



## Ressourceneffizienz als industrielle Strategie für Unternehmen

Plattform Umwelttechnik  
9. November 2022, Stuttgart

Dr. Christian Kühne

Der größte Feind des Wissens  
ist nicht Unwissenheit,  
sondern die Illusion,  
wissend zu sein.



Stephen Hawking

Der THINKTANK  
ist eine gemeinsame  
Initiative von Industrie  
und Politik mit  
Unterstützung der  
Wissenschaft!



# THINKTANK Industrielle Ressourcenstrategien Mitglieder, Partner und Kooperationen



Ministerium für Umwelt, Klima und  
Energiewirtschaft Baden-Württemberg



Institut für  
Angewandte  
Geowissenschaften (AGW)



DAIMLER



Staatsministerium  
Baden-Württemberg



Institut für  
Technische Chemie (ITC)



Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und  
Wohnungsbau Baden-Württemberg



IMB



Ministerium für Wissenschaft,  
Forschung und Kunst Baden-Württemberg



# THINKTANK Industrielle Ressourcenstrategien

## Mission

Ressourcen bilden die Basis unseres Wohlstandes und sichern eine lebenswerte Zukunft



Ressourcen – Rohstoffe und Materialien – sind die Basis der industriellen Produktion und sichern unseren Wohlstand. Nur mit ihnen lassen sich materielle Dinge realisieren. Durch den effizienten und effektiven Umgang mit Ressourcen werden wir die großen Herausforderungen unserer Zeit begegnen.

Wir im THINKTANK Industrielle Ressourcenstrategien sind unabhängige Vordenker und Impulsgeber für eine klimaneutrale, ressourcenarme Industriegesellschaft. Wir stehen für eine offene, objektive, neutrale Analyse und Bewertung, arbeiten auf wissenschaftlicher Basis und unterstützen so faktenbasierte Entscheidungen.

Dr. Christian Kühne  
Geschäftsführer



# THINKTANK Industrielle Ressourcenstrategien

## Auftrag

Der THINKTANK berät Politik und Industrie auf wissenschaftlicher Basis in den zentralen technologisch-strategischen Fragen zu

- Ressourceneffizienz,
- Ressourcennutzung und
- Ressourcenpolitik.



Energie



Rohstoffe und Materialien



Circular Economy



Klimaschutz



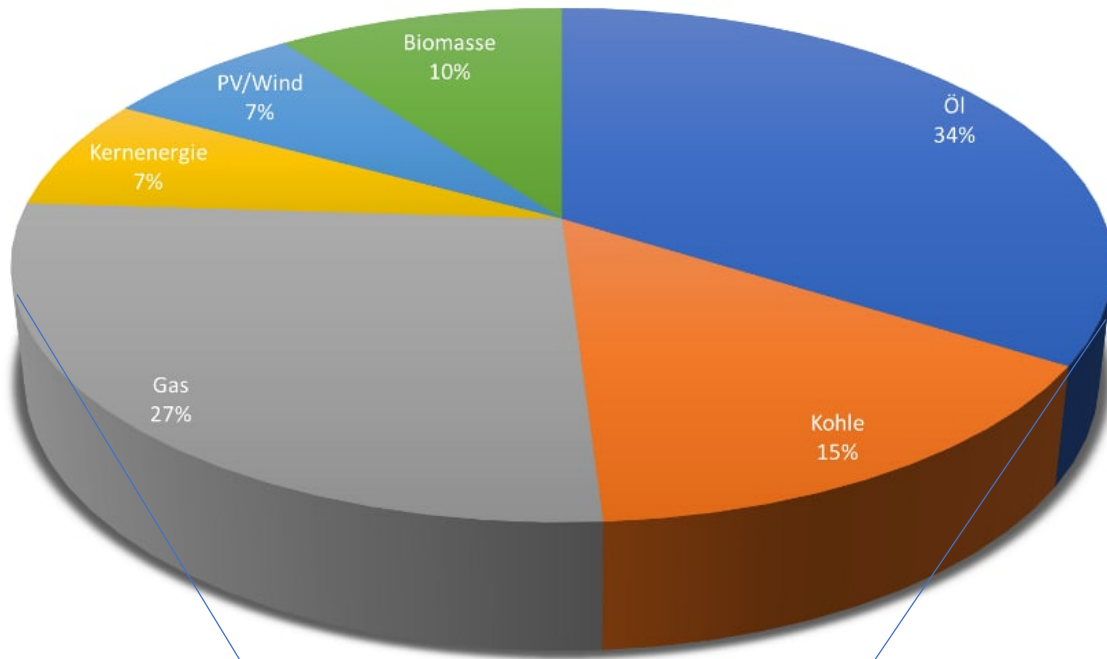
# Energie





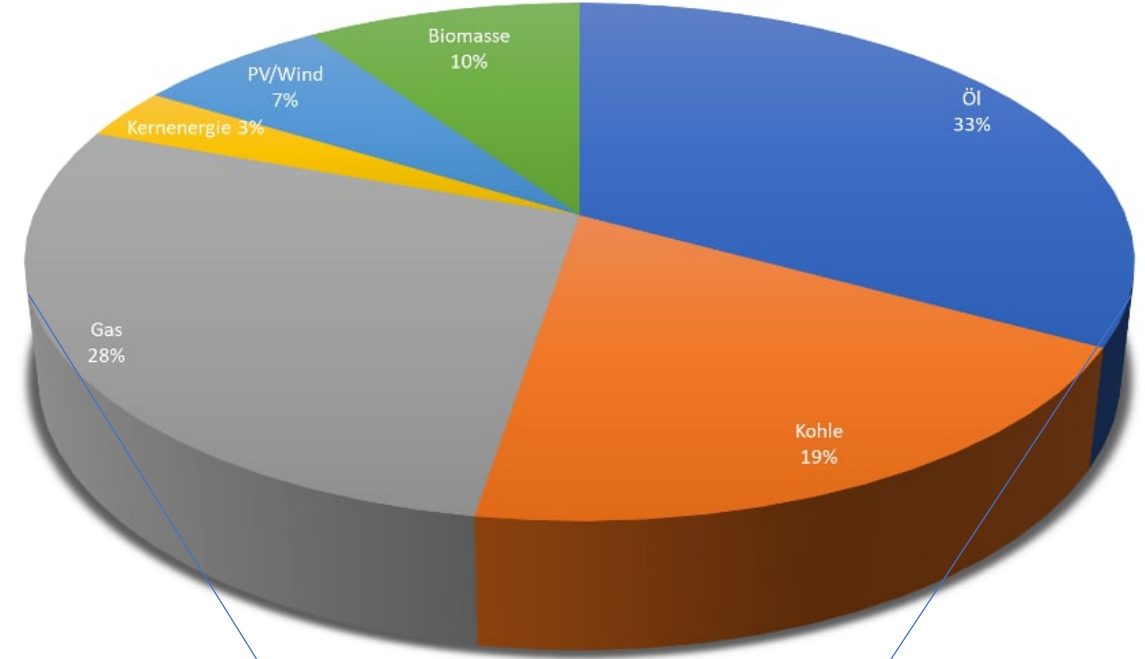
# Gesamtenergie – Strom und Wärme in Deutschland

2021



76% fossile  
Energieträger

2. Q 2022

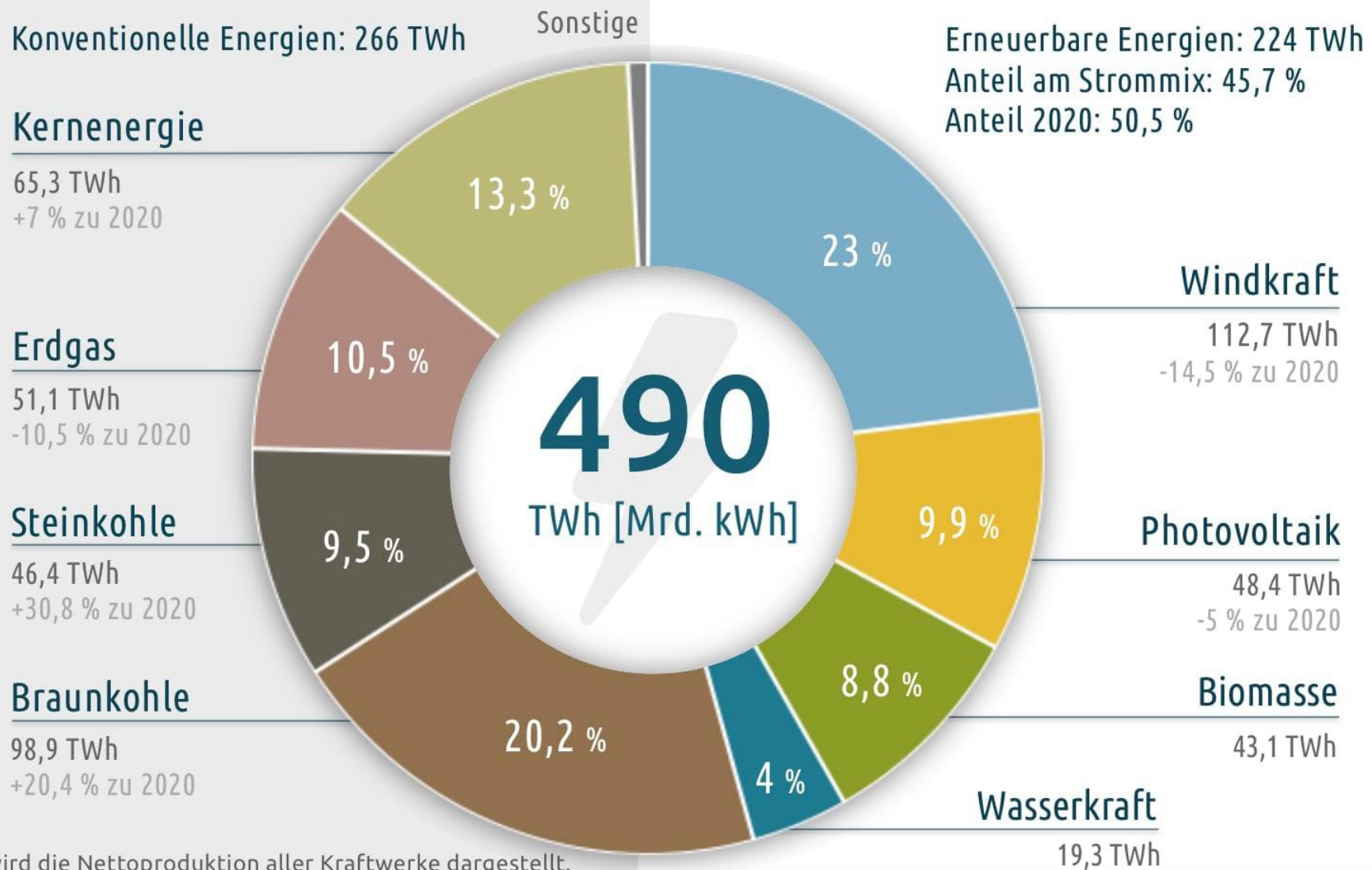


80% fossile  
Energieträger

AGEB 2022

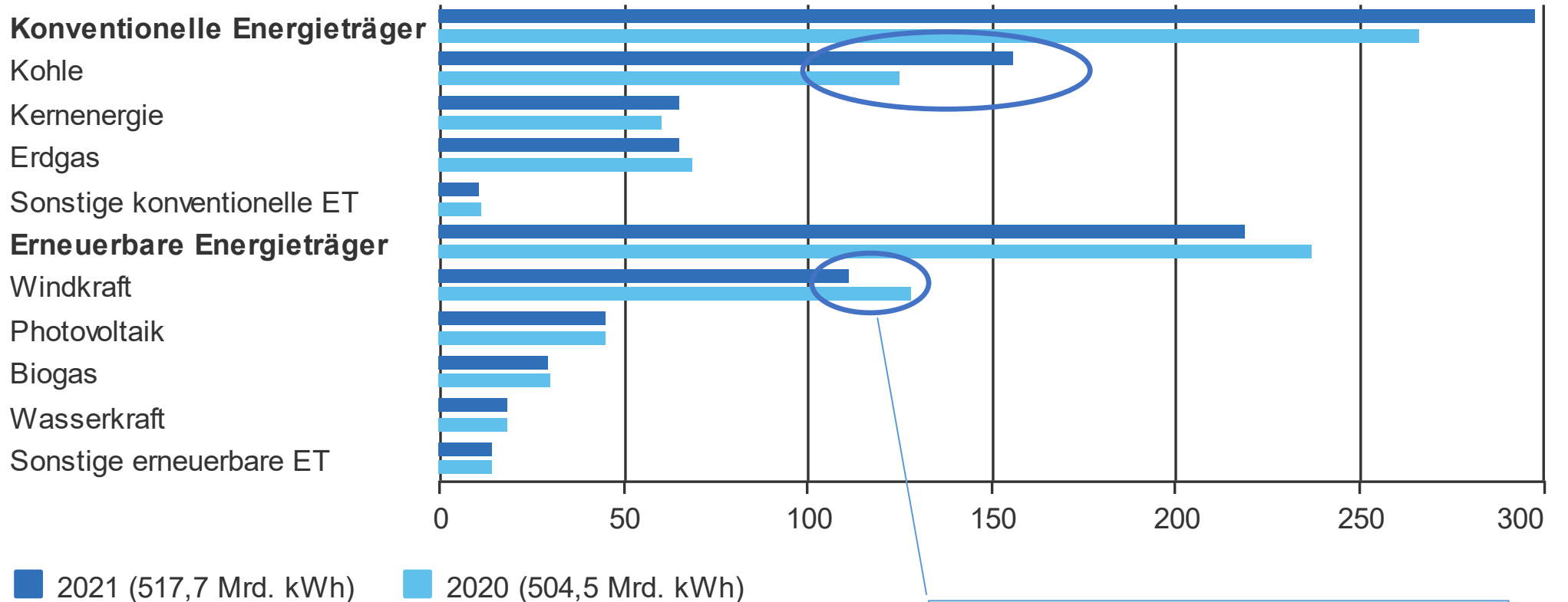
# DER STROMMIX IN DEUTSCHLAND 2021 [NETTO]

## Anteil der Energieträger an der Stromerzeugung



## Stromeinspeisung durch konventionelle und erneuerbare Energieträger 2021/2020

in Milliarden kWh



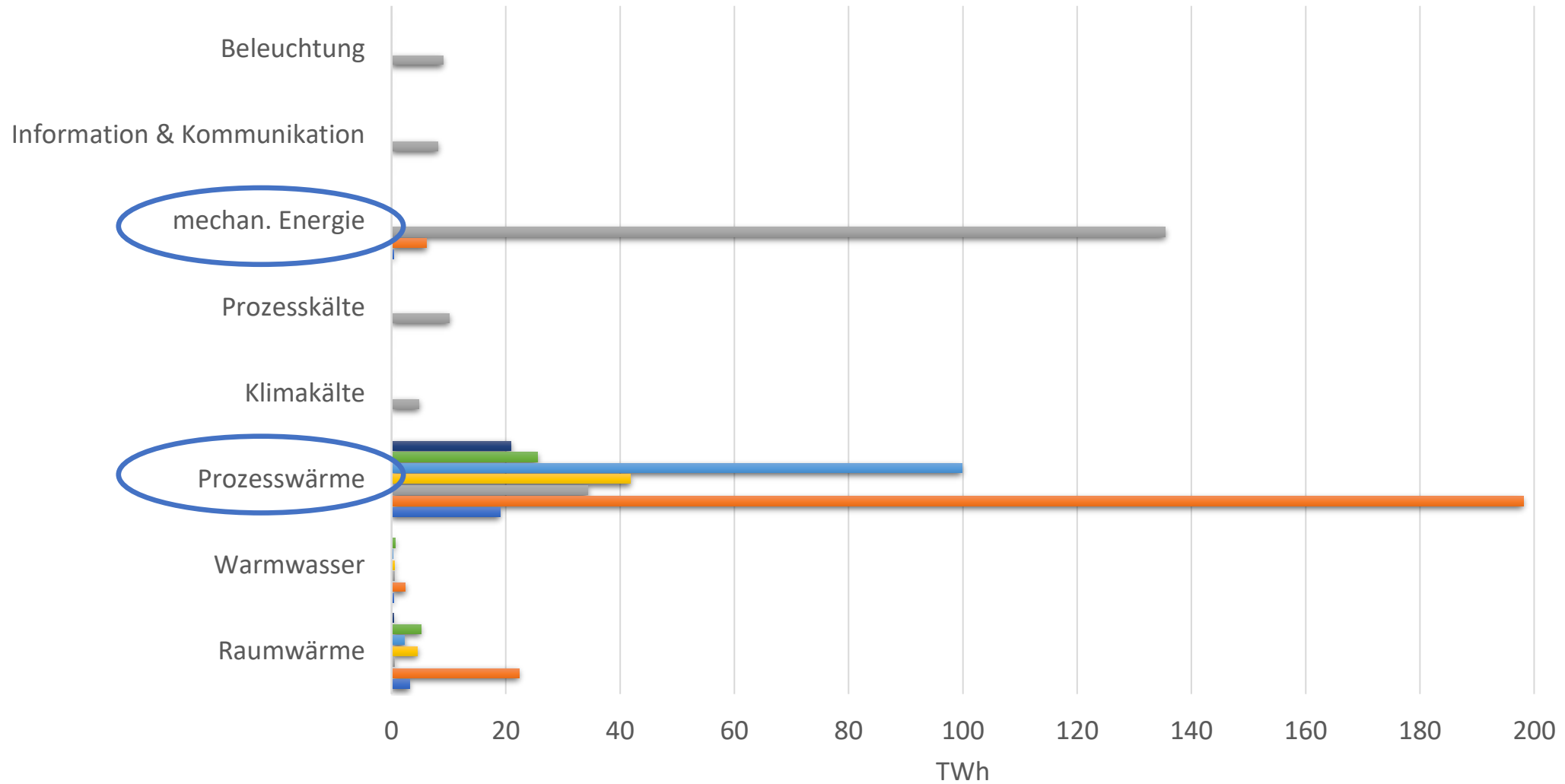
windarmes Jahr 2021  
17 Mrd. kWh (etwa 10%) weniger

© Statistisches Bundesamt (Destatis), 2022

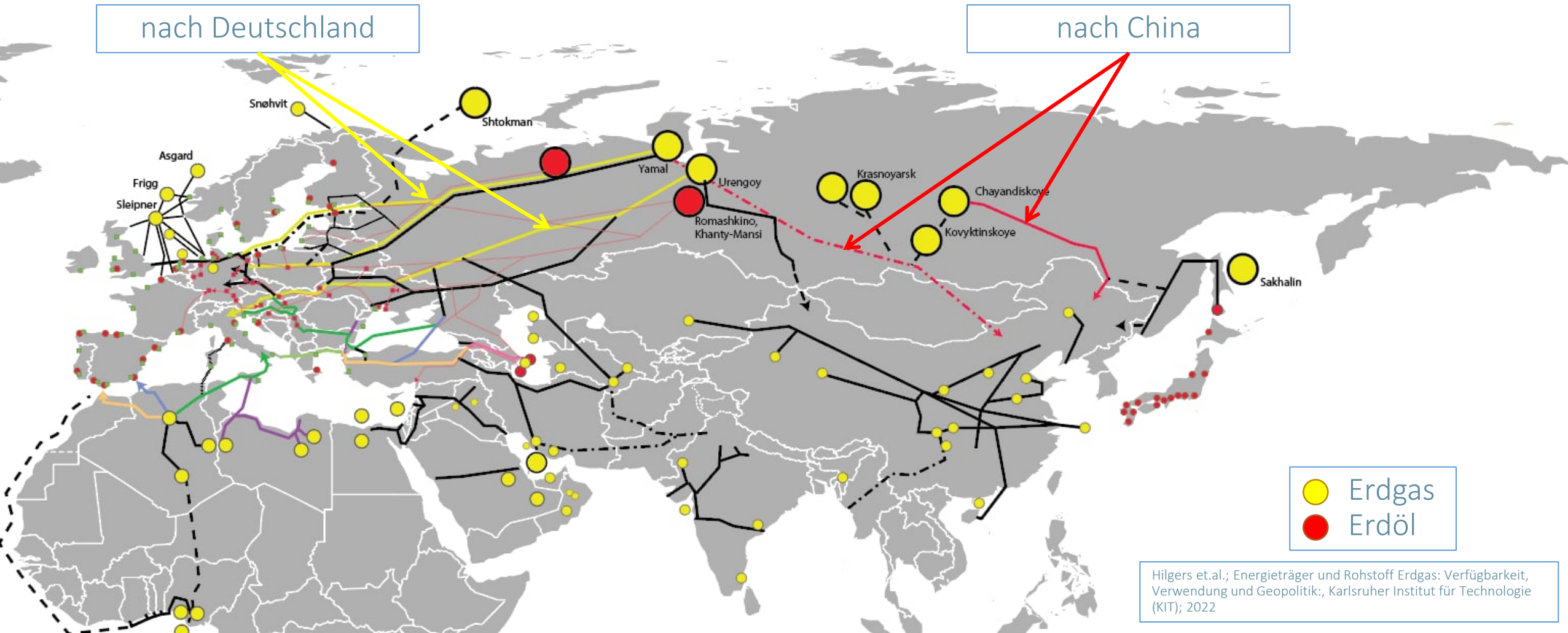
# Energiebedarf der Industrie 2021

Hilgers et.al.; Energieträger und Rohstoff Erdgas: Verfügbarkeit, Verwendung und Geopolitik; Karlsruher Institut für Technologie (KIT); 2022

## Industrie



# Ausgewählte Erdgas- und Erdölfelder mit zugehöriger Pipeline-Infrastruktur



Ausgewählte große Erdgas- (gelbe Kreise) und Erdölfelder (rote Kreise) mit zugehöriger Pipeline-Infrastruktur (durchgezogene Linien – Erdgas-Pipelines, Strich-Punkt – im Bau, gestrichelt – in Planung). Erdgaspipelines aus Russland nach Deutschland in Gelb und nach China in Rot.

# Szenarien eines Gasmangels

	Lieferung Nordstream 1	Gasmangel ab	Gasdefizit	Bei folgenden Maßnahmen
1	0%	November 22	366 TWh	keine
2	0%	Winter 22/23		Verbrauchsreduktion & Exporte -20%, zusätzlicher Import
3	20%	November 22	248 TWh	Keine
4	20%	Winter 22/23		Verbrauchsreduktion & Exporte -20%, zusätzlicher Import

# Erdgas als Rohstoff

- **Herstellung von Ammoniak** für Stickstoffdünger, AdBlue und Grundchemikalien der chemisch-pharmazeutischen Industrie
- **Gewinnung von Acetylen** (Ethin,  $C_2H_2$ ) für Arzneimittel, Lösemittel, Wärmedämmung und Textilfasern in Sportkleidung, Schweißen und Schneidbrennen als Grundstoff für Polyethylen-Kunststoffe



SKW drosselt Ammoniak-Produktion in Wittenberg

## Fracking in Deutschland

Deutschland  $1,36 \times 10^{12}$  (Billionen)  $m^3$  gewinnbaren Erdgasressourcen

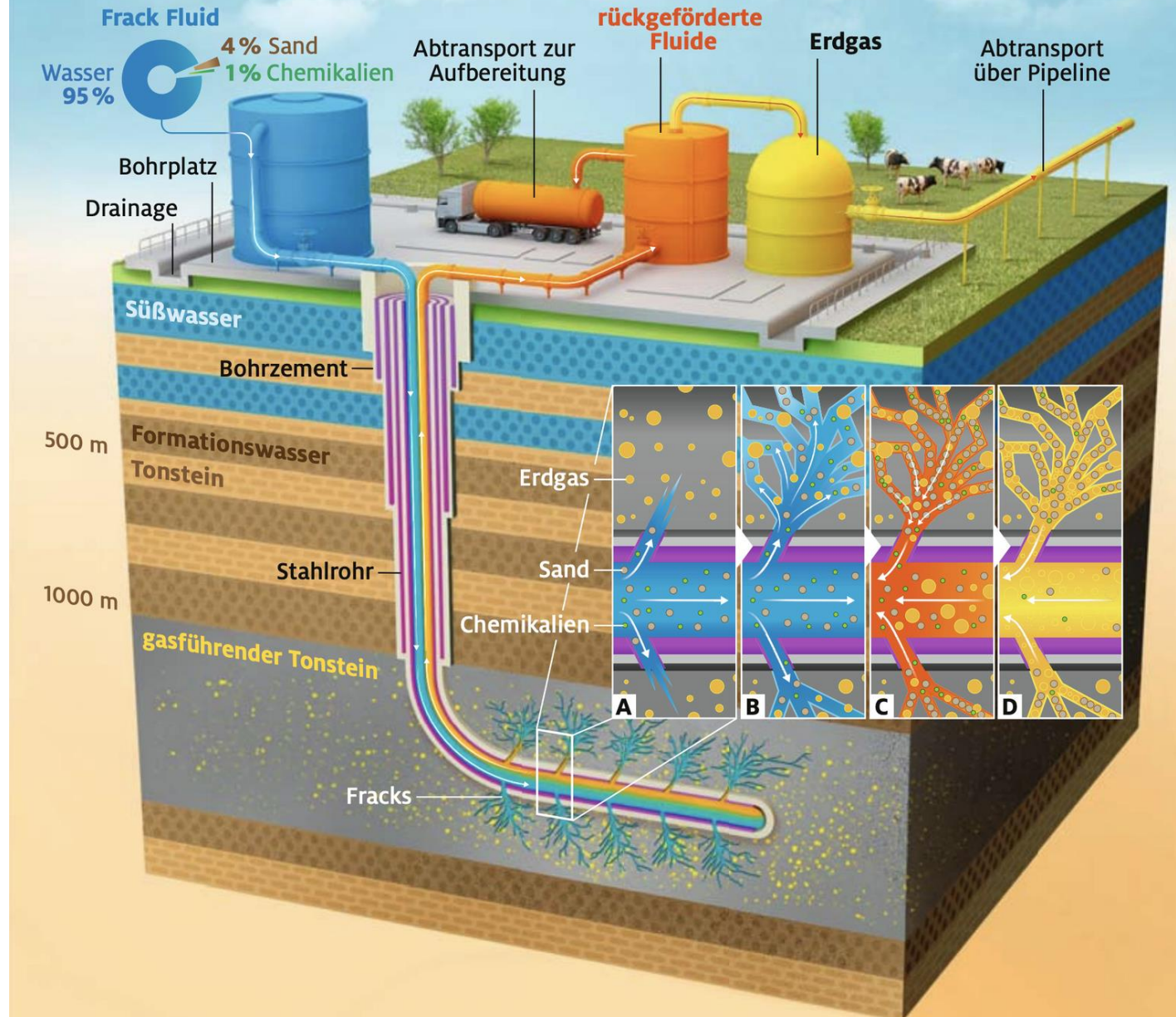
Jahresverbrauch  $90 \times 10^9$  (Milliarden)  $m^3$  - mehrere Jahrzehnte eine anteilige Versorgung

Notwendige Erhöhung des heimischen Erdgasanteil von gegenwärtig 5% (5 bcm/a) auf bis zu 20% (20 bcm/a Förderung vor dem Fracking Moratorium)

Hilgers; Darf's noch etwas mehr sein? Rotary Magazin, 2022

## So funktioniert Fracking

Erprobte Technik, beherrschbares Risiko?





## Warnung vor Blackout oder Brownout?



### Bundesnetzagentur

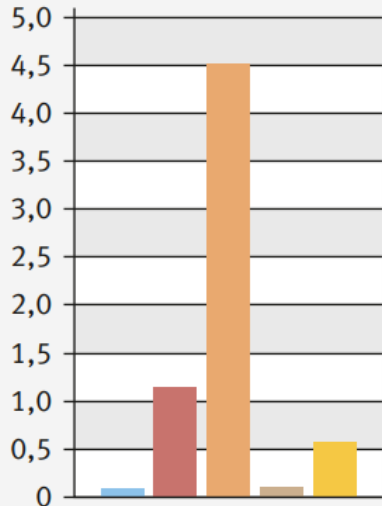
Die **Bundesnetzagentur** weist darauf hin, dass die **Verbraucher in Gewerbe und Industrie Vorsorgemaßnahmen treffen sollten**, um Spannungsqualität und somit auch Netzstabilität zu gewährleisten. Zwar könnten auch Netzbetreiber Optimierungsmaßnahmen durchführen, dies würde aber alle Verbraucher belasten.

Aus volkswirtschaftlicher Sicht sollten also besondere Einzelanforderungen, die über das Ziel einer allgemeinen Versorgungsqualität hinausgehen, **von den Unternehmen selbst umgesetzt werden**.

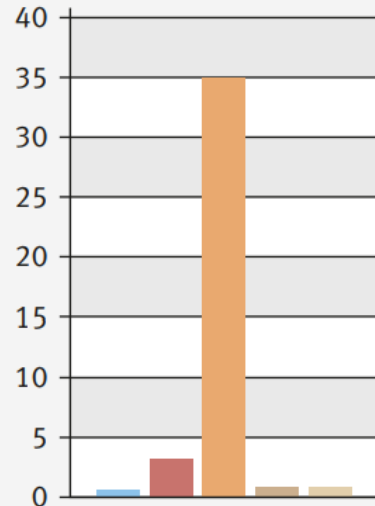
# Energiegewinnung und Ressourcenbedarf



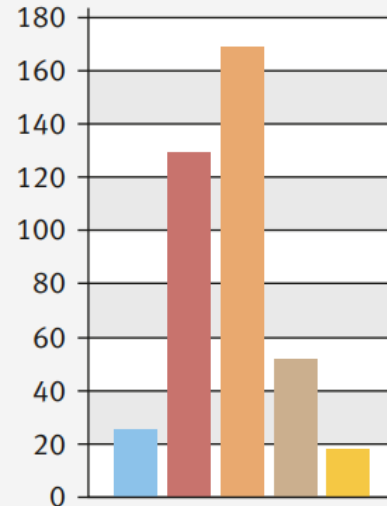
**Kupfer**



**Aluminium**



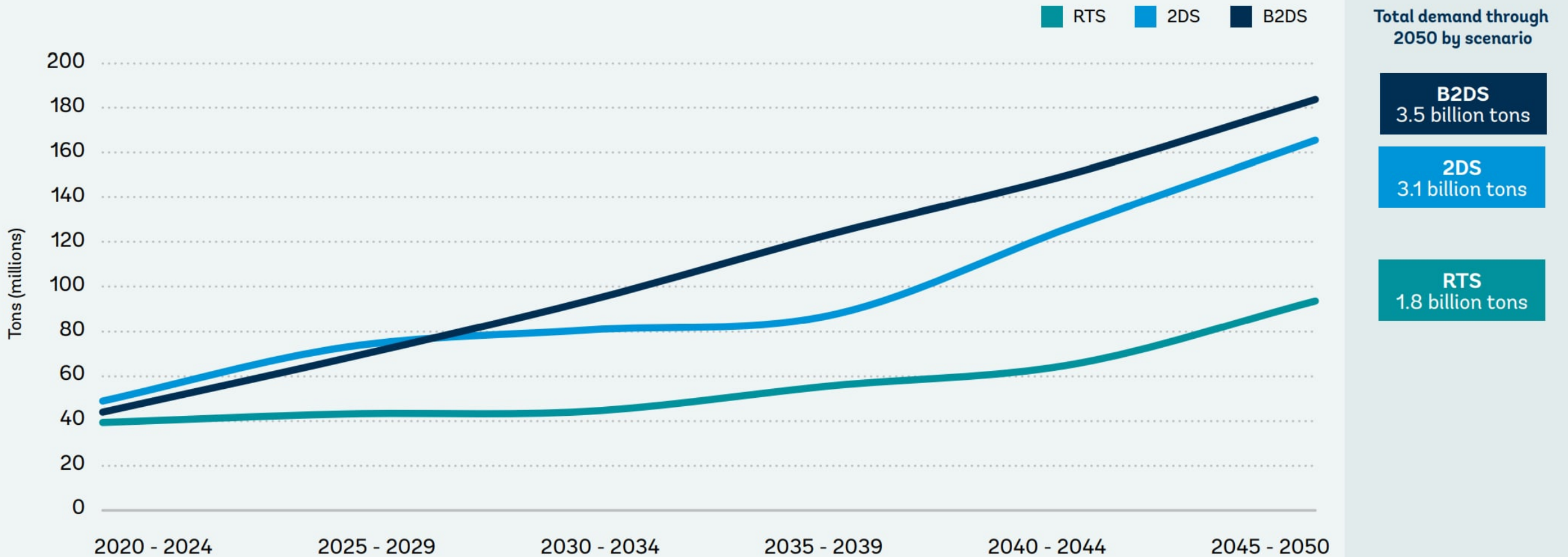
**Eisen**



■ Wasserkraftwerk    
 ■ Windkraftwerk    
 ■ Photovoltaikanlage    
 ■ Kohlekraftwerk



# Energiegewinnung und Ressourcenbedarf



Source: Minerals for Climate Action: The Mineral Intensity of the Clean Energy Transition - © 2020 International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank

# Rohstoffe und Materialien



# Ressourcen der Erde

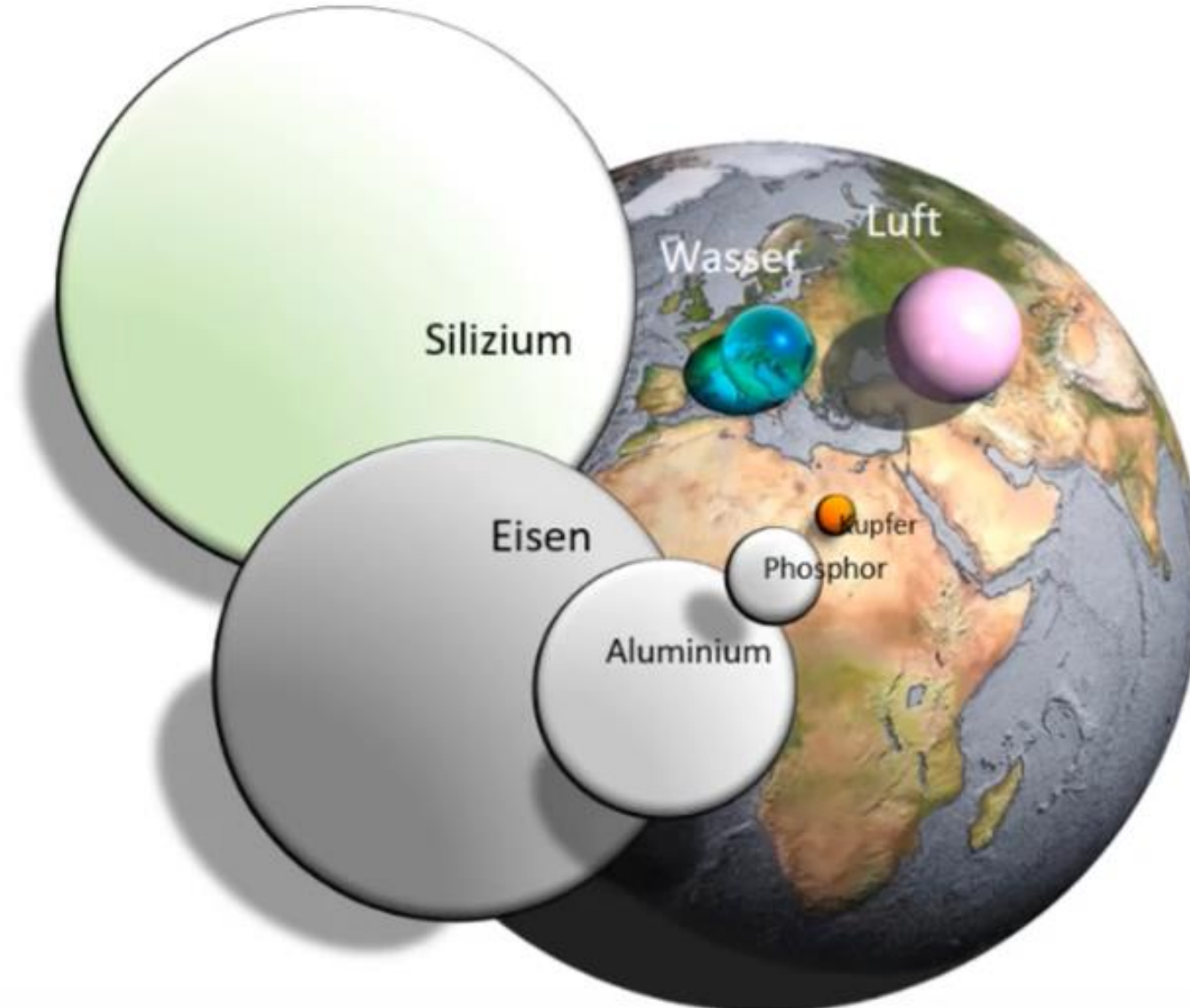


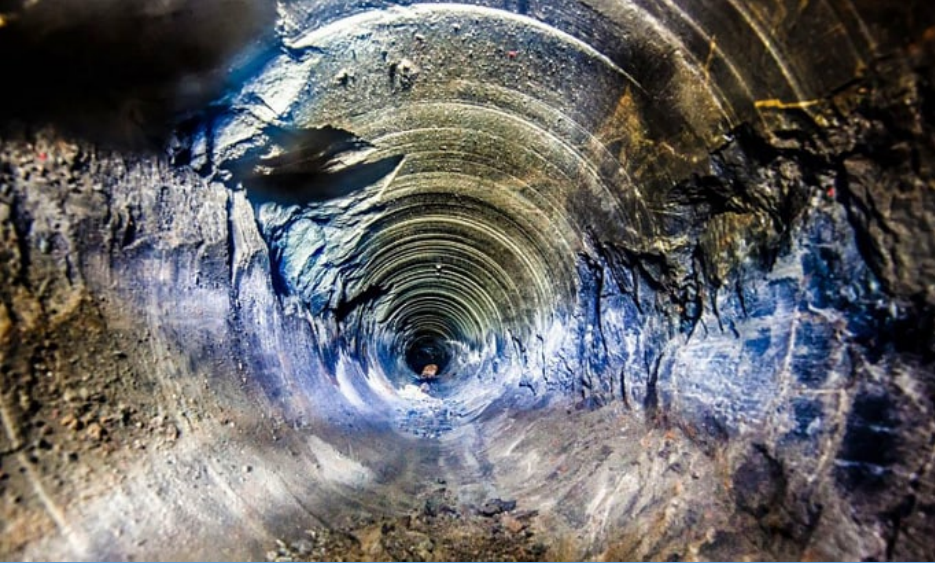
das Wasser aller Weltmeere, Flüsse, Gletscher



die Luft der Atmosphäre

# Rohstoffknappheit ist kein Mengenproblem



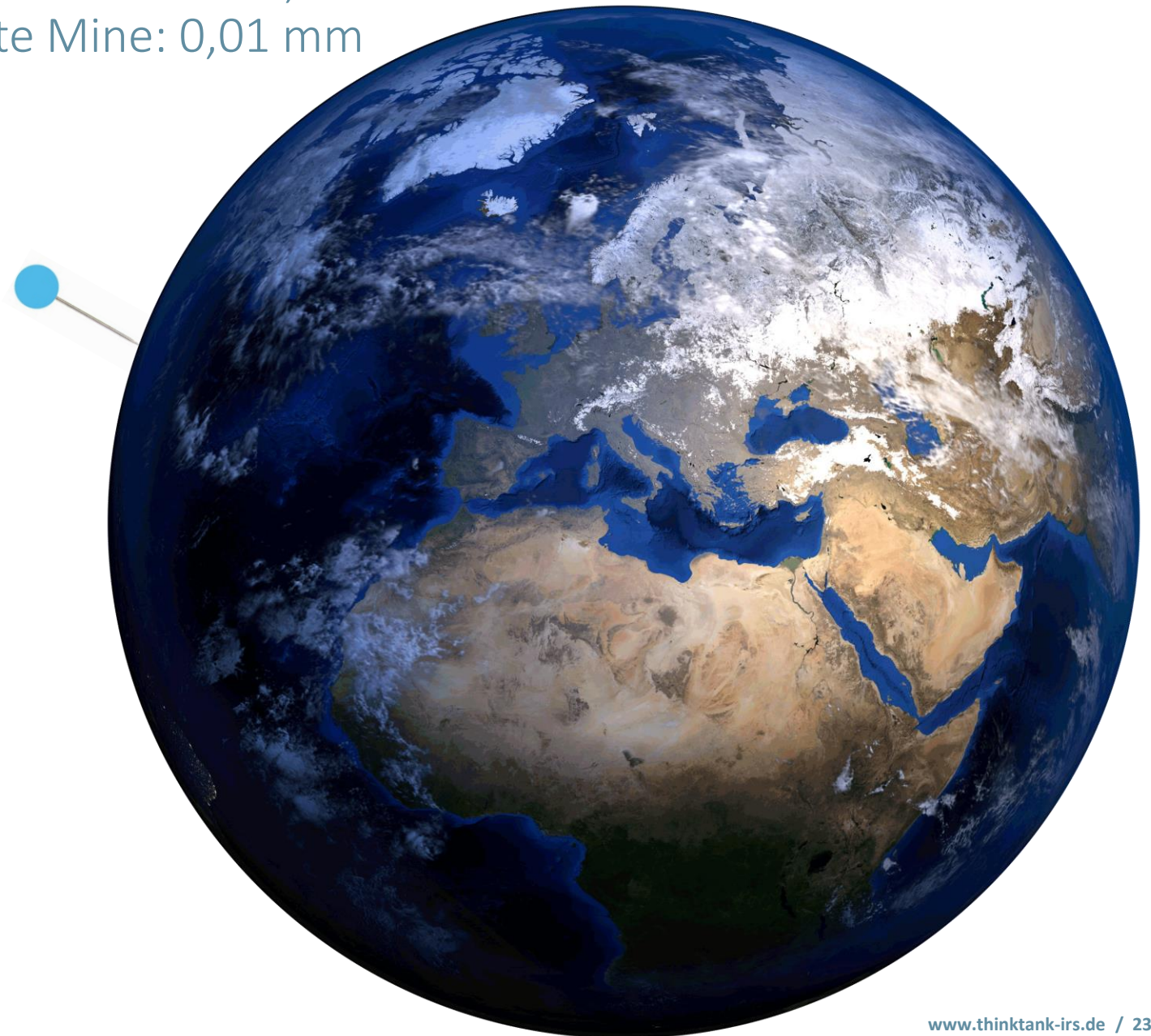


Tiefste Bohrloch: Kola-Bohrung – 12,26 km



Tiefste Mine: Mponeng Gold Mine – 3,9 km

Durchmesser Erde: 12.742 km – 3 m  
Tiefste Bohrloch: 0,3 mm  
Tiefste Mine: 0,01 mm



# Was wir wissen, was wir nicht wissen

## Bergbau-Perspektive

dem Bergbau bekannt    dem Bergbau unbekannt

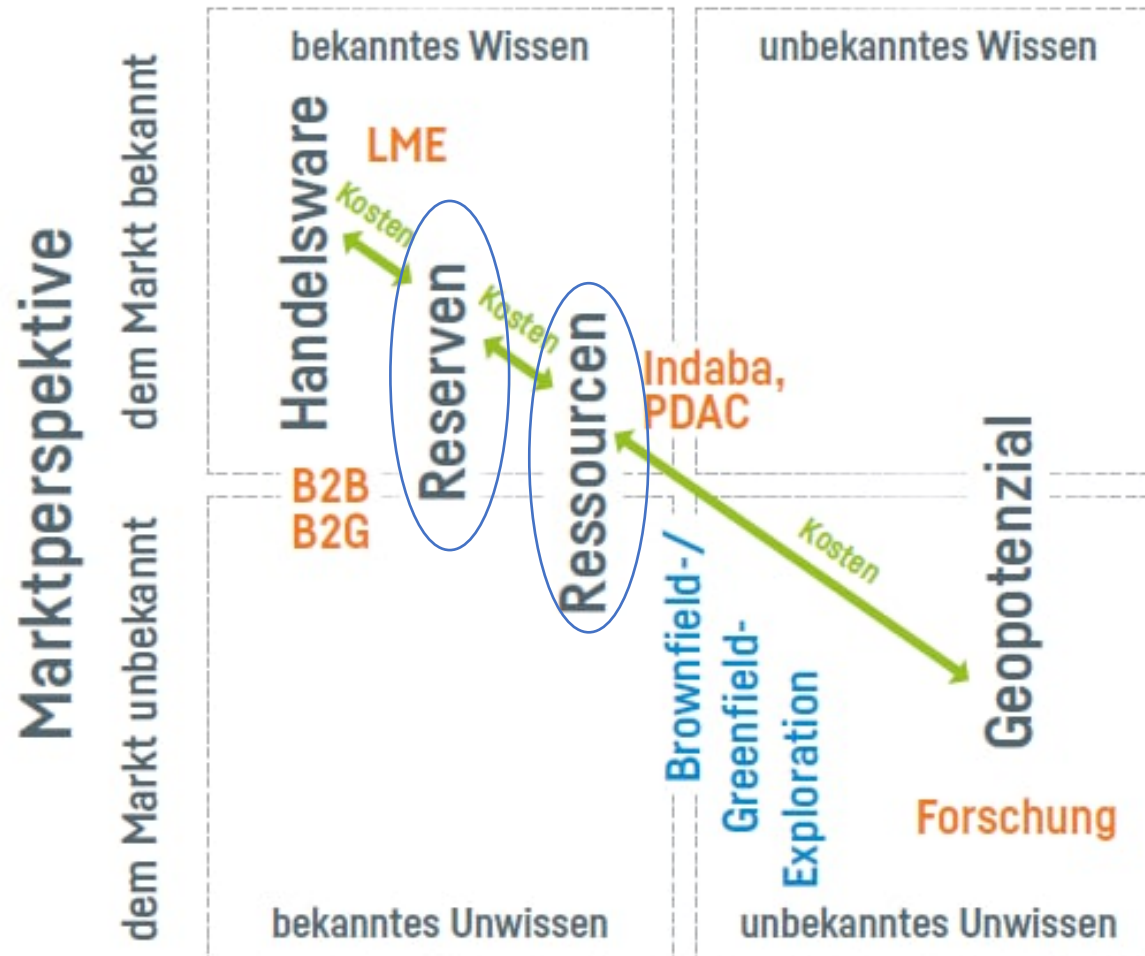
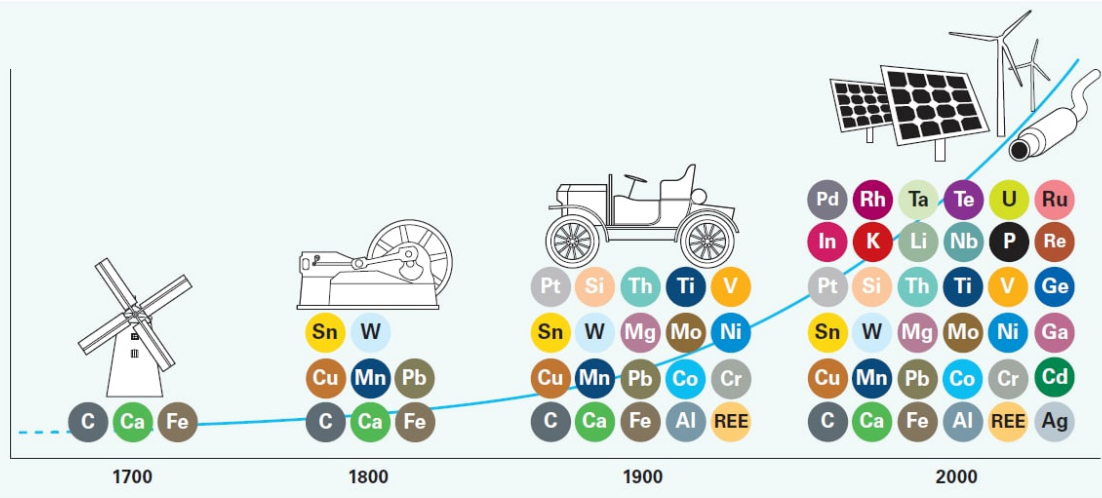
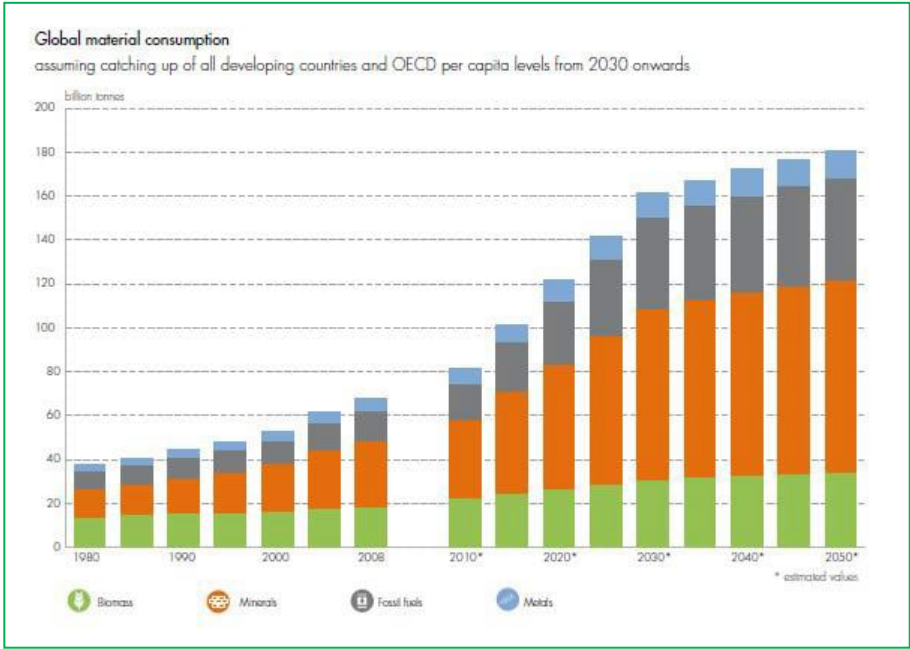


Abbildung 4

Quelle: IST DIE DEUTSCHE RESSOURCENSTRATEGIE RESILIENT?  
 Bergbau – Verhüttung – Recycling  
 THINKTANK Industrielle Ressourcenstrategien, Karlsruhe, 2021  
 DOI-Nummer 10.5445/IR/1000124406



# Herausforderung - Rohstoffe



## The Periodic Table of the Elements, in Pictures and Words

**Legends:**

- Solid:** Grey square
- Liquid:** Blue triangle
- Gas:** White circle

**Other Properties:**

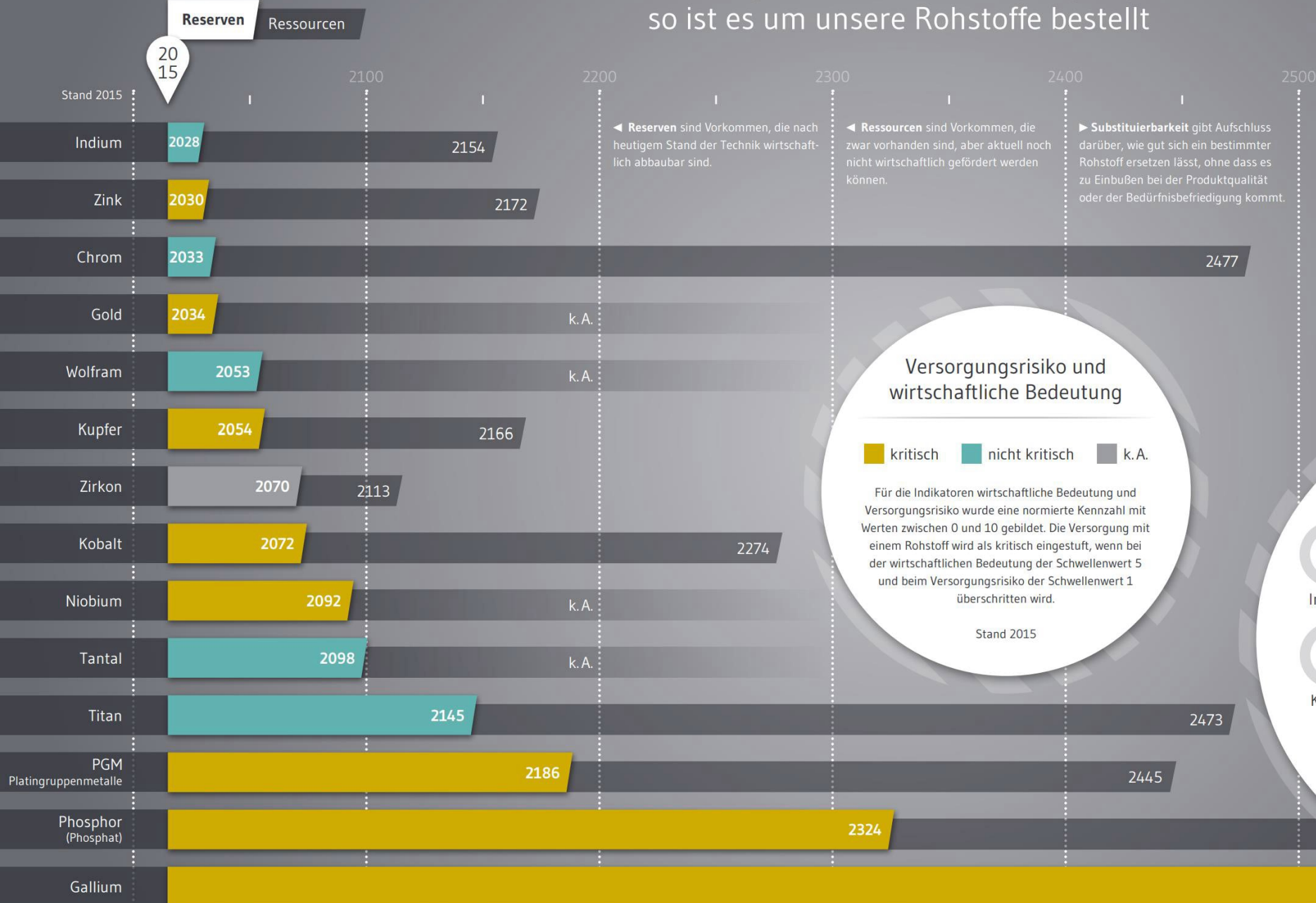
- Human Body:** Top ten elements by weight
- Earth's Crust:** Top eight elements by weight
- Magnetic:** Ferromagnetic at room temperature
- Noble Metals:** corrosion-resistant
- Radioactive:** all isotopes are radioactive
- Only Traces Found in Nature:** less than a millionth percent of earth's crust
- Never Found in Nature:** only made by people

**Groups and Periods:**

- Alkali Metals:** Li, Na, K, Rb, Cs, Fr
- Alkaline Earth Metals:** Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra
- Transition Metals:** Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, In, Sn, Pb, Bi, Po, At, Rn
- Noble Gases:** He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn
- Other Groups:** Boron, Carbon, Nitrogen, Oxygen, Fluorine, Halogens, Chalcogens, Pnictogens, Chalcogens, Halogens, Noble Gases, Lanthanoids, Actinoids, Superheavy Elements, Rare Earth Metals, Actinide Metals.

# Statische Reichweite

# Restverfügbarkeit und Versorgungslage – so ist es um unsere Rohstoffe bestellt



◀ **Reserven** sind Vorkommen, die nach heutigem Stand der Technik wirtschaftlich abbaubar sind.

◀ **Ressourcen** sind Vorkommen, die zwar vorhanden sind, aber aktuell noch nicht wirtschaftlich gefördert werden können.

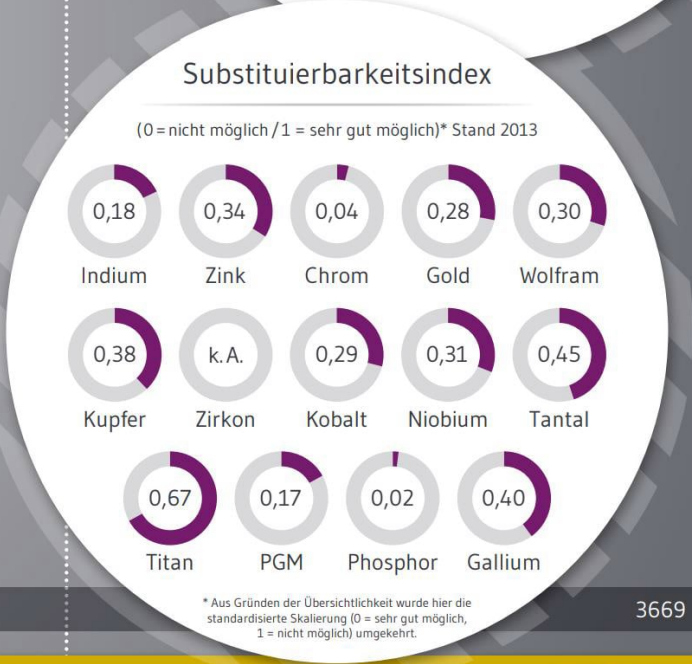
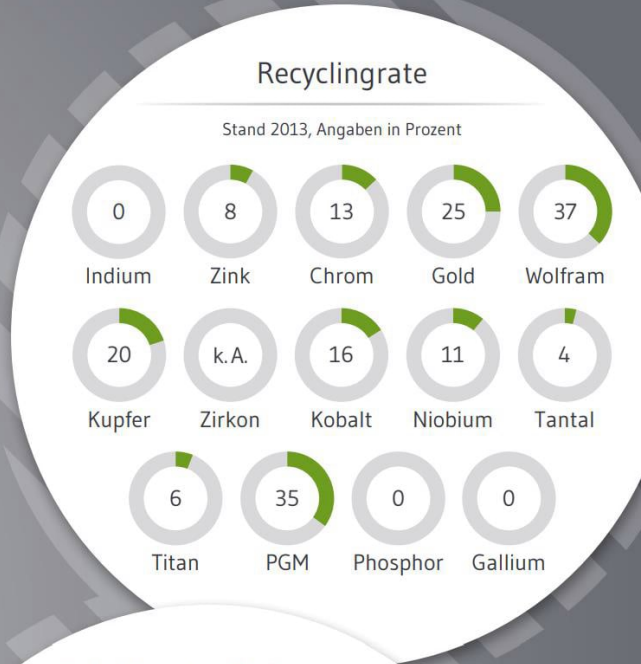
▶ **Substituierbarkeit** gibt Aufschluss darüber, wie gut sich ein bestimmter Rohstoff ersetzen lässt, ohne dass es zu Einbußen bei der Produktqualität oder der Bedürfnisbefriedigung kommt.

### Versorgungsrisiko und wirtschaftliche Bedeutung

■ kritisch ■ nicht kritisch ■ k. A.

Für die Indikatoren wirtschaftliche Bedeutung und Versorgungsrisiko wurde eine normierte Kennzahl mit Werten zwischen 0 und 10 gebildet. Die Versorgung mit einem Rohstoff wird als kritisch eingestuft, wenn bei der wirtschaftlichen Bedeutung der Schwellenwert 5 und beim Versorgungsrisiko der Schwellenwert 1 überschritten wird.

Stand 2015



3669 →

5233 / 12704 →

# Experteninterviews – Rolle Deutschlands bei der Rohstoffversorgung

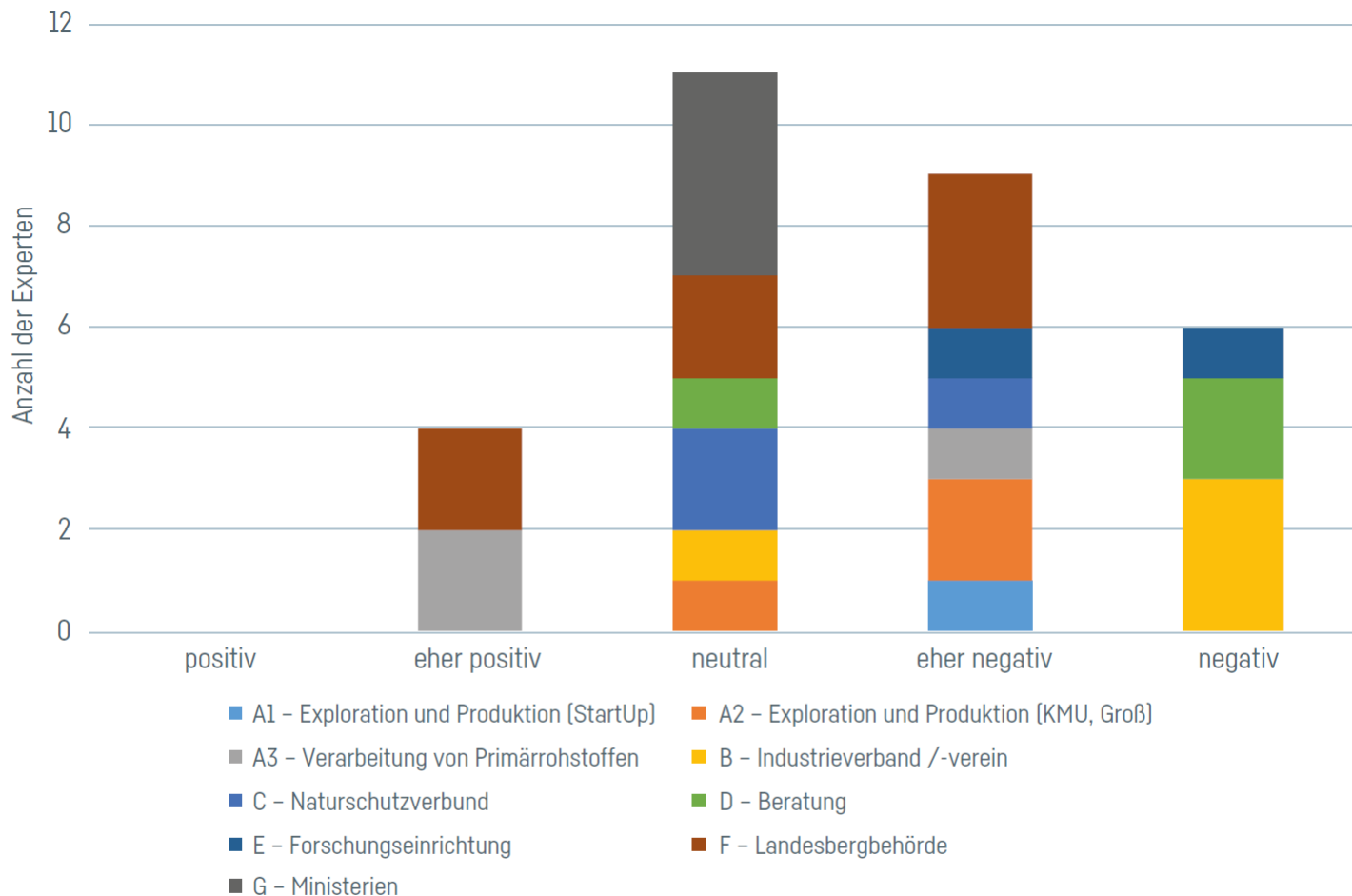


Abbildung 2: Interviewergebnisse zur Frage: Wie sehen Sie die Rolle Deutschlands bei der Rohstoffversorgung im internationalen Vergleich? (siehe komplette Studie, Steiger et al., 2022).

## FACTSHEET

### Notwendigkeit einer resilienten Rohstoffversorgung – Vol. 2

Herausforderungen bei der Rohstoffversorgung für Deutschland – eine holistische Betrachtung durch Experteninterviews

Katharina Steiger<sup>1,2</sup>, Christoph Hilgers<sup>1</sup>, Jochen Kolb<sup>1</sup>

# Herausforderungen

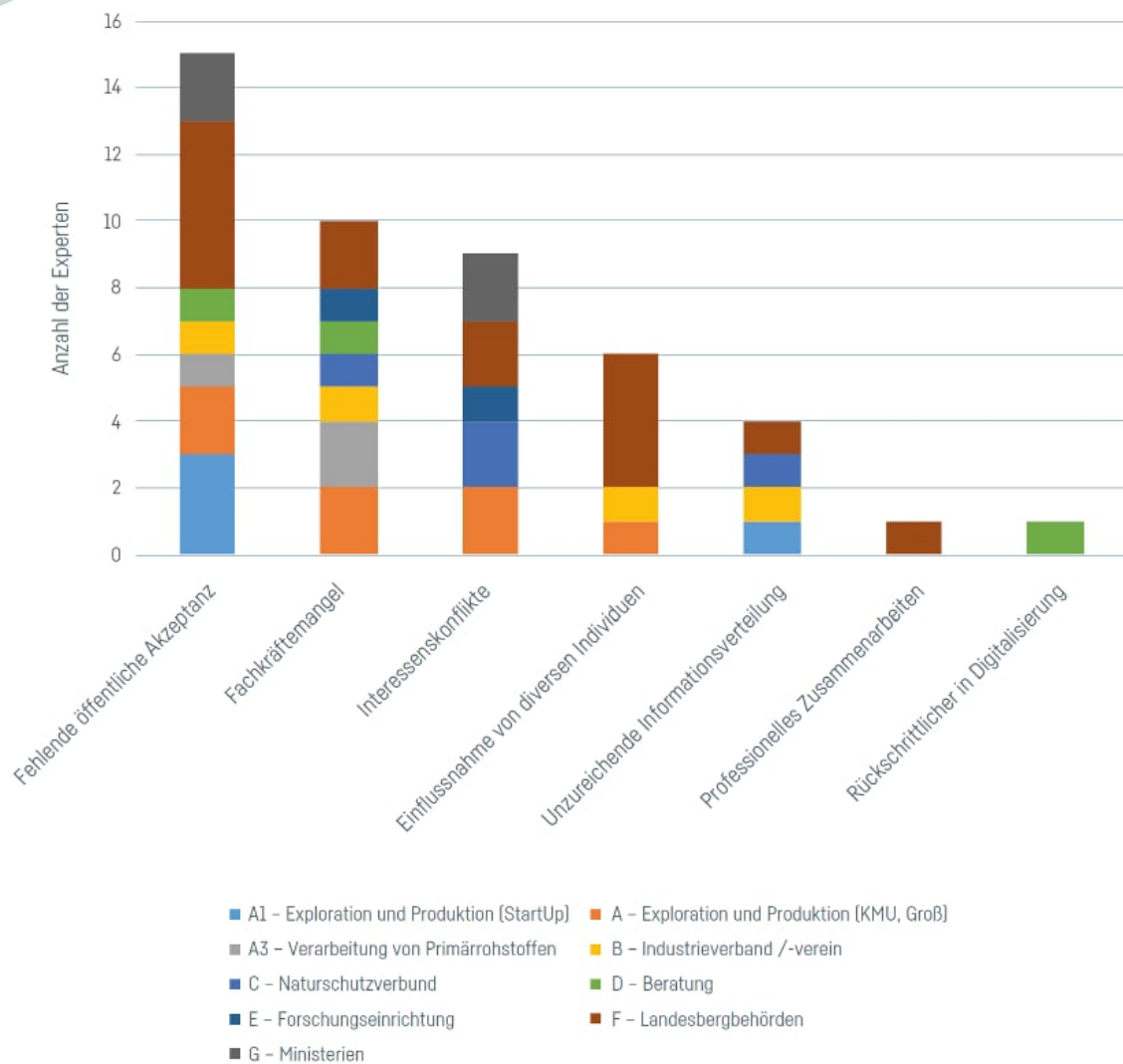


Abbildung 3: Interviewergebnisse zur Frage: Welchen Herausforderungen begegnen Sie? Die in der Abbildung dargestellten Herausforderungen sind alle dem Bereich „disziplinübergreifende Herausforderungen“ zuzuordnen gewesen (Siehe komplette Studie, Steiger et al., 2022).

# Möglichkeiten des Staates

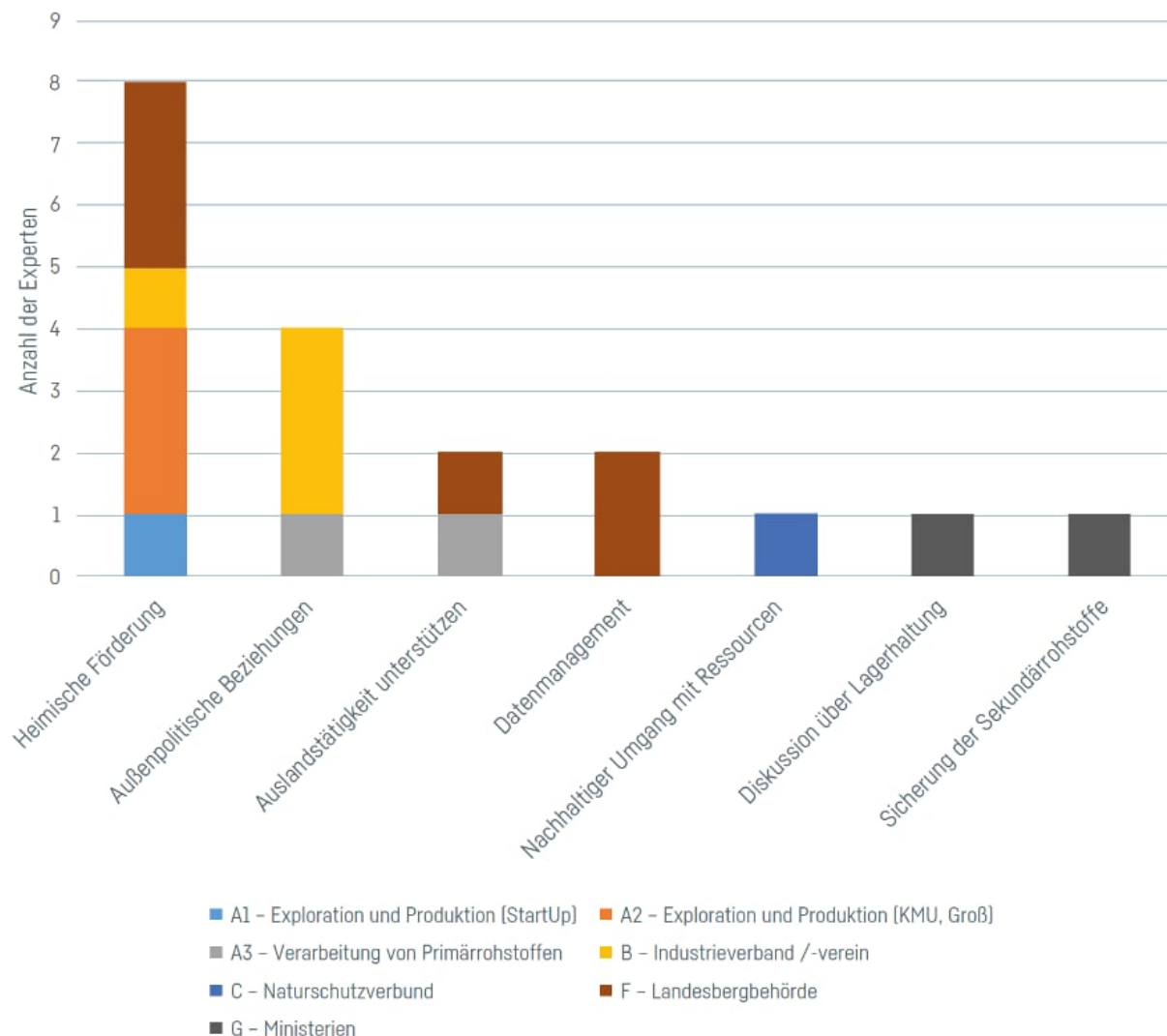


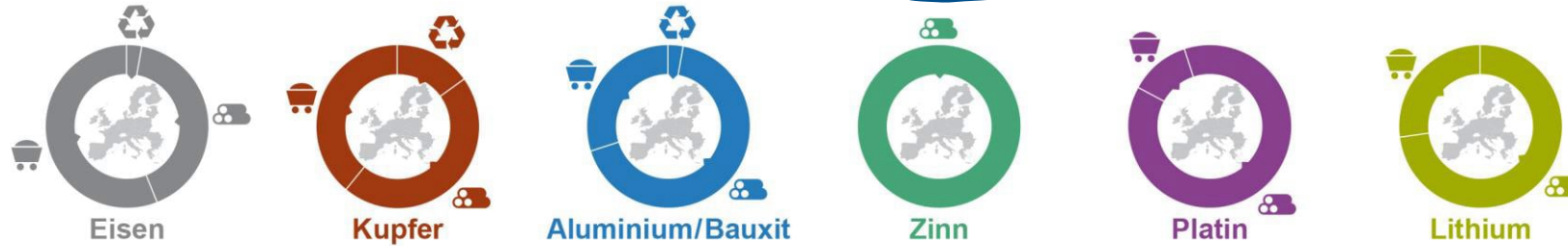
Abbildung 5: Interviewergebnisse im Themenfeld Staat/Regularien – Möglichkeiten wie der Staat die Rohstoffversorgung in Deutschland fördern könnte (Siehe komplette Studie, Steiger et al., 2022).

# Der Weg der Rohstoffe

## Ausgewählte Metalle und ihr Weg in die Europäische Union

### Importformen von Rohstoffen in die EU (bezogen auf Metallgehalt)

Schrott Erze Halbfertigprodukte



### Abbau und Exporte von Metallen und Halbfertigprodukten in die EU



Importe in die EU von mehr als:



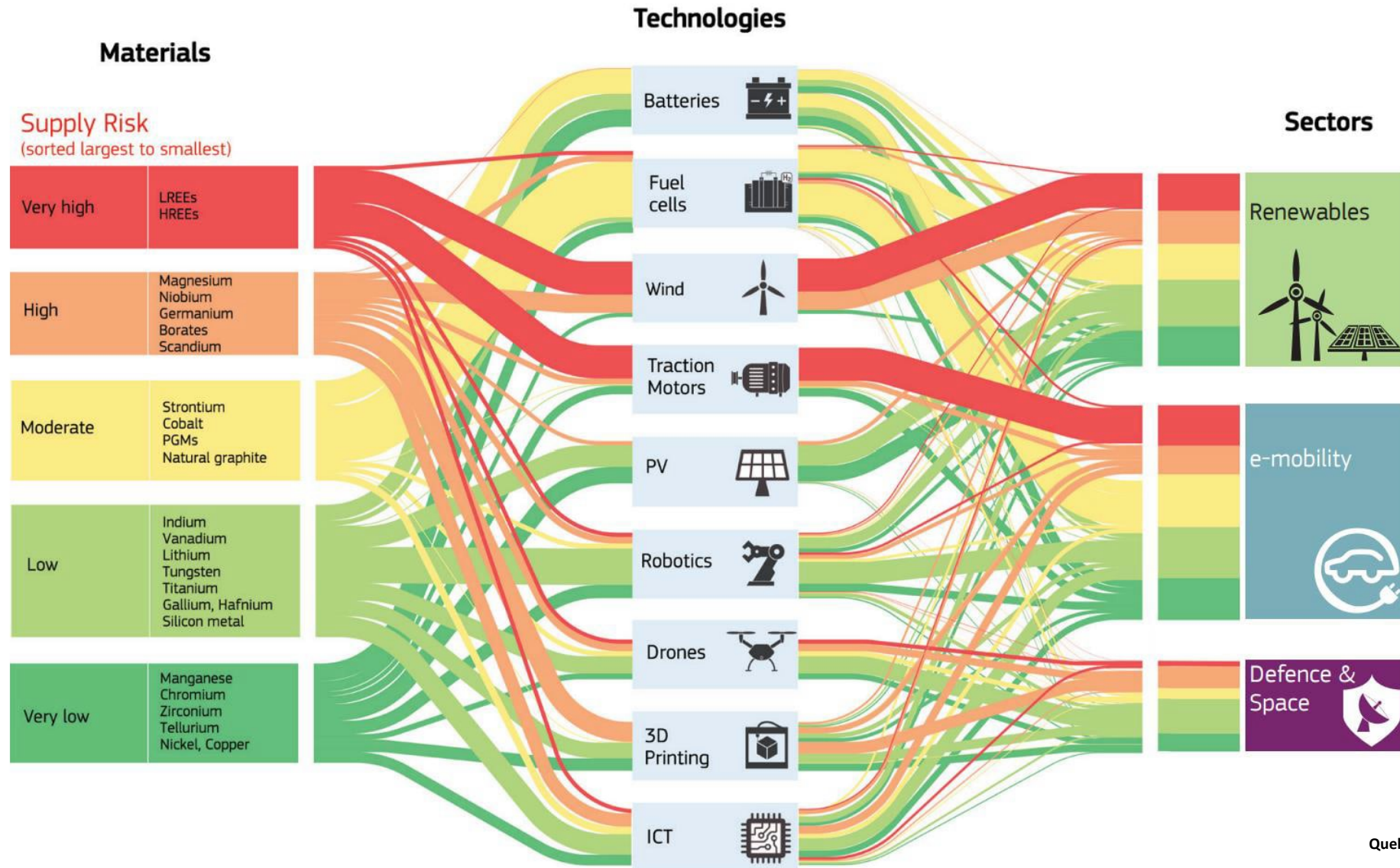
Importe in die EU in Form von:



Anteil an der Weltproduktion mehr als:



# Materialströme und Risiko für ausgewählte Technologien



Quelle: Bobba et. al.; JRC Report, 2020

# Thesen zu Rohstoffstrategien – Überlegungen 2019

## These I:

Die Selbstverantwortung und -versorgung der Industrie mit Rohstoffen hat in den letzten 15 Jahren gut funktioniert. Die globalen Wertschöpfungsketten, der freie Handel und der Markt bieten den Unternehmen ausreichend Spielraum. Ein stärkeres Engagement des Staates ist nicht notwendig.

## These II:

Durch Einschränkungen des freien Marktes wie zunehmenden Protektionismus, konkurrierende Abnehmer (z.B. China, Indien), Pandemien (z.B. Corona), Wegfall des Vereinigten Königreichs und damit der London Metal Exchange aus der EU oder militärische Auseinandersetzungen können unerwartete Engpässe in den Lieferketten verursachen. Sind die Erfahrungen der Vergangenheit tatsächlich auf die Zukunft übertragbar? Wenn nein, was wäre eine adäquate Antwort?

# Weltweite, vergleichende Analyse der Strategien zur Sicherung der Rohstoffversorgung

## Motivation

Strukturwandel und neue Infrastrukturen bedürfen weiterer Ressourcen

## Methode

Zusammenstellung und Bewertung verschiedener Strategieansätze

## Ergebnis

vergleichende Aufstellung verschiedener Strategien, Neubewertung und Zukunftsoptionen  
Übertragbarkeit auf wirtschaftsstrategische und kritische Rohstoffe für Baden-Württemberg und Deutschland





# Buy in – Chinas Flexigemonie

- Keine interne Einmischung
- Keine Anforderung an Liberalisierung, transparente Kredite oder soziale Transformation
- Hilfe gekoppelt mit Handel und Marktzugang
- Migration chinesischer Arbeiter bis 70%
- Langfristige Verträge
- Vertikal integrierte Wertschöpfungsketten
  - z.B. einziges Land mit Upstream und Downstream von REE
- Export-Import Bank of China & staatseigene Firmen kaufen, wenn andere verkaufen

chinesisches Kohlekraftwerke in Europa



# Strategische Reserven und Lagerhaltung

## Lagerhaltung Deutschland

- Gas  $\approx 60$  Tage,  $\approx 20$  Mrd.  $m^3$
- Öl 90 Tage  $\approx 25$  Mio. t
- Metalle – keine bis auf 3.300 t Gold<sup>(7)</sup>

## Lagerhaltung USA

- Gas, Öl 713 Mio. bbl + 1 Mio. bbl Diesel/Heizöl
- Helium 1 Mrd.  $m^3$  bis 2021<sup>(6)</sup>
- Metalle: 8.100 t Au<sup>(7)</sup>
- 44 Rohstoffe in 10 Lokations in den USA\*
- DLA Strategic Materials, U.S. National Defense Stockpile (NDS)
- \$1.15 Mrd. (2016)
- \$1.2 Mrd. (2018)



DOD 2017. Strategic and Critical Materials Operations Report To Congress Operations under the Strategic and Critical Materials Stock Piling Act during Fiscal Year 2016. p.8

\*USGS 2019 Minerals commodity summaries 2019, p.8

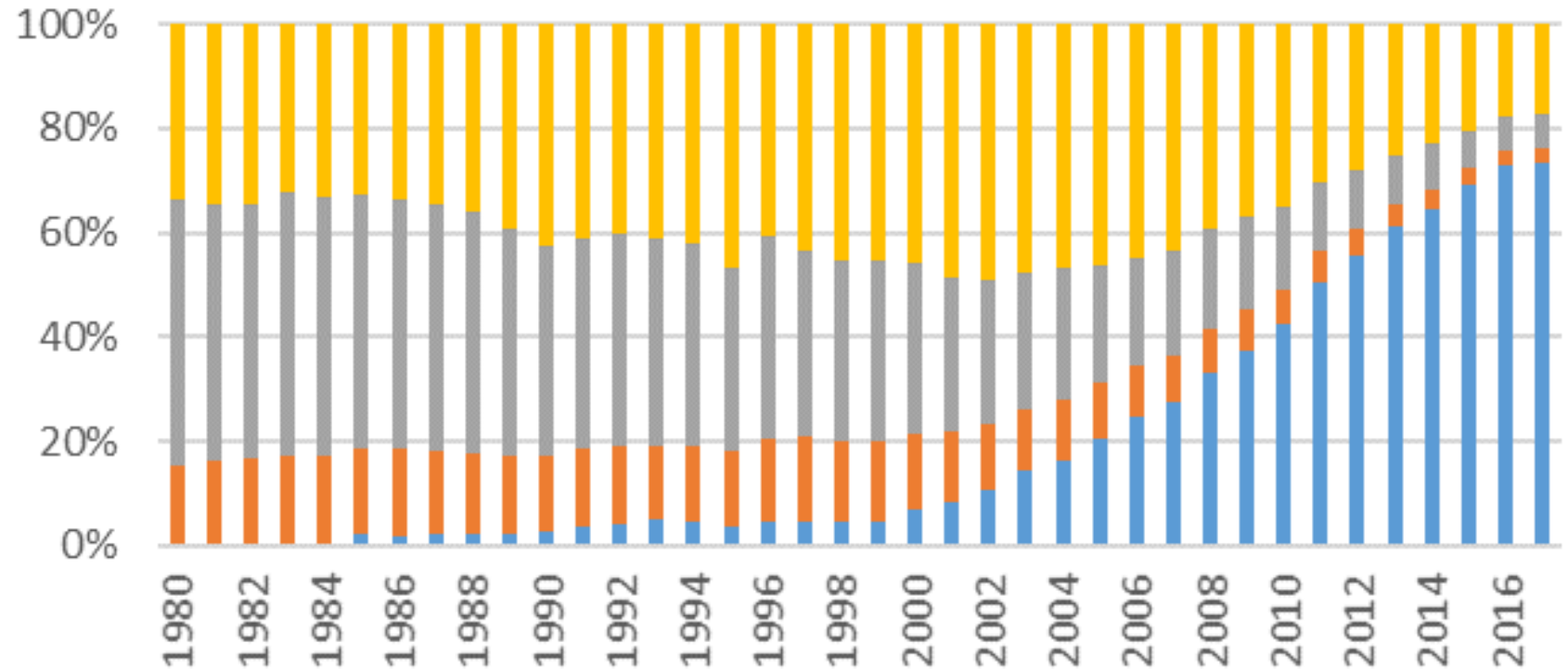
Image from

<https://www.dla.mil/Portals/104/Images/StrategicMaterials/Photographs%20of%20storage%20drums%20-%20electrolytic%202.jpg>

# „Patentkrieg“ - IP Zugangsbarrieren

## 2020 Patentanmeldungen

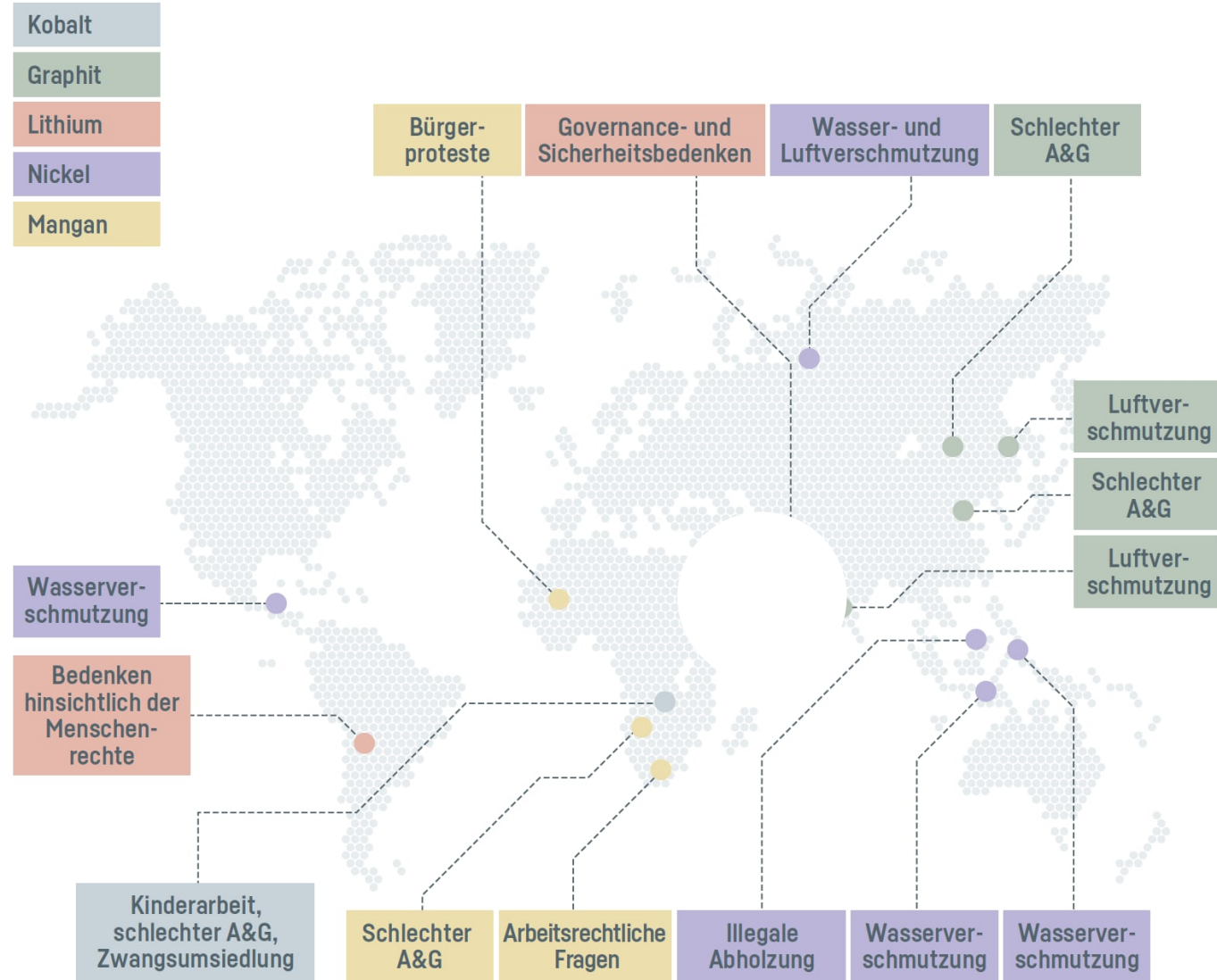
- China 1.34 Mio.
- USA 269.586
- D 42.260



- United States USA Patent applications, residents IP.PAT.RESD
- European Union EEU Patent applications, residents IP.PAT.RESD
- Germany DEU Patent applications, residents IP.PAT.RESD
- China CHN Patent applications, residents IP.PAT.RESD

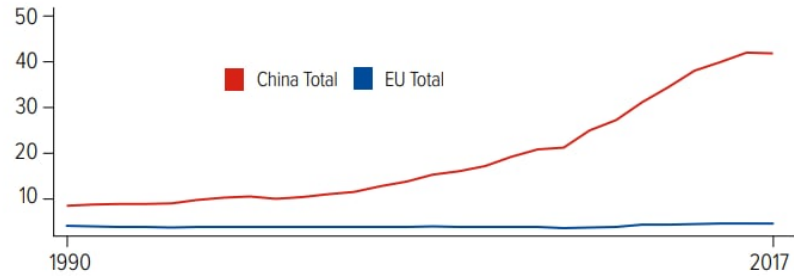
Quelle: World Bank 2022

# Rohstoffgewinnung und ökologische und soziale Implikationen



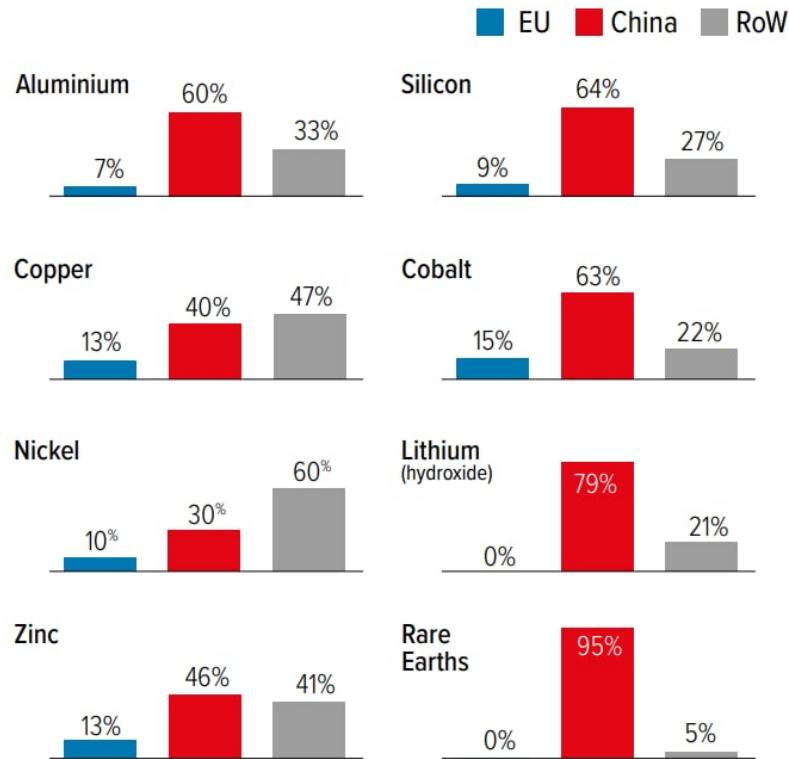
**Abbildung 2:** Ökologische und soziale Risiken bei der Beschaffung von Batterierohstoffen, Quelle: RCS Global 2016  
 A&G: Arbeits- & Gesundheitsschutz

### Production of Non-Ferrous Metals, EU vs China (Millions of tonnes)



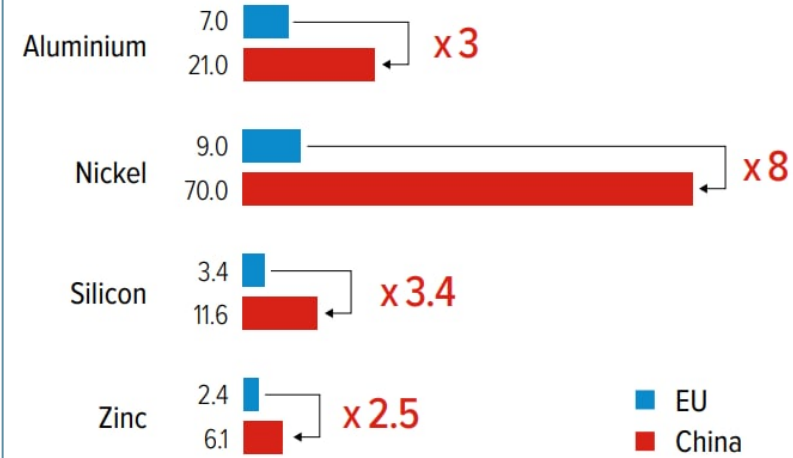
Source: British Geological Survey

### Refined metal global market share (2018)



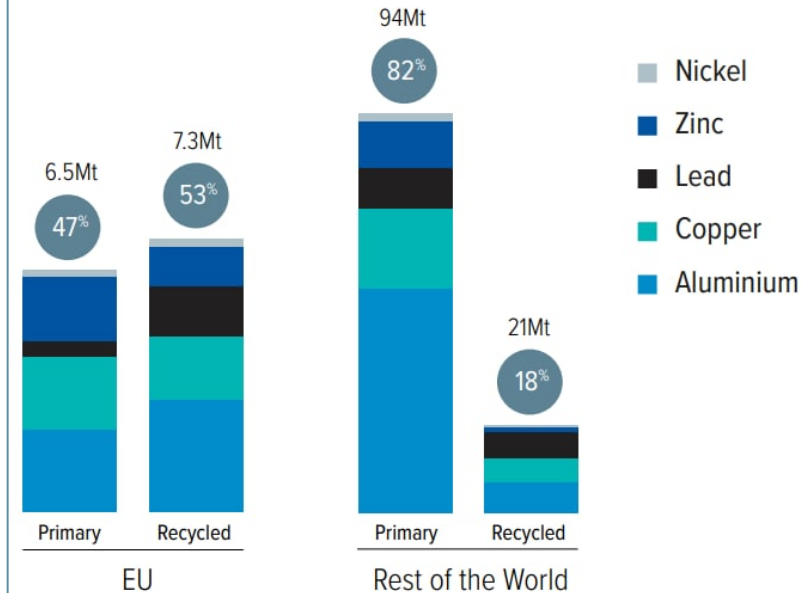
Source: USGS, IZLSG, ICSG, INSG

### Carbon footprint of primary metals production, EU vs China (tCO<sub>2</sub>)



Sources: European Aluminium, The Nickel Institute, AlloyConsult, Congcong Qi, et al., 2017

### Percentage of primary and recycled base metals production in total base metals production EU and the Rest of the World.



Source: Fraunhofer ISI, OECD

# Finanzielle Hürden für Deutschland oder Europa?

Colbalt
Graphite
Lithium
Nickel
Manganese

1 x Processing =  $\frac{2}{3}$  Autobahnkreuzausbau

1 Mine REE Deutschlands Bedarf = 3 Flugzeuge



# Bedeutung von Russland und der Ukraine

Quelle: Hilgers; THINKTAMK/KIT, 2022

Rohstoff	Menge Welt	Größte Bergbauländer	Verwendung
Aluminium (Bauxit)	140 MioMT	Raffinerie:  RUS 3.100 TMT #5 Welt  UKR 1.700 TMT #11 Welt	
Antimon	110 TMT	RUS 25.000 TMT #2	Flammenhemmer, Pigmente, Batterien
Baryt	7,3 MioMT	Bergwerksförderung:  RUS 180 TMT, #8	Füller, Zuschlag zu Farben, Kunststoffen, Gummi
Bor	<2,8 MioMT	Produktion jeglicher Form:  RUS 80 TMT, #6	Spezialgläser und –Keramik, Reinigungsmittel, Herstellung von Halbleitern
Brom	390 TMT	UKR 4.500 MT #5 Welt	Feuerhemmender Zusatz
Cadmium	24 TMT	Raffinade:  RUS 1.000 MT #6	NiCd Batterien, CdTe Solarzellen
Chrom	170 MioMT	Bergwerksförderung:  RUS 7.600 MT #2	Chemie, Edelstahl
Eisenerz	2.600 MioMT	Bergwerksförderung:  RUS 100.000 TMT Erz #5  UKR 81.000 TMT Erz #6	
Roheisen (pig iron)	1.400 MioMT	RUS 53 MioMT #4  UKR 21 MioMT #9	
Raw steel	1.900 MioMT	RUS 73 MioMT #4	s.o.

**Aluminium (Bauxit)**  
Menge Welt: 140 MioMT  
Größte Bergbauländer: Raffinerie: RUS 3.100 TMT #5 Welt, UKR 1.700 TMT #11 Welt  
Verwendung: Flammenhemmer, Pigmente, Batterien, Füller, Zuschlag zu Farben, Kunststoffen, Gummi, Bohrfluten

**Antimon**  
Menge Welt: 110 TMT  
Größte Bergbauländer: RUS 25.000 TMT #2  
Verwendung: Halbleiter, LED, Transistoren, Elektronik, Katalysatoren, Ge-basierte Solarzellen, für Weisraum- und Batterien, Applikationen, Stahlherstellung

**Baryt**  
Menge Welt: 7,3 MioMT  
Größte Bergbauländer: Bergwerksförderung: RUS 180 TMT, #8  
Verwendung: Spezialgläser und –Keramik, Reinigungsmittel, Herstellung von Halbleitern, Insektizide, NiCd Batterien, CdTe Solarzellen

**Bor**  
Menge Welt: <2,8 MioMT  
Größte Bergbauländer: Produktion jeglicher Form: RUS 80 TMT, #6  
Verwendung: Spezialgläser und –Keramik, Reinigungsmittel, Herstellung von Halbleitern

**Brom**  
Menge Welt: 390 TMT  
Größte Bergbauländer: UKR 4.500 MT #5 Welt  
Verwendung: Feuerhemmender Zusatz

**Cadmium**  
Menge Welt: 24 TMT  
Größte Bergbauländer: Raffinade: RUS 1.000 MT #6  
Verwendung: NiCd Batterien, CdTe Solarzellen

**Chrom**  
Menge Welt: 170 MioMT  
Größte Bergbauländer: Bergwerksförderung: RUS 7.600 MT #2  
Verwendung: Chemie, Edelstahl

**Eisenerz**  
Menge Welt: 2.600 MioMT  
Größte Bergbauländer: Bergwerksförderung: RUS 100.000 TMT Erz #5, UKR 81.000 TMT Erz #6  
Verwendung: Stahlherstellung, Legierungen

**Roheisen (pig iron)**  
Menge Welt: 1.400 MioMT  
Größte Bergbauländer: RUS 53 MioMT #4, UKR 21 MioMT #9  
Verwendung: Stahlherstellung, Legierungen

**Raw steel**  
Menge Welt: 1.900 MioMT  
Größte Bergbauländer: RUS 73 MioMT #4  
Verwendung: s.o.

# Bedeutung von Russland und der Ukraine

Gruppe:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																																			
Periode														Chalkogene			Halogene		Edelgase																																		
1	Alkalimetalle Wasserstoff H	Erdalkalimetalle																		Helium He 1																																	
2	Lithium Li 0	Beryllium Be 0														Bor B 0.6	Kohlenstoff C	Stickstoff N	Sauerstoff O	Fluor F 1	Neon Ne																																
3	Natrium Na	Magnesium Mg 13														Aluminium Al 12	Silizium Si 0	Phosphor P 17	Schwefel S 5	Chlor Cl	Argon Ar																																
4	Kalium K 0	Calcium Ca	Scandium Sc 0	Titan Ti 19	Vandium V 44	Chrom Cr 21	Mangan Mn 12	Eisen Fe 31	Kobalt Co 35	Nickel Ni 34	Kupfer Cu 17	Zink Zn 31	Gallium Ga 0	Germanium Ge 2	Arsen As	Selen Se 1	Brom Br	Krypton Kr																																			
5	Rubidium Rb	Strontium Sr	Yttrium Y 31	Zirkonium Zr	Niob Nb 0	Molybdän Mo 30	Technetium Tc	Ruthenium Ru 11	Rhodium Rh 9	Palladium Pd 9	Silber Ag 55	Cadmium Cd	Indium In 0	Zinn Sn 32	Antimon Sb 28	Tellur Te 1	Jod I	Xenon Xe																																			
6	Caesium Cs	Barium Ba 1	La-Lu	Hafnium Hf 1	Tantal Ta 1	Wolfram W 42	Rhenium Re 50	Osmium Os	Iridium Ir 14	Platin Pt 11	Gold Au 20	Quecksilber Hg	Thallium Tl	Blei Pb 75	Bismut Bi 1	Polonium Po	Astat At	Radon Rn																																			
7	Francium Fr	Radium Ra	Ac-Lr	Rutherfordium Rf	Dubnium Db	Seaborgium Sg	Bohrium Bh	Hassium Hs	Meitnerium Mt	Darmstadtium Ds	Roentgenium Rg	Copernicium Cn	Nihonium Nh	Flerovium Fl	Moscovium Mc	Livermorium Lv	Tennes Ts	Oganesson Og																																			
<p><b>Leichte Seltenerdelemente</b></p> <table border="1"> <tr> <td>Lanthanoide:</td> <td>Lanthan La 1</td> <td>Cer Ce 1</td> <td>Praseodym Pr 10</td> <td>Neodym Nd 1</td> <td>Promethium Pm</td> <td>Samarium Sm 1</td> <td>Europium Eu 38</td> <td>Gadolinium Gd 1</td> <td>Terbium Tb 22</td> <td>Dysprosium Dy 0</td> <td>Holmium Ho 1</td> <td>Erbium Er 0</td> <td>Thulium Tm 1</td> <td>Ytterbium Yb 1</td> <td>Lutetium Lu 1</td> </tr> <tr> <td>Actinoide:</td> <td>Actinium Ac</td> <td>Thorium Th</td> <td>Protactinium Pa</td> <td>Uran U</td> <td>Neptunium Np</td> <td>Plutonium Pu</td> <td>Americium Am</td> <td>Curium Cm</td> <td>Berkelium Bk</td> <td>Californium Cf</td> <td>Einsteinium Es</td> <td>Fermium Fm</td> <td>Mendelevium Md</td> <td>Nobelium No</td> <td>Lawrencium Lw</td> </tr> </table> <p><b>Schwere Seltenerdelemente</b></p>																		Lanthanoide:	Lanthan La 1	Cer Ce 1	Praseodym Pr 10	Neodym Nd 1	Promethium Pm	Samarium Sm 1	Europium Eu 38	Gadolinium Gd 1	Terbium Tb 22	Dysprosium Dy 0	Holmium Ho 1	Erbium Er 0	Thulium Tm 1	Ytterbium Yb 1	Lutetium Lu 1	Actinoide:	Actinium Ac	Thorium Th	Protactinium Pa	Uran U	Neptunium Np	Plutonium Pu	Americium Am	Curium Cm	Berkelium Bk	Californium Cf	Einsteinium Es	Fermium Fm	Mendelevium Md	Nobelium No	Lawrencium Lw				
Lanthanoide:	Lanthan La 1	Cer Ce 1	Praseodym Pr 10	Neodym Nd 1	Promethium Pm	Samarium Sm 1	Europium Eu 38	Gadolinium Gd 1	Terbium Tb 22	Dysprosium Dy 0	Holmium Ho 1	Erbium Er 0	Thulium Tm 1	Ytterbium Yb 1	Lutetium Lu 1																																						
Actinoide:	Actinium Ac	Thorium Th	Protactinium Pa	Uran U	Neptunium Np	Plutonium Pu	Americium Am	Curium Cm	Berkelium Bk	Californium Cf	Einsteinium Es	Fermium Fm	Mendelevium Md	Nobelium No	Lawrencium Lw																																						
<p><b>Industriemineralien &amp; Kokssteine:</b></p> <table border="1"> <tr> <td>Steine&amp;Erden</td> <td>Bentonit</td> <td>Kokssteine</td> <td>Diatomit</td> <td>Feldspat</td> <td>Gips</td> <td>Kaolin</td> <td>Kalkstein</td> <td>Magnesit</td> <td>Perlit</td> <td>Quarzsand</td> <td>Talk</td> <td>Bauxit</td> <td>Baryt</td> <td>Borminerale</td> <td>Fluorit</td> <td>Graphit</td> <td>Phosphat</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>50</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>10</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>58</td> <td>2</td> <td>42</td> <td>0</td> <td>5</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>																		Steine&Erden	Bentonit	Kokssteine	Diatomit	Feldspat	Gips	Kaolin	Kalkstein	Magnesit	Perlit	Quarzsand	Talk	Bauxit	Baryt	Borminerale	Fluorit	Graphit	Phosphat	7	50	0	0	10	1	0	58	2	42	0	5						
Steine&Erden	Bentonit	Kokssteine	Diatomit	Feldspat	Gips	Kaolin	Kalkstein	Magnesit	Perlit	Quarzsand	Talk	Bauxit	Baryt	Borminerale	Fluorit	Graphit	Phosphat																																				
7	50	0	0	10	1	0	58	2	42	0	5																																										

  PGE (Platingruppen-Elemente), Edelmetalle  
  Basismetalle  
  Coltan = Niob-Tantal Erz  
  kritische Rohstoffe (EU 2020)

Top 5	Top 10
Top 5	Top 10

Russland: fünft- (orange) bzw. zehntgrößte (gelb) Lieferant der Welt.  
 Ukraine: fünft- (violett) bzw. zehntgrößte (blau) Lieferant der Welt.



# Resiliente Rohstoffversorgung und Ressourcensicherung

## Drei Dringlichkeitsthesen

1. Die Konkurrenz um Rohstoffe ist bereits im Gange und wird weiter zunehmen.
2. Es besteht kein internationaler Konsens zur Rohstoffverteilung.
3. Der Abbau von Industrien entlang der Wertschöpfungskette bedingt Innovations- und Wissensverlust.

## Drei Strategieansätze zur resilienten Rohstoffversorgung

1. Investitionen und Standortsicherung für Primär und Sekundärrohstoffindustrie mit Know-how-Erhalt
2. Entwicklung, Erwerb oder Einkäufe in international tätige Explorations- und Bergbauunternehmen oder einzelne Minen sowie langfristige Bindung mit Rohstoff-Partnern und
3. (Staatliche) Reserven/Lager wirtschaftsstrategischer Rohstoffe



# RESILIENTE ROHSTOFF- VERSORGUNG UND VERANTWORTLICHE LIEFERKETTEN FÜR DIE INDUSTRIE

HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN FÜR DIE  
BESCHAFFUNG VON PRIMÄREN ROHSTOFFEN  
FÜR DIE BATTERIEHERSTELLUNG



...offe und Entwicklung" des  
Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ),  
das von der Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) und der Bundes-  
anstalt für Gewissenshaftigen und Rohstoffe (BGR) implementiert wird, mit  
den ökologischen, gesundheitlichen, sozialen und menschenrechtlichen Risiken der  
Gewinnung der (Batterie-)rohstoffe Kobalt, Nickel, Lithium, Graphit, Mangan, Kupfer  
und Aluminium befasst. Eine zusammenfassende Darstellung der Risiken kann von  
der Website des Sektorprogramms heruntergeladen werden (BMZ, 2020).

## Handlung Beschaffung

Seit ungefähr 2010  
vorhaben, die Liefer-  
ketten für Rohstoffe wie Kobalt  
zu diversifizieren (FT, 2020).  
Die Times (FT, 2020) und  
internationalen Medien  
an dem angeführten  
Erfolg kann die  
dass er schon die  
nehmen aus Australien  
einmalig.

Der THINKTANK  
jetzt weder von  
Wege für die Batterie-  
herstellung. Außerdem zeigen  
stofflieferketten  
von primären Rohstoffen  
ketten kann die Risiken  
einschätzen und  
managen.

Die Handlungsempfehlungen  
Autohersteller bei der  
Beschaffung von Rohstoffen  
grund des Wandels  
die Handlungsempfehlungen  
weisen bei der Beschaffung  
stoffe, die für die Batterie-  
herstellung benötigt werden.

...hen und sozialen  
...riehstoffen zu



...rohstoffen, Quelle: RCS Global 2014

# Befähigung von Unternehmen zur eigenen Rohstoffsicherung

- Rechtlicher Rahmen
- Erkennen und Einschätzen von Beschaffungsrisiken
- Direkter Einkauf aus aktiven Bergbaubetrieben mit Raffinerien
- Direkter Einkauf aus zukünftigen Bergbaubetrieben mit Raffinerien
- Direkter Einkauf aus Raffinerien
- Beteiligungen an Rohstoffprojekten – Aktive Bergbaubetriebe
- Beteiligungen an Rohstoffprojekten – Zukünftige Bergbaubetriebe
- Finanzierung
- Aufbau eines eigenen Know-hows im Betrieb
- Nutzung externen (Berater)-Know-hows



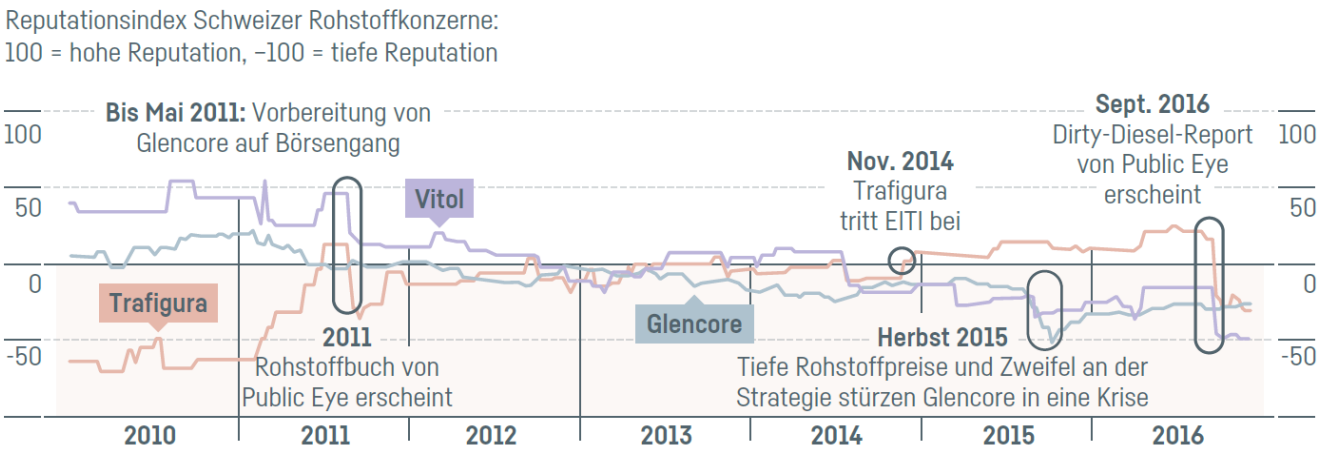
# Rechtlicher Rahmen und Beschaffungsrisiken

**Tabelle 1:** Standards und Leitlinien für die Beschaffung von Rohstoffen für die Batteriezellenherstellung

Standard/Leitlinie	Anwendbarkeit entlang der Lieferkette
<b>Gesetzlich</b>	
<b>EU-Verordnung 2017/821</b>	Upstream- und Downstreambereich der Lieferkette (von Bergbau bis zum Hersteller des Endproduktes), auf Basis der OECD Due Diligence Guidance for Responsible Supply Chains of Minerals
<b>Freiwillig</b>	
<b>IFC Environmental and Social Performance Standards</b>	Upstream- und Downstreambereich der Lieferkette (von der Exploration bis zur Herstellung des Endproduktes)
<b>IRMA Standard for Responsible Mining</b>	Upstreambereich (Exploration, Be...
<b>ICMM Sustainable Development Framework</b>	Upstreambereich (Bergbau und A...
<b>MAC Towards Sustainable Mining</b>	Upstreambereich (Bergbau und A...
<b>Cobalt Industry Responsible Assessment Framework (CIRAF)</b>	Upstream- und Lieferkette (von des Endprodukt Diligence Guida Chains of Miner



## NGO-Kampagnen wirken sich auf Image der Rohstoffhändler aus



TA-Grafik mrue/Quelle: fög – Universität Zürich, CommsLab AG, Public Eye

Abbildung 3: Image der Rohstoffhändler

# Checklisten – Direkter Einkauf aus Bergbaubetrieben

**Tabelle 2:** Due Dilligence bei Direktkauf aus aktiven Bergbaubetrieben

Zu prüfende Themen	Vorgehensweisen, Quellen
<b>Unternehmenszentrale</b> <u>Größe und Geschäftsbereiche</u> ✓ Bergbau, Weiterverarbeitung etc. ✓ Wirtschaftliche Situation des Unternehmens und dessen Betrieben	Geschäftsberichte, Handelsregister
<b>Rohstoffbetrieb</b> <u>Geschichte</u> ✓ Entdeckung, Inbetriebnahme, Produktionszeit etc.	Bergbehörde des jeweiligen Landes, Geschäftsberichte, Unternehmenspräsentationen, Pressemitteilungen
<u>Land</u> ✓ Befindet sich das Projekt in einem stabilen Land mit bergbaufreundlicher Gesetzgebung?	Fraser Report, Country Mining Guides (KPMG, EY, PwC, Roskill etc.), Bergbaugesetz des jeweiligen Landes; auch: Natural Resource Governance Institute, Transparency International, Worldbank
<u>Bevölkerung</u> ✓ Wie steht die Zivilgesellschaft zu Exploration und Bergbau? ✓ Gibt es Herausforderungen mit indigenen Gemeinschaften?	Pressemitteilungen, Berichte von NGOs, betrieblicher Beschwerdemechanismus

## Lage

- ✓ Befindet sich der Betrieb in einem ökologisch sensiblen Gebiet (Nationalparks, Naturschutzgebiete etc.)?

## Infrastruktur

- ✓ Wie gut ist die Infrastruktur für den Transport der Rohstoffe?

## Rohstoffvorräte

- ✓ Wie sind die Ressourcen/Reserven des Betriebs?

## Rechtliche, fiskalische und ökologisch-soziale Situation

- ✓ Hat der Betrieb alle notwendigen Lizenzen und Genehmigungen?
- ✓ Hat das Projekt Probleme mit ökologischen, sozialen oder menschenrechtlichen Angelegenheiten?
- ✓ Gibt es irgendwelche Herausforderungen für den Export von Rohstoffen (Genehmigungen, Steuern, Zölle etc.)?

Berg- und Umweltbehörde des jeweiligen Landes

## **Öffentlich verfügbar:**

Geschäftsberichte, Unternehmenspräsentationen, Pressemitteilungen

## **Vom Betrieb anfordern:**

Definitive-Feasibility-Studie

## **Öffentlich verfügbar:**

Geschäftsberichte, Unternehmenspräsentationen, Pressemitteilungen

## **Vom Betrieb anfordern:**

Definitive-Feasibility-Studie

## **Öffentlich verfügbar:**

Öffentliche Berichte über Bergbauprojekte (z. B. SEDAR), S&P Market Intelligence Platform, Geschäftsberichte, Pressemitteilungen, Berichte von NGOs, Mining Tax Guides (KPMG, EY, PwC), EITI Berichte (wenn Land bei der Initiative Mitglied ist)

## **Vom Betrieb anfordern:**

Lizenzen und Genehmigungen  
 Definitive-Feasibility-Studie  
 Umweltverträglichkeitsbericht (EIA)  
 Berichte über das laufende Umweltmonitoring  
 Berichte über Community-Relations



## Aufbau eines eigenen Know-hows oder Einkauf von externem Wissen

Für den direkten Einkauf von Rohstoffen aus Rohstoffbetrieben oder für die Beschaffung von Rohstoffen im Rahmen einer Beteiligung an Rohstoffbetrieben benötigt ein Unternehmen, das Batteriezellen herstellt, erhebliches Wissen und Erfahrung über die vielfältigen Angelegenheiten der Gewinnung, Weiterverarbeitung und Vermarktung dieser Rohstoffe.

Je nach der gewählten Option für die Beschaffung der benötigten Rohstoffe sind für die Due-Diligence-Prüfung die im letzten Kapitel jeweils aufgeführten Unterlagen zu beschaffen, zusammenzustellen, zu sichten und zu analysieren sowie die Bergbaubetriebe oder -projekte vor Ort zu besuchen.

## Ungebundener Finanzkredit (UFK)

Über das Instrument des ungebundenen Finanzkredits (UFK) kann ebenfalls eine langfristige Lieferung von Rohstoffen vom Bergbaubetrieb zur Batteriezellenfabrik erzielt werden. Die Lieferung der Rohstoffe muss aber zur Rohstoffversorgung von Deutschland beitragen, was im Falle einer Batteriezellenherstellung in Deutschland gegeben wäre.

Bei UFKs übernimmt der Bund Garantien für die Rückzahlung von Krediten, die eine kommerzielle Bank einem Projektentwickler im Ausland im Rahmen einer Projektfinanzierung gewährt hat.<sup>1</sup> Die Übernahme einer Garantie für die Rückzahlung ist mit dem Abschluss eines langfristigen Vertrages für die Lieferung von Rohstoffen nach Deutschland gekoppelt.

Für die Entscheidung zur Übernahme einer Rückzahlungsgarantie fordert der Bund eine umfangreiche Due-Diligence-/Projekt-Prüfung durch den Kreditgeber. Diese Prüfung wird von externen Beratern durchgeführt und umfasst neben der technisch-wirtschaftlichen Prüfung auch die Prüfung der ökologischen und sozialen Belange des Projektes, was auch die Überprüfung der Lieferkette der Rohstoffe miteinschließt.

Die Struktur der Finanzierung durch einen ungebundenen Finanzkredit zeigt die **Abbildung 4** auf der Folgeseite.

<sup>1</sup> Laut der aktualisierten Rohstoffstrategie der Bundesregierung von 2019 soll das Instrument UFK auf die Unternehmensfinanzierung ausgeweitet werden.

# Strategieansätze zur resilienten Rohstoffversorgung

1. **Stärkung der Kreislaufwirtschaft** für wirtschaftsstrategische Rohstoffe,
2. **Diversifizierung der internationalen Rohstoffversorgung** und Durchsetzung **eigener Interessen**,
3. **Erkundung und Nutzung deutscher und europäischer Rohstoffvorkommen**,
4. **Aufklärungsarbeit in der Bevölkerung** zur Verbesserung der öffentlichen Akzeptanz,
5. **Verkürzung der administrativen Prozesslaufzeiten** wie Genehmigungsfristen,
6. **Aufbau von strategischen Reserven** nicht nur für Energie- sondern auch für wirtschaftsstrategischen, kritischen Industrierohstoffen,
7. **Befähigung von Unternehmen** zur eigenverantwortlichen Sicherung ihrer Rohstoffe



# Kreislaufwirtschaft / Circular Economy

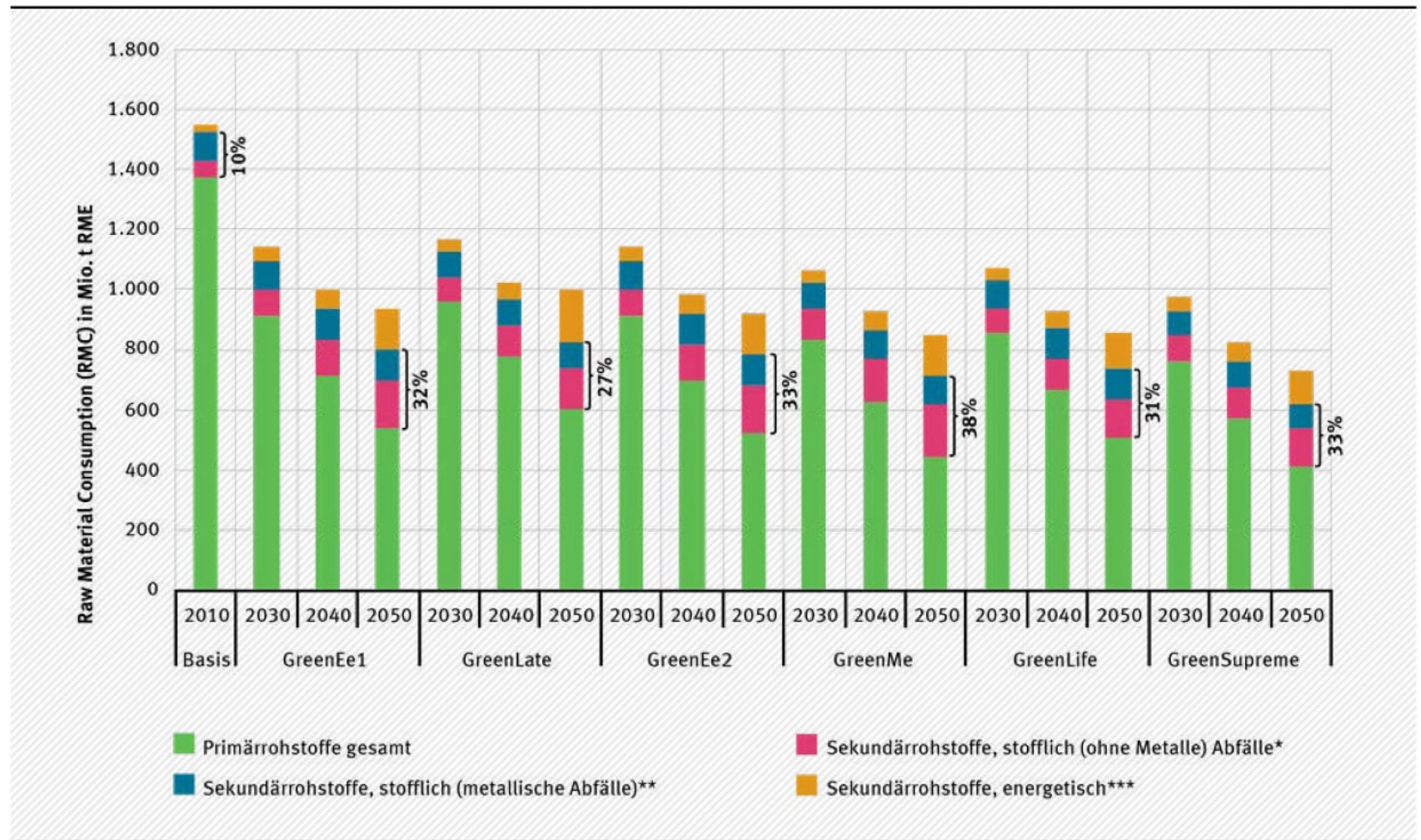




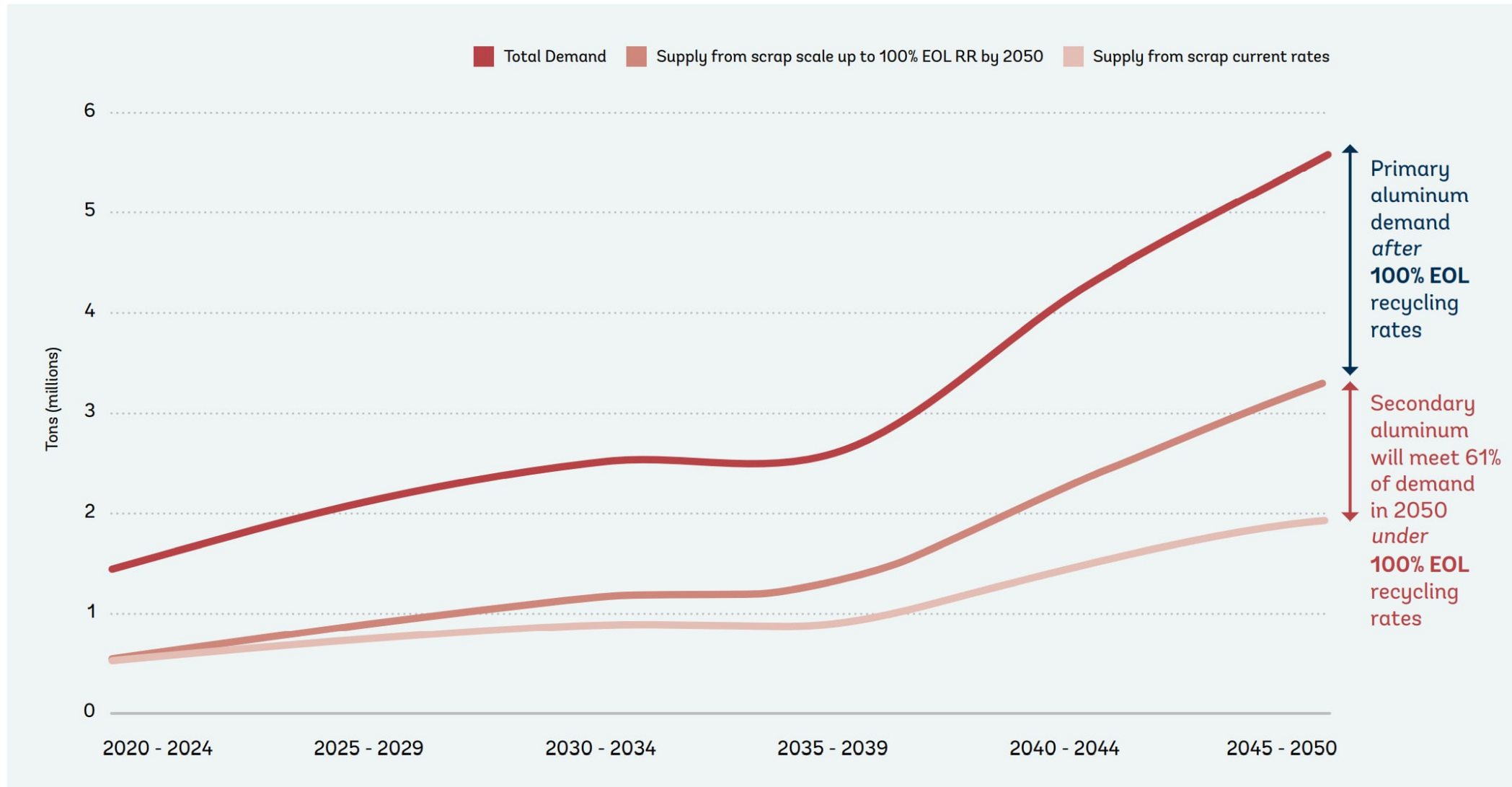
# Ressourcenbedarf und Klimaneutralität



Inländischer Materialkonsum in RME und Anteil an Sekundärmaterialien in den Green-Szenarien



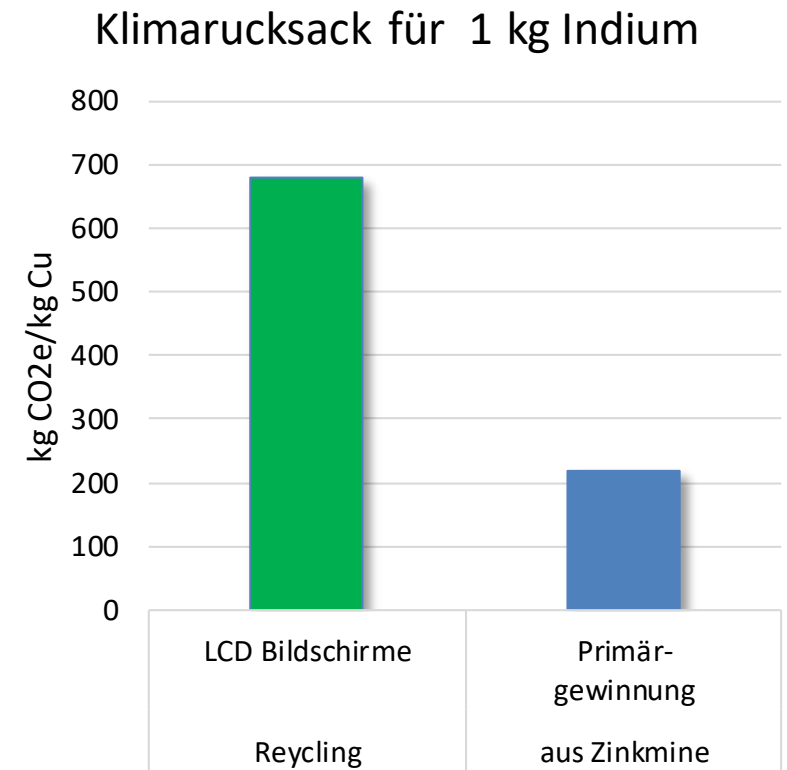
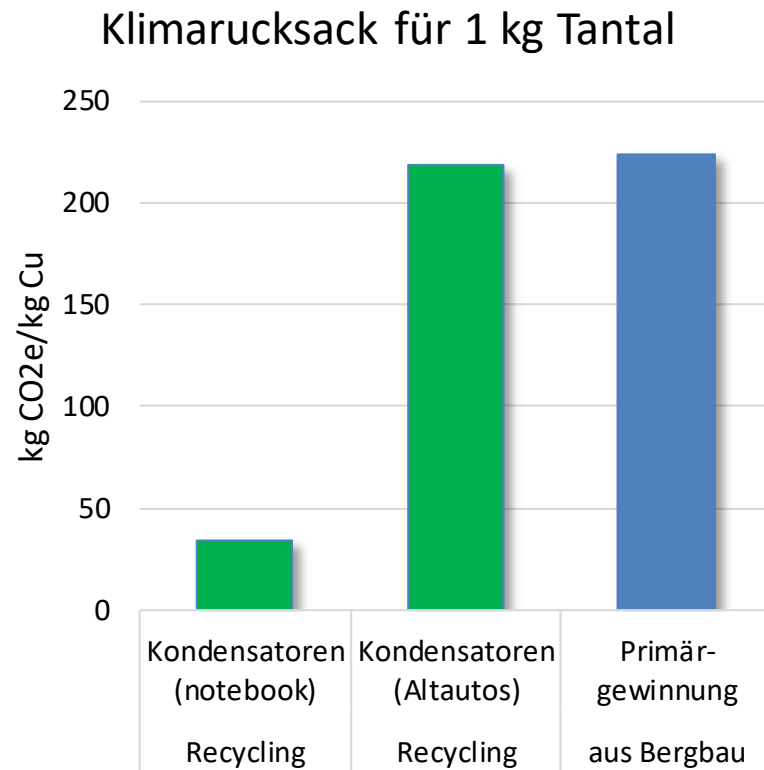
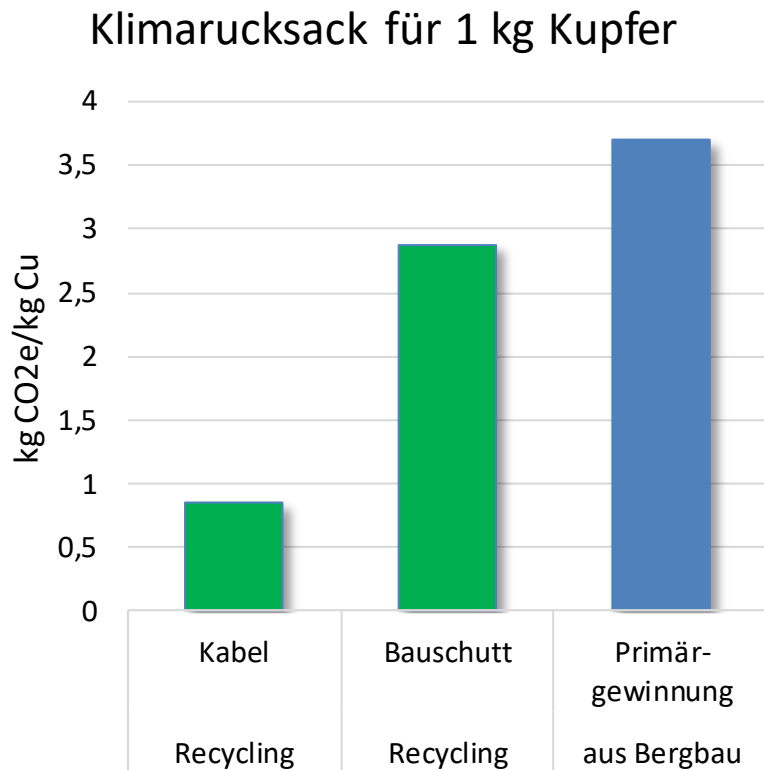
# Ressourcenbedarf und Klimaneutralität



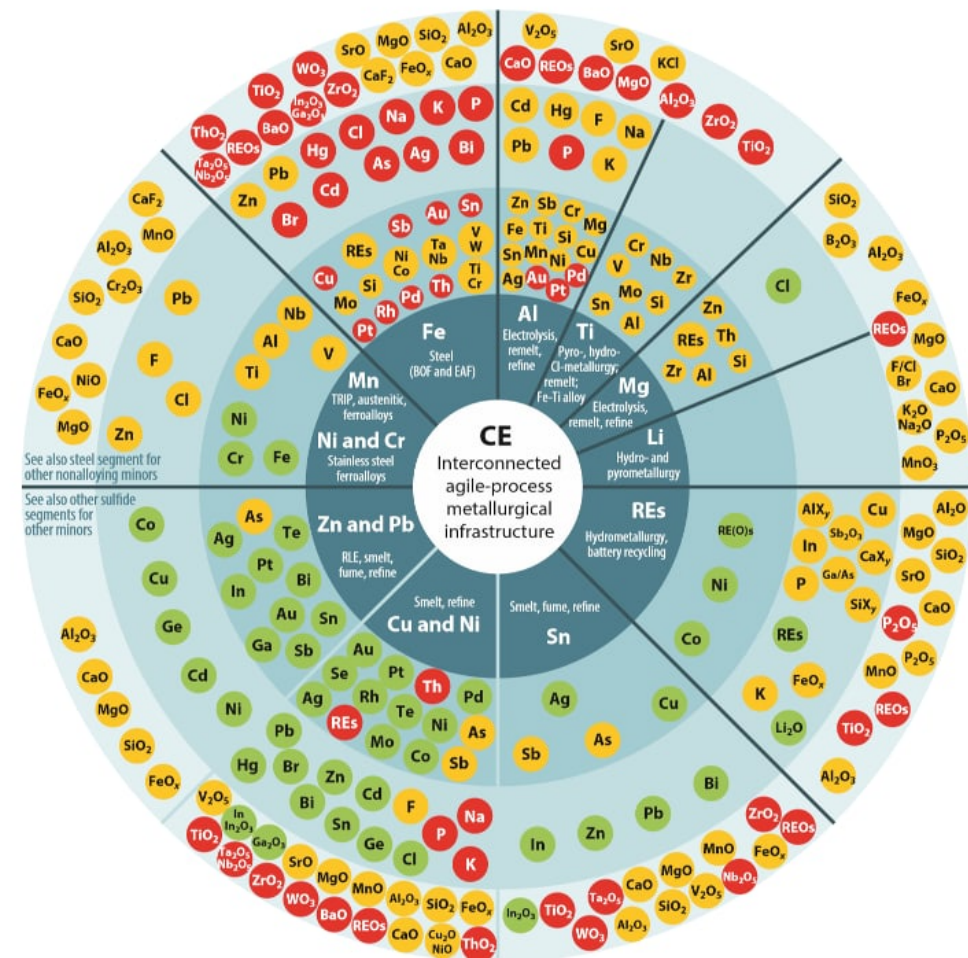
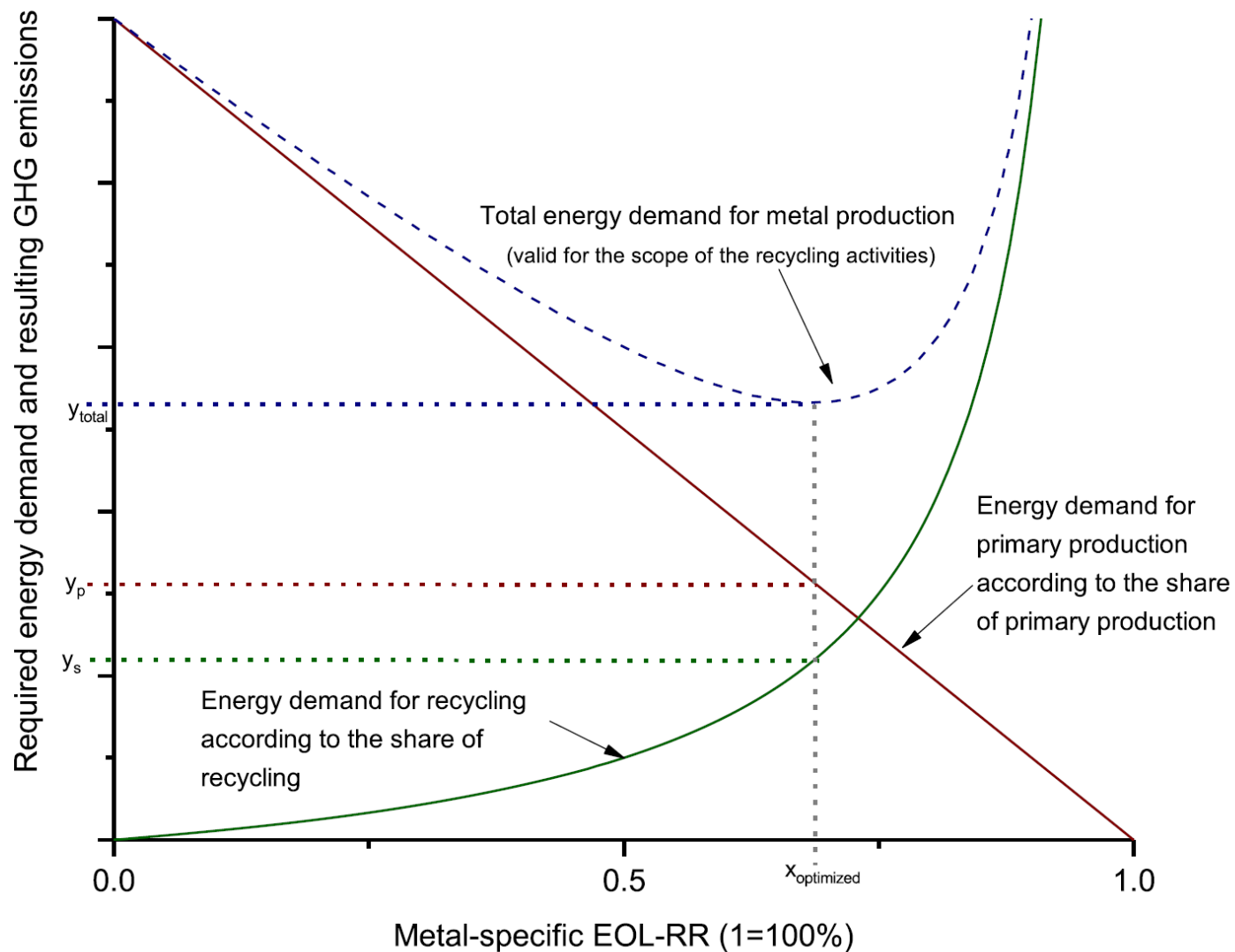
Source: Minerals for Climate Action: The Mineral Intensity of the Clean Energy Transition - © 2020 International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank

# Recycling - die (einzige) Lösung?

## Vergleich der THG-Bilanz von Primärrohstoffgewinnung vs. Sekundärrohstoffkreislaufführung



# Für das Recycling gibt es ein Optimum!

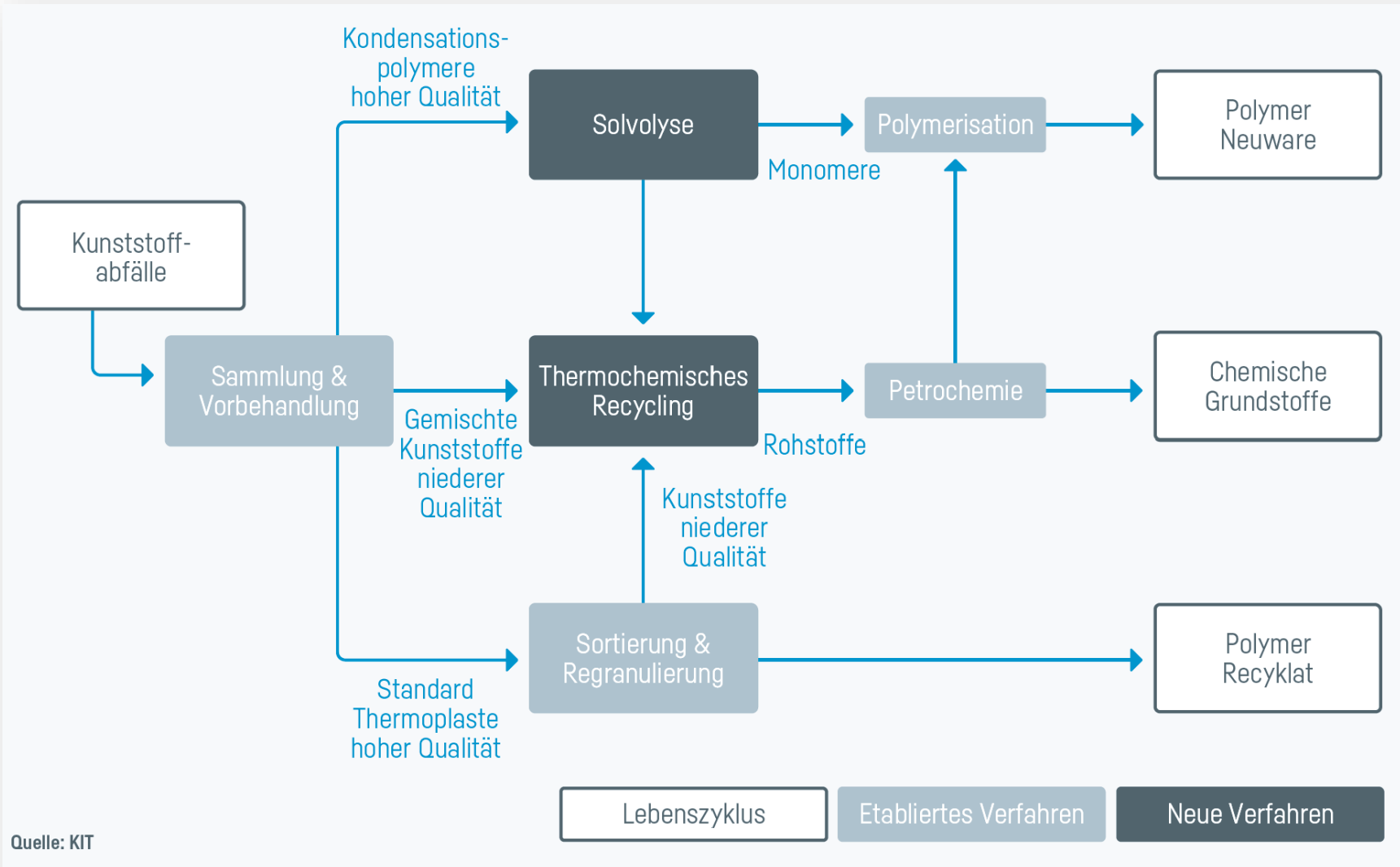


# Klimaneutrale, ressourcenarme Kunststoffstrategie



Quelle: KIT

# Kreislaufwirtschaft von Kunststoffabfällen - Chemisches Recycling



# Kreislaufwirtschaft von Kunststoffabfällen - Chemisches Recycling

- Demonstration der Pyrolisierbarkeit
- Bilanzierung der aktuellen Verwertung (thermisch) und Gegenüberstellung zum chemischen Recycling Kostenabschätzung ( $\text{€} / \text{kg}_{\text{Input}}$ )
- Treibhausgaspotenzial - THG ( $\text{kg CO}_{2\text{eq}} / \text{kg}_{\text{Input}}$ )
- Kumulierter energieaufwand ( $\text{MJ} / \text{kg}_{\text{Input}}$ )
- Kohlenstoffeffizienz (%)



<https://www.audi-mediacycenter.com/de/audimediav/video/pilotprojekt-recyclingmethode-fuer-automobile-kunststoffe-5329>

Audi MediaCenter

Modelle Unternehmen Technik Sport Kultur Trends Tradition Services Audi MediaTV

Start Audi MediaTV Pilotprojekt - Recyclingmethode für automobile Kunststoffe

Audi MediaTV

HOMOGENEOUS PLASTICS CAN BE RECYCLED MECHANICALLY. MIXED PLASTIC IS A CHALLENGE.

Audi MediaTV

23.11.20 | Unternehmen

**Pilotprojekt – Recyclingmethode für automobile Kunststoffe**

Das Pilotprojekt „Chemisches Recycling von Kunststoffen aus dem Automobilbau“ zielt darauf, intelligente Kreisläufe für Kunststoffe zu schaffen sowie diese Methode als Ergänzung für mechanisches Recycling und anstelle energetischer Verwertung zu etablieren.

Laufzeit: 1:22 min | ID: 79596ds | Tags: Nachhaltigkeit Umwelt

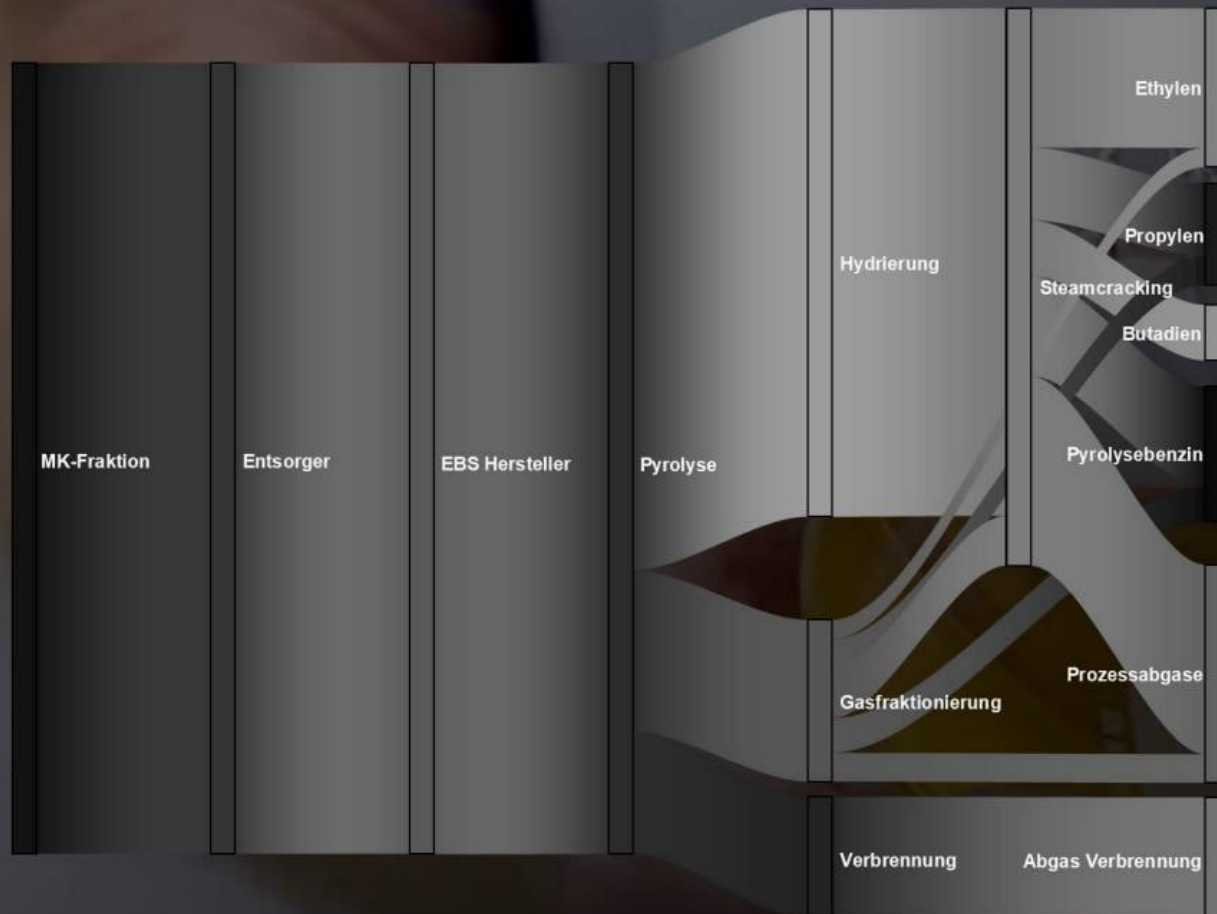
Download Shopping Cart Previous Next Share

Pilotprojekt – Recyclingmethode für automobile Kunststoffe | Video | Audi MediaTV  
([audi-mediacycenter.com](https://www.audi-mediacycenter.com))

# Pilotprojekt: THINKTANK Industrielle Ressourcenstrategien

Abschlussergebnis: Technische Machbarkeit

- › aus dem Mischkunststoffabfall können etwa 50% Sekundärrohstoffe zurückgewonnen werden
- › dies entspricht mehr als der Hälfte des ursprünglichen Kohlenstoffs



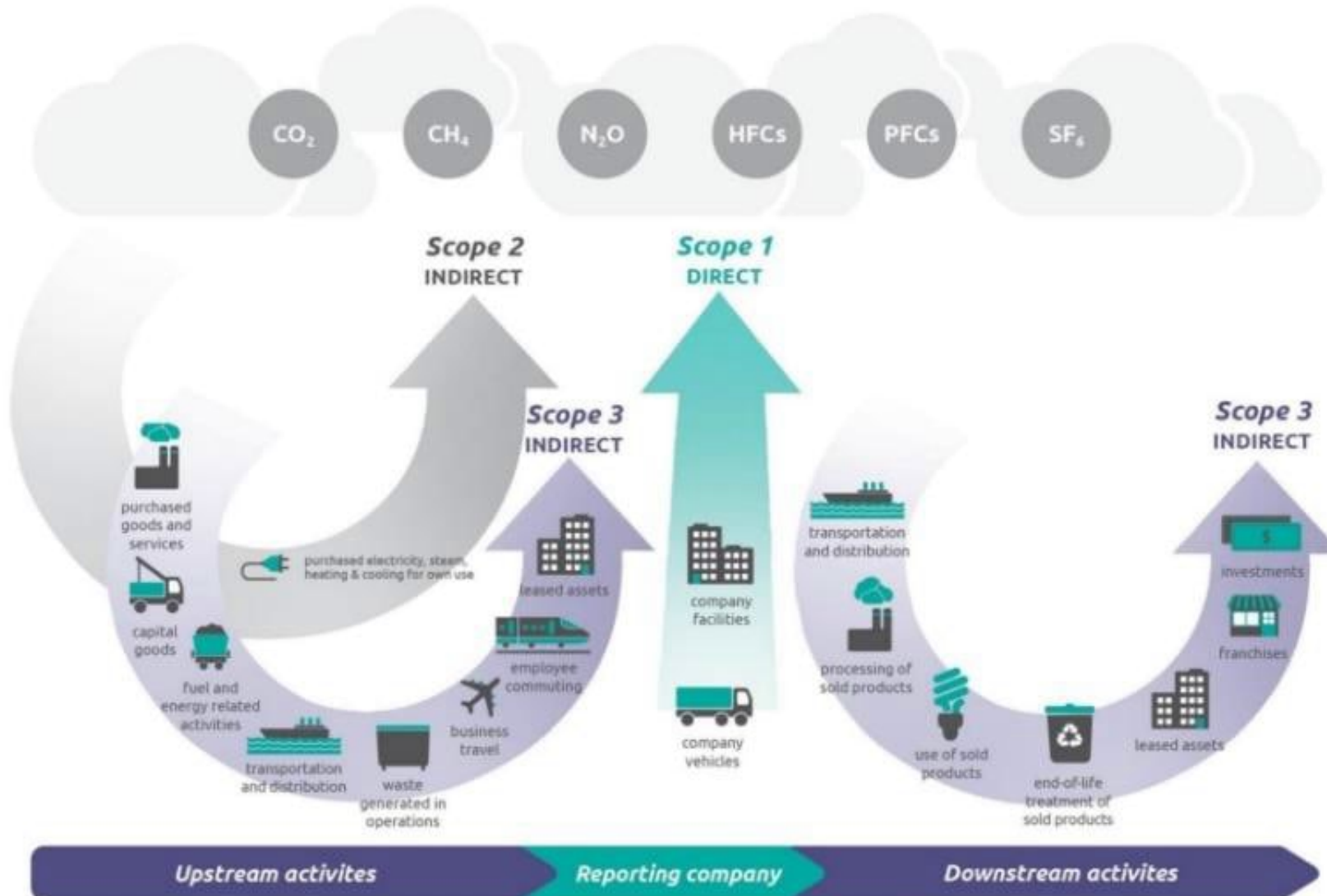


# Klimaschutz

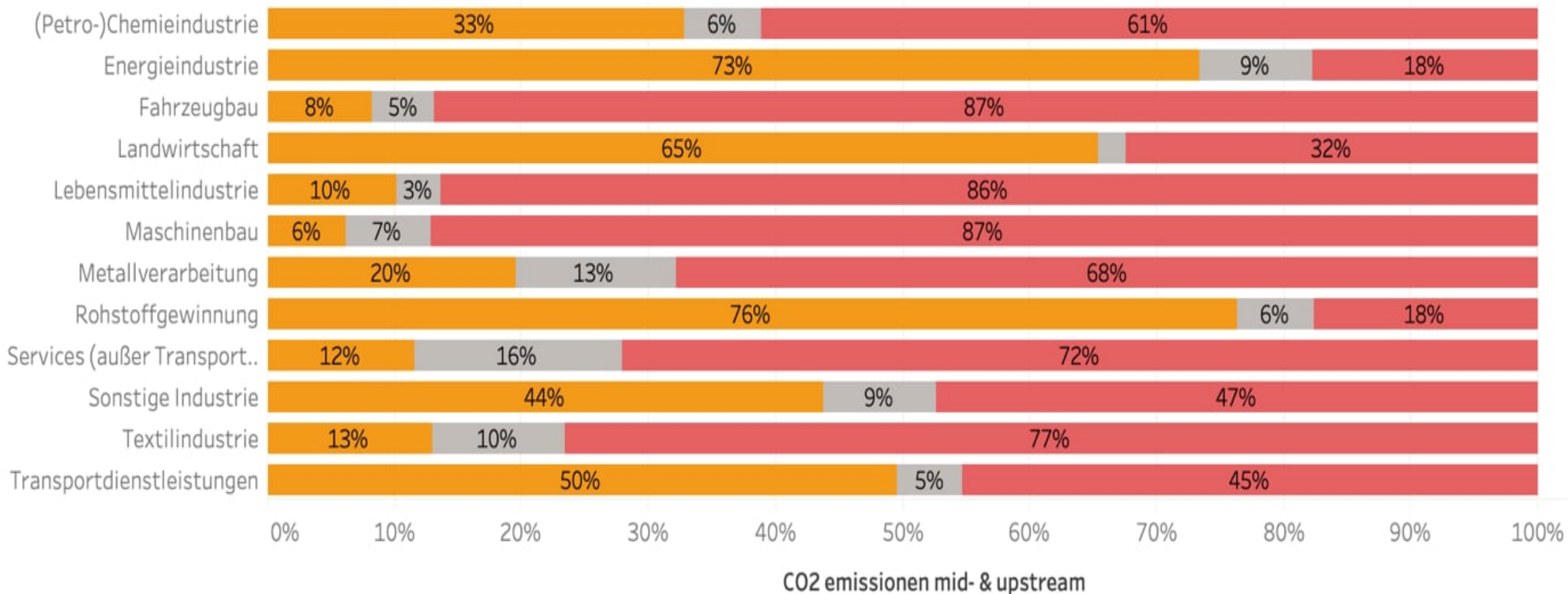


# Scope 3 – THG-Bilanz der Lieferkette

Figure [1.1] Overview of GHG Protocol scopes and emissions across the value chain



# Scope 3 – THG-Bilanz der Lieferkette



Scope

■ scope 1

■ scope 2

■ scope 3 upstre..

scope<sup>3</sup> analyzer

[DE](#) | [EN](#)

  
**THINKTANK**  
INDUSTRIELLE  
RESSOURCEN-  
STRATEGIEN

 systain

**INEC**   
INSTITUTE FOR  
INDUSTRIAL ECOLOGY  
PFORZHEIM

**ctrls**

# Kennen Sie Ihren Corporate Carbon Footprint?

scope3analyzer - Berechnen Sie Ihren Corporate Carbon Footprint

Starten Sie jetzt Ihre Analyse

# Mit dem scope<sup>3</sup> analyzer ermitteln Sie die wesentlichen Emissionstreiber Ihres Unternehmens

Die Berechnung eines Corporate Carbon Footprints ist nicht trivial. Insbesondere die Lieferkette (Scope 3) wird häufig nicht in die Berechnung mit eingebunden, da die Kalkulation besonders kompliziert erscheint. In den meisten Fällen ist die Lieferkette jedoch der Haupttreiber der betrieblichen Emissionen.

Mit dem Scope3Analyzer steht Ihnen ein kostenfreies Tool zur Verfügung, mit dem Sie Ihre Emissionen effizient, pragmatisch und dennoch belastbar ermitteln können - entlang der gesamten Wertschöpfungskette:



## Scope 1

Emissionen, die durch die eigene Tätigkeit entstehen, z. B. Verbrennungs- oder Prozessemissionen



## Scope 2

Emissionen aus dem eigenen Energiebezug, z. B. Strom, Dampf, Wärme oder Kühlung



## Scope 3 upstream

Alle vorgelagerten Emissionen Ihrer Lieferkette (Lieferanten in Tier 1-n)

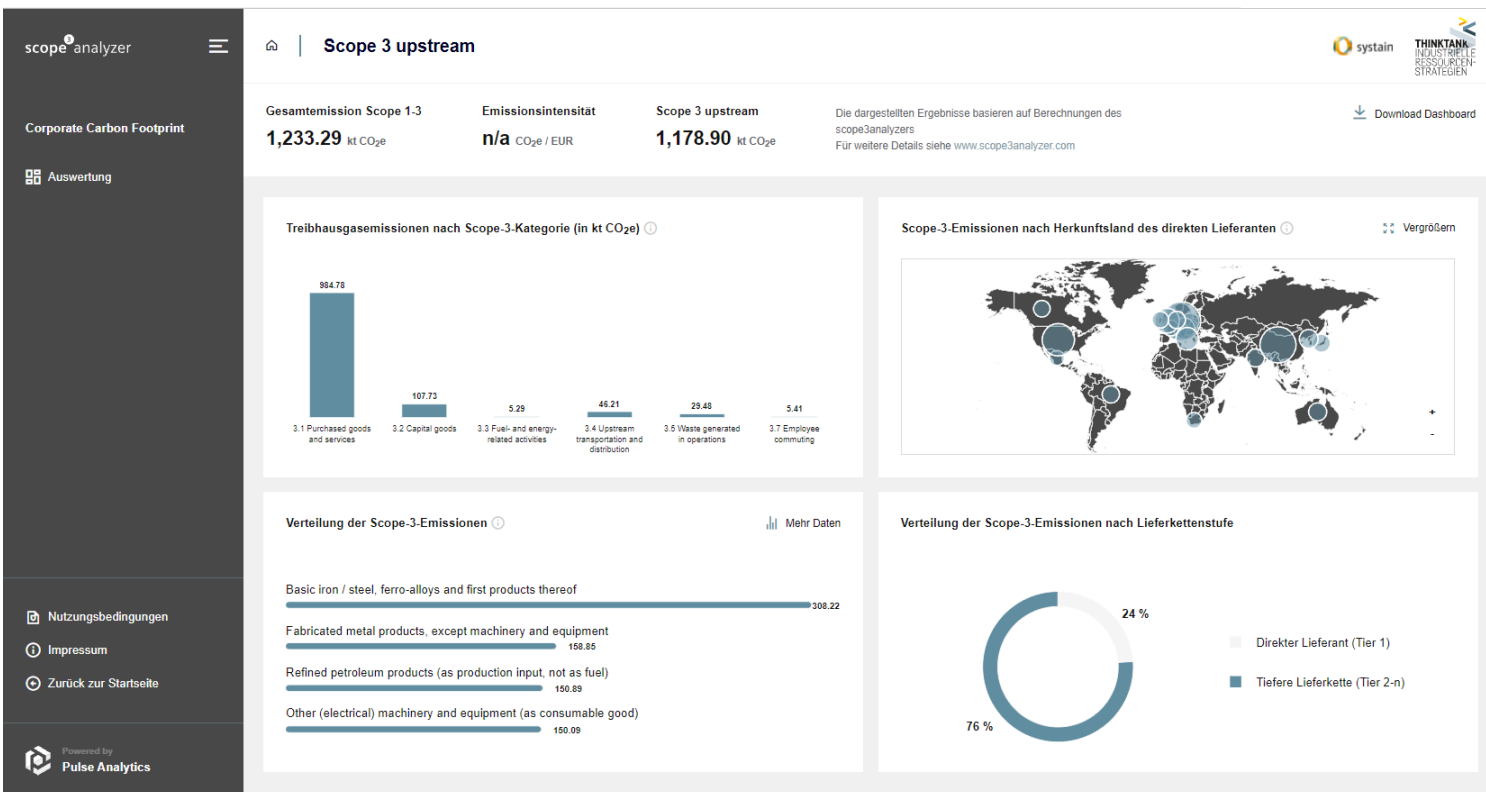
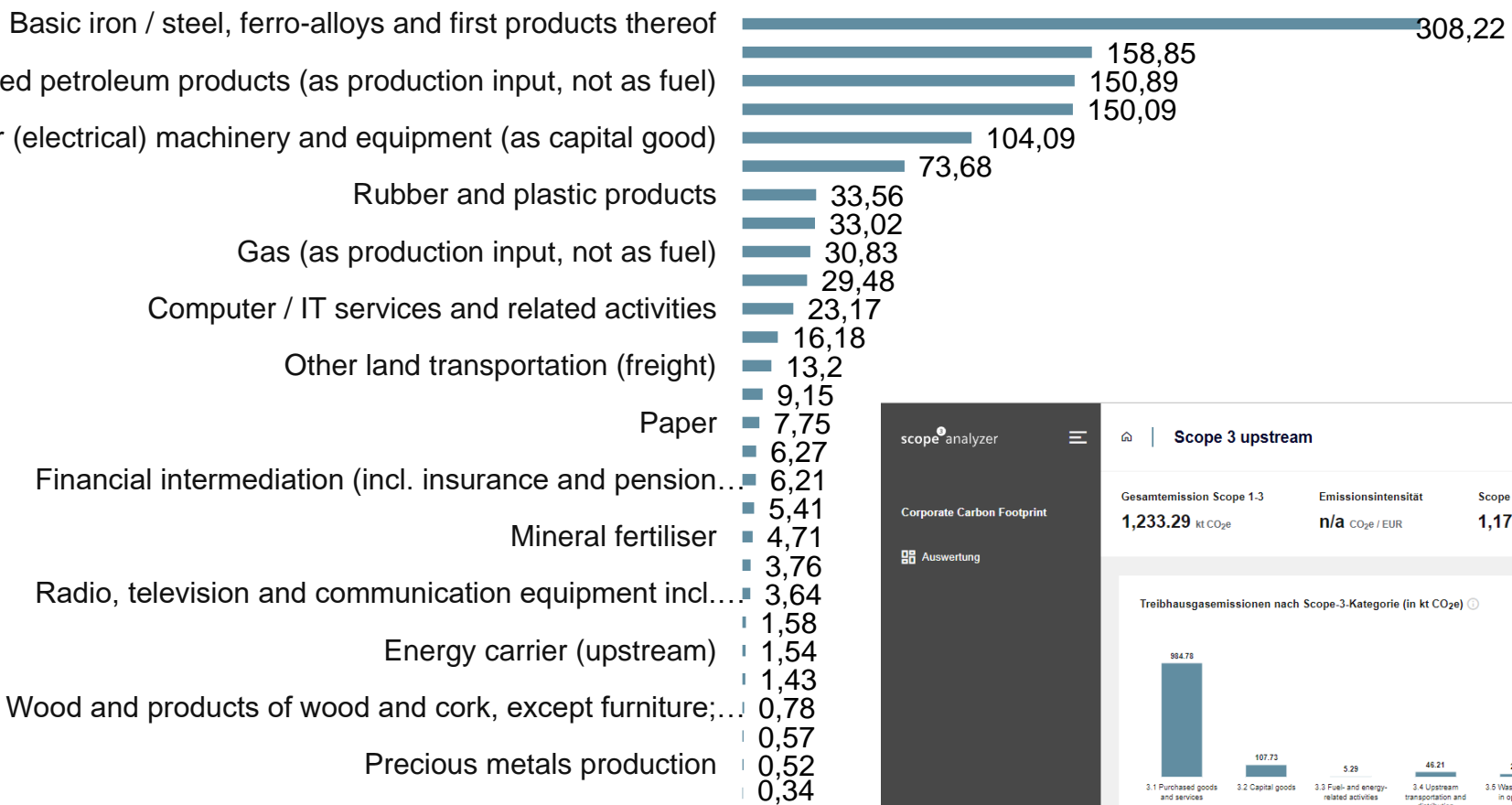


Nicht abgedeckt

## Scope 3 downstream

Nachgelagerte Emissionen, insbesondere während der Nutzung Ihrer Produkte (nicht abgedeckt, da sehr unternehmensindividuell zu berechnen)

# Scope 3 – THG-Bilanz der Lieferkette



# Öffentlichkeitsarbeit

[www.thinktank-irs.de](http://www.thinktank-irs.de)



23.11.2020

KIT und Audi arbeiten an Recycling-Methode für automobile Kunststoffe



Pressemitteilung des KIT und von AUDI – Projekt chemisches Recycling von Automobilkunststoffen:

[Download](#)



08.10.2020

KONGRESS BW 2020, Forum 8: „Resiliente Rohstoffversorgung und Wertschöpfungsketten für die Industrie“





**THINKTANK**  
INDUSTRIELLE  
RESSOURCEN-  
STRATEGIEN

Vielen Dank!

THINKTANK  
Industrielle Ressourcenstrategien

Geschäftsführer Dr. Christian Kühne

T +49 15735711946

E [christian.kuehne@thinktank-irs.de](mailto:christian.kuehne@thinktank-irs.de)

[www.thinktank-irs.de](http://www.thinktank-irs.de)

