

Literatur

- [1] C. Neubert: Umweltverhalten von Gadolinium-haltigen Magnetresonanztomographie-Kontrastmitteln. Dissertation Berlin (2008)
- [2] R. Rausch: Das Periodensystem der Elemente online 2010–2014
- [3] R. Schöb: Theorie und Praxis der Magnetlagertechnik ETH Zürich
- [4] W. Włodarczyk et al.: Fast 2D-Monitoring of small temperature change for hyperthermia using magnetic resonance. *J. Magn. Reson. Imag.* 8 (1998) S. 165–174
- [5] M. F. Tweedle: Physicochemical Properties of Gadoteridol and Others Magnetic Resonance Contrast Agents. *Investigative Radiology* 27 (1992) S. 1–6
- [6] M. Buchert et al.: Recycling kritischer Rohstoffe aus Elektronik-Altgeräten. Fachbericht 38 des Öko-Institutes Freiburg im Auftrag des LANUV Nordrhein-Westfalen (2012)
- [7] Heise News: PC-Absatz in Westeuropa bricht noch weiter ein. Internet <http://heise.de> (17.8.2011)
- [8] A. G. W. Cameron: Abundances of the elements in the solarsystem. *Space Science Reviews* 15 (1973) S. 121–146
- [9] L. Erdmann, S. Behrendt, M. Feil: Kritische Rohstoffe für Deutschland. IZT-Studie Berlin (30.9.2011)
- [10] focus-Studie: Kritische Rohstoffe. www.focus.de (18.6.2010)
- [11] M. Vaupel: Strategische Metalle. In *Traders Daily. Newsletters f. Investoren Ausgabe 3* (10/2010)
- [12] M. Buchert et al.: Recycling critical raw materials from waste electronic equipments. Öko-Institut Freiburg (24.2.2012) www.oeko.de/1375/2012-010-en.pdf
- [13] (U.S. Energieministeriums im Jahre 2011 für die Materialbereitstellung zukünftiger Energiegewinnungsverfahren) U.S. Department of Energy (2011): *Critical Materials Strategy* (2011)
- [14] Studie zur Ökoeffizienz und ressourcenpolitische Aspekte des Systems Elektromobilität Ökoinstitut e. V. (11/2011)
- [15] http://de.wikipedia.org/wiki/Chemisches_Element
- [16] J. Müller info.kopp-verlag.de/.../rohstoffe-fuer-zukunftstechnologien (30.7.2009)
- [17] Hoppe: Periodensystem der Elemente. <http://www.periodensystem.info> (11/2011)
- [18] www.silberknappheit.de/chart/kurs_seltene_metalle.php
- [19] M. Feil: Kritische Rohstoffe für Deutschland. adelphi-Studie im Auftrag der Bankengruppe KfW (2011)
- [20] Autorenkollektiv: Umweltrelevante metallische Rohstoffe. Wuppertal (11/2011) ISSN 1867- 0237
- [21] B. Adler: Schäume aus nativen Epoxiden. Patent DE 10 2008 019517:0

- [22] J. Müller info.kopp-verlag.de/.../rohstoffe-fuer-zukunftstechnologien (30.7.2009)
- [23] H.-G. Stosch: www.geologie.uni-freiburg.de/root/people
- [24] WEEE EU-Richtlinie 2002/96EG über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (27.1.2003)
- [25] M. K. Hubbert: Bibliography Compilation Project. Bibliographie von Hubbert bei hubbertpeak.com
- [26] St. Maier: Kaltes Glühen. Spektrum der Wissenschaft 11 (2002) S. 14 [27] St. Fay: Great Silver Bubble. Holder & Stoughton General Division, London (1982) ISBN 0-340-28370-X
- [27] Preise für Industriemetalle aus: finanzen.net
- [28] F. Sieren: Der China Schock. Econ Verlag (2008) ISBN 10.3430 300 358
- [29] B. Adler, R. Müller: Seltene Erdmetalle - Gewinnung Verwendung und Recycling. TUI-Verlag (2014) S. 96
- [30] J. Lutz: Halbleiter-Leistungsbaulemente. Springer Berlin (2006) ISBN 3 - 540 - 34206 - 0
- [31] R. Eötvöst: Über den Zusammenhang der Oberflächenspannung der Flüssigkeiten mit ihrem Molekularvolumen. Annalen d. Phys. 263 Nr. 3, J. A. Barth Leipzig (1886) S. 448–459
- [32] H. Remy: Lehrbuch der Anorganischen Chemie Bd. 2, S. 579, Geest u. Portig Leipzig (1961)
- [33] R. Dupuis: The Diode Laser. Optics and Photonics News BD. 15 (2004) S. 30 ff.
- [34] G. Agricola „De re Metallica libri XII“ (1556) Basel
- [35] Autorenkollektiv: Lehrwerk Chemie, Struktur und Bindung – Atome und Moleküle. Grundstoffverlag Leipzig (1973) S. 71
- [36] K. Binnemans et al.: Recycling of rare earth. J. Cleaner Produktion 51 (2013) S. 1–22
- [37] V. Bütterlin: Die Ökonomie der Nanotechnologie. Tectum Verlag, Marburg (2007) ISBN 978-3-8288-9443-3
- [38] M. Feil: Kritische Rohstoffe für Deutschland. adelphi-Projekt KfW-Bankengruppe (2011)
- [39] U.S. Geological Survey Mineral Commodity Summaries (USGS-MCS) (2012)
- [40] D. Wittmer et al.: Umweltrelevante metallische Rohstoffe. Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH (2011) ISSN 1867-0237
- [41] G. Angerer et al.: Rohstoffe für Zukunftstechnologien isi.fraunhofer.de/isi-wAssets/.../Schlussbericht_lang_20090515_final.pdf
- [42] www.schweizer-fn.de/stoff/wleit_metall/wleit_metall.php

- [43] David R. Lide: CRC Handbook of Chemistry and Physics: 87th Edition: (2006–2007) ISBN 0849304873
- [44] Bildnachweis: de.wikipedia.org/wiki/Bändermodell (31.1.2015)
- [45] Der Spiegel. Entdeckungen, Täuschungen, Phantasien. 2. Auflage, Verlag Anatas Gießen (1996) ISBN 3-83038-283-X
- [46] F. Meyer: Elektroaltgeräterecycling. Bachelorarbeit IUE Hamburg (2012)
- [47] Udo Benzenhöfer: Paracelsus. 3. Aufl., Rowohlt Tb., Reinbek bei Hamburg (2003) ISBN 3-499-50595-9
- [48] B. Adler, H. Ziesmer: Chemische Karzinogenese von A bis Z . Ein Lexikon. Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie GmbH Stuttgart (1996) ISBN 3-342-00678-1
- [49] S. Kulaksiz, M. Bau: Anthropogenic dissolved and colloid/nanoparticle-Bound Sm, La and Gd...Earth and Planetary Science Letters 362 (2013) S. 43–50
- [50] R. Müller et al: Die Seltenen Erdmetalle Sc, Y und La - ihre ökologische, toxikologische und medizinische Relevanz. Vortrag 23 Workshop FSU-Jena (2006)
- [51] K. Birett: Umgang mit Gefahrstoffen 8. Auflage Ecomed Heidelberg (2011) ISBN 987-3-609-66091-2
- [52] R. Müller et al.: Uranium transfer in the food chain 13. Österreichische Chemietage August (2009) Vienna University of Technologie, Book of Abstracts GÖCH P 067
- [53] M. Binnewies et al.: Allgemeine und Anorganische Chemie. Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg, Berlin (2004) ISBN 3-8274-0208-5
- [54] Sicherheitshinweise der Fa. Seltenerdmetalle, Göppingen
- [55] W. Benz: Massenspektroskopie. Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig Leipzig (1969)
- [56] R. Klockenkämpfer: Röntgenspektroanalyse am Rasterelektronenmikroskop. Analytiker Taschenbuch Bd.1 (1980) S. 269 Akademie-Verlag Berlin
- [57] Autorenkollektiv: Analytikum DVG Leipzig Stuttgart 9. Auflage (1994) ISBN 3-342-00644-7
- [58] J. A. Norris et al.: Analyt. Chem. 22 (1952) S. 1399–1403
- [59] Bildnachweis: analyticon instruments GmbH
- [60] Förstersonde. Institut Dr. Förster Reutlingen
- [61] M. Daunerer: Handbuch der Umweltgifte Ausgabe 6 (2006) Landsberg a. L. ISBN 3-609-70000-9
- [62] H. U. Feustel et al.: Koksbeheizter Kreislauf-Gas-Kupolofen zur stofflichen und/oder energetischen Verwertung von Abfallmaterialien. DE 198 168 64 C2 (2001)
- [63] D. G. E Kerfoot: in Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry VCH Weinheim (2002)

- [64] A. J. Matthey Company Sicherheitsdatenblatt Ga-Arsenide. www.alfa-chemcat.com (8.2.2008)
- [65] U. Kerny: Nebenmetalle und ihre wirtschaftliche Bedeutung. *Metalle* Vol. 7 (1989)
- [66] J. D. Herbell, S. Peil: Recycling von Ga aus Problemabfallstoffen im Betrieb der III/V-Halbleitertechnologie. AIF-TV 12263 Institut f. Energie- und Umwelttechnik e. V. (IUTA) Duisburg (2001)
- [67] H. Renner et al.: Silver, Silver Compounds and Silver Alloys in: *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry* (2009)
- [68] S. Schön: Wertvolles Metall für die Chipindustrie im Erzgebirge entdeckt. *Sächsische Zeitung* (12.1.2009)
- [69] W. Brugger, E. Greinacher: Ein Aufschlussverfahren für Erze der Seltenen Erden durch direkte Chlorierung bei hohen Temperaturen im Produktionsmaßstab. *J. Metals*. 19 (1967) S. 32–35
- [70] M. K. Gustafsson et al.: Recycling of high purity selen from CIGS solar cell waste materials. *Waste management* Vol. 34 S. (2014) 1775–1782
- [71] www.lanuv.nrw.de/gesundheitschadstoffe/ni.htm
- [72] S. Behrendt et al.: Materialeffizienz und Ressourcenschonung ITZ-Projekt (2007 bis 2010)
- [73] C. Merkel, B. Friedrich IME RWTH Aachen: www.metallurgie.rwth-aachen.de/data/.../artikel_ettling_id_3502.pdf
- [74] Holleman-Wiberg: *Lehrbuch der Anorganischen Chemie* 102. Auflage W. de Gruyter Berlin, New York (2007) ISBN 978-3-11-0177-701
- [75] D. Wittmer et al.: Metallische Rohstoffe und Ressourcenschonung. Projekt (2007–2010), Ressourcen. wupperinst.org/downloads/MaRess_AP2_6_Zusammenfassg.pdf
- [76] D. Wittmer et al.: Metallische Rohstoffe und Ressourcenschonung. Projekt (2007–2010), Ressourcen. wupperinst.org/downloads/MaRess_AP2_8_AbschlussBer.pdf Projekt Materialeffizienz und Umweltschonung. Wuppertal (2010) ISSN 1867-0237
- [77] H. Wilts et al.: Recycling in Deutschland - Studie im Auftrag der KfW (2014) <https://www.kfw.de/.../Studien.../SuM-Recycling-in-Deutschland-Wuppertal-Institut-Januar-2015.pdf>
- [78] Wolfgang Scheel (Hrsg.): *Baugruppenttechnologie der Elektronik*. Verlag Technik Berlin (1997) ISBN 3-341-01100-5
- [79] R. Roth et al.: *ecomед Sicherheit*, ecomed Verlagswesen AG Co KG (2004)
- [80] R. C. Garvie et al.: Ceramic steel? *Nature* 258 (1975) S. 703–4
- [81] R. Strietzel: *Die Werkstoffkunde der Metall-Keramik-Systeme*, Neuer Merkur Verlag, 1. Auflage (2005) ISBN 13: 978 - 39373461-44
- [82] Riedel: *Moderne Anorganische Chemie* 2. Auflage, W. de Gruyter GmbH & Co Berlin (2003)

- [83] G. Robert et al.: J. Int. Etude Piles Combust. C.R. 3rd S. 659-60 (1969)
- [84] J. Krammer: Transparente und leitfähige Oxide. Diplomarbeit FUB (2010)
- [85] A. Eberhardt: Herstellung und Charakterisierung von Halbleiterkatalysatoren Dissertation Uni Saarbrücken (2014)
- [86] D. Schüler: Study on Rare Earth and Their Recycling, Final Report for the Greens/ EFA Group in the European Parliament, Öko-Inst. e.V. Büro Darmstadt (2011)
- [87] F. Skale, R. Kunz: Kornschleifkörper, EP133 98 09 A1 (2003–09–03)
- [88] sundoc.bibliothek.uni-halle.de/diss-online/01/01H043/t3.pdf
- [89] Bruttostromerzeugung in Deutschland von 1990 bis 2014 nach Energieträgern. Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e. V. (12.12.2014)
- [90] Avancis Solar Power Avancis GmbH & Co KG München/Torgau
- [91] J. Frenkel: Über die Wärmebewegung in festen und flüssigen Körpern. In: Zeitschrift für Physik. 35 (1926) S. 652–669
- [92] C. Kittel: Einführung in die Festkörperphysik. 7. Auflage, Oldenbourg, (1986) S. 584 ff, ISBN 3-486-20240-5
- [93] T. Jüstel: Chemie in unserer Zeit 40 S. 294–305 (2006)
- [94] T. Jüstel et al.: Neue Entwicklung auf dem Gebiet lumineszierender Materialien. Angew. Chem. 110 (1998) S. 3250–3271
- [95] F. Brunk: Keine Alternative für ZrO₂. Vortrag DERA-Rohstoffdialog Berlin (2012) www.pd.refractories.com
- [96] Bild mit freundlicher Unterstützung von Prof. Dr. E. Knoth, Bad Berka
- [97] D. Eberlein: Lichtwellenleiter-Technik. Expert-Verlag Dresden (2003) ISBN 3-8169-2264-3
- [98] L. Bergmann, C. Schaefer Lehrbuch der Experimentalphysik Band 3: Optik Walter de Gruyter Berlin, 10. Aufl. (2004) ISBN 3-11-017081-7
- [99] J. Eichler, H. Eichler: Laser-Bauformen, Strahlführung, Anwendungen. Springer Verlag (2006) ISBN-13: 978-3540301-493
- [100] R. Dupuis: The Diode Laser. Optics and Photonics News BD. 15 (2004) S. 30 ff.
- [101] S. Maurell-Lopez et al.: Gewinnung von Kupfer aus metallurgischen Schlacken. Chemie Ingenieur Technik 82 (2010) S. 1961–1964
- [102] O. Madelung, M. Schulz, H. Weiss: Semiconductors... in Landolt-Bornstein Group III, Codensed Matter 17c Springer Berlin (1984) ISBN 0-387-11474-2
- [103] D. Gall: Innovative Beleuchtung mit Leuchtstoffen. Vortrag VDI-Tagung Ilmenau (2003)
- [104] H. Küppers: Schnellkurs Farbenlehre, Dumont Literatur und Kunst Verlag, Köln (2006) ISBN 978-3-8321-9340-9

- [105] Materialdaten der Fa. Kläger GmbH & Co KG Keramikspritzguss, www.klaeger.de/.../%20Technische%20keramik.pdf
- [106] M. Graetzel, P. Liska: Patent US5084365: Photoelectrochemical Cells and Process for Making Same. (28. 1.1992)
- [107] Würth Solar GmbH & Co KG www.solarserver.de/solarmagazin/anlagejuli200.html
- [108] de.wikipedia.org/wiki/Tandem-Solarzelle
- [109] www.inst.fraunhofer.de/de/.../transparente_leitfähige_Oxide.html
- [110] T. Seibel: Organokompatible Zinnoxid Nanopartikel, Dissertation Uni Mainz (2007)
- [111] G. Bräuer: Transparente leitfähige Oxide-Eigenschaften, Herstellung und Anwendungsgebiete. www.uni-giessen.de/materialwissenschaften/.../G_Brauer.pdf
- [112] J. Johannsen: Hauchdünner Bildschirm von Sony. www.netzwelt.de (18.4.2008)
- [113] J. Pütz: Entwicklung von wärmedämmenden, elektr. leitfähigen.... (2004) https://www.dbu.de/.../DBU-Abschlussbericht-AZ_26445_Zwischenbericht.pdf
- [114] W. Brütting, W. Rieß: Grundlagen der organischen Halbleiter. Physik Journal 7 (2008) S. 33–38
- [115] IT-Wissen Das große online Lexikon für Informationstechnologie (29.8.2014)
- [116] H. Rügheimer: So funktioniert ein Touchscreen, (http://www.connect.de/themen_spezial/Eine-Frage-der-Technik_5785704.html)
- [117] R. Marschall: Mit Sonnenlicht zum Wasserstoff. Nachrichten aus der Chemie 6 (2015) S. 631–35
- [118] Adolf J. Schwab: Elektroenergiesysteme - Erzeugung, Transport, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie. Springer Verlag (2006) ISBN 3-540-29664-6,
- [119] K. Yvon et al.: Hydrogenation-Induced Insulating State in the Intermetallic Compound LaMg₂Ni. Phys. Review Letters 94 (2005) S. 66403
- [120] J. O. Besenhard: The Electrochemical Preparation and Properties of Ionic Alkali Metal and NR⁴⁺ Graphite Intercalation Compounds in Organic Electrolytes, Carbon, 14, (1976) S. 111
- [121] A. Jossen, W. Weydanz: Moderne Akkumulatoren richtig einsetzen. Printyuoobook (2006) ISBN 978-3-939359-11-1
- [122] H. Stöcker: Taschenbuch d. Physik 4. Auflage, Verlag H. Deutsch Frankfurt/M. (2000)
- [123] L. Michalowsky, J. Schneider: Magnettechnik, Vulkan-Verlag GmbH (2006) S. 179 ff. ISBN 13: 978-3-8027-2139-7
- [124] J. O. Löffken in: Wissenschaft aktuell (13.7.2007)
- [125] G. Schneider: Kleinstes Silber im Blick. Nachrichten aus der Chemie 5 (2015) S. 552–3

- [126] Ph. Stuhlpfarrer et al.: Optimierung der pyrolytischen Vorbehandlung von Leiterplattenschrott. Recycling und Rohstoffe, Band 8; TK Verlag Karl Thome'-Kozmiensky (2015) S. 325–344
- [127] K. Roth: NMR-Tomographie. Chemie in unserer Zeit 16 (1982) S. 35 ff.
- [128] Rabiet, M.; Letouzet, M.; Hassanzadeh, S.; Simon, S.: Transmetallation of Gd-DTPA by Fe³⁺, Cu²⁺ and Zn²⁺ in water: Batch experiments and coagulation–floculation simulations, Chemosphere 95 (2014) S. 639–642
- [129] U. Kammer: Recycling von Gallium, Germanium und Indium. Rewinet-Symposium TU Clausthal (30.6.2015)
- [130] U. S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries (1/2009)
- [131] Th. Elwert: Abfälle der Zukunft – Komponenten der Elektromobilität. Rewimet Symposium TU Clausthal (30.6.2015)
- [132] W. Wlodarczyk et al.: Fast 2D-Monitoring of small temperature change for hyperthermia using in magnetic resonance. J. Magn. Reson. Imag. 8 S. (1998) S. 165–174
- [133] D. Goldmann: Auf dem Wege zum Silicon Valley des Recyclings. Rewimet Symposium TU Clausthal (30.6.2015)
- [134] H. Fröhlich: Das Projekt InAccess. Rückgewinnung von In aus LC-Displays. Rewimet Symposium TU Clausthal (30.6.2015)
- [135] T. Zeller: Rückgewinnung von Indium und anderen Wertmetallen aus Bergteichen am Bollrich. Rewimet Symposium TU Clausthal (30.6.2015)
- [136] Das Elektrogesezt www.elektrogesezt.de (2.7.2015)
- [137] D. Eich, R. Leonhard: Umkämpfte Rohstoffe. Ch. Links Berlin (2013) S. 149 ISBN 978-3-86153-710-6
- [138] U. Bardi: Der geplünderte Planet. oekom München (2013) S. 274 ISBN978-3-86581-410-4
- [139] S. Schmiechen: Weißes Licht aus Nitriden. Nachrichten aus der Chemie 9 (2014) S. 847–85
- [140] K. Kuchta: Recycling Seltener Erdmetalle, TU International 69 (3/2012)
- [141] http://wiki.zimt.unisiegen.de/fertigungsautomatisierung/ndex.php/Elektroschrott_und_dessen_Demontage_in_Entwicklungs%3C3%20%A4ndern
- [142] www.reuse-computer.org/.../user.../Elektroschrott-IKT2013.pdf
- [143] <http://www.spiegel.de/wissenschaft/technik/uno-berechnung-zu-elektroschrott-gold-bergeauf-muellhalden-a-679381.html>
- [144] http://www.gruene-bundestag.de/themen/umwelt/elektroschrott-wertvoll-und-gefahrllich_ID_399053.html
- [145] info@recycle-it.de
- [146] <http://it-material.de/tag/recycling/>

- [147] <http://www.spiegel.de/netzwelt/gadgets/recycling/wie-man-althandys-zu-geldmacht-a-090548.html>
- [148] S. Rentzing: <http://www.spiegel.de/wirtschaft/unternehmen/recycling-von-modulen-solar-konzerne-kaempfen-um-ihr-gruenes-image-a-688779.html>
- [149] www.photovoltaik.org/wissen/photovoltaik-recycling, unabhängige Beratung
- [150] C. Hanisch et al.: Fo-Projekt LithoRec, Recycling von Lithium-Ionen-Akkus. Elektroniknet.de (7.3.2014) Fo-Projekt der Uni Braunschweig
- [151] www.dgaw.de/files/uploaded/Ueberaschaar.pdf
- [152] A. Barth: Lasermanipulation von dünnen magnetischen Filmen. Diplomarbeit Konstanz (2002)
- [153] ruby.chemie.uni-freiburg.de/Vorlesung/.../agp_magnete_13.pdf
- [154] O.Takeda et al.: Phase equilibrium of the system AgFeNd and Nd-extraktion from magnet scraps with molten silver. *J. Alloys and Compounds* 379 (2004) S. 305–313
- [155] A. Walton, A. Williams: Rare earth recovery Mater. World 19 (2011) S. 24–26
- [156] O.Takeda et al.: Recovery of neodymium from mixture of magnetic scrap and other scrap. *J. Alloys and Compounds* 408 - 412 (2006) S. 387–390
- [157] U. Kammer PPM PURE Metal (Recylex-Group) (29. 11. 2012) www.pppuremetals.de/.../germanium/germanium_rec.php?...gr...
- [158] M. Vaupel: Zum Recycling Strategischer Metalle wie Tantal. www.investorverlag.de/rohstoffe/...recycling...tantal/112123951/
- [159] P. Brosch: *Z. Elektrotechnik* 6 (2011) S. 36 ff.
- [160] K. Kopfmüller, G. Kohn: *Theoretische Elektrotechnik und Elektronik* 14. Auflage Springer (1993) ISBN 3-540-56500 - 0
- [161] W. Haberditzl: *Magnetochemie*, Akademieverlag GmbH Berlin (1968) S.192
- [162] cordis.europa.eu/result/rcn/89452_de.html
- [163] fiberline.de/news/miljoe/durchbruch-im-gfk-recycling
- [164] www.creacycle.de/de/knowhow/creacycle-gmbh.html
- [165] I. Hilger: Vielseitige Nanopartikel gegen Krebs. Pressemitteilung Universitätsklinikum Jena (27.2.2012)
- [166] M. Rabiet et al.: Transmetalation of Gd-DTPA by Fe³⁺, Cu²⁺ and Zn²⁺. *Chemosphere* 95 (2014) S. 39–42
- [167] S. Maurea, et al.: Magnetic resonance cholangiography with mangafodipir trisodium in Caroli's disease with pancreas involvement. In: *Journal of the pancreas* Bd. 11, Nummer 5, (2010) S. 460–463
- [168] K. Binnemans et al.: Recycling of rare earth: a critical review. *J. Cleaner Produktion* 51 (2013) S. 1–22
- [169] R. Hesse www.mobiflip.de/iphone-recycling-deutschland/ (7.4.2014)

- [170] T. W. Ellis et al.: Methods and opportunities in the recycling of rare earth based materials. In: The Minerals, Metals & Materials Society. (2006) S. 199
- [171] Chr. Hagelücken: The Platin Group Metals – A European Perspective. Platinum Metals Rev. 56 (2012) S. 29
- [172] Chr. Hagekücken: Edelmetallrecycling-Status und Entwicklung Umicore Edelmetallrecycling Hanau (1.5.2011) PDF-Datei
- [173] Chr. Hagelücken: Recycling von Elektroaltgeräten. Lösungsansätze in Deutschland und der EU www.bgr.bund.de/DERA/.../DREP_2011_Hageluecken.pdf?_
- [174] J. Z. Jiang et al.: Separation and recovery of rare earth via dry chemical vapour transport...J. Alloys and Compounds. 260 (1997) S. 222–235
- [175] www.creacycle.de/de/der-prozess.html
- [176] H.-J. Sander et al.: Die Verwertung von festen und flüssigen Abfällen.... In: Braunkohleveredlung im Lausitzer Revier. Waxmann München (2009) S. 233–45
- [177] H. Janocha: Aktoren. Springer Verlag Berlin (2006) ISBN 3-540-54707-X

Index

A

AAS 177, 186, **194**, **209**, 236
Abgaskatalyse 110
adiabatische Entmagnetisierung 101
AES 139, 187, 196, **209**
Affination 148, 152, **159**, 169
Ag-Weichlote 103
Akku 10, 90, 92, 93, 94, 113, 134, 135, 180, **209**
Anodenschlamm 32, 148, 152, 156, 159, 169, 171
Antiferromagnetismus 226
Antiflammmittel 5, 113, 114
Antimon 45, **113**
Argyrie **45**
Armerz **32**, **59**, 145, 147, 159, **209**
Arsentrioxid 44, **168**
Aufschluss
 alkalisch 160
 alkalisch oxidierend 161
 hydrometallurgisch 135, 162
 nass 59
 sauer 150, 152
Autokatalysator 132, 151

B

Bandlücke 17, 18, 19, 63, 64, 68, 69, 80, 82, 85, 90, 110, 180
Batterie 93, 94, 113, 120, 135
Bildschirme 10, **82**, **84**, 85, 87, 108, 123, **130**
Brennstoffzelle 65, **66**, 89

C

Cer(ium) 91, 199, 201
CIGS-Solarmodule 157
Cyanidlaugerei 59, **159**

D

Demontagetechniken 125
Dioxine 108, **165**, 166, 177
Dioxinkongenere **177**, 178
Dotierung 63, **70**, 75, 79, 125, **195**
Dotierungsmaterial 30, 71, 196
Downcycling 135
Dysprosium 143, 200, 201

E

EDFA-Verstärker **75**
Electroslag refining 165, **215**
elektrische Leitfähigkeit 18, 19, **20**, 21, 22, 63, 67, 223, 228
Elektrolyse 40, 41, 90, 148, 164, 165, 169, 176
Elektromagnetisches Spektrum 185
EMK 33, 34, 92
Energiesparlampe 1, 76, 77, 78, 112, 149, 150, 180
EOL 5, 70, 117, 118, 120, 128, 135
Erfassungsrate 117
Erz 59, 117, 161, 164
Erzanreicherung 53, 56, 59
Erz-Lagerstätten 56
Erz-Varietäten 60
Europium 200, 201
Extraktionen 125, 128, **141**, **142**, 143, 144, 150, 152, **163**

F

Farbe 22, 23, 28, 68, **69**, 86, 216
Ferrimagnetismus 226
Ferromagnetismus **98**
Flotation 59, 217
Funktionswerkstoff **63**, 85, 87, 98, 111, 181, 217

G

Gadolinium 175, 200
 Gallium **45**, 155, 199, 200
 Gefahrstoffkennzeichnung 50
 Germanium 45, **114**, 154, 199, 200
 Gitter **21**, 22, 26, 27, 63, 65, 72, 146,
 216, 217, 235
 Glasfaserkabel 5, 10, 75, 125, 126, **136**
 Glasfaserverstärker 74
 Gold 27, 105, 106, 169, 199, 200
 Gold-Legierung 105

H

H- und P-Sätze 49, 50, 221
 Halbleiterlaser 73
 Halbmetall 9, 17, 18, 19, 44, 110, 156,
 203
 Heap leaching 55, 59
 Heißchlorierung 164
 Hg-Schadstoffentfrachtung 176
 Hydrometallurgie 148

I

IARC 47, 221
 ICP-MS 185, **188**, 189
 Indium 3, **115**, **152**, 199, 200
 Industriemetalle 1, 3, 12, 15, 19, 26, 42,
 44, 53, 60, 61, 64, 117, 124, 174
 Interkalation 93, 221
 IR-Optik 114
 IR-Spektroskopie 114, 166, 191, 193
 Isotopenhäufigkeit 186, 188

K

Karat 105, 222
 Katalysatormetalle 106, 107
 Kernladungszahl 189, 227
 Koerzitivfeldstärke 10, 25, 98, 99, 101,
 143, 197, 222
 Kondensatoren 10, 64, 111, 133, 134
 Konfliktmetalle 228, 234
 Königswasseraufschluss 32, 152

Konstruktionswerkstoff 64, 65, 97, 98,
 112
 Kontrastmittel 46, **49**, 108, 109, 174,
 175, 176, **182**
 Kristallstrukturen 17, 26, 75, 224
 Kritikalitätsanalyse 5, 222
 Kritische Metalle 1, 4, 117, 179, 180, 223
 Kryoschreddern 125, 128, 223

L

Lambert-Beersches Gesetz 193
 Lanthan 41, 91, 201
 Lanthanoide 37, 38
 Lanthanoidenkontraktion 38
 Laser 70, **72**, 74
 Laserdioden 30, 70, 74, 75, 124
 LCD-Bildschirm 84, 85, 87, 108, 120
 LED 30, 77, 78, 79, 128, 180, 223
 LED-Hintergrundstrahler 82
 Legierungen 10, 20, 27, 46, 50, 91, **97**,
 98, 99, 112, 128, 129, 136, 141, 159,
 181
 Leiterkarten 107, 110, 118, 126, 133,
 144, 177, 189
 Leitungsband **17**, 20, 21, 22, 28, 29, 30,
 68, 79
 Leuchtdiode 73, 74, 84, 88, 224
 Leuchtstoffe 24, 75, 77, 78, 83, 149, 150
 Leuchtstofflampe 77, 78, 224
 LIB-Speicher 93
 Lithium 168, 200, 224
 LUCO-LED 77, 78, 224
 Lumineszenz 68, **75**, 83, 224

M

Magnete
 hart 98, 99, 100, 142, 143, 196
 weich 101, 102
 Magnetismus 25, 98, 204, 225
 Magneto-optische Speicher 102
 Magnetostriktion 102, 103, 227
 MAK-Wert 43, 45, 46

Massemetalle 1, 3, 93, 117, 120, 139,
144, 196, 227
Massenzahl 186, 188, 227
Materialverluste 121, 122
Metallverhüttung 139, 151
Mineralien 3, 39, 40, 53, 54, 55, 59, 67,
128, 141, 149, 164, 169, 195
Mischoxidkeramiken 63, 65
Multielementverfahren 186

N

Nachweisgrenze 194, 229
Nachgold 41, 106, 206
Nanometalle **16**, 17, 28, 229, 230, 235
Nanosilber 48, 148, **174**
Nanostrukturierung 94
Nanotechnologie 2, 49, 117, 229
Neodym 1, 199, 201
NiMH-Akku 36, 93, 97, 123
Niob 15, 58, **111**, 149, 164
Niob(ium) 46
NIOSH 44, 230
NIR-Bereich 24, 70, 75, 110, 191, 235

O

OECD-Guidelines 44, 230
Ökotoxizität 48
OLED-Bildschirme 86
OSHA 44, 231

P

Palladium 20, 27, 46, 105, 107, 108, **110**,
122, 132, 152, 199, 200
PCB 108, 177, 231
Permanentmagnete 10, 25, 50, 98, **99**,
100, 125, 129, 135, 143, 181
Permittivität 64, 212, 231
Photonische Kristalle 232
Photovoltaik 10, 29, 31, 79, 89, 95, 177
Pigmente 63, **68**, 69, 70, 83
Platin **110**, 199, 200, 232
PM-Motoren 101
Poliermittel 70

Primärlagerstätten 107
Primärverhüttung 2, 26, 117, 118, 121,
152, 173
Probenpräparation 185
Pyrolyse 126, 131, 136, **144**, **177**, 189
Pyrometallurgie 139, 141
Pyrophore Metalle 35

R

Recyclingquote 120, 121, 127, 128, 150
Redoxprozess 66, 94, 219
Refraktäre Metalle 232
Reinheit 11, 12, 63, 152, **169**, 170, **195**,
233
Reluktanzmotor **181**
RFA 189, 190, 227, 233
Rohstoffbedarf 9, 233
Rohstoffpreis 11
RTECS 44, 233

S

Samarium 199
Scheideanstalt 234
Schichtdicke 27, 64, 85, 86
Schlackebadvergaser 145
Schmelzöfen 140, 141
schreddern 125, 126, 128, 157
Schwarzlichtlampe 76
seigern 27, **141**, 142, 234
Sekundärverhüttung 2, 26, 118, 125,
150, 163, 173, 176
Selen 5, 19, 29, **110**, 158, 199, 200
SE-Metalle 6, 7, 11, 19, 24, 25, 27, 33,
35, 36, 37, 38, 46, 49, 50, 54, 56, 70,
98, 99, 118, 142, 162, 170, 190
Silber 11, 45, 48, **103**, 142, 159, 209, 235
Solarmodule 69, 80, **131**, 153
Solarzelle 81, 82, 85, 111, 158, 212
Sondermetalle 227, 228
Spannungsreihe 31
Spin-Bahn-Kopplung 98, 99, 101, 102,
234
statistische Reichweite 8

Strategische Metalle 1, 121, 228

Substitutionsstrategie 180

T

Ta 111

Tandem-Solarzelle 81, 82

Tantal 1, 5, 12, 19, 36, 64, **111**, 112, 122, 149, 199, 200

TCO 85, 87

Technologiemetalle 236

Tellur 45, 199, 200

Terbium 200, 201

Touchscreen-Prinzip 88

Toxizitäten 42

Toxizitätsmaße 43

Troy Unze 237

U

Upcycling 6, 123, 132, 237

Urban Mining 1, 3, 5

UV/VIS-Spektroskopie 186, 190, 193, 197, 236

V

Valenzband 17, 28, 30, 79, 215

Versorgungsrisiko 1, 4, 5, 11, 71, 228, 237

W

Wärmebad 19, 80, 225, 237

Wärmeleitfähigkeit 19, **20**, 22, 72, 228, 232

Wasserstoffspeicher 36, 91, 92

WEEE 5, 120, 135, 164

WEEE-Klassen 119

Wellenlänge 17, 22, 23, 71, 73, 74, 110, 146, 188, 191, 193, 194, 214, **216**

Wellenzahl 192, 193, 201, 214

Wirbelschichtreaktor 164, 166, 167, 238

Wirkungsgrad 80, 81, 82, 90, 91, 93, 95, 238

Wirtsgitter 27, 70, 75, 76

Wolfram 112, 113, 161, 170, 199, 200

Y

YSZ-Keramik 65, 238

Yttrium 72, 76, 199, 201

Z

Zementierungsreaktion 32, 41

Zersetzungsspannung 34, 35, 93, 148, 165

Zinn 19, 42, 142, 199, 200

λ

λ-Sonde 65, 66, 107