

13 Umweltschutz, Arbeitssicherheit

Die Natur und die Umwelt sowie die Gesundheit der Menschen bei der Arbeit erfordern einen besonderen Schutz. Bei der Auswahl, der Herstellung und Verwendung der Werk- und Hilfsstoffe sowie während und nach dem Gebrauch der Bauteile ist die Umweltverträglichkeit und die Gesundheit zu beachten.

13.1 Umweltbelastung bei der Erzeugung der Werkstoffe

Zur ursprünglichen Erzeugung der Werkstoffe aus den natürlichen Rohstoffen (Primärerzeugung) ist ein hoher Energieaufwand erforderlich (**Tabelle**).

Bei den **Metallen** haben die Eisen- und Stahl-Werkstoffe gegenüber Kupfer und Aluminium deutliche Vorteile, da sie zur Primärerzeugung etwa $\frac{1}{3}$ des Energiebedarfs benötigen. Nur ein Bruchteil dieses Energieverbrauchs ist erforderlich, um die Metalle aus Recyclingmaterial (Schrott) zu gewinnen. Speziell bei Kupfer und Aluminium ist nur rund $\frac{1}{8}$ des Energiebedarfs gegenüber der Primärerzeugung aufzuwenden.

Die **Kunststoffe** haben einen Primärenergieverbrauch, der etwa so groß ist wie bei Stahl. Eine Rückgewinnung der sortenreinen Kunststoffe aus Recyclingmaterial ist bislang nur begrenzt möglich.

Die **Umweltbelastungen** durch die Erzeugung der Werkstoffe ist trotz großer Anstrengung zur Senkung der Emissionen beträchtlich. Bei der Erzeugung der Metalle entstehen Stäube und Abgase, die nicht vollständig abgetrennt werden können (**Bild 1**). Das hierbei durch Verbrennung fossiler Brennstoffe wie Kohle und Erdöl freigesetzte CO_2 trägt zusätzlich zum Treibhauseffekt bei.

Bei der Erzeugung der Kunststoffe ist die Umweltgefährdung unterschiedlich. Während z. B. die Erzeugung von Polyethylen (PE) unproblematisch ist, besteht bei Polyvinylchlorid (PVC) oder bei Polyurethan (PUR) durch die Giftigkeit und Kanzerogenität¹ der Vorprodukte eine hohe Gefährdung.

Tabelle: Energieverbrauch in kWh zur Erzeugung von 1 t Werkstoff

Werkstoffe	Primärerzeugung	Recyclinggewinnung
Eisen/Stahl	4 300	1 670
Aluminium	16 000	2 000
Kupfer	13 500	1 730
Polyethylen	3 500	–
Polyvinylchlorid	4 000	–

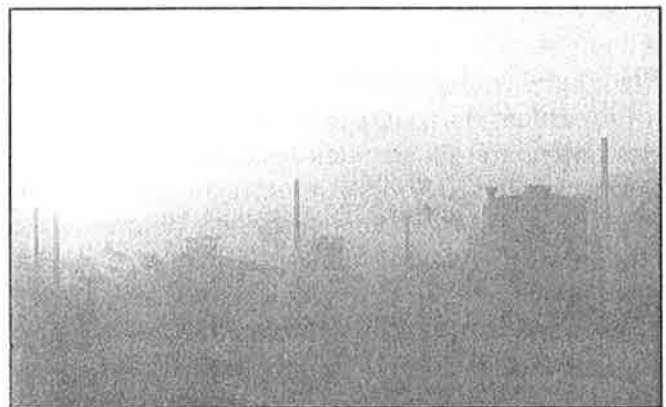


Bild 1: Luftverschmutzung durch eine Metallhütte

13.2 Umweltbelastungen bei der Fertigung

In einem Fertigungsbetrieb werden aus Werkstoffen mit Hilfe von Energie und Hilfsstoffen Produkte hergestellt (**Bild 2**). Neben den Produkten verlassen Abgase, Abwasser und Abfälle den Fertigungsbetrieb, die die Umwelt belasten.

Eine umweltschonende Fertigung muss Schadstoffe vermeiden oder auf das technisch machbare Minimum vermindern. Die Schadstoffe sollten verwertet, der Rest entsorgt werden.

Schadstoffe: Vermeiden → Vermindern
→ Verwerten → Entsorgen

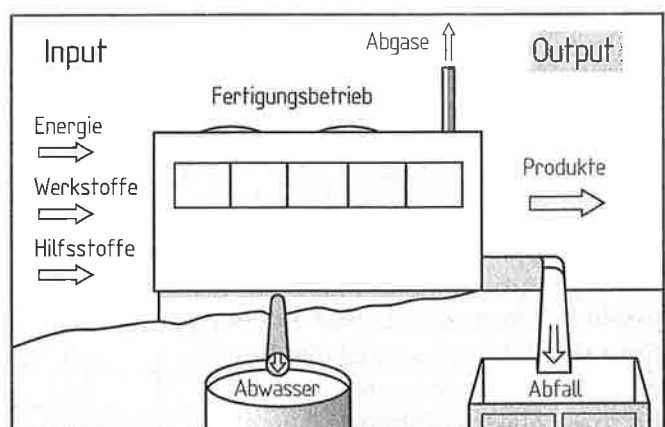


Bild 2: Fertigung und Stoffströme

¹ kanzerogen = Krebs erregend

Beispiel: Leiterplatten-Fertigung

Bei der Fertigung von Leiterplatten (Seite 256) werden chemische Prozesse und Fertigungsverfahren eingesetzt, die umweltbelastende Auswirkungen haben (Bild 1).

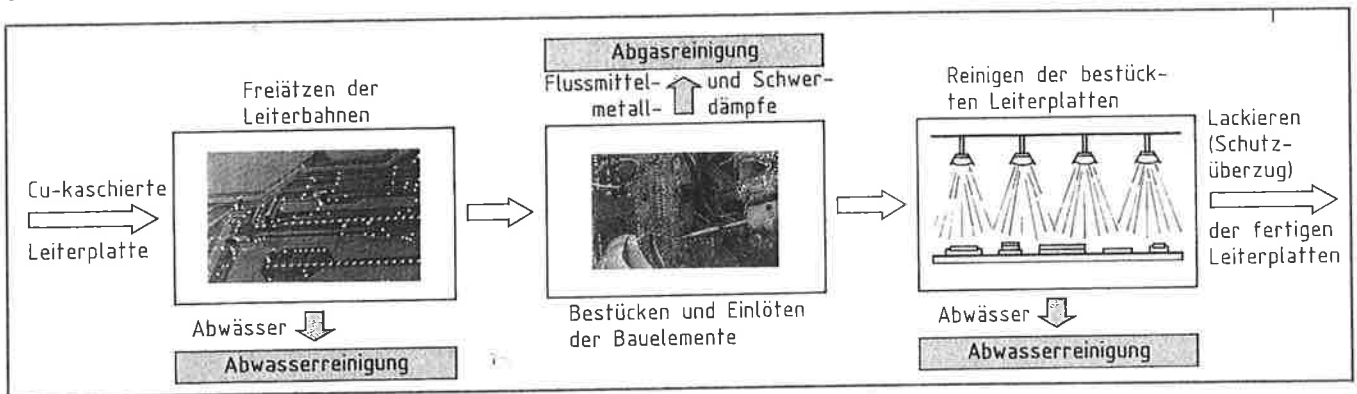


Bild 1: Umweltprobleme bei der Leiterplatten-Fertigung (Subtraktivtechnik)

Das Material zwischen den Leiterbahnen muss aus der Kupferschicht freigeätzt werden. Dazu verwendete man bislang eine Ätzlösung aus Kupferchlorid CuCl_2 und Ammoniumperoxidisulfat $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$. Als weniger umweltbelastend hat sich eine Ätzlösung aus Salzsäure HCl und Wasserstoffperoxid H_2O_2 erwiesen. Außerdem lässt sich aus der Ätzlösung das gelöste Kupfer rückgewinnen (Recycling).

Beim Einlöten der Bauelemente entstehen durch das verdampfende Flussmittel und ausgasende Lotbestandteile (Blei-, Zinn- und Cadmiumdämpfe) gesundheitsschädliche Abgase, die durch eine Absauganlage abgeführt werden müssen. Die umweltbelastenden Bestandteile der Abgase müssen in einer Reinigungsanlage (Elektroentstaubung und Kohlefilter) abgeschieden werden.

Im Anschluss daran ist die bestückte und gelötete Leiterplatte zu reinigen, da die Kontaktflächen während des Lötens mit Flussmittelrückständen (Kollophonium oder andere organische Harze) beschlagen sind und langfristig zu Kontaktunterbrechungen führen würden. Die Reinigung wurde bislang mit Mischungen aus Alkoholen und verschiedenen chlorierten und fluorierten Kohlenwasserstoffen (CKW) wie Trichlorethen (Tri), Tetrachlormethan (Tetra) und Perchlorethylen (Per) (Seite 282) durchgeführt. Die CKW sind jedoch giftig und Krebs erregend und sollten nicht mehr verwendet werden. Heute arbeitet man entweder mit den CKW-Reinigungsmitteln in völlig geschlossenen Reinigungszellen oder mit weniger umweltbelastenden Reinigungsmitteln auf der Basis Wasser/Aceton/Tenside.

Die in der Leiterplattenfertigung anfallenden Abwässer und Abgase müssen in dazu geeigneten Anlagen gereinigt werden (Bild, Seite 279).

Beispiel: Lackieren von Elektrobauteilen

Viele Bauteile von elektrischen Geräten, z. B. Gehäuse, Chassis, Gestelle und Bauteile, müssen zum Korrosionsschutz mit einer Lackierung versehen werden. Der Lack besteht aus dem Basisstoff, einem unvernetzten Kunststoff (z. B. Acryl oder PUR), der in einem Lösungsmittel gelöst ist. Nach dem Lackauftrag verdunstet das Lösungsmittel und die dünne Lackschicht (Kunststoffschicht) härtet aus. Früher verwendete man Lacke mit gesundheitsschädlichen CKW- oder Nitro-Lösungsmitteln. Sie mussten durch aufwendige Reinigungsverfahren (Aktivkohlefilter) abgeschieden werden (Bild 2).

Heute hat man auf lösungsmittelfreie oder rein wasserlösliche Lacke umgestellt. Daneben setzt man häufig das elektrostatische Pulverbeschichten mit anschließendem Einbrennen ein.

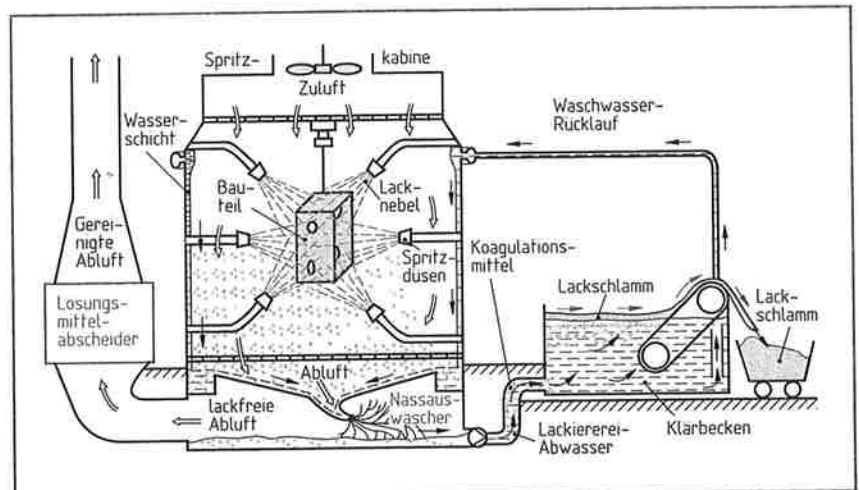


Bild 2: Entsorgen einer Lackieranlage

13.3 Abwasserreinigung eines Elektrobetriebs

Die Abwässer aus Elektro-Industriebetrieben können je nach Produktionslinie und den eingesetzten Verfahren ganz unterschiedliche Schadstoffe enthalten:

- In Galvanikbetrieben, der Bildröhren- und Leiterplattenfertigung fallen Abwässer mit hochgiftigen Salzen an, z. B. Chromate (CrO_4^{2-}), Cyanide (CN^-), Nitrite (NO_2^-); ebenso saure sowie mit CKW verschmutzte Abwässer.
- In Betrieben des Elektromaschinenbaus enthalten die Abwässer aus der spanenden Fertigung Öl-Wasser-Emulsionen (verbrauchte Kühlschmierstoffe) sowie Kaltreiniger (CKW) und Altöle.

Aufgrund gesetzlicher Bestimmungen (Abfallbeseitigungsgesetz) müssen diese Abwässer von den Betrieben gereinigt werden. Eine **Abwasserreinigungsanlage** besteht aus einer Reinigungsstufe für ölhaltige Abwässer und einer Reinigungsstufe zum Ausfällen von gelösten giftigen Salzen und Säuren (**Bild**).

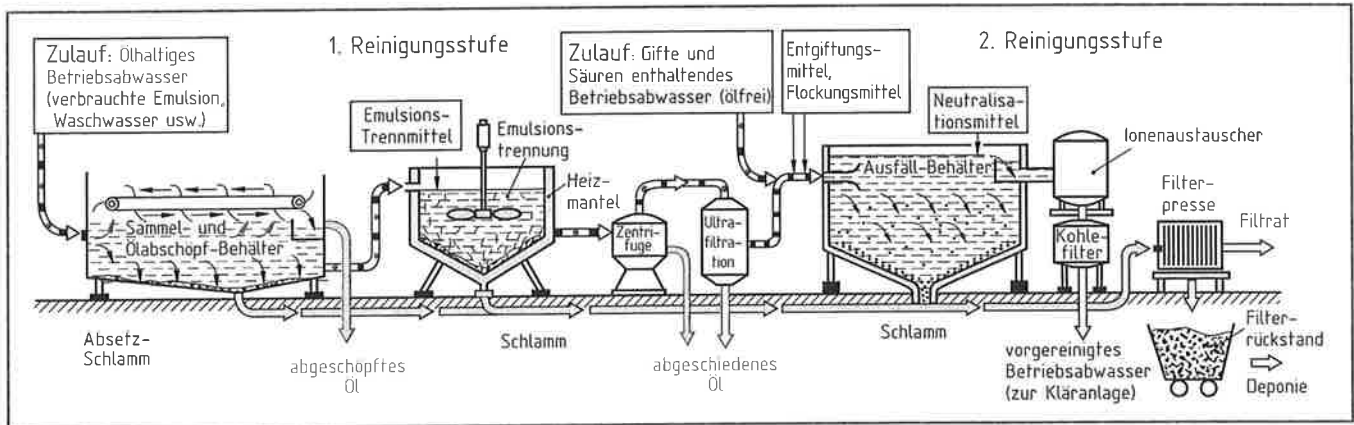


Bild: Abwasserreinigungsanlage für stark verschmutzte Abwässer aus Elektro-Industriebetrieben

Das ölhaltige Abwasser gelangt zunächst in einen Sammel- und Abschöpfbehälter, wo es vom aufschwimmenden Öl und absinkenden Schlamm getrennt wird. Die Abtrennung des fein verteilten Öls (Emulsion) erreicht man durch „Spalten“ der Emulsion mit einem Trennmittel und anschließendes Abscheiden des Öls in einer Zentrifuge. Letzte Ölrreste werden durch Ultrafiltration abgetrennt.

Die Gifte und Säuren in ölfreien Abwässern werden durch Zugabe von Oxidations- bzw. Reduktionsmitteln in schwerlösliche Verbindungen überführt und mit Flockungsmitteln ausgefällt. Sie setzen sich als Schlamm ab. Chromate (CrO_4^{2-}) werden durch Natriumdisulfit ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) ausgefällt, Cyanide (CN^-) mit Chlorkalk (CaClOCl) oder Wasserstoffperoxid (H_2O_2) entgiftet, Nitrite (NO_2^-) mit Natriumhypochlorit (NaOCl) oxidiert. Durch Zugabe von Kalkmilch $\text{Ca}(\text{OH})_2$ werden die sauren Abwässer neutralisiert. In einem Ionenaustauscher scheidet man Giftreste ab und in einem Aktivkohlefilter werden die CKW gebunden. Das vorgereinigte Betriebsabwasser kann dann einer öffentlichen Kläranlage zugeführt werden. Eine Filterpresse entwässert die in den Absetzbecken anfallenden Schlämme. Der Filterrückstand muss auf Sondermülldeponien abgelagert werden; das Filtrat wird in den Ausfällbehälter zurückgeführt.

13.4 Wiederverwertung (Recycling)

Die Kosten für die Werk- und Hilfsstoffe sind ein bedeutender Faktor für jeden Elektrobetrieb. Der sparsame Verbrauch dieser Stoffe sowie ihre Aufarbeitung und Wiederverwertung, auch **Recycling** genannt, erniedrigen die Kosten und tragen dazu bei, wertvolle Rohstoffe wie Erze und Erdöl einzusparen. Darüber hinaus wird durch Recycling Energie gespart (Tabelle, Seite 277), die Umwelt entlastet und Deponievolumen vermieden.

Die Möglichkeit, Werk- und Hilfsstoffe wieder zu verwerten, besteht in vielen Betrieben:

- Neuschrott aus der Bauteil- und Halbzeugfertigung sowie Altschrott aus unbrauchbaren Altgeräten, z. B. Kupfer, Aluminium, Eisen- und Stahl-Werkstoffe, Kunststoffe, Gläser, Papiere und Textilien.
- Besonders umweltbelastende Werkstoffe, z. B. Blei aus Akkumulatoren, Quecksilber aus Batterien.
- Verbrauchte Öle (Altöle) und verbrauchte Entfettungs-, Reinigungs-, Ätz- und Beizmittel.

Wichtige Voraussetzung für das Recycling ist das möglichst sortenreine Sammeln bzw. Sortieren.

Recycling von Kupferwerkstoffen

Die Hauptaggregate einer **Recycling-Kupferhütte** sind die Schachtöfen, der Konverter und der Anodenofen (Bild).

Minderwertige Kupferrohstoffe, z. B. kupferhaltige Stäube oder Schredderschrott von Autos und Elektronikgeräten, werden in Schachtöfen mit Koks reduzierend eingeschmolzen. Die im Schrott enthaltenen Begleitmetalle Zink, Blei und Zinn verdampfen, Staubfilter fangen sie als Oxide auf. Sie werden getrennt und zu den Metallen aufgearbeitet.

Die Schmelze aus den Schachtöfen mit 70 bis 80 % Cu wird zusammen mit legiertem Kupferschrott und Koks im Konverter durchgeblasen. Dabei oxidieren noch vorhandene Verunreinigungen an Pb, Zn und Sn und werden als Staub ausgetragen. Fe-, Al- und Ni-Verunreinigungen lösen sich in der Schlacke.

Die nunmehr 95%ige Kupferschmelze wird in einem Anodenofen zusammen mit eingeschmolzenem Cu-Drahtschrott durch Aufblasen von Wasserdampf und Durchmischen mit Schlacke gereinigt. Das 99 %ige Raffinatkupfer wird zu Platten vergossen und durch **Elektrolyseraffination** (Seite 85) zu Elektrokupfer veredelt. Aus dem Anodenschlamm der Kupferelektroden gewinnt man Gold, Silber und Platin.

Das Recycling von Kupferwerkstoffen ist wirtschaftlich zu betreiben, da neben dem Kupfer noch Zink, Blei und Zinn sowie die Edelmetalle Gold, Silber und Platin rückgewonnen werden.

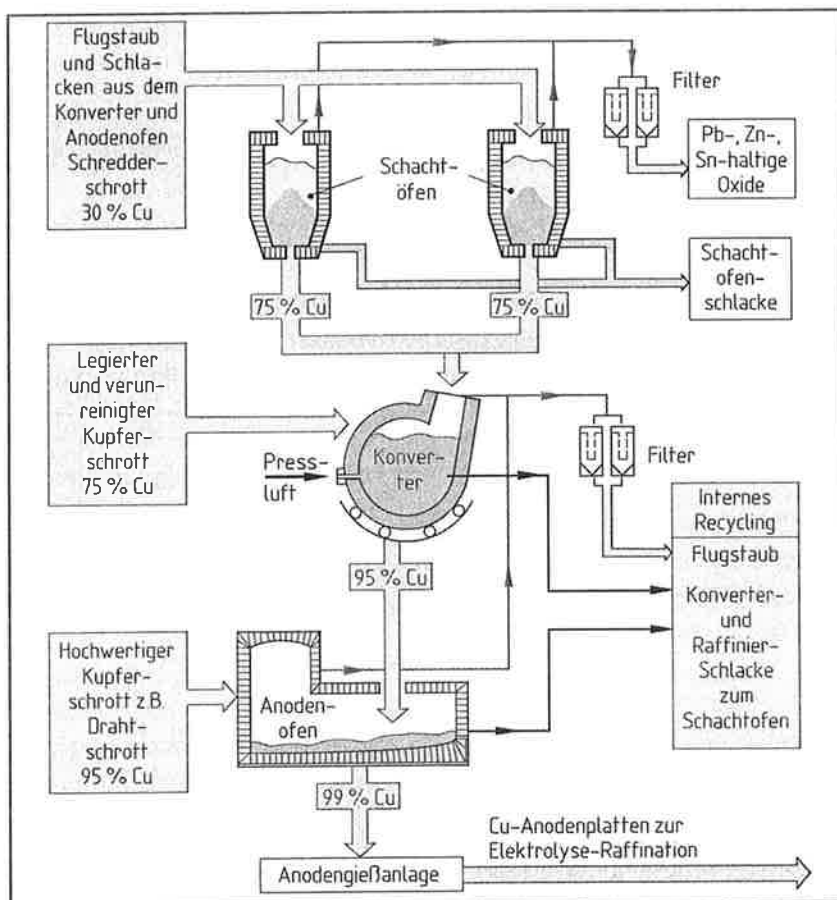


Bild: Recycling-Kupferhütte

Recycling von Stahl- und Aluminium-Werkstoffen

Das Recycling der Konstruktionswerkstoffe Stahl und Aluminium ist fast zu 100 % realisiert. Das Altmaterial wird möglichst sortenrein gesammelt, geschreddert, eingeschmolzen und zu neuen Bauteilen verarbeitet. Die Reinigung der Abluft aus Metallhütten muss gründlich durchgeführt werden, da die Stäube aus Metallhütten giftige Schwermetalle und organische Gifte enthalten.

Recycling von Altöl

Verbrauchte Altöle, z. B. Schmier- und Schneidöle, müssen möglichst sortenrein gesammelt und einem geeigneten Entsorgungsunternehmen zur Aufbereitung übergeben werden.

Verbrauchte Altöle nicht in die Kanalisation, in Gewässer oder den Erdboden schütten.

Recycling von galvanischen Zellen

Beim Recycling von galvanischen Zellen steht die Beseitigung der umweltbelastenden Bestandteile der Zellen im Vordergrund. Sie enthalten die giftigen Stoffe Blei, Zink, Nickel, Cadmium und Quecksilber.

Verbrauchte **Bleiakkumulatoren** enthalten die Rest-Bleiplatten sowie im Akkuschlamm Bleisulfat und Bleioxid. Zur Wiederverwertung werden die Rest-Bleiplatten und der getrocknete Akkuschlamm reduzierend eingeschmolzen. Aus der erhaltenen Bleischmelze gießt man wieder Akku-Bleiplatten.

Die **galvanischen Primärelemente** (Zellen) werden heute überwiegend noch nicht wieder aufbereitet, da es bislang kein wirtschaftliches Recycling-Verfahren gibt. Die Batterien werden sachgerecht deponiert.

Recycling von Elektronikschrott

Das Recycling von Elektronikschrott, bestehend aus verbrauchten Haushaltsgeräten, Unterhaltungselektronikgeräten, Computern, Mess-, Steuer- und Regelungsanlagen, steckt weitgehend noch in der Erprobung. Es besteht heute im Rückbau und getrennten Sammeln der größeren Bauteile der Geräte, z. B. der Kunststoffgehäuse, der Tastaturen, der Bildschirme, der Leiterplatten, elektronischer Bauelemente, Kontakte usw. und dem getrennten Recycling oder Entsorgen der Bauteilfraktionen.

Am ehesten geeignet für eine stoffliche Wiederverwertung sind die thermoplastischen Kunststoffgehäuse und Tastaturen aus PP, PS, ABS, PC; außerdem Dämm- und Verpackungstoffe aus PS- und PUR-Schaumstoff sowie elektronische Bauelemente und Kontakte.

Die sortenreinen Kunststoffbauteile können zu Granulat zerkleinert und nach Abmischen mit Neukunststoff wieder zu Neuware verarbeitet werden. Elektronische Bauelemente lassen sich nach einer Funktionsprüfung und Aussortieren fehlerhafter Bauelemente wieder verwenden. Kontakte werden eingeschmolzen und die darin enthaltenen Edelmetalle Silber, Gold und Platin wiedergewonnen.

Problematisch sind die Leiterplatten (faserverstärktes EP oder UP) und Kunststoffteile, die das umwelt- und gesundheitsschädliche Flammenschutzmittel Polybrombiphenylether (PBBE) enthalten. Dasselbe gilt für die Bildröhren, deren Beschichtung zur Erhöhung der Leuchtkraft mit den hochgiftigen Schwermetallen Strontium, Cadmium, Blei und Barium durchsetzt ist. Diese Bauteile werden deponiert.

13.5 Entsorgung nicht verwertbarer Werkstoffe

Werk- und Hilfsstoffe, die stofflich nicht wieder verwertbar sind, werden, falls sie brennbar sind, energetisch verwertet, d. h. verbrannt. Das gilt vor allem für nicht recycelbare Kunststoffe und für brennbare Schredderfraktionen. Sie fallen an, wenn Elektronikschrott geschreddert, d. h. auf walnussgroße Stücke zerkleinert und dann in verschiedene Fraktionen, z. B. magnetische Metalle, unmagnetische Metalle und eine Restfraktion, sortiert wird.

Die **Verbrennung** erfolgt häufig vermischt mit Hausmüll in Müllverbrennungsanlagen. Dieses Verfahren stößt zunehmend auf Widerstand, da trotz aufwendiger Abgasreinigungsanlagen hochgiftige Schwermetalle, Dioxine und Furane mit den Abgasen in die Umwelt freigesetzt werden.

Eine Verminderung der Schadstoffe ergeben die kombinierten **Pyrolyse- und Verbrennungsverfahren**. Hierbei wird der Müll zuerst gepresst, unter Luftabschluss auf rund 600 °C erhitzt (Pyrolyse) und der Pyrolyserückstand anschließend verbrannt.

Umweltbelastende Abfälle wie Verbrennungsschlacken oder Rauchgasstäube aus Müllverbrennungsanlagen, Bildröhrenglasschrott, Leiterplatten, Knopfzellen, Batterien, elektrische Bauelemente und Lackschlämme werden bislang überwiegend auf **Sondermülldeponien** entsorgt. Hochgiftige Abfälle, wie PCB-haltige Kondensatoren oder PBBE-haltige Kunststoffbauteile, müssen in Spezialbehältern verpackt in **Hochgift-Untertage-Deponien** (z. B. Herfa-Neurode) eingelagert werden.

13.6 Gefährliche Arbeitsstoffe

Akut wirkende Gifte wie Kohlenmonoxid CO, die Säuren oder die Zyanide führen unmittelbar zu einer Gesundheitsschädigung.

Langzeitgifte bewirken keine akute Vergiftung führen aber bei Langzeiteinwirkung, meist auch in geringsten Dosen, zu schweren Gesundheitsschäden. Zu den Langzeitgiften gehören auch die Krebs erregenden Stoffe (Kanerogene). Langzeitgifte sind z. B. Benzol, die Chlorkohlenwasserstoffe (CKW), Schwermetallstäube und Asbest.

Zur Vermeidung von Gesundheitsschädigungen am Arbeitsplatz ist es erforderlich, die Konzentrationen der Schadstoffe unterhalb einer Grenze zu halten, bei welcher keine Gesundheitsgefährdung zu erwarten ist. Diese Grenzwerte gibt die **Maximale Arbeitsplatzkonzentration**, kurz **MAK**, oder für kanzerogene Stoffe die **Technische Richtkonzentration**, kurz **TRK**, an (Tabelle).

Tabelle: MAK oder TRK	
Stoff	MAK/TRK in mg/m ³
Aceton CH ₃ -CO-CH ₃	2400
Ammoniak NH ₃	35
Asbest (faseriges Mineral)	2,0
Benzol C ₆ H ₆	26
Chlor Cl ₂	1,5
Chlorwasserstoffe (CKW): Tri, Tetra, Per	50
Chlorwasserstoff HCl	7
Formaldehyd HCHO	1,2
Kohlenmonoxid CO	55
Quecksilberdampf Hg	0,1
Schwefeldioxid SO ₂	5

Bei der Arbeit in Elektrobetrieben kommt man mit einer Reihe von giftigen und gesundheitsschädlichen Arbeitsstoffen in Kontakt. Durch geeignete Schutzmaßnahmen und den sachgemäßen Umgang mit den Stoffen kann man eine schädliche Auswirkung auf die Gesundheit vermeiden.

Voraussetzung für sicheres Arbeiten ist das Wissen um die Gefährlichkeit der Stoffe (**Tabelle**).

Tabelle: Gesundheitsgefährliche Stoffe, Wirkungen, Handhabungshinweise und Schutzmaßnahmen		
Gesundheitsgefährliche Stoffe	Gesundheitsschädliche Wirkung	Hinweise für den Umgang
Reinigungs- und Entfettungsmittel Kaltreiniger: Trichlorethen (Tri), Tetrachlormethan (Tetra), Perchlorethen (Per)	Langzeitgifte: Häufiger Hautkontakt und Einatmen der Dämpfe führen zu Nieren- und Leberschäden	Hautkontakt und Einatmen der Dämpfe vermeiden, für gute Lüftung sorgen. Wenn möglich auf Heißdampfreinigung umstellen.
Schwermetallhaltige Feinstäube und Dämpfe Beim Löten: Blei, Zinn, Cadmium Beim Schweißen: Zink, Mangan, Chrom Ebenfalls giftig: Quecksilber, Arsen	Langzeitgifte: Schwere Vergiftungen und Schädigung des Blutes	Keinen schwermetallhaltigen Feinstaub und Dampf einatmen. Beim Arbeiten im Freien die Windrichtung nutzen, in geschlossenen Räumen absaugen. Beim Arbeiten nicht essen oder rauchen.
Schutzgase beim MAG-Schweißen (Aus dem CO ₂ -Schutzgas entsteht im Schweiß-Lichtbogen das hochgiftige Kohlenmonoxidgas CO)	Akute, äußerst schnell wirkende Vergiftung beim Einatmen (Blutgift)	Absaugvorrichtung beim Schweißen in geschlossenen Räumen. Beim Arbeiten im Freien Windrichtung nutzen, Einatmen der Schweißgase vermeiden.
Klebstoffe, Fugenfüllmasse Beim Verarbeiten entweichen Lösungsmittel oder gasförmige Reaktionsprodukte, z. B. bei Epoxidharz- oder Polyurethanharzklebern	Je nach freigesetztem Stoff akute Vergiftungserscheinungen wie Unwohlsein und Erbrechen oder Langzeitwirkung wie chronische Leber- und Nierenschäden	Beim Verarbeiten von Klebstoffen und Fugenfüllmassen für ausreichende Lüftung oder Absaugung sorgen. Hautkontakt vermeiden.
Kühlschmierstoffe (Mineralöle mit chemischen Zusätzen zum Korrosionsschutz, Desinfizieren, Emulgieren sowie gegen Pilz- und Bakterienbefall)	Erkrankungen der Haut (Ölakne, Öleczem, Geschwüre) Erkrankungen der Atmungsorgane (Reizungen, Infektionen)	Unterbinden bzw. Vermindern des Kontaktes mit Kühlschmierstoffen: Verkapseln der Maschinen, Ölnebelabsaugung, Tragen von Schutzhandschuhen, Schutzcreme anwenden.
Säuren, Laugen, giftige Lösungen wie Salzsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure, Natronlauge, Kalilauge, Ätz- und Beizlösungen	Akut wirkende Gifte: Verätzung der Haut, Augen und der Atmungsorgane Hautekzeme	Hautkontakt vermeiden, Einatmen der Dämpfe vermeiden, Schutzbrille, Schutzhandschuhe und Schutzkleidung tragen.
Härtosalze (Kaliumcyanid KCN, Natriumcyanid NaCN)	Hochgiftig. Aufnahme über Mund und Einatmen von Stäuben möglich	Beim Arbeiten mit Härtesalzen nicht essen, trinken oder rauchen, Absaugvorrichtung erforderlich.
Asbest (Faseriges Mineral in Dichtungen, Heizkörpern, Elektrogeräten als Isolier- und Dämmstoff)	Lang andauerndes Einatmen asbesthaltiger Luft führt zu Asbestose und Krebserkrankungen	Einsatz von Asbest vermeiden. Asbesthaltige Stoffe nicht trennschleifen. Keinen Asbeststaub einatmen. Atemmaske tragen.
Benzol, Toluol, Phenol, Xylol Polychlorierte Biphenyle (PCB) (Isolierflüssigkeiten in Kondensatoren) Polybromierte Biphenylether (PBBE) (Flammenschutzmittel in Kunststoffen)	Kurzzeitgifte: bei hohen Dosen. Langzeitgifte: andauernder Kontakt führt auch mit geringsten Mengen zu chronischen Schäden und Krebserkrankungen	Verwendung dieser Stoffe und Kontakt mit ihnen vermeiden. Bei erforderlichen Arbeiten Atemschutz und Vollkörper-Schutzkleidung tragen.
„Ungiftiger“ Feinstaub und Rußpartikel aus Gießereien, Schleifereien und anderen Fertigungs- und Verarbeitungsprozessen	Bei lang andauerndem Einatmen staubhaltiger Luft droht Schädigung der Atmungsorgane: Bronchitis, Staublunge, Lungenkrebs	Für ausreichende Frischluft und staubfreie Atemluft durch Belüftung und Absaugen sorgen.

Wiederholungsfragen

- | | |
|---|--|
| 1 Welche Vorteile hat die Recyclinggewinnung der Metalle gegenüber der Primärerzeugung? | 3 Welche Reinigungsstufen durchläuft Abwasser? |
| 2 Welche Umweltbelastungen entstehen bei der Leiterplattenfertigung? | 4 Wie werden verbrauchte Bleiakkus recycelt? |
| | 5 Wie vermeidet man Gesundheitsschäden beim Löten? |