



---

## Sachstand

---

### Seltene Erden als wichtige Ressource

**Seltene Erden als wichtige Ressource**

Aktenzeichen: WD 5 - 3000 - 003/22  
Abschluss der Arbeit: 16.02.2022  
Fachbereich: WD 5: Wirtschaft und Verkehr, Ernährung  
und Landwirtschaft

---

Die Wissenschaftlichen Dienste des Deutschen Bundestages unterstützen die Mitglieder des Deutschen Bundestages bei ihrer mandatsbezogenen Tätigkeit. Ihre Arbeiten geben nicht die Auffassung des Deutschen Bundestages, eines seiner Organe oder der Bundestagsverwaltung wieder. Vielmehr liegen sie in der fachlichen Verantwortung der Verfasserinnen und Verfasser sowie der Fachbereichsleitung. Arbeiten der Wissenschaftlichen Dienste geben nur den zum Zeitpunkt der Erstellung des Textes aktuellen Stand wieder und stellen eine individuelle Auftragsarbeit für einen Abgeordneten des Bundestages dar. Die Arbeiten können der Geheimschutzordnung des Bundestages unterliegende, geschützte oder andere nicht zur Veröffentlichung geeignete Informationen enthalten. Eine beabsichtigte Weitergabe oder Veröffentlichung ist vorab dem jeweiligen Fachbereich anzuzeigen und nur mit Angabe der Quelle zulässig. Der Fachbereich berät über die dabei zu berücksichtigenden Fragen.

---

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1.</b>	<b>Einleitung</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>Definition</b>	<b>4</b>
<b>3.</b>	<b>Verwendung</b>	<b>6</b>
<b>4.</b>	<b>Vorkommen</b>	<b>7</b>
<b>5.</b>	<b>Versorgungslage</b>	<b>12</b>
<b>6.</b>	<b>Auswege aus der Importabhängigkeit von China</b>	<b>14</b>
6.1.	Bundesregierung	14
6.2.	European Raw Materials Alliance (ERMA)	15
6.3.	Deutsch-französisches Büro für die Energiewende	18
6.4.	Deutsche Rohstoffagentur (DERA)	20
6.5.	Deutsch-Australische Industrie- und Handelskammer (AHK)	21

## 1. Einleitung

Die vorliegende Arbeit gibt einen Überblick über die Erze der seltenen Erden, ihre Verwendung, Rohstoffvorkommen, sowie Auswegen aus der Importabhängigkeit.

## 2. Definition

Zum Zeitpunkt ihrer Entdeckung im **18. Jahrhundert** wurden komplexe Oxide als „Erden“ bezeichnet, obwohl es sich um Metalle handelte. Außerdem schienen diese Mineralien knapp zu sein. Daher wurden diese neu entdeckten Elemente „seltene Erden“ genannt.<sup>1</sup>

Die Elemente der seltenen Erden kommen jedoch insgesamt relativ **häufig** in der Erdkruste vor; häufiger als Gold zum Beispiel. Selten sind sie insofern, als sie an einer konkreten Lokalität nicht sehr oft in der Konzentration und in der Kombination auftreten, die einen Abbau als **wirtschaftlich** sinnvoll erscheinen lassen. Eine Mine kann generell nur dann profitabel betrieben werden, wenn sie für ihr gesamtes Spektrum an Seltenerdelementen Absatz findet, nicht bloß für die wertvollsten Elemente.<sup>2</sup>

Zu diesen insgesamt 17 Seltenerdelementen zählen neben Scandium, Yttrium und Lanthan aus der 3. Gruppe des Periodensystems auch die 14 auf das Lanthan folgenden Metalle, die sogenannten Lanthanoide.<sup>3</sup> Das privatwirtschaftliche Beratungsunternehmen „**Institut für Seltene Erden und strategische Metalle**“ (ISE) stellt die insgesamt 17 Seltenerdelemente sowie deren Verwendungen im Überblick wie folgt dar:<sup>4</sup>

Periodensystem der Elemente		Name	Etymologie	ausgewählte Verwendungen
21	Sc	<a href="#">Scandium</a>	von lateinisch <i>Scandia</i> „Skandinavien“, wo das erste Erz entdeckt wurde	Stadionbeleuchtung, Brennstoffzellen, Rennräder, Röntgentechnik, Laser
39	Y	<a href="#">Yttrium</a>	nach dem Entdeckungsort des Seltene-Erden-Erzes bei Ytterby, Schweden	Leuchtstofflampe, LCD- und Plasmabildschirme, LEDs, Brennstoffzelle, Nd:YAG-Laser
57	La	<a href="#">Lanthan</a>	von griechisch <i>lanthanein</i> „versteckt sein“.	Nickel-Metallhydrid-Akkus (z. B. in Elektro- und Hybridautos, Laptops), Katalysatoren, Rußpartikelfilter,

1 Institut für Seltene Erden und Metalle AG (ISE), Rare Earth Elements (REE), Vorkommen, Herstellung, Verwendung, <https://institut-seltene-erden.de/seltene-erden-und-metalle/seltene-erden/>.

2 NZZ, 2021, Was sind seltene Erden und strategische Rohstoffe?, <https://www.nzz.ch/wirtschaft/was-sind-seltene-erden-und-strategische-rohstoffe-ld.1612355>.

3 Wissenschaftliche Dienste, Aktueller Begriff „Seltene Erden“ (2010), [https://www.bundestag.de/resource/blob/191660/be7dc664df4ff469d2736c54d7c32c10/seltene\\_erden-data.pdf](https://www.bundestag.de/resource/blob/191660/be7dc664df4ff469d2736c54d7c32c10/seltene_erden-data.pdf).

4 Institut für Seltene Erden und Metalle AG (ISE), Rare Earth Elements (REE) Vorkommen, Herstellung, Verwendung, <https://institut-seltene-erden.de/seltene-erden-und-metalle/seltene-erden/>.

Perioden- system der Elemente	Name	Etymologie	ausgewählte Verwendungen
			Brennstoffzellen, Gläser mit hohem Brechungsindex
58	Ce	<a href="#">Cer</a>	nach dem Zwergplaneten Ceres.
59	Pr	<a href="#">Praseodym</a>	von griech. <i>Prásinos</i> „lauchgrün“, <i>didymos</i> „doppelt“ oder „Zwilling“
60	Nd	<a href="#">Neodym</a>	von griech. <i>Neos</i> „neu“ und <i>didymos</i> „doppelt“ oder „Zwilling“
61	Pm	<a href="#">Promethium</a>	von Prometheus, einem Titanen der griechischen Mythologie
62	Sm	<a href="#">Samarium</a>	nach dem Mineral Samarskit, das wiederum benannt nach dem Bergingenieur W. M. Samarski
63	Eu	<a href="#">Europium</a>	neben Americium das einzige nach einem Erdteil benannte Element
64	Gd	<a href="#">Gadolinium</a>	nach Johan Gadolin (1760–1852), dem Namensgeber des Gadolinit
65	Tb	<a href="#">Terbium</a>	nach dem schwedischen Fundort Ytterby
66	Dy	<a href="#">Dysprosium</a>	von griech. <i>δυσπρόσιτος</i> „unzugänglich“
67	Ho	<a href="#">Holmium</a>	von Stockholm (lat. <i>Holmia</i> ) oder eine Ableitung des Chemikers Holmberg
68	Er	<a href="#">Erbium</a>	nach dem schwedischen Fundort Ytterby
69	Tm	<a href="#">Thulium</a>	nach <i>Thule</i> , der mythischen Insel am Rande der Welt
70	Yb	<a href="#">Ytterbium</a>	nach dem schwedischen Fundort Ytterby
71	Lu	<a href="#">Lutetium</a>	nach dem römischen Namen von Paris, <i>Lutetia</i>

Zum Teil wird der Begriff „seltene Erden“ etwas enger gefasst (ohne Scandium und Promethium). Die **Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)** konkretisiert den Begriff wie folgt:<sup>5</sup>

„Als Seltene Erden (SE) werden die 14 Elemente der Lanthanoide sowie Yttrium bezeichnet. Sie werden in die häufigeren leichten SE (LSE) wie Lanthan (La), Cer (Ce) oder Neodym (Nd) und die selteneren und aufwändiger zu produzierenden schweren SE (SSE) wie Dysprosium (Dy) unterschieden (Abb. 2). SE haben eine vielfältige Anwendung und sind aufgrund ihrer spezifischen Eigenschaften bei den derzeit relativ niedrigen Preisen nur schwer substituierbar.“

LEICHTE SELTENE ERDEN								
57 138,91 <b>La</b> Lanthan	58 140,12 <b>Ce</b> Cer	59 140,91 <b>Pr</b> Praseodym	60 144,24 <b>Nd</b> Neodym	61 146,92 <b>Pr</b> Promethium* <small>* radioaktiv</small>	62 150,36 <b>Sm</b> Samarium	63 151,96 <b>Eu</b> Europium		
SCHWERE SELTENE ERDEN								
64 157,25 <b>Ga</b> Gadolinium	65 158,93 <b>Tb</b> Terbium	66 162,50 <b>Dy</b> Dysprosium	67 164,93 <b>Ho</b> Holmium	68 167,26 <b>Er</b> Erbium	69 168,96 <b>Tm</b> Thulium	70 173,04 <b>Yb</b> Ytterbium	71 174,97 <b>Lu</b> Lutetium	39 88,91 <b>Y</b> Yttrium

### 3. Verwendung

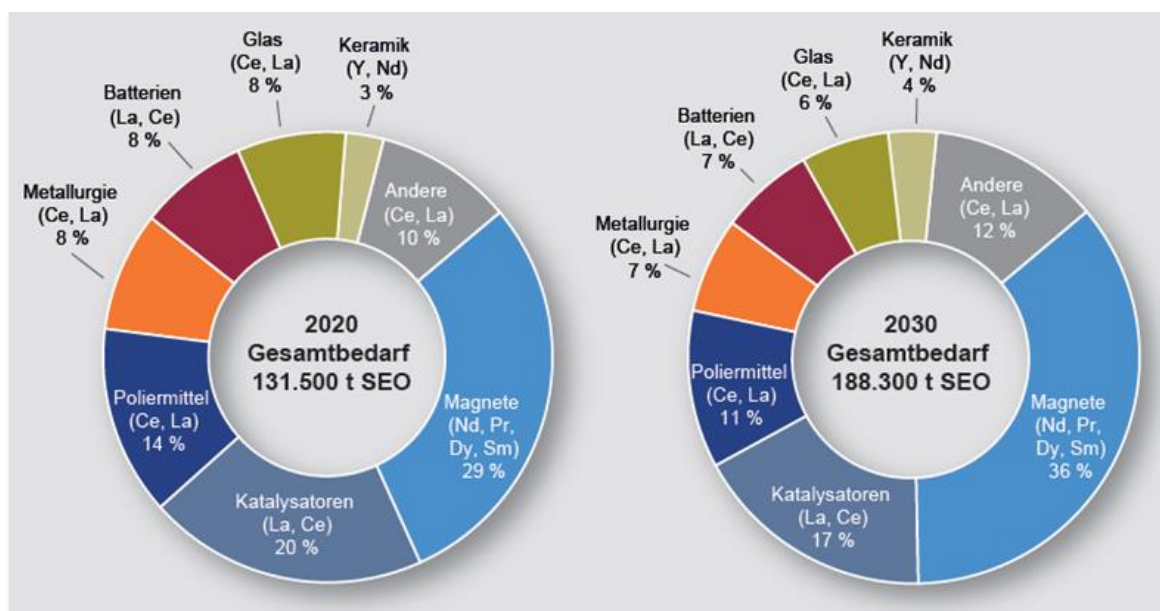
Die Metalle der seltenen Erden haben einen **großen Zuwachs** an wirtschaftlicher Bedeutung erfahren – u.a. aufgrund ihrer vielfältigen Einsatzmöglichkeiten im Rahmen von Energiesparwendungen, Informations-, Kommunikations- und weiteren **Schlüsseltechnologien**:

„Viele Menschen sind sich der **enormen Auswirkungen** der Seltenerdelemente auf ihr tägliches Leben nicht bewusst, aber es ist fast unmöglich, ein Stück moderner Technologie zu nutzen, das keine enthält. Selbst ein so einfaches Produkt wie ein leichter Feuerstein enthält Seltenerdelemente. Das moderne Automobil, einer der größten Verbraucher von Seltenerdprodukten, verdeutlicht ihre Durchgängigkeit. Dutzende von Elektromotoren in einem typischen Automobil sowie die Lautsprecher seines Soundsystems verwenden Neodym-Eisen-Bor-Dauermagnete. Elektrische Sensoren verwenden yttriumoxid-stabilisiertes Zirkonoxid, um den Sauerstoffgehalt des Kraftstoffs zu messen und zu steuern. Der Dreiwegekatalysator basiert auf Ceroxiden, um Stickoxide zu Stickstoffgas zu reduzieren und Kohlenmonoxid zu Kohlendioxid und unverbrannte Kohlenwasserstoffe zu Kohlendioxid und Wasser in den Abgasprodukten zu oxidieren. Phosphore in optischen Displays enthalten Yttrium-, Europium- und Terbiumoxide. Windschutzscheibe, Spiegel und Linsen werden mit Ceroxiden poliert. Sogar der Benzin- oder Dieselmotorkraftstoff, der das Fahrzeug antreibt, wurde mit Seltenerdcrackkatalysatoren verfeinert, die Lanthan, Cer oder Seltenerd-mischoxide enthalten. Hybridautos werden von einer wiederaufladbaren Nickel-Lanthan-

5 Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), 2021, Seltene Erden: Informationen zur Nachhaltigkeit, S. 3, [https://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Informationen\\_Nachhaltigkeit/seltene\\_erden.pdf;jsessionid=62888616968FA62C25067A6529C32049.2\\_cid331?\\_blob=publicationFile&v](https://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Informationen_Nachhaltigkeit/seltene_erden.pdf;jsessionid=62888616968FA62C25067A6529C32049.2_cid331?_blob=publicationFile&v).

Metallhydrid-Batterie und einem elektrischen Fahrmotor mit Permanentmagneten mit Seltenerdelementen angetrieben. Darüber hinaus verwenden moderne Medien und Kommunikationsgeräte – Handys, Fernseher und Computer – seltene Erden als Magnete für Lautsprecher und Festplatten und Phosphore für optische Displays. Die Mengen der verwendeten Seltenen Erden sind recht gering (0,1-5 Gew.-%, mit Ausnahme von Permanentmagneten, die etwa 25 Prozent Neodym enthalten), aber sie sind kritisch, und jedes dieser Geräte würde nicht so gut funktionieren oder wäre wesentlich schwerer, wenn es nicht für die Seltenen Erden wäre.“<sup>6</sup>

Die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe prognostiziert den **gestiegenen Bedarf** für 2030 wie folgt:<sup>7</sup>



#### 4. Vorkommen

Seltene Erden finden sich in verschiedenen Mineralien in unterschiedlicher Zusammensetzung:<sup>8</sup>

„Der Gehalt der einzelnen Seltenerdelemente **variiert** stark von Mineral zu Mineral und von Lagerstätte zu Lagerstätte. Die Mineralien und Erze werden im Allgemeinen als ‚leicht‘ oder ‚schwer‘ eingestuft; in der erstgenannten Gruppe sind die meisten der vorhandenen Elemente die leichtatomigen Elemente (d.h. Lanthan, Cer, Praseodym, Neodym, Samarium

6 <https://institut-seltene-erden.de/seltene-erden-und-metalle/seltene-erden/>, Hervorhebung durch Autor; so auch in den folgenden Fußnoten.

7 Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), 2021, Seltene Erden: Informationen zur Nachhaltigkeit, S. 3, [https://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Informationen\\_Nachhaltigkeit/seltene\\_erden.pdf;jsessionid=62888616968FA62C25067A6529C32049.2\\_cid331?\\_blob=publicationFile&v](https://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Informationen_Nachhaltigkeit/seltene_erden.pdf;jsessionid=62888616968FA62C25067A6529C32049.2_cid331?_blob=publicationFile&v).

8 <https://institut-seltene-erden.de/seltene-erden-und-metalle/seltene-erden/>.

und Europium), während die meisten Elemente in der letztgenannten Gruppe die schweratomigen Elemente sind, Gadolinium, Terbium, Dysprosium, Holmium, Erbium, Thulium, Ytterbium und Lutetium sowie Yttrium, die als Mitglieder der schweren Gruppe gelten. [...]

Von den etwa 160 Mineralien, von denen bekannt ist, dass sie seltene Erden enthalten, werden derzeit nur vier für ihre seltenen Erden abgebaut: **Bastnasit**, **Lateritton**, **Monazit** und **Loparit**. Mit Ausnahme von Lateritton sind diese Mineralien gute Quellen für leichte Lanthanide und Lanthan und machen etwa 95 Prozent der verwendeten Seltenen Erden aus. Laterittone sind eine kommerzielle Quelle für die schweren Lanthanide und Yttrium.“

Die **Zusammensetzung** der Lagerstätten entspricht dabei nicht immer genau der **Nachfrage**:<sup>9</sup>

„Die Zusammensetzung der SE-Lagerstätten ist sehr unterschiedlich, mit einer insgesamt deutlich größeren Häufigkeit der leichten SE (LSE > 90%) wie Nd gegenüber den schweren SE (SSE) wie Dy. Da der absolute Bedarf von einigen SE größer ist (insb. der von Nd und Dy in Magneten) als von anderen, die SE aber nur gemeinsam gewonnen werden können, kommt es zu einem relativen Ungleichgewicht zwischen Angebot (verhältnismäßig groß bei LSE wie La und Ce) und Nachfrage (verstärkt nach Nd und Dy).“

**Global** verteilen sich die **Lagerstätten** wie folgt:<sup>10</sup>

„Seltene Erden Erzvorkommen sind auf der ganzen Welt zu finden. Die Haupterze befinden sich in **China**, den **Vereinigten Staaten**, **Australien** und **Russland**, während andere Erzkörper in Kanada, Indien, Südafrika und Südostasien gefunden werden. Die wichtigsten Mineralien, die in diesen Erzkörpern enthalten sind, sind Bastnasit (Fluorcarbonat), Monazit (Phosphat), Loparit [(R,Na,Sr,Ca)(Ti,Nb,Ta,Fe<sup>3+</sup>)O<sub>3</sub>] und Laterittone (SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> und Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

**Chinesische** Lagerstätten machten 2018 etwa **82 Prozent** der weltweit abgebauten Seltenen Erden aus (112.000 Tonnen Seltene Erdenoxid). Etwa **94 Prozent** der in China abgebauten Seltenen Erden stammen aus **Bastnasitvorkommen**. Die größte Lagerstätte befindet sich in Bayan Obo, Innere Mongolei (83 Prozent), während kleinere Lagerstätten in den Provinzen Shandong (8 Prozent) und Sichuan (3 Prozent) abgebaut werden. Etwa 3 Prozent stammen aus Laterittonen (Ionenabsorption), die sich in den Provinzen Jiangxi und Guangdong in Südchina befinden, während die restlichen 3 Prozent an verschiedenen Standorten produziert werden.

---

9 Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), 2021, Seltene Erden: Informationen zur Nachhaltigkeit, S. 4, [https://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Informationen\\_Nachhaltigkeit/seltene\\_erden.pdf;jsessionid=62888616968FA62C25067A6529C32049.2\\_cid331?\\_blob=publicationFile&v](https://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Informationen_Nachhaltigkeit/seltene_erden.pdf;jsessionid=62888616968FA62C25067A6529C32049.2_cid331?_blob=publicationFile&v).

10 <https://institut-seltene-erden.de/seltene-erden-und-metalle/seltene-erden/>.



---

Offiziell wurden 2018 130.000 Tonnen REO<sup>[11]</sup>-Äquivalent abgebaut, aber ein Schwarzmarkt für seltene Erden soll weitere 25 Prozent dieser Menge produzieren. Die meisten Seltenerdmaterialien werden aus China geschmuggelt.“

Aus der Wichtigkeit der **Mineralhauptquellen** ergibt sich eine Rangfolge:

„**Bastnasit**, ein Fluorcarbonat, ist die Hauptquelle für seltene Erden. Etwa 94 Prozent der weltweit verwendeten seltenen Erden stammen aus Minen in Mountain Pass, Kalifornien, USA, Bayan Obo, Innere Mongolei, China, Provinz Shandong, China, und Sichuan Provinz, China. Die Lagerstätte Bayan Obo ist etwas reicher an Praseodym und Neodym als der Bastnasit im Mountain Pass, vor allem auf Kosten des Lanthangehalts, der im Erz im Mountain Pass um 10 Prozent höher ist. Die Seltenerdgehalte der Shandong und Sichuan Mineralien unterscheiden sich leicht von denen der Bayan Obo Mineralien und auch von denen des anderen. Der Shandong-Bastnasit ähnelt dem Mineral des Mountain Pass. Das Sichuan-Erz enthält mehr Lanthan, weniger Praseodym und Neodym und etwa die gleiche Menge an Cer wie die Lagerstätte Bayan Obo.

Die **Laterittone** (auch bekannt als Ionenabsorptionstone) bestehen hauptsächlich aus Siliziumdioxid, Aluminiumoxid und Eisenoxid; solche, die auch lebensfähige Mengen an Seltenen Erden enthalten, finden sich nur in der Provinz Jiangxi im Südosten Chinas. Von den Jiangxi-Lagerstätten sind die bei Longnan gelegenen Tone recht reich an den schweren Lanthaniden und Yttrium. Die Tone in Xunwu haben eine sehr ungewöhnliche Verteilung von seltenen Erden, sind reich an Lanthan und Neodym mit einem relativ hohen Yttriumgehalt. Bemerkenswert ist auch die geringe Konzentration von Cer und Praseodym in beiden Tönen, insbesondere im Xunwu-Ton, im Vergleich zur normalen Seltenerdverteilung in den anderen Mineralien. Diese Tone sind die Hauptquelle für schwere Elemente, die in seltene Erden enthaltenden Produkten verwendet werden, z.B. Dysprosium in Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B Permanentmagneten.

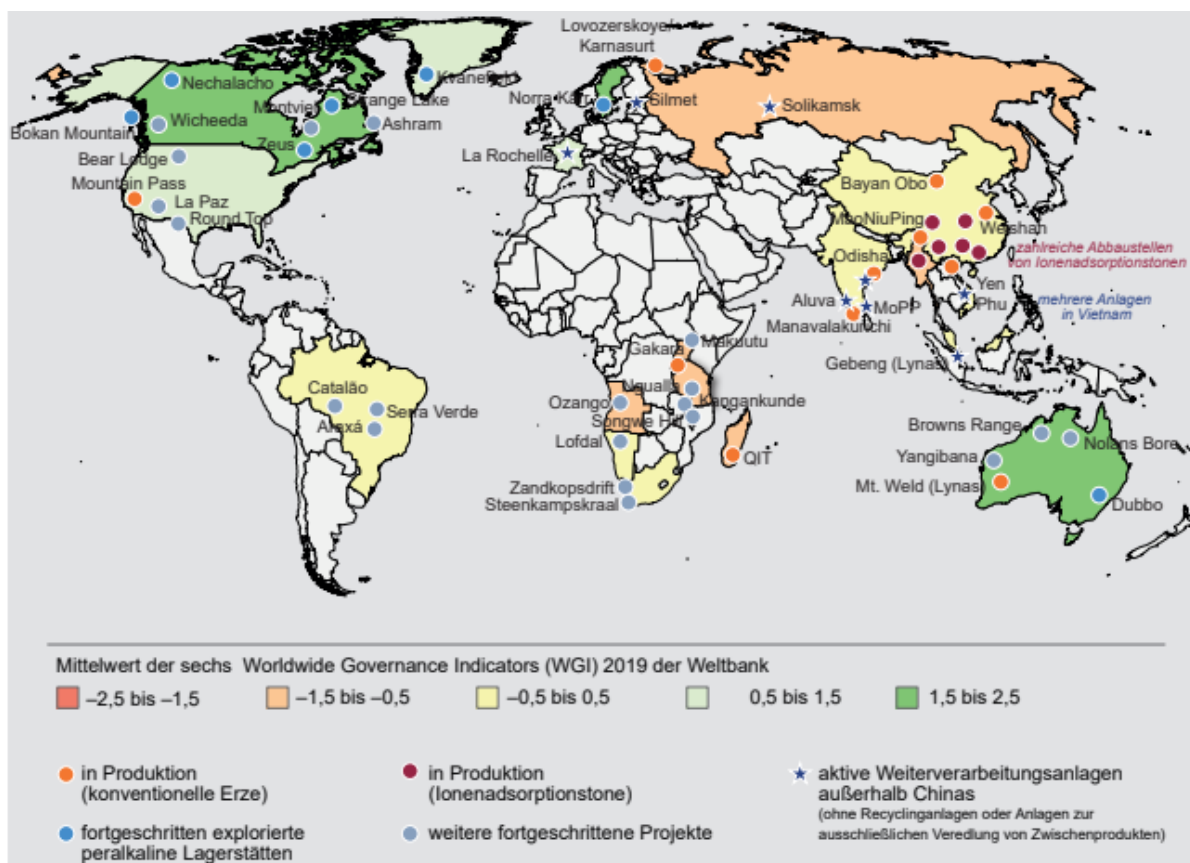
**Monazit**, ein Phosphat, ist die drittwichtigste Erzquelle für seltene Erden. In den 1980er Jahren machte sie 40 Prozent der Weltproduktion aus, trug aber bis 2010 nur noch einen kleinen Teil zu den abgebauten Seltenen Erden bei. Diese Änderung hatte zwei Gründe: Erstens ist es teurer, Monazit aus dem Erzkörper zu einem Seltenerdkonzentrat zu verarbeiten als Bastnasit; zweitens enthält Monazit eine signifikante Menge an radioaktivem Thoriumdioxid (ThO<sub>2</sub>) im Vergleich zu Bastnasit, so dass spezielle Umweltverfahren bei der Handhabung und Lagerung erforderlich sind. Es wird jedoch erwartet, dass Monazit zu einem wachsenden Anteil an abgebauten seltenen Erden beiträgt, da die Aktivitäten in Mount Weld, Australien (Lynas) hochgefahren werden. Monazit ist weit verbreitet; neben Australien findet man es in Indien, Brasilien, Malaysia, Ländern der Gemeinschaft Unabhängiger Staaten, den Vereinigten Staaten, Thailand, Sri Lanka, der Demokratischen Republik Kongo, Südkorea und Südafrika.

**Loparit** ist ein komplexes Mineral, das hauptsächlich wegen seines Titan-, Niob- und Tantalgehalts abgebaut wird, wobei die aus dem Erz gewonnenen seltenen Erden als Nebenprodukt anfallen. Dieses Erz kommt hauptsächlich auf der Kola-Halbinsel im Nordwesten

Russlands und in Paraguay vor. Seine Seltenerdverteilung ist ähnlich wie bei Bastnasit, nur dass er deutlich höhere Konzentrationen der schweren Lanthanide und des Yttriums aufweist.“

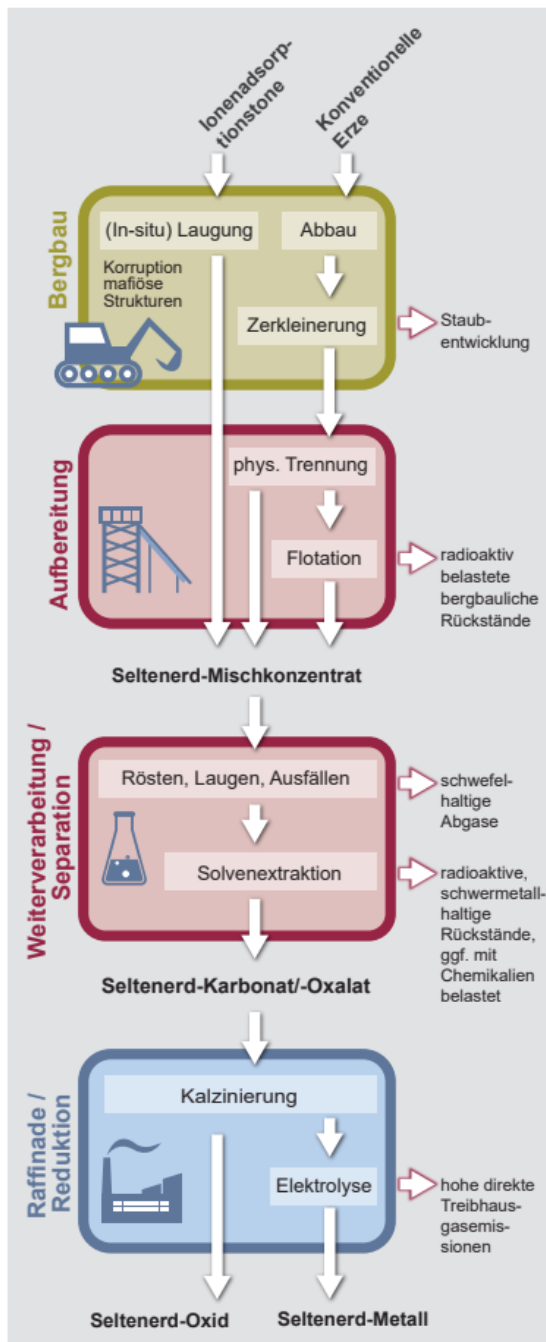
Das Verhältnis vorhandener **Ressourcen** zur **Jahresproduktion** von seltenen Erden stellt sich wie folgt dar:<sup>12</sup>

„Die Ressourcen von Seltenen Erden betragen mehr als das 1.000-fache der derzeitigen Jahresproduktion und sind somit deutlich höher als bei allen anderen wirtschaftsstrategischen Metallen (interne Berechnung des BGR). Allerdings findet ein Abbau in Ländern mit großen Ressourcen, wie in Brasilien (22 Mio. t SEO-Inhalt) oder Russland (12 Mio. t), derzeit nur sehr begrenzt oder gar nicht statt. Problematisch ist in erster Linie die Wirtschaftlichkeit von Seltenerd-Projekten, da insb. die benötigten Anlagen für die **Weiterverarbeitung** sehr komplex und somit **kostenintensiv** sind. Niedrige Weltmarktpreise und Umweltbedenken verhindern darüber hinaus, dass eines der zahlreichen gut exponierten Seltenerd-Projekte außerhalb Chinas (vgl. Abb. 4) in Produktion geht.“



12 Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), 2021, Seltene Erden: Informationen zur Nachhaltigkeit, S. 6, [https://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Informationen\\_Nachhaltigkeit/seltene\\_erden.pdf;jsessionid=62888616968FA62C25067A6529C32049.2\\_cid331?\\_blob=publicationFile&v.](https://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Informationen_Nachhaltigkeit/seltene_erden.pdf;jsessionid=62888616968FA62C25067A6529C32049.2_cid331?_blob=publicationFile&v.)

Die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) veranschaulicht anhand einer Übersicht den **Prozess** der bergbaulichen **Förderung** bis zu den einzelnen **Weiterverarbeitungsverfahren**.<sup>13</sup>



13 Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), 2021, Seltene Erden: Informationen zur Nachhaltigkeit, S. 2, [https://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Informationen\\_Nachhaltigkeit/seltene\\_erden.pdf;jsessionid=62888616968FA62C25067A6529C32049.2\\_cid331?\\_blob=publicationFile&v.](https://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Informationen_Nachhaltigkeit/seltene_erden.pdf;jsessionid=62888616968FA62C25067A6529C32049.2_cid331?_blob=publicationFile&v.)

Bei der Förderung und Verarbeitung seltener Erden ergeben sich **Risiken**:<sup>14</sup>

„Die Verfahren zur Auslösung und Trennung der einzelnen Rare Earth Elements (REE) sind anspruchsvoll und wegen der notwendigen **Chemikalien** mit Gefahren verbunden. REE treten ferner manchmal in geologischen Formationen auf, die auch **radioaktive** Elemente wie Uran oder Thorium enthalten. Das kompliziert ihre Verarbeitung zusätzlich.

Auf dem Weg vom Erz zum Metall besteht der erste Schritt im **Abbau** des Muttergesteins, das die gesuchten Mineralien enthält. Das Erz wird zerstoßen und gemahlen, damit in einem zweiten Schritt seine verwertbaren Bestandteile **ausgesondert** werden können, neben REE zum Beispiel weitere strategische Rohstoffe. In dieser Phase werden die einzelnen REE noch nicht getrennt, sondern gemeinsam zu einem Konzentrat verarbeitet.

Die Trennung findet darauf in einem mehrstufigen Prozess statt, der sich von der Zusammensetzung des Konzentrats ableitet. Diese letzte Phase findet derzeit praktisch ausschließlich in China statt. Das bedeutet, dass auch Konzentrate aus nichtchinesischen Minen nach China zur **Raffinierung** transportiert werden müssen – zum Beispiel aus der 2017 wieder in Betrieb gegangenen amerikanischen Mountain-Pass-Mine. Deren eigene Anlage zur Separierung wurde 1998 aufgegeben.“

## 5. Versorgungslage

**Historisch** wurde die Produktion von Seltenerdmetallen zwischen 1965 und 1995 von den **USA** dominiert. Danach verlagerten sich Erzabbau und Raffinierung zunehmend nach China.<sup>15</sup> Die **aktuelle** starke Importabhängigkeit von **China** beschreiben folgende Quellen:

„Während die EU bei der Herstellung von Elektromotoren weltweit führend ist, ist sie in Bezug auf Seltenerd-**Permanentmagnete**, von denen mehr als **90%** in China hergestellt werden, fast vollständig importabhängig.“<sup>16</sup>

„Die Weltbergwerksförderung 2020 betrug 214.000 t SE-Oxid. Der chinesische Marktanteil lag bei **57 %**, bei der SE-Raffinadeproduktion bei **85 %**. [...]

Aufgrund Chinas **marktbeherrschender Stellung**, vom Bergbau über die Weiterverarbeitung zu Zwischenprodukten und reinen Metallen bis hin zu NdFeB-Magneten [Neodym-Eisen-Bor] und verbunden mit temporären Exportverboten, werden SE [seltene Erden] von der Europäischen Kommission aktuell als die Rohstoffe mit dem **höchsten Versorgungsrisiko** eingestuft. Vor diesem Hintergrund haben mehrere westliche Industrieinitiativen wie

---

14 NZZ, 2021, Was sind seltene Erden und strategische Rohstoffe?, <https://www.nzz.ch/wirtschaft/was-sind-seltene-erden-und-strategische-rohstoffe-ld.1612355>.

15 NZZ, 2021, Was sind seltene Erden und strategische Rohstoffe?, <https://www.nzz.ch/wirtschaft/was-sind-seltene-erden-und-strategische-rohstoffe-ld.1612355>.

16 ERMA, 2021, Zugang zu den Rohstoffen für den European Green Deal sicherstellen: Ein europäischer Aufruf zum Handeln, <https://erma.eu/european-call-for-action/>.

---

die European Raw Material Alliance (ERMA) zum Ziel, die Abhängigkeit von China zu reduzieren. Auch im derzeit bestehenden Handelskonflikt zwischen China und den USA stehen SE, auch aufgrund der für die **Rüstungsindustrie** strategischen Bedeutung (Verwendung z.B. in Radar- und Waffensystemen), im Fokus. Eine von China unabhängige Produktion von SE wird auch von amerikanischer Seite angestrebt, ist aber aufgrund der großen Herausforderungen bei der Weiterverarbeitung – neben den technischen sind es vor allem auch die ökologischen – nicht trivial. Nichtsdestotrotz liegen hier aus Nachhaltigkeitssicht auch Chancen mit technischen Innovationen eine ökologisch verträglichere Produktion zu ermöglichen.“<sup>17</sup>

„Das **chinesische Monopol** erlaubte es, die **Preise** für verschiedene Seltenerdmaterialien von 2009 bis 2011 um Hunderte von Prozent zu **erhöhen** und auch für viele dieser Produkte Exportquoten festzulegen. Dies führte zu einem großen Wandel in der Dynamik der Seltenerdmärkte. Der Abbau von Bastnasit wurde 2011 am Mountain Pass, Kalifornien, nach einer neunjährigen Pause wieder aufgenommen, und der Abbau von Monazit begann im selben Jahr in Mount Weld, Australien. Gleichzeitig wurde Loparit in Russland abgebaut, während Monazit in Indien, Vietnam, Thailand und Malaysia abgebaut wurde. Diese und andere Bergbaubetriebe brachten ein neues Gleichgewicht zwischen Angebot und Nachfrage, in dem **China** immer noch der **Hauptlieferant** von Seltenerdmineralen war, aber Unternehmen suchten entweder nach alternativen Quellen, benutzten weniger oder recycelten mehr Seltene Erden.“<sup>18</sup>

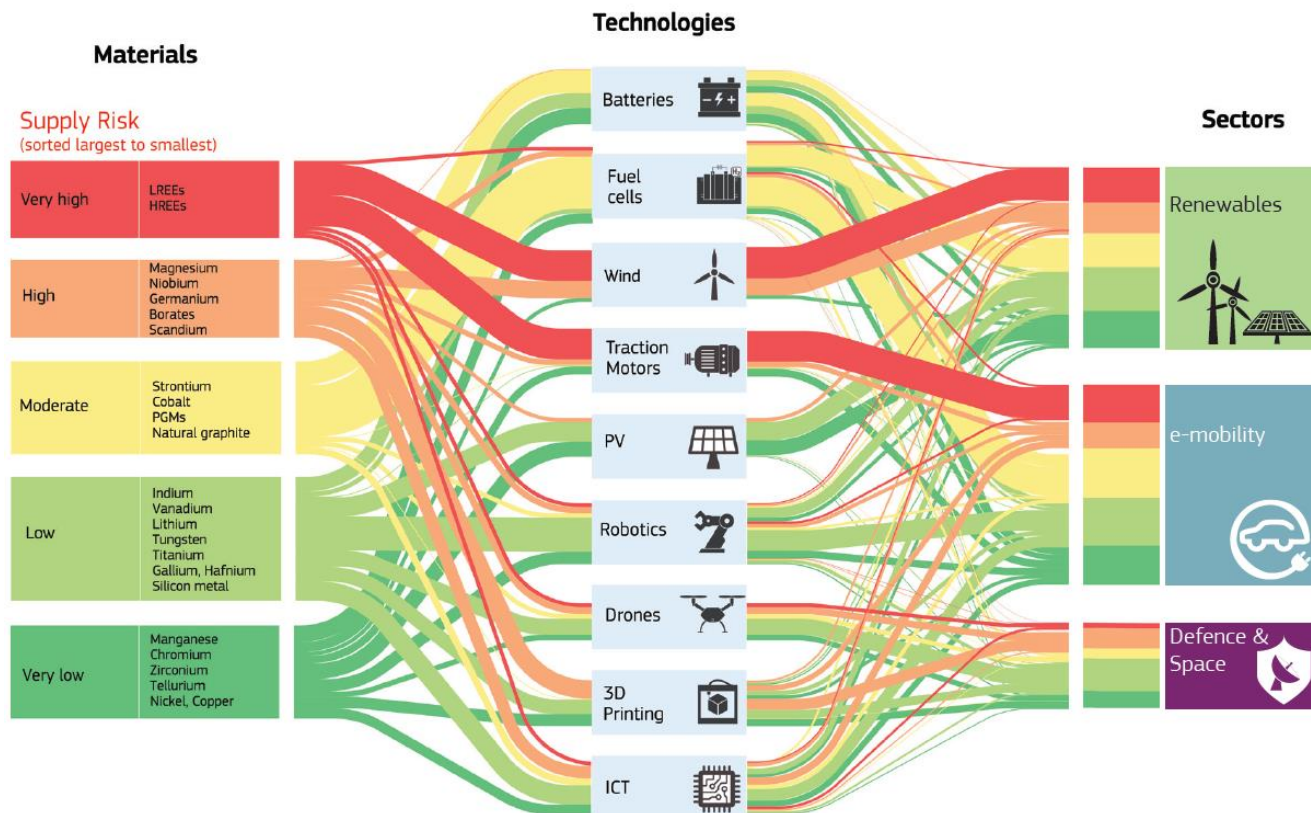
Die vorliegende Übersicht der Europäischen Kommission verdeutlicht die Versorgungsrisiken verschiedener Rohstoffe. Dabei wird das sehr hohe Risiko der seltenen Erden (unterteilt in leichte seltene Erden – engl. LREE, und schwere seltene Erden – engl. HREE) für die **erneuerbaren Energien** sowie die **E-Mobilität** hervorgehoben:<sup>19</sup>

---

17 Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), 2021, Seltene Erden: Informationen zur Nachhaltigkeit, S. 3-4, [https://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Informationen\\_Nachhaltigkeit/seltene\\_erden.pdf;jsessionid=62888616968FA62C25067A6529C32049.2\\_cid331?\\_blob=publicationFile&v](https://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Informationen_Nachhaltigkeit/seltene_erden.pdf;jsessionid=62888616968FA62C25067A6529C32049.2_cid331?_blob=publicationFile&v).

18 <https://institut-seltene-erden.de/seltene-erden-und-metalle/seltene-erden/>.

19 <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/42881>, S. 10.



## 6. Auswege aus der Importabhängigkeit von China

Im Wesentlichen lässt sich der Knappheit seltener Erden auf zwei Wegen begegnen: Erschließen **neuer Lagerstätten** und **Recycling**.

### 6.1. Bundesregierung

Zur Strategie der Bundesregierung finden sich Hinweise u. a. in folgenden Drucksachen:

„Die Rohstoffsicherung ist grundsätzlich Aufgabe der **Unternehmen**, dies betrifft auch die Versorgung mit Seltenen Erden. Die Bundesregierung flankiert jedoch Maßnahmen der Unternehmen bei der Rohstoffsicherung. So können unter anderem die Instrumente der Außenwirtschaftsförderung genutzt werden. Zur Bewertung von Preis- und Lieferrisiken betreibt zudem die Deutschen Rohstoffagentur (DERA) im Auftrag der Bundesregierung das Rohstoffmonitoring. [...]

Das Ziel der Bundesregierung ist die Schließung von Stoffkreisläufen sowie ein verantwortungsvoller Rohstoffbezug. Durch das **Recycling** der Komponenten eines Elektroautos, wie Batterien (z.B. Kobalt, Nickel, Kupfer) und Antriebsstrang (z. B. Seltene Erden, Kupfer), können Rohstoffe zurückgewonnen und der Produktion wieder zur Verfügung gestellt werden. Dies mindert die Nachfrage nach primär gewonnenem Material und verringert zusätzlich auch die Importabhängigkeit. Somit spielt das Recycling und die Rückgewinnung von Rohstoffen eine wichtige Rolle. Dabei gilt es jedoch zu beachten, dass große Volumen für

das Recycling (sowohl an Batterien, als auch an Elektromotoren) erst in einigen Jahren zur Verfügung stehen werden. Nach der Markteinführung und einer Nutzungsphase, ggf. einer Second-Use-Phase in Form einer Zwischennutzung, erwartet die Bundesregierung erst in einigen Jahren größere Rückläufe sekundärer Rohstoffe aus dem Recycling gebrauchter Elektroautos. [...]

Die Bundesregierung [...] zudem die Überlegungen der EU, sich stärker für die Nutzung von heimischen **(europäischen) Rohstoffpotenzialen** zu engagieren, um die Wertschöpfung gerade auch für Schlüsselindustrien in Europa aufzubauen bzw. zu erhalten. Die Bundesregierung hat in mehreren Projektfördermaßnahmen des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) Verbundforschungsvorhaben mit Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft gefördert, in denen innovative Verfahren entwickelt wurden, um z. B. Seltene Erden im Bergbau aus Primärquellen umweltschonend und wirtschaftlich zu erschließen, aber auch durch neu entwickelte Recyclingverfahren von z. B. Permanentmagneten wieder dem Kreislauf zuzuführen.“<sup>20</sup>

„Die Bundesregierung ist bestrebt, insbesondere in Anbetracht der prognostizierten stark ansteigenden Bedarfe bestimmter Rohstoffe für Zukunftstechnologien (z. B. Lithium, Kobalt, Seltene Erden, Tantal, Magnesium und Titan), die bestehenden Rohstoffpartnerschaften bzw. **Rohstoffkooperationen** fortzuführen und die politische Flankierung der deutschen Wirtschaft aufrecht zu erhalten.“<sup>21</sup>

## 6.2. European Raw Materials Alliance (ERMA)

Auf Anregung der Europäischen Kommission wurde am 29.09.2020<sup>22</sup> die von der Industrie geleitete Europäische Rohstoffallianz (European Raw Materials Alliance) ERMA gegründet. Ziel ist es, unter Einbeziehung der Europäischen Kommission, Investoren, Europäischer Investitionsbank, Interessenträgern, Mitgliedstaaten und Regionen, eine strategische Autonomie für die Wertschöpfungskette der seltenen Erden und Magnete aufzubauen sowie weitere Rohstoffbereiche zukünftig einzubeziehen.<sup>23</sup>

Zur Erreichung des ersten Etappenziels führt die ERMA in ihrem Aktionsplan aus:<sup>24</sup>

---

20 Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Tino Chrupalla, Enrico Komning, Stefan Kotré, weiterer Abgeordneter und der Fraktion der AfD – Drucksache 19/7132 – Versorgung der Wirtschaft mit Seltenen Erden, Drucksache 19/7523 v. 01.02.2019, <https://dserver.bundestag.de/btd/19/075/1907523.pdf>.

21 Unterrichtung durch die Bundesregierung Rohstoffstrategie der Bundesregierung – Sicherung einer nachhaltigen Rohstoffversorgung Deutschlands mit nicht-energetischen mineralischen Rohstoffen, Drucksache 19/16720 v. 16.01.2020, <https://dserver.bundestag.de/btd/19/167/1916720.pdf>.

22 <https://nachrichten.idw-online.de/2020/10/14/eu-gruendet-europaeische-rohstoffallianz/>.

23 <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-10435-2020-INIT/de/pdf>.

24 ERMA, 2021, Zugang zu den Rohstoffen für den European Green Deal sicherstellen: Ein europäischer Aufruf zum Handeln, <https://erma.eu/european-call-for-action/>.

„Die European Raw Materials Alliance (ERMA) hat am 30.09.2021 ihren Aktionsplan zur Sicherung des Zugangs zu Seltenen Erden für die europäische Industrie veröffentlicht. Der Bericht mit dem Titel Rare Earth Magnets and Motors: A European Call for Action skizziert die aktuelle und prognostizierte europäische Nachfrage nach Seltenerdelementen und die Schritte, die unternommen werden sollten, um ihre Versorgung bzw. den Green Deal der EU zu sichern. [...]

Die European Raw Materials Alliance (ERMA) befasst sich in thematischen Clustern mit den wichtigsten Herausforderungen im Zusammenhang mit der Rohstoffversorgung Europas. Der erste dieser aktuellen Cluster ist der ERMA Cluster on Rare Earth Magnets and Motors. Mit dem Input von mehr als 180 Interessengruppen der Branche hat ERMA den Aktionsplan entwickelt, um die Herausforderungen im Zusammenhang mit der äußerst anfälligen globalen Lieferkette für Seltene Erden hervorzuheben und spezifische Maßnahmen bereitzustellen, die die EU, ihre Mitgliedstaaten, die Industrie und die Innovationsgemeinschaften mit dem Ziel umsetzen sollten, einen disruptiven Wandel zur Diversifizierung der EU-Lieferketten auszulösen. Der Aktionsplan enthält 12 Maßnahmen, die in vier zentralen Empfehlungen zusammengefasst sind:

- Die europäischen Entscheidungsträger müssen gleiche **Wettbewerbsbedingungen** schaffen, da die Kosten der EU-Produktion an sich höher sind als die chinesischen Produktionskosten, die durch eine Reihe direkter und indirekter staatlicher Subventionen massiv gesenkt werden.
- Europäische OEMs (Erstausrüster, in diesem Fall die Hersteller von Komponenten, die Seltene Erden verwenden) müssen mögliche Verpflichtungen in Betracht ziehen, einen erheblichen prozentualen Anteil seltener Seltenerdmaterialien von **europäischen Herstellern** zu kaufen.
- Die EU muss sicherstellen, dass Altprodukte und Abfallstoffe, die Seltene Erden enthalten, in Europa verbleiben, was ihre Wiederaufbereitung und ihr **Recycling** erleichtert.
- Es besteht die einmalige Gelegenheit, große private Investitionen in die aufstrebende europäische Wertschöpfungskette der Seltenen Erden durch Match-Finanzierung auszulösen. Aus diesem Grund sollten die EU und ihre Mitgliedstaaten alle **finanziellen Hebel**, einschließlich staatlicher Beihilfen, wie z. B. ein spezielles wichtiges Projekt von gemeinsamem europäischem Interesse (IPCEI), in Anspruch nehmen.“

Die ERMA verweist in ihrem Aktionsplan „Rare Earth Magnets and Motors: A European Call for Action“ auf die Möglichkeit, **20% des europäischen Bedarfs** an seltenen Erden für Magnete im Jahr 2030 aus EU-Ländern abzudecken:<sup>25</sup>

„To increase Europe’s strategic autonomy in rare earths, the EU will need to address the entire value chain. This involves creating a circular economy around rare earths by advan-

---

25 European Raw Materials Alliance (ERMA), 2021, Rare Earth Magnets and Motors: A European Call for Action, S. 7, <https://erma.eu/app/uploads/2021/09/01227816.pdf>.



cing recycling and substitution, as well as exploration, mining, processing, separation, metal making, alloying, magnet making, and motor design. Today there is no primary production within the EU and **less than 1%** of rare earth elements are **recycled** in Europe. This needs to change if the EU wants to successfully compete economically and lead the Green Transition. Within the first six months of its existence, the European Raw Materials Alliance (ERMA) has identified investment cases from rare earth mine and urban mine to magnet, with projects spread all across Europe and a total investment volume of €1.7 billion. If these projects were realised, **20% of Europe's rare earth magnet** needs by 2030 could be sourced from the EU, that is, 15 times more than today. More investment cases are expected to be submitted, potentially increasing the overall rare earths materials production and recycling capacity in Europe.“

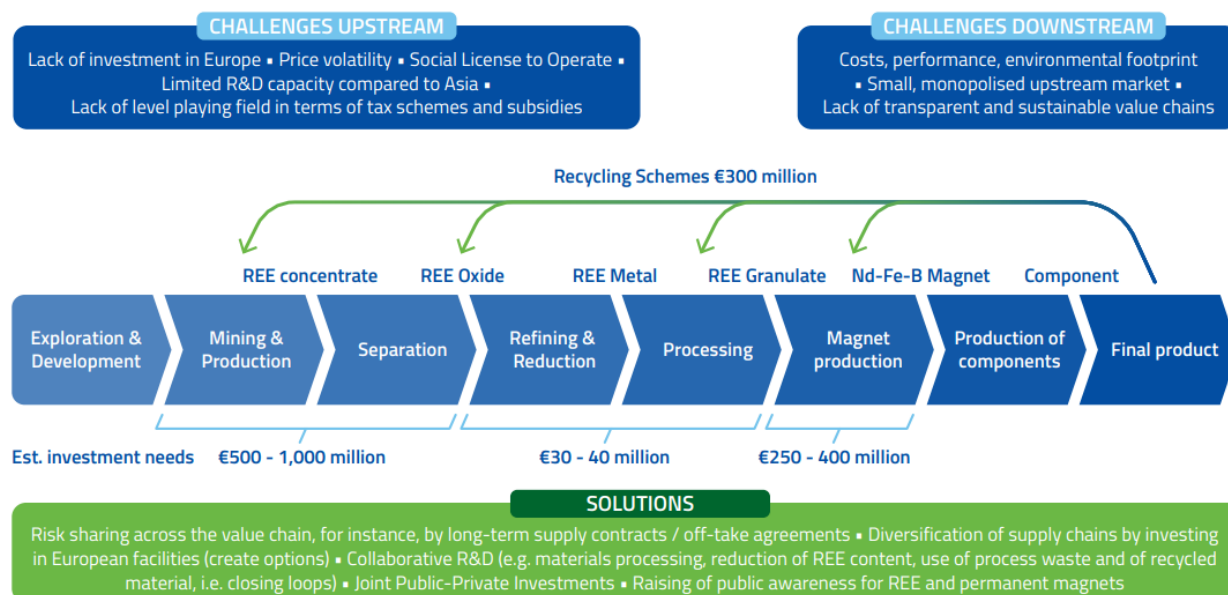


Fig. 1: ERMA Cluster Rare Earth Magnets and Motors: Challenges and solutions and price tags per value chain step indicating the order of magnitude of investment needs for an EU value chain capable of matching 20% of domestic materials demands by 2030 (see Fig. 8). The size of investments relates to the nature and cost structure of each value chain step and potential production outputs. Note that end-of-life electric vehicles will boost the magnet recycling market, particularly beyond 2030. (see Fig. 7).

Bislang hat die ERMA in ihrer Analyse die folgenden potenziellen Investitionsmöglichkeiten für die **Gewinnung von Erzen** (Skandinavien), die **Aufbereitung** der Materialien (Polen, Estland), das **Recycling** (Belgien, Frankreich) sowie die Produktion von Magneten (Deutschland, Slowenien) identifiziert:<sup>26</sup>

26 European Raw Materials Alliance (ERMA), 2021, Rare Earth Magnets and Motors: A European Call for Action, S. 20, <https://erma.eu/app/uploads/2021/09/01227816.pdf>.



### 6.3. Deutsch-französisches Büro für die Energiewende

Das Deutsch-französische Büro für die Energiewende, eine von den Regierungen Deutschlands und Frankreichs 2006 gegründete Informations- und Netzwerkplattform, hat sich zum Ziel gesetzt, Brücken zwischen allen Akteuren der Energiewende in beiden Ländern zu bauen.<sup>27</sup>

Ein vom Büro 2021 erschienener Forschungsbericht zum Bedarf nach Metallen und Mineralien sieht Chancen für die Europäische Union im verstärkten Abbau von Metallen in den Mitgliedstaaten, der Ermittlung **alternativer Ressourcen** sowie dem **Recycling**, wobei hierbei die gesellschaftliche Akzeptanz sowie Umweltrisiken und die Wirtschaftlichkeit als problematisch angesehen werden.<sup>28</sup> Der Bericht führt hierzu aus:<sup>29</sup>

„Generell spricht die **Schwierigkeit, alternative Lösungen** zu finden, dafür, die **Bergbautätigkeit** in Europa neu zu beleben. So könnte einerseits die Attraktivität der europäischen Industriestandorte verstärkt und andererseits die sozialen und ökologischen Bedingungen der Gewinnung von Metallen besser kontrolliert werden. Die EU hängt für ihre Rohstoffversorgung von anderen Ländern ab und die diesbezügliche Handelsbilanz ist seit 2002 negativ. Mit Unterstützung der EIB, deren Strategie seit 2019 erstmalig Kapitalbeteiligungen an Minen vorsieht (bei gleichzeitigem Finanzierungsstopp

27 <https://energie-fr-de.eu/de/startseite.html>.

28 Deutsch-französisches Büro für die Energiewende/Gilles Lepasant, 09.09.2021, Die Rolle der kritischen Metalle bei der Energiewende: Herausforderungen und Strategien, Hintergrundpapier, <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-03364930/document>.

29 Ders. S. 19 ff.

für Projekte mit fossilen Brennstoffen), hat sie eine Strategie zur Stärkung ihrer Versorgungssicherheit entworfen. [...]

Der finnische Bergbau wurde in den 1990er Jahren vor allem aufgrund der niedrigen Preise für die abgebauten Mineralien größtenteils stillgelegt. In den 2000er Jahren, als sich die Preise infolge des starken Wachstums der indischen und chinesischen Wirtschaft erholten, stieg die Aktivität jedoch wieder an. 2018 nahm die Regierung eine Umstrukturierung des Sektors vor: Neue Minen wurden erschlossen, insbesondere vor dem Hintergrund eines wachsenden Marktes für Batterien.

Grönland ist seit den 1990er Jahren sehr aktiv bei der Erschließung seiner Bodenschätze und dabei kommt dem Land sowohl die Erderwärmung, die gefrorene Bereiche seines Gebietes freilegt, als auch das Wachstum des Marktes für Technologien zugute, mit denen eben diese Klimaerwärmung eingeschränkt werden soll. Die Produktion war lange auf Blei, Zink, Gold und Kohle in küstennahen Vorkommen mit niedrigen Logistikkosten konzentriert. Konzerne aus Dänemark, Australien (für seltene Erden) und China haben dort investiert. [...]

In Skandinavien sind die aussichtsreichen nordfinnischen Regionen zugleich diejenigen mit den meisten Natura 2000-Gebieten und Bereichen, die aufgrund der Qualität ihrer Fauna und Flora verschiedenen Schutzmaßnahmen unterliegen. Im Kivijaervi-See wurde eine Belastung mit Nickel aus einer nahe gelegene Mine festgestellt. Von den **Risiken sind nicht nur die Umwelt** (Flora und Fauna Lapplands), sondern auch die **lokale Bevölkerung** (samische indigene Volksgruppen) betroffen. Lassila (2018) berichtet von dem starken Widerstand, den die ersten Schürfkampagnen bei der Sami-Gemeinschaft im nordfinnischen Dorf Ohcejohka ausgelöst hatten.

In Schweden wurde eine der aussichtsreichsten Lagerstätten für seltene Erden (insbesondere Dysprosium) in Europa (Norra Kärr) von den Behörden genehmigt, anschließend aber aufgrund des lokalen Widerstands aufgegeben. [...]

Die Herausforderung für außerhalb Chinas angesiedelte Verwertungsprojekte von Metallen liegt somit auch darin, ein wirtschaftliches Modell zu finden, das ihre Rentabilität trotz der entstehenden Kosten, der Umweltrisiken und der hohen Preisvolatilität gewährleisten kann. Allein bei den seltenen Erden ist die Rentabilität kaum gewährleistet, da nur geringe Mengen betroffen sind und die Preise in Abhängigkeit zur technologischen Entwicklung und der chinesischen Nachfrage starken Schwankungen unterliegen. Vor allem aber verfügt China nicht nur über reichlich Vorkommen, sondern auch über die für die Verarbeitung erforderliche Wertschöpfungskette.“

Zum Thema **Recycling** bemerkt der Bericht:<sup>30</sup>

„Auch in wirtschaftlicher Hinsicht gestaltet sich das **Recycling von Geräten** an deren Lebensende schwierig, da die Metalle in geringen Mengen auftreten und mit anderen Materialien verbunden sind. So sind die **Komponenten von Erneuerbare-Energien-Anlagen** für **etwa 20 Jahre gebunden** und zudem in viel geringeren Mengen vorhanden, als erforderlich

wären, wenn in der Zwischenzeit keine neuen Materialien eingeführt würden. Auch die Entscheidung für Technologien, die nur wenig auf kritische Metalle zurückgreifen, stellt nicht zwangsläufig die beste Option dar. Dies zeigt das Beispiel der Lithium-Eisenphosphat-Akkumulatoren, die zwar nickel- und kobaltfrei sind, deren Recycling aber aufgrund des Gewichts ihrer preiswerten Metalle (insbesondere Eisen) wenig rentabel erscheint.“

Letztendlich wird im Bericht unter Berufung auf eine Studie der OECD aber von einem starken **zukünftigen Anstieg** der verfügbaren Mengen wiederverwertbarer Abfälle ausgegangen, so dass die Rentabilität des Recyclings derart zunehmen wird, dass dessen Wachstum **2060** voraussichtlich erstmals den Bergbausektor übertreffen wird.<sup>31</sup>

#### 6.4. Deutsche Rohstoffagentur (DERA)

Die Deutsche Rohstoffagentur (DERA) weist auf die Schwierigkeiten beim **Recycling** von seltenen Erden hin:<sup>32</sup>

„Zu entsorgende Traktionsmotoren aus E-Pkw werden in Deutschland derzeit in der Regel dem Kupfer-Recyclingstrom zugeführt (Bast et al. 2015). Es ist zwar technisch möglich, die NdFeB-Magnete [Neodym-Eisen-Bor] zerstörungsfrei aus den Motoren zu entfernen und wiederzuverwenden. Durch den Einsatz verschiedener Geometrien und Legierungen und die stetige Weiterentwicklung der Magnet- und Motortechnologien wird die direkte Wiederverwendung allerdings erschwert. Gelingt jedoch das sortenreine Sammeln von NdFeB-Magneten in einem separaten Abfallstrom, ist ein werkstoffliches Recycling durch Wasserstoffversprödung möglich, was aber zu Verlusten bei der Remanenz (Restmagnetisierung) von ca. 3 % führt. Durch rohstoffliches Recycling mittels hydrometallurgischer Aufbereitung können reine Seltene Erden als Oxide zurückgewonnen werden. In Deutschland ist die Reduktion dieser Oxide zu reinen Metallen jedoch **derzeit technisch nicht möglich** (Bast et al. 2015).

2040 wird das Recycling von NdFeB-Magneten nach ihrem Einsatz in E-Pkw-Traktionsmotoren in Deutschland wahrscheinlich wirtschaftlich sein, wobei dies von Mengenaufkommen, Rohstoffpreisen und dem Anteil der teureren schweren Seltenerdelementen Dysprosium und Terbium abhängen wird (Bast et al. 2015).“

Insgesamt bestehen folgende Recyclingmethoden für **Magnete**:<sup>33</sup>

---

31 Ders., S. 24.

32 Deutsche Rohstoffagentur (DERA) in der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), 2021, Rohstoffe für Zukunftstechnologien 2021, Studie der Fraunhoferinstitute ISI und IZM in: DERA Rohstoffinformationen Nr. 50, S. 68, [https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/DERA\\_Rohstoffinformationen/rohstoffinformationen-50.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/DERA_Rohstoffinformationen/rohstoffinformationen-50.pdf?__blob=publicationFile&v=3).

33 [https://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Informationen\\_Nachhaltigkeit/seltene\\_erden.pdf;jsessionid=62888616968FA62C25067A6529C32049.2\\_cid331?\\_\\_blob=publicationFile&v](https://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Informationen_Nachhaltigkeit/seltene_erden.pdf;jsessionid=62888616968FA62C25067A6529C32049.2_cid331?__blob=publicationFile&v), S. 9.

Recyclingmethode	Vorteile	Nachteile
Direkte Wiederverwendung der Magnete	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sehr geringer Energiebedarf</li> <li>• Keine Chemikalien nötig</li> <li>• Kein Abfall</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nur für leicht zugängliche Magnetkomponenten wie aus Windturbinen und größeren Elektromotoren geeignet</li> <li>• Händische Demontage nötig</li> <li>• Stoffströme derzeit zu gering</li> </ul>
Wiederaufbereitung von Legierungen zu Magneten mittels Wasserstoff-Versprödung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geringer Energiebedarf</li> <li>• Kein Abfall</li> <li>• Gut für Magnete aus Festplatten geeignet (da ähnliche Zusammensetzung über langen Zeitraum)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keine Variationen in den Abfallströmen möglich</li> <li>• Nicht anwendbar bei oxidierten Magneten</li> </ul>
Hydrometallurgische Methoden (elementspezifische Rückgewinnung)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etablierte Methode der Erzaufbereitung (gleicher Prozess)</li> <li>• Im Prinzip für alle Magnetzusammensetzungen anwendbar</li> <li>• Für oxidierte und nicht oxidierte Legierungen geeignet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoher Aufwand (analoge Prozessschritte wie bei der Erzaufbereitung)</li> <li>• Hoher Chemikalienbedarf</li> <li>• Große Abwassermenge</li> </ul>
Pyrometallurgische Methoden (elementspezifische Rückgewinnung)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Im Prinzip für alle Magnetzusammensetzungen anwendbar</li> <li>• Kein Abwasser</li> <li>• Weniger Prozessschritte als bei der Hydrometallurgie</li> <li>• Direktschmelzverfahren für Erzeugung von Vorlegierungen</li> <li>• Erzeugung von SE-Metallen mittels Flüssigmetallextraktion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sehr hoher Energiebedarf</li> <li>• Direktschmelzverfahren und Flüssigmetallextraktion können nicht bei oxidierten Magneten angewendet werden</li> <li>• Das Elektroschlack-Umschmelzverfahren verursacht große Mengen fester Abfälle</li> </ul>
Gasphasenextraktion (elementspezifische Rückgewinnung)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Im Prinzip für alle Magnetzusammensetzungen anwendbar</li> <li>• Für oxidierte und nicht oxidierte Legierungen geeignet</li> <li>• Kein Abwasser</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoher Chlorgasverbrauch</li> <li>• Das bei dem Prozess entstehende Aluminiumchlorid weist eine hohe Korrosivität auf</li> </ul>

## 6.5. Deutsch-Australische Industrie- und Handelskammer (AHK)

Die Deutsch-Australische Industrie- und Handelskammer (AHK) verweist auf **Australien** als zukünftigem Lieferant seltener Erden:<sup>34</sup>

„Australien wird als potenzieller Partner für eine strategische Partnerschaft genannt. Im Netzwerk der European Raw Materials Alliance (ERMA) sind bereits zwölf australische Bergbauunternehmen vertreten. Diese verfolgen eine Reihe von Minenprojekten, welche

34 Deutsch-Australische Industrie- und Handelskammer (AHK), 19.05.2021, Australien will die Welt mit seltenen Erden versorgen, <https://australien.ahk.de/medien/news-details/australia-wants-to-supply-the-world-with-rare-earths>; <https://www.gtai.de/gtai-de/trade/australien/branchen/australien-will-die-welt-mit-seltenen-erden-versorgen-620936>.

Chancen für die Beschaffung von Rohstoffen sowie zur Zulieferung von Bergbauausrüstung bieten.

Eine weltweite Wertschöpfungskette errichtet derzeit die Lynas Corporation. Diese betreibt mit Mount Weld im Bundesstaat Western Australia (WA) bereits eine der reichhaltigsten Minen für seltene Erden weltweit. Für das dort gewonnene Konzentrat (circa 66.000 Tonnen pro Jahr) baut das Unternehmen in der Minenstadt Kalgoorlie bis 2023 eine moderne Weiterverarbeitungsanlage zum Aufbrechen und Auslaugen des Erzes. Die Kosten dürften bei rund 350 Millionen US-Dollar (US\$, 500 Millionen \$A, 1\$A = 0,6906 US\$) liegen.

Das dort aufbereitete Material wird zur Kuantan-Raffinerie von Lynas in Malaysia verschifft. Zudem plant Lynas den Bau einer weiteren Separationsanlage in Texas (USA), welche den US-Markt bedienen soll.“

\*\*\*