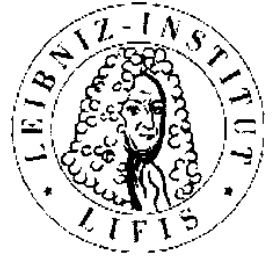


20th LEIBNIZ CONFERENCE OF ADVANCED SCIENCE

- RECYCLING -

Ressourcenmanagement als Beitrag
zur gesicherten Rohstoffversorgung

19. - 20. Mai 2016



Seltene Erden aus Anfallstoffen der Apatit-Verarbeitung

Dieter Mucke



GEOMONTAN Gesellschaft für Geologie und Bergbau mbH&Co.KG

Muldentalstraße 56 09603 Großschirma ST Rothenfurth

geomontan@t-online.de

Inhalt:

1. Seltene Erden: Stellung im Periodensystem und Entdeckungsgeschichte
2. Gasbeleuchtung als erster Aktivator der industriellen Nutzung Seltener Erden
3. Seltene Erden in der Lithosphäre
4. Minerale und Lagerstätten Seltener Erden
5. Welt-Bergbauproduktion, -Verbrauch und -Lagerstättenvorräte an Seltenen Erden
6. Folgen des chinesischen Monopols in Bergbauproduktion und Export Seltener Erden
7. Seltene Erden in Deutschland bis zum Ende des 2. Weltkrieges
8. Seltene Erden in der Wirtschaft der DDR
9. Seltene Erden in der Wirtschaft der Bundesrepublik Deutschland
 - 9.1 Die Karbonatit-Lagerstätte Storkwitz
 - 9.2 Anfallstoffe der Verarbeitung von Kola-Apatit

Periodensystem der Elemente

Periodensystem der Elemente																	
I	IIA																VIII
1 H Wasserstoff	2 He Helium																
3 Li Lithium	4 Be Beryllium																
5 Na Natrium	6 Mg Magnesium																
7 K Kalium	8 Ca Calcium	9 Sc Scandium	10 Ti Titan	11 V Vanadium	12 Cr Chrom	13 Mn Mangan	14 Fe Eisen	15 Co Cobalt	16 Ni Nickel	17 Cu Kupfer	18 Zn Zink	19 Ga Gallium	20 Ge Germanium	21 As Arsen	22 Se Selen	23 Br Brom	24 Kr Krypton
25 Rb Rubidium	26 Sr Strontium	27 Y Yttrium	28 Zr Zirkon	29 Nb Niob	30 Mo Molybdän	31 Tc Technetium	32 Ru Ruthenium	33 Rh Rhenium	34 Pd Palldium	35 Ag Silber	36 Cd Cadmium	37 In Indium	38 Sn Zinn	39 Sb Antimon	40 Te Tellur	41 I Jod	42 Xe Xenon
43 Cs Cäsium	44 Ba Barium	45 La Lanthan	46 Hf Hafnium	47 Ta Tantal	48 W Wolfram	49 Re Rhenium	50 Os Osmium	51 Ir Iridium	52 Pt Platin	53 Au Gold	54 Hg Quecksilber	55 Tl Thallium	56 Pb Blei	57 Bi Bismut	58 Po Polonium	59 At Astat	60 Rn Radon
57 Fr Francium	58 Ra Radium	59 Ac Actinium	60 Rf Rutherfordium	61 Db Dubnium	62 Sg Seaborgium	63 Bh Bohrium	64 Hs Hassium	65 Mt Meitnerium	66 Uun Ununillium	67 Uuu Unununium	68 Uub Unbibium	69 Uut Ununtrium	70 Uuq Ununquadium	71 Uup Ununpentium	72 Uuh Ununhexium	73 Uus Ununseptium	74 Uuo Ununoctium
75 Ce Cer	76 Pr Praseodym	77 Nd Neodym	78 Pm Promethium	79 Sm Samarium	80 Eu Europ	81 Gd Gadolinium	82 Tb Terbium	83 Dy Dysprosium	84 Ho Holmium	85 Er Erbium	86 Tm Thulium	87 Yb Ytterbium	88 Lu Lutetium				
89 Th Thorium	90 Pa Protactinium	91 U Uran	92 Np Neptunium	93 Pu Plutonium	94 Am Americium	95 Cm Curium	96 Bk Berkelium	97 Cf Californium	98 Es Einsteinium	99 Fm Fermium	100 Md Mendelevium	101 No Nobelium	102 Lr Lawrencium				

1786 entdeckt Carl Axel Arrhenius bei Ytterby/Schweden das schwarze Mineral „Ytterbit“ (heute „Gadolinit-(Y)“ - $\text{Y}_2\text{Fe}^{2+}\text{Be}_2\text{O}_2(\text{SiO}_4)_2$ -mit 38 % Y) als **das erste Mineral mit Seltenen Erden**. Damit wird die Entdeckung dieser Elementgruppe zunächst durch den Finnen Gadolin und den deutschen Klaproth mit Yttrium eingeleitet und fortgesetzt durch schwedische, schweizerische, französische und österreichische Forscher:

Yttrium	1794
Cerium	1803
Thorium	1828
Lanthanum	1839
Erbium	1843
Terbium	1878
Samarium	1878
Ytterbium	1879
Scandium	1879
Holmium	1879
Thulium	1879
Gadolinium	1880
Praseodym	1885
Neodym	1885
Dysprosium	1886
Europium	1896
Lutetium	1907

Gadolinit



LREE Light Rare Earth Elements: La Ce Pr **Nd** Sm **Eu** Gd
HREE Heavy Rare Earth Elements: **Tb** **Dy** Ho Er Tm Yb Lu **Y**
CREE Critical Rare Earth Elements: Nd Eu Tb Dy Y

2. Gasbeleuchtung als erster Aktivator der industriellen Nutzung Seltener Erden

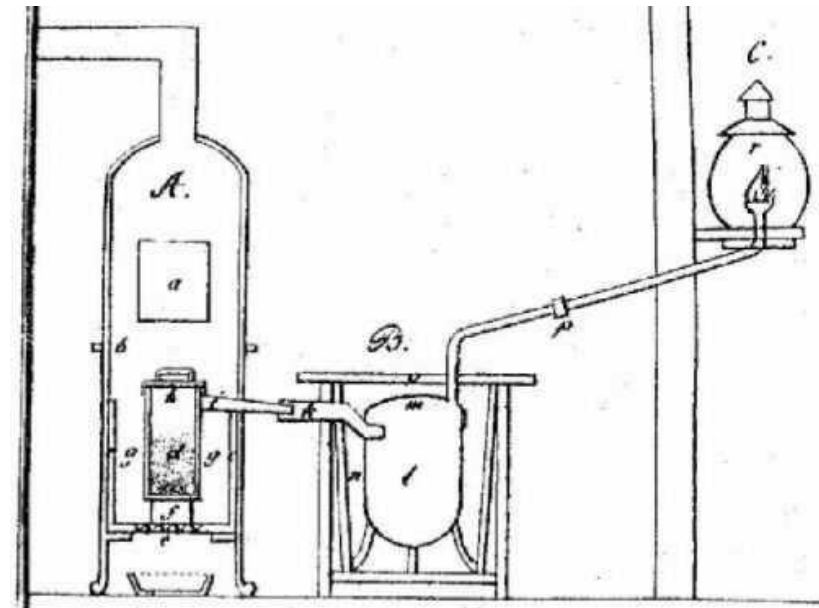
Ende 18.Jh.: Gaserzeugung aus Steinkohle wird möglich

1792 William Murdoch beleuchtet sein Haus in Cornwall/England mit Leuchtgas aus der Steinkohlenverkokung

1810 Erstes Gaswerk der Welt in London

1812 WILHELM AUGUST LAMPADIUS installiert in Freiberg/Sachsen die erste Straßenbeleuchtung auf dem europäischen Kontinent auf der Basis der Verkokung von Steinkohle

1816 Gaswerk auch für Beleuchtung des Freiburger Amalgamierwerkes



1885 Der österreichische Forscher und Industrielle AUER VON WELSBACH (1858-1929) lässt einen Leuchtkörper für Gasglühlicht („Auer-Glühstrumpf“) auf der Basis von Seltenen Erden patentieren (zuerst mit Salzen von Mg, Zr, La, Y, Pr, dann von Th+Ce bis Y+Ce)

1886 Einführung der Leuchtkörper für Gasglühlicht

ab 1891 Produktionsentwicklung in Deutschland, Österreich, England, USA...

1902 Freiburger Gasbeleuchtung mit Auer-Glühstrumpf. Dr. G.P. Drossbach produziert in Freiberg Cer- und Thoriumnitrat aus Monazitsand

1903 AUER VON WELSBACH lässt „Pyrophore Metall-Legierungen für Zünd- und Leuchtzwecke“ patentieren („Feuerstein“ aus Cer-Mischmetall)
Weltproduktion an Oxiden der Seltenen Erden REO:

1900	1,04 kt
2000	81 kt
2015	124 kt



3. Seltene Erden in der Lithosphäre

Die „Seltenen“Erden sind in der Erdkruste gar nicht so selten. Cu, Pb, Co und Li gibt es weniger als Ce, Y, La oder Nd

Mittlere Gehalte ausgewählter Elemente in der Erdkruste nach Taylor 1964

Element				Element		Farbschlüssel
	ppm			ppm		ppm
Y	33		Au	0,004		
La	30		Ag	0,07		
Ce	60		Cu	55		
Pr	8,2		Pb	13		
Nd	28		Zn	70		
Sm	6,0		Sn	2		
Eu	1,2		Sb	0,2		
Gd	5,4		W	1,5		
Tb	0,90		Mo	1,5		
Dy	3,0		Bi	0,17		
Ho	1,2		Co	25		
Er	2,8		Ni	75		>100
Tm	0,48		Cr	100		10...99
Yb	3,0		Hg	0,08		1...9,9
Lu	0,50		U	2,7		0,1...0,9..
Th	9,6		V	135		0,01...0,09
Sc	22		Li	20		< 0,01

In einigen Magmatiten, insbesondere Alkaligesteinen, sind Seltene Erden angereichert.

Mittlere Gehalte an Seltenen Erden					
	Lithosphäre gesamt			Magmatite	
Element	Taylor 1964	Christie 2006	Weng 2013	Intermediäre Gesteine: Syenite T&W 1961	Ca-arme saure Gesteine T&W 1961
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Y	33	30,00	21,00	20	40
La	30	30,00	31,00	70	55
Ce	60	60,00	63,00	161	92
Pr	8,2	7,00	7,10	15	8,8
Nd	28	25,00	27,00	65	37
Sm	6,0	5,00	4,70	18	10
Eu	1,2	1,00	1,00	2,8	1,6
Gd	5,4	4,00	4,00	18	10
Tb	0,90	0,70	0,70	2,8	1,6
Dy	3,0	3,50	3,90		
Ho	1,2	0,80	0,83	3,5	2
Er	2,8	2,30	2,30	7	4
Tm	0,48	0,32	0,30	0,6	0,3
Yb	3,0	2,20	2,00	7	4
Lu	0,50	0,40	0,31	2,1	1,2
Th	9,6	6,00		13	17
Sc	22	8,00	14,00	3	7

4. Minerale und Lagerstätten Seltener Erden

Minerale der Seltenen Erden

Xenotim	Y PO ₄	48,4	% Y
Gadolonit	Y ₂ Fe Be ₂ [O / SiO ₄] ₂	38	% Y
Monazit	Ce PO ₄	59,6	% Ce
Bastnäsit	Ce [F / CO ₃]	48	% Ce
Loparit	(Na, Ce, Ca) (Nb,Ti) O ₃	33	% Ce
Thorit	Th SiO ₄	71,6	% Th

Ähnliche Ionenradien der Seltenen Erden sind Ursache vielfacher isomorpher Vertretung.

	Grundformel			Reale Formelbeispiele
Xenotim	Y PO ₄	48,4	% Y	(Y _{0,54} Dy _{0,09} Er _{0,09} Gd _{0,02} Ho _{0,01} Lu _{0,02} Sm _{0,01} Tb _{0,01} Tm _{0,01} Yb _{0,21})PO ₄
Monazit	Ce PO ₄	59,6	% Ce	(Sm _{0,27} Ce _{0,2} Dy _{0,02} Gd _{0,25} La _{0,04} Nd _{0,13} Pr _{0,03} Tb _{0,02} Y _{0,02})(PO ₄)
Bastnäsit	Ce(CO ₃)F	48	% Ce	(Y _{0,42} Ce _{0,03} Dy _{0,13} Gd _{0,08} Ho _{0,03} La _{0,02} Lu _{0,02} Nd _{0,07} Pr _{0,02} Sm _{0,06} Tb _{0,02} Tm _{0,01} Yb _{0,06})(CO ₃)F
Gadolonit	Y ₂ Fe Be ₂ Si ₂ O ₁₀	38	% Y	(Y _{1,06} Ce _{0,1} Dy _{0,16} Er _{0,06} Eu _{0,02} Gd _{0,12} Ho _{0,08} Nd _{0,18} Pr _{0,04} Sm _{0,12} Tb _{0,04})FeBe ₂ Si ₂ O ₁₀
Loparit	(Na, Ce, Ca) (Nb,Ti) O ₃	33	% Ce	(Na _{0,6} Ce _{0,3} Sr _{0,1})(Ce _{0,75} Th _{0,25})(Ti _{0,75} Nb _{0,25}) ₂ O ₆
Thorit	Th SiO ₄	71,6	% Th	(Th _{0,83} U _{1,02} Ce _{0,02} La _{0,01})[SiO ₄]

Weng et al. 2013 unterscheiden folgende Lagerstättentypen:

Beispiele:

- **An magmatische Gesteine gebundene:**
 - Siliziumuntersättigte Magmatite (Foide)
 - Karbonatite Mountain Pass/USA, Bayan Obo/China, *Storkwitz*
 - Alkaligesteine/Alkalipegmatite Chibine und Lovozero-Komplex/Russland, Norra Kärr/Schweden, Dubbo/Australia, Thor Lake/Can.
 - Siliziumgesättigte Magmatite
 - Rhyolithe, Granite, Pegmatite Round Top/USA, Ytterby/Schweden, Motzfeldt/Greenland
- **Hydrothermale Mineralisationen**
 - IOCG Olympic Dam+Milo/Australia
 - Skarne granitgebundene Mary Kathleen/Australia
 - karbonatitgebundene Saima/China
- **Sekundäre/Sedimentäre**
 - Schwermineralsande WIM 150 Australia, *Ostsee-Seifen*
 - Placer / inland placer Charley Creek/Australia, *Tertiärsande Mitteldeutschland*
 - Laterite Tantalus/Madagaskar, Long Nan+Yian Xi/China
 - Schiefergebundene Buckton/Canada



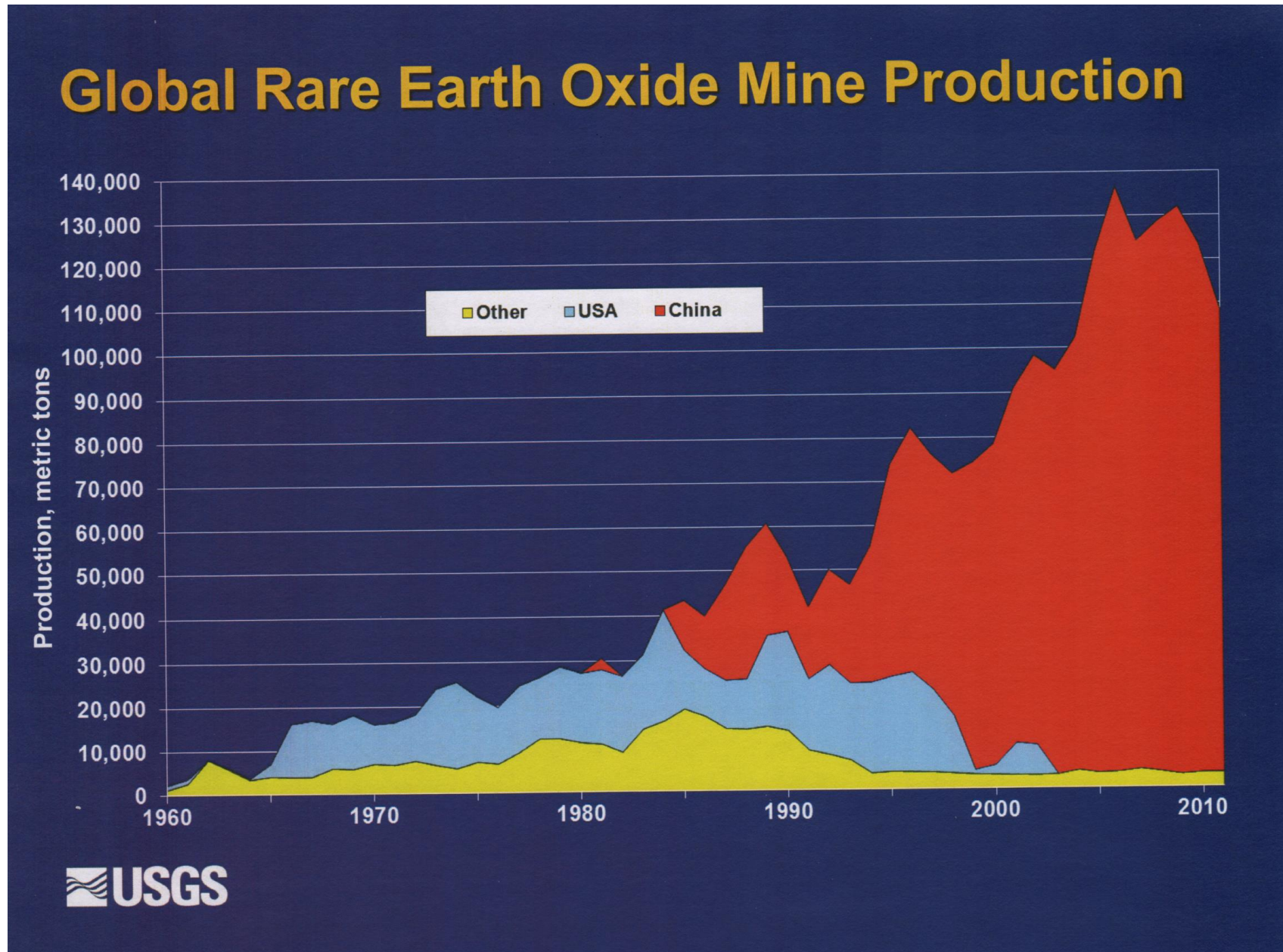
Weltweit bedeutende Lagerstätten der Seltenen Erden. P. SEROKA, Mineralienatlas Stand 2011
 Ergänzt mit Deutschland und Kola-Apatit/Russland (grün)

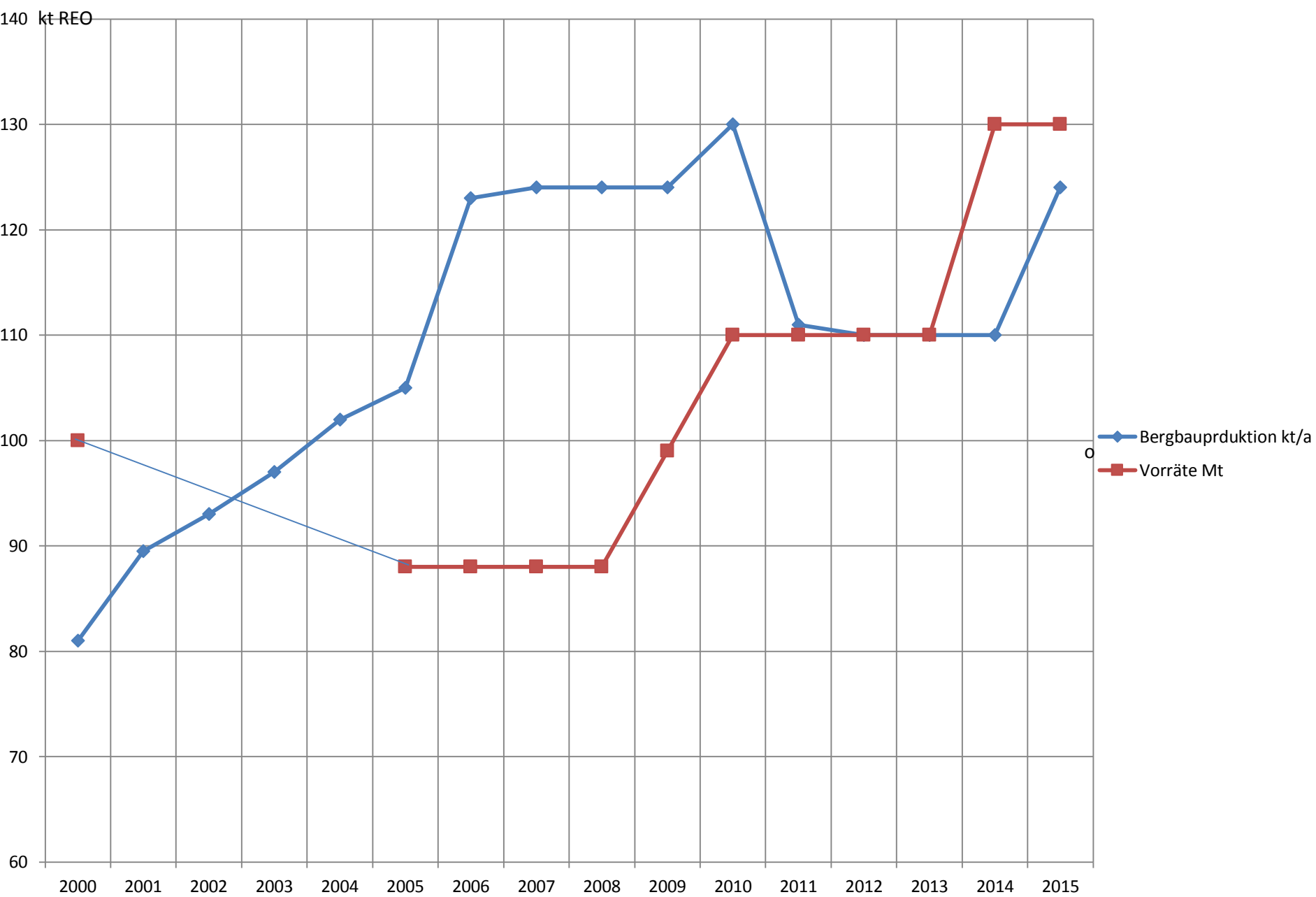
5. Welt-Bergbauproduktion, -Verbrauch und –Lagerstättenvorräte an Seltenen Erden

Weltbergbauproduktion,-verbrauch und -vorräte Seltene Erden 2015							
Quelle: USGS 2015 Minerals Yearbook RARE EARTHS. US Geological Survey 2016							
	Bergbau- produktion	Anteil an Welt- produktion	Verbrauch	Anteil an Welt- verbrauch	Exporte	Vorräte	Anteil an Weltvorräten
	kt REO	%	kt REO	%	kt REO	Mt REO	
China	105,0	85,2	98	79,5	ca.35,8	55,0	43,6
Australien	10,0	8,1		0,0		3,2	2,5
USA	4,1	3,3	17	13,8		1,8	1,4
Brasilien	0,0	0,0		0,0		22,0	17,4
Indien	n.b.					3,1	2,5
Malaysia	0,2	0,2	7,8	6,3		0,0	0,0
Russland	2,5	2,0		0,0		n.b.	0,0
Thailand	2,0	1,6		0,0		n.b.	0,0
andere	n.b.					41,0	32,5
gesamt	123,2	100,5	122,8	99,7		126,1	100,0
Durchschnittsgehalt Round-Top Texas 0,06% REO . Zieldurchsatz Erz 20 kt/d =7,3 Mt/a							
Quelle: Hulse, D.E.; Newton, M.C.; Malhotra, D.:Preliminary Economic Assessment Round-Top Project Sierra Blanca Texas 2014							
Durchschnittsgehalt Mountain Pass California 8,9 % REO bei cut-off grade 5 % REO							
Quelle : Mountain Pass Rare Earth Mine. Wikipedia 2016							

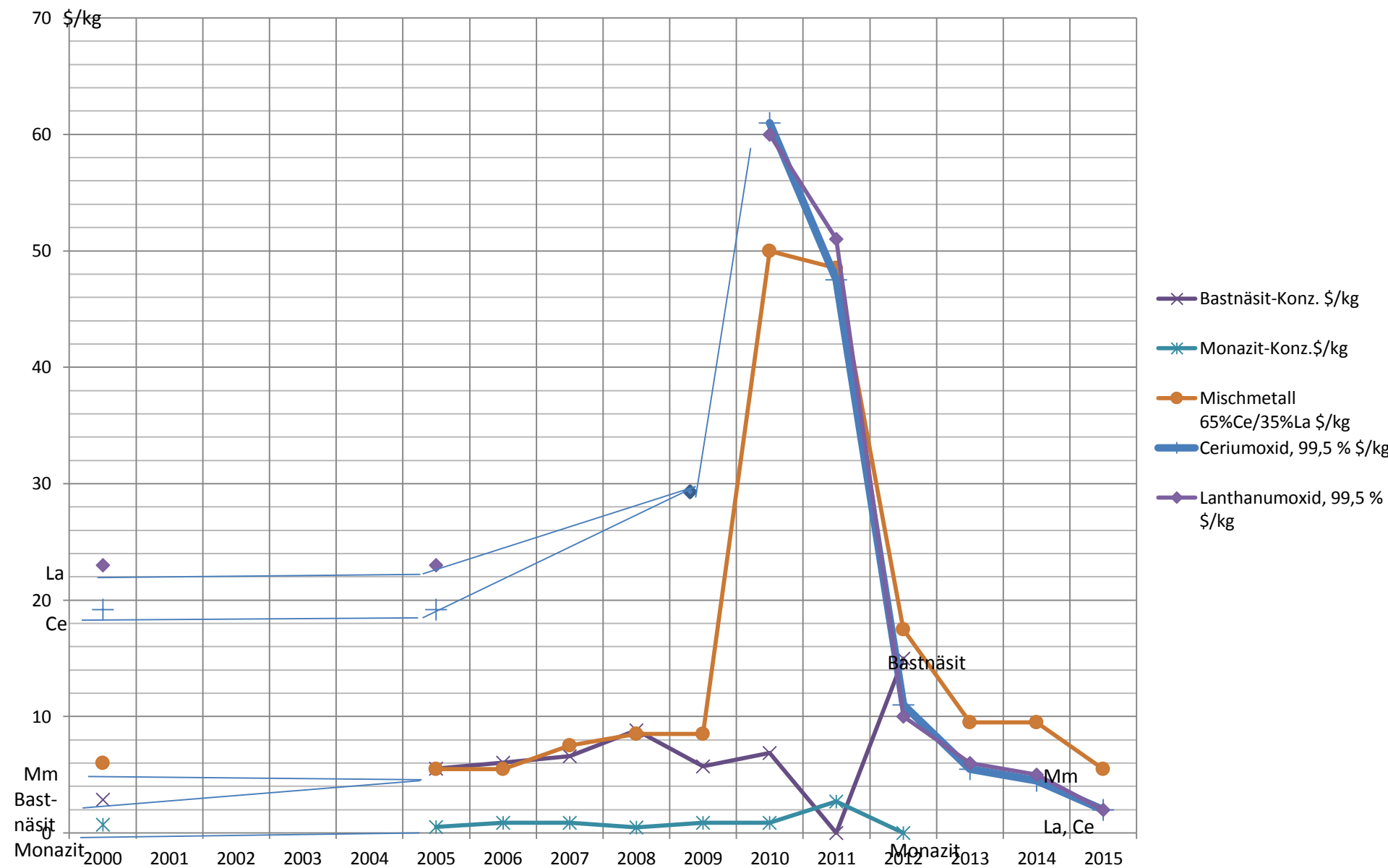
China hat sich seit Mitte der 80er Jahre zum größten Produzenten und Verbraucher von Seltenen Erden entwickelt. Ein Rohstoff**monopol** birgt stets Gefahren für die internationale Wirtschaft.

6. Folgen des chinesischen Monopols in Bergbauproduktion und Export Seltener Erden

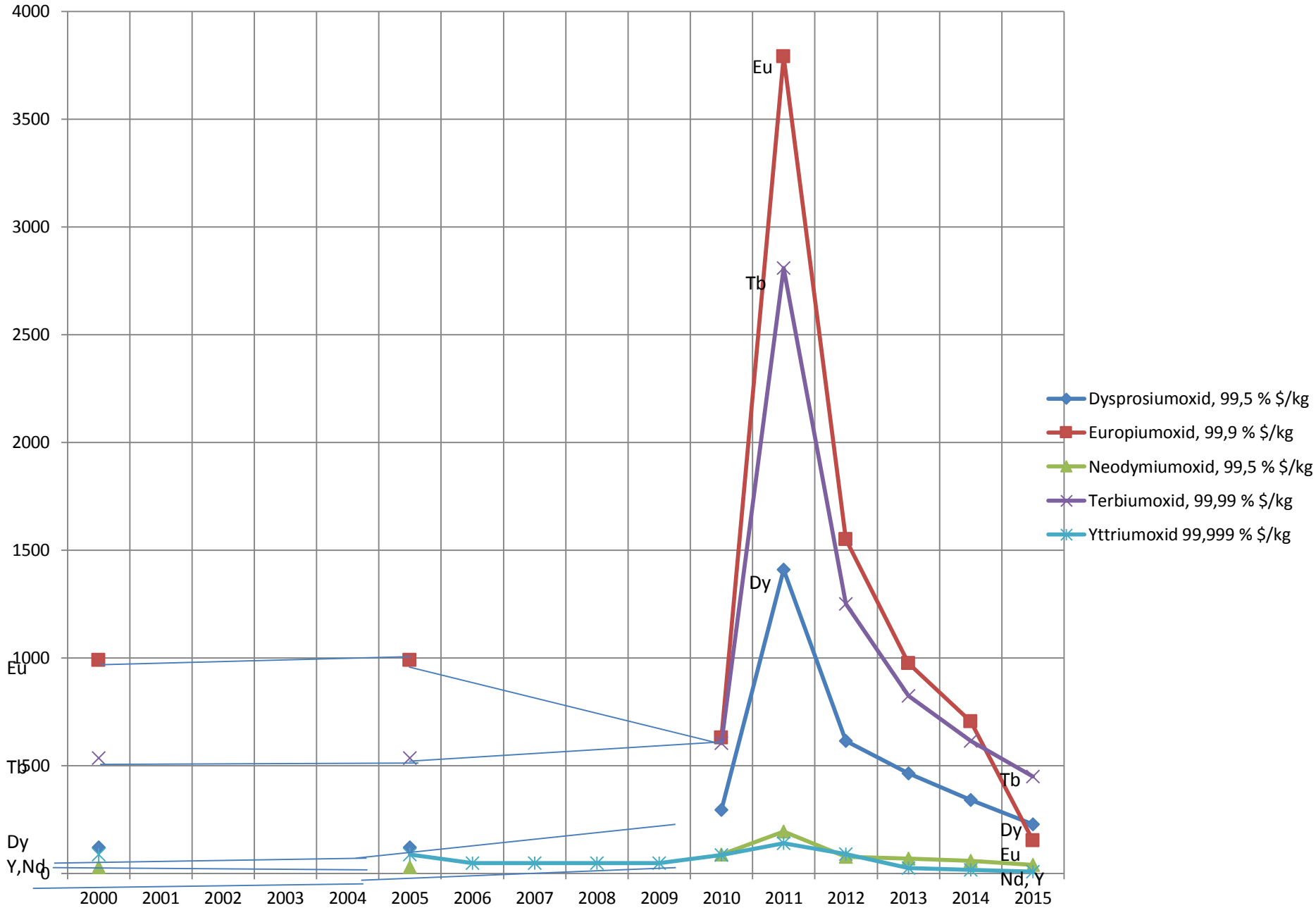




Bergbauförderung und Vorräte an Rohstoffen Seltener Erden 2000 bis 2015 nach USGS Minerals Informations China verringert 2010 drastisch seine Bergbauförderung und seine Exporte an Seltenen Erden.



Weltmarktpreise von Konzentraten Seltener Erden und von Mischmetall (Mm), Cer- und Lanthanum-Oxid nach USGS Minerals Informations. Der Exportstop von China bewirkt 2010/11 eine Vervielfachung der Weltmarktpreise an Konzentraten und Oxiden Seltener Erden.



Weltmarktpreise der Oxide kritischer Seltener Erden (CREE) nach USGS Minerals Informations. Sie sind von der Weltmarktpreissteigerung besonders betroffen.

Jedes Land sollte versuchen, für durch ein Liefermonopol bestimmte Rohstoffe

- möglichst eigene Primärrohstoffe zu nutzen
- möglichst im eigenen Land anfallende Sekundärrohstoffe zu nutzen
- auf der Basis von Kapitalbeteiligungen feste Verträge zur Nutzung solcher Rohstoffe in anderen Ländern zu schließen.

7. Seltene Erden in Deutschland bis zum Ende des 2. Weltkrieges

Einführende Bemerkung: *Am 18./19. September fand in der Lutherstadt Wittenberg die Tagung „Industriekreis“ der GDCh-Fachgruppe Geschichte der Chemie statt. Die Vorträge sind publiziert in der Monographie Bd.49 Zeitzeugenberichte XII – Chemische Industrie -.*

*In den nachfolgenden Ausführungen zur Produktion Seltener Erden in Deutschland stütze ich mich auf den Vortrag „**Seltene Erden – ein Beitrag zur Geschichte von Produktion und Anwendung**“ von Dr. Herfried Richter/Lutherstadt Wittenberg zu dieser Tagung.*

Ab 1891: Mit der zunehmenden Verwendung von Glühkörpern in mit Gas betriebenen Lampen stürmische Entwicklung der Produktion besonders in Deutschland, Österreich, den USA und England.

1892: In Berlin wird die Deutsche Gasglühlicht-Aktiengesellschaft gegründet (später Auergesellschaft, 1933 arisiert und an Degussa Frankfurt verkauft). Bis zum 1. Weltkrieg ist Deutschland international Marktführer für Glühkörper. Rohstoffe waren importierte Monazit-Konzentrate in der Größenordnung von 2 bis 3 kt/a.

1903: AUER VON WELSBACH lässt pyrophore Legierungen auf der Basis von Cer-Mischmetall patentieren. Es entsteht ein Bedarf an Chloriden der Cer-Erden („Ceritchlorid“) insbesondere zur Erhöhung der Arbeitssicherheit im Steinkohlenbergbau.

Ab 1911: In den Elektrochemischen Werken in Bitterfeld werden Cer-Mischmetall und Cer-Zündsteine hergestellt.

1939/40: Das inzwischen zur I.G.Farben gehörende Werk Bitterfeld produziert ca. 100 t/a Cer-Mischmetall

Nach 1. Weltkrieg: Bedarf an Gasglühstrümpfen geht zugunsten von elektrischen Metallfaden-Glühlampen zurück. Neben Cer-Mischmetall entsteht 1925 beginnend ein weiterer Bedarf an Seltenen Erden für Katalysatoren in deutschen Hydrierwerken zur Kohleverflüssigung. Neben Monazit wird auch Ceritchlorid importiert und zu Verbindungen einzelner Seltener Erden verarbeitet.

2. Weltkrieg Deutschland konfisziert in Belgien und Frankreich dort gelagerte Uranerze, Zirkon-und Monazitsand.

1941 Erste Versuche zur Gewinnung Seltener Erden aus Kola-Apatit im Stickstoffwerk Piesteritz.

15.03.1945 8.US-Luftflotte zerstört Monazit-Verarbeitungsanlagen der Oranienburger Anlagen der Auergesellschaft, Monazit wird dort verstreut.

8. Seltene Erden in der Wirtschaft der DDR

- 1946: Werk Oranienburg der Auergesellschaft wird nicht wieder aufgebaut. Anlage zur Zündmetallproduktion in Bitterfeld wird als Reparationsleistung für die UdSSR demontiert. Es erfolgt keine Produktion von Seltenen Erden, bis 1949 in Bitterfeld die Mischmetallherstellung mit 9 t/a wieder aufgenommen wird und bis 1977 erfolgt. Aus der KDVR (Nordkorea) wird Monazitsand importiert und auf Seltene Erden aufbereitet.
- Bis 1961: Zur Befriedigung des noch geringen Bedarfs an Seltenen Erden werden in Piesteritz Ceriterdengemische, Gadolinit und Xenotim zu Oxiden praktisch aller Seltenen Erden im kg-Bereich mit 99,9 bis 99,99% Reinheit aufgearbeitet. Cer- und Lanthanverbindungen werden bis zum Mauerbau aus der Bundesrepublik importiert.
- 1963/64: Im VEB Stickstoffwerk Piesteritz wird die Produktion auf 12 t/a Ceroxid und je 10 t/a Lanthanoxalat und Didymoxalat gesteigert. Rohstoffe sind Schlacken der Bitterfelder Mischmetallproduktion, Ceritchlorid aus der UdSSR und koreanischer Monazit.
- Ab 1985 Aus China wird Ceritchlorid importiert, Monazit wird nicht weiter verarbeitet.
- 1978: Der DDR-Bedarf erreicht eine Größenordnung von 150 t/a. Er wird u.a. durch Lieferungen der Rhone Poulenc/Frankreich und von TCW/Österreich gedeckt.
- 1983: Der perspektivische Bedarf von 500 t/a SE-Oxiden soll durch eine Produktion am Standort Piesteritz gedeckt werden. Ab 1984 begann die Vorbereitung der Produktion, für die von TCW und BGRINM/China Verfahren bereitgestellt wurden. Als Rohstoffe waren Kola-Apatit, Phosphorofenschlacke, koreanischer Monazit und chinesisches Yttrium-Konzentrat vorgesehen. Bemühungen um den Einsatz von Sekundärrostooffen, wie Ceroxid-Poliermittel und Leuchtstoffen, scheiterten.

- 1982: Zwischen KDVR und DDR beginnt eine Zusammenarbeit bei der geologischen Untersuchung der Bastnäsit-Lagerstätte Dong Pao in Nordwest-Vietnam. IfR Dresden, FIA Freiberg und Erzprojekt Leipzig weisen 1,4 Mt Roherz mit 6,67 % = 93,4 kt Inhalt an SE-Oxiden nach und projektieren Bergbau und ab 1993 Produktion eines 30%igen Konzentrates mit 1,5 kt/a Inhalt an SE-Oxiden. Mit der VR China wird mit einer Lizenz für die Herstellung von Yttriumoxid der Bezug von Yttriumkonzentrat und Ceritchlorid vereinbart.
- 1990: Der Piesteritzer Rohbau der 1. Ausbaustufe für die Produktion Seltener Erden ist fertiggestellt, alle diesbezüglichen Arbeiten werden im März 1990 abgebrochen. Die Bundesregierung verzichtet auf die Zusammenarbeit mit der KVDR.
- 2013: Die japanische Dong Pao Rare Earth Development Company und die vietnamesische Lai Chau-VIMICO Rare Earth Joint Stock sehen in Dong Pao die Bergbauproduktion von 10 kt/a SE-Oxiden vor. (Quelle: mining-technology.com 03.07.2014). In der Lagerstätte sind inzwischen 7 Mt Erz mit 5 % SE-Oxiden nachgewiesen.

Importkonzentrate Korea und Vietnam:			
		Monazit- konzentrat Nordkorea ¹⁾	Bastnäsit- konzentrat Dong Pao Vietnam ^c
El- ment		% SE-oxid absolut	% SE-oxid absolut
Y	Y ₂ O ₃		0,17
La	La ₂ O ₃	12,60	11,50
Ce	CeO ₂	23,80	14,87
Pr	Pr ₆ O ₁₁	2,30	1,14
Nd	Nd ₂ O ₃	9,40	3,00
Sm	Sm ₂ O ₃	1,30	0,25
Eu	Eu ₂ O ₃		0,06
Gd	Gd ₂ O ₃	1,00	0,11
Tb	Tb ₄ O ₇		0,02
Dy	Dy ₂ O ₃		0,04
Ho	Ho ₂ O ₃		0,01
Er	Er ₂ O ₃		0,02
Tm	Tm ₂ O ₃		
Yb	Yb ₂ O ₃		0,01
Lu	Lu ₂ O ₃		
Th	ThO ₂	1,54	
Sc	Sc ₂ O ₃		
Nb	Nb ₂ O ₅		
Ta	Ta ₂ O ₅		
Summe		50,40	31,20
¹⁾ Lesch, I.: Studie zum Stand und zur Perspektive der Nutzung von Seltenerd-rohstoffen... Unveröff. Bericht IfR Dresden 1978			
²⁾ Rohstoffwirtschaftliche Bewertung der Möglichkeiten der bedarfsdeckenden Produktion von : von speziellen Seltenerden-Verbindungen in der DDR. Unveröff. Bericht IfR Dresden 1981			

Verarbeitung von Kola-Apatitkonzentrat

- 1951/56: Zwei neue Phosphoröfen gehen in Piesteritz in Betrieb. Als Rohstoff wird Kola-Apatitkonzentrat eingesetzt.
- 1960/89: DDR verarbeitet insgesamt 30 Mt Rohphosphate – vorwiegend Kola-Apatitkonzentrat mit 0,8 % REO. Bei 1 Mt/a Kola-Apatitkonzentrat sind 8 kt/a REO enthalten. Es gibt Untersuchungen zur Abtrennung der Seltenen Erden bei salpetersaurem Aufschluss, der aber nicht eingeführt wird. Die Produktion von Superphosphat, Alkalisinterphosphat und Futterphosphat schließt eine Abtrennung der Seltenen Erden aus. Die bei der thermischen Aufarbeitung von Kola-Apatit anfallende Phosphorofenschlacke wird nicht selektiv gehaldet und geht für eine spätere Nutzung verloren.
- 1985: Die Gewinnung Seltener Erden in Phosphorofenschlacke der thermischen Aufarbeitung von Kola-Apatit wird untersucht und vorbereitet.
- 1989: Die UdSSR reduziert die Lieferung von Kola-Apatitkonzentrat von bislang ca. 1Mt/a auf wenige kt/a. Diese Menge rechtfertigt keine Produktionsanlage zur Gewinnung Seltener Erden auf der Basis des Kola-Apatits. Die Verarbeitung von Kola-Apatitkonzentrat wird in Piesteritz eingestellt.

9. Seltene Erden in der Wirtschaft der Bundesrepublik Deutschland

Seltene Erden:

In der Bundesrepublik Deutschland wird der Bedarf der Unternehmen an Seltenen Erden auf dem Weltmarkt durch Importe an Zwischen- und Endprodukten der Verarbeitung von mineralischen Rohstoffen gedeckt.

Phosphate:

Seit Mitte der 90er Jahre wird kein Phosphor mehr über elektrothermische Reduktion und seit Ende der 90er keine Phosphorsäure mehr durch mineralsauren Aufschluss von Apatit hergestellt (Quelle: Gellermann, R.u.a : Abschlussbericht zum Vorhaben StSch 4416, BMU 2006).

Apatite und Phosphorite werden nicht mehr als Rohstoffe für die Phosphorchemie und die Phosphordüngemittel importiert und verarbeitet – insofern fallen keine Produkte der Verarbeitung von solchen Primärrohstoffen mit Seltenen Erden mehr an.

9.1 Die Karbonatit-Lagerstätte Storkwitz

- 1971: SDAG Wismut entdeckt bei der Suche nach Uranlagerstätten die Seltene Erden-/Niob-Lagerstätte Storkwitz bei Delitzsch in Sachsen.
- 1975/88: Die Lagerstätte wird erkundet, jedoch nicht für wirtschaftlich nutzbar gehalten.
- 2007: Die Deutsche Rohstoff AG Heidelberg erwirbt die Aufsuchungserlaubnis für die Lagerstätte Storkwitz.
- 2011: Die Deutsche Rohstoff AG gründet die Tochter Seltenerden Storkwitz AG Chemnitz mit dem Ziel der Entwicklung der Lagerstätte, überträgt ihr die Aufsuchungserlaubnis und beginnt mit der Verifizierungsbohrung SES 1/2012 die weitere Exploration.
- 2013: Die Seltenerden Storkwitz AG teilt mit, dass die in der DDR durchgeführten Vorratsberechnungen nach Geometrie, Mengen und Gehalten nach dem JORC-Standard bestätigt werden. Nachgewiesen sind bis 600 m Tiefe 4,4 Mt Erz mit 0,45% = 20,1 kt SEE Inhalt. Der Rohstoff wird vertiefend untersucht und bewertet.

SELTENE ERDEN

Gipshalden sollen untersucht werden

HEIDELBERG – Die Deutsche Rohstoff AG will von 2016 an Seltene Erden aus Gipshalden gewinnen. Losgehen werde die Förderung der Hightech-Metalle in einer Halde in Osteuropa, sagte der Finanzchef des Heidelberger Unternehmens, Thomas Gutschlag, gestern. Details zum Standort nannte er der Manager jedoch noch nicht. Das produzierte Mischkonzentrat solle an Zwischenverarbeiter weiterverkauft werden. (dpa)

nur
derz

VON A

SCHÖN
Gefüh
aber c
kleine
Auge.
ameril
Googl
kleine
tragen
es dav
eines t
Schöne
Google
den Zu

BÖRSEN UND MÄRKTE

2015: Die Seltenerden Storkwitz AG gibt die Aufsuchungserlaubnis zurück und wandelt sich in die CERITECH AG Leipzig um und hat nun das Ziel, „...mit der Aufbereitung selten-erdenhaltiger Industrieabfälle die Bergbaukosten vollständig zu eliminieren...“
(Quelle: ceritech.com Mai 2016)

Das geschieht nicht von ungefähr...

9.2 Anfallstoffe der Verarbeitung von Kola-Apatit

April 2012: GEOMONTAN bietet der Deutschen Rohstoff AG in Kenntnis der Lagerstätte Storkwitz und anderer Primär- und Sekundärrohstoffe auf dem Territorium der DDR an, alternative SE-Ressourcen zu untersuchen und wird von der Seltenerden Storkwitz AG damit beauftragt.

November 2012: GEOMONTAN hat der Seltenerden Storkwitz AG zwei Zwischenberichte vorgelegt:

- Seltene Erden und Kola-Apatit in der DDR und daraus ableitbare Ansätze für Versorgungskonzepte
- Vertiefende Untersuchung Seltene Erden aus Apatiten.

Inhalt sind folgende Aussagen:

Primärrohstoffe:

- Mecklenburg-Vorpommern hatte in den 50-ern in der Ostsee 487 kt rezente Strandseifen mit Monazit und Zirkon. Geringe, auf Teillagerstätten verzettelte Gesamtmenge und ökologische Aspekte schließen eine Nutzung aus.
- Sachsen, Brandenburg und Sachsen-Anhalt hatte 1972 im Deckgebirge der Braunkohlen bis zu 155 Mt tertiäre Schwermineralsande (Inland Placer) mit Monazit und Zirkon mit 0,1 % (0,08...0,12) % SE-Oxiden. Sie sind längst überbaggert, doch haben praktisch alle Braunkohlenfelder Schwermineralanreicherungen und ließen nach Erkundung – wenn auch technologisch schwierig – eine bergmännische Gewinnung zu.

Sekundärrohstoffe:

In Deutschland wurden über Jahrzehnte Apatitkonzentrate von der Kola-Halbinsel und afrikanische Phosphorite verarbeitet. Die Apatite der Kola-Halbinsel zeichnen sich durch hohe Gehalte an Seltenen Erden aus. Die aus den Lagerstätten des Chibine-Massivs sind reicher als die von Kovdor:

Hersteller EuroChem Chibine 0,62 % SEE

Hersteller PhosAgro Kovdor 0,14 % SEE

Bei den Recherchen zu den Seltenen Erden unterstützten uns die Wittenberger Chemiker Dr. Herfried Richter und Dr. Dietmar Zobel.

- Dr. Richter hatte im Kombinat Agrochemie Piesteritz zunächst kleintechnische Versuche zur Gewinnung Seltener Erden ausgeführt und leitete ab 1966 dort die Anorganische Forschung. Ab 1983 wirkte er unter Nutzung von Kontakten mit der Rhône Poulence, den Treibacher Chemischen Werken (TCW) und chinesischen Partnern an Konzeptionen zur Eigenversorgung der DDR mit Seltenen Erden mit.
- Dr. Zobel war zunächst an den Arbeiten Dr. Richters an den Seltenen Erden beteiligt und leitete seit 1963 die Produktion von Phosphorsäure und Phosphor-Salzen im Agrochemischen Kombinat.

Wir übermittelten der Seltenerden Storkwitz AG die Auffassung, sich besser mit an Seltenen Erden reichen Anfallstoffen der Kola-Apatitverarbeitung zu beschäftigen als mit dem Bastnäsit von Storkwitz.

Vergleich der Wertstoffe von Kola-Apatitkonzentrat, Phosphorofenschlacke aus Kola-Apatit, Anfallgips Embsen aus Kola-Apa und Bastnäsiterz Storkwitz

	Kola-Apatitkonzentrat			Phosphorofenschlacke		Phosphorgips Embsen aus Kola-Apatit		Bastnäsiterz Storkwitz
	Mittel 11 Analysen 1968 bis 1981	Standardprobe CTA-AC-1	Lovosice 2013 KA-1	Mittel 7 Analysen 1981		PG-2		Bastnäsierz Storkwitz
SE-Oxid	g/t SE-Oid	g/t SE-Oid	g/t SE-Oid	g/t SE-Oxid	% von Mittel Analysen bis 1981	g/t SE-Oxid	% von Mittel Analysen bis 1981	g/t SE-Oid
Y ₂ O ₃	525	345	381	497	95	178	34	60
La ₂ O ₃	3.865	2.552	2.674	3.150	82	1.536	40	1.266
CeO ₂	3.843	4.086	4.262	3.872	101	2.518	66	2.357
Pr ₆ O ₁₁	1.412	426	375	2.027	144	230	16	241
Nd ₂ O ₃	1.645	1.268	1.435		0	875	53	653
Didym	272		1.809	2.027	746		0	
Sm ₂ O ₃	71	188	197	262	368	128	179	223
Eu ₂ O ₃	242	54	49	75	31	30	12	
Gd ₂ O ₃	19	143	207	266	1.369	127	651	
Tb ₄ O ₇	193	16	20	16	8	12	6	
Dy ₂ O ₃	32	90	87	272	843	49	153	
Ho ₂ O ₃	51	10	13			7	14	
Er ₂ O ₃	4	30	31			15	362	
Tm ₂ O ₃	16		2			<1		
Yb ₂ O ₃	2	13	16			5	278	
Lu ₂ O ₃		1	1			<1		
ThO ₂		25	0			0		
Sc ₂ O ₃		0	28			21		
Summe	12.191	9.247	11.587	12.464	102	5.730	47	4.800
Nb ₂ O ₅								1.258
Summe SE+Nb								6.058

Das Bastnäsiterz Storkwitz hat mit 0,48 % SE-Oxiden

- Gehalte in der gleichen Größenordnung wie der Anfallgips des schwefelsauren Apatitaufschlusses mit 0,57 %
- nicht einmal halb so hohe Gehalte wie die Phosphorofenschlacke aus der Apatitverarbeitung mit 1,25 %.

Die Nutzung des Bastnäsiterzes von Storkwitz hätte hohe Investitionen

- für die Aus- und Vorrichtung der Lagerstätte für den Bergbau (Schächte/Rampen, Strecken, Sumpfung, Bewetterung, Förderung, Zerkleinerung)
- für die Aufbereitung

erfordert. Die Umwelt wäre durch Halden, Schlammteiche und Grubenwasser belastet worden.

Für die Rückgewinnung von deponierter Phosphorofenschlacke oder Anfallgips genügt ein Bagger, wie in Embsen zur Nutzung des Anfallgipses für die Baustoffproduktion durch die Knauf Bauprodukte GmbH&Co.KG realisiert. Die Gipshalde in Embsen wird bald erschöpft sein, in Piesteritz ist die Phosphorofenschlacke nicht selektiv gehaldet worden.

Phosphorrohstoffe waren seit den 50er Jahren im

- Chemiewerk Höchst der Höchst AG durch schwefelsauren Aufschluss
- Chemiewerk Knapsack elektrothermisch

verarbeitet worden. In der Deponie Knapsack-Hürth sollen 6,5 Mt Phosphorofenschlacke und 6 Mt Phosphorgips gehaldet sein . Die Bundesrepublik Deutschland hatte noch bis 1995 Phosphat aus der UdSSR importiert. Die gehaldeten Anfallstoffe sollten zumindest orientierend daraufhin untersucht werden, ob größere Mengen an Seltenen Erden reicher Anfallstoffe selektiv rückgewinnbar wären.

SAVELJEVA betrachtet die in Russland selektiv gehaldeten Phosphorgipse als profitable Quelle für die Produktion Seltener Erdenю (Saveljeva,i.L.:The Rare-Earth Metals of Russia: Present Status, Resource Conditions of Development. Geography and Natural Resources 32(2011) 1232-129).

Allein in drei Chemiewerken Russlands sind ca. 160 Mt Phosphorgips gehaldet:

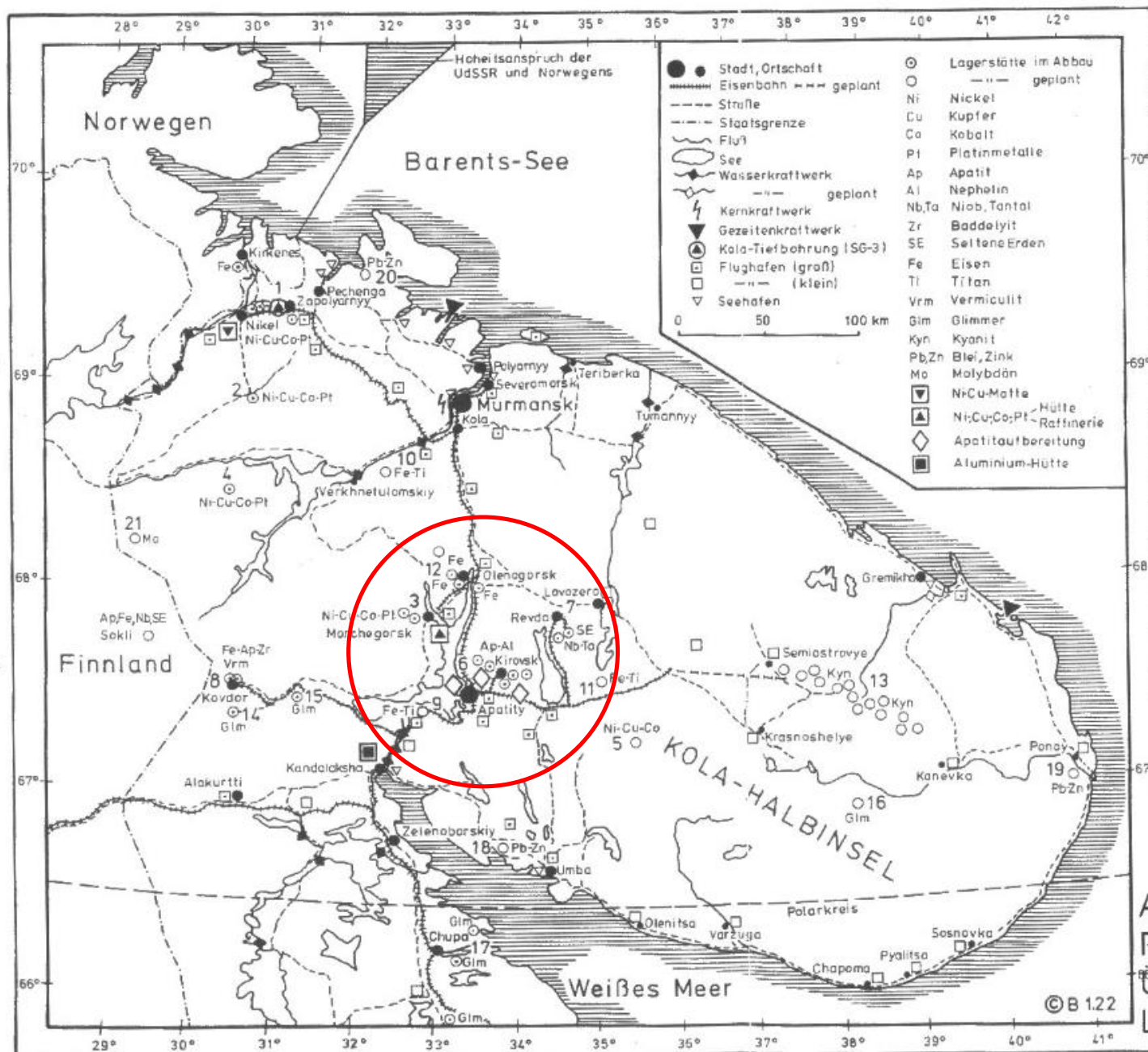
- OJSC Ammonfos, Woogda-Gebiet 80 Mt
- JSC Voskresenskije Mineral Fertilizers (Moskau-Gebiet) 60 Mt
- LLC Balkovskie Mineral Fertilizers (Saratov-Gebiet) 40 Mt.

Quelle: Samsonov, A.E.: Prospects for the Manufacture and Consumption of Rear-Earth Products in Russia (in russischer Sprache). Moskauer Abteilung des Institutes für Erzlagerstätten der Russischen AdW <http://minsoc.ru/Files Base/2008-3-39-0>

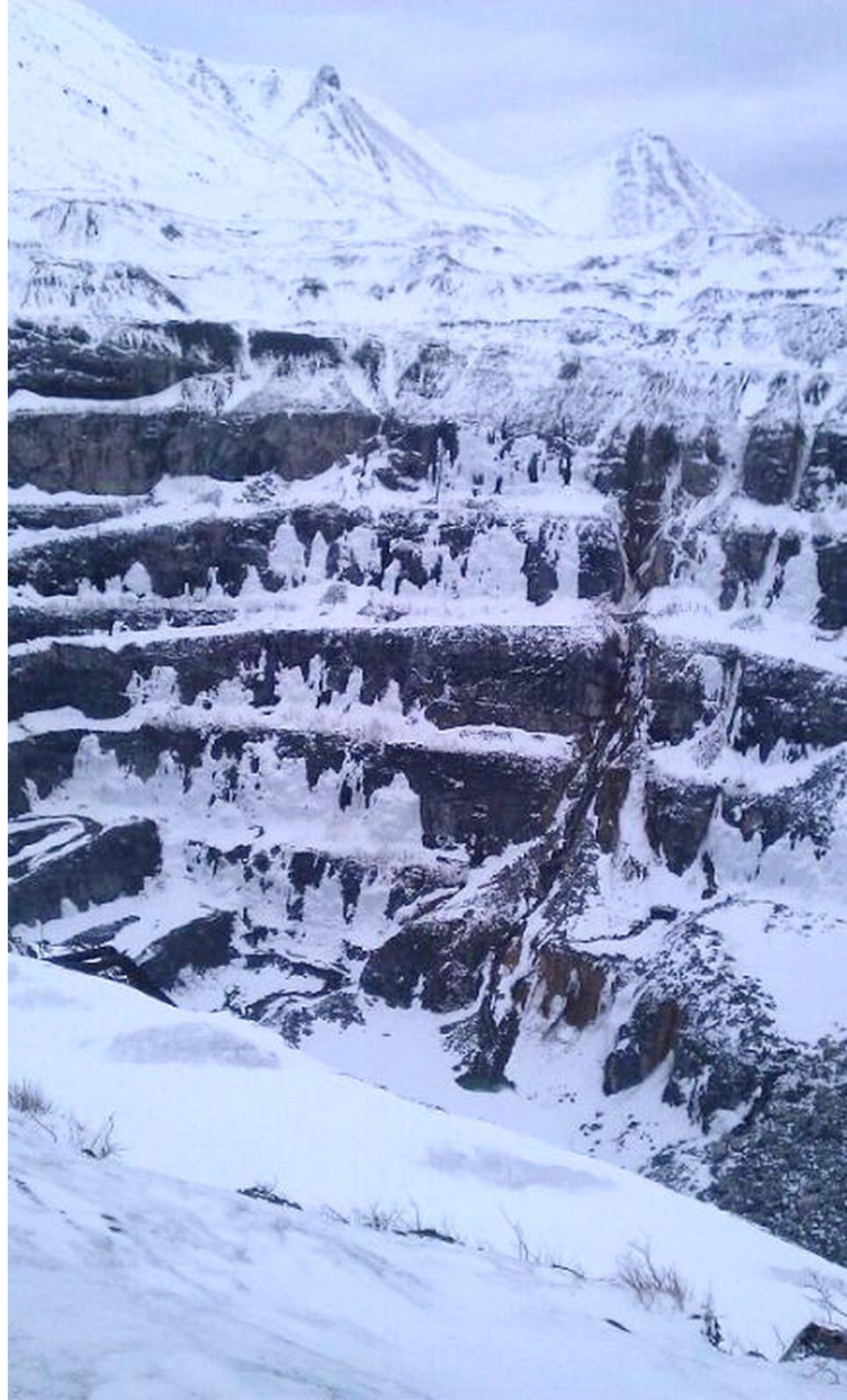
In der Lagerstätte Storkwitz sind bis in 600 m Tiefe mit 4,4 Mt Erzvorrat nur knapp 3 % dieser Gipsvorratsmenge nachgewiesen!

Phosphorgipshalde Lifosa Kedainiai Lithuania





Anlage: Kola-Halbinsel,
Russland
Übersichtskarte
Lagerstätten und Bergbau



Der von PhosAgro produzierte Kola-Apatit wird in Tscherepovec/Russland weiterverarbeitet.

Im 21.Jh. werden nur noch 7 Mt/a Apatitkonzentrat mit 70 kt/a Inhalt an Seltenen Erden produziert. Seit 1929 sind in den Apatitkonzentraten mit ca. 1 % SE-Oxiden insgesamt ca. 6 Mt SE-Oxid verloren gegangen. Die erkundeten Vorräte von 2 Mrd t Apatiterz mit ca. 5,25 Mt SE-Oxiden ermöglichen noch 75 Jahre lang die Produktion von Apatitkonzentrat.

Exportiert wird Kola-Apatit noch nach Norwegen und Belgien. Der norwegische Yara-Konzern nutzt bereits Seltene Erden bei der Kola-Apatitverarbeitung. In Belgien sind Hauptabnehmer

- Prayon, der bereits Anfallgipse an das Unternehmen Knauf Gips Net B Knauf Et Cie S.C.S in Engis/Belgien für die Baustoffproduktion liefert
- Nilefos Chemie NV Gent/Belgien.

Die auch zukünftig hohe Produktion von Kola-Apatitkonzentrat sollte Anlass für vielfältige Bemühungen um komplexe Nutzung dieser Konzentrate auch mit dem Ziel der Gewinnung Seltener Erden sein. Know how dazu ist bei in der Vergangenheit damit beschäftigten Wissenschaftlern und Technikern in Sachsen und Sachsen-Anhalt vorhanden. Andere natürliche Ressourcrrn an Rohstoffen Seltener Erden könnten so geschont werden.