

Ad-hoc-AG Rohstoffe

Seltene-Erden-Rohstoffe
in Deutschland

08. November 2010

Seltene-Erden-Rohstoffe in Deutschland

Hintergrund

Der Bund-Länder-Ausschuss Bodenforschung (BLA-GEO) beauftragte auf seiner Sitzung am 3./4. März 2010 in Görlitz die Ad-hoc-AG Rohstoffe, bis zur Herbstsitzung 2010 des BLA-GEO einen Kurzbericht zu Vorkommen von Seltenen Erden und ihrem Erkundungsstand vorzulegen.

Einführung

Die Rohstoffgruppe der Seltenen Erden (SE) gewinnt seit einigen Jahren durch ihren Einsatz in Hightech-Produkten sowie in vielen Energiespartechnologien zunehmend an wirtschaftlicher Bedeutung. Der Anteil Chinas an der weltweiten Bergwerksförderung von Seltenen Erdoxiden (SEO) beträgt ca. 95 %. Daneben förderten noch Indien, Brasilien und Malaysia sowie vermutlich Russland und Kirgistan Seltene Erden. Meldungen über eine eventuelle weitere Verschärfung der Handelsbeschränkungen für diese Rohstoffe seitens der VR China, wie z. B. verschärfte Exportquoten oder sogar Exportverbote von bestimmten Seltenen Erden und deren Verbindungen, haben zu Befürchtungen von Versorgungsschwierigkeiten geführt. In naher Zukunft werden zusätzliche SEO-Lagerstätten (Mount-Weld, Australien; Mountain Pass, USA) in Produktion gehen, um den dann bestehenden Bedarf zu decken.

Unter dem Begriff Seltene Erden werden Lanthan und die im Periodensystem auf das Lanthan folgenden 14 Elemente, die Lanthanoiden, sowie Yttrium und Scandium zusammengefasst. Diese Gruppe von 17 chemisch ähnlichen Elementen kommt in gesteinsbildenden Mineralen typischerweise als dreiwertige Kationen (Ausnahmen bilden Eu^{2+} und Ce^{4+}) in Verbindungen mit Karbonaten, Oxiden, Phosphaten und Silikaten, nicht aber mit Metallen der Fe-Gruppe oder mit Schwefel, vor.

Die Seltenen Erden werden im Allgemeinen in leichte und schwere Seltene Erden eingeteilt, wobei die Grenzziehung nicht einheitlich ist. Meist werden die Elemente Lanthan bis Europium als leichte Seltene Erden (Cer-Gruppe) und Gadolinium bis Lutetium als schwere Seltene Erden (Yttrium-Gruppe) bezeichnet. Yttrium, eigentlich das leichteste Seltene Erdenelement, wird aufgrund seines ähnlichen Verhaltens zu den schweren Seltenen Erden gezählt. In den meisten Lagerstätten bilden Lanthan, Cer, Praseodym und Neodym über 90 % der Gesamtvorkommen an Seltenen Erden.

Rohstoffgrundlage für die Gewinnung von Seltenen Erden sind die Seltenen-Erden-Mineralen Bastnäsit (SEEFCO_3), Monazit ($(\text{SEE,Th})\text{PO}_4$) und Xenotim (YPO_4) sowie Ionen-Adsorptionstone in lateritischen Verwitterungskrusten in China. In diesen sind die einzelnen SE-Elemente in unterschiedlichem Maße konzentriert.

Lagerstätten der Seltenen Erden fallen in die folgenden Gruppen (nach POHL 1992):

- Pegmatite
- Skarnlagerstätten
- Spätmagmatisch-hydrothermale Erzkörper in Karbonatiten
- Hydrothermal-metasomatische Erzkörper in sedimentären Karbonatgesteinen
- Lateritische, residuale SE-Lagerstätten
- Seifenlagerstätten (überwiegend Küstenseifen).

Bastnäsit ist weltweit die bedeutendste Quelle für Seltene Erden. Er wird in China gewonnen. Eine weitere bedeutende Bastnäsit-Lagerstätte, die z. Zt. nicht abgebaut wird, befindet sich in den USA. Seifen-Monazit, einst eine bedeutende Quelle für Seltene Erden, wird seit Mitte der 1990er aufgrund seiner hohen Thoriumgehalte fast nirgends mehr abgebaut.

Seltene Erden werden meist als Beiprodukt z. B. bei der Förderung von Eisenerz, Schwermineralen und Zinnerz gewonnen. Das Hauptprodukt bilden sie bei dem Abbau von Ionen-Adsorptionstonen.

Seltene Erden in Deutschland

Aufgrund der geologischen Situation sind die Vorkommen an Seltenen Erden in Deutschland sehr begrenzt.

Das bisher einzige näher untersuchte Vorkommen an Seltenen Erden befindet sich nahe Storkwitz bei Delitzsch, Sachsen. Mitte der 1970 Jahre wurde das Vorkommen im Rahmen von Explorationsarbeiten auf Uran entdeckt. Die Suche wurde bis in die 1980er Jahre fortgesetzt, insgesamt wurden 49 Bohrungen abgeteuft. In einem in sechs Bohrungen angetroffenen karbonatischen Intrusivkörper tritt dort in dolomitischer Matrix fein verteilt Bastnäsit als SE-Träger auf. Nach LEHMANN (2010) machen den Hauptanteil der SE Ce (48 %), La (27 %), Nd (14 %) und Pr (5 %) aus; der Rest liegt bei $\leq 1, X$ %. Die Lagerstätte enthält aber auch überdurchschnittlich viel Yttrium, insgesamt über 450 t Y_2O_3 . Als prognostische, d. h. noch nicht nachgewiesene Vorräte (Ressourcen) wurden bis in Teufen von 600 m unter NN ca. 20 000 t SE_2O_3 ermittelt. Im Bereich von 600 bis 900 m unter NN folgt noch einmal etwa die gleiche Menge an prognostischen Vorräten (RÖLLIG 1990 in LEHMANN 2010). Nach STEDINGK (2007) betragen die möglichen Ressourcen 41 600 t SEO bei einem Durchschnittsgehalt von 0,48 % SEO. Das etwa 100 km² große Aufsuchungsfeld Delitzsch wurde im Jahre 2007 vom Sächsischen Oberbergamt der Deutschen Rohstoff AG verliehen.

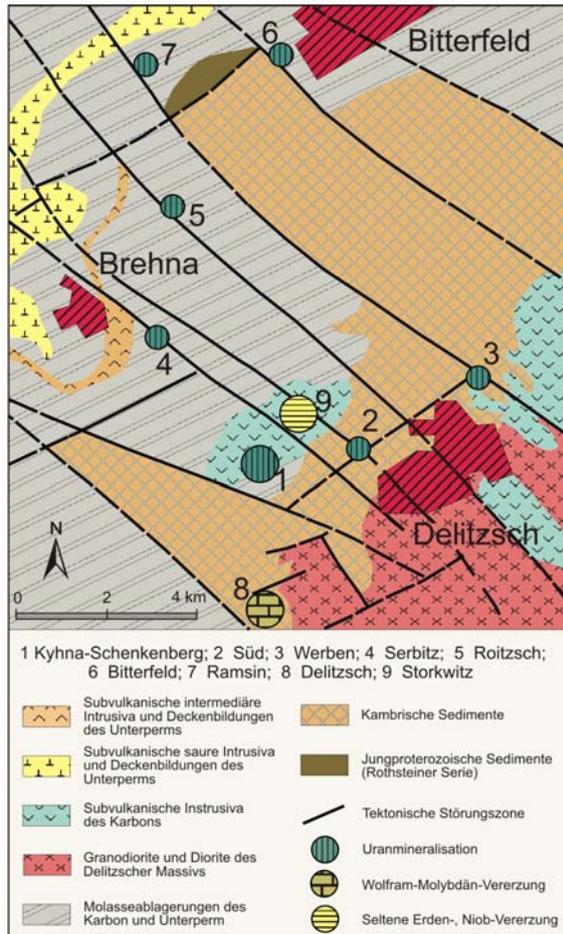


Abb. 1: Die polymetallischen Mineralisationen im Raum Delitzsch / Bitterfeld mit dem SE-Vorkommen Storkwitz (LGB 2002)

Neuere Untersuchungen zu Scandiumgehalten ergaben bemerkenswerte Konzentrationen im Osterzgebirge. Bei mittleren Sc-Gehalten von 0,2 % in Kassiterit und 0,3 % in Wolframit errechnen sich für die Vorkommen Sadisdorf, Altenberg und Zinnwald etwa 150 t nachgewiesene sowie ca. 30 t prognostische und sonstige Vorräte, wobei allerdings Fragen der Aufbereitbarkeit bisher ungeklärt sind (LEHMANN 2010). Am Kupferschiefer der Lagerstätte Spremberg konnten durch neuere Untersuchungen ebenfalls SE-Elemente im Kupferschiefererz nachgewiesen werden. Die entsprechenden Ergebnisse liegen dem Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg jedoch nicht vor. Eine spezielle Erkundung auf Seltene Erden erfolgte nicht.

In Baden-Württemberg ist als einziger geologischer Körper, der an SE-Elementen höflich ist, der Karbonatit des Kaiserstuhl-Vulkans (Miozän) zu nennen. Hier wurden vor 1952 Untersuchungen auf den Niob und Cer führenden, sog. "Koppit-Marmor" durchgeführt. Der Koppit, ein Nb reicher Pyrochlor, enthält nach unveröffentlichten Analysen rund 3 % an Lanthanoiden. Ein auf Koppit gerichteter Versuchsbergbau erfolgte in den Jahren 1935–1937 und 1949–1952. Dabei wurden Nb_2O_5 -Gehalte von 0,2 bis 0,7 % nachgewiesen, was lokalen Koppit-Anreicherungen von 0,35–1,6 % entspricht. An weiteren SE-Mineralen wurden von VAN WAMBEKE et al. (1964) u. a. Dysanalyt, Bastnäsit und Monazit beschrieben. Derzeit gibt es zwei gut zugängliche Steinbrüche, einen Stollen und mehrere Forschungsbohrungen im Kernlager des LGRB, die zur Probenahme und weiteren Untersuchungen dienen könnten.

Von GIES (1975) und MÖLLER et al. (1979, 1984) wurden Gehalte an Seltenen Erden in Harzer Gangkarbonaten, Niedersachsen nachgewiesen. Diese sind durchaus vergleichbar mit denjenigen, die man in Karbonatiten findet. Insbesondere die Calcite der Pb-Zn-Lagerstätte von Bad Grund weisen hohe Konzentrationen vor allem der leichten Seltenen Erden auf (HAACK et al. 1987). Nach MÖLLER et al. (1979) liegt z. B. der Gehalt an La zwischen 62 und 164 ppm, an Ce zwischen 243 und 701 ppm, an Sm zwischen 90 und 264 ppm sowie an Eu zwischen 23 und 97 ppm. Dabei sind die Seltenen Erden ganz überwiegend an das Mineral Synchronit gebunden, das etwa 20 % Ce enthält und nach HAACK et al. (1987) etwa 0,2-0,4 % der gesamten Karbonate ausmacht. Darüber hinaus wurde das Mineral Bastnäsit in Pseudomorphose nach Flussspat nachgewiesen. Aus Quarzgängen vom silbernen Mann südwestlich Wernigerode wird das SE-Mineral Parisit beschrieben (HAACK et al. 1987). Die Bereiche unter Tage (z. B. Bad Grund) sind heute noch zugänglich.

Als mineralogische Besonderheit treten SE-Mineralien in permischen Rhyolithen / Ignimbriten auf. Nachgewiesen wurden sie z. B. in den Rhyolithen („Quarzporphyren“) des Halleschen Vulkanitkomplexes in den Lagerstätten am Petersberg sowie bei Schwerz. Gehalte an SE-Elementen wurden dort in den Mineralen Epidot und Synchronit-(Ce) ermittelt (SIEMROTH 1994).

Tab. 1. Gehalte an Ca und Seltenen Erden in Epidot und Synchronit-(Ce) vom Petersberg bei Halle (in Masse-%) im Vergleich zu den für formelreinen Synchronit ($\text{CaCe}(\text{CO}_3)_2\text{F}$) berechneten Werten (SIEMROTH 1994)

Element	Epidot	Synchronit-(Ce)	Formelreiner Synchronit-(Ce)
Ca	13,43	12,93	12,56
Y	0,06	1,92	43,89
La	1,97	9,12	
Ce	3,10	18,52	
Pr		4,26	
Nd		8,10	
Eu	0,01	0,12	
Gd		0,87	
Th		0,12	
Dy		0,33	
Summe		43,36	

Geringe Monazitgehalte sind aus den Schwermineralsanden von Domsen–Profen sowie aus dem Braunkohlendeckgebirge von Nochten bekannt (IFR 1978). Qualitativ hochwertige Monazitkonzentrate (ca. 1 t) wurden in den 1950er Jahren bei einer Testaufbereitung durch den ehemaligen VEB Ostseeschürfe Rostock hergestellt.

Folgende chemische Zusammensetzung wurde ermittelt (IFR 1978):

ThO ₂ : 5,1 %	LaO ₃ : 15,5 %
SE ₂ O ₃ : 58,4 %	Pr ₆ O ₁₁ : 3,6 %
Ce ₂ O ₃ : 23,4 %	Nd ₂ O ₃ : 10,7 %
P ₂ O ₅ : 26,4 %	Sm ₂ O ₃ : 2,0 %
Fe ₂ O ₃ : 0,25 %	Summe
SiO ₂ : 1,88 %	Gd...Lu: 3,1 %

In Hinblick auf Seltene Erden sind neuere Untersuchungen an Schwermineralseifen in Deutschland nicht bekannt.

Literatur

- IFR, INSTITUT FÜR MINERALISCHE ROHSTOFF- UND LAGERSTÄTTENWIRTSCHAFT DRESDEN (1978): Studie zum Stand und zur Perspektive der Nutzung von Seltenerdrohstoffen unter spezieller Berücksichtigung der Kola-Apatite. - unveröff. Bericht, BGR-Archiv: 49 S.; Dresden.
- LEHMANN, U. (2010): Reserves and resources of ores and fluorite/barite in Saxony.- World of Mining, 62: 38-47, 12 Abb.; Clausthal-Zellerfeld.
- LGB, LANDESAMT FÜR GEOLOGIE UND BERGWESEN SACHSEN-ANHALT (2002): Rohstoffbericht Sachsen-Anhalt 2002. - Mitt. Geol. Sachsen-Anhalt, Bd. 5: 173 S., Halle.
- GIES, H. (1974): Activation possibilities and geochemical correlations of photoluminescing carbonates, particularly calcites. - Mineral. Deposita, 10: 216-227.
- HAACK, U., SCHNORRER-KÖHLER, G. & LÜDERS, V. (1987): Seltenerd-Minerale aus hydrothermalen Gängen des Harzes. - Chem. Erde, 47: 41-45; Jena.
- MÖLLER, P., MORTEANI, G., HOEFS, J., & PAREKH, P. P. (1979): The origin of the ore-bearing solution in the Pb-Zn veins of the western Harz, Germany, as deduced from Rare-Earth Element and isotope distributions in calcites. - Chemical Geology, 26: 197-215.
- - & DULSKI, P. (1984): The origin of the calcites from Pb-Zn veins in the Harz Mountains, Federal Republic of Germany. - Chemical Geology, 45: 91-112.
- POHL, W. (1992): Lagerstättenlehre. - 4. Aufl.: 504 S.; Stuttgart.
- RÖLLIG, G. (1990): Vergleichende Bewertung der Rohstoffführung in den Grundgebirgseinheiten im Südteil der DDR. - Berlin: UWG, unveröffentlicht; Geologisches Archiv LfULG.
- SIEMROTH, J. (1994): Minerale der Seltenen Erden aus dem Porphyry des Petersberges bei Halle. - Hall. Jb. Geowiss., 16; 135-138, 1 Abb.; Halle.

STEDINGK, K. (2007): Zukunftsperspektiven für die Erz und Spatlagerstätten in Sachsen-Anhalt ?. - Vortrag beim GDMB-Fachausschuss „Rohstoffwirtschaft“, Sitzung am 08. November 2007 in Freiberg.

VAN WAMBECKE, L., BRINCK, J. W., DEUTZMANN, W., GONFIANTINI, R., HUBAUX, A., METAIS, D., OMENETTO, P., TONGIORGI, E., VERFAILLIE, G., WEBER, K., & WIMMENAUER, W. (1964): Les Roches Alcaline et les Carbonatites du Kaiserstuhl. - EURATOM Rapport 1827: 232 S., 52 Abb., 54 Tab.; Bruxelles.