberschalter

Sie sind in älteren Waschmaschinen, Dampfbügeleisen, Heizgeräten etc. zu finden. In neuen Geräten sind Quecksilberschalter kaum mehr enthalten. **Quecksilber ist ein äußerst giftiges Schwermetall. Quecksilberschalter enthalten flüssiges Quecksilber das bei Zerschneiden schon bei Raumtemperatur verdampft.**

#### Asbesthaltige Heizgeräte und Radiatoren

Asbest wurde vor allem zum Brandschutz verwendet. In neuen Geräten sind keine Asbestfasern mehr vorhanden. **Asbestfasern lagern sich in der Lunge ab und können krebserregend wirken.**

**Feuerfeste Keramikfasern** z. B. in älteren Herdplatten, möglicherweise **krebserregend.**

#### PCB-haltige Wärmeträgeröle in Ölradiatoren

Sie sind vor allem in älteren Geräten vorhanden, in neuen Geräten werden PCB-haltige Wärmeträgeröle nicht mehr verwendet. **Polychlorierte Biphenyle sind giftige und krebserregende Chlorverbindungen.**

#### Bestückte Leiterplatten

Von bestückten Leiterplatten müssen quecksilberhaltige Bauteile, größere Elektrolytkondensatoren, Batterien und Akkumulatoren sowie LCD-Anzeigen abgenommen werden.

#### Batterien

siehe Punkt 18.5

### 18.2 Gefährdungspotenzial Kühl- und Gefriergeräte

Folgende gefährliche Bauteile, Stoffe und Substanzen sind in Kühl- und Gefriergeräten vorhanden:

#### FCKW-haltige Kühl- und Treibmittel

In vielen Kühlgeräten, die derzeit entsorgt werden müssen, sind FCKW-haltige Kühl- und Treibmittel (Kühlmittel im Kältekreislauf, Treibmittel im Isolierschaum) enthalten.

Die in den 1980er Jahren nachgewiesene Gefahr der vor allem mit Chlor und Brom halogenierten Kohlenwasserstoffe (FCKW und Halone) ist jedoch, dass sie erheblich zum Abbau der Ozonschicht (absorbiert die schädliche UV-Strahlung aus dem Sonnenlicht) in der Stratosphäre beitragen und den Treibhauseffekt verstärken. Ihr Einsatz in Neugeräten ist daher auf Grundlage der FCKW-Halon-Verbotsverordnung in Österreich seit 1995 verboten.

#### **KW-haltige Kühl- und Treibmittel**

Seit dem Verbot der FCKW-Kühlgeräte wurden Alternativen für Treibgase und Kältemittel gesucht. Im Bereich der Kühlgeräte wurde die Gruppe der KW-Kühlgeräte entwickelt. Diese enthalten flüchtige organische Komponenten wie z. B. Propan-/Butan-Gemische oder vor allem Cyclo-Pentan.

Diese Kohlenwasserstoffe sind stark an der Ozonbildung in den unteren Luftschichten (Troposphäre) beteiligt und tragen damit zur Ozonbelastung bei. Ozon dringt als Reizgas in die Lunge ein und kann Entzündungen hervorrufen. Cyclo-Pentan verdampft bei 20°C und kann beim Einatmen zu Vergiftungen führen. Darüber hinaus besteht beim Austritt von Cyclo-Pentan Entzündungs- und Explosionsgefahr.

#### **PCB-haltige Kondensatoren (in älteren Geräten)**

Polychlorierte Biphenyle sind giftige und krebserregende Chlorverbindungen. In neuen Geräten werden die PCB-haltigen Kondensatoren durch weniger gefährliche Elektrolytkondensatoren ersetzt.

#### **Quecksilberschalter (in älteren Geräten)**

Quecksilber ist ein äußerst giftiges Schwermetall. Quecksilberschalter enthalten flüssiges Quecksilber, das bereits bei Zimmertemperatur verdampft. In neuen Geräten sind Quecksilberschalter kaum mehr vorhanden.

### **18.3 Gefährdungspotenzial Bildschirmgeräte**

Folgende gefährliche Bauteile, Stoffe und Substanzen können in Bildschirmgeräten vorhanden sein:

#### **Bildschirmbeschichtung aus Cadmiumsulfid, Yttriumverbindungen**

Cadmium ist ein giftiges und krebserregendes Schwermetall, Yttrium gehört zur Gruppe der seltenen Erden und wird ebenfalls als giftig eingestuft.

#### **Getterplättchen**

Getterplättchen enthalten gesundheitsschädliche Bariumverbindungen. (Getter - chemisch reaktives Material, das dazu dient, ein Vakuum möglichst lange zu halten)

#### **Flüssigkristallanzeigen (LCD-Displays)**

LCD-Displays gelten als gefährlicher Abfall und können krebserregende Azofarbstoffe enthalten.

#### **Barium, Yttrium und Europium Verbindungen als Leuchtstoffe in Plasmabildschirmen**

Das Erdalkalimetall Barium und seine wasserlöslichen Verbindungen sind giftig. Europium und Yttrium gehören zur Gruppe der seltenen Erden und sind ebenfalls als giftig zu betrachten.

#### Quecksilberhaltige Leuchtstoffröhren (bei Flachbildschirmen)

Quecksilber ist ein giftiges Schwermetall.

#### Bestückte Leiterplatten

Von bestückten Leiterplatten müssen quecksilberhaltige Bauteile, größere Elektrolytkondensatoren, Batterien und Akkumulatoren sowie LCD-Anzeigen abgenommen werden.

#### Batterien (z. B. in Laptops)

siehe Gefährdungspotenzial Batterien, Punkt 18.5

### 18.4 Gefährdungspotenzial Gasentladungslampen

#### Yttrium und Europium Verbindungen im Leuchtstaub

Yttrium und Europium gehören zur Gruppe der seltenen Erden und sind als giftig zu betrachten. Man sollte vor allem darauf achten, dass Gasentladungslampen beim Transport nicht zerbrechen, um Verletzungen mit leuchtstoffbeschichtetem Glas zu vermeiden.

#### Quecksilberhaltige Leuchtstoffröhren

Quecksilber ist ein giftiges Schwermetall.

#### Bariumkathode

Bariumverbindungen werden als gesundheitsschädlich eingestuft.

### 18.5 Gefährdungspotenzial Batterien

Folgende gefährliche Inhaltsstoffe sind in den verschiedenen Typen von Batterien und Akkumulatoren (Akkus - wiederaufladbare Speicher für elektrische Energie) vorhanden. Batterien sollten deshalb unbedingt getrennt gesammelt werden!

- **Quecksilber** (giftiges Schwermetall),
- **Cadmium** (giftiges und krebserregendes Schwermetall),
- **Nickel** (krebserregende Wirkung von Nickel- und Nickellegierungen in Form von atembarem Staub und Aerosol),
- **Blei** (giftiges Schwermetall),
- **Lithiumhexafluorophosphat** (giftig, verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden),
- **Lithiummetalloxide** (vermutlich krebserregend, sensibilisierend gegenüber der Haut),
- **Cobalt** (bei höherer Dosierung giftig, verursacht potentiell tödliche Erkrankungen des Herzmuskels, auch als Li Cobalt(III) Oxid, LCO),
- **Mangandioxid** (wassergefährdend),
- **Schwefelsäure** (wassergefährdend),
- **konzentrierte Laugen** (wassergefährdend).