

Kritische Rohstoffe für Grüne Technologien

Dr. Holger Paulick
Geologische Bundesanstalt
Fachabteilungsleitung Rohstoffgeologie




European Raw Materials Alliance; <https://erma.eu>



Kritische Rohstoffe für Grüne Technologien

Vortragsgliederung

- Was sind kritische Rohstoffe?
 - „green economy transition“ in Europa
 - Welche mineralischen Rohstoffe werden benötigt und in welchen Mengen?
 - Herausforderungen an Rohstoffgeolog/inn/en
- 

„Kritische Rohstoffe“:

2 Kriterien müssen quantifiziert werden:

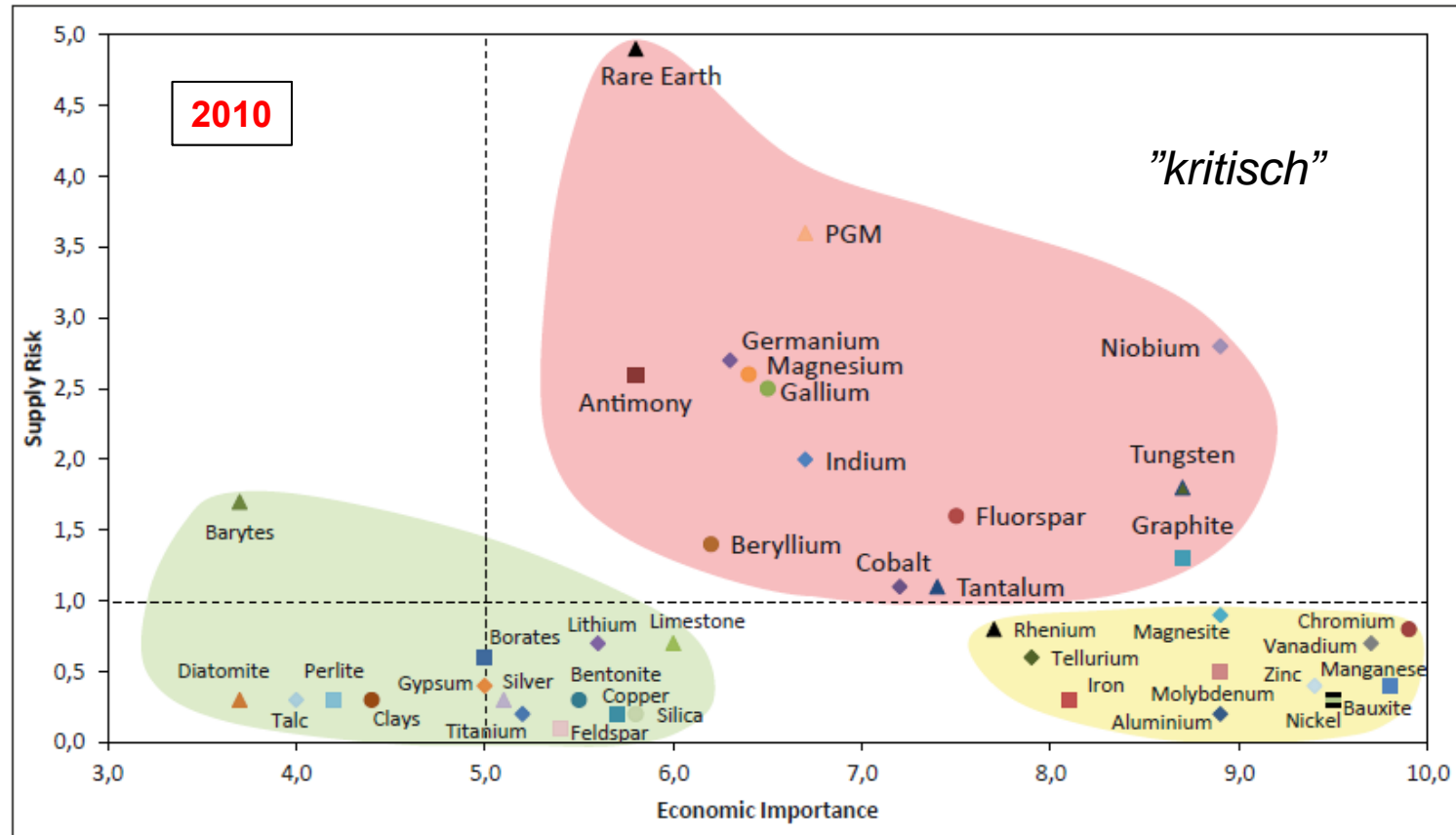
- Versorgungsrisiken
- wirtschaftliche Bedeutung

Für die EU wird seit 2010 alle 3 Jahre eine Untersuchung durchgeführt und eine „list of critical raw materials“ erstellt.



EU "kritische" Rohstoffe - 2010

Versorgungs-
unsicherheit



wirtschaftliche Bedeutung

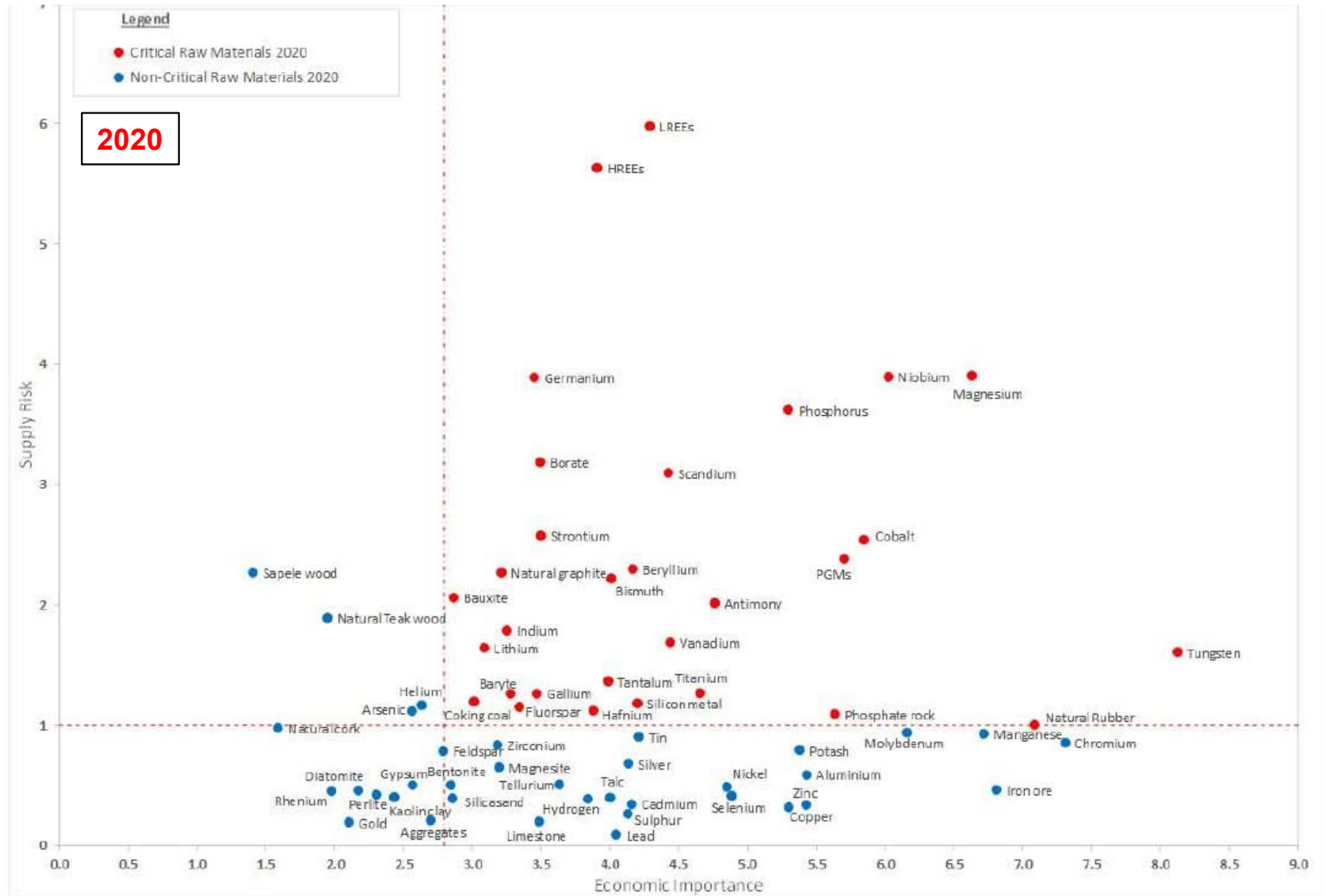
WEBER, L. (Hrsg.) (2012): Der Österreichische Rohstoffplan.

Darstellung der Supply Risk Indices und Economic Importance Indices der mineralischen Rohstoffe.

Die von der EU als kritisch eingestuft mineralischen Rohstoffe kommen im rechten oberen Bereich zu liegen. (verändert nach: EUROPEAN COMMISSION – ENTERPRISE AND INDUSTRY, 2010c, Fig. 8)



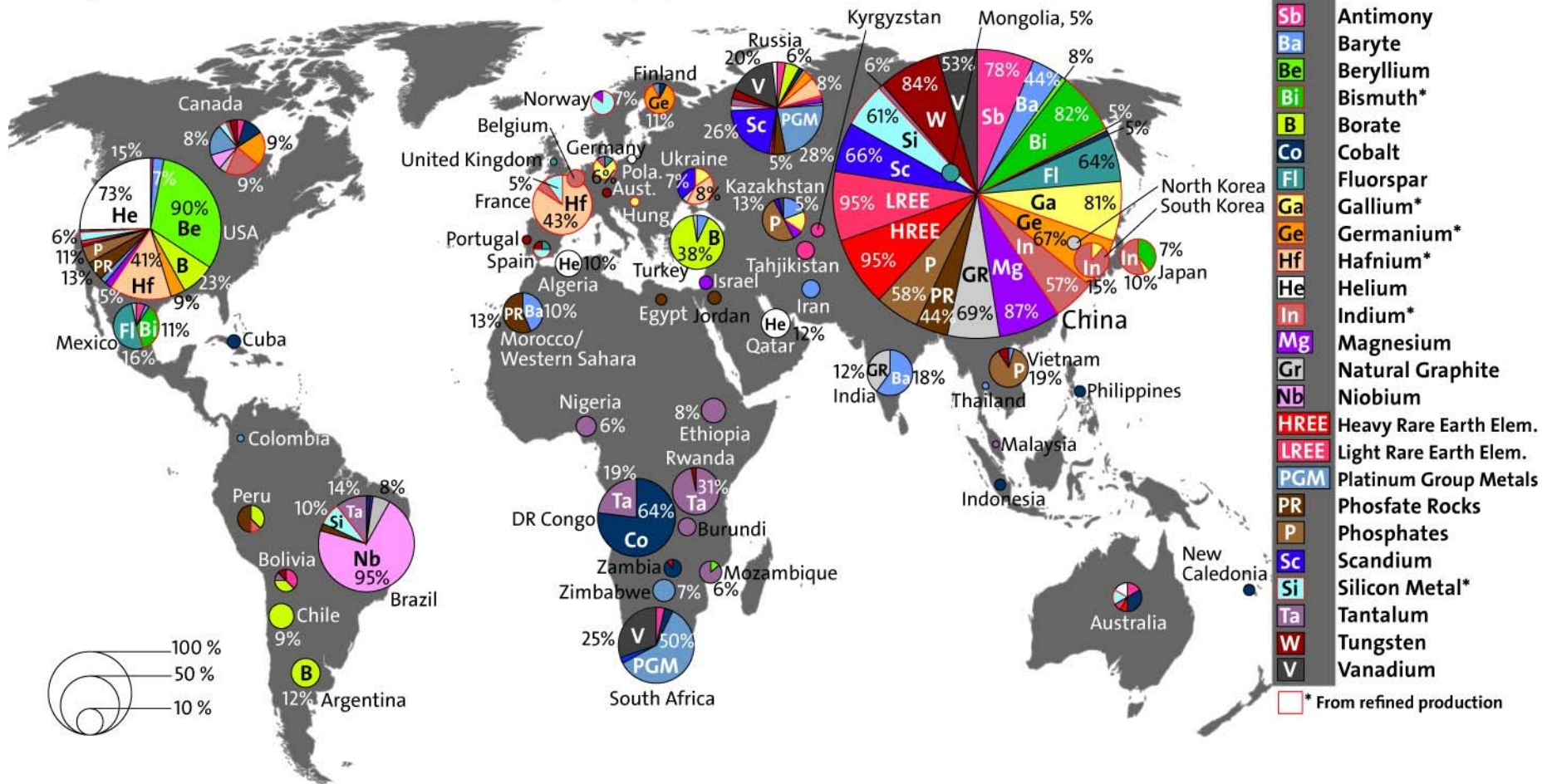
EU "kritische" Rohstoffe - 2020



Global Supply of EU Critical Minerals and Metals

The pie charts show the percent distribution of the production of critical metals and minerals. In total, it is 100% for each raw material. The area of the pies are proportional. SGU 2017.

Sources: USGS,
European Commission,
SGU



„Grüne Technologien“

- Grundlage für erfolgreiche Klimapolitik („2 Grad Ziel“)
- Herausforderung: Reduktion der anthropogenen Treibhausgasemissionen bei gleichem /weiter steigendem globalen Lebensstandard
- Erforderlich: Veränderung in Energieversorgung, Industrie, Mobilität, „Lebensstil“
- Welche mineralischen Rohstoffe werden hierfür benötigt und in welchen Mengen? Wie sieht es mit der Versorgungssicherheit aus?

In diesem Vortrag: Windenergie, Solarzellen (Photovoltaik), e-Mobilität (Lithium-Ionenakkus)

(andere interessante Aspekte in diesem Zusammenhang sind z.B. CO₂ Reduktion in industriellen Prozessen wie der Stahlproduktion oder Baumaterialerzeugung, geogene CO₂ Speicherung, Wasserstofftechnologien usw.)

Der Übergang von „brown economy to green economy“

Brown Economy

Fossil Fuels for combustion engines, generators and power stations: oil, gas, coal

Energy Transition

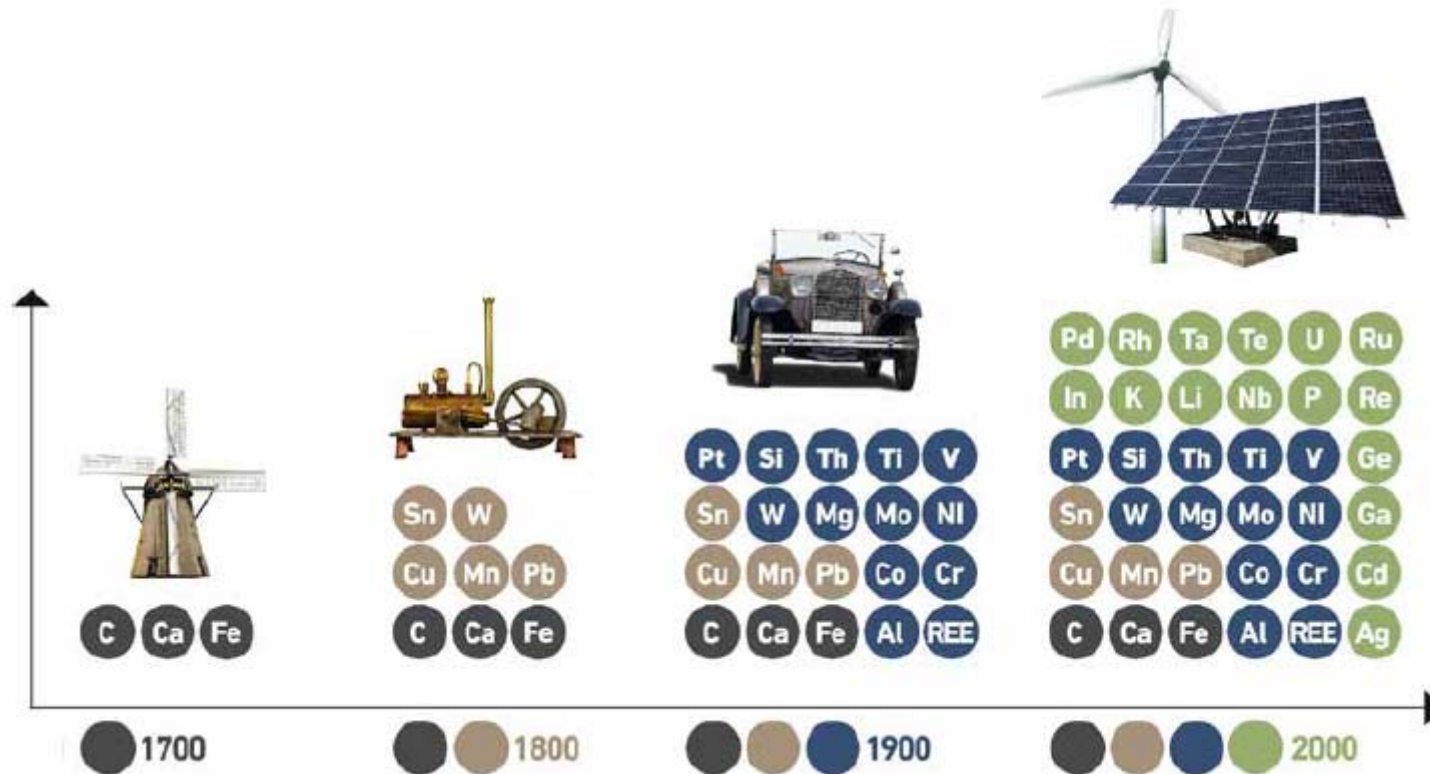
Green Economy

Functional Materials in e-motors, energy storage, energy conversion containing, for example, Co, Li, Pt, REE, Ge, Ga, Si, V



Fundamental shift in the resource basis of a society

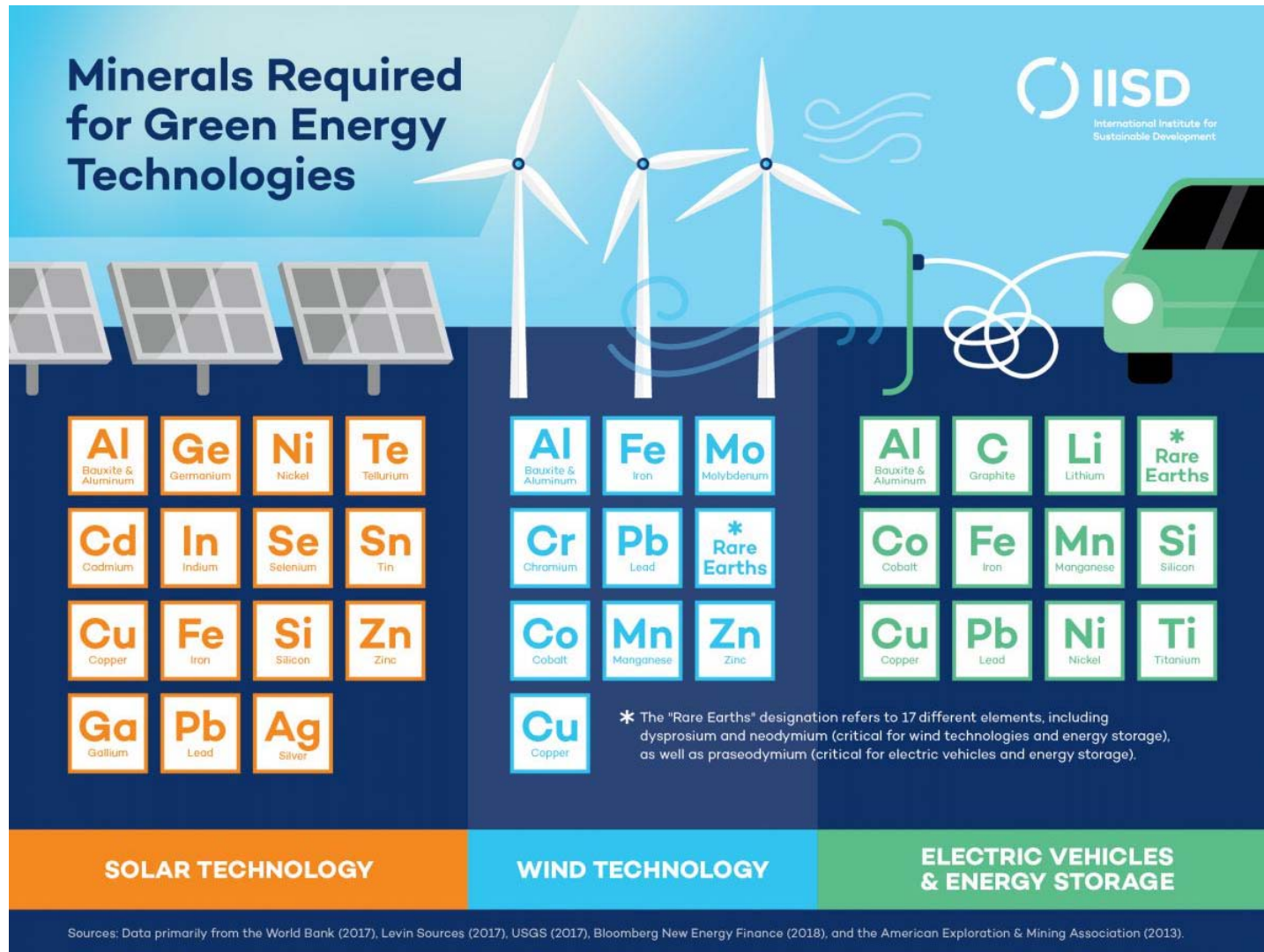
Die Komplexität des Rohstoffbedarfs für technische Anwendungen ist in den letzten 300 Jahren stark gestiegen



=> Umstellung auf „grüne Technologie“ verändert das Spektrum der Nachfrage

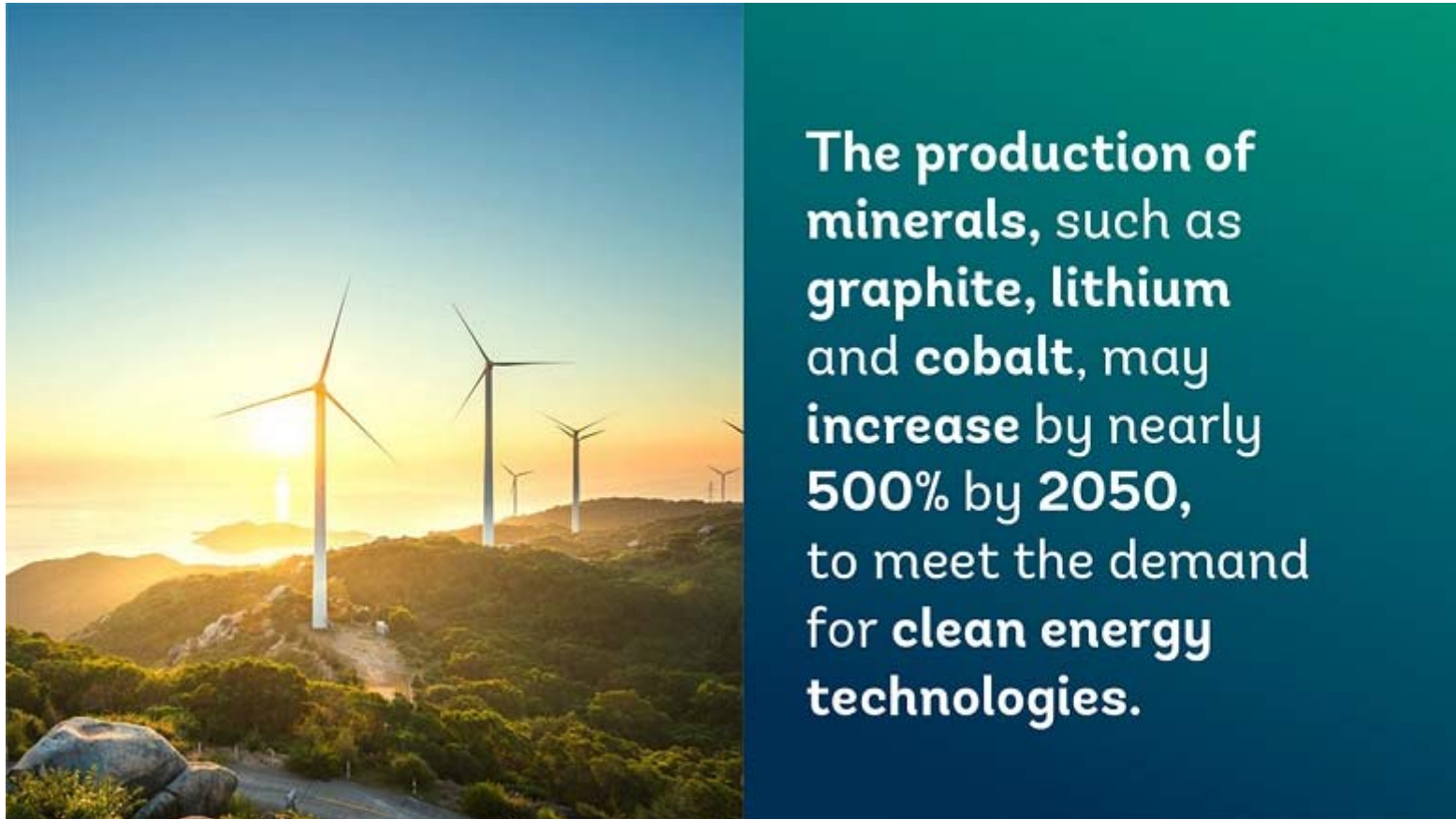


Welche mineralischen Rohstoffe werden für grüne Technologien gebraucht?



international institute for sustainable development

... und wieviel davon?



Minerals for Climate Action: The Mineral Intensity of the Clean Energy Transition; World Bank, 2020

www.worldbank.org

Wie kann man die Größenordnung des Bedarfs abschätzen?

On EU and global scales there are plans to move towards renewable sources and green energy.



4 factors assessed in high, medium and low demand scenarios



European Commission

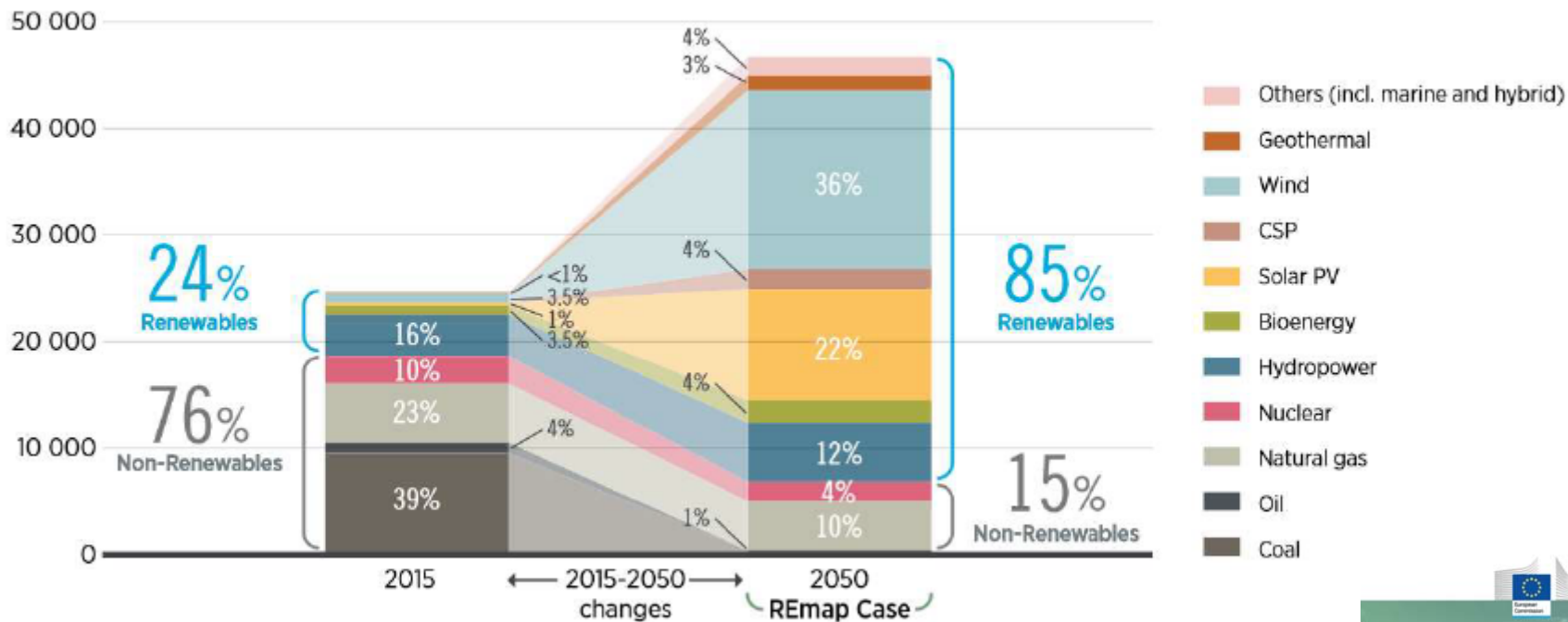
Raw materials demand for wind and solar PV technologies in the transition towards a decarbonised energy system

Carrara, S., Alves Dias, P., Piazzotta, B., Pavel, C.

EUR 30095 EN

Scenario für 2 Grad Ziel: Änderung der globalen Stromerzeugung

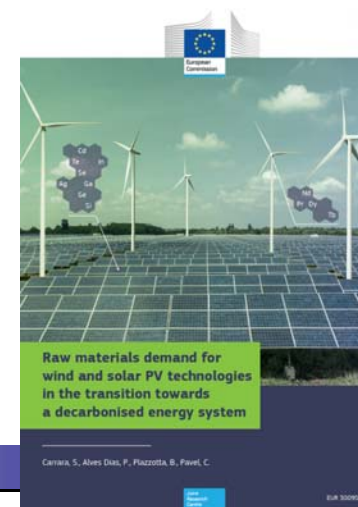
Electricity generation (TWh/yr)



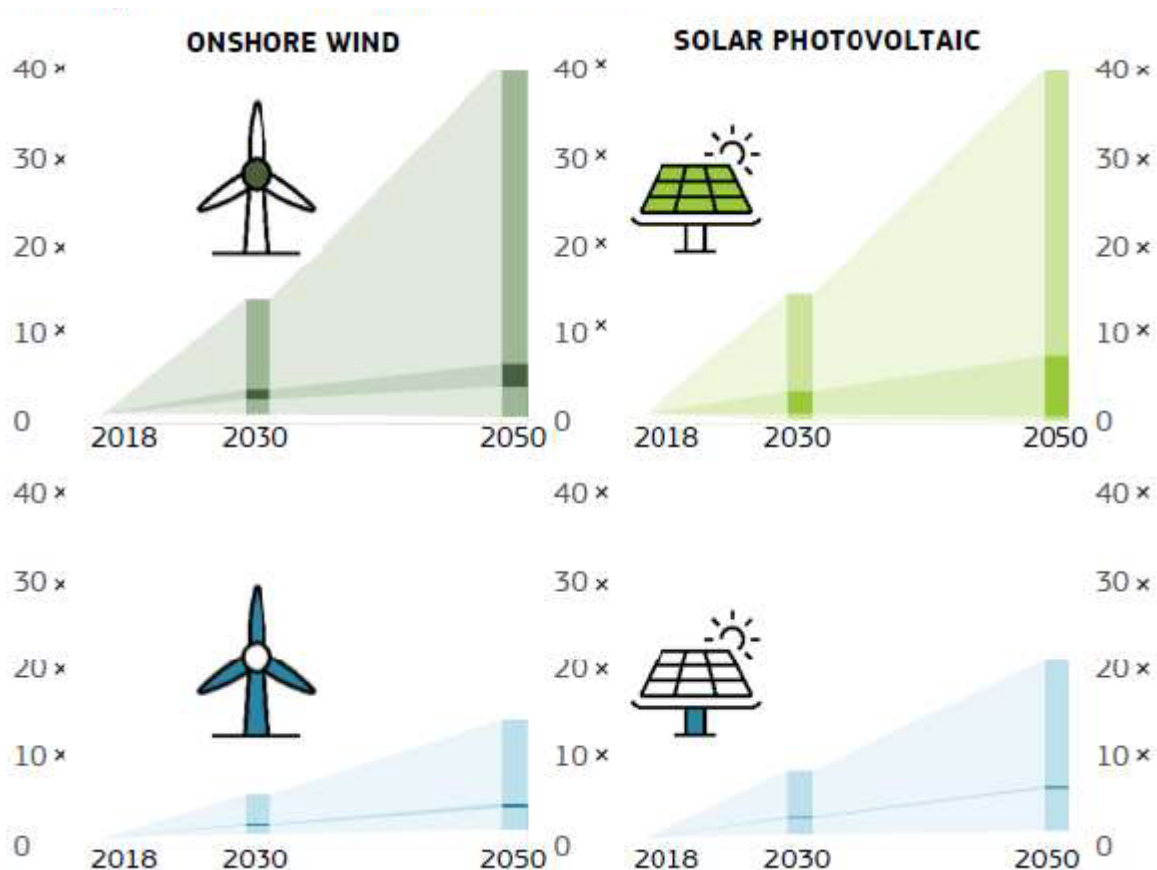
Source: IRENA (2018).

Abbreviation: CSP = Concentrated Solar Power.

IRENA: International Renewable Energy Agency; Remap: Renewable Energy Roadmap



Auf der „2 Grad“ Grundlage können Bedarfsabschätzungen berechnet werden

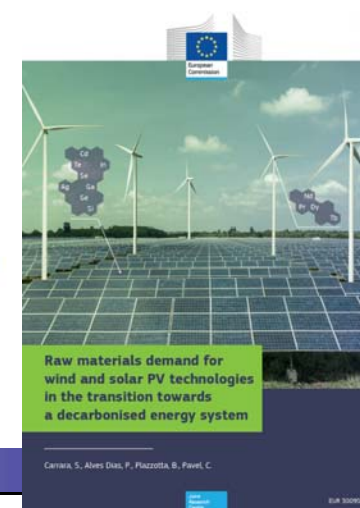


technology-specific materials such as rare-earth elements and minor metals

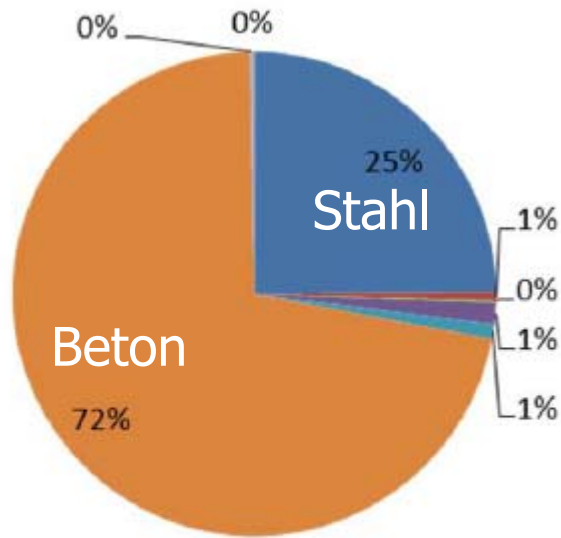
structural materials – concrete, steel, plastic, glass, aluminium, chromium, copper, iron, manganese, molybdenum, nickel and zinc

Raw materials demand forecast for structural and technology-specific materials for offshore wind, onshore wind and solar photovoltaic (relative to 2018)

Materials have been grouped according to the technology (offshore wind, onshore wind, solar) and whether they are **structural** or **technology-specific**. The darker area of each vertical bar represents the demand range in a medium demand scenario. The lighter area represents the demand variability considering low demand and high demand scenarios.



Beispiel: onshore wind



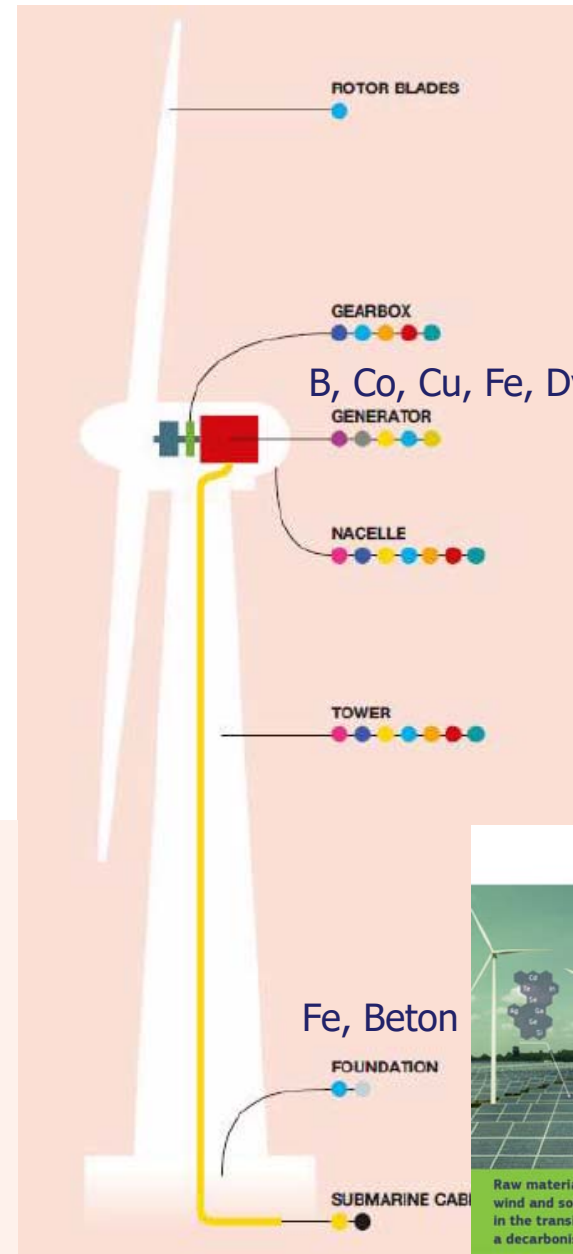
100 MW power plant of
29 V136-3.45MW turbines
Mass = 75 236 t

= 54 000 t Beton!

= 18 750 t Stahl!

=> Regionale Produktion
von Baurohstoffen **WICHTIG**
für „green economy“.

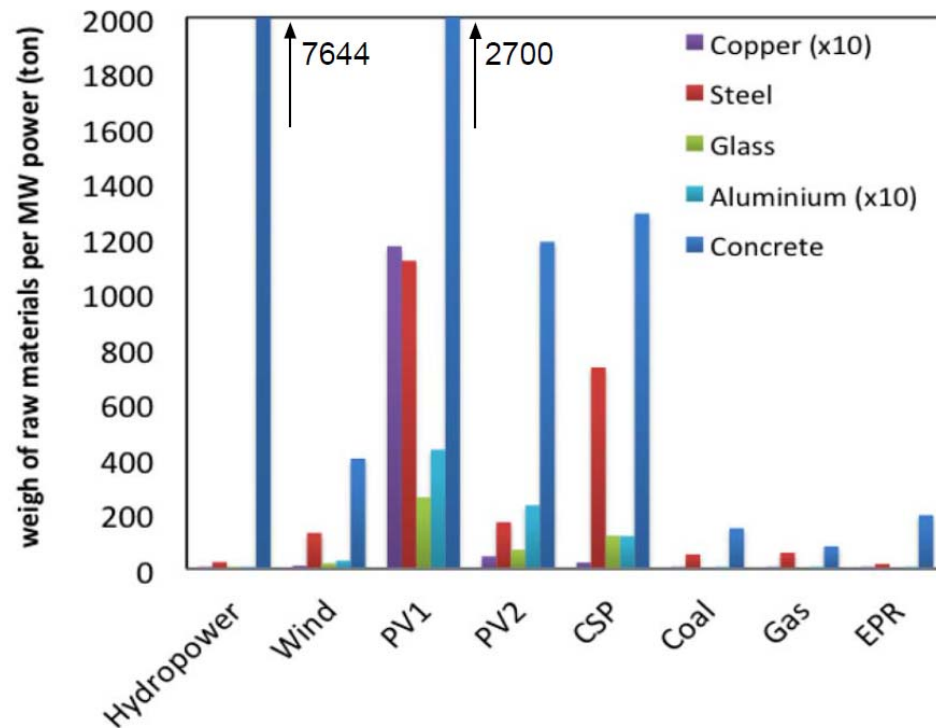
Dy, Nd, Pr, Tb in Permanentmagneten



B, Co, Cu, Fe, Dy, Nd, Pr, Tb



Bedarf an konventionellen Rohstoffen per 1 MW:



Supplementary figure 11 Quantities of concrete, iron, aluminium, copper and glass used to produce 1 MW of installed power by various sources of electricity. Renewable energy resources use far more minerals and metals than conventional sources, such as fossil fuels and nuclear energy. PV: photovoltaic, CSP: concentrated solar power, EPR: evolutionary pressurised nuclear reactor. (Source data from references 15-24).

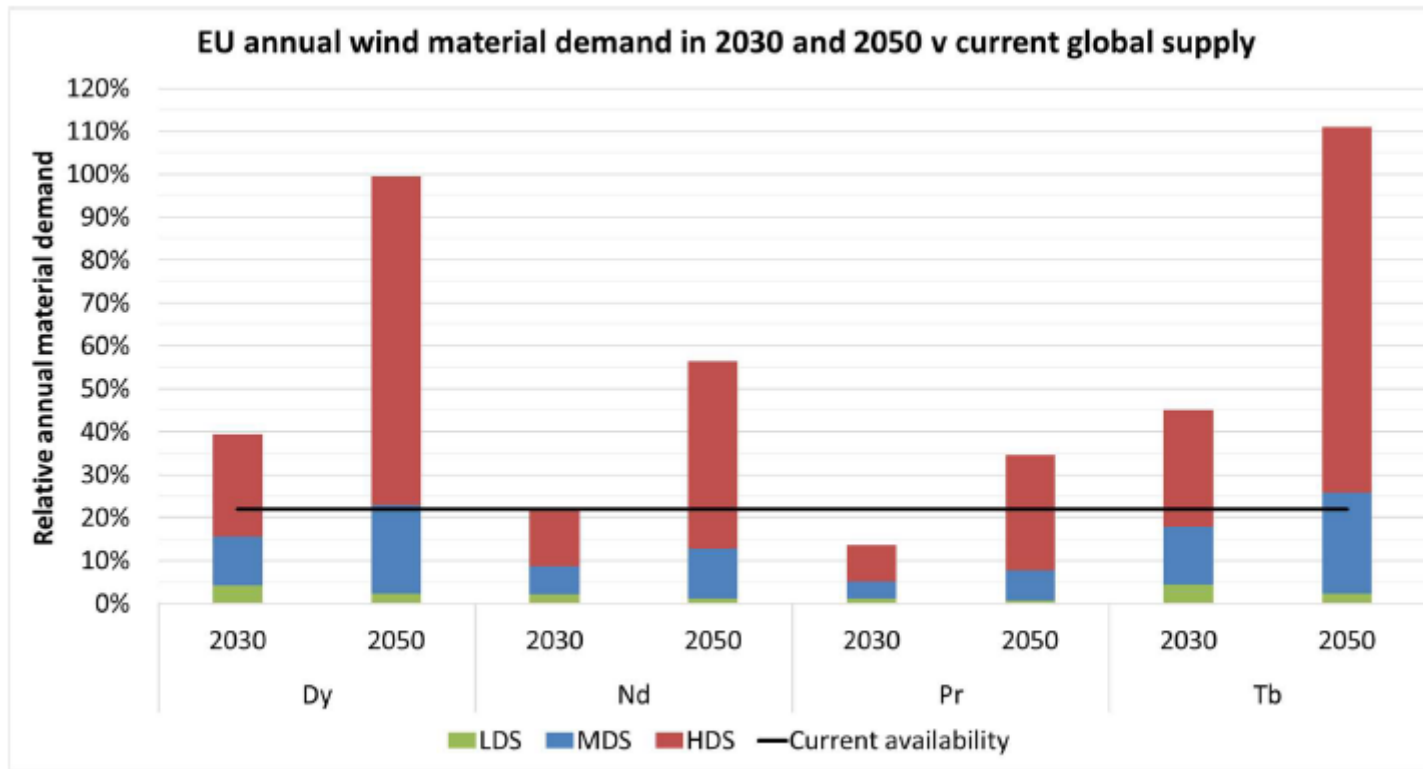
Metals for a low-carbon society

Olivier Vidal, Bruno Goffé and Nicholas Arndt

Nature geoscience, 2013

EU Bedarf an REE (Dy, Nd, Pr, Tb) für Stromerzeugung aus Windenergie (2030, 2050)

Figure 16. EU wind demand-to-global supply ratio for 2030 and 2050 – levels of demand close to current availability



Source: JRC analysis.

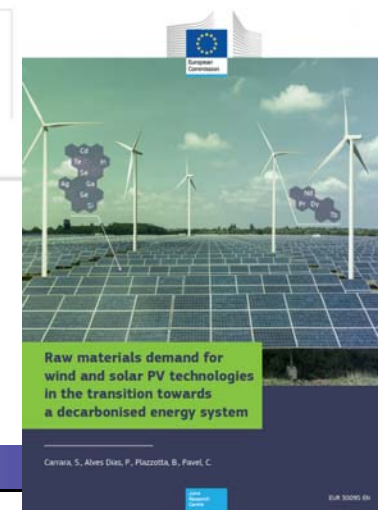
1 200 t

22 000 t

5 600 t

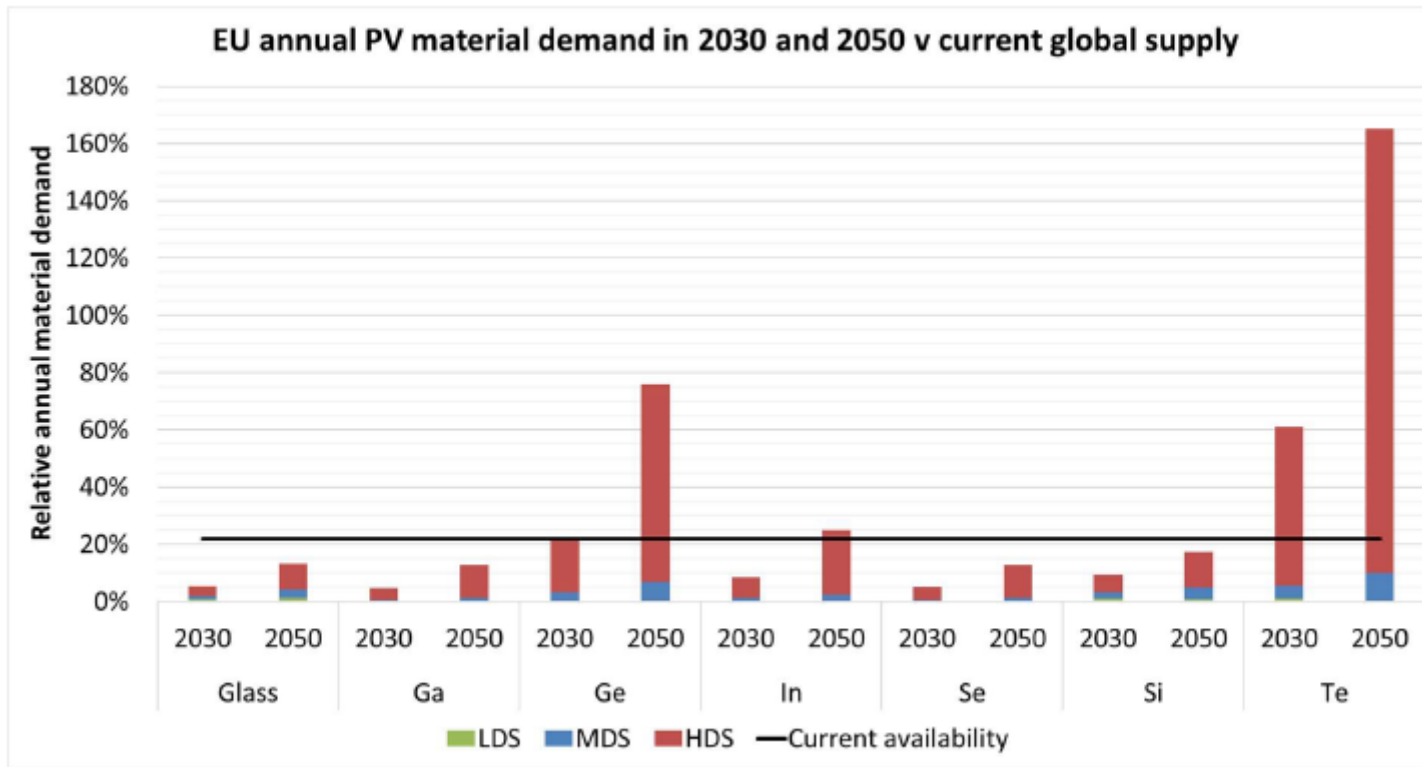
240 t

REE Jahresproduktion c. 120 000 t



EU Bedarf an Sondermetallen für Stromerzeugung aus Photovoltaik (2030, 2050)

Figure 31. EU PV demand-to-global supply ratio in 2030 and 2050 – levels of demand close to current availability



Source: JRC analysis.

320 t

130 t

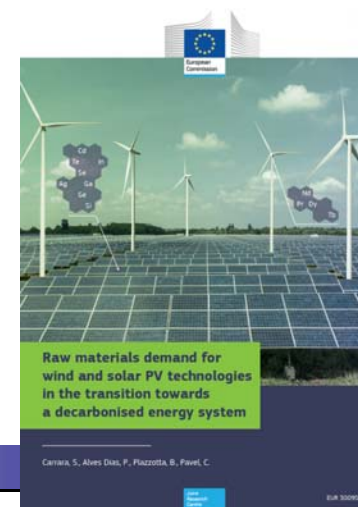
760 t

2 800 t

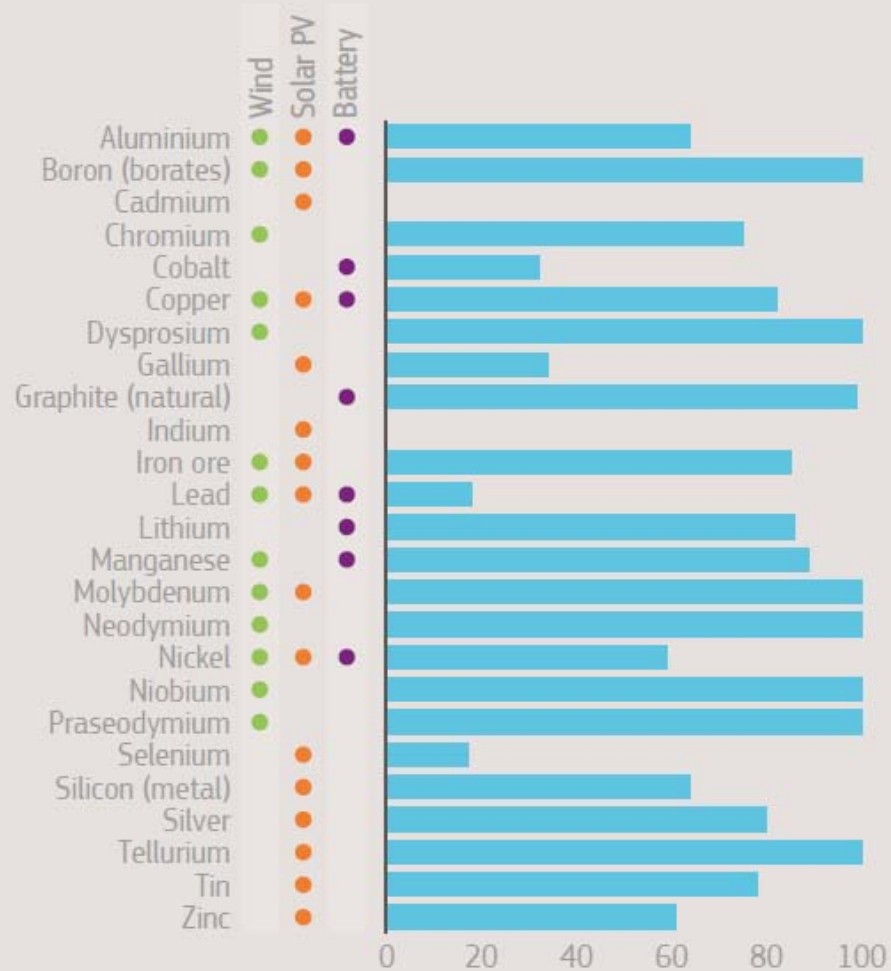
7 Mt

470 Mt

Jahresproduktion



Import dependency for raw materials, as well as for selected materials used in wind, PV and battery technologies



Source: Joint Research Centre

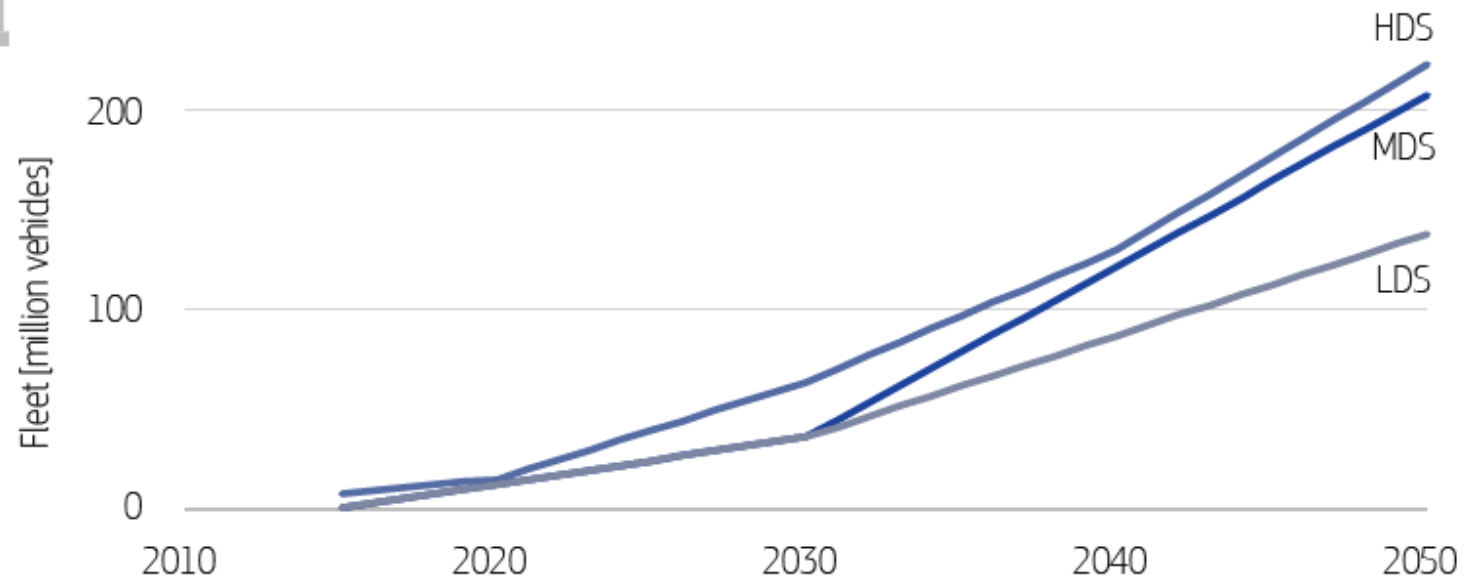
Versorgung mit mineralischen Rohstoffen für „green economy“: Europa ist importabhängig



E-Mobilität



EU – Electric Vehicle/Plug-in Hybrid Electric Vehicle Fleet

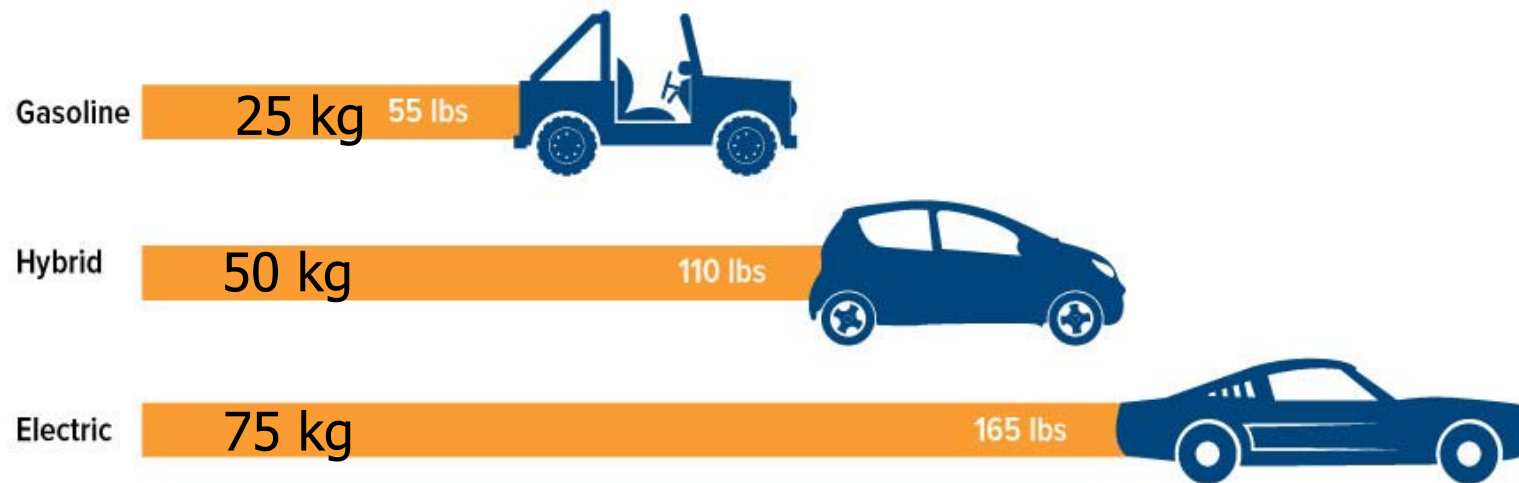


Critical Raw Materials for
Strategic Technologies and Sectors
in the EU

A Foresight Study 2020

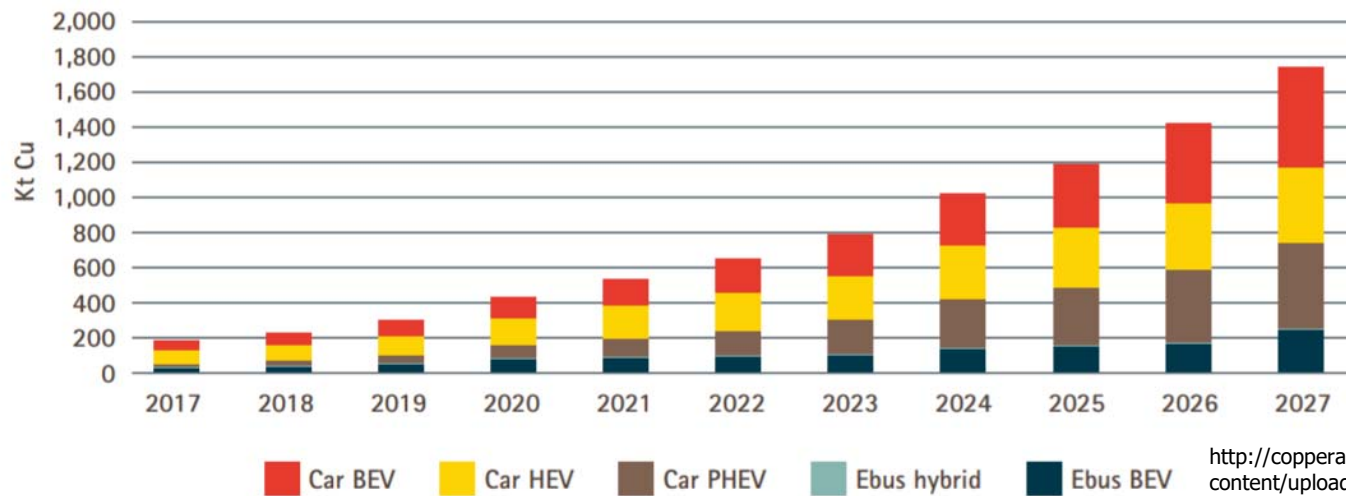
Autoproduktion: Kupferbedarf

Each New Generation of Car Needs More Copper Wiring



Source: Visual Capitalist, U.S. Global Investors

Steigender Kupferbedarf durch Elektromobilität



<http://copperalliance.org/wordpress/wp-content/uploads/2017/06/2017.06-E-Mobility-Factsheet-1.pdf>

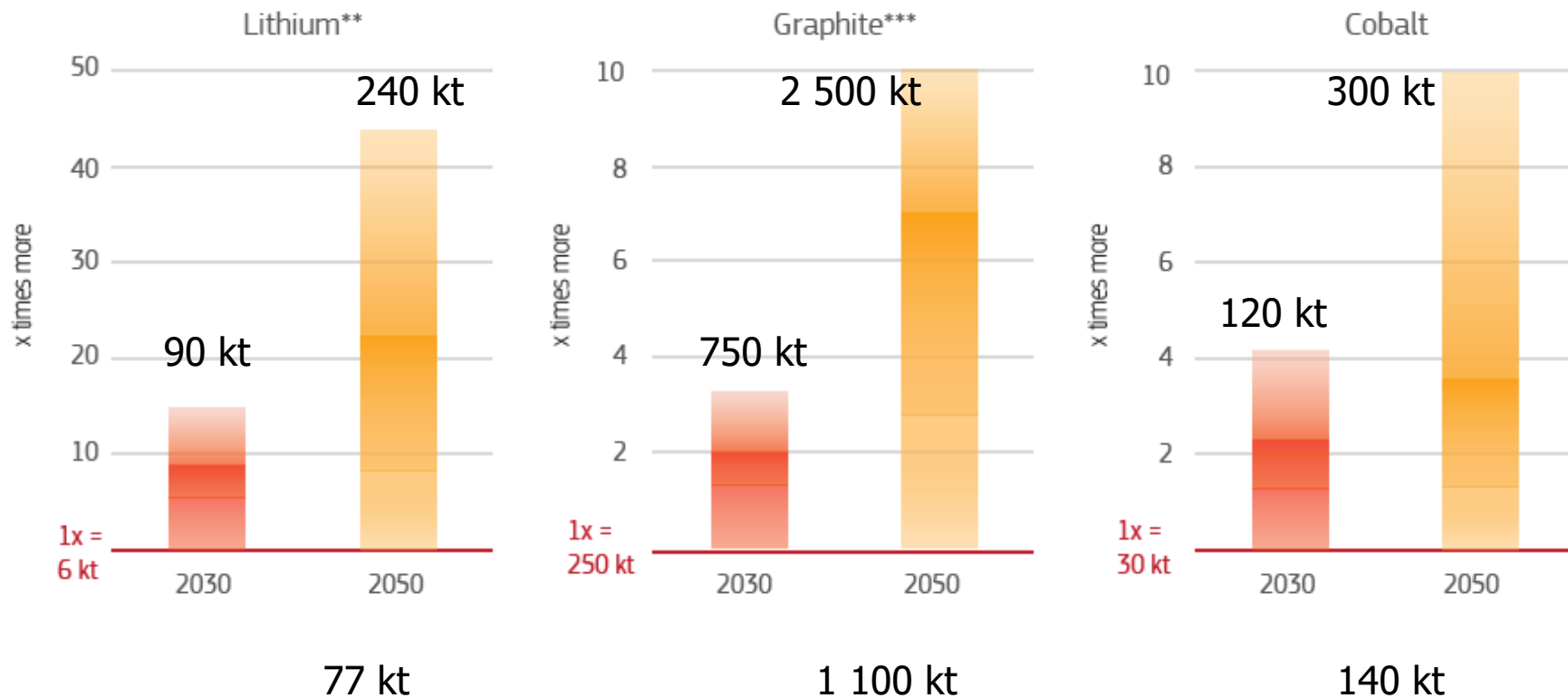
BEV: Battery electric vehicle
HEV: Hybrid electric vehicle
PHEV: Plug-in hybrid electric vehicle
Ebus: electric bus

Globale Kupferbergbau: 20 Millionen Tonnen

Figure 10. EU annual material demand for batteries in EVs in 2030 and 2050



Additional material consumption for batteries in **e-mobility only** in 2030/2050 compared to current EU consumption* of the material in **all applications**



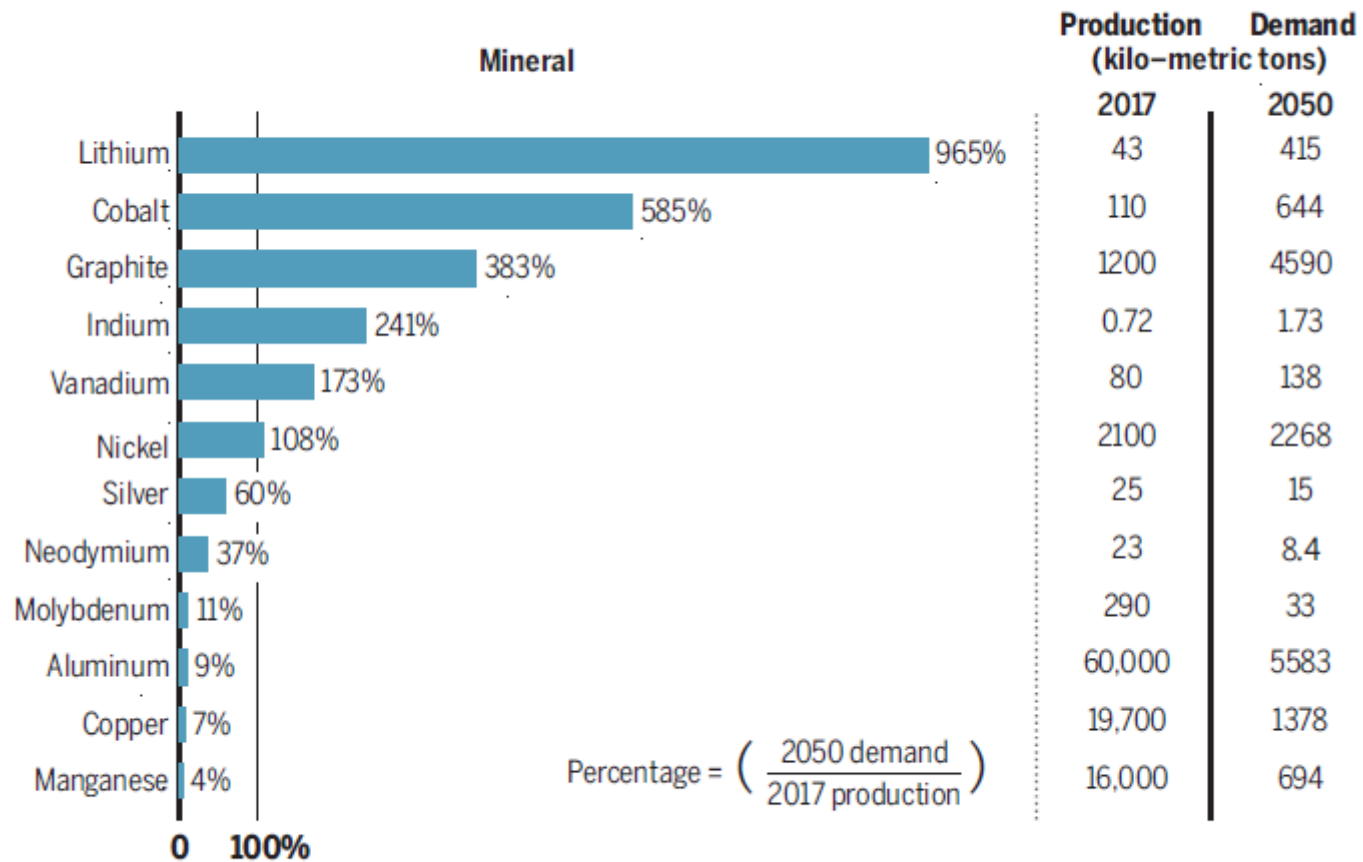
77 kt

1 100 kt

140 kt

Jahresproduktion: (2019)

Growth in mineral needs for low-carbon energy technology



All production and demand data reflect annual values. 2017 data reflect annual production for all uses. 2050 data reflect estimated demand for only low-carbon energy technology uses. Data from (7).

Sovacool et al., (2020) Sustainable minerals and metals for a low-carbon future, Science

Mineralische Rohstoffe für „Green Economy“ – Herausforderungen

- Dramatischer Anstieg in der Nachfrage für spezifische Rohstoffe für Schlüsseltechnologien: u.a.
 - Nd, Dy, Pr, Tb (Permanentmagnete)
 - Li, Graphit, Co (Li Ionen Batterien)
 - Sondermetalle für Photovoltaik (Ga, Ge, In, Se, Te, Silica)
- Recycling erst Option wenn relevante Mengen von Produkten ihr „end of use“ Datum erreichen
- Produktspezifische Optionen: Substitution oder Verringerung der benötigten Mengen pro Einheit
- Einkauf der Rohstoffe/Halbprodukte aus dem Ausland
- Primärproduktion in Europa und Aufbau von technologie-spezifischen Wertschöpfungsketten (z.B. Batteriefertigung als Teil der Automobilindustrie)

Geologische Grundlagen für die Rohstoffversorgung in Österreich:
Wichtige Aufgabe der Geologischen Bundesanstalt
(„welcher Rohstoff, wo, wieviel“)

Beispiele aktueller Projektarbeiten:

- Lithium Pegmatiten in den Ostalpen
- Graphitvorkommen in der Böhmisches Masse
- Hochreine Quarzvorkommen
- CO₂ arme Tonrohstoffe (Ziegelindustrie)
- Entwicklung geophysikalischer Explorationsmethoden

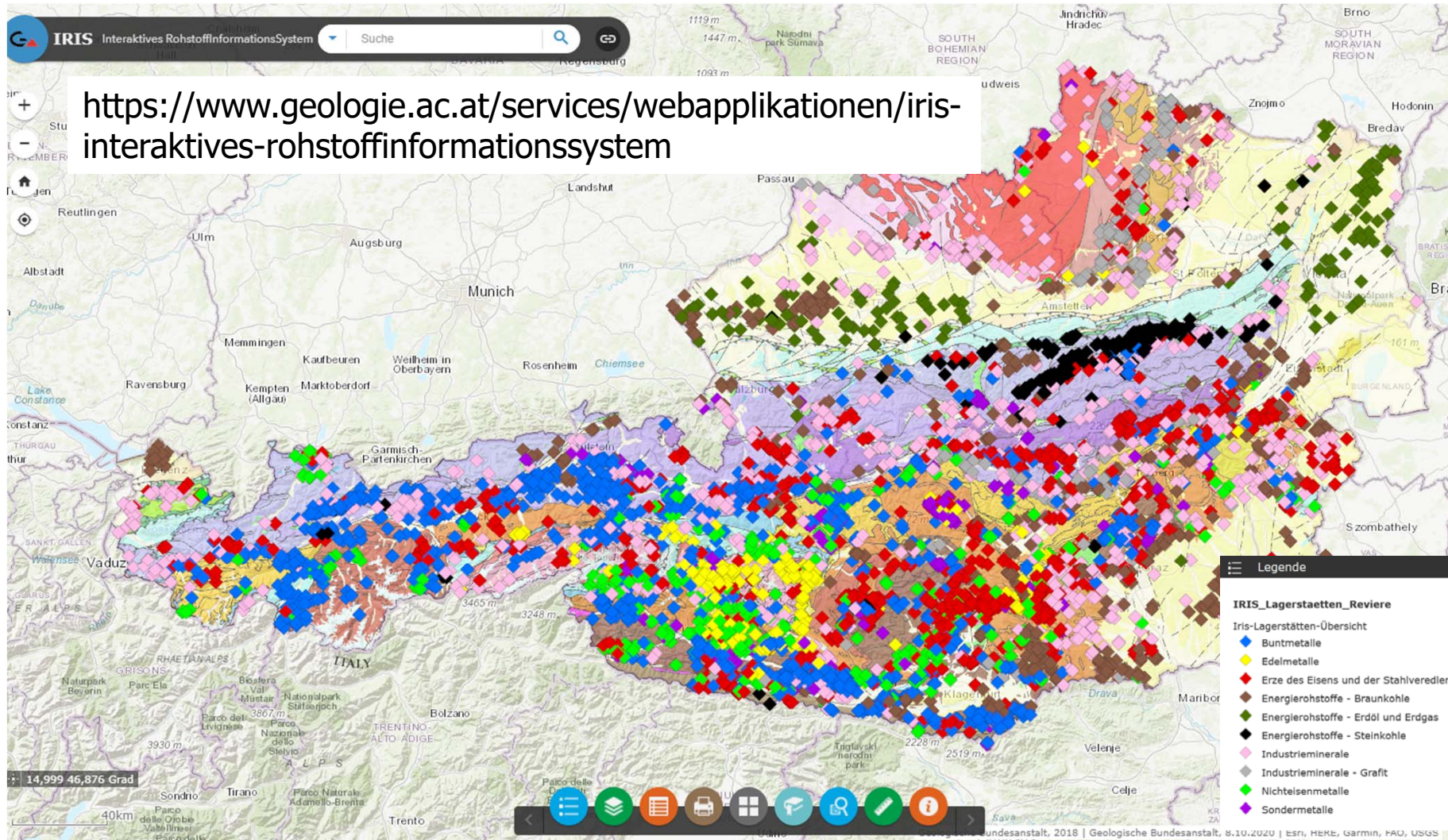
IRIS (interaktives Rohstoffinformationssystem)

=> Archivierung und Zugang zu Rohstoffinformationen

(aktuell: Integration der Informationen zu Baurohstoffen)

Vernetzung auf europäischer Ebene: Mitarbeit an Projekten zu kritischen Rohstoffen (insb. Wolfram) und Standardisierung von Angaben zu Ressourcenvorkommen („UNFC reporting code“)

Der öffentliche Zugang zu österreichischen Rohstoffinformationen auf der homepage der Geologischen Bundesanstalt:



Sicherung der Rohstoffversorgung

The raw materials value chain



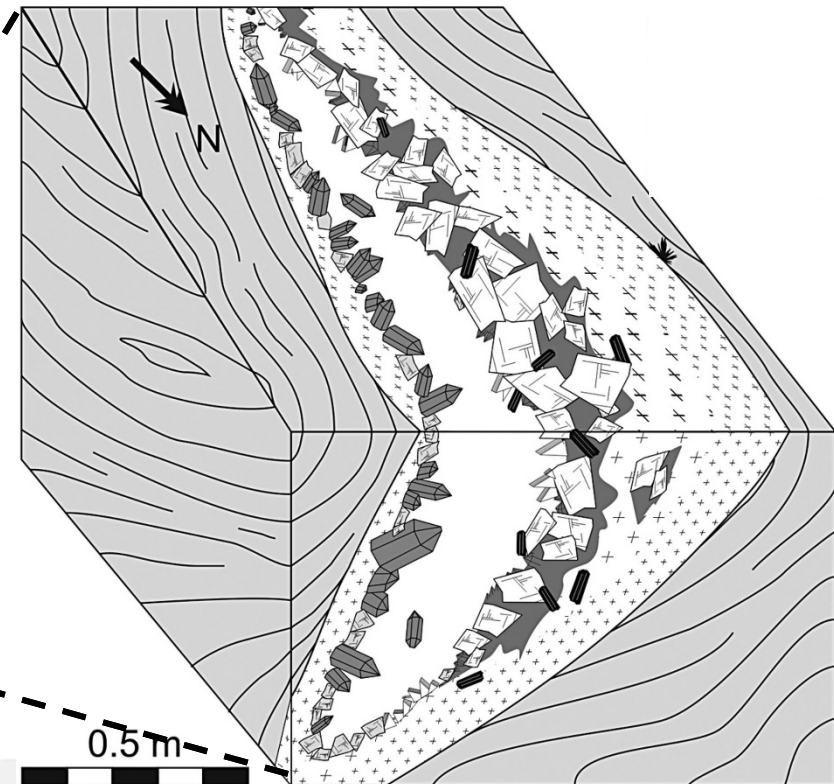
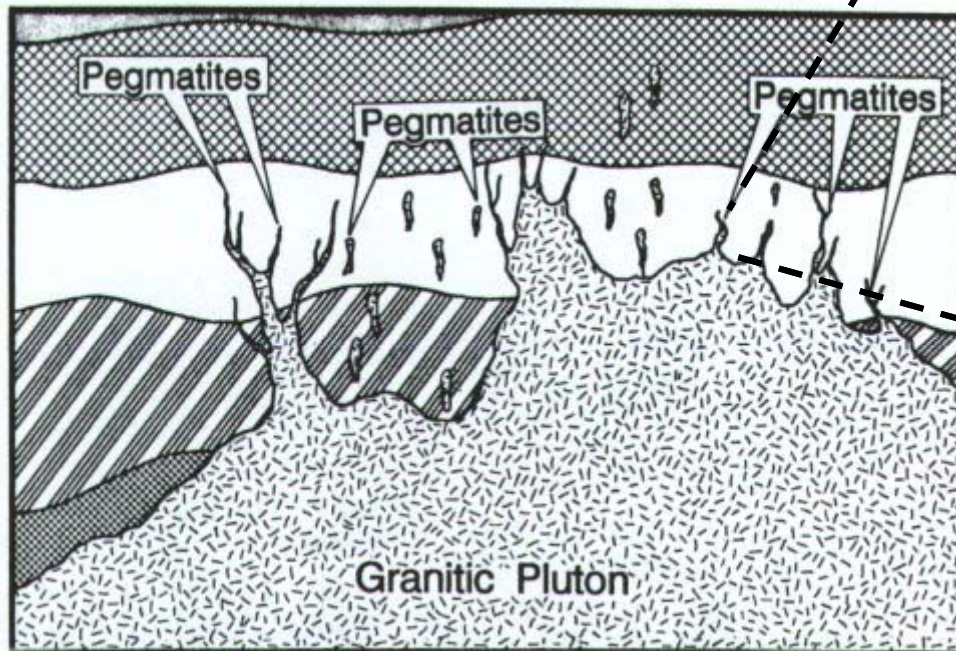
Alles beginnt mit Exploration...

Man braucht ein geowissenschaftliches Modell für die spezifischen Lagerstättenbildungsprozesse
=> Kartierbare Parameter ableiten:
Stratigraphie, Strukturgeologie, Metamorphosegrad, Fluid-Gestein Alteration, Geochemische Indikatoren, geophysikalische Anomalien ... etc
=> sukzessive geographische Eingrenzung der Suche

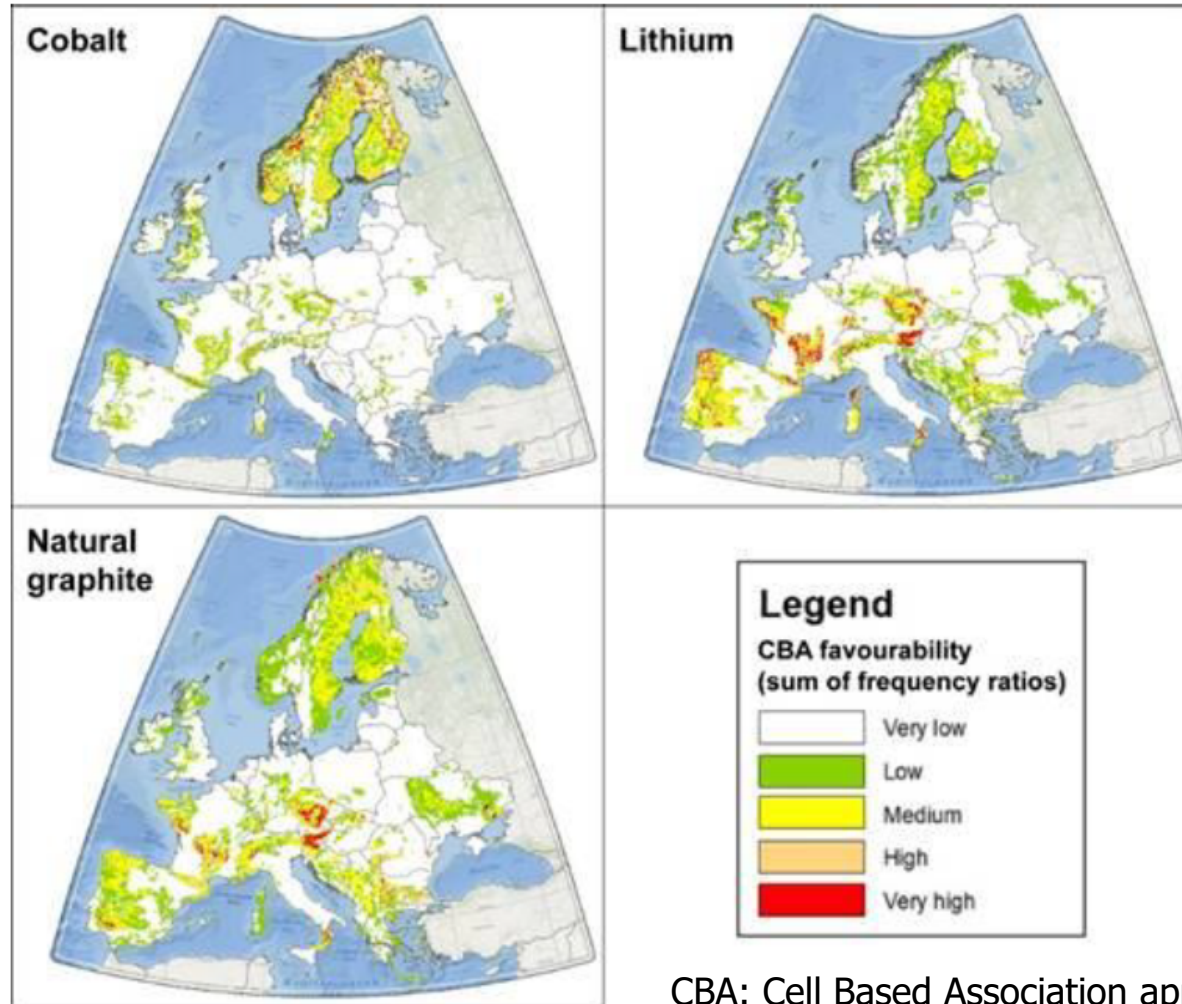
Beispiel: Spodumenführende Pegmatite – Lithium Exploration

Lagerstättenbildung (Prozesse):

1. Restschmelze granitoider Plutone
⇒ Exploration in der Umgebung von Batholiten
2. Aufschmelzung während der Metamorphose
⇒ Suche nach den „richtigen“ Ausgangsgesteinen und Metamorphosebedingungen



Wo in Europa sind die geologischen Verhältnisse günstig für Co, Li oder Graphit Lagerstätten?



CBA: Cell Based Association approach

FRAME newsletter, 2020

CBA prospectivity maps for cobalt, lithium and natural graphite in Europe.

Wo wird nach Lithium gesucht?

Lithium exploration budgets by country, 2017 (%)
(136 companies budgeting US\$156.5 million)

Europa: 16,8 % (26,3 MUS\$)
davon in
Österreich: 3 MUS\$
Serbien: 12,5 MUS\$



Data as of Oct. 30, 2017.
Source: S&P Global Market Intelligence

Map credit: Elizabeth Thomas

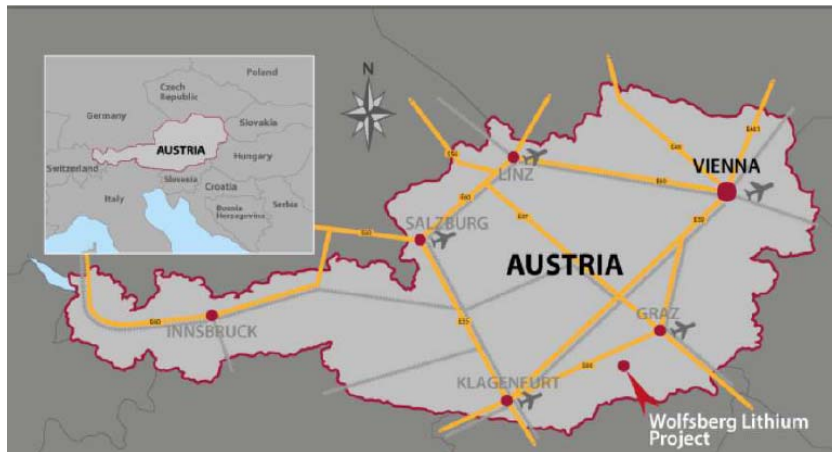
Wieviel Lithium wurde bisher gefunden? Beispiel Koralpe

Resources: „Momentaufnahme“
=> was bisher bekannt ist

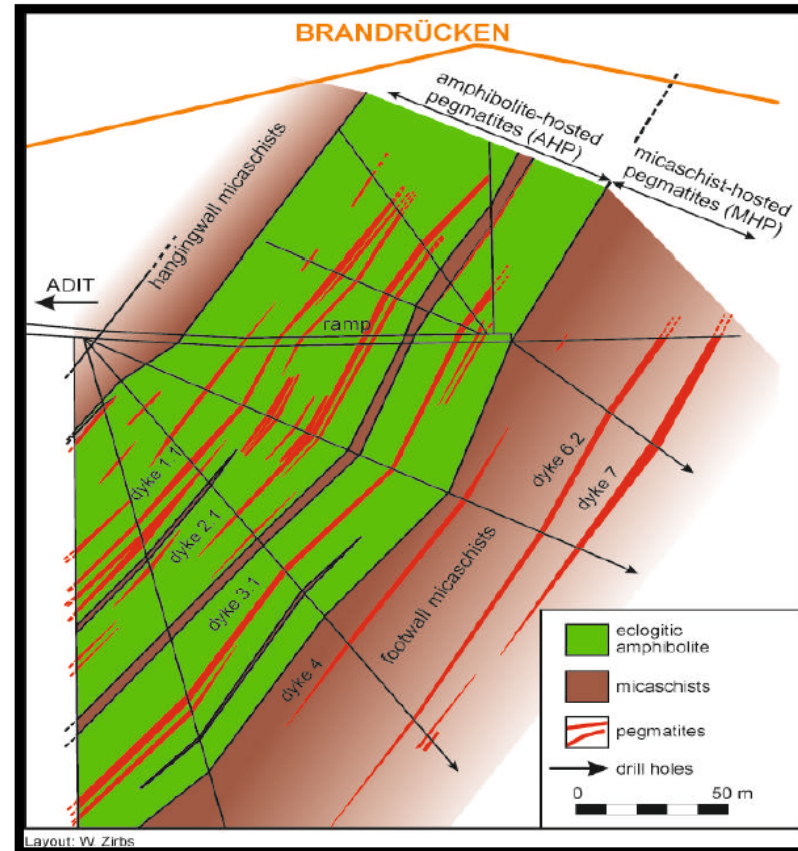
Resources*

Type	Million Tonnes	Grade Li ₂ O (%)
Measured	2.86	1.28
Indicated	3.44	1.08
M&I Total	6.30	1.17
Inferred	4.68	0.78
Total	10.98	1.00

* JORC Code (2012) resource at 0% Li₂O cut off



Section through deposit

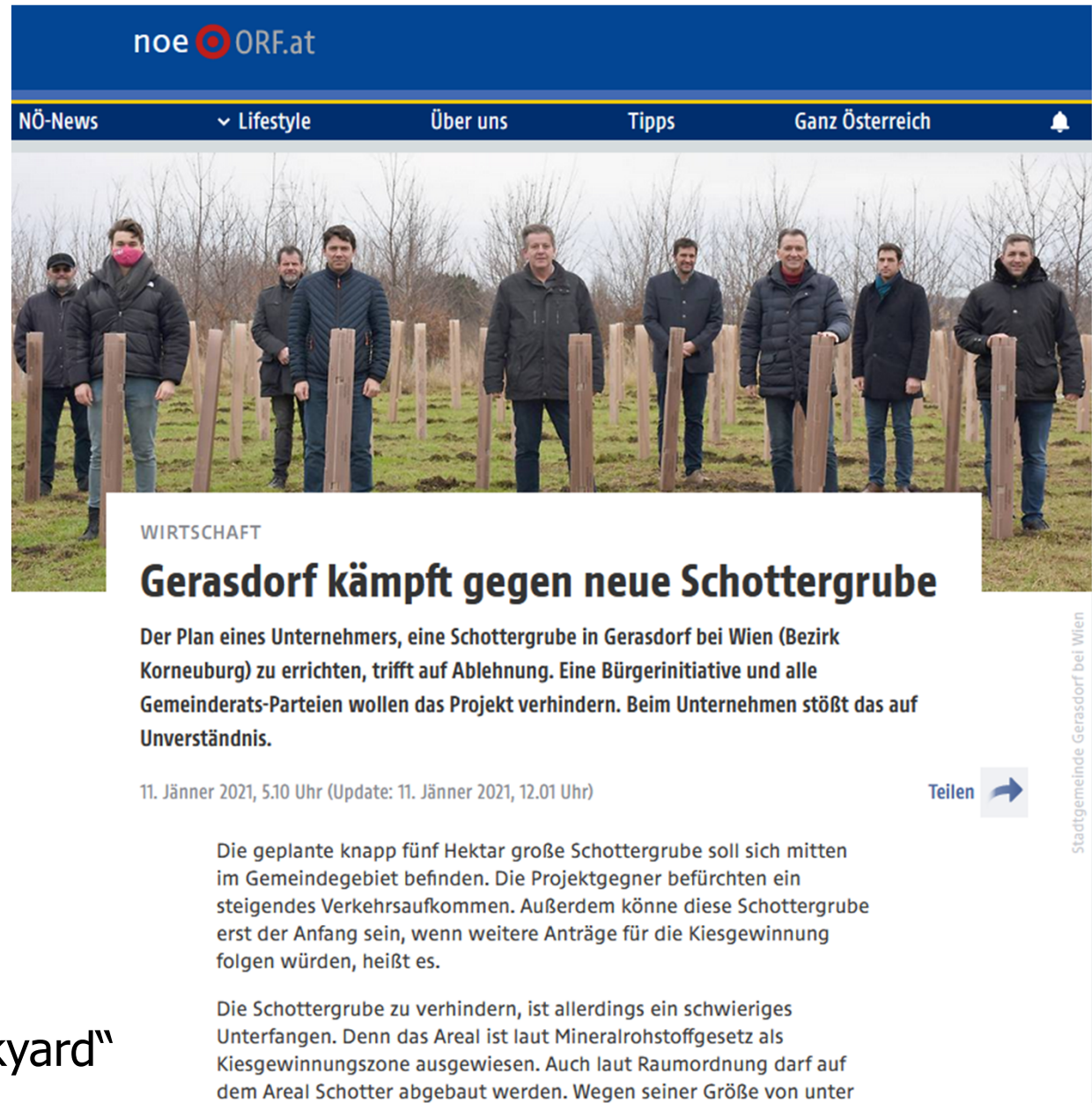


Source: The spodumene deposit at "Weinebene" Koralpe, Austria by Dr. Göd, Mineralium Deposita 24, 270-278 (1989).

Wichtiger Aspekt: Soziale Akzeptanz von Bergbau („social licence to operate“)

Ohne Kies fehlt eine Grundlange der Bauwirtschaft... Sollen keine Häuser und Straßen mehr gebaut werden? Oder sollen die Rohstoffe von „woanders her“ kommen?

NIMBY: „Not in my backyard“



noe ORF.at

NÖ-News Lifestyle Über uns Tipps Ganz Österreich

WIRTSCHAFT

Gerasdorf kämpft gegen neue Schottergrube

Der Plan eines Unternehmers, eine Schottergrube in Gerasdorf bei Wien (Bezirk Korneuburg) zu errichten, trifft auf Ablehnung. Eine Bürgerinitiative und alle Gemeinderats-Parteien wollen das Projekt verhindern. Beim Unternehmen stößt das auf Unverständnis.

11. Jänner 2021, 5:10 Uhr (Update: 11. Jänner 2021, 12:01 Uhr)

Teilen

Die geplante knapp fünf Hektar große Schottergrube soll sich mitten im Gemeindegebiet befinden. Die Projektgegner befürchten ein steigendes Verkehrsaufkommen. Außerdem könne diese Schottergrube erst der Anfang sein, wenn weitere Anträge für die Kiesgewinnung folgen würden, heißt es.

Die Schottergrube zu verhindern, ist allerdings ein schwieriges Unterfangen. Denn das Areal ist laut Mineralrohstoffgesetz als Kiesgewinnungszone ausgewiesen. Auch laut Raumordnung darf auf dem Areal Schotter abgebaut werden. Wegen seiner Größe von unter

Stadtgemeinde Gerasdorf bei Wien

Zusammenfassung

- Kritische Rohstoffe: hohe wirtschaftliche Bedeutung gekoppelt mit Versorgungsrisiken (eine EU Liste wird seit 2010 geführt und regelmäßig aktualisiert)
- Übergang zu „Green economy“: Bedarf an spezifischen mineralischen Rohstoffen steigt; bspw. spezielle REE (Dy, Nd, Pr, Tb) Sondermetalle (Ga, Ge, In, Se, Si, Te), Li, Co, Graphit => neue Technologien für Energiegewinnung und Energiespeicherung
- Versorgung mit kritischen Rohstoffen aus europäischen Lagerstätten?
- Geologische Forschung belegt Prospektivität („Potential für Rohstoffvorkommen“) in Österreich
- Umsetzung von Erkundungsarbeiten und Rohstofferschließung erfordert gesellschaftlichen/politischen Diskussionsprozess