

Seltene Erden – Ressourcen und Bedeutung

Peter Dold, Fraunhofer IWKS

Das Fraunhofer IWKS

- Das Fraunhofer IWKS (gegründet 2012) ist an den zwei Standorten Hanau und Alzenau angesiedelt.
- Aktuell arbeiten knapp 100 Mitarbeitende am IWKS.
- Schwerpunkte:
 - Materialien der Energiewende (Batterien, PV, etc.)
 - Recycling von Magneten
 - Verwertung von organischen Reststoffen
 - Life Cycle Assessment Kalkulation, Analysen der Kritikalität, Erstellung von Geschäftsmodellen
 - Wasserstoff: Erzeugung – Transport – Nutzung

Hanau



Alzenau



Das Fraunhofer IWKS

- Das Fraunhofer IWKS (gegründet 2012) ist an den zwei Standorten Hanau und Alzenau angesiedelt.
- Aktuell arbeiten knapp 100 Mitarbeitende am IWKS.
- Schwerpunkte:
 - Materialien der Energiewende (Batterien, PV, etc.)
 - **Recycling von Magneten**
 - Verwertung von organischen Reststoffen
 - Life Cycle Assessment Kalkulation, Analysen der Kritikalität, Erstellung von Geschäftsmodellen
 - Wasserstoff: Erzeugung – Transport – Nutzung

Hanau



Alzenau



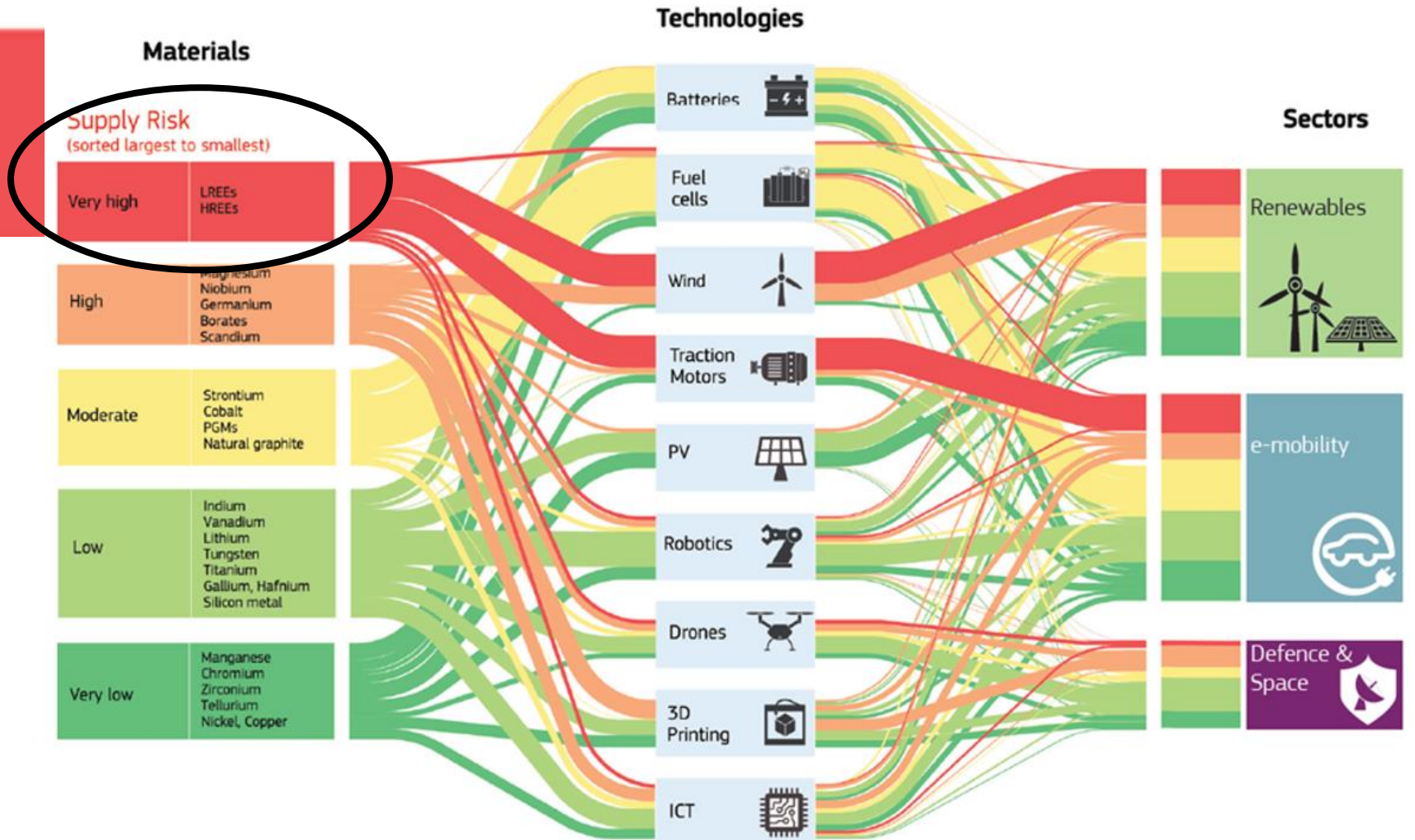
Motivation

Technologiewende ist eine Materialwende!



LREE: Light Rare Earth Elemente
HREE: Heavy Rare Earth Elements

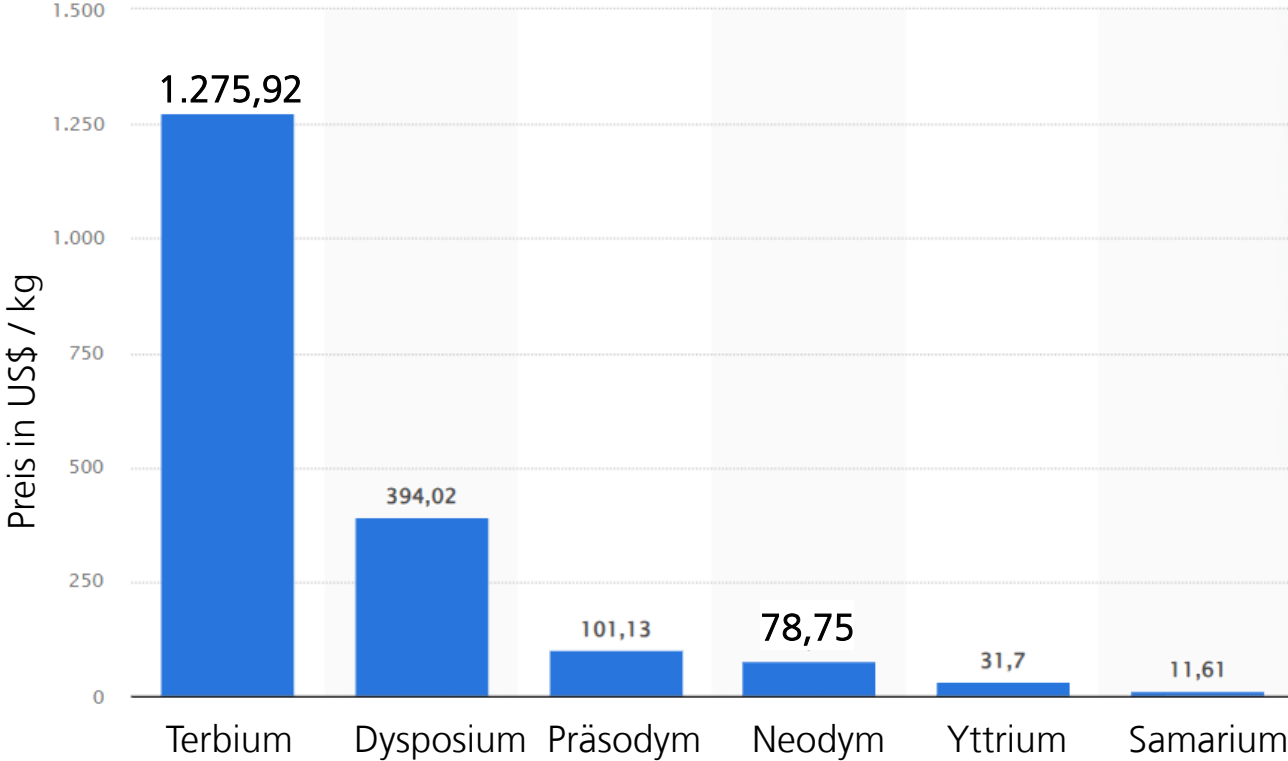
Seltene-Erden-Elemente			
leichte (engl. LREE)	Z	schwere (engl. HREE)	Z
Scandium	21	Yttrium	39
Lanthan	57	Gadolinium	64
Cer (engl.: Cerium)	58	Terbium	65
Praseodym	59	Dysprosium	66
Neodym	60	Holmium	67
Promethium	61	Erbium	68
Samarium	62	Thulium	69
Europium	63	Ytterbium	70
		Lutetium ^[1]	71



Seltene Erden: Kritische Rohstoffe



Magnete



Von der EU als
kritisch definierte
Rohstoffe

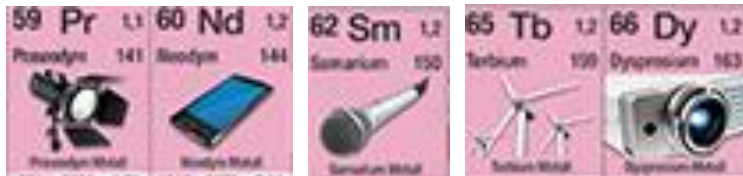


Seltene Erden: Kritische Rohstoffe



Magnete

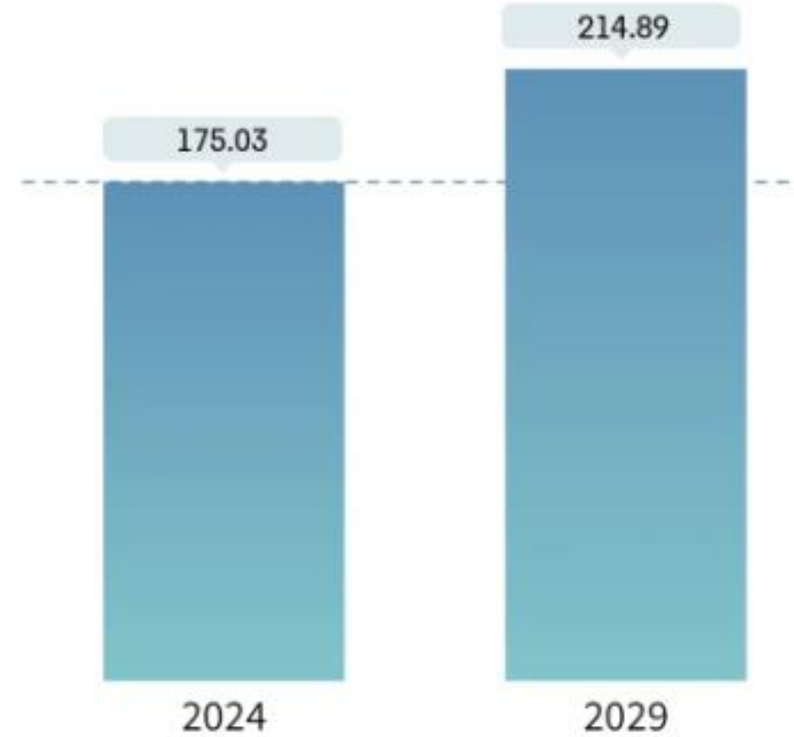
Von der EU als
kritisch definierte
Rohstoffe



Rare Earth Elements Market

Market Size in Kilotons

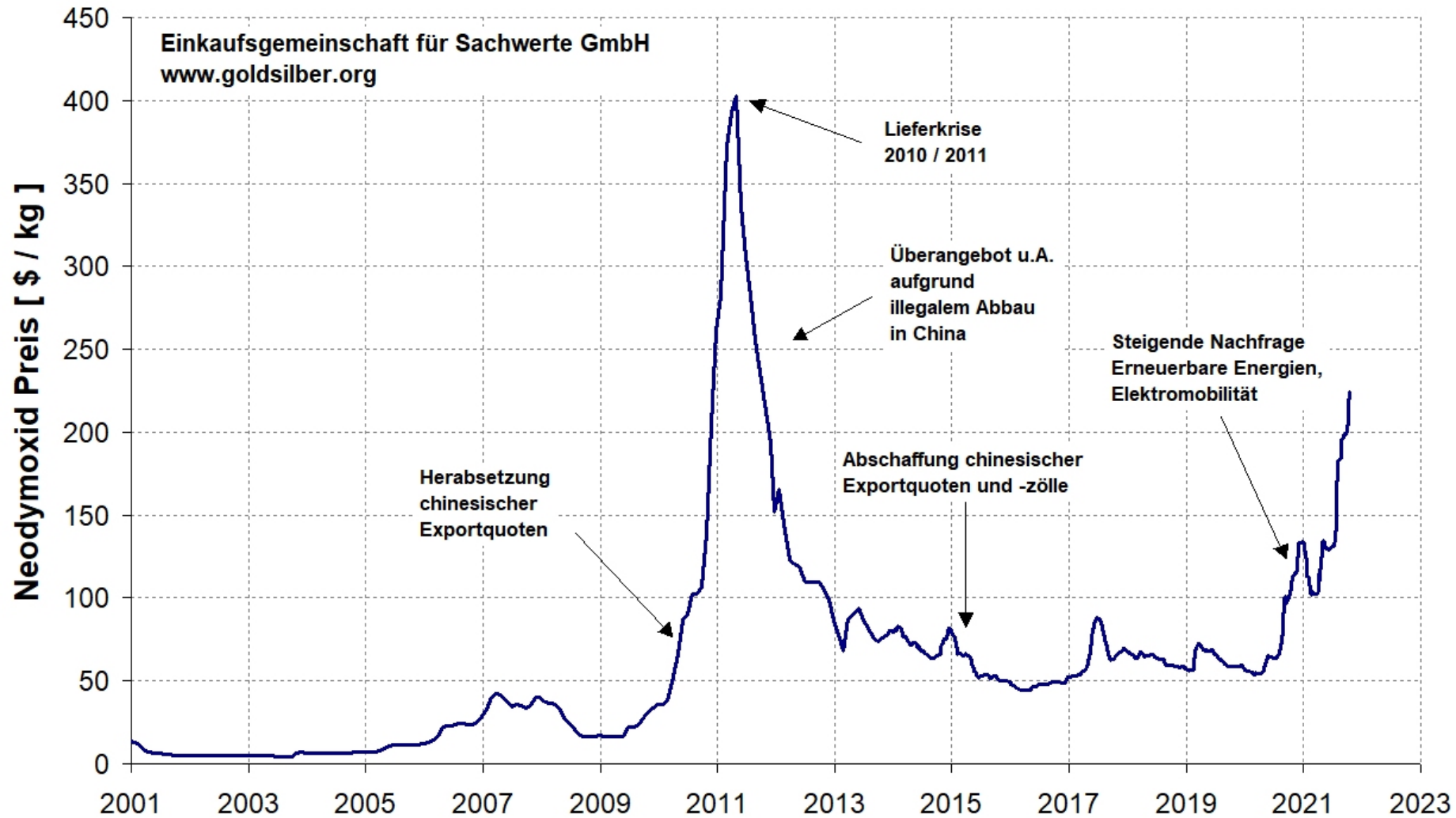
CAGR 4.19%



Source : Mordor Intelligence



Seltene Erden: Preisentwicklung Neodym



Versorgungsrisiko durch staatliche Markteingriffe

Seltene Erden: Verwendung und Versorgungsrisiko

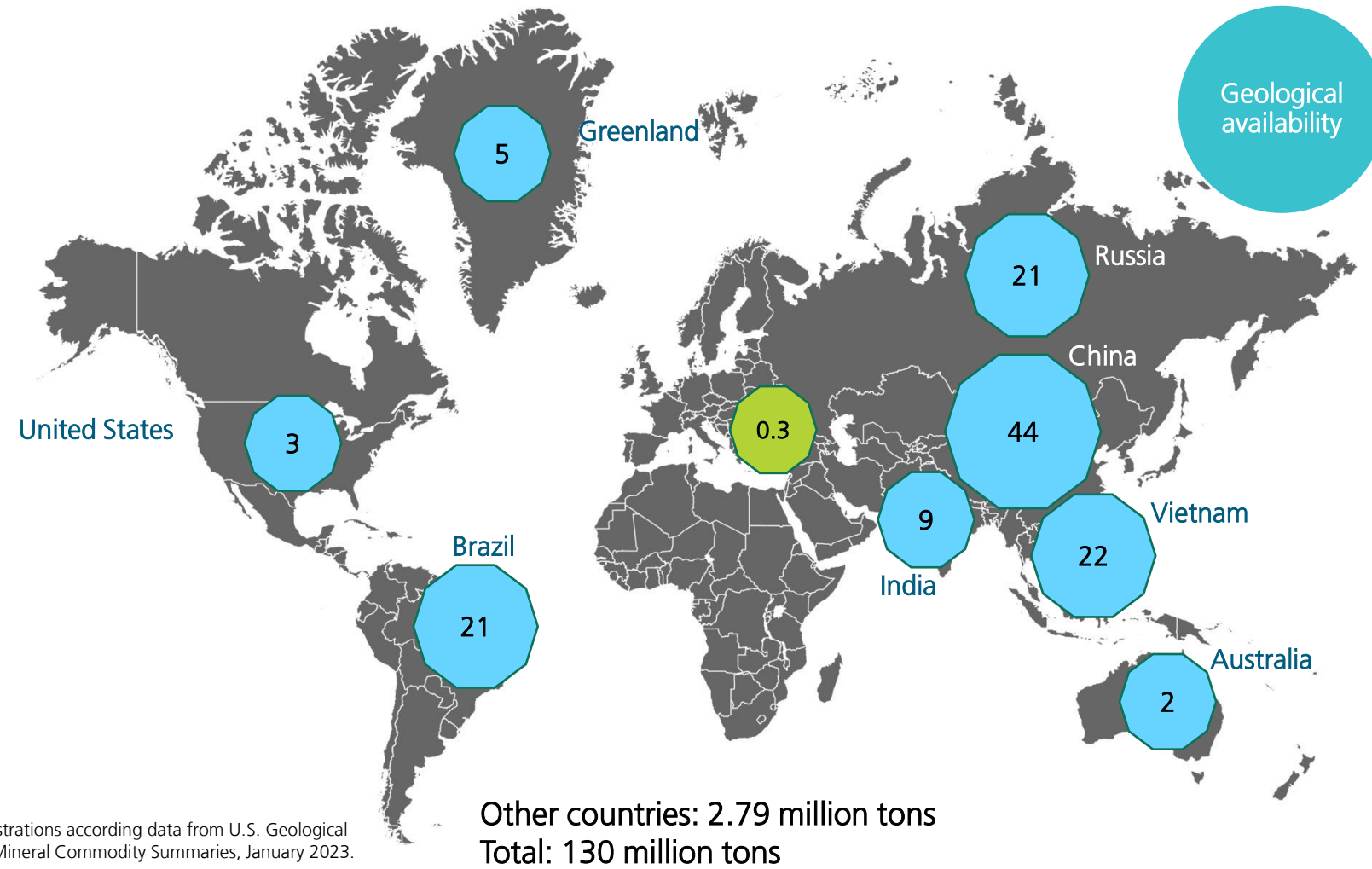
Die Reserven sind groß, bei manchen der 17 Seltenen Erden so groß wie bei Kupfer. Aus E-Auto-Sicht wichtigste Seltene Erde ist Neodym für starke Dauermagnete in Festplatten, Lautsprechern oder eben Elektromotoren. Zum Vergleich: In einem Smartphone stecken 0,4 Gramm Neodym, in einem E-Auto-Motor bis zu drei Kilo. **Nicht die Menge ist heikel – aber der Preis**, den China als größter Produzent....

Deutschland ist allerdings bislang von China abhängig. **2021 wurden rund 3.800 Tonnen** aus Fernost eingeführt, was einem Anteil von 66 Prozent des Bedarfs entsprach. **Bis zu drei Kilogramm der Metalle stecken in einem Elektroauto, in einem Offshore-Windrad bis zu 300 kg.**

Seltene Erden: Reserven

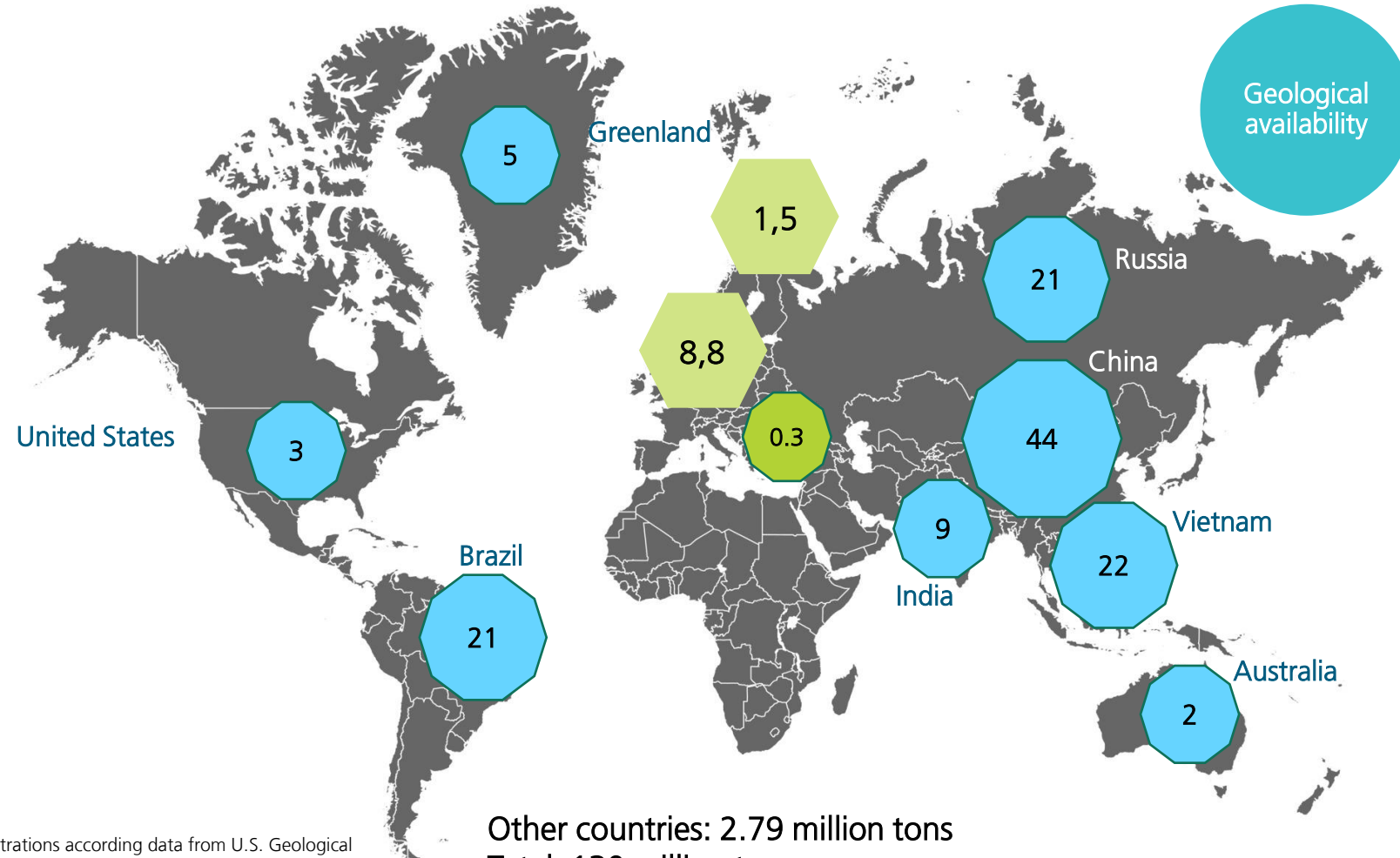
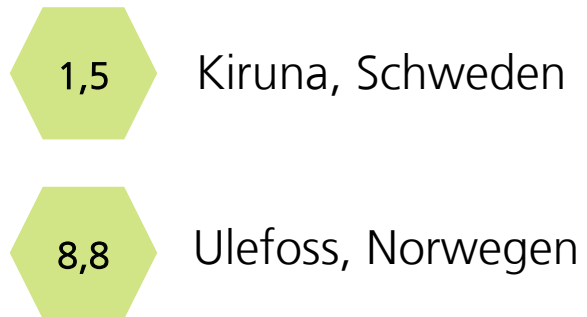
- Bekannte Reserven (weltweit): insgesamt 130 Millionen Tonnen.
- Bei einem Jahresbedarf von 200.000 t besteht das Hauptrisiko in der Abhängigkeit.

World reserves 2022 (million tons)



Seltene Erden: Reserven

- Bekannte Reserven (weltweit): insgesamt 130 Millionen Tonnen.
- Bei einem Jahresbedarf von 200.000 t besteht das Hauptrisiko in der Abhängigkeit.



Other countries: 2.79 million tons
Total: 130 million tons

Own illustrations according data from U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2023.

Situation Seltene Erden

- Seltene Erden sind im Prinzip nicht selten – manche davon allerdings schon
 - Aktueller Bedarf: ungef. 200.000 t/y – bekannte Reserven: über 130 Millionen Tonnen
 - Bei der Diskussion muss man differenzieren: Samarium: 10 \$/kg – Terbium >1.000 \$/kg, d.h. manche sind selten und kritisch. Hier versucht man, zu substituieren.
- Das Hauptproblem der Seltenen Erden liegt in der geopolitischen Abhängigkeit und der staatlich/politisch kontrollierten Preispolitik.
- Wir müssen unsere Abhängigkeit reduzieren, durch Aufbau von Verarbeitungs- und Recyclingkapazitäten.



 **Fraunhofer**
IWKS

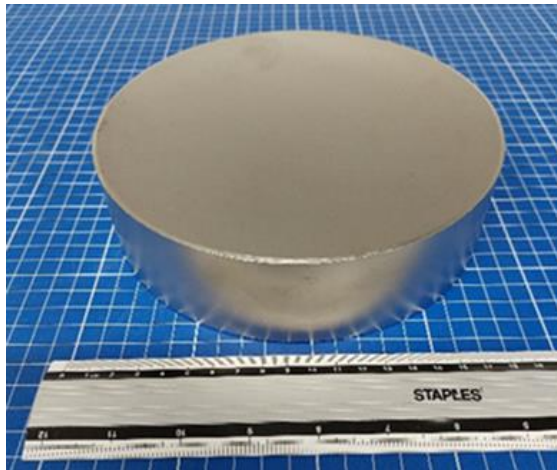
 **Fraunhofer**
IWKS

Rare-earth permanent magnet recycling

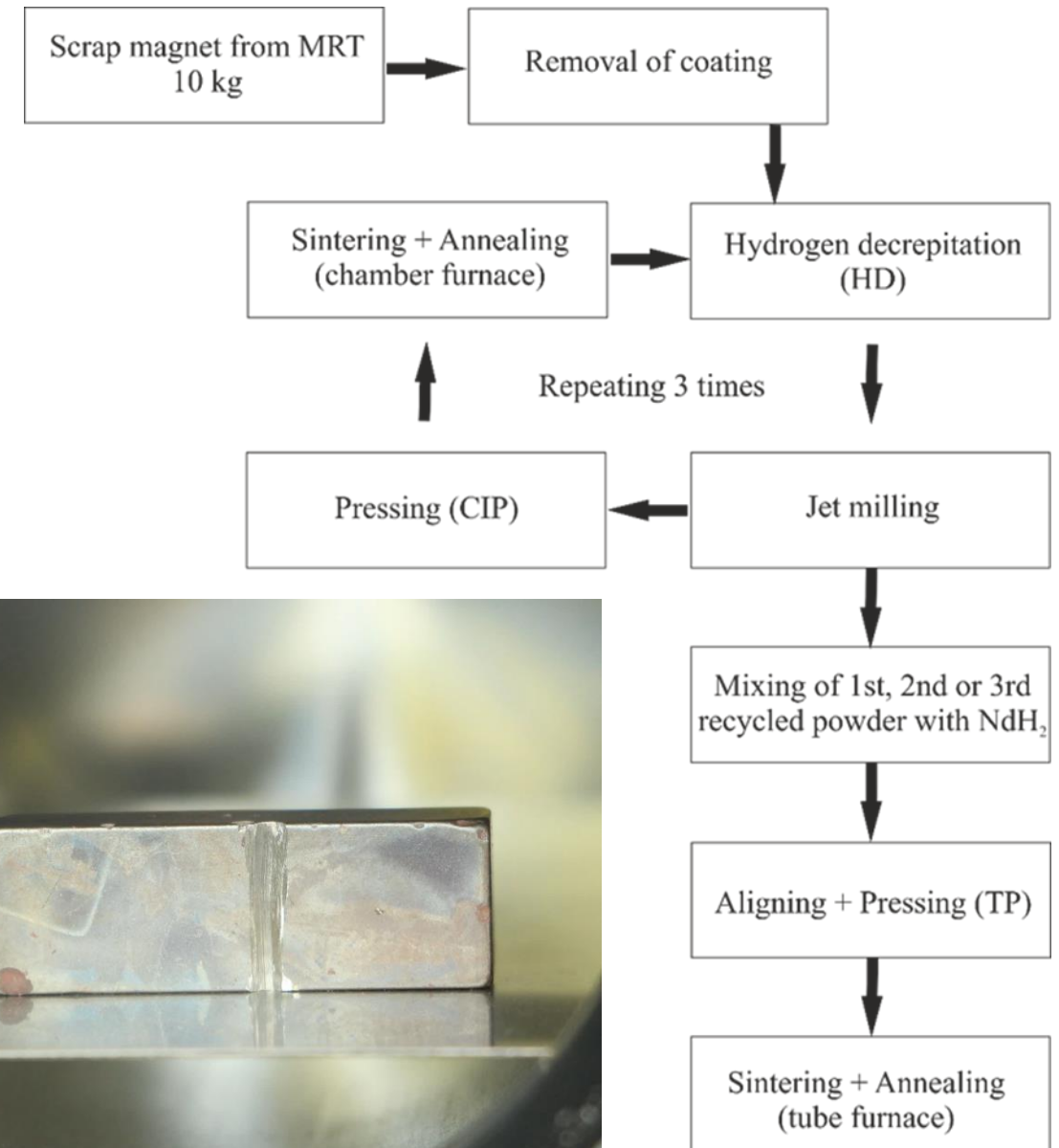
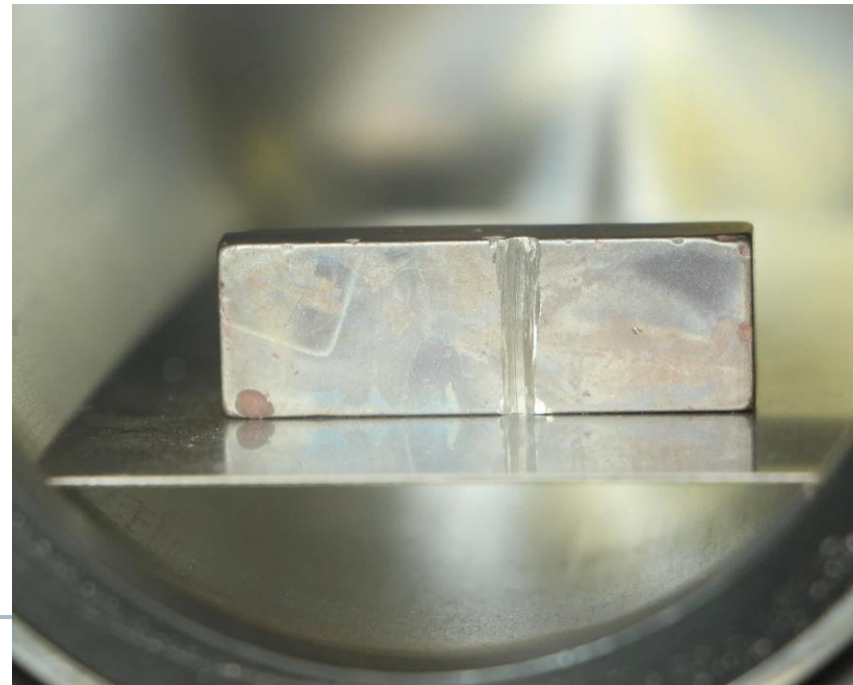
Sintered magnets multiple recycling

Multiple functional recycling of Nd-Fe-B

- How will the recycling process influence the magnetic properties in lab experiments?



H₂ (HD)



Rapid quenching technology

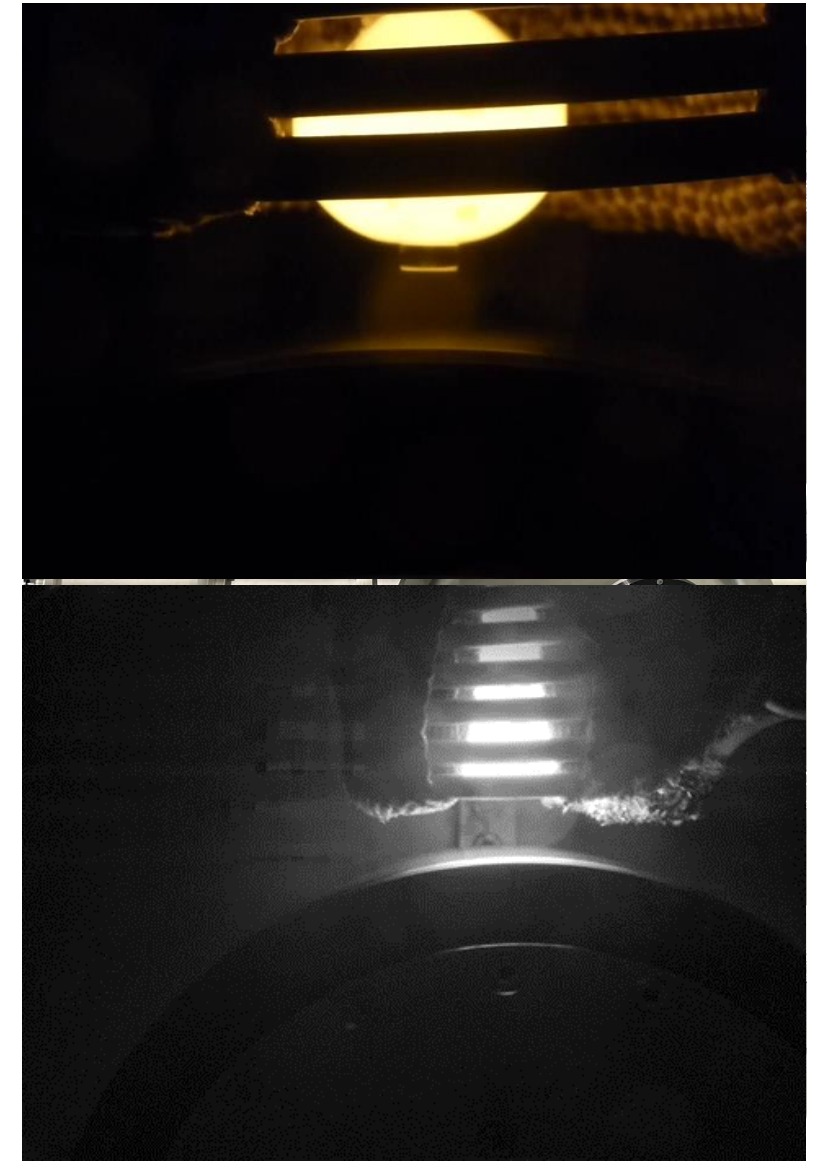
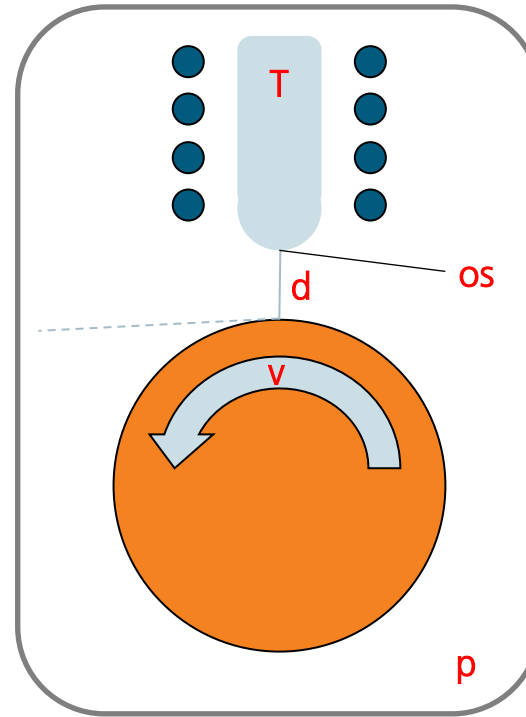
Melt-spinning

Casting options

- Surface wheel speed (v)
- Orifice size (os)
- Distance to the quench rim (d)
- Material quench rim
- Pressure (p)
- Temperature (T)

Melt-spinner @ IWKS

- Load lock, melting-chamber, cooling chamber
- Maximum casting amount per batch: 500 g
- Surface wheel speed: 10 – 42 m/s
- Temperature: up to 1550 °C
- Quench rim material: Cu & Mo



Recycling von Permanentmagneten

Pyrometallurgische Route

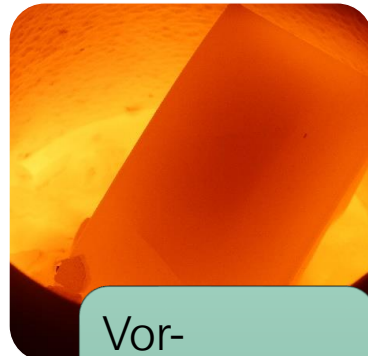
Recycling von End-of-Life (EoL) Sintermagneten in Pulver für kunststoffgebundene und heißumgeformte Magnete

- EoL Sintermagnete als Quelle für das Recycling (großer Markt)
- Veränderung der Herstellungsbedingungen während dem Recycling in Abhängigkeit der Anwendung
- Recyclingmagnete für Sensoren, Motoren, Pumpen etc.



Eingangsbearbeitung

- EoL Sammlung
- Sortierung
- Reinigung



Vor-schmelzen

- Einstellung der chemischen Zusammensetzung



Melt-spinning

- Einstellung der Abkühlgeschwindigkeit (Mikrostruktur)



Nachbehandlung

- Mahlen
- Glühen
- Sortieren
- Mischen



Magnetherstellung

- Formgebung
- Magnetisierung
- Beschichtung

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

- Kontakt: peter.dold@iwks.fraunhofer.de
 - +49 172 37 82 751
- oder besuchen Sie uns in Hanau oder Alzenau.

