

Seltene Erden - Weit Verbreitet, Strategisch Wichtig

Seltene Erden sind eine Gruppe von 17 Mineralien, allesamt Metalle, bestehend aus Yttrium, den 15 Lanthanidenelementen und Scandium. Die Oxidverbindungen der Seltenen Erden werden häufig - wenn auch meist in kleinen Mengen - in alltäglichen elektronischen Geräten wie Computern, Batterien, Mobiltelefonen, Magneten und Leuchtstoffröhren verwendet.

Elementum Metals: 22/04/2021

22/04/2021



Seltene Erden sind eine Gruppe von 17 Mineralien, allesamt Metalle, bestehend aus Yttrium, den 15 Lanthanidenelementen und Scandium. Die Oxidverbindungen der Seltenen Erden werden häufig - wenn auch meist in kleinen Mengen - in alltäglichen elektronischen Geräten wie Computern, Batterien, Mobiltelefonen, Magneten und Leuchtstoffröhren verwendet. In größeren Mengen werden sie in Elektromotoren und Generatoren, Hightech-Flugzeugausrüstung und hochentwickeltem Verteidigungsmaterial verwendet. Die größten Seltene-Erden-Vorkommen befinden sich in China, das daher die Produktion dieser nützlichen Elemente dominiert.

Diese Gruppe von 17 Metallen wird historisch als Seltene Erden bezeichnet, da ihre Vorkommen in der Erde nur spärlich verteilt sind; "Erde" ist ein altmodischer Begriff, der sich auf die Art und Weise bezieht, wie sie durch Auflösen mit Säure gewonnen werden. Seltene Erden sind nicht knapp, wenngleich ihr Vorkommen in geringen Mengen eine wirtschaftlich sinnvolle Gewinnung schwierig macht. Seltene Erden haben viele ähnliche geologische Eigenschaften, was oft bedeutet, dass sie zusammen in bestimmten geografischen Vorkommen zu finden sind. Zu den am häufigsten vorkommenden Seltenen Erden gehören Cer, Yttrium, Lanthan und Neodym, die etwa so häufig sind wie Nickel, Zink oder Blei. Am seltensten sind Thulium und Lutetium, obwohl selbst diese Vorkommen auf die 200-fache Größe von Gold geschätzt werden,¹ was vielleicht verdeutlicht, wie sehr der Begriff "Seltene Erden" in Wirklichkeit eine Fehlbezeichnung ist.

Die größten Seltene Erden-Vorkommen befinden sich in China und machen etwa 37 % der weltweiten Reserven aus, weitere beträchtliche Vorkommen sind in Russland, Nordamerika und Australien zu finden.² Etwa 80 % der Verarbeitung von Seltenen Erden findet in China statt, geringe Mengen werden in Japan, Estland und Malaysia verarbeitet.³

Die Dominanz Chinas in der Produktion geht auf die 1980er und 1990er Jahre zurück. Die Gewinnung und Verarbeitung von Seltenen Erden wurde von den meisten westlichen Unternehmen als wenig wirtschaftlich angesehen, was durch die hohen Umweltkosten, die mit den Gewinnungs- und Reinigungsprozessen verbunden sind, noch unattraktiver wurde. China hat die strategische Bedeutung dieser Mineralien für seine Wirtschaft seit langem erkannt und sich daher für eine fortgesetzte Produktion eingesetzt, insbesondere als einzigartige Inputs für die Herstellung von elektronischen Produkten, dem Eckpfeiler seiner Wirtschaft im späten 20. Jahrhundert. 1987 kommentierte Deng Xiaoping: "Der Nahe Osten hat Öl, China hat Seltene Erden", was ein echtes Gefühl dafür vermittelt, wie die Führung des Landes das Potenzial sah, ihre strategische Bedeutung zu nutzen.⁴

Eine wichtige Komponente in Geräten der Unterhaltungselektronik, elektronischen Motoren und sogar militärischen Geräten

Seltene Erden werden in kleinen Mengen als Oxidverbindungen aufgrund ihrer einzigartigen elektronischen und magnetischen Eigenschaften in vielen elektronischen Geräten wie Computern, Mobiltelefonen, Fernsehern, Batterien und Leuchtstoffröhren verwendet. In iPhones zum Beispiel werden Seltene Erden in Lautsprechern, Kameras und Taptic Engines verwendet. Mengenmäßig werden jedoch drei Viertel der Produktion von Seltenen Erden durch Katalysatoren für chemische Reaktionen verbraucht, während Keramik, Glas, Laser und chirurgische Geräte weitere wichtige Verwendungszwecke sind.⁵

Neben diesen langjährigen Nachfragequellen gibt es einen schnell wachsenden Sektor für Seltene Erden, nämlich den der Magnete. Ein Elektromotor ist im Wesentlichen eine Spule aus Kupferdraht, die mit Permanentmagneten umgeben ist. Die Spule dreht sich, wenn der elektrische Strom ein Magnetfeld erzeugt, das die gegenüberliegenden Dauermagnete um sie herum abstößt und so den Motor antreibt.⁶ Seltene Erden werden entweder aus leichten Mineralien gewonnen, die 85 % der Reserven von schweren Mineralien ausmachen, wobei letztere besser für den Einsatz in Elektrofahrzeugen geeignet sind. Bei den Magneten werden sowohl Samarium als auch Neodym verwendet, wobei letzteres am häufigsten zum Einsatz kommt und mit Dysprosium vermischt wird, um eine bessere Kombination aus Leistung und Gewicht zu erzielen und die hohe Energieeffizienz zu gewährleisten, die für EVs entscheidend ist.⁷

Bis 2030 wird es schätzungsweise 125 Millionen E-Fahrzeuge geben, die bis 2040 auf 900 Millionen E-Fahrzeuge ansteigen werden.⁸ Etwa 90 % der heutigen E-Fahrzeuge enthalten Seltene-Erden-Magnete, wobei in den Motoren zwischen 2 und 5 kg Seltene Erden verwendet werden, während Batterien, Getriebesysteme und Bremssysteme kleinere Mengen verwenden, insgesamt etwa 9 kg, von denen 95 % Neodym sind.⁹

Es wird prognostiziert, dass die Entwicklung von EV-Technologien die Menge der verwendeten Seltenen Erden reduzieren wird, z. B. durch Toyotas Entwicklung einer Magnettechnologie, die deutlich weniger Neodym verwendet.¹⁰ Während frühere Tesla-Modelle geringe Mengen an Seltenen Erden verwendeten, nutzt das neue Model 3 Long Range eine Motortechnologie mit Neodym-Magneten.¹¹

Auch die elektrischen Generatoren von Windkraftanlagen verwenden Permanentmagnete; laut EU war dies 2018 bei fast allen Onshore-Turbinen in Europa und bei 76 % der Offshore-Windkraftanlagen der Fall. Es werden Fortschritte bei der Entwicklung alternativer Technologien gemacht, wie z. B. supraleiterbasierte Generatoren und Generatoren mit Hybridantrieb, die kleinere Dauermagnete verwenden und die Menge an Neodym,

Praseodym und Dysprosium um bis zu zwei Drittel reduzieren, allerdings sind die meisten Ersatzlösungen weniger effizient.¹²

Seltene Erden werden aufgrund ihrer spezifischen elektronischen und magnetischen Eigenschaften auch in Hightech-Militärausrüstungen eingesetzt; so wird Lanthan in Nachtsichtgeräten, Samarium in Präzisionslenkraketen und Neodym in Laserleitsystemen verwendet. Die F-35, das wichtigste Kampfflugzeug der US-Streitkräfte, das auch in großem Umfang von der NATO eingesetzt wird, verbraucht in seiner hochentwickelten Elektronik schätzungsweise 417 kg pro Flugzeug, während jedes U-Boot der Virginia-Klasse 4,2 Tonnen verbraucht.¹³

Seltene Erden sind kritische Komponenten in anspruchsvollen militärischen Anwendungen

Technology	Application	Elements	Examples
Compact, powerful permanent magnets	Guidance and control, electric motors and actuators	Neodymium Praseodymium Samarium Dysprosium Terbium	Tomahawk cruise missiles Smart bombs Predator unmanned aircraft
Energy storage, density amplification, capacitance	Electronic warfare, directed energy weapons	Numerous	Jamming devices Aerial denial systems Long range acoustic devices on Stryker vehicle
Targeting and weapons	Amplification of energy and resolution	Yttrium Europium Terbium	Laser targeting SaborShot photonic disruptor Laser Avenger
Compact, powerful permanent magnets	Electric drive motors	Neodymium Praseodymium Samarium Dysprosium Terbium	Integrated starter generator Joint Strike Fighter Zumwalt DDG 1000 Hub mounted traction drive
Amplification, enhanced resolution of signals	Radar, sonar, radiation and chemical detection	Neodymium Yttrium Lanthanum Lutetium Erbium	Sonar transducers Radar Radiation Detection Integrated Chemical Agent Alarm

Wiederaufnahme der Westernproduktion

Die Mountain-Pass-Mine in der kalifornischen Mojave-Wüste, die erstmals in den 1950er Jahren abgebaut wurde, war in der Tat die weltweit wichtigste Quelle für Seltene Erden. Die Anlage wurde jedoch in den 1990er Jahren geschlossen, als sich die Produktion angesichts der Billigkonkurrenz aus China und der Sorge um die Umwelterstörung nach Osten verlagerte.¹⁵

In den Jahren 2010/11 schnellten die Preise für Seltene Erden in die Höhe, als die chinesische Regierung, die damals 97 % des weltweiten Angebots lieferte, ein Exportverbot ankündigte, angeblich aus Umweltschutzgründen, um die Produktionsquoten zu erhöhen und um die Versorgung der heimischen Industrie zu sichern. Diese Versorgungsängste brachten die Produktion außerhalb des Landes vorübergehend in Schwung, jedoch änderte diese Episode wenig an den langfristigen Produktionstrends, da China bald einer Entscheidung der Welthandelsorganisation zustimmte, das Verbot aufzuheben und die Exporte wieder aufzunehmen.¹⁶ Das längerfristige Ergebnis war möglicherweise so, wie China es beabsichtigt hatte, und ermutigte internationale Elektronikhersteller weiter, ihre Betriebe nach China zu verlagern, wo eine zuverlässige Versorgung mit Seltenen Erden gewährleistet war.

Die größten Importeure von Seltenen Erden sind die USA, die im Jahr 2020 Seltene Erden im Wert von 110 Mio. US\$ importierten, und Japan.¹⁷ Die Sorge um die strategische Bedeutung und die Versorgungsunsicherheit unter Berücksichtigung des Risikos möglicher

Preisspitzen wie 2010/11 hat die Regierungen in den letzten Jahren dazu veranlasst, mit den Bergbauunternehmen zusammenzuarbeiten, um die Abbau- und Verarbeitungskapazitäten zu reaktivieren.

Steigende Handelsspannungen haben die US-Regierung dazu veranlasst, die Lynas Corporation, den größten Produzenten von Seltenen Erden außerhalb Chinas, beim Bau einer Anlage zum Abbau und zur Veredelung von Seltenen Erden in Texas zu unterstützen, um die Versorgung des Militärs des Landes zu sichern. Der Berg Round Top in Texas ist reich an Seltenen Erden und magnetischen Materialien und bietet die Aussicht, dass sich die USA durch die jährliche Produktion von 2.000 Tonnen Magneten selbst versorgen können.¹⁸ In Australien fördert die Regierung bedeutende Investitionen in den Abbau und die Verarbeitung durch Northern Minerals, die eine Dysprosium-Anlage in den Northern Territories entwickeln, während sie auch Hastings Technology Metals dabei unterstützt, eine Neodym- und Praseodym-Anlage in Westaustralien in Betrieb zu nehmen.¹⁹

Der Vorschlag des ehemaligen Präsidenten Donald Trump auf dem Höhepunkt der Handelsspannungen zwischen den USA und China, dass die USA Grönland, eine autonome Region Dänemarks, kaufen könnten, wurde damals von vielen Europäern als aberwitzig angesehen; die Idee veranschaulicht jedoch den strategischen Wert der geschätzten 38,5 Mio. Tonnen ungenutzter Seltenerden-Reserven Grönlands, ein bedeutender Anteil der weltweiten Gesamtmenge von 120 Mio. Tonnen.²⁰

Die weltweite Nachfrage nach Seltenen Erden steigt schätzungsweise um 5 % pro Jahr, wobei die Nachfrage in China besonders schnell ansteigt, da das Wachstum der Elektrofahrzeuge das Null-Emissions-Versprechen des Landes gut etabliert hat.²¹ Die Nachfrage gerät zunehmend aus dem Takt mit den erlaubten Erhöhungen der Abbauquoten von etwa 6 % pro Jahr; die inländische Nachfrage übersteigt jetzt schätzungsweise das Angebot um 30 %, was China dazu veranlasst, aus Myanmar und sogar den USA zu importieren.²²

Nicht nachhaltige Praktiken

Der Abbau von Seltenen Erden kann ökologisch schädlich sein, wenn er nicht wirksam reguliert wird. In China werden Seltene Erden üblicherweise abgebaut, indem entweder der Mutterboden, die Erde und das Gestein abgetragen werden, um die Seltenen Erden in Auslaugungsteichen unter Verwendung von Chemikalien und Säuren abzutrennen; alternativ werden Wasser und Chemikalien in die Hänge gepumpt, wobei der Abraum in Auslaugungsteichen aufgefangen wird. Bei der Auslaugung entstehen Ammoniak und Stickstoff als Nebenprodukte, während Blei und Cadmium als Nebenprodukte aus dem Boden freigesetzt werden. Das chinesische Ministerium für Industrie und Informationstechnologie schätzt, dass die Beseitigung der Verschmutzung in der Provinz Jiangxi im Südosten des Landes etwa 5,5 Milliarden US-Dollar kosten wird.²³ Derzeit wird nur ein sehr geringer Anteil der Seltenen Erden aus Magneten, Batterien und Leuchtstoffröhren zur Wiederverwendung recycelt, schätzungsweise nur 1 % des jährlichen Verbrauchs, da das Recycling durch das Design von Konsumgütern, die nicht für das Recycling vorgesehen sind, und durch die sehr geringen Verbrauchsmengen behindert wird.²⁴

Seltene Erden werden in Hightech-Geräten und grüner Technologie immer wichtiger, obwohl einige Ersatzstoffe und alternative Technologien identifiziert werden. Es wird erwartet, dass China die Hauptquelle für Rohmineralien und verarbeitete Oxidverbindungen bleiben wird, trotz inländischer Initiativen zur Begrenzung der Umweltauswirkungen und

der Entwicklung neuer Anlagen in den USA und Australien. Es wird erwartet, dass die Versorgung mit Seltenen Erden strategisch wichtig und potentiell politisch umstritten bleiben wird.

Fußnoten

1. Geology.com. <https://geology.com/articles/rare-earth-elements/>
2. British Geological Survey. <https://www.bgs.ac.uk/news/rare-earth-elements-a-beginners-guide-from-the-bgs/n>
3. U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries. <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2021/mcs2021-rare-earth.pdf>
4. Financial Times. <https://www.ft.com/content/3cd18372-85e0-11e9-a028-86cea8523dc2>
5. U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries. <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2021/mcs2021-rare-earth.pdf>
6. Bunting, Rare Earth Magnets in Electric Vehicle Motors. <https://www.buntingeurope.com/rare-earth-magnets-in-electric-vehicle-motors/>
7. Electronic Design. <https://www.electronicdesign.com/technologies/analog/article/21805919/4-things-you-should-know-about-magnets-for-electric-vehicles>
8. International Energy Agency. Global EV Outlook 2018 - Analysis - IEA Wood MacKenzie. <https://www.woodmac.com/news/opinion/batteries-powering-the-fight-against-climate-change/>
9. Electronic Design. <https://www.electronicdesign.com/technologies/analog/article/21805919/4-things-you-should-know-about-magnets-for-electric-vehicles>
10. Financial Times. <https://www.ft.com/content/3cd18372-85e0-11e9-a028-86cea8523dc2>
11. Reuters. <https://www.reuters.com/article/us-metals-autos-neodymium-analysis-idUSKCN1GO28I>
12. European Commission. <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scientific-and-technical-research-reports/role-rare-earth-elements-wind-energy-and-electric-mobility>
13. Financial Times. <https://www.ft.com/content/d3ed83f4-19bc-4d16-b510-415749c032c1> + China Power. <https://chinapower.csis.org/china-rare-earths/>
14. Congressional Research Service <https://fas.org/sgp/crs/natsec/R41744.pdf>
15. Financial Times. <https://www.ft.com/content/b13a3c4e-e80b-4a5c-aa6f-0c6cc87df638>
16. Financial Times. <https://www.ft.com/content/fb2b6cea-26d7-4f25-ac7c-8395f66db784>
17. U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries. <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2021/mcs2021-rare-earth.pdf>
18. Forbes. <https://www.forbes.com/sites/jimvinoski/2020/04/07/the-us-needs-china-for-rare-earth-minerals-not-for-long-thanks-to-this-mountain/?sh=5ae06a5c28b9>
19. Financial Times. <https://www.ft.com/content/fc43a3c6-ce0f-11e9-99a4-b5ded7a7fe3f>
20. Financial Times. <https://www.ft.com/content/f418bb86-bdb2-11e9-89e2-41e555e96722>
21. Chemical and Engineering News. <https://cen.acs.org/articles/95/i34/whole-new-world-rare-earths.html>
22. Financial Times. <https://www.ft.com/content/b13a3c4e-e80b-4a5c-aa6f-0c6cc87df638>
23. Yale Environment 360. <https://e360.yale.edu/features/china-wrestles-with-the-toxic->

aftermath-of-rare-earth-mining

24. Chemical and Engineering News. <https://cen.acs.org/articles/95/i34/whole-new-world-rare-earths.html>