

Fortbildung Elektroschrott, Seltene Erden und umweltkritische Metalle als Ressourcen der Digitalisierung



Was steckt in einem Smartphone?

Teil 1: Hintergrundwissen für Lehrkräfte



Britta Bookhagen

Deutsche Rohstoffagentur (DERA) in der
Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)



Abb. Fotolia



Die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe ist eine
technisch-wissenschaftliche Oberbehörde im Geschäftsbereich des
Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi).



Deutsche Rohstoffagentur (DERA) in der BGR

- **Staatliche Einrichtung**
 - Fachbereich der BGR
 - Geschäftsbereich des BMWi
 - Rohstoffkompetenzzentrum des Bundes



Dienstbereich Berlin-Spandau
Foto: BGR

Einführung: Handys – warum das Thema so wichtig ist



Abb. Fotolia

- 95 % der Jugendlichen über 14 Jahre besitzen ihr eigenes Smartphone
- Durchschnittliche Nutzungsdauer nur 18 - 24 Monate
- 2019 wurden global 1,8 Mrd. Stück verkauft (davon 1,4 Mrd. Smartphones)
- das sind 22 Stück für jede/n Deutsche/n
- Rund 200 Mio. Handys liegen in Deutschland in der Schublade → geringe Recyclingquote
- In einem Handy stecken rund 66 Elemente, davon 53 Metalle

Aber: Den Konsumenten ist die Herkunft der Rohstoffe nicht bewusst, da diese nicht mehr sichtbar ist!

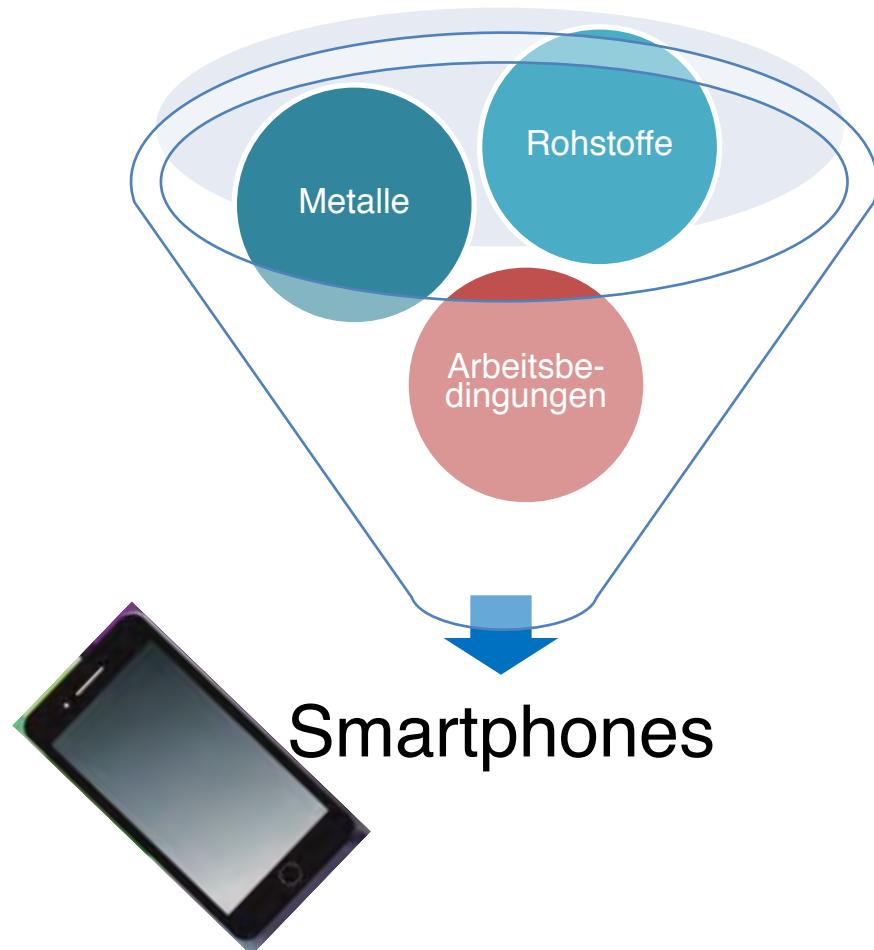
→ **Ziel: Sensibilisierung für das Thema Rohstoffe mit Alltagsbezug**

Daten: Bitkom; Gartner, Statista,
eigene

Berechnungen



In Smartphones ist die Herkunft der Rohstoffe nicht mehr wirklich sichtbar...



...und das gilt nicht nur für Smartphones...

Einführung

Handy stellvertretend für IKT (Informations- und Kommunikationstechnologien), also Laptops, Notebooks, Tablets, etc.

- hier stecken überall dieselben Rohstoffe drin
- hohe Verkaufszahlen, aber geringe Recyclingquoten
- Wo landen all die Geräte wenn sie kaputt sind?
- gehören zu den Elektrokleingeräten
- WEEE-Direktive der EU, ElektroG in Deutschland



Abb. Fotolia

Begrifflichkeiten/Definitionen:

- Handy / Mobiltelefon: Handgeräte, mit denen man über SIM-Karte telefonieren kann
- Smartphone: Klasse von Mobiltelefonen, die ein eigenes Betriebssystem, ein Touchscreen statt einer Tastatur und Internetkonnektivität besitzen.
- Metalle: hier zusammenfassend für Metalle, Halbmetalle, Übergangsmetalle, Lanthanoide
- Rohstoffe: hier für mineralische Rohstoffe verwendet

Rohstoffe im Alltag

Rohstoffe sind die Basis unserer Produkte, die wir im täglichen Leben verwenden.

Dach

Solarzelle
 SiO_2

Küche

Kochfeld
 B

Feuerfeste Auflaufform
 Li

Kaffeetasse
Feldspat, Kaolin, SiO_2

Besteck
 $\text{Co, Cr, Fe, Mo, Nb, Ni, Ti, V, W}$

Garage

Werkzeug
 C, Co, Ta, W

E-Bike
 Al, REE



Wohnzimmer

Wandfarbe
 TiO_2

Dämmsschutz
Feldspat

Kupferleitung
 Cu

Badezimmer

Wasserhahn
 Cr, Zn

Fliese
 Zr

Arbeitszimmer

Laptop
 Pd, Pt

Straße

Laterne
 Fe, Ga

Gullideckel
 Fe

Legende

Al - Aluminium

Co - Cobalt

Fe - Eisen

Mo - Molybdän

Pd - Palladium

SiO₂ - Quarz

TiO₂ - Titandioxid

Zn - Zink

B - Bor

Cr - Chrom

Ga - Gallium

Ni - Nickel

Pt - Platin

Ta - Tantal

V - Vanadium

Zr - Zirkon

C - Kohlenstoff

Cu - Kupfer

Li - Lithium

Nb - Niob

REE - Seltene Erden

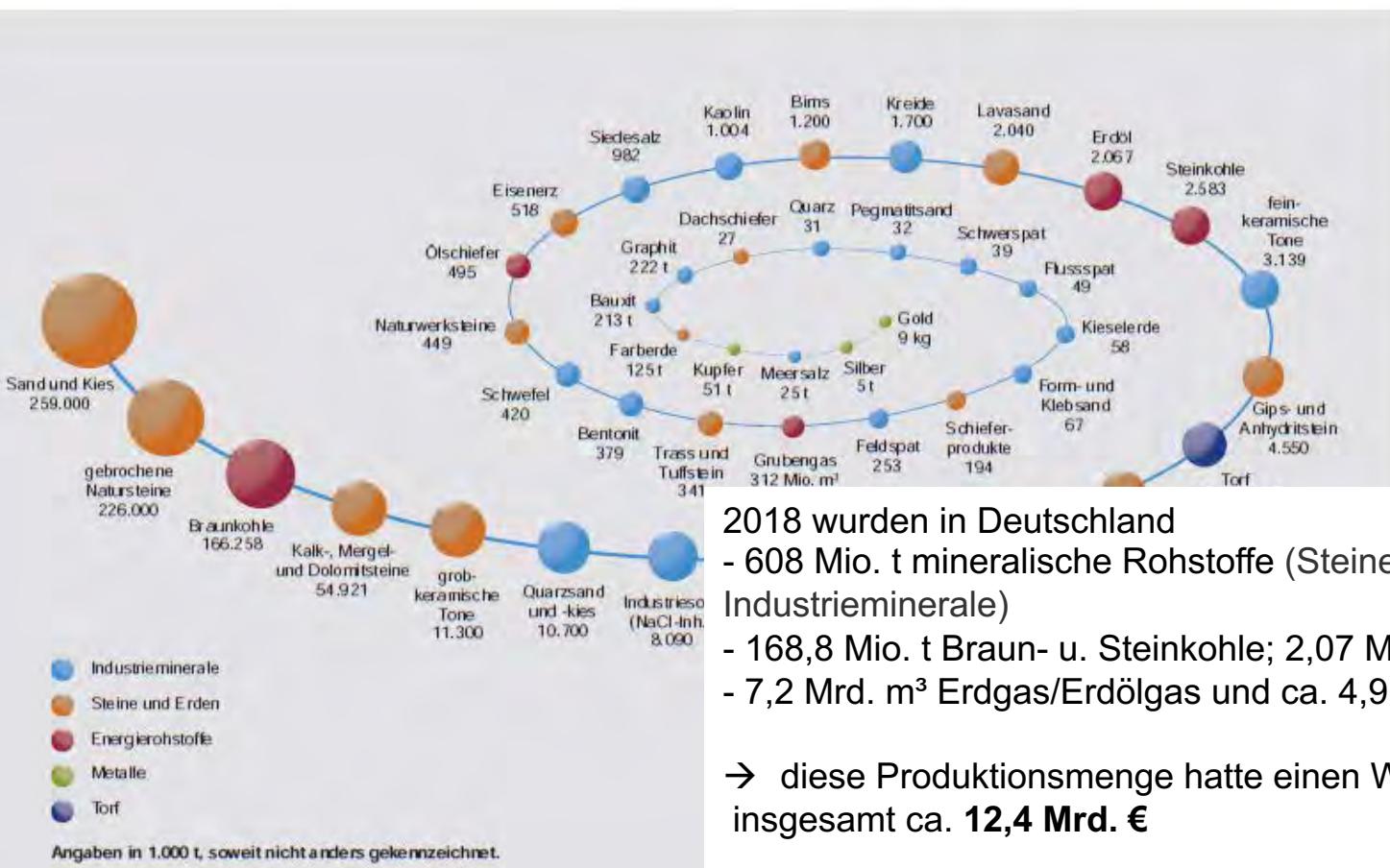
Ti - Titan

W - Wolfram

- Ohne Geologie kein Haus, kein Auto, keine Straße, keine Brücke, keine Kosmetika – und kein Hightech!
- Wir leben immer noch in der **Steinzeit**

Aber:
Woher kommen unsere Rohstoffe
und
wie lange reichen sie noch?

Deutsche Rohstoffproduktion nach Menge 2018



2018 wurden in Deutschland

- 608 Mio. t mineralische Rohstoffe (Steine und Erden, Industriemineralen)
- 168,8 Mio. t Braunk- u. Steinkohle; 2,07 Mio. t Erdöl,
- 7,2 Mrd. m³ Erdgas/Erdölgas und ca. 4,9 Mio. m³ Torf produziert

→ diese Produktionsmenge hatte einen Wert von insgesamt ca. **12,4 Mrd. €**

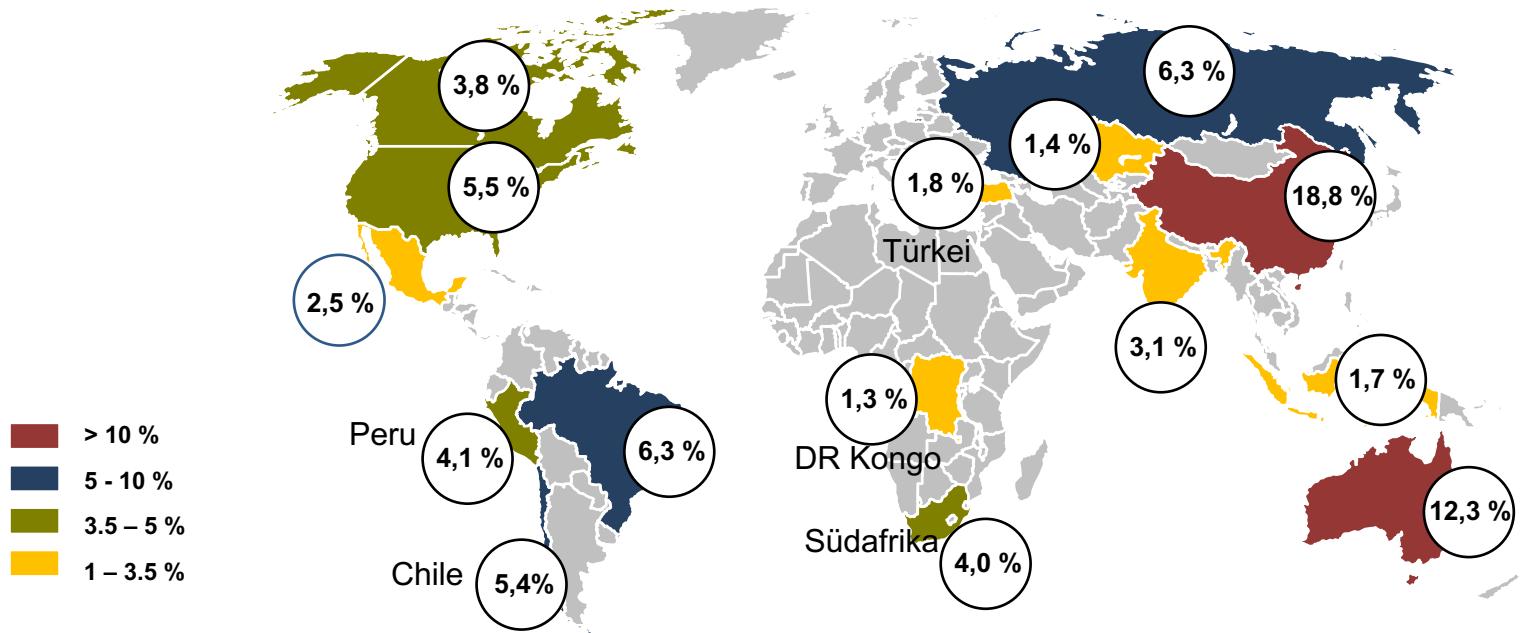
Bericht zur Rohstoffsituation in Deutschland, BGR 2019

→ **Deutschland ist nicht rohstoffarm!**

→ **Aber:** Wir sind bei metallischen Rohstoffen stark vom Import abhängig

Globale Verteilung der Rohstoffproduktion (nach Wert)

Bergbauländer mit einem Anteil > 1 % der Weltproduktion (nach Wert)*



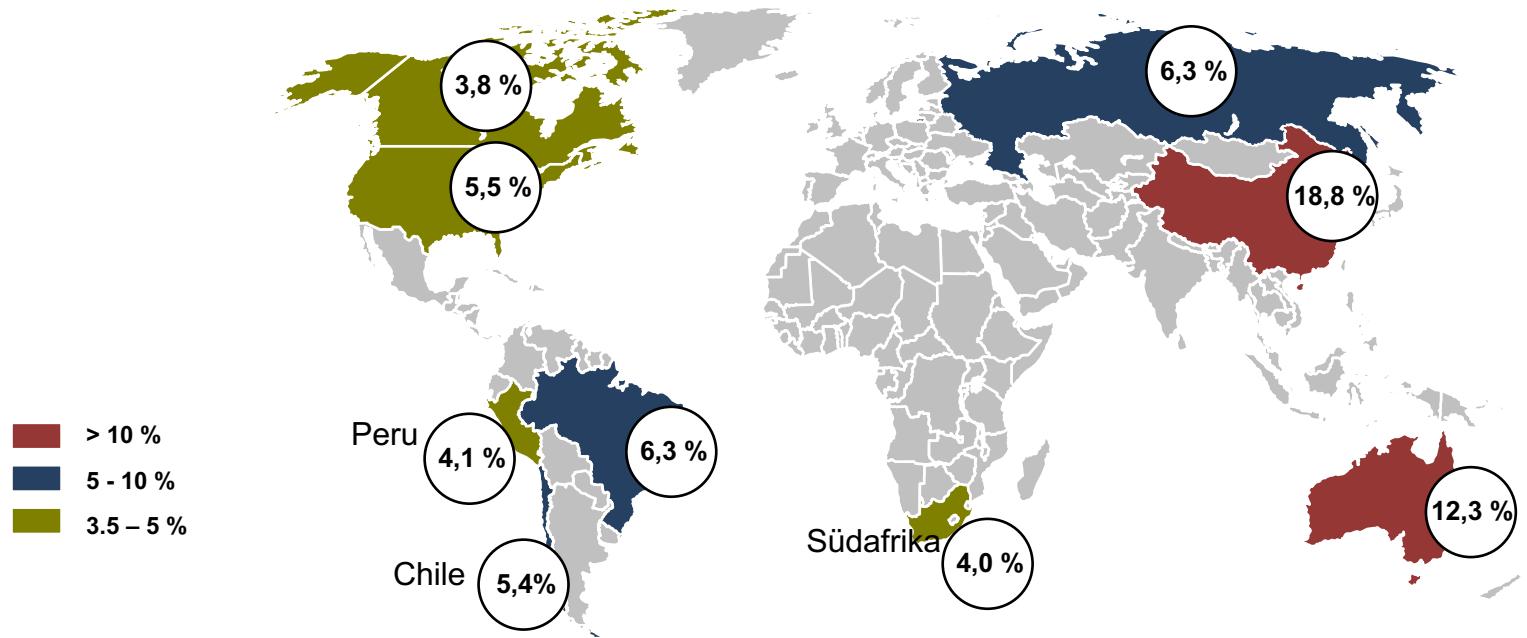
*Metalle, Industriemineralen, Diamanten, Phosphat, Kalisalz

→ Diese 15 Länder stehen für 78 % der Weltproduktion (Gesamtwert 2016: 595 Mrd. US\$)

Daten: BGR

Globale Verteilung der Rohstoffproduktion (nach Wert)

Bergbauländer mit einem Anteil > 3,5 % der Weltproduktion (nach Wert)*



*Metalle, Industriemineralen, Diamanten, Phosphat, Kalisalz

→ Diese 9 Länder stehen für 67 % der Weltproduktion (Gesamtwert 2016: 595 Mrd. US\$)

Daten: BGR

„Wie lange“ reichen die Rohstoffe?



Abb: Fotolia



Es gibt einen wichtigen Unterschied zwischen

- **physischer Seltenheit**

(geologisch gegeben durch das Vorkommen in der Erdkruste)

und

- **wirtschaftlicher Knappheit**

(durch von Menschen gemachte Marktkräfte oder mangelnden Abbau)

„Wie lange“ reichen die Rohstoffe?

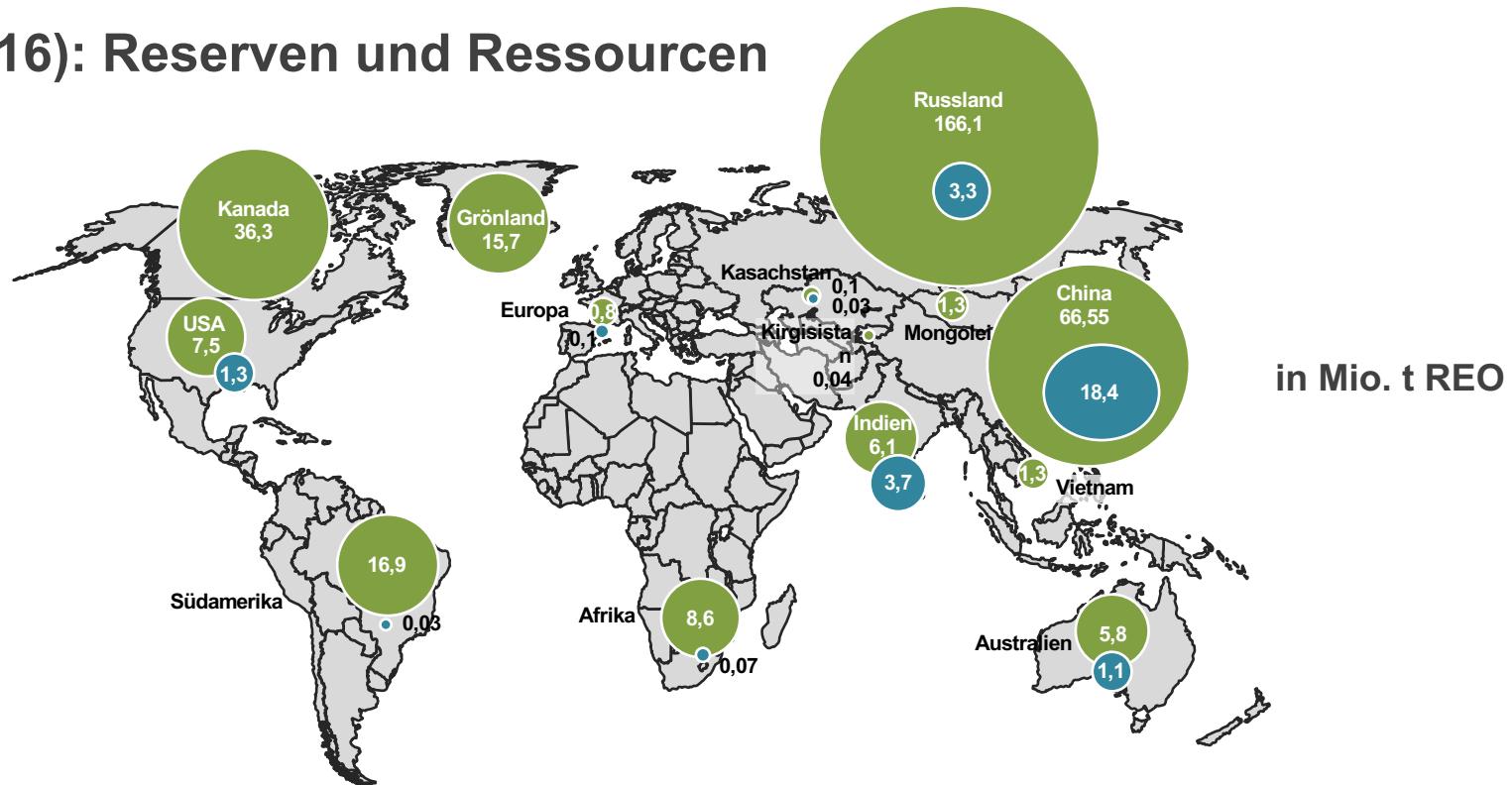
Faktoren der Versorgungssicherheit (u. a.)

- Geologische Verfügbarkeit



Produktion heißt nicht, dass ein Rohstoff nur in diesem Land vorkommt!

REE (2016): Reserven und Ressourcen



Reserven: derzeit ökonomisch und technisch abbaubar



Ressourcen: bekannte Vorkommen, derzeit techn./ökon. nicht abbaubar

China: 65 % der Reserven, 20 % der Ressourcen



„Wie lange“ reichen die Rohstoffe?

Faktoren der Versorgungssicherheit (u. a.)

- **Geologische Verfügbarkeit**
- **Geostrategische Faktoren**
Länderkonzentration
Länderrisiko
Handelshemmnisse (Quoten, Zölle),

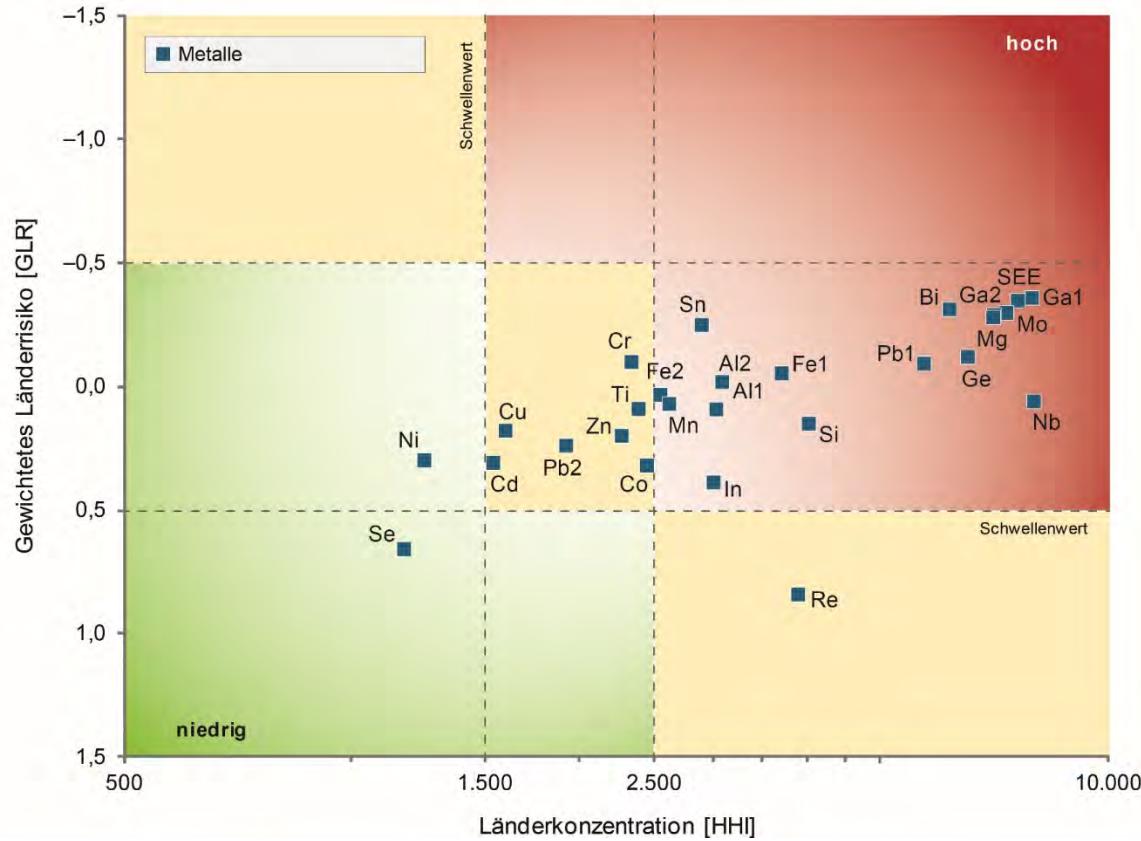


Länderkonzentration und gewichtetes Länderrisiko

DERA-Rohstoffliste: Screening von 26 Raffinadeprodukten

Abb. DERA-Rohstoffliste

- 16 der 26 Raffinadeprodukte mit hohen Beschaffungsrisiken!
- nur bei 3 Metallen nicht China Hauptproduzent



- Die Förderung und Weiterverarbeitung vieler Rohstoffe ist auf sehr wenige Produzenten(-länder) konzentriert!

„Wie lange“ reichen die Rohstoffe?

Faktoren der Versorgungssicherheit (u. a.)

- **Geologische Verfügbarkeit**
- **Geostrategische Faktoren**
Länderkonzentration
Länderrisiko
Handelshemmnisse (Quoten, Zölle)
- **Konjunkturelle Entwicklungen**
Nachfrage, Megatrends, Marktdeckung



Innovationen verändern die Rohstoffnachfrage

Beispiele:

- Neuartige Werkstoffe im Leichtbau, für die Energiewende und für die Mobilität
- Speziallegierungen im Flugzeugbau
- Elektronikmetalle für Automatisierung, Robotik und Industrie 4.0



Abb.: Fotolia



Technologemetalle: Anfällig für Preis- und Lieferrisiken



- **Geringe Weltproduktion**
10 bis 100.000 Tonnen / Jahr
- **Geringe Gehalte im Gestein**
Wenige Milligramm bis Gramm pro Tonne
- **Oftmals nur als Beiproduct gefördert**
Vergesellschaftung mit anderen Metallen
- **Schwierige Rückgewinnung/Recyclierbarkeit**
Oftmals nur in Spuren/geringen Mengen eingesetzt
- **Geringe Substituierbarkeit**
Spezifische Materialeigenschaften

Bilder: Shutterstock

Die Märkte und Preise können sich schnell ändern....

...aber der Bergbau kann nur langsam reagieren!

Kommerzielles Investment ist oft riskant (Preisschwankungen!) und kann dauern:

- Test-Exploration und Genehmigungen
- Technische Prozesse, Aufbereitung
- Infrastruktur, Governing, Arbeitskräfte, etc.

→ 10-15 Jahre bis neue Bergwerke öffnen und produzieren



Abb. Fotolia

„Wie lange“ reichen die Rohstoffe?

Faktoren der Versorgungssicherheit (u. a.)

- **Geologische Verfügbarkeit**
- **Geostrategische Faktoren**
Länderkonzentration
Länderrisiko
Handelshemmnisse (Quoten, Zölle)
- **Konjunkturelle Entwicklungen**
Nachfrage, Megatrends, Marktdeckung
- **Recycling und Ressourceneffizienz**



Recycling als wichtige anthropogene Rohstoffquelle

- Metalle werden (i. Allg.) nicht verbraucht, sondern gebraucht
- Recycling
 - sichert Rohstoffversorgung
 - mindert CO₂ Emissionen
 - spart Primärrohstoffe ein
 - reduziert Deponiemenge

Aber:

In der jetzigen „urbanen Mine“ sind viele Rohstoffe über Jahre gebunden
(bspw. Kupferrohre in Häusern, Metalle in Autos, etc.)

Beispielrechnung für Kupfer:

→ Produktion 1990 war 10 Mio. t, heute 24 Mio. t

→ Sekundärrohstoffe können primäre Gewinnung (noch) nicht vollständig ersetzen

„Wie lange“ reichen die Rohstoffe?

Faktoren der Versorgungssicherheit (u. a.)

- **Geologische Verfügbarkeit**
- **Geostrategische Faktoren**
Länderkonzentration
Länderrisiko
Handelshemmnisse (Quoten, Zölle)
- **Konjunkturelle Entwicklungen**
Nachfrage, Megatrends, Marktdeckung
- **Recycling und Ressourceneffizienz**
- **Umwelt- und Sozialstandards**
Transparenz und Nachhaltigkeit



Verantwortungsvoller Rohstoffeinkauf

Häufig bestehen erhöhte Risiken (bspw. Konfliktfinanzierung, Kinderarbeit) und generell niedrige Standards beim Bezug von Rohstoffen aus dem **artisanalen Kleinbergbau (ASM)**

- Kleinbergbau hat eine hohe entwicklungspolitische Relevanz, daher wird zum verantwortungsbewussten Bezug trotz Risiken und Aufwand ermutigt (z. B. OECD)
- ▶ Ansatz: Sorgfaltspflicht entlang der gesamten Rohstofflieferkette umsetzen (OECD)
- ▶ Vor Ort: Mineninspektionen zur breitenwirksamen Umsetzung von Mindeststandards (Basis für Industrieinitiativen) und Best Practice Zertifizierung ausgewählter Betriebe (z.B. CTC im Kongo)
- ▶ Programme zum Risiko-Monitoring der Lieferketten von Zinn, Tantal, Wolfram sind erfolgreich; in der DR Kongo sind zunehmend weniger nicht-staatliche bewaffnete Gruppen im Sektor aktiv
- ▶ Mehrere Industrieinitiativen existieren auch zu Kobalt, Verbesserung der Produktionsbedingungen, Maßnahmen gegen Kinderarbeit



Verantwortungsvoller Rohstoffeinkauf

Anteil an Gesamtproduktion aus dem Kleinbergbau (2014-2017):

Kobalt	7 %
Diamanten	12 %
Gold	16 %
Zinn	40 %
Tantal	66 %



Foto: BGR

→ ASM Förderanteil schwankt bei einzelnen Rohstoffen stark, abhängig

- von Preisentwicklung
- saisonal

- Nicht jeder Kleinbergbau ist illegal
- Kleinbergbau ist ein lokal wichtiger Wirtschaftsfaktor für die arme Bevölkerung
- schnellere Reaktion des Kleinbergbau auf Preisänderungen (Nachfrage)

„Wie lange“ reichen die Rohstoffe?

Faktoren der Versorgungssicherheit (u. a.)

- **Geologische Verfügbarkeit**
- **Geostrategische Faktoren**
Länderkonzentration
Länderrisiko
Handelshemmnisse (Quoten, Zölle)
- **Konjunkturelle Entwicklungen**
Nachfrage, Megatrends, Marktdeckung
- **Recycling und Ressourceneffizienz**
- **Umwelt- und Sozialstandards**
Transparenz und Nachhaltigkeit



„Wie lange“ reichen die Rohstoffe?



Abb: Fotolia

→ Rein geologisch sind die Vorkommen mineralischer Rohstoffe unkritisch

→ Keine seriösen Aussagen über die Reichweite möglich, da von vielen Faktoren abhängig, immer nur Aussage von einen Zeitpunkt möglich

Take-Home Messages

- Deutschland ist ein rohstoffreiches Land...
...aber bei Metallrohstoffen und Energierohstoffen sind wir sehr stark vom Import abhängig!
- Hochtechnologiemetalle weisen erhöhte Beschaffungsrisiken auf
- Aussagen über die „Reichweite“ von Rohstoffen sind immer nur temporär und statisch (viele Einflussfaktoren)
- Rohstoffe aus geologischer Sicht nicht knapp; temporäre Angebotsdefizite möglich
- Die Förderung und Weiterverarbeitung vieler Rohstoffe ist auf sehr wenige Produzenten(-länder) konzentriert
 - Hohe Marktmacht und Abhängigkeit in Lieferbeziehungen
- Recycling ein wichtiger Faktor, kann aber die Nachfrage nicht decken
- primärer Rohstoffabbau ist weiterhin notwendig!

!! Wir leben immer noch in der Steinzeit – Geologie ist alles !!

Hintergrundinformationen

DERA Info-Materialien für die Rohstoffe Gold, Gallium, Seltene Erden, Eisen, etc. (Übersichts-PDFs):

https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DERA/DE/Publikationen/Infomaterial/infom_node.html

BGR Bericht zur Rohstoffsituation in Deutschland:

https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Min_rohstoffe/Downloads/rohsit-2018.pdf

DERA – Rohstoffliste (Zahlen und Daten zu Herkunftsländern und Produktion der Rohstoffe):

https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/DERA_Rohstoffinformationen/rohstoffinformationen-40.pdf

DERA Rohstoffinformationssystem Rosys – Online Tool:

<https://rosys.dera.bgr.de/>

BGR/DERA Commodity TopNews Kobalt aus der DR Kongo

https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Commodity_Top_News/Rohstoffwirtschaft/53_kobalt-aus-der-dr-kongo.pdf

BGR Arbeitsbereich Bergbau und Nachhaltigkeit

https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Min_rohstoffe/Bergbau_Nachhaltigkeit/bergbau_nachhaltigkeit_node.html

Analyse des artisanalen Kupfer-Kobalt Bergbaus in zwei Provinzen in der DR Kongo, BGR-Studie

https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Min_rohstoffe/Downloads/studie_BGR_kupfer_kobalt_kongo_2019.pdf