Triumph und Trumpf der Seltenerdmetalle

27.11.2010 | [Hans Jörg Müllenmeister](#)

Im Periodensystem tummelt sich eine Exotengruppe aus 17 Metallen, die keineswegs vor Seltenheit strotzt. Und doch heißen diese Lanthanoide auch Seltenerdmetalle. Nicht ihre Massenverwertung macht diese Sonderlinge in modernen Industrieprodukten der Elektrotechnik so begehrenswert, vielmehr ist es ihre fast homöopathische Präsenz in vielen Hightech-Legierungen. Kein anderes Element vermag ihre Eigenschaften wirksamer zu ersetzen. So wirken sie wie das "Salz in der Suppe" vieler Hightech-Produkte.

Angeführt vom namensgebenden Lanthan, hocken insgesamt 15 Gleichgesinnte wie die Spatzen auf der sechsten Periodenleiter - etwas abgesetzt sind Yttrium und Scandium. Diese Elementefamilie hat eins gemein: alle Mitglieder sind silbergrau, neigen fast alle zur starken Oxydation an der Luft, sind wahre Weicheier der Metalle und haben eine Dichte um 6. Leichtgewicht ist Yttrium Y, das mit 4,47 mehr als viermal schwerer ist als Wasser. Luthenium mit 9,84 ist das Schwergewicht - in seiner Dichte vergleichbar mit Wismut. Während Lanthan bereits bei 920°C schmilzt, löste es sich erst bei 3469°C in Luft auf. Der "Hitzkopf" unter den Seltenerdmetallen ist Lutetium, denn das Metall verflüssigt sich erst bei 1663°C (vergl. Fe: 1535°C) und verdampft bei 3395°C. Und da gibt es noch zwei beachtenswerte "griechische Zwillinge" in der Lanthanoidenfamilie, die "didymos" Neodym und Praseodym.

Der Hightech-Metalljäger fragt sich wo denn diese spektakuläre Großfamilie in der Natur aufhält. Keinesfalls vereinzelt tauchen sie auf. Der ganze Clan versteckt sich vielmehr in einem Mischkristall, vorwiegend in Monazit, einem phosphorhaltigen Silicat mit der chemischen Formel (einzelne Lanthanoidenmitglieder) mal PO₄, aber auch in Bastnäsit. Durch Wind und Wogen verfrachteter Monazitsand hat es in sich, denn er beherbergt auch bis zu 20 Gewichtsprozent radioaktives Thoriumoxid und 1% Uranoxid.

Bereits Mitte des 19ten Jahrhunderts forschte man fieberhaft nach Lanthanoiden, an vorderster Front standen schwedische Forscher. Das reinrassige saubere Trennen war das Gebot der Stunde. Die Analyse war gar nicht so einfach, denn die Seltenerdmetalle hängen wegen ihrer Ähnlichkeit chemisch gesehen wie die Kletten zusammen - ähnlich wie auch die Platinmetalle. Erst 1905 gelang die Reindarstellung von Lutetium. Übrigens trägt Thulium nur mit 0,00002 Gewichtsprozent am Aufbau der Erdkruste bei. Es ist damit das wahrhaft seltenste Seltenerdmetall und mehr als viermal so teuer wie Gold, obschon es Hundertmal häufiger in der Erdkruste zu finden ist. Indes haben sich zuletzt auch die weitaus häufiger vorkommenden Seltenerdmetalle beachtlich verteuert: etwa das Cer - fünfmal häufiger als Blei - sein Preis stieg seit 2009 von etwa 4 US-D auf 50 US-D je kg. Der Preis ist nicht nur ein Abbild der Seltenheit oder das Ergebnis von Angebot und Nachfrage. Das erkennen Sie am Silberpreis, der in der Tat eher die Fünfzigdollarschwelle längst überschritten hätte, würde er nicht von einigen US-Bankenriesengaunern gedeckelt.

Bei den Seltenerdmetallen hat sich ein politischer Preis entwickelt. Warum? In Chinas Böden schlummern 37% aller Lanthanoide auf der Welt; China produziert aber global 95% aller Seltenerdprodukte, ein gewinnbringendes Monopol Chinas. Das Reich der Mitte kann damit den Weltpreis diktieren. Übrigens schätzt man den globalen Hunger nach Lanthanoiden auf jährlich etwa 190 Tausend Tonnen und den Weltvorrat auf rund 100 Millionen Tonnen. Da läßt sich also noch Jahrhunderte ohne jüdische Hast davon zehren.

Die weltweite Sucht und Gier nach Hightech-Metallen hat in China illegale Minen für Seltenerdmetalle wie Pilze aus dem Boden schießen lassen - ohne Umweltschutzaufgaben versteht sich. Einfach so. Etwa im Dorf Guotian, wo man das Roherz mit Ammoniumsulfat, Nitratsalzen, Schwefelsäure und anderen Chemikalien auswäscht. Alle Abwässer fließen ungeklärt in den nahen Stausee - der Trinkwasserspeicher für 30.000 Menschen. Dieser See gleicht inzwischen eher einer Kloake. Den größten künstlichen Giftsee aber gibt es in Bayan Obo in der Inneren Mongolei. Mit zwölf Kilometer Länge ist er nicht nur mit Chemikalien "angereichert", sondern auch mit radioaktivem Thorium, dem mineralischen Begleiter der Seltenerdmetalle. Die ehemals beheimateten Krebse fanden als "Mutante" eine neue Bleibe im menschlichen Körper. Hier wächst die Krebsrate der Bevölkerung unübersehbar.

Kommen wir zu Erfreulicherem in der Humanmedizin, dem Holmium-Laser. Überhaupt sind ja verschiedenste Seltenerdmetalle als Lasermedium in Forschung, Medizin und Werkstofftechnik im Einsatz. Die Grundlagen der Effekte der Lasertechnik beschrieb 1917 Albert Einstein. Hier nur die Antwort auf eine Frage: Was hat es mit dem Laserlicht auf sich, das durch Lichtverstärkung auf atomarer Ebene entsteht? Im Gegensatz zu gewöhnlichem, "ungeordnetem" Licht, breitet sich "geordnetes" Laserlicht kohärent aus, d.h. wie eine Soldatenkompanie marschieren die emittierten Lichtteilchen mit gleicher Wellenlänge und Phase. Polarisiertes Laserlicht ist einfarbig (monochrom) und wird konzentriert parallel als Bündel abgestrahlt.

Kurzum: das Medium im Resonatorraum des Lasers bestimmt die Art des Laserlichtes. Im genannten Fall ist es der Festkörper Holmium mit seiner typischen Emissionswellenlänge von 2123 nm.

Der Holmium-Laser ist derzeit das modernste und eleganteste chirurgische "Skalpell" in der Urologie, speziell bei Prostata-Operationen. Das konservative Entfernen des Prostatagewebes mit der elektrischen Schlinge über die Harnröhre oder über den Bauschnitt ging einher mit hohem Blutverlust und langer Katheterbehandlung. Die Wellenlänge des Holmium-Laserlichts wird vom Gewebewasser stark absorbiert: das Prostatagewebe verdampft. Die Hitze führt in 2 bis 3 mm Eindringtiefe zur Koagulation, also zum erwünschten direkten "Verschweißen" der Blutgefäße. Es ist aber so, dass mit dem "Holmiumlaser-Skalpell" das Gewebe regelrecht abgeschält wird und nicht zur Gänze verdampft. Für eine pathologische Untersuchung (Krebs ja oder nein) steht es also noch bereit. Der Holmiumlaser ersetzt nicht nur das präzise Chirurgiemesser, elegant zertrümmert er auch Nieren- und Gallensteine.

Auch der Erbium-Laser, genauer der Erbium:YAG-Laser, macht in der Dermatologie Furore; seine Emissionswellenlänge liegt bei 2940 nm. Diese stimmt mit dem Absorptionsmaximum des Zellwassers überein. Beim kontrollierten Abtragen kleiner Hautläsionen kommt es zu einem begrenzten thermischen Effekt. Die abgelösten Hautzellen verdampfen explosionsartig. Krebsartige Hautzellen könnten dabei in die Blutbahn eindringen und Metastasen bilden - deshalb ist im Zweifelsfall zuvor eine Biopsie angeraten. Der Erbium-Laser dürfte neben dem Entfernen von gutartigen Hautveränderungen wie Alterswarzen, Fibromen, Keratosen überall dort seinen Einsatz finden, wo welche Weibchen und faltige Altknaben das Bedürfnis haben, sich entknittern zu lassen.

Erbium-dotierte Lichtwellenleiter können übertragene Lichtsignale optisch verstärken. Der Vorteil: eine elektrische Signalverstärkung kann entfallen. Und Spuren von Erbium färben Gläser und Emaille rosarot. Erbium übernimmt auch das Aktivieren der Leuchtstoffe in Farbbildröhren.

Kommen wir zum "Neuen Zwilling", dem Neodym. Mit dem Neodym-Laser, genauer dem Nd:YAG-Laser, behandelt der Dermatologe Hämangiome, also Blutschwämme, da die Wellenlänge vom roten Hämangiomgewebe gut absorbiert wird und nur schlecht vom Wasser, das ein wesentlicher Bestandteil der umliegenden Gewebe ist. In der Augenheilkunde findet der Nd-Laser seinen Einsatz zur Perforation der Regenbogenhaut (Iridotomie), und zwar im Rahmen einer Glaukomerkrankung, dem Grünen Star. Eine Domäne des Nd-Lasers ist die zerstörungsfreie Werkstoffprüfung mit Ultraschall an heißen oder bewegten Teilen. Zunehmende Bedeutung gewinnt der Nd-Laser in der Ramanspektroskopie; hier nutzt man den Raman-Effekt. Der beruht auf der Wechselwirkung des Laserlichtes mit der Materie.

Mit der Neodym-Eisen-Borverbindung $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ lassen sich die leistungsstärksten Dauermagnete der Welt bei kleinstem Volumen herstellen. Ein handtellergroßer Neodym-Magnet entwickelt etwa die gigantische 600fache Haftkraft seines eigenen Gewichts. Über 300 kg sind das! Leichtsinniger Umgang mit den Magnetgiganten besichert eine unerwartete Quetschgefahr für Hand und Finger. Diese Supermagnete nutzt man in Kernspintomographen, für Mikromotoren und Linearmotoren aller Art, in Windkraftanlagen und hochwertigen Lautsprechern.

Neodymsalze färben Emaille und Porzellan, Neodym Nd_2O_3 vermag Gläser zu färben. Diese zeigen scharfe Absorptionsbande, deswegen nutzt man sie in der Astronomie zum Kalibrieren.

Alleine betrachtet ist der "lauchgrüne Zwilling" der Lanthanoide, nämlich Praseodym, paramagnetisch. In der Legierung mit Chrom entsteht aber ein starker Dauermagnet. Im Verein mit Magnesium ergibt sich eine hochfeste Legierung für Flugzeugmotoren. Schließlich färben Praseodymverbindungen Augenschutzgläser grün und verbessern die UV-Absorption beim Schweißen.

Einige typische Anwendungen für die Seltenerdmetalle sind weiter oben beschrieben. Es ist fast unmöglich, alle industriellen Applikationen der Seltenerdmetalle durchzudeklinieren, um alle vielfältigen Einsatzmöglichkeiten zu erfassen. Setzen wir uns zum Abschluß in Gedanken in ein modernes Automobil, das bis zu 20 kg an Seltenerdmetallen enthalten kann. Gönnen wir uns einen Panoramablick:

Lanthanoide umzingeln uns in vielen Fahrzeugkomponenten. So stecken in den verschiedenen Antrieben Nd, Pr, Dy und Tb; im Navi-Bildschirm Eu, Y und Ce. UV-absorbierende Glasscheiben enthalten Ce, ebenso enthält die Politur für Scheiben und Spiegel Ceroxid. Nickel-Metallhybridbatterien enthalten Ce und La. Im Dieselmotorsatz verbergen sich Ce und La, in Elektromotoren Ce, Nd und La, in Sensoren Y. Im Glas für die Scheinwerfer steckt Nd. Und schließlich stabilisiert Cerdioxid den keramischen Katalysatorträger aus Aluminiumoxid.

In dem Maße wie wir in den nächsten Jahrhunderten die Kontinente von Seltenerdmetallen "säubern", füllen sich damit feinverteilt die Ozeanböden. Seltenerdmetalle verkommen dann zu "Seltenwassermetallen". Nichts geht im Kreislauf der Natur verloren. Wesentlich rasanter erleidet Silber dieses Abbauschicksal durch die Menschheit. Die Zukunft liegt im maritimen Bergbau.

Es gibt drei Fan-Gruppen der Seltenerdmetalle. Da wären diejenigen, die an Aktien entsprechender Unternehmen partizipieren wollen. Sie sind gut aufgehoben bei der australischen Arafura WKN 787896 und/oder Lynas Corporation Ltd. WKN 871899. Dann gibt es die ewig Physischen, die Seltenerdmetalle sogar bei sich daheim "einkellern" wollen. Dazu rate ich ab, denn Seltenerdmetalle sind viel zu reaktiv gegenüber der Umwelt. Recht problematisch halte ich den Kauf nebst Fremdeinlagerung. Und dann gibt es noch naturwissenschaftlich Interessierte, die sich am Anblick der "Raren Elemente" ergötzen - hermetisch eingeschlossen in Ampullen. Da gibt es eine Firma in Wien, die u.a. sämtliche Seltenerdmetalle in einem Set anbietet.

Lassen wir zum Schluß das Fähnlein der 17 Aufrechten vorbei defilieren: Sc Scandium, Y Yttrium, La Lanthan, Ce Cer, Pr Praseodym, Nd Neodym, Pm Promethium, Sm Samarium, Eu Europium, Gd Gadolinium, Tb Terbium, Dy Dysprosium, Ho Holmium, Er Erbium, Tm Thulium, Yb Ytterbium, Lu Lutetium. Aus Spaß können Sie sich die Reihenfolge und Kürzel der Seltenerdmetalle durch unsinnige Merksätze einprägen. Mein Beispiel: **Schwacher Yen Laesst Cents Praktisch Neidlos Postmodern Smart - Europäisch Gadolieren**. Und weiter: **Tobias Dyarrhöe-Hose Erbt Tom - Yb Lutecia**.

© Hans-Jörg Müllenmeister

Dieser Artikel stammt von [Rohstoff-Welt.de](https://www.rohstoff-welt.de)

Die URL für diesen Artikel lautet:

<https://www.rohstoff-welt.de/news/22945--Triumph-und-Trumpf-der-Seltenerdmetalle.html>

Für den Inhalt des Beitrages ist allein der Autor verantwortlich bzw. die aufgeführte Quelle. Bild- oder Filmrechte liegen beim Autor/Quelle bzw. bei der vom ihm benannten Quelle. Bei Übersetzungen können Fehler nicht ausgeschlossen werden. Der vertretene Standpunkt eines Autors spiegelt generell nicht die Meinung des Webseiten-Betreibers wieder. Mittels der Veröffentlichung will dieser lediglich ein pluralistisches Meinungsbild darstellen. Direkte oder indirekte Aussagen in einem Beitrag stellen keinerlei Aufforderung zum Kauf-/Verkauf von Wertpapieren dar. Wir wehren uns gegen jede Form von Hass, Diskriminierung und Verletzung der Menschenwürde. Beachten Sie bitte auch unsere [AGB/Disclaimer!](#)

Die Reproduktion, Modifikation oder Verwendung der Inhalte ganz oder teilweise ohne schriftliche Genehmigung ist untersagt!
Alle Angaben ohne Gewähr! Copyright © by Rohstoff-Welt.de -1999-2025. Es gelten unsere [AGB](#) und [Datenschutzrichtlinien](#).