



CARL VON LINDE
AKADEMIE



SELTENE ERDEN

Seminararbeit
Globale Zusammenhänge erkennen

Marco Rubin

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	3
Eigenschaften und Verwendung von Seltenen Erden	3
Herkunft und Situation auf dem Markt	4
Arbeitsbedingungen und Auswirkung auf die Umwelt	6
Einfluss der Politik	7
Fazit	8
Literaturverzeichnis	10

Einleitung

Für viele Jahre galt Öl als der Rohstoff der Zukunft. Dank seines Reichtums an Öl konnten sich die arabischen Ölnationen von armen Wüstenländern zu extrem wohlhabenden Nationen entwickeln. Dabei konnte Öl für viele Produkte der westlichen Welt verwendet werden, vor allem Treibstoffe und Kunststoffe. Heute ist die Knappheit von Öl weltweit zu einem Problem geworden, nicht zuletzt deshalb werden Autos wohl in der Zukunft vorwiegend elektrisch unterwegs sein. Dabei nimmt ein neuer Rohstoff eine zentrale Rolle ein: die Seltenen Erden. „Der Nahe Osten hat sein Öl, wir haben die Seltenen Erden.“, so beschrieb Deng Xiaoping, der ehemalige chinesische Ministerpräsident, 1972 seine Hoffnung auf den Rohstoff, der heute so wichtig für High-Tech Produkte ist.

Im Folgenden sollen, neben einem kurzen Einblick in die chemischen und physikalischen Eigenschaften der Seltenen Erden, vor allem die Situation auf dem Markt, die Politik in Zusammenhang mit Seltenen Erden, sowie die Gewinnung des Rohstoffs und deren Auswirkungen auf Arbeitsbedingungen und die Umwelt betrachtet werden.

Eigenschaften und Verwendung von Seltenen Erden

Die Seltenen Erden, im Englischen mit REE (Rare Earth Elements) abgekürzt, bestehen aus 17 Elementen: den Lanthanoiden, sowie den Elementen der 3.Nebengruppe des Periodensystem.

The image shows a periodic table of elements. The 17 rare earth elements are highlighted in bold: Scandium (Sc), Yttrium (Y), Lanthanum (La), Cerium (Ce), Praseodymium (Pr), Neodymium (Nd), Promethium (Pm), Samarium (Sm), Europium (Eu), Gadolinium (Gd), Terbium (Tb), Dysprosium (Dy), Holmium (Ho), Erbium (Er), Thulium (Tm), Ytterbium (Yb), and Lutetium (Lu). The table also includes a legend for element categories and physical/chemical states.

Abbildung 1: Elemente der Seltenen Erden (fett hervorgehoben) (Wikipedia)

Die Elemente wurden als REE zusammengefasst, da sie sich sowohl in ihren physikalischen, als auch chemischen Eigenschaften sehr ähneln. Diese Ähnlichkeit macht die Trennung sehr aufwändig. Daher werden oft Mischmetalle eingesetzt.

Die REE sind nur als Oxide stabil, können also nur als Sauerstoffverbindung gelagert werden (Wikipedia).

Die Seltenen Erden besitzen sehr vielfältige Einsatzgebiete, wobei ihr Haupteinsatzgebiet in modernen High-Tech Produkten ist. Darunter fallen Bildschirme, Computer, Smartphones und viele weitere elektrische Geräte. Auch in Magneten, Motoren und Batterien finden sie Verwendung. In Elektroautos und Windturbinen werden große Mengen von Neodym- und Praseodym-Oxid eingesetzt.

Zu den weiteren Einsatzbereichen zählen die Glasherstellung, die Viehwirtschaft und die Rüstungsindustrie (Wikipedia; TRADIUM GmbH).

Alle Elemente der Seltenen Erden sind schwer zu substituieren. Obwohl dies in den letzten Jahren zunehmend versucht wurde, erwies sich es sich in den meisten Fällen entweder als unmöglich oder unwirtschaftlich einen gleichwertigen Ersatz zu finden und einzusetzen (Moir Feil 2011).

Herkunft und Situation auf dem Markt

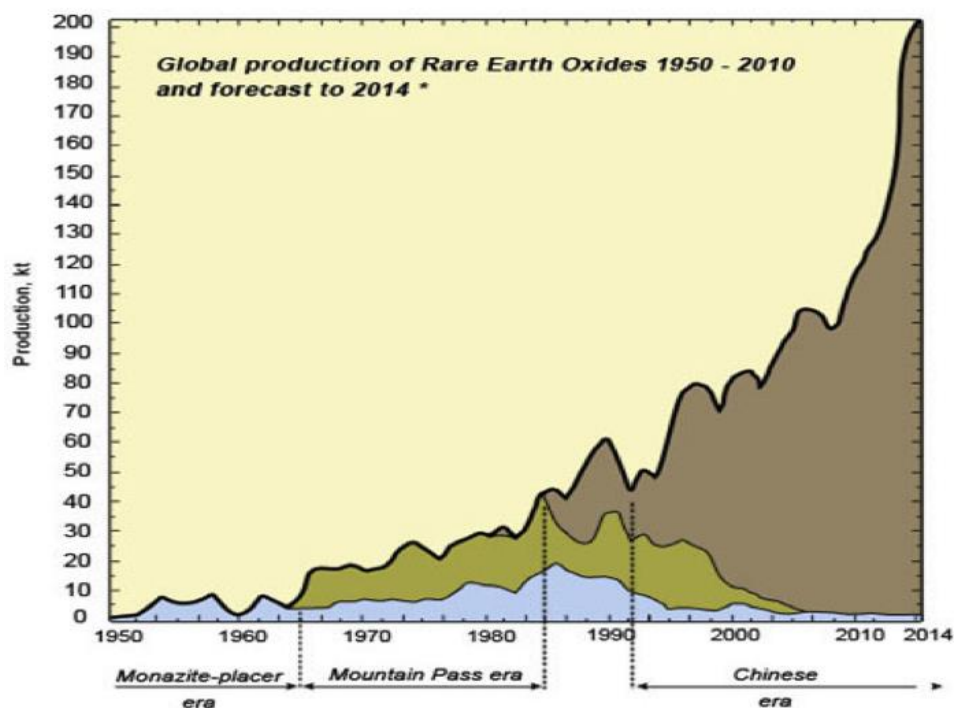


Abbildung 2: Produktion von Seltenen Erden weltweit (Massachusetts Institute of Technology)

Abbildung 2 zeigt die globale Produktion von seltenen Erden weltweit in den letzten Jahrzehnten. In den 80er Jahren übernahm China die Marktmacht von den USA. Dies führte zu drastisch sinkenden Preisen, die meisten anderen Länder stellten die eigene Produktion ein. In den 2000ern schloss auch die USA die Mountain Pass Mine.

2010 verringerte China die Ausfuhrmenge von REEs drastisch, dies hatte einen enormen Preisanstieg zur Folge. Um die Abhängigkeit von China zu reduzieren, stiegen viele Länder erneut in den Abbau ein oder suchten Möglichkeiten zum Recycling. Nach einer Beschwerde bei der World Trade Organization (WTO) durch die USA, erhöhte China die Ausfuhr und die Preise sanken wieder. Das war das Aus für viele neu erschlossene Förderstätten weltweit. Lediglich in Australien wird noch eine Mine mit nennenswertem Anteil an der weltweiten Produktion betrieben (Stephan Bogner 2017).

Die in Abbildung 2 prognostizierte Entwicklung ab 2010 trat nicht ein, stattdessen sank die Nachfrage sogar leicht.

Global REO Producers and the Ashram Deposit

Simple Rare Earth Mineralogy is Fundamental to Production

Deposit/Region	Stage (~% of global production)	Deposit Type	Primary Rare Earth Mineralogy	Deposit Grade ⁽⁴⁾ (REO)	Mineral Concentrate Grade ⁽⁴⁾ & Recovery ⁽⁴⁾	Comments
Baotou ⁽¹⁾ , CHN	Production (45-50%)	Carbonatite ⁽³⁾	Bastnaesite, Monazite	1-6%	Two concentrates 55-65% REO & 36% REO @ 60% combined recovery	Dominates global production, primary iron mine with REO by-product
Sichuan ⁽²⁾ , CHN	Production (15-20%)	Carbonatite	Bastnaesite	2-3%	60-70% REO @ >80% recovery	Second largest producing region globally
Weishan, CHN	Production (<2%)	Carbonatite	Bastnaesite	1-3%	Two concentrates 60% REO & 35% REO @ 80% combined recovery	Head grade is falling, lower quality material, inconsistent producer
Mount Weld (CLD), AUS	Production (5-10%)	Carbonatite (laterite)	Monazite (secondary)	7-11%	35-40% REO @ 70% recovery	Laterites pose significant technical challenges
Ashram, CAN	Development	Carbonatite	Monazite, Bastnaesite	2%	45-50% @ >75% recovery	Unique enrichment in Pr, Nd, Dy, Tb
Placers, SE Asia	Minor Producers (<3%)	Placer (heavy sands)	Monazite, Xenotime	<0.2% (wide variation)	50-60% REO @ >80% recovery	Source of HREO, REO co-product with Ti-Zr...
Karnasurt, RUS (Lovozero)	Production (<3%)	Granitoid	Loparite	0.9%	30% REO @ 70% recovery	Unique to Russia, REE by-product of Nb-Ta-Ti
South China Clays, CHN	Production (15-20%)	Clay	n/a (ion-absorbed)	0.05-0.2%	n/a	Potentially unique to China, primary source of HREO



(1) Bayan Obo Mine
 (2) Includes Maoniuping and surrounding region
 (3) Remains a matter of debate
 (4) Approximate

Data Sources: Zhang & Edwards 2012, Jordan et al 2013, Gupta & Krishnamurthy 2005, 2015, corporate disclosure, & industry personal communications

Abbildung 3: derzeitige Förderungsstandorte (Wallstreet-Online)

Abbildung 3 zeigt die Förderstandorte für Seltene Erden weltweit. Dabei zeigt sich deutlich, dass China noch immer 80-90% des weltweiten Verbrauchs deckt.

Die Vorräte Chinas reichen bei derzeitiger Produktion noch etwa 20-30 Jahre (Moira Feil 2011).

Arbeitsbedingungen und Auswirkung auf die Umwelt

Der folgende Abschnitt bezieht sich größtenteils auf die Arbeitsbedingungen und die Umweltauswirkungen beim chinesischen Weltmarktführer Baotou Steel Rare Earth Group, kann aber stellvertretend für die meisten chinesischen Produzenten gesehen werden.

Der Abbau für die Baotou Steel Rare Earth Group findet im Tagebau zusammen mit Eisenerz in Baiyun in der Mongolei oder in Bayan Obo in der Wüste Gobi statt. Die Mine in Bayan Obo ist 1000 m tief und misst 48 km².

Die Abwässer, die beim Herauswaschen der Seltenen Erde entstehen, werden in der Steppe entsorgt. Diese sickern ins Grundwasser und verschmutzen dieses stark. Die Bevölkerung, zumeist Bauern und Viehhirten, leidet schwer unter den gesundheitlichen Folgen. Durch das Sterben ihrer Herden verlieren sie zudem ihre wirtschaftliche Lebensgrundlage. Bei der Extraktion kommt es in Nordchina zudem zum Austritt von Fluorid-Gasen, welche in hoher Konzentration für die Arbeiter schädlich ist.

Die Weiterverarbeitung findet in Baotou statt. Baotou ist eine, vom chinesischen Staat eingerichtete, Sonderwirtschaftszone, in der nationale und internationale Industrie angesiedelt werden soll. Auch die Baotou Steel Rare Earth Group ist hier angesiedelt.



Abbildung 4: Arbeiter in der Mongolei (REUTERS)

Die Arbeitsbedingungen sind oft schlecht, auch tragen nicht alle Arbeiter ausreichende Schutzkleidung. Seit dem Preiseinbruch 2011 kam es zudem zu Entlassungen.

Auch bei der Weiterverarbeitung stellt das Abwasser eine große Gefahr für die Umwelt dar. Die Abwässer werden in einem großen Becken außerhalb der Stadt gesammelt, welches bei starken Regenfällen überzulaufen droht.

Die Abwässer können also in der Erde versickern oder sogar in den naheliegenden Gelben Fluss fließen, der den Norden Chinas mit Wasser versorgt. Die bei der Trennung der Seltenen Erden eingesetzten starken Säuren finden zusammen mit Schwermetallen und leicht radioaktiven Stoffen ihren Weg in den Fluss.

Auch in Baotou leiden die anliegenden Bauern und Viehhirten unter den Folgen. Neben der Verseuchung der Böden kommt es bei Menschen und Tieren zu Mutationen, Krebserkrankungen, Gen-Defekten und chronischen Lungenleiden (Jonathan Kaiman 2014; Handelsblatt 2012; Ruth Kirchner 2012).

Im Süden Chinas gibt es zudem viele illegale Minen, in denen die Umweltbedingungen noch schlechter sind. Falls die REE nah an der Oberfläche liegen, werden sie direkt in der Erde mit Säure versetzt. Liegen sie tiefer, werden die gefährlichen Säuren in die entsprechenden Schichten gepumpt und Anschließend wieder an die Oberfläche befördert um die Seltenen Erden zu extrahieren (Maira Feil 2011).

Einfluss der Politik

Die Seltenen Erden besitzen in China sowohl für die Innen-, als auch die Außenpolitik große Bedeutung.

In der Innenpolitik ist vor allem die Umweltverschmutzung in Zusammenhang mit der Förderung ein wichtiges Gebiet. Ab 2009 wurde unter anderem den Bauern und Viehhirten in Baotou eine Umsiedlung in staatliche Wohnblöcke angeboten. Zudem wurde eine Entschädigung gezahlt. Viele Betroffene wollen dies aber nicht annehmen, da sie ohne ihre Felder und Herden ihre Lebensgrundlage verlieren würden (Jonathan Kaiman 2014; Ruth Kirchner 2012).

Die chinesische Regierung ordnete zudem die Schließung illegaler Minen an, die vor allem in Südchina betrieben werden. Die Beschlüsse der Zentralregierung werden jedoch auf lokaler Ebene oft kaum oder gar nicht umgesetzt. Da sowohl Anreize für Wirtschaftswachstum, als auch für Umweltschutz existieren, entscheiden sich viele lokale Funktionäre für das Wirtschaftswachstum. Zudem ist Korruption bei den lokalen Funktionären ein großes Problem, einige arbeiten mutmaßlich mit mafiösen Strukturen zusammen. Gerade die

steigenden Preise schafften Anreize zum Betrieb der illegalen Minen.

Um den Druck auf die Funktionäre zu erhöhen, erlaubt die Zentralregierung bei Umweltprotesten ungewöhnlich viele Freiheiten. Die Zahl der Proteste stieg in den letzten Jahren kontinuierlich, wobei gewaltsame Proteste jedoch weiterhin mit Gewalt niedergeschlagen wurden.

Auch in der Außenpolitik sind Seltene Erden ein großes Thema für China. Die chinesische Regierung möchte ihre landeseigene Industrie stärken, indem ausländische Unternehmen ihre Produktion nach China zu verlagern. Dabei sollen Anreize wie Sonderhandelszonen geschaffen werden. Mit langfristigen Verträgen sollen Autohersteller an chinesische Produzenten gebunden werden.

China sichert sich auch Anteile an ausländischen REE Produzenten, um den Weltmarkt weitgehend unter eigene Kontrolle zu bringen. Westliche Staaten, allen voran die USA, sehen ein Versorgungsrisiko durch Chinas Monopolsituation am Markt. Sie befürchten, dass China seine Marktmacht als politisches Druckmittel einsetzen könnte.

Bei der Exportreduktion 2010 wurde der Umweltschutz als Grund für die steigenden Preise angegeben, Kritiker unterstellen China hingegen wirtschaftliche Interessen. Auch die WTO stimmte in diesem Punkt überein.

Um die Abhängigkeit von China zu reduzieren, plädieren viele nationale Organisationen auf eigene Versorgungswege. Nicht zuletzt wegen dem Einsatz im militärischen Bereich sei dies wichtig. Die USA, Kanada und auch Deutschland suchen auf eigenem Territorium nach geeigneten Standorten. Umweltbedenken erschweren diese Vorhaben oft deutlich.

Die Etablierung eines effizienten Recycling-Systems ist bei den aktuellen Preisen wirtschaftlich noch nicht rentabel, da die verwendeten Mengen der SEE in den meisten Produkten sehr gering ist (Moira Feil 2011).

Fazit

Die zwei Hauptprobleme bei der Förderung der Seltenen Erden sind die starke Umweltbelastung und der starke Einfluss der Politik. Im Bericht des Umweltbundesamts wird zudem auf die Gefahr einer Instabilisierung der politischen Lage in China hingewiesen. Diese könnte durch Demonstrationen der Bevölkerung oder einem weitgehenden Kontrollverlust der Zentralregierung auf ihre lokalen Funktionäre entstehen.

Der Bericht fordert deshalb China in Dialoge besser einzubinden und Technologiekooperation zu bilden, um die Forschung auf dem Gebiet der REE möglichst schnell voranzutreiben.

Darüber hinaus sollen bei der Erschließung neuer Abbaustandorten Umweltstandards eingefordert und, in Zusammenarbeit mit Umwelttechnologieunternehmen, Zertifizierungen und Auszeichnungen entwickelt werden (Moirra Feil 2011).

Zudem könnte China durch Erschließung neuer, moderner Förderstätten im Ausland gezwungen sein, seine Produktion zu erneuern. Davon würden vor allem Umwelt und große Teile der Bevölkerung profitieren, die von Chinas Schlüsselindustrie bisher große Schäden hinnehmen mussten. Denn schließlich ist der Reichtum an Seltenen Erden eine große wirtschaftliche Chance für China, die, wie auch das Öl der arabischen Staaten, verantwortungsvoll genutzt werden sollte.

Literaturverzeichnis

Handelsblatt (Hg.) (2012): SELTENE ERDEN. Chinas gefährliches Rohstoff-Monopol. Online verfügbar unter <http://www.handelsblatt.com/finanzen/maerkte/devisen-rohstoffe/seltene-erden-schwellenlaender-machen-die-drecksarbeit/6354986-2.html>, zuletzt geprüft am 06.01.2018.

Jonathan Kaiman (2014): Rare earth mining in China: the bleak social and environmental costs. Hg. v. The Guardian. Online verfügbar unter <https://www.theguardian.com/sustainable-business/rare-earth-mining-china-social-environmental-costs>, zuletzt geprüft am 06.01.2018.

Moira Feil, Lukas Rüttinger (2011): Rohstoffkonflikte nachhaltig vermeiden. Risikoreiche Zukunftsrohstoffe? Fallstudie und Szenarien zu China und seltene Erden (Teilbericht 3.4). Hg. v. Umweltbundesamt. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/461/publikationen/4103.pdf>, zuletzt geprüft am 06.01.2018.

Ruth Kirchner (2012): Die wahren Kosten der Seltenen Erden. Umweltzerstörung in der Inneren Mongolei. Hg. v. Deutschlandfunk Kultur. Online verfügbar unter http://www.deutschlandfunkkultur.de/die-wahren-kosten-der-seltenen-erden.979.de.html?dram:article_id=152987, zuletzt geprüft am 06.01.2018.

Stephan Bogner (2017): Die guten Zeiten sind zurück im Markt für Seltene Erden. Hg. v. Wallstreet-Online. Online verfügbar unter <https://www.wallstreet-online.de/nachricht/10116937-zeiten-markt-seltene-erden>, zuletzt geprüft am 06.01.2018.

TRADIUM GmbH (Hg.): Eigenschaften. Online verfügbar unter <http://www.selteneerden.de/eigenschaften/>, zuletzt geprüft am 06.01.2018.

Wikipedia: Metalle der Seltenen Erden. Online verfügbar unter https://de.wikipedia.org/wiki/Metalle_der_Seltenen_Erden, zuletzt geprüft am 06.01.2018.