

Technologiemetalle Gallium, Indium, Germanium und Rhenium

Jürgen Müller

Einleitung:

Seit letztem Jahr ist ein Paradigmenwechsel in der öffentlichen Berichterstattung bzgl. Rohstoffen im Allgemeinen und den Technologiemetallen im Speziellen festzustellen. Hieß es zuvor nahezu gebetsmühlenartig, dass die zukünftige Versorgung mit Rohstoffen gesichert sei, so stellen zwei Studien aus 2009 und 2010 einen Wendepunkt dar. Erstens, die vom Bundeswirtschaftsministerium in Auftrag gegebene Studie vom Fraunhofer-Institut in Karlsruhe (FHK) und vom Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung in Berlin (IZT) erstellte Studie "Rohstoffe für Zukunftstechnologien" aus dem Jahr 2009 [1] und zweitens die Studie "Critical raw materials for the EU" der Europäischen Kommission, die am 17. Juni diesen Jahres vorgestellt wurde [2] (wobei sich das EU-Papier u.A. auf die erstgenannte deutsche Studie beruft und stützt).

Letztere Studie leitet mit folgendem Satz ein (in freier Übersetzung aus dem Englischen):

"Rohstoffe sind essenziell für das effektive Funktionieren von Europas Wirtschaft. Doch obwohl die Abhängigkeit von Öl und Gas oft herausgehoben wurde, wurde bisher der grundlegenden Bedeutung von nicht-energie Rohstoffen wie Mineralien und Metallen keine gleiche Bedeutung beigemessen."

Nach diesen Studien sind die drei kritischsten Metalle Gallium, Indium und Germanium. Erst an vierter Position kommt mit Neodym ein Vertreter der in der Presse oft genannten Seltenen Erden, die eigentlich weder selten noch Erden sind.

Gallium:

Für Gallium wurde in der Studie vom FHK und IZT alleine für die Anwendungen in der Halbleitertechnik (Photovoltaik, weiße LEDs, integrierte Schaltkreise) bis 2030 ein Wachstum der Nachfrage um den Faktor 22 prognostiziert. Wurden 2006 nur 28 % der Gallium-Jahresförderung von 80 Tonnen für diese Technologie verwendet, d.h. ca. 22 Tonnen, sollen es im Jahr 2030 knapp 500 Tonnen sein. Mit anderen Worten: Fielen alle

anderen Anwendungen für Gallium komplett weg, müsste die Förderung immer noch um den Faktor 6 steigen, um die zukünftige Nachfrage zu befriedigen. Der 10-Jahreschart von Gallium zeigt in 2001 ein Peak von 2200 \$/kg und in 2007 von 850 \$/kg, wobei ersterer aufgrund von überzogenen Markterwartungen in einem bis dahin noch völlig intransparenten Markt zustande kam. In 2007 führten erste Anzeichen der stark aufkommenden LED-Industrie zu einer Preisspitze.

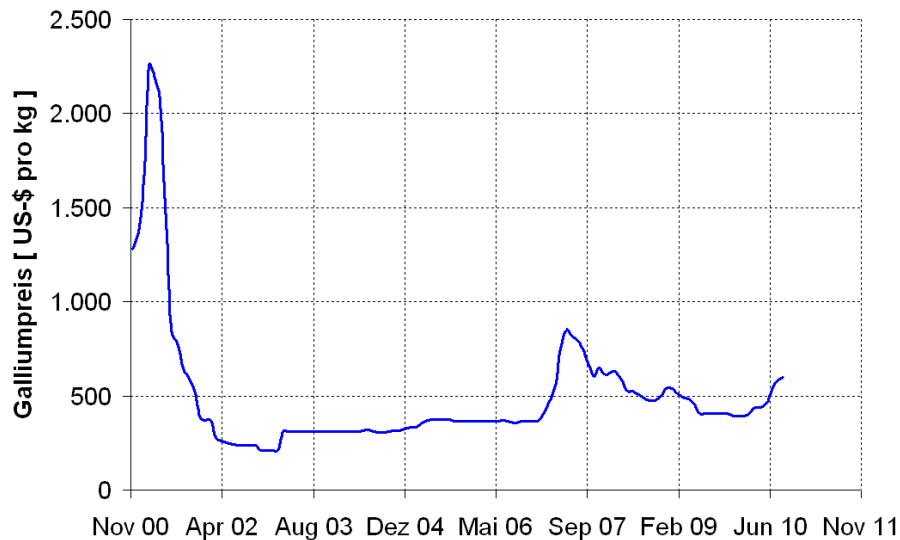


Abb. 1: Galliumpreis von Dez. 2000 bis Sept. 2010 (Datenquelle: Tradium GmbH)

Aktuell befindet sich der Markt erneut in einem gravierenden Ungleichgewicht, d.h. die Nachfrage trifft derzeit auf einen nahezu leergefegten Markt und konsequenterweise hat sich der Euro-Preis in den letzten Monaten bereits verdoppelt. Laut einem der größten Galliumproduzenten weltweit, wächst der Markt für Gallium-Arsenid Halbleiterlaser derzeit um 25 % pro Jahr und der LED-Markt hat sich im Vergleich zu 2009 bereits verdoppelt. Ein einziger neuer Verbraucher im LED-Bereich in China, der kommendes Jahr die Produktion aufnehmen wird, hat sich bereits 40 bis 50 Tonnen Gallium an Kontrakten gesichert, d.h. nicht ganz die Hälfte der derzeitigen Jahresproduktion. Die japanische Firma Sharp vermeldete im August diesen Jahres die Markteinführung der ersten Decken-LED-Lampe [3]. Die Studie der EU-Kommission bestätigt das hohe Versorgungsrisiko für Gallium und nennt noch folgende Punkte:

- a) China ist mit 75 % der Hauptproduzent weltweit. In Europa kommt nur wenig Gallium aus Ungarn und aus der Slowakei.

- b) China, Russland und Südafrika haben Exportbeschränkungen für Gallium erlassen
- c) Gallium wird derzeit nicht durch Recycling zurückgewonnen.
- d) Gallium kann nur für wenige Anwendungen substituiert werden.

Indium:

Dieses weiche Metall wird nach Gallium laut der zuvor genannten Studien die zweitgrößte Nachfrageausweitung bis 2030 erfahren. Verantwortlich hierfür sind die Schlüsseltechnologien Photovoltaik, Indium-Zinn-Oxid (LCD) Displays und ebenfalls weisse LEDs. Der Bedarf für diese Technologien wird sich von 234 Tonnen in 2006 auf 1.911 Tonnen in 2030 verachtfachen, wobei die Jahresproduktion in 2009 bei geschätzten 600 Tonnen lag [4].



Abb. 2: Indiumpreis von Dez. 2000 bis Sept. 2010 (Datenquelle: Tradium GmbH)

Im Preischart ist deutlich zu erkennen, wie sich der Indiumpreis zu Beginn des neuen Jahrtausends aufgrund der sich durchsetzenden LCD-Technik (Navigationsgeräte, Handys, Flachbildschirme etc.) in Dollar gerechnet rund verzehnfachte. Grund hierfür war der Aufbau dieser neuen Industrie und der damit einhergehenden starken Nachfrage, die nach dieser Anfangseuphorie jedoch wieder etwas nachließ. Seit einigen Monaten ist jedoch wieder eine größere Nachfrage zu verzeichnen, die wiederum zu anziehenden Kursen führte. Hintergrund dürfte hier auch die Tatsache sein, dass China mit ca. 50 % der Jahresförderung [4] eine

marktbeherrschende Stellung einnimmt und in 2010 die erlaubten Exportquoten weiter beschränkte. Ziel der chinesischen Regierung ist es, die gesamte Wertschöpfungskette im eigenen Land zu behalten, um damit den maximalen Profit aus den Rohstoffen zu erzielen.

Die EU-Studie nennt für Indium noch folgende Punkte:

- a) über 81 % der Importe in die EU erfolgten aus China
- b) die Möglichkeiten des Recyclings für Indium sind beschränkt
- c) Substituierung ist nur für wenige Anwendungen möglich.

Germanium:

Auch beim Germanium ist China mit über 70 % der Weltjahresproduktion der beherrschende Marktteilnehmer. In 2009 wurden von ca. 140 Tonnen Jahresförderung (d.h. rund 17x weniger als Gold) alleine 100 Tonnen in China gewonnen. Zwar hatten die USA ab 1984 ein nationales Lager von ca. 150 Tonnen aufgebaut, welches jedoch bis 2005 wieder abverkauft wurde [5]. Während Germanium ab 1945 mit der Erfindung des Transistors zumeist für Mikroelektronische Bauteile verwendet wurde, sind die heutigen Hauptanwendungen Glasfaserkabel und Infrarot optische Technologien. Laut der Studie "Rohstoffe für Zukunftstechnologien" wurden in 2006 alleine für Glasfaserkabel 28 Tonnen Germanium verbraucht. Im Jahr 2030 soll sich diese Nachfrage jedoch auf 220 Tonnen, d.h. um den Faktor 7,8 erhöhen. Aber auch für andere Anwendungsgebiete wie z.B. für Silizium-Germanium Halbleiter, Röntgendetektoren oder als Katalysator für die Kunststoffherstellung ist laut den Verfassern der Studie, Zitat, "starkes Wachstum" zu erwarten. Die Verfasser schliessen damit, dass aus dem post-consumer Recycling keine nennenswerte Entlastung des Marktes zu erwarten ist.

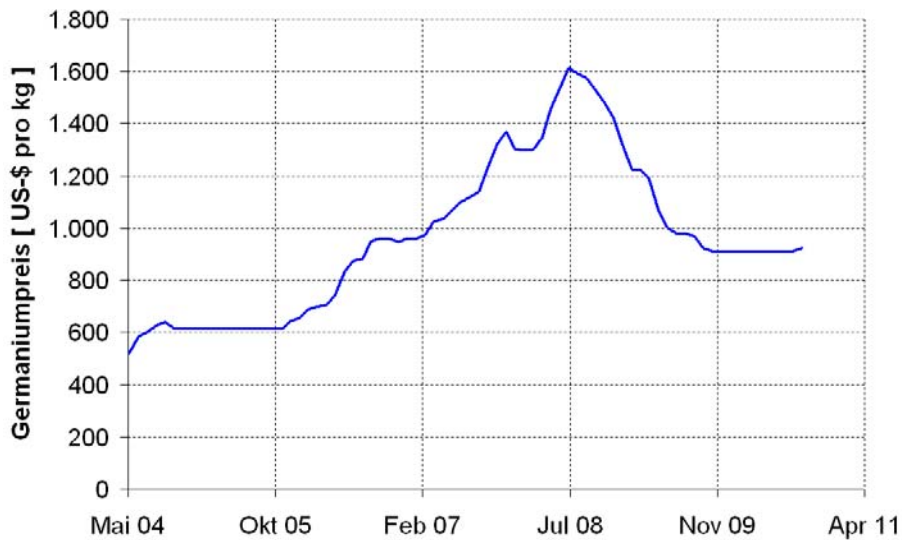


Abb. 3: Germaniumpreis von Mai 2004 bis Sept. 2010 (Datenquelle: Tradium GmbH)

Der Chart von Germanium ist durch ein Preishoch im Juli 2008 geprägt, welches primär durch einen anhaltenden Nachfrageüberhang aufgrund des globalen Aufbaus von Glasfasernetzen zustande kam, sowie einer Zurückführung der chinesischen Ausfuhren seit April 2007. Durch den Beginn der Weltwirtschaftskrise im Herbst 2008 (Insolvenz Lehman Brothers) ging die Nachfrage wieder zurück und demzufolge auch der Preis, der sich nun wieder auf einem attraktiven Einstiegsniveau befindet.

Die Verfasser der EU-Studie bestätigen das zuvor gesagte wie folgt:

- a) Eine Förderung von Germanium innerhalb der EU findet nicht statt
- b) Germaniumerze werden jedoch in die EU importiert und prozessiert, das Metall jedoch wieder exportiert.
- c) die EU ist stark abhängig von Importen aus China
- d) nur 30 % der Nachfrage können durch Recycling gedeckt werden

Die folgende Tabelle gibt eine Zusammenfassung aller von der EU-Studie untersuchten Metalle (Bildquelle: EU-Kommission). Zu ersehen sind Gallium, Indium und Germanium als die drei Metalle, nach denen in dieser Reihenfolge die Nachfrage am stärksten steigen wird (Anmerkung: "ETRD" = Rohstoffnachfrage aufgrund der Zukunftstechnologien).

Raw material	Production 2006 ¹⁾ (t)	ETRD 2006 (t)	ETRD 2030 (t)	Indicator 2006	Indicator 2030
Gallium	152 ⁶⁾	28	603	0,18 ¹⁾	3,97 ¹⁾
Indium	581	234	1.911	0,40 ¹⁾	3,29 ¹⁾
Germanium	100	28	220	0,28 ¹⁾	2,20 ¹⁾
Neodymium ⁷⁾	16.800	4.000	27.900	0,23 ¹⁾	1,66 ¹⁾
Platinum ⁸⁾	255	very small	345	0	1,35 ¹⁾
Tantalum	1.384	551	1.410	0,40 ¹⁾	1,02 ¹⁾
Silver	19.051	5.342	15.823	0,28 ¹⁾	0,83 ¹⁾
Cobalt	62.279	12.820	26.860	0,21 ¹⁾	0,43 ¹⁾
Palladium ⁸⁾	267	23	77	0,09 ¹⁾	0,29 ¹⁾
Titanium	7.211.000 ³⁾	15.397	58.148	0,08	0,29
Copper	15.093.000	1.410.000	3.696.070	0,09	0,24
Ruthenium ⁸⁾	29 ⁴⁾	0	1	0	0,03
Niobium	44.531	288	1.410	0,01	0,03
Antimony	172.223	28	71	<0,01	<0,01
Chromium	19.825.713 ²⁾	11.250	41.900	<0,01	<0,01

Abb. 4: Übersichtstabelle der 14 Metalle, die von der EU-Studie als kritisch eingestuft werden
(Quelle: EU-Studie "Critical raw materials for the EU", S. 42 der Langfassung)

Interessant ist in diesem Zusammenhang, dass mit Neodym nur ein Vertreter der Seltenen Erdmetalle in dieser Liste der kritischen Metalle zu finden ist. Weiterhin wird auch für Silber und Platin ein grosser Zuwachs der industriellen Nachfrage prognostiziert.

Rhenium:

Dieses Metall wird von der EU-Studie auf einer Wichtigkeitsskala von 1 bis 10 mit ca. 7,7 als ökonomisch wichtiger eingestuft als Indium (6,7), Gallium (6,5) und Germanium (6,3). Trotzdem es nur als Nebenprodukt eines Nebenproduktes gewonnen wird (Beiprodukt der Molybdän-Förderung, welches wiederum selbst ein Beiprodukt der Kupfergewinnung ist), wird die aktuelle Versorgungslage nicht als kritisch eingestuft. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass nur kleine Änderungen der Angebotsparameter eine plötzliche Verschlechterung der Versorgung zur Folge haben können, womit Rhenium ebenfalls als kritisch einzustufen wäre. Im engl. Original der Studie heisst es: "It is stressed that a small shift in one of the parameters of the supply risk metric (e.g. level of concentration or political stability of producing countries) may result in a sudden change upwards. In order words, a

slight change in the underlying variables may result in one of these materials being reclassified as 'critical'. This is particularly the case for rhenium, and tellurium".

In erster Linie ist Rhenium für Investoren interessant, weil es das seltenste stabile, d.h. nicht radioaktiv zerfallende, Element ist. In der Erdkruste liegt Rhenium nur mit 0,7 ppb ("Parts per Billion") vor. In 2008 wurden nur 56,5 Tonnen gewonnen, im Jahr 2009 sogar nur 52 Tonnen. Pro Jahr wird also rund 50 mal weniger Rhenium als Gold gewonnen, dennoch ist es nur ca. 3,5 mal teurer als das edle Metall.

Ca. 70 % des Metalls werden für Nickel-Superlegierungen verwendet, die z.B. für Turbinenschaufeln in Flugzeugturbinen verwendet werden. Weitere 20 % werden für Platin-Rhenium-Katalysatoren eingesetzt. Zusätzliche Anwendungen sind Thermoelemente für sehr hohe Temperaturen oder als Rheniumdiborid zur Metallbearbeitung. Hierbei erreicht die Verbindung aus Rhenium und Bor nahezu gleiche Härten wie Industriediamant, ist jedoch deutlich günstiger in der Herstellung.

Der Preischart von Rhenium ist dem von Germanium vergleichbar.

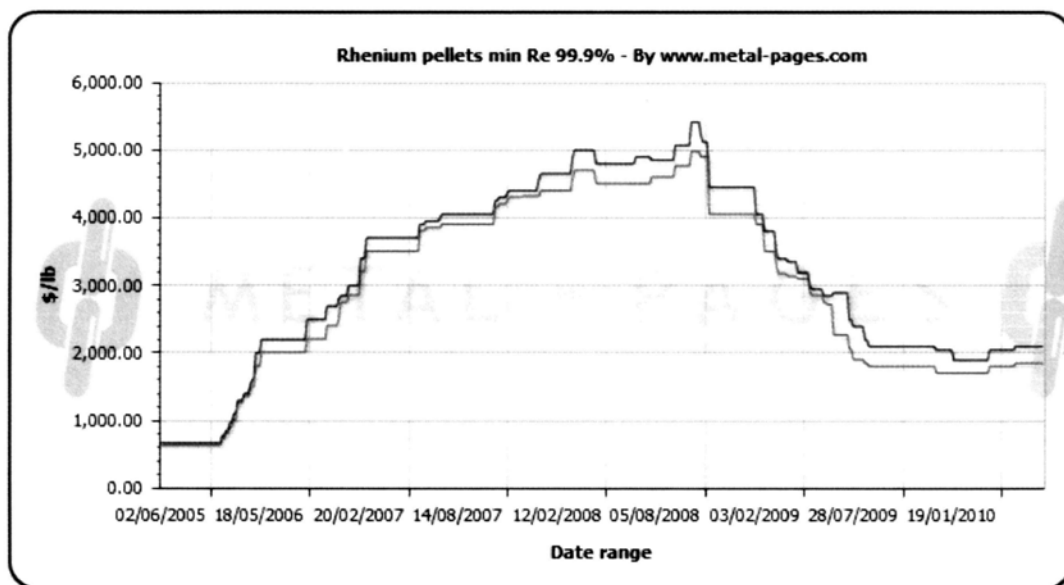


Abb. 5: Rheniumpreis von Juni 2005 bis Juli 2010 (Quelle: metal-pages.com)

Der Kurs markierte im Herbst 2008 einen Hochpunkt bei ca. 11.500 US-\$ je kg (5000 US-\$ po lb.) und fiel in der Folge der Wirtschaftskrise wieder auf ein attraktiveres Einstiegsniveau zurück.

Fazit:

Die Verknappung teurer Rohstoffe „wird uns in den kommenden Jahrzehnten nicht mehr loslassen“, ist der wissenschaftliche Direktor des Berliner Instituts für Zukunftsstudien und Technologiebewertung (IZT), Rolf Kreibich, überzeugt. Wir schliessen uns dieser Meinung explizit an, nicht zuletzt aufgrund ökologischer Überlegungen sowie der Tatsache, dass sich der Bergbau als äußerst energieintensive Industrie im Zuge des Peak-Oil-Szenarios immer größerer Restriktionen gegenüber sehen wird.

Jürgen Müller

Einkaufsgemeinschaft für Technologiemetalle GbR - www.technologiemetalle.org

Einkaufsgemeinschaft für Gold und Silber GbR - www.goldsilber.org

Referenzen:

[1] <http://www.izt.de/izt-im-ueberblick/presse/pressemitteilungen/article/102/51/>

[2] <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=MEMO/10/263&form> und
http://ec.europa.eu/enterprise/policies/raw-materials/critical/index_en.htm

[3] <http://sharp-world.com/corporate/news/100819.html>

[4] <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/indium/mcs-2010-indiu.pdf>

[5] <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/germanium/220798.pdf>