

# Vom Rohstoff zum Hightech-Gerät

## Der „steinige“ Weg des Smartphones

Gold, Kobalt, Neodym ... das sind nur drei von vielen Stoffen, die in einem einzigen Smartphone stecken. Der Weg vom Rohstoff zum Hightech-Gerät ist durch Probleme für Umwelt, Tier und Mensch gekennzeichnet. Gleichzeitig kursierten laut CIA 2019 in Deutschland pro 100 Einwohner/-innen etwa 128 Smartphones. Die methodische Auseinandersetzung mit dem Herstellungsprozess soll den Kindern einen nachhaltigen Umgang plausibel machen und so zukunftsfähiges Denken und Handeln ermöglichen.

*Von Vivienne Hampf und Moritz Harder*

### Didaktischer Hintergrund

**A**llein in Deutschland werden jedes Jahr ca. 25 Mio. Smartphones gekauft, wobei die Nutzungsdauer jeweils bei nur etwa 18 Monaten liegt. Diese Geräte begleiten Grundschul Kinder längst in ihrem täglichen Leben und bereits die Hälfte aller 6–13-Jährigen besaß 2020 ein eigenes Mobiltelefon (vgl. mpfs 2021, S. 11f).

Neben einer „sinnvollen“ Nutzung der technischen Möglichkeiten sollten im Sinne der Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) ebenfalls die Herstellungsbedingungen sowie Folgen für die Umwelt im Unterricht fachlich aufgegriffen werden. Je früher an Probleme herangeführt wird, desto selbstverständlicher agieren Kinder zukünftig mit diesen Herausforderungen (vgl. BMBF o.J.).

Die hier vorgestellten Unterrichtsstunden behandeln vielperspektivisch folgende Aspekte, zwischen denen die Schüler/-innen Zusammenhänge entdecken und verstehen können:

- Rohstoffe im Smartphone
- globale Verteilung der Abbaubereiche
- modularer Aufbau der Handys sowie
- nachhaltiges Konsumverhalten der Verbraucher/-innen

Ziel ist es, dass die Kinder nachhaltige ressourcenschonende Handlungsmöglichkeiten beim Kauf sowie der Entsorgung von Smartphones erkennen und von nicht-nachhaltigen Lösungen unterscheiden können. Das abschließende Planen eines eigenen (bisher utopischen) Gerätes – unabhängig von realen Bedingungen – unterstützt das zukunftsorientierte und kreative Denken. Wobei zu beachten ist, dass Interessenskonflikte bei den Kindern vorkommen können und thematisiert werden sollten (vgl. Wulfmeyer 2020, S. 23). So ist der Verzicht auf ein Smartphone oder den technischen Fortschritt (bessere Kamera usw.) selten eine Option, obwohl ein ressourcenschonender Umgang angestrebt wird. Entsprechend dem bekannten Leitspruch „Think global, act local!“ wird damit ein globales Problem greifbarer und mit Lösungsoptionen für jede/-n Einzelne/-n verknüpft.

Die Unterrichtssequenz beleuchtet die Problematiken der Smartphone-Herstellung aus sozialwissenschaftlicher, geographischer, naturwissenschaftlicher sowie technischer Perspektive.

### Fachlicher Hintergrund

Die Komplexität der technischen Möglichkeiten eines Smartphones spiegelt sich auch in der Vielfalt der benötigten Rohstoffe wider. Bis zu 60 verschiedene Stoffe wie Kunststoffe, Keramik und Metalle werden



Foto: Vivienne Hampf

•• **1 Gebrauchte Smartphones „verstauben“ in der Schublade.**

benötigt. Metalle werden größtenteils nur in sehr geringen Mengen verbaut, jedoch finden sich bis zu 30 verschiedene in einem Smartphone, z. B. Kupfer, Magnesium und Platin (s. „Bestandteile eines Smartphones“, S. 32). Der weltweite Abbau der benötigten Rohstoffe ist zumeist mit Naturzerstörung und Menschenrechtsverletzung verbunden. Für den Abbau von Coltan (wird raffiniert zu Tantal) in der Demokratischen Republik Kongo werden riesige Flächen Regenwald gerodet und der Lebensraum vieler Tiere, z. B. der Gorillas, wird bedroht. Darüber hinaus werden immer wieder Kinder für die gefährlichen Bergbauarbeiten eingesetzt (vgl. Abenteuer Regenwald o. J.).

Ebenso komplex ist der technische Aufbau: Smartphones bestehen aus einer Reihe von Modulen, z. B. Kamera, Bildschirm, Lautsprecher, Akku, Empfänger (z. B. WLAN, 5G, Bluetooth) und Gehäuse. Der Großteil der Produktion sowie der Zusammenbau finden in Asien statt. Dabei wird z. B. die Hälfte der weltweit produzierten iPhones in einer Fabrik in der chinesischen Stadt Zhengzhou gefertigt – täglich 500.000 Stück (vgl. FAZ 2018).

Um die Umwelt und die prekären Arbeitsbedingungen in den Abbauregionen nicht weiter zu belasten, bietet das Recycling von Altgeräten eine Quelle für wertvolle Ressourcen. Denn die jährlich produzierten Smartphones sowie deren geringer Lebenszyklus generieren eine große Menge an recyclebarem Elektroschrott. So lagerten 2020 über 200 Mio. Altgeräte in deutschen Schubladen, Kartons und Schränken (vgl. Bitkom). Das entspricht hochgerechnet 50 t Silber, 4,8 t Gold und 1,8 t Palladium – recyclebare Rohstoffe im Wert von über 400 Mio. Euro. Weitere Möglichkeiten die Umwelt zu schonen, liegen in einer langen Nutzungsdauer des eigenen Smartphones, im Kauf eines gebrauchten Gerätes oder eines Modells wie dem Fairphone, das sich leicht reparieren lässt.

## Einstieg

Um eine grundsätzliche Vorstellung von den verschiedenen Werkstoffen eines Smartphones zu erlangen, werden diese in den ersten beiden Stunden fokussiert. Zum Ankommen im Lernkontext zählt die Lehrkraft zu Beginn alle oder viele Bestandteile eines Smartphones auf, ohne weiter zu erklären, worum es sich handelt (s. „Bestandteile eines Smartphones“, S. 32). Die Schüler/-innen stellen Vermutungen auf, wo all diese Rohstoffe zu finden sind. Erfahrungsgemäß setzen die Kinder die Stoffe nicht mit Smartphones in Verbindung. Dieses Überraschungsmoment nach der Auflösung durch die Lehrkraft ist beabsichtigt und zeigt den Lernenden eine „Lücke“ im Vorwissen auf, wodurch die Neugier für das Thema geweckt wird. Ziel ist es, dass die Kinder begreifen, dass im „Inneren“ eines Handys eine Vielzahl von Stoffen vorkommt.

Ein weiterer möglicher Impuls ist die Frage „Wer nutzt täglich ein Smartphone (Spiele, Messenger etc.) und/oder möchte das in Zukunft machen?“, um die Bedeutsamkeit für jedes Kind sowie die Zukunftsrelevanz aufzuzeigen.



# Auf einen Blick

**Klasse:** 3/4

**Zeit:** 3–4 Doppelstunden

**Kompetenzen:**

- die Bedeutung von Ressourcen bei der Produktherstellung erkennen
- Konsumgewohnheiten (inkl. Ressourcenverbrauch) unter ökologischen Kriterien bewerten
- einen nachhaltigen, ressourcenschonenden Umgang bei Kauf und Entsorgung von Konsumgütern erschließen
- Karten als Orientierungshilfen nutzen
- sich in andere Menschen (Bedürfnisse, Interessen etc.) hineinversetzen

**Inhalt:**

Unterscheidung verschiedener Rohstoffe für die Smartphone-Produktion nach Kriterien; globale Verteilung der Abbauggebiete dieser Rohstoffe; modularer Aufbau der Smartphones; ressourcenschonender Umgang bei Ankauf und Entsorgung (Recycling); Planung und Präsentation „Nachhaltiges Smartphone der Zukunft“

**Inklusive/Soziale Aspekte:**

Ko-Konstruktion in Tandems

**Materialien:**

**M1a** Rohstoffkarten

**M1b** Rohstoffe weltweit

**M1c** Was verbindet Smartphones mit Gorillas?

**M2** Module eines Smartphones

**M3** Was kann ich tun?



S. 34



S. 35



online



S. 36



S. 37



**Materialseiten  
downloaden oder  
online bearbeiten!  
Infos auf Seite 51**

## Verlauf

### Rohstoffe kennenlernen

Um verschiedene Aspekte (Abbauggebiete, Arbeitsbedingungen, Einsatz im Handy, Umweltschäden) von sechs exemplarischen, global verteilten Rohstoffen spielerisch vergleichen zu können, werden diese angelehnt an ein Kartenspiel (Quartettkarten) eingeführt (**M1a**). Die Kinder stellen sich in Tandems die Rohstoff-

# Bestandteile eines Smartphones

(vgl. Gehring 2012)

- Kunststoffe (meist aus Erdöl)
- Kupfer
- Lithium
- Aluminium
- Eisen
- Kobalt
- Nickel
- Zinn
- Glas und Keramik (aus Quarz und Tonmineralen)
- Platin
- Tantal
- Gold
- Palladium
- Silber
- Chrom
- Titan
- Wolfram
- Zink
- Mangan
- Brom
- Blei
- Bismut
- Barium
- Beryllium
- Zirkonium
- Ruthenium
- Strontium
- Magnesium
- Halbmetalle (Antimon, Arsen, Gallium)
- Seltene Erden (z. B. Neodym)
- ...

fe vor und stellen die Angaben auf den verschiedenen Karten gegenüber. Dabei bietet die Sozialform die Möglichkeit, sich über neue Erkenntnisse (kritisch) auszutauschen.

Zur Visualisierung der globalen Verteilung der Abbaugelände verorten die Schüler/-innen die Rohstoffe auf einer Weltkarte (M1b). Um den eigenen Lernzuwachs überprüfen zu können, beantworten die Kinder in Tandem Quizfragen (M1c). Diese sind mithilfe des Materials zu lösen, weshalb ein erneutes Betrachten von M1a/b veranlasst wird. Zudem wird ein Einiigungsprozess im Tandem verlangt, der den aktiven Austausch anregt und eine Ko-Konstruktion fördert (vgl. Leisen 2016).



## • 2 Produktionswege bei der Smartphone-Herstellung

### Modularen Aufbau verstehen

Smartphones können und sollten meist nur von Fachleuten geöffnet werden. Den Kindern soll aber trotzdem die Verbindung der Rohstoffe mit dem Hightech-Gerät greifbarer gemacht werden. Daher werden nun die verschiedenen modularen Komponenten eines Handys betrachtet. Die Kinder sammeln im Plenum ihre Vorstellungen über die Bestandteile (Module) eines Smartphones und deren Funktion. An der Tafel sollten mindestens die folgenden Bestandteile stehen:

- Kamera – Bilder/Videos aufnehmen
- Display – Inhalte anschauen
- Empfänger (z. B. WLAN, 5G, Bluetooth) – Kommunikation via Internet oder Telefonnetz, Nachrichten verschicken
- Elektrische Einheiten – Verbindung aller Bestandteile miteinander
- Akku – Bereitstellung der Energie für das Smartphone
- Lautsprecher und Mikrofon – Sprechen und Hören
- Gehäuse – Schutz für alle Bestandteile

In M2 werden die Bestandteile und ihre Funktion zur Festigung wiederholt. Darüber hinaus werden für einige Module die fehlenden Rohstoffe aus den Quartettkarten (M1a) eingetragen.

### Handlungsmöglichkeiten erarbeiten

Anschließend werden aufbauend auf dem Wissen der vorherigen Unterrichtsstunden nachhaltige und ressourcenschonende Handlungsmöglichkeiten thematisiert (M3). Die Schüler/-innen erfahren mehr über die Möglichkeit des Recyclings, müssen zwischen nachhaltigen sowie nicht-nachhaltigen Maßnahmen entscheiden und sich weitere Strategien überlegen, wie mit dem Dilemma (Wunsch nach technischen Verbesserungen vs. Nachhaltigkeit) umgegangen werden kann. Die Handlungsmöglichkeiten werden im Plenum ausführlich vorgestellt, reflektiert und diskutiert.

Optional können anschließend Informationen zu modularen Smartphones im Internet recherchiert und die Ergebnisse mit der gesamten Lerngruppe besprochen werden (z. B. Fairphone, Shiftphone).

### Abschluss

Um den Lernzuwachs anzuwenden und festigen zu können, beschreiben und zeichnen die Kinder als Erfinder/-innen ihr eigenes „Smartphone der Zukunft“:

- Woraus soll es bestehen?
- Wie soll es hergestellt werden?
- Was soll es können?
- Wie soll es aussehen? Zeichne!

Die Mobiltelefone, die momentan produziert werden, weisen alle Schwachstellen im Bereich Nachhaltigkeit, fairer Handel sowie Arbeitsbedingungen auf. Die Ideensammlung zum „Smartphone der Zukunft“ kann mit digitalen Zeichnungen und Audiosequenzen ausgestattet werden, z. B. mit Explain Everything oder Book Creator. Die Ergebnisse werden im Plenum präsentiert und verglichen.

## Link-Tipp

**Beispiel einer Organisation, die Smartphones für den guten Zweck sammelt:**

<https://bit.ly/NABU-Handysammlung>

## Weiterführendes

Fakultativ kann im Anschluss eine Sammelaktion im Klassenverband organisiert werden, bei der nicht mehr genutzte Mobiltelefone von Familien und Freund/-innen in einer Sammelbox zusammengetragen werden. Diese können an verschiedenen Stellen für den guten Zweck oder Naturschutzprojekte gespendet werden (s. Link-Tipp, S. 31).

Außerdem kann der naturwissenschaftliche Blickwinkel vertieft werden, z. B. Auswirkungen auf den Berggorilla, die angrenzende Umwelt der Abbaugelände etc. ■

## Literatur

Abenteuer Regenwald, Was hat mein Handy mit dem Regenwald zu tun?, o. J., [www.abenteuer-regenwald.de/bedrohungen/handy](http://www.abenteuer-regenwald.de/bedrohungen/handy)

Benrath, B., Bartsch, B., Giesel, J., Helfert B., Wo unsere Smartphones herkommen, FAZ 2018, <https://bit.ly/FAZ-Smartphones>

Bitkom, Deutsche horten fast 200 Millionen Alt-Handys, 2020, <https://bit.ly/Althandys>

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (Hrsg.), Schule, o. J., [www.bne-portal.de/de/schule-1755.html](http://www.bne-portal.de/de/schule-1755.html)

Central Intelligence Agency (CIA), The World Factbook, Explore All Countries – Germany, Communications, <https://bit.ly/CIA-DE>

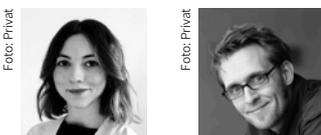
Gehring, C., Die Rohstoff-Expedition – Entdecke, was in (d)einem Handy steckt!, 2012, <https://bit.ly/Gehring-Handys>

Leisen, J.: Ein Lehr-Lern-Modell für personalisiertes Lernen durch Ko-Konstruktion im adaptiven Unterricht in heterogenen Lerngemeinschaften, in: F&E Edition 23, 2016, S. 23–32

Medienpädagogischer Forschungsverband Südwest (mpfs) (Hrsg.), KIM-Studie 2020, 2021

Wulfmeyer, M. (Hrsg.), Bildung für nachhaltige Entwicklung im Sachunterricht, Schneider Hohengehren 2020

## Die Autor/-innen



**Vivienne Hampf** und **Dr. Moritz Harder** sind wissenschaftliche Mitarbeiter/-innen am Institut für Didaktik des Sachunterrichts an der Universität zu Köln.

## Stolpersteine



### Problem

Die Namen der Rohstoffe sind für einige Kinder schwierig auszusprechen.

### Lösung

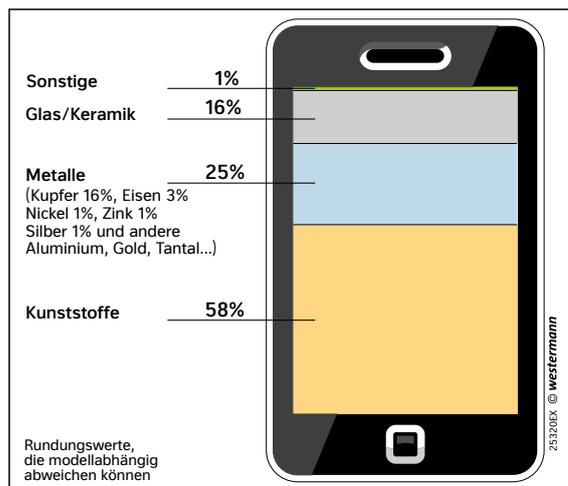
Die Lehrkraft spricht für alle die Begriffe laut aus, um Unsicherheiten zu verhindern.

### Problem

Das Erkennen der verschiedenen Module in der technischen Zeichnung (Explosionszeichnung) (M3) fällt schwer.

### Lösung

Der Aufbau der Explosionszeichnung sollte in diesem Fall besprochen werden.



## 3 Hauptbestandteile eines Smartphones

## Schon gewusst?

Seltene Erden: Immer wieder hört man von „seltene Erden“, die in einem Smartphone verbaut werden, z. B. Neodym (benötigt für Lautsprecher und Mikrofon). Dabei handelt sich nicht um Erden, sondern um Oxide. Erde ist in diesem Fall eine alte Bezeichnung für Oxide. Darüber hinaus sind die Elemente auch nicht selten, sondern kommen sogar sehr häufig in der Erdkruste vor.

# Rohstoffkarten

Um ein Smartphone herzustellen, benötigt man viele verschiedene Ausgangsstoffe. Diese sogenannten Rohstoffe werden im Boden abgebaut. 6 davon schaut ihr euch genauer an:

1. Schneidet die Karten aus. Jeder bekommt 3 Stück.
2. Vergleicht nun die verschiedenen Angaben auf euren Karten.

## Gold



**Bestandteil:**  
von verschiedenen Kontaktflächen der elektronischen Einheiten

**Abbau:**  
zum Beispiel in Ghana

**Umweltschäden durch den Abbau:**  
Abholzung, Giftstoffe gelangen in Boden, Gewässer und Luft

**Arbeitsbedingungen:**  
lebensgefährlich und Kinderarbeit

## Tantal



**Bestandteil:**  
der elektronischen Einheit

**Abbau:**  
zum Beispiel in der Demokratischen Republik Kongo

**Umweltschäden durch den Abbau:**  
Zerstörung des Lebensraums von Gorillas (Regenwald)

**Arbeitsbedingungen:**  
lebensgefährlich und Kinderarbeit

## Zinn



**Bestandteil:**  
wird beim Löten verwendet

**Abbau:**  
zum Beispiel Indonesien

**Umweltschäden durch den Abbau:**  
Zerstörung von Regenwäldern und Korallenriffen

**Arbeitsbedingungen:**  
lebensgefährlich und Kinderarbeit

## Lithium



**Bestandteil:**  
vom Akku

**Abbau:**  
zum Beispiel in Argentinien

**Umweltschäden durch den Abbau:**  
Wasserknappheit

**Arbeitsbedingungen:**  
keine Angaben

## Kupfer



**Bestandteil:**  
der Leiterplatte („Gehirn“) der elektronischen Einheiten

**Abbau:**  
zum Beispiel in den USA

**Umweltschäden durch den Abbau:**  
große Krater werden gegraben, Giftstoffe verseuchen Boden und Grundwasser

**Arbeitsbedingungen:**  
keine Angaben

## Neodym

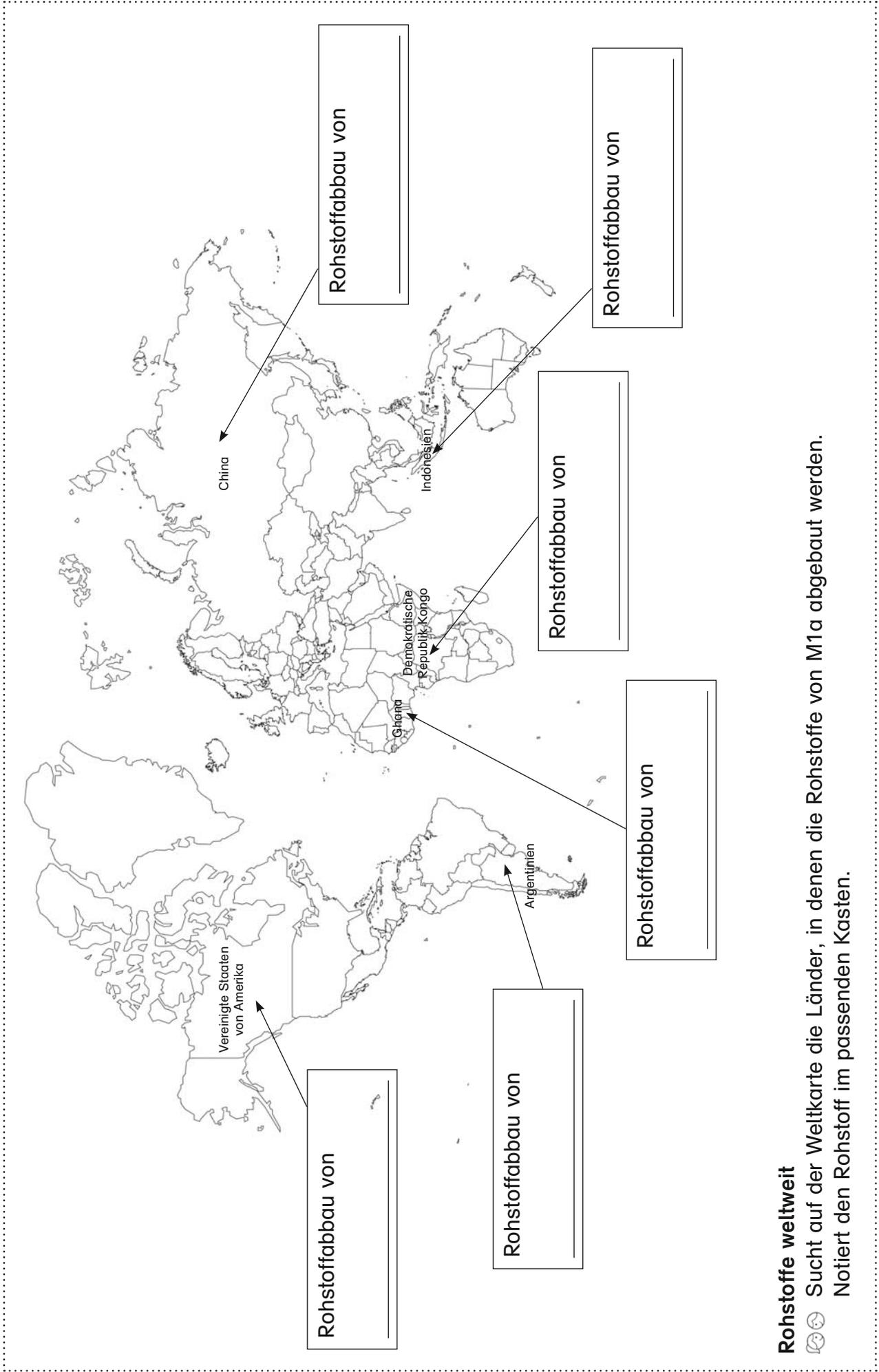


**Bestandteil:**  
von Display und Lautsprecher

**Abbau:**  
zum Beispiel in China

**Umweltschäden durch den Abbau:**  
Giftstoffe verseuchen Boden und Grundwasser

**Arbeitsbedingungen:**  
häufig schlecht, nicht immer ausreichend Schutzkleidung

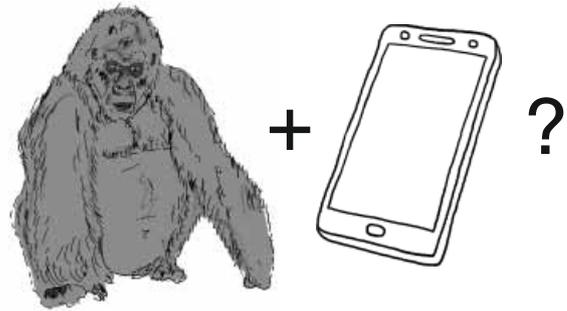


**Rohstoffe weltweit**

Sucht auf der Weltkarte die Länder, in denen die Rohstoffe von M1a abgebaut werden. Notiert den Rohstoff im passenden Kasten.

## Was verbindet Smartphones mit Gorillas?

1. Was habt ihr herausgefunden?
  - a. Tauscht euch aus.  
Beantwortet gemeinsam die Quizfragen.  
*Mehrere Antworten können richtig sein!*
  - b. Malt die richtigen Ergebnisse grün an.
2. Beantwortet gemeinsam die Frage:  
Was verbindet Smartphones mit Gorillas?



### QUIZ

① Wo findet man die Rohstoffe für ein Smartphone?

A alle in einem Land

B gar nicht

C weltweit

D auf dem Mond

② Der Abbau von diesen Rohstoffen ist ...

A zerstörerisch.

B gut für die Umwelt.

C gefährlich für einige Tiere.

D schlecht für die Umwelt.

③ Von welchem Tier ist der Lebensraum durch den Tantal-Abbau bedroht?

A Pinguin

B Gorilla

C Eisbär

D keins

④ Die Arbeitsbedingungen beim Abbau dieser Rohstoffe sind häufig ...

A lebensgefährlich.

B spaßig.

C gut.

D ungesund.

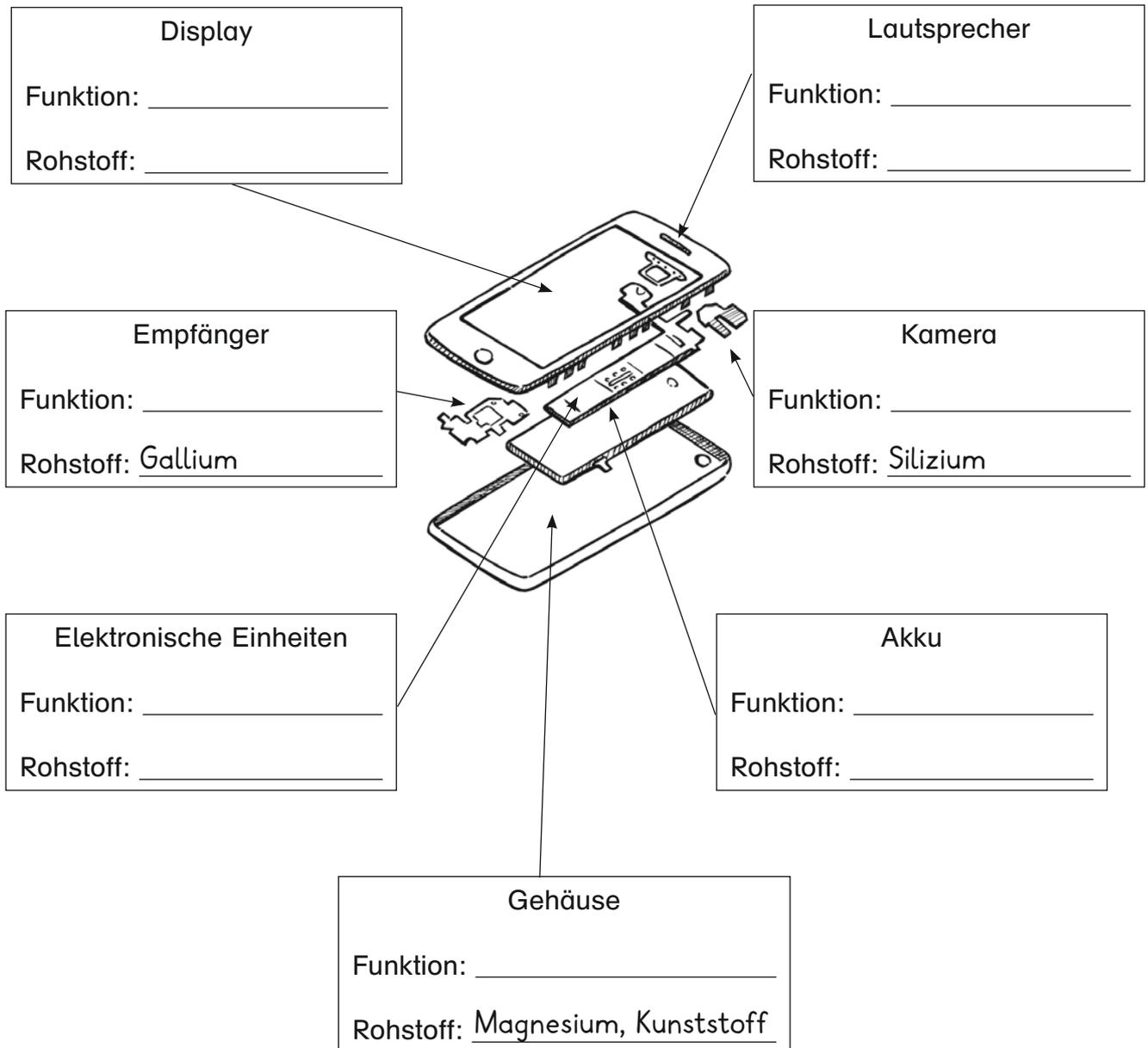
## Module eines Smartphones

Ein Smartphone besteht aus vielen elektronischen Bauteilen, den Modulen. Die verschiedenen Module werden auf der ganzen Welt produziert. Alle Module werden in einer Fabrik zusammengebaut. Für jedes Modul werden viele Rohstoffe benötigt. Aber es gibt bestimmte Rohstoffe, die nur in bestimmten Modulen benötigt werden, z. B. Gallium für die Empfänger.

1. Trage die passende Funktion der Module ein. 

2. Findet die fehlenden Rohstoffe heraus und tragt sie ein. 

*Tip:* Seht euch nochmal die Karten von M1a an.

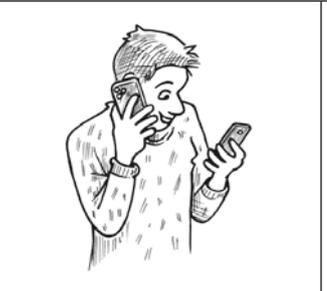


## Was kann ich tun?

🗣️🗣️ 1. Lies den Text und tausche dich mit deinem Partner oder deiner Partnerin kurz darüber aus.

Nachdem man die Rohstoffe aus dem Boden gewonnen hat, müssen diese Rohstoffe zu Smartphones werden. Die Herstellung der Smartphones passiert in verschiedenen Ländern. Die Arbeitsbedingungen sind für die Menschen häufig sehr schlecht: Sie bekommen nur wenig Geld und müssen viele Stunden arbeiten. Smartphones können recycelt werden. Das bedeutet: Die Rohstoffe des alten Gerätes werden wieder für ein neues genutzt. Dafür gibt man die gebrauchten Altgeräte kostenlos bei Wertstoffhöfen, in Elektroläden oder Sammelstationen ab.

🗣️🗣️ 2. Was ist für die Umwelt und die Menschen gut? Kreuzt gemeinsam an.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			

🗣️ 3. Hast du selbst noch eigene Ideen? Schreibe mindestens einen weiteren Einfall auf. 

---



---

Schon fertig?!

- Kontrolliere, ob du wirklich alles gemacht hast. 
- Male die angekreuzten Bilder der Aufgabe 2 an. 