

Was haben Klimawandel und Elektronik miteinander zu tun?

BILDUNGSMATERIALIEN FÜR REPAIR-CAFÉS



Was ist Scope3Transparent?

Das Projekt Scope3Transparent ist Teil der Nationale-Klimaschutz-Initiative (NKI) und wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) gefördert. Wir erarbeiten Lösungsansätze für Unternehmen, Konsument:innen und Politik, um die klimarelevanten Emissionen in den Wertschöpfungskette von Elektronik und Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) zu reduzieren.

Inhalt

Nachhaltige Elektronik

Warum sind CO ₂ -Emissionen wichtig?	5-6
Wie werden CO ₂ -Emissionen berechnet?	7-8
CO ₂ -Zertifikate und „Greenwashing“	9-10
THG-Emissionen in der Lieferkette	11-12
Der Digitale Produktpass	13
Die Kreislaufwirtschaft	14
Reparierbarkeit und „Right-To-Repair“	15

Repair-Café

CO ₂ -Rucksack eines Smartphones	17
DIY CO ₂ -Rucksack	18
Häufig gestellte Fragen am Infostand	19-20

Quellen

Weiterführendes Material



Luca Tritto hat sich letztes Jahr nach seinem Abitur, dazu entschieden ein Freiwilliges Ökologisches Jahr beim Fraunhofer IZM in Berlin-Mitte zwischen Schule und Studium einzulegen. Im Zuge des Scope3Transparent Projekts hat er unter anderem folgenden Appell geschrieben, um auf die Dringlichkeit des Handelns aufmerksam zu machen.

02.Mai 2024 – Deutschland ist pleite!

Von Luca Tritto

Zwei Tage früher als im Vorjahr ist der „Earth Overshoot Day“ ein weiteres Mal weiter nach vorne auf den 02. Mai gerückt. Deutschland hat somit sein Konto an „ertragbaren“ Emissionen und Abfällen überschritten – jene Menge, die unser Planet und das Ökosystem ausgleichen kann, wenn alle Menschen der Erde wie wir leben würden. Deutschland, ebenso wie viele andere Länder, lebt und wirtschaftet im Überfluss.

Sollten wir weiterhin die katastrophalen Auswirkungen für die Umwelt ignorieren, stehen wir einer düsteren Zukunft entgegen. Lange Dürren, schwere Überflutungen, extremes Artensterben sind nur einige der Folgen, die durch unser Missverhalten entstehen und in erhöhter Anzahl auftreten werden.

Die Existenz der Klimakatastrophe ist indiskutabel! Und als eines der reichsten Industrieländer der Erde sind wir dazu aufgefordert, unser Know-how auch an andere Nationen dieses Planeten weiterzugeben. Denn nur vereint als Menschheit und die richtigen Maßnahmen können wir etwas bewegen.

Eine große Verantwortung, dass sich überhaupt etwas ändert, haben natürlich die Unternehmen und die Politik. Doch auch wir, die Bevölkerung, sind durch die freiheitlich-demokratischen Grundsätze dieser Nation dazu verpflichtet, diese beiden Instanzen zu fordern, ja gar zu zwingen, mehr für Forschung, mehr für Klimaschutz und mehr für unsere Zukunft und die Zukunft unserer Kinder und Kindeskinde zu tun.

Wir müssen Handeln, und zwar jetzt!

Nachhaltige Elektronik

Warum sind CO₂-Emissionen wichtig?

Es gibt viele Möglichkeiten Umweltauswirkungen von Produkten oder Prozessen zu bewerten.

Eine Möglichkeit ist die Berechnung des CO₂-Fußabdruckes. Diese Variante wird oftmals genutzt und ist dadurch gut vergleichbar.

- » **CO₂-Fußabdruck von Obst visualisiert durch die gleiche Masse Sand**



Für die Einschätzung des CO₂-Fußabdruckes werden nicht nur die tatsächlichen CO₂-Emissionen berechnet, die entlang des Lebensweges entstehen. Auch andere Emissionen werden umgerechnet, wie stark sie auf das Klima wirken im Vergleich zum CO₂. Man spricht von CO₂-Äquivalenten. Diese Äquivalente eignen sich als Maßeinheiten und es ist dadurch möglich, verschiedene Treibhausgase leicht zu kategorisieren.

Berechnet wird dabei das Treibhauspotenzial (GWP, engl. Global Warming Potential) für einen festgelegten Zeitraum, üblicherweise 100 Jahre, da sich die Stoffe mit unterschiedlicher Geschwindigkeit in der Atmosphäre abbauen.

» **Tabelle der wichtigsten Treibhausgase und deren GWP₁₀₀**

Treibhausgas	GWP₁₀₀
Kohlenstoffdioxid (CO ₂)	1
Methan (CH ₄)	27,9
Distickstoffoxid (N ₂ O)	273
Hexafluorethan (C ₂ F ₆)	12.400
Tetrafluormethan (CF ₄)	7.380
Schwefelhexafluorid (SF ₆)	25.200
Stickstofftrifluorid (NF ₃)	17.400
Fluoroform (CHF ₃)	14.600
Octafluorpropan (C ₂ F ₈)	9.290

(Werte übernommen aus dem IPCC Climate Change Report 2021
https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Full_Report_smaller.pdf)

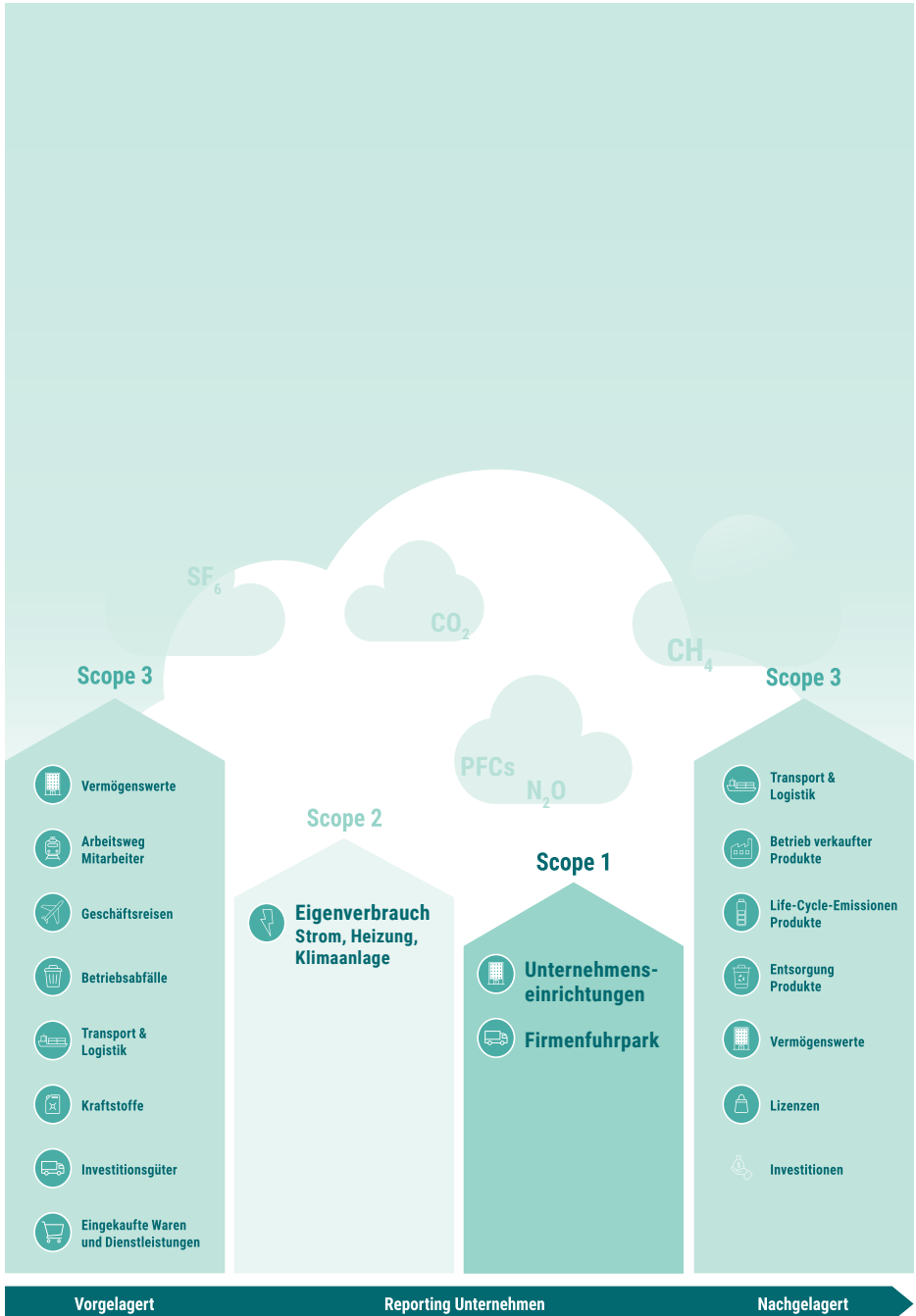
Das Reinigungs- und Isoliergas SF₆ welches häufig in der Produktion von Elektronikgeräten verwendet wird ist in Worte gefasst 25.200-mal so klimawirksam wie CO₂.

Wie werden CO₂-Emissionen berechnet?

Mit dem Namen Greenhouse Gas Protocol schlossen sich 1998 Unternehmen, NGOs und Regierungen unter der Koordination des World Resources Institute (WRI) und dem World Business Council für Sustainable Development (WBCSD) zusammen. Das Konsortium entwickelt einen international anerkannten Standard für Unternehmen und deren Bilanzierung und Berichterstattung von Treibhausgasen (THG).

THG Emissionen werden nach dem GHG Protocol in drei Kategorien eingeteilt, den sogenannten „Scopes“.

- » **Scope-1-Emissionen** - sind die direkten Emissionen die innerhalb eines berichtenden Unternehmens entstehen: durch einzelne Herstellungsschritte und Gebrauchsfahrzeuge unter der vollen Kontrolle des Unternehmens.
- » **Scope-2-Emissionen** sind die indirekten Emissionen durch von außerhalb eingekaufter Energie, wie Strom, Wärme oder Kälte. Ein hoher Anteil an erneuerbaren Energien wie Windkraft oder Photovoltaik (Solar) bedeutet demnach auch niedrigere Scope-2-Emissionen.
- » **Scope-3-Emissionen** sind die indirekten Emissionen in der Lieferkette und hängen von verschiedenen Faktoren ab. Sie können zusätzlich unterteilt werden in Emissionen in der vor- und nachgelagerte Lieferkette.



CO₂-Zertifikate und „Greenwashing“

Mit den immer deutlicher werdenden Auswirkungen des Klimawandels steigt die Nachfrage nach CO₂-Zertifikaten, welche zur Klimaneutralität beitragen sollen. Dieser Zertifikathandel entstand aus dem im Jahr 2005 gegründeten Emissionshandelssystem (ETS) der EU, welches das Ziel verfolgt, umweltfreundliche Technologien und Lösungen für Unternehmen lukrativer zu machen.

Ein CO₂-Zertifikat ähnelt einem Wertpapier, das für eine bestimmte Menge an eingespartem CO₂ steht. Emissionen, die durch Produktion, Mobilität und Konsum entstehen, können durch den Kauf von Zertifikaten kompensiert werden.

Zertifikate können Unternehmen dazu anregen, mehr in Nachhaltigkeit zu investieren. Potentielle Risiken entstehen durch fehlende Regulierungen des CO₂-Zertifikathandels, denn es fehlen konkrete Vorgaben für die Erschaffung dieser Zertifikate. Ebenso verwischt der Unterschied zwischen „Nachhaltigkeit“ und „Emissionsfrei“ oftmals. Ein Energieunternehmen, das fossile Brennstoffe verwendet, kann sich durch den Einkauf von CO₂-Zertifikaten „emissionsfrei“ nennen. Nachhaltig ist es dadurch jedoch nicht, da die extrahierten fossilen Brennstoffe aus der Erde nicht einfach ausgeglichen werden können. Praktiken, bei denen von „schmutzigen“ Prozessen durch „grüne“ Nachhaltigkeitsprojekte oder Zertifizierungen abgelenkt werden soll, nennt man „Greenwashing“.

Unternehmen analysieren häufig nur die eigenen Emissionen (Scope-1). Wie wir aus den vorherigen Seiten erfahren haben reicht dies jedoch nicht aus, um die Auswirkungen eines Produktes auf das Klima zu bewerten.

Vor- und nachgelagerte Prozesse können je nach Produkt einen wesentlichen Anteil der Umweltauswirkungen verursachen. Beispielsweise ist bei Lampen der Energieverbrauch in der Nutzungsphase bedeutender als die Produktion der Lampen. Elektronikgeräte mit höherer Funktionsdichte benötigen dagegen für die Produktion erheblich mehr Aufwand.



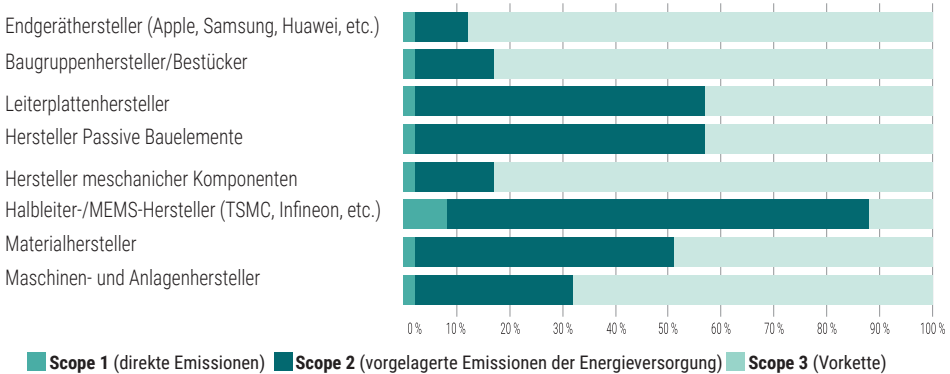
Bild: Fraunhofer IZM

THG-Emissionen in der Lieferkette

Die Dimensionen der verschiedenen Scopes variieren erheblich je nach Branche oder Produktkategorie sowie der Position eines Unternehmens innerhalb der Lieferkette.

Komplexe High-Tech-Geräte wie Mobiltelefone oder Computer bestehen in der Regel aus hunderten bis tausenden Einzelteilen, die erst beim Endgerätehersteller zusammengefügt werden. Das bedeutet, dass ein beträchtlicher Teil der THG-Emissionen in den vorgelagerten Prozessen anzusiedeln ist.

Folgende Grafik zeigt anteilige THG-Emissionen nach **Scopes** und **Position** in der Wertschöpfungskette (Erfahrungswerte)





Adobe Firefly: KI-Generiertes Bild

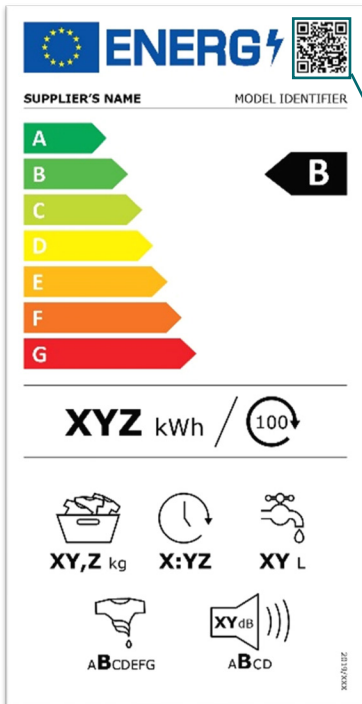
Um die Treibhausgasemissionen bei elektronischen Geräten zu reduzieren, ist es von entscheidender Bedeutung, den gesamten Herstellungsprozess umfassend zu verstehen und zu bewerten. Zugleich ist es erforderlich, die Auswirkungen der Nutzung und Entsorgung elektronischer Geräte auf die Umwelt zu berücksichtigen.

Dieser Aspekt betrifft nicht allein Hersteller:innen und Lieferant:innen, sondern ebenso die Verbraucher:innen. Mit jedem Neukauf sind erheblich Emissionen verbunden, die schon in der Produktion entstanden sind. Längere Nutzung vorhandener Geräte trägt also aktiv zur Reduktion klimaschädlicher Gase bei.

Der Digitale Produktpass

Um die Transparenz in der Lieferkette und dem Produktlebenszyklus von Geräten nachhaltiger zu gestalten, hat die EU 2019 im „Europäischen Green Deal“ einen standardisierten Digitalen Produktpass vorgeschlagen. Durch den Digitalen Produktpass sollen Kund:innen und Unternehmen in der Lage sein, genaue Informationen über die Nachhaltigkeit, Recyclingfähigkeit, Reparierbarkeit und Materialzusammensetzung des Produkts digital abzulesen und zu vergleichen.

Der Digitale Produktpass soll den Austausch zwischen Anwender:innen und Hersteller:innen erleichtern und Unternehmen dazu veranlassen, stärkeren Fokus auf die Langlebigkeit und Zirkularität ihrer Produkte zu setzen.



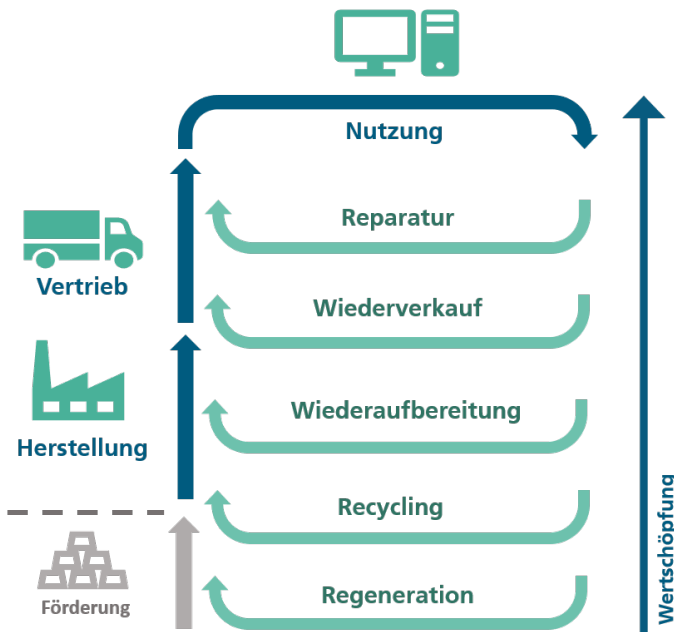
Ein QR-Code auf den bereits vorhandenen Energylabel kann mit dem Handy gescannt werden, wodurch Kund:innen vor dem Kauf Informationen zur Nachhaltigkeit des Produktes erhalten.

Die Kreislaufwirtschaft

Die Kreislaufwirtschaft ist ein alternatives, regeneratives Wirtschaftsmodell, das durch verschiedene Strategien versucht, geförderte Rohstoffe und Produkte so lange wie möglich im System zu halten. Sie steht damit im direkten Kontrast zur derzeit häufig vorhandenen Linearwirtschaft, in der Produkte nach ihrer Nutzungsphase meist direkt auf Mülldeponien oder in Verbrennungsanlagen landen.

- » Laut Circular Gap Report wirtschafteten wir 2023 nur ca. 7,2% zirkulär („**The Circularity Gap Report 2023**“)

Als Vorbild nimmt sich die Kreislaufwirtschaft die Natur, in der sich die lebenswichtigen Stoffe in einem ständigen Kreislauf befinden.



Materialien und Rohstoffe können auf verschiedenen Wegen in die Wertschöpfungskette zurückgeführt werden.



Adobe Stock

Reparierbarkeit und „Right-To-Repair“

Die Förderung der Reparierbarkeit und der dadurch einhergehenden verlängerten Lebensdauer von elektrischen und elektronischen Geräten ist eine weitere Strategie die globalen THG Emissionen und den Abbau kritischer Rohstoffe zu senken. Die EU hat neue Vorschriften zum Recht auf Reparierbarkeit (engl. *Right-To-Repair*) abgestimmt, welche auf nationaler Ebene implementiert werden. Zukünftig soll es für Kund:innen einfacher und erschwinglicher werden, defekte Geräte zu reparieren bzw. länger zu nutzen. Neben der positiven Auswirkung auf unsere Umwelt sollen so auch Reparaturdienstleister und andere kreislaufbasierte Geschäftsmodelle (engl. *Circular Business Models*) gefördert werden.

Angestoßen wurde dieser Gesetzesvorschlag unter anderem von bereits aktiven Reparaturdiensten, die in der Praxis oft überbezahlte oder keine Ersatzteile beschaffen konnten. Auch die Garantierregularien oder Softwareblockierungen der Hersteller:innen stellen oft Hindernisse auf.

Repair-Café

Mit einem Infostand haben wir Repair Cafés und ähnliche Formate in Berlin begleitet und die Teilnehmer:innen zu Gesprächen eingeladen. Unsere Erfahrungen zeigen, dass viele Menschen großen Wert auf nachhaltigen Konsum legen. Das Spannungsfeld ist aber auch sehr komplex und kann überfordernd wirken: uns ist oftmals Skepsis begegnet, welche Empfehlungen wirklich nachhaltig wirken. Gleichzeitig wünschen sich viele ganz konkrete wissenschaftlich fundierte Ratschläge.

Sie finden auf den folgenden Seiten eine Anleitung zum Nachbau unseres anschaulichen CO₂-Rucksacks eines Smartphones. Dazu gibt es begleitende Infomaterialien zum Ausdrucken.



Bild: Fraunhofer IZM

CO₂-Rucksack eines Smartphones

Der CO₂-Fußabdruck ist als Begriff sehr bekannt, bei gleichzeitig vielen Unklarheiten was sich hinter dem Begriff verbirgt. Wir haben für einen leichten Einstieg in das Thema die Anknüpfung an alltäglichen Konsum gewählt - das Handy. Unsere Werte beziehen sich auf das Fairphone 4.

Die Ergebnisse der Ökobilanz zeigen, dass die Umweltwirkungen des Fairphone 4 und des Zubehörs hauptsächlich in der Produktion mit insgesamt 35,1kg CO₂-Äquivalenten entstehen. Im Vergleich dazu wiegt das Fairphone selbst nur 225g.

In einer durchschnittlichen Nutzungsphase von 3 Jahren entstehen zusätzlich 7,44kg CO₂-Äquivalente durch den Energieverbrauch für das Aufladen des Akkus. Umweltlasten durch bspw. Datennutzung sind dabei nicht einberechnet.

Eine Verlängerung der Nutzungsdauer von 3 auf 7 Jahre kann das Treibhauspotenzial pro Nutzungsjahr um etwa 45% reduzieren. Ähnlich hohe Einsparungen sind mit keiner anderen Ökodesignstrategie realisierbar.

DIY CO₂-Rucksack

Zur Veranschaulichung der CO₂-Emissionen des Fairphone 4 kann mit relativ einfachen Mitteln der Rucksack nachgebaut werden.

Benötigt werden:

- » 36kg Spielplatzsand, ODER:
 - › 16kg Sand plus
 - › 3 Wasserbehälter a 10l (z.B. Camping-Wasserkarister)
- » einen alten Rucksack oder Reisetasche
- » Gefrierbeutel zum Abfüllen des Sandes
- » Verschlussclips oder Gafferband
- » Beschriftungsmaterial
- » Idealerweise ein zerlegtes Smartphone für die Zuordnung der Komponenten zu den CO₂-Äquivalenten

Für den mobilen Einsatz der Ausstellungsmaterialien ist es praktischer die 29kg für das Kernmodul nicht als Sandberg in die große Tasche zu füllen, sondern mit Wasserkaristern zu arbeiten. Im Campingsortiment gibt es faltbare 10l-Karister mit wenig Eigengewicht.

Komponente	Treibhauspotenzial in kgCO ₂ -Äquivalente
1 Kern-Modul	29
2 Rückkamera-Modul	2,5
3 Batterie	1,6
4 Display-Modul	0,8
5 Gehäuse	0,3
6 USB-C Anschluss	0,1
7 Rückabdeckung	0,05
8 Lautsprecher-Modul	0,05
9 Front-Kamera	0,02
10 Hörer	0,02

3.3 Druckmaterialien

Auf der Projektwebseite [Scope3Transparent](#) können die begleitenden Druckmaterialien für den Infostand kostenlos herunter geladen werden.

Häufig gestellte Fragen am Infostand

Manche Fragen begegneten uns immer wieder:

- » **„Wie ist es mit diesem Modell/Gerät XY?“**
Wir haben leider nicht für alle Geräte und Modelle am Markt konkrete Zahlen.
Je nach den Kriterien können verschiedene Produkte im direkten Vergleich besser oder schlechter abschneiden.
Vor einer Kaufentscheidung ist es jedoch hilfreich, sich die Nachhaltigkeitsberichte (Sustainability Reports) der Unternehmen oder Hersteller anzusehen und sie mit den eigenen Prioritäten abzugleichen.

- » **„Welches Smartphone ist das Nachhaltigste?“**
Hierauf gibt es keine abschließende Antwort. Es kommt auf Ihre Bewertungskriterien und das eigene Nutzungsverhalten an.
Wird das Gerät beispielsweise hauptsächlich genutzt, um erreichbar zu sein, ist kein Modell aus dem High End Bereich sinnvoll. Hier gilt es den eigenen Bedarf zu durchdenken, bevor ein Modell gekauft wird.
Je länger ein Gerät meinen Bedarf abdeckt und ich es folglich nicht ersetze, desto besser.

- » **„Energieeffizienz im Betrieb ist mir wichtig.“**
Ja, Energieeffizienz leistet einen wertvollen Beitrag zur Ressourcenschonung.
Je nach Geräteklasse kann die Herstellungsphase aber sogar einen größeren Einfluss haben, das trifft insbesondere auf hoch entwickelte Elektronik zu.
Suffizienz, also mit insgesamt weniger Konsum den Bedarf decken, birgt große Potentiale.

» **„Früher war alles besser!“**

Früher war auch der Funktionsumfang deutlich geringer; die Haushaltsgeräte heute können erheblich mehr. Durch die höhere Integration von Funktionen entstehen auch mehr Ausfallmöglichkeiten. Reine Basismodelle sind ein Nischenprodukt geworden.

» **„Die geplante Obsoleszenz kann ich eh nicht verhindern“**

Es ist zu eindimensional gedacht ausschließlich „der Industrie“ die Schuld zuzuweisen. Es gibt selbstverständlich viele Menschen, die Wert auf Qualität legen. Gleichzeitig ist es weiterhin verbreitet, immer nach dem größten Schnäppchen zu suchen: „Geiz ist geil“. Preisdruck ist mitverantwortlich für sinkende Lebensdauern, die Hersteller bedienen den Bedarf, für den sie den höchsten Verkaufserfolg sehen. Es ist ein vielschichtiges Wechselspiel zwischen Werbung, Wünschen und Angebot. Wir Konsument:innen können uns durch bewusste Kaufentscheidungen dafür einsetzen nachhaltige Ware zu stärken.

» **„Die Industrie verhindert Reparatur doch eh!“**

Das „Right-To-Repair“ (siehe Seite 15) verlangt von den Unternehmen, dass sie die Reparatur künftig stärker in ihren Konstruktionsprozess und ihre Geschäftsstrategie integrieren.

Quellen


- Scope3Transparent - Praxisleitfaden/Umfrageergebnisse (<https://www.scope3transparent.de/>)
- GreenICT @ FMD - Schulungsvideos (https://www.youtube.com/playlist?list=PLk-ixsN065wIPhXch5KFzJhmGS4gv__e)
- CIRPASS Digital Product Passport (<https://cirpassproject.eu/>)
- CGRI - Circularity Gap Report (<https://www.circularity-gap.world/>)
- IPCC - Climate Change 2023 Synthesis Report (<https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>)
- WWF - Living Planet Report 2022 (https://www.wwf.ch/sites/default/files/doc-2022-10/Living_Planet_Report_2022_Kurz_De.pdf)

Dokumentationen zum Thema

- Chinas digitales Überwachungssystem – die totale Kontrolle? | Weltspiegel
- Mit totaler Überwachung zum idealen Staat? Chinas Sozialpunkte-System | ZDFinfo Doku
- Mikrochip-Herstellung - Wie entsteht ein Chip? | Infineon
- China, Taiwan und die globale Abhängigkeit von der Chip-Industrie | Frontal
- Billige Lebensmittel aus Fernost - China in Dosen | SWR Doku
- Wirtschaftliche Abhängigkeit: Die Beziehung zwischen Deutschland und China | ZDFheute erklärt
- Wie viel China braucht die Wirtschaft? | Doku | DokThema | BR

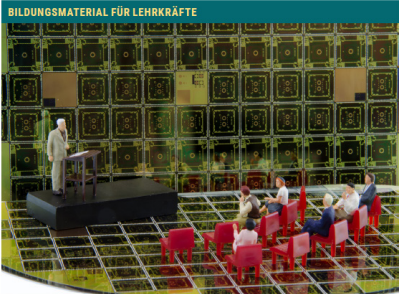
Weiterführendes Material:



Auf unserer Website: <https://www.scope3transparent.de/> und in unserer Broschüre für Schulen und Lehrer erhalten Sie Arbeitsblätter zum Thema Nachhaltigkeit, Lieferketten und Elektronik für den Unterricht



Was haben Klimawandel und Elektronik miteinander zu tun?

BILDUNGSMATERIAL FÜR LEHRKRÄFTE





Arbeitsblatt - Smartphone

Aufgabe 1: Das 100 Punkte Smartphone (12 min)
Was ist dir wichtig an deinem Smartphone?
(Erstelle 5-10 Kategorien (z.B. Design oder Akkulaufzeit) und teile 100 Punkte auf die jeweiligen Kategorien auf. Die Aspekte, die dir am wichtigsten sind sollten die meisten Punkte bekommen. Teil deine Kategorien und Gewürthungen miteinander! Was sind die Gemeinsamkeiten, wo gibt es Unterschiede? Habt ihr euch bereits Gedanken über Nachhaltigkeit gemacht?)

Aufgabe 2: Sich mit dem Thema vertraut machen (13 min)
Schau euch die beiden Videos in der Klasse an und beantwortet die Fragen:

- Welche **Robstoffe** sind in unserem Smartphone enthalten und inwiefern schädigt der Abbau dieser der Umwelt und des Menschen?
- Was kann man selber tun?

Was hat mein Handy mit dem Regenwald zu tun?
<https://www.aberthawer.com/weltweit-die-2018-umweltfreundlichen-smartphones-39-projekt-mit-der-1902-2018>
<https://www.waldrain.de/1902-2018>
(erschienen 12.08.2017)

Aufgabe 3: Rollenspiel (15 min)
Das Geschäft rund um die Smartphones ist unheimlich komplex. So gibt es verschiedene Gruppen mit verschiedenen Interessen. Heute aber kommen die Marketing Team einer renommierten Smartphone-Hirma, ein Mitarbeiter:in aus dem Konga, eine ESG-Beauftragte und eine Konsument:in zusammen an einen Tisch um im Rahmen eines Kongresses über Nachhaltigkeit zu sprechen.

Arbeitsschritte - Kleingruppenarbeit

- Aufgabe 3a - Rollenverteilung in der Kleingruppe - 2 min
- Aufgabe 3b - Einen Text lesen und vorbereiten - 3 min
- Aufgabe 3c - Durchführung der Diskussion - 10 min

Aufgabe 4: Reflexion (5 min)
Besprecht eure Erfahrungen aus der Diskussion: Was ist euch aufgefallen? Wo gab es Konflikte?



Gesamtprojektkoordination

Dipl.-Ing. Karsten Schischke

Fraunhofer IZM

T. +49 30 46403-156

karsten.schischke@izm.fraunhofer



Dipl.-Ing. Jana Rückschloss

Fraunhofer IZM

T. +49 30 46403-734

jana.rueckschloss@izm.fraunhofer.de



Scope3Transparent

Aktuelle Informationen und Neuigkeiten
finden Sie auf unsere Projekt-Website.