

Experimente zum Thema Recycling von Elektroschrott

Mit den folgenden Versuchen kann eine experimentelle Annäherung an das Thema Elektroschrott erfolgen. Die Untersuchung eines alten Elektronikbauteils durch das einfache Auseinanderschrauben (Versuch 1) kann zur Beantwortung der Frage, welche Stoffe eigentlich in einem modernen Elektronikbauteil verbaut werden, dienen. Gleichzeitig hat man einen übergreifenden Bezug zum Fach Physik bzw. Technik. Die Analyse der Nichteisenmetalle erfolgt durch Versuch 3. Der Versuch 2 stellt die Vorgänge beim „Recycling von Elektroschrott in Agbogbloschie“ dar und zeigt somit den Grad der Umweltverschmutzung auf. Die Verbrennung sollte eher als Demonstrationsversuch durchgeführt werden. Die anschließende Analyse der in der Asche enthaltenen Metallionen von Aluminium, Kupfer, Zink und Magnesium kann dann als Schülergruppenversuch durchgeführt werden. Gleiches gilt für die Kupferraffination, die durchgeführt werden sollte, wenn moderne Verfahren der Aufbereitung von Altkupfer thematisiert werden sollen.

Eine hier noch nicht beschriebene, jedoch erprobte Erweiterung stellt der Nachweis von Gold-Ionen dar. Dazu können Platinen mit goldkontakten in Königswasser für einen Tag eingelegt werden. Die Goldkontakte sind „verschwunden“, während die Platine aus Kunststoff erhalten bleibt. Die sich bildende grüne Lösung (Kupfer-Ionen) muss vorsichtig mit Wasser verdünnt werden, bevor der Nachweis von Gold-Ionen mit EDTA-Lösung und Belichtung mit UV-Licht (Methode nach Fabrikanos & Lieser 1963) oder als Cassius´scher Goldpurpur erfolgen kann.

Versuch 1: Untersuchung von Elektroschrott

GHS-Einstufung: Schutzbrille, Handschuhe

Materialien: Ausrangierte elektronische Bauteile (Handys, Fernbedienungen, mp3-Playser etc.), Schraubendreher (Torx und Kreuz-Schlitz), Pinzette, Waage, Messer, Zange, Magnet

Durchführung:

1. Entnehmt den Akku des Gerätes und schraubt die einzelnen Bauteile des Gerätes auseinander. **Der Akku darf auf keinen Fall auseinander genommen werden.**
2. Zerlegt die Bestandteile, indem ihr die elektronischen Bauteile mit einer Zange entfernt. Sortiert die Bauteile nach Materialien, soweit möglich. Prüft ggf. Nichteisenmetalle und Eisenmetalle mit einem Magneten.
3. Wiegt die einzelnen Sorten von Bestandteilen.

Aufgaben:

- a) Erkennt ihr, aus welchen Stoffen die jeweiligen Bestandteile bestehen.
- b) Expertenaufgabe: Notiert die Funktionen der einzelnen Bauteile des Gerätes. Recherchiert dazu im Internet oder schaut in Elektronik-Handbüchern nach.

Ergänzung zum Versuch: In Laptops und einigen Handys lassen sich die Nichteisenmetalle erkennbar in mehrere Fraktionen einteilen. Die unedlen Metalle wie Zink, Magnesium und Aluminium lassen sich durch Reaktion mit verdünnten Säuren identifizieren, wobei bei einer Probe aus Aluminium erst ein paar Körnchen Kupfer(II)-chlorid zugefügt werden müssen, bevor die Gasentwicklung einsetzt. Die Metallionen lassen sich durch entsprechende Nachweise identifizieren: Aluminium-Ionen durch Alizarin (Rotfärbung); Zink-Ionen durch gelbes Blutlaugensalz (Kaliumhexacyanidoferrat(II)) (gelblich-weißer Niederschlag); Magnesium-Ionen durch Titangelb in alkalischer Lösung (Rotfärbung).

Versuch 2: Recycling von Elektroschrott

GHS-Einstufung: Schutzbrille, Abzug, GHS 2, 5, 7, 9

Materialien: Ausrangierte elektronische Bauteile aus Versuch 1, Porzellantiegel, Dreifuß mit Tondreieck, Gasbrenner, Blasebalg mit Glasrohr, Tiegelzange, Uhrglas, Tropfpipette, Reagenzgläser, Gleichspannungsquelle, Waage, Becherglas (100 ml), Leitungen (Kabel), Föhn, Kupferblech, Kupfersulfatlösung (1 mol/l) (GHS 7, 9), Schwefelsäure (1 mol/l) (GHS 5), Ethanol (GHS 2), Vitamin-C, gelbes Blutlaugensalz, Alizarin (GHS 7) (Alternative: Teststäbchen für Aluminiumionen)

Durchführung:

a) Verbrennen des Elektroschrotts (Demonstrationsversuch)

1. Wiege 5 g Elektroschrott in den Tiegel ein und erhitze diesen kräftig (Abzug). Blase dabei mit dem Glasrohr mit Blasebalg vorsichtig Luft in den Tiegel, sobald die starke Rauchentwicklung beendet ist.
2. Kratze den Rückstand auf ein Uhrglas und lies die Metallstückchen mit der Pinzette auf.

b) Nachweis von Kupfer- und Aluminiumionen in der Schlacke (Schülerversuch)

3. Gib zwei Spatelspitzen der Schlacke in ein Reagenzglas und überschichte mit etwa 1 bis 2 ml konz. Salzsäure. Lass den Aufschluss etwa 10 Minuten stehen.
4. Verdünne den Aufschluss mit 10 ml Wasser teile auf zwei Reagenzgläser auf.
5. Gib 3 bis 4 Körnchen gelbes Blutlaugensalz in das eine Reagenzglas und eine Spatelspitze Allizarin in das andere Reagenzglas. Für den Nachweis von Kupferionen können auch ein paar Milliliter konzentrierte Ammoniaklösung zur Lösung gegeben werden. Es bildet sich ab einem pH-Wert über 8 der tiefblaue Kupfertetrammin-Komplex.

c) Raffination von Kupfer (Schülerversuch)

6. Wiege ein Kupferstück aus dem Tiegel und ein Kupferblech, welches zuvor durch Einlegen in eine heiße Lösung von Vitamin C von Oxidschichten befreit wurde. Notiere die Massen.
7. Baue eine Elektrolyseappatur auf, in der das Kupferblech als Minuspol (Kathode) und das Kupferstück aus dem Tiegel als Pluspol (Anode) geschaltet wird.
8. Fülle etwa 60 ml Kupfersulfatlösung und 10 ml Schwefelsäure in das Becherglas.
9. Lege eine Spannung von 3 bis 4 Volt an und elektrolysiere für 20 Minuten.
10. Spüle das Kupferblech und das Kupferstück vorsichtig ab. Trockne mit einem Föhn und wiege die Metallstücke erneut.

Aufgaben:

1. Notiere deine Beobachtungen und werte sie aus.
2. Ordne die einzelnen Versuchsteile den Schritten des Handy-Recyclings in Material 2 und 4 zu.
3. Begründe, weshalb sich Eisenionen in der Schlacke nachweisen lassen, nicht aber im Anodenschlamm.

Versuch 3: Qualitative Analyse der Nichteisenmetalle aus elektronischen Geräten

GHS-Einstufung: Schutzbrille, GHS 5, 7, 9

Materialien: 12 Reagenzgläser, Reagenzglasgestell, Pinzette, Spatel, Tropfpipetten, Gummistopfen, Universalindikatorpapier, Nichteisenmetallfraktionen aus elektronischen Bauteilen (kein Akku!), Schwefelsäure (2 mol/l; GHS 5), Kupfer(II)-chlorid (GHS 7, 9), rotes Blutlaugensalz (Kaliumhexacyanidoferrat(III)), Alizarin (GHS 7), Titangelb, Natronlauge (2 mol/l; GHS 5).

Durchführung:

1. Von den drei Nichteisenmetallen gibt man jeweils eine Probe (eine Spatelspitze) in ein Reagenzglas und überschichtet mit der verdünnten Schwefelsäure, bis das Reagenzglas zur Hälfte gefüllt ist.
2. Falls keine Gasentwicklung einsetzt gibt man ein paar Körnchen Kupfer(II)-chlorid zum Ansatz und wartet, bis eine Gasentwicklung einsetzt. Bei dieser Probe handelt es sich wahrscheinlich um Aluminium.
3. Nachdem sich die Metalle in der sauren Lösung aufgelöst haben, wird jeder Ansatz auf drei Reagenzgläser verteilt und mit den Ziffern 1 bis 3 beschriftet.
4. Zu den mit 1 nummerierten Ansätzen gibt man eine Spatelspitze Alizarin, zu den mit 2 gekennzeichneten Reagenzgläsern jeweils eine Spatelspitze gelbes Blutlaugensalz und schüttelt jeweils kurz.
5. Die Reagenzgläser mit der Nummer 3 werden unter Zugabe von Natronlauge leicht alkalisch eingestellt (Kontrolle mit dem Universalindikatorpapier; pH-Wert etwa 9). Anschließend gibt man jeweils eine Spatelspitze Titangelb hinzu und schüttelt durch.

Beobachtung und Auswertung:

Die unedlen Metalle lassen sich anhand charakteristischer Farbreaktionen identifizieren. Aluminium-Ionen bilden mit Alizarin einen roten Farblack, Zink-Ionen reagieren mit dem roten Blutlaugensalz zu einem schmutzig-weißen Niederschlag aus Kaliumzinkhexacyanidoferrat(III). Im Ansatz mit den Magnesium-Ionen entsteht nach Zugabe von Titangelb in alkalischer Lösung ein ebenfalls roter Farblack. Dieser unterscheidet sich jedoch in seinem Rotton vom Alizarin-Aluminium-Farblack.