



Co-funded by the  
Creative Europe Programme  
of the European Union

Project 2020-1-TR01- KA201-094533



Der Schlüssel zum globalen Leben,  
Digitaler Wandel der Natur



Gesamtdauer: 1 Woche



Alter des Schülers: 12–18 Jahre



- Anwendungsbereich:
- Elektronisches Recycling,
- Designtechnologie,
- CAD-Design,
- Materialwissenschaften,
- Mathe.



Schlüsselwörter: Recycling,  
Elektronik, Wiederverwendung,  
Design, Recycling, Konver-  
sionsökonomie, Ökobilanz



## E5 – Nebelmaschine zum Selbermachen



- Modul
- Umweltverschmutzung
- Globale Erwärmung

### E5 – Deutsche Version

#### Materialien:

(Kaputte) elektronische Haushaltsgegenstände  
Handwerkzeuge (Klatschen, Zangen, Schraubendre-  
her,...)

Lötstation

2D-Designsoftware (z. B. Inkscape)

3D-CAD-Software (z. B. fusion360, tinkercad, sie-  
mens nx, onshape,...)

Eine funktionierende Nebelmaschine

Optional: digitale Maschinen zur Herstellung von  
Teilen für den aktuellen Artikel oder die Maschine



- Anmerkungen:
- Elektroschrott enthält viele Bestandteile, die auch nach einem Gerätedefekt noch verwendbar sind. Aus Unwissenheit werfen wir oft das gesamte Gerät weg, obwohl es eine Quelle für brauchbare Teile sein kann.
- Viele Elektrogeräte enthalten Edelmetalle und andere wertvolle Rohstoffe.
- Arbeiten Sie beim Öffnen eines Geräts stets sicher, tragen Sie eine Schutzbrille und verwenden Sie die richtigen Werkzeuge richtig.



@digitalchangeon

## Einführung

Elektroschrott. Durch den rasanten technologischen Fortschritt und die konsumgesteuerte Gesellschaft gehen viele elektronische Geräte verloren. Beispielsweise verfügt ein niederländischer Haushalt, der aus zwei Elternteilen und zwei Teenagern besteht, im Durchschnitt über vier Smartphones, einen Computer, ein Tablet, zwei Laptops, zwei Fernseher und Gadgets als Anschlüsse für einen Drucker zu Hause, Haushaltsgeräte nicht eingerechnet. Wohin gehen all diese Geräte am Ende ihres Lebenszyklus?

Wenn wir elektronische Geräte wegwerfen, entsteht Elektroschrott!

Unter Elektroschrott versteht man jedes ausrangierte elektronische Gerät oder ein Produkt, das elektronische Komponenten enthält. Dazu gehört alles, was Strom verbraucht, sei es aus einer Steckdose oder einer Batterie.

Die unsachgemäße Entsorgung von Elektroschrott auf Mülldeponien oder anderen Nichtdeponien stellt eine ernsthafte Gefahr für die öffentliche Gesundheit dar und kann die Ökosysteme für kommende Generationen verschmutzen. Wenn elektronische Geräte unsachgemäß entsorgt werden und auf Mülldeponien landen, werden giftige Chemikalien freigesetzt, die sich auf die Luft, den Boden, das Wasser der Erde und letztendlich auf die menschliche Gesundheit auswirken.

Elektroschrott enthält eine Vielzahl von Materialien, die sich auf die Umweltauswirkungen von Elektroschrott auswirken, darunter:

- Metalle
- Kunststoffe
- Kohlenwasserstoffe
- Andere Giftstoffe

Sie können die folgende Tabelle als Referenz für Begriffe verwenden, die die Schüler lernen und verstehen sollen.

<b>Accumulate</b>	Build up over time
<b>Consumer demand</b>	The amount of a product that people want to buy
<b>Decompose</b>	Go rotten and break down
<b>Electronic</b>	An electrical item than includes computer chips, like a mobile phone, tablet, laptop or TV
<b>E-waste</b>	Old electronic items that are thrown away
<b>Landfill</b>	Waste that is buries in the ground
<b>Metal</b>	A solid, conducting material like copper, steel or gold
<b>Natural resource</b>	Materials found in nature that are used for energy or to make things
<b>Plastic</b>	An insulating material, made from oil, that can be molded into different shapes
<b>Pollution</b>	A harmful or poisonous substance in our environment
<b>Recycle</b>	Collect waste and turn it into new things
<b>Re-use</b>	Use an old item again
<b>Toxin</b>	A poisonous substance

## Überlegungen

- Elektroschrott enthält viele Bestandteile, die auch nach einem Gerätedefekt noch verwendbar sind. Aus Unwissenheit werfen wir oft das gesamte Gerät weg, obwohl es eine Quelle für brauchbare Teile sein kann.
- Viele Elektrogeräte enthalten Edelmetalle und andere wertvolle Rohstoffe.
- Arbeiten Sie beim Öffnen eines Geräts stets sicher, tragen Sie eine Schutzbrille und verwenden Sie die richtigen Werkzeuge richtig.

## Ziel der Aktivität

- Erfahren Sie mehr über das Problem des Elektroschrotts
- Die Bedeutung von Elektroschrott verstehen
- Erfahren Sie, wie Elektroschrott die Umwelt verschmutzen und Probleme verursachen kann
- Zu wissen, dass unerwünschte elektronische Geräte stattdessen wiederverwendet oder recycelt werden können
- Motiviert sein, praktische Schritte zur Wiederverwendung oder zum Recycling unerwünschter elektronischer Geräte zu unternehmen und einen persönlichen Beitrag zur Vermeidung von Elektroschrott zu leisten
- Sich der kreativen Herausforderung stellen, durch Hacken und/oder Kombinieren ausrangierter Maschinen ein funktionierendes Gerät zu schaffen.
- Erfahren Sie mehr über Reverse Engineering und lernen Sie, den Reverse Engineering-Entwurfsprozess anzuwenden
- Rekonstruktion der Funktionsweise von Geräten durch Reverse Engineering.
- Iterativ dem Entwurfszyklus folgend arbeiten.
- Umweltschutz definieren
- Die Bedeutung von Wiederverwendung und Recycling sowie deren Umweltschutz erläutern.
- Sich an Designprozessen zu beteiligen, bei denen 2D- oder 3D-Digitalzeichnungen erstellt oder verwendet werden
- Um etwas über Produktdesign zu lernen

## Aktivitätsprozess

### Vor der Aktivität

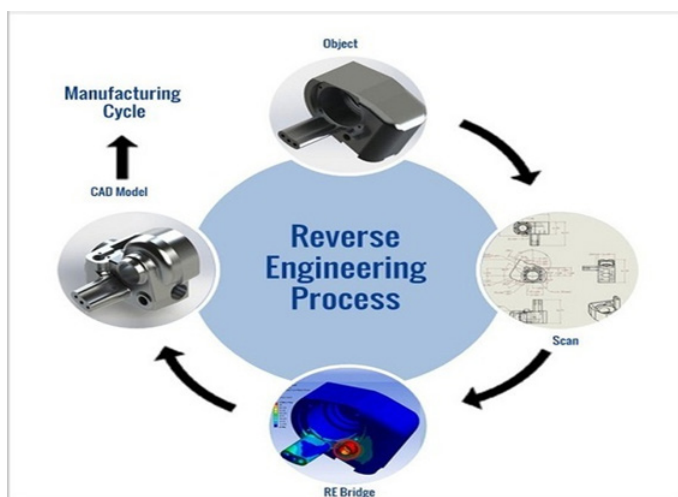


Bild 1. Reverse Enennering-Prozess

- Diskussion:
- Besprechen Sie mit den Schülern verschiedene Möglichkeiten zur Minimierung von Elektroschrott und betrachten Sie „Kunst aus Müll“ als eine Möglichkeit, die Lebensdauer von Geräten zu verlängern und Teilen eine andere Funktion zu geben sowie als Möglichkeit, das Bewusstsein für das Problem des Elektroschrotts zu schärfen.
- Durch die Einführung in die Prinzipien des Reverse Engineering kann der Lehrer den Schülern zeigen, wie man wiederverwendbare Teile kombiniert, um neue Dinge und neue Arbeitsgeräte herzustellen.
- Der Lehrer kann damit beginnen, dass die Schüler ausrangierte Geräte einsammeln, demontieren und die Teile nach Typ sortieren lassen. Anschließend werden die Schüler gebeten, ein Konzept zu entwerfen, das sie mit diesen Objekten umsetzen möchten.
- Bevor mit der Herstellung begonnen wird, stellt der Lehrer die Prinzipien des Reverse Engineering vor (Bild 1).



### Was ist Reverse Engineering (RE)?

Reverse Engineering (RE) ist der Prozess, der die Eigenschaften eines physischen Objekts identifiziert, indem eine umfassende Analyse seiner Struktur, Funktionen und Abläufe durchgeführt wird. Es werden Messungen der gesamten Oberflächengeometrie des Objekts durchgeführt, entweder manuell oder mit verschiedenen 3D-Messtechnologien, um eine digitale 3D-Darstellung des Objekts zu erstellen.

RE ist ein systematisches Verfahren zur destruktiven Analyse von Konsumgütern oder Systemen. Dadurch können Hersteller nachvollziehen, wie ein Teil entworfen wurde, um es entweder zu replizieren oder Änderungen oder Verbesserungen vorzunehmen.

Reverse Engineering wird auch als Back Engineering bezeichnet. Weil Reverse-Engineering-Teams vom ursprünglichen Designprozess „rückwärts“ arbeiten; Sie beginnen mit dem Endergebnis, dekonstruieren das Produkt und führen Bewertungen und Messungen durch, um die physikalischen Designinformationen zu erhalten.

Erkunden Sie mit den Studierenden verschiedene Aspekte des Reverse Engineering. Im Folgenden geben wir einige Hinweise, die Sie besprechen können.



**Anwendungen des Reverse Engineering.** RE wird in 2 große Gruppen unterschieden.

- In der abstrakten Welt der Codierung und Algorithmen (Software)
- Objekte und Produkte.



**Gegenmaßnahmen konzipieren:**

Wie viele Dinge wird RE erstmals in der Armee zur Entwicklung von Gegenmaßnahmen eingesetzt, etwa eine Gasmaske oder eine kugelsichere Weste. Glücklicherweise geschah dies nicht immer aus grausamen Absichten, sondern auch um Leben zu retten.



**Verbesserung bestehender Produkte:**

Die Forschungs- und Entwicklungsabteilung eines Unternehmens erledigt zwei Dinge: Sie erfindet neue Objekte oder Produkte und optimiert die Leistung vorhandener Objekte. Wenn ein Designerteam seine Vision eines Objekts verbessern möchte, zerlegt es es und analysiert jeden Schritt und Teil des Produkts. Auf diese Weise gewinnt ein Team von Ingenieuren neue Erkenntnisse. Dies geschieht meist durch ein neues Team von Designern, die nicht das erste Objekt entwickelt haben.



**Add-ons erstellen:**

Wenn ein Hersteller neue Werkzeuge oder Erweiterungen für bestehende Produkte herstellen möchte (Wasserschlauch am Wasserhahn, Essenspads für Espressomaschine). Entscheidend ist, dass jedes Produkt perfekt passt und nicht alle vom selben Hersteller stammen. Die Designer des neuen Produkts werden das Objekt neu definieren, auf das das Add-on passen soll. Es ist nicht nur im industriellen Kontext wichtig, sondern auch in der Maker-Community. Wenn ein Hersteller beispielsweise ein Hilfsmittel für jemanden mit einer Behinderung herstellt, ist es wichtig, die Größe der Werkzeuge und der Person zu messen. Dadurch passt das Add-on perfekt.



**Marktposition ermitteln:**

Für ein Unternehmen ist es wichtig, seine Marktposition zu definieren und die Produkte seiner Wettbewerber sorgfältig zu analysieren, da es sich um eine Grauzone handelt, die als Plagiat angesehen werden kann.



**Recycling:**

In der aktuellen Situation ist es sehr wichtig, Produkte und Komponenten zu recyceln. Wenn Sie Teile oder Produkte recyceln oder wiederverwenden möchten, ist es sehr wichtig, dass bekannt ist, aus welchen Materialien sie hergestellt sind. Nicht nur für Recyclingzwecke, sondern auch für die Wiederverwendung bestimmter Komponenten. Die einzige Möglichkeit, dies herauszufinden, besteht darin, die Objekte oder den Code neu zu schreiben.

**Modellieren eines Freiformobjekts:**

Alles, was hergestellt wird, wird zunächst am Computer entworfen. Dies wird als CAD-Modell (Computer Aided Design) bezeichnet. Für einen Ingenieur ist es seine tägliche Arbeit. Wenn es sich jedoch um ein Bio-Produkt handelt, ist es sehr schwierig, es am Computer zu zeichnen. Dann besteht die übliche Methode darin, das Modell von Hand herzustellen (Ton, Holz, Schaumstoff usw.) und einen 3D-Scan zu erstellen, der den Designern eine bearbeitbare CAD-Datei liefert. Die Automobilindustrie nutzt diese Methode recht häufig.

**Reverse Engineering für Maker:**

Es ist einem Hersteller nicht immer möglich, ein vollständiges Produkt herzustellen oder zu entwerfen. Manchmal ist es notwendig, Teile anderer Objekte zu verwenden. Als Hersteller ist es nicht immer lustig und lehrreich, jeden Teil eines Systems oder Objekts zu analysieren, Objekte zu hacken und zu zerstören, aber im Grunde ist es das, was ein Hersteller tut. Im weiteren Sinne handelt es sich hierbei um Reverse Engineering.

## Lasst uns beginnen

Die Schüler werden aus Teilen ausrangierter elektronischer Geräte eine funktionierende Maschine bauen. Als Beispiel können sie das Tutorial „Vom Haartrockner zur Rauchmaschine“ entweder lesen oder ausprobieren



Bitte überprüfen Sie das Dokument: [Haartrockner bis Rauchmaschine](#)

### 1 Vorbereitungsphase:

Die Vorbereitungsphase besteht aus zwei Teilen. Im ersten Teil führt der Lehrer die Schüler durch Diskussionen und einfache Forschungsaufgaben in das Problem des Elektroschrotts ein. Ziel ist es, ihnen die Möglichkeit zu geben, eine persönliche Antwort auf die Herausforderung des Elektroschrotts zu entwickeln. Im zweiten Teil bereiten und erstellen sie den kreativen Entwurf (Engineering). Die Herausforderung besteht darin, aus weggeworfener Elektronik ein Gerät oder ein Kunstwerk herzustellen.

Starten Sie Diskussionen und lassen Sie die Schüler anhand der Leitfrage „Welche elektronischen Gegenstände besitzen wir?“ recherchieren.



1. Lassen Sie die Schüler ihre Mitschüler oder Familienangehörigen befragen und quantifizieren, welche Gegenstände sie alle haben und optional, wie sie zum Thema Recycling denken. Lassen Sie sie ihre Ergebnisse in einem Balkendiagramm oder als Strichliste präsentieren. Um den Schülern zu helfen, herauszufinden, was ihre Umfragen beinhalten könnten, schlagen Sie Folgendes vor:

Listen oder zählen Sie, wie viele elektronische Geräte sie besitzen (z. B. indem jede Person Elemente auf einer Liste ankreuzt oder einkreist)

Was sind die beliebtesten Artikel?

Welche dieser Artikel werden möglicherweise am häufigsten ersetzt?

Erkunden Sie Einstellungen und Verständnis (z. B. durch Ja/Nein-Fragen oder „Skalen“-Fragen, bei denen jede Person eine Zahl einkreist, um zu zeigen, wie stark sie einer Aussage zustimmt oder nicht zustimmt)

Welche Einstellung haben die Familien der Schüler zum Recycling von Elektroschrott?

Welche Gegenstände sind der Meinung der Schüler, dass ihre Familien die größte Ermutigung brauchen, sie wiederzuverwenden oder zu recyceln?

2. Besprechen Sie mit den Schülern verschiedene Möglichkeiten zur Minimierung von Elektroschrott und betrachten Sie „Kunst aus Müll“ als eine Möglichkeit, die Lebensdauer von Geräten zu verlängern und Teilen eine andere Funktion zu geben sowie als Möglichkeit, das Bewusstsein für das Problem des Elektroschrotts zu schärfen .



3. Sammeln Sie ausrangierte elektronische Geräte und richten Sie eine Insel in Ihrem Klassenzimmer ein, um eine vorhandene (Nebel-)Maschine zu testen und zu analysieren. Führen Sie diesen Teil als Gruppe aus.

Sammeln Sie ausgediente elektronische Geräte, insbesondere einige Haartrockner.

Teilen Sie die Schüler nach ihren Interessen in Gruppen ein.

Richten Sie eine Werkstatt ein, um ausrangierte elektronische Geräte auseinanderzunehmen.

Untersuchen Sie die Funktionsweise einer Maschine im Detail.

4. Beachten Sie beim Zerlegen einer (Nebel-)Maschine Folgendes.

Nehmen Sie die Maschine auseinander und achten Sie dabei darauf, nicht zu viele Teile zu zerbrechen. Du wirst die Stücke brauchen!

Untersuchen. Sobald das Gerät geöffnet ist, untersuchen und besprechen Sie jede Komponente. Aus welchem Material besteht das Bauteil? Wie ist diese Komponente mit anderen Komponenten verbunden? Welchem Zweck dient es?

Ziehen. Skizzieren Sie das Innere der Maschine und notieren Sie, was Ihrer Meinung nach die Funktion eines Teils ist.

5. Besprechen Sie mit der gesamten Gruppe, wie Sie die Komponenten hacken und in neue Maschinen umwandeln können. Nutzen Sie das Tutorial Hacken des Haartrockners.

6. Stellen Sie sicher, dass Sie Zugang zu einem Laserschneider zum Schneiden von MDF und einem 3D-Drucker haben, um andere Komponenten herzustellen, die Sie zur

## 2

### Entwurfsschritte:



Die Herausforderung besteht darin, aus ausrangierten elektronischen



**1. Verstehen, wie eine Maschine funktioniert:**

*Zerlegen Sie eine funktionierende Maschine. Teile identifizieren und klassifizieren (Bild 2).*

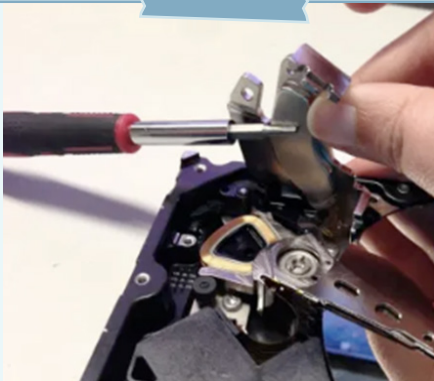


Bild 2. Teile der Arbeitsmaschine



Bild 2. Verstehen, wie eine Maschine funktion-



Bild 3. Elektronische Geräte



Wenn Sie Teile identifizieren, notieren Sie in einer Tabelle die folgenden Informationen: Was bewirken sie, welche Beziehung haben sie zu den anderen Teilen, und verfolgen Sie den Prozess in einer Tabelle, wie zum Beispiel der unten angegebenen:

NEIN.	Teil	Beschreibung	Funktion
0	Druckknopf	( ..... )	Ein- und Ausschalten der Maschine.
1	( ..... )	( ..... )	( ..... )
2	( ..... )	( ..... )	( ..... )
3	( ..... )	( ..... )	( ..... )
4	( ..... )	( ..... )	( ..... )
.....	( ..... )	( ..... )	( ..... )



- **2. Reflektieren Sie:**
- *Schreiben Sie in eigenen Worten auf, wie die Maschine funktioniert.*
- *Achten Sie darauf, diese Frage zu beantworten: Welche wesentlichen Teile sind erforderlich, damit es funktioniert?*
- *Suchen Sie im Internet nach weiteren Informationen.*
- *Machen Sie eine schematische Darstellung des Arbeitsablaufs der Maschine.*

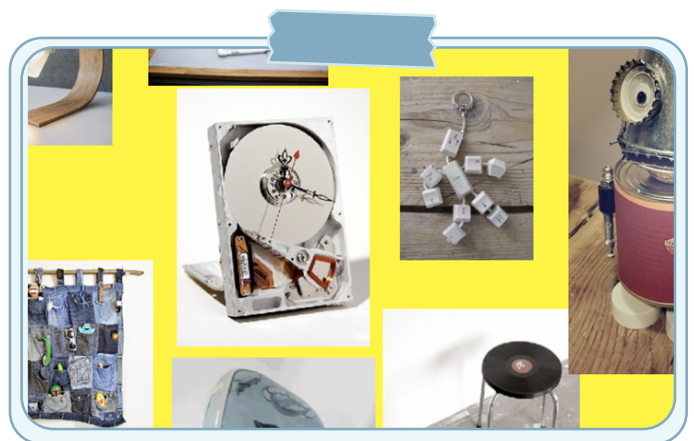


**3. Lassen Sie sich inspirieren und erhalten Sie Einblicke:**  
 Die Herausforderung beim Lesen des Tutorials *Vom Haartrockner zur Rauchmaschine*. Suchen Sie im Internet nach Inspiration und Beispielen (Bild 4).



Bitte überprüfen Sie das Dokument:  
Haartrockner bis Rauchmaschine

- Brainstormen Sie mit den Mitgliedern Ihrer Gruppe und entwerfen Sie, was Sie bauen möchten.
- Erstellen Sie als Gruppe eine Skizze/ Mindmap des gewählten Entwurfs. Wählen Sie Teile der zerlegten Elektronik aus und bauen Sie Ihre eigene Maschine.
- Denken Sie daran, dass das gewählte Design nicht unbedingt nützlich sein muss, sondern auch ein dekoratives Element sein kann. Aber es sollte etwas tun, z. Licht oder Ton erzeugen.



**Bild 4. Beispiele für Designstücke**

## Schließung



- Entwerfen Sie das Gehäuse für die Maschine und fertigen Sie es entweder durch Laserschneiden oder 3D-Drucken an. Wenn diese Werkzeuge nicht verfügbar sind, verwenden Sie gewöhnliche Handwerkzeuge oder fertigen Sie Prototypen aus Pappe an (Bild 5).
- Schließen Sie die Kreationen ab und präsentieren Sie sie in der Schule.

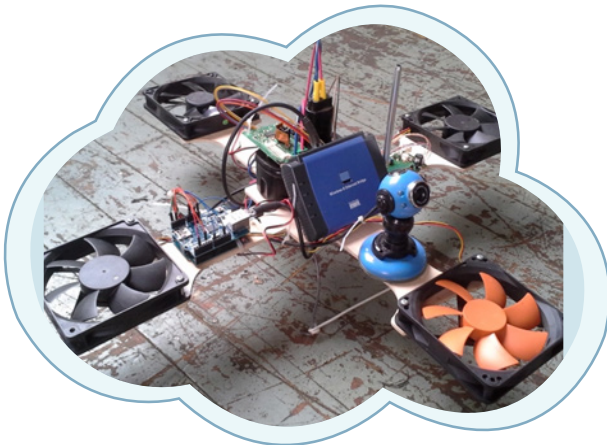
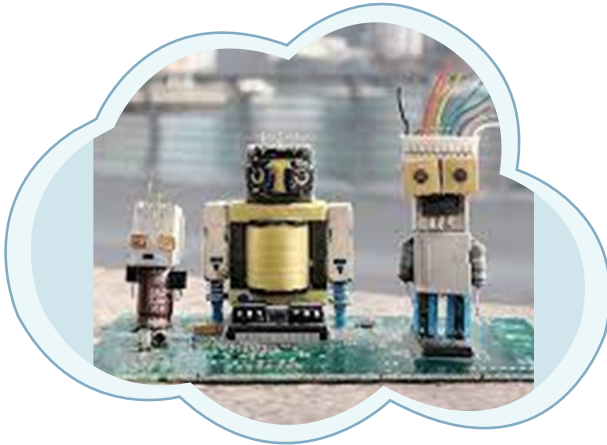


Bild 5. Beispiele für Prototypen

## Bewertung

## Auswertung

Es wird erwartet, dass diese Aktivität die Fähigkeit der Schüler verbessert, eine Arbeitsgruppe zu leiten, die Schritte des Konstruktionsentwurfszyklus anzuwenden und sich mit dem Reverse Engineering-Prozess vertrauter zu machen. Die Schüler werden vom Lehrer und anderen Schülern bewertet. Die Evaluierung betrifft folgende Hauptziele:



Ziele	Must be Improved (1)	Medium (2)	Good (3)	Very Good (4)
Die Auswirkungen von Elektroschrott auf die Umwelt verstehen	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)
Erläutern Sie einige Risiken und Probleme bei der Deponierung von Elektroschrott und ermitteln Sie Maßnahmen zur Vermeidung von Elektroschrott.	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)
Verständnis für die vielen Möglichkeiten, wie Elektroschrott wiederverwendet oder recycelt werden kann	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)
Auflistung einiger Möglichkeiten, wie ein ganzer Gegenstand, seine Teile oder Materialien (wieder-)verwendet werden könnten	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)
Selbstdarstellung	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)
Beteiligen Sie sich an der Diskussion	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)
Angemessene Berichterstattung über die gesammelten Daten (Umfrage zur Einstellung von Familien zum Elektroschrott)	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)
Entwicklung des Designprojekts	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)
Passend zur Funktion	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)
Wirksamkeit der Präsentation	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)
Gesamt				

## Links

- Wikipedia – Elektroschrott [https://en.wikipedia.org/wiki/Electronic\\_waste](https://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_waste)
- Europäische Recyclingplattform Elektroschrott <http://www.erp-ewaste.co.uk/>
- Die „giftige Mine“ von Elektroschrott (Independent-Artikel – eingesehen im Dezember 2022): <https://www.independent.co.uk/news/world/politics/electronic-waste-worth-ps34bn-piling-up-in-toxic-mine-warns-un-report-10187364.html>
- Artikel über Elektroschrott von Ethical Consumer – konsultiert im Dezember 2022: <https://www.ethicalconsumer.org/technology/e-waste-toxic-techno-trash>
- E-WASTE QUADCOPTER HEBT IHNEN MUSIK UND HÄLT DIE KOSTEN NIEDRIG: [hackaday.com/2014/04/01/e-waste-quadcopter-lifts-your-spirits-while-keeping-costs-down/](http://hackaday.com/2014/04/01/e-waste-quadcopter-lifts-your-spirits-while-keeping-costs-down/)
- Nebelmaschine: <https://bit.ly/mistmachineDIY>
- Hack-A-Lantern: Taschenlampe aus recyceltem Computer-Netzteil: <https://www.instructables.com/Hack-A-Lantern-Recycled-Computer-Power-Supply-Fla/>