

# Technologiemetalle – begehrte Ressourcen in einer globalisierten Welt Anregungen und Materialien für die Behandlung des Themas *urban mining* und Metallrecycling im Chemieunterricht<sup>1</sup>

Dr. Bernhard F. Sieve, Institut für Didaktik der Naturwissenschaften, Fachgebiet Chemiedidaktik, Leibniz Universität Hannover, [www.chemiedidaktik.uni-hannover.de](http://www.chemiedidaktik.uni-hannover.de)

## Einordnung des Beitrags:

**Klassenstufen:** Sek. I und Sek II

**Themenbereiche:** Metalle, Metallrecycling, Elektrochemie, Analytik von Metallen

**Zielsetzungen:**

Materialien zur mehrperspektivischen Erarbeitung des Recyclings von Elektroschrott, Vermittlung zentraler Konzepte der Metallgewinnung und der Analytik von Metallen, Sensibilisierung für den nachhaltigen Umgang mit begrenzten Ressourcen

Mülltourismus von Elektroschrott in Entwicklungs- und Schwellenländer, Kupferklau auf Baustellen und bei der Bahn, Turbulenzen im Handel mit Metallen durch einen verstärkten Bedarf an diesen Ressourcen von Schwellenländern wie China und Indien - all dies zeigt, dass Metalle nach wie vor zu den wichtigsten und vor allem sehr begehrten Werkstoffen unserer Zeit gehören und dass ein globales Wechselspiel zwischen dem technischen Wandel und dem Bedarf an Metallen und Metallerzen besteht. Im Zuge der zunehmenden Technisierung unserer Welt, dem vor allem in den letzten 20 Jahren stetigen Wirtschaftswachstum und der rasanten Zunahme der Weltbevölkerung hat sich seit dem Beginn der Neuzeit nicht nur der Bedarf an Metallen enorm vergrößert, auch das Spektrum an Metallen hat sich stark erweitert, und das nicht nur im Telekommunikationssektor (Abb.1 und 2).

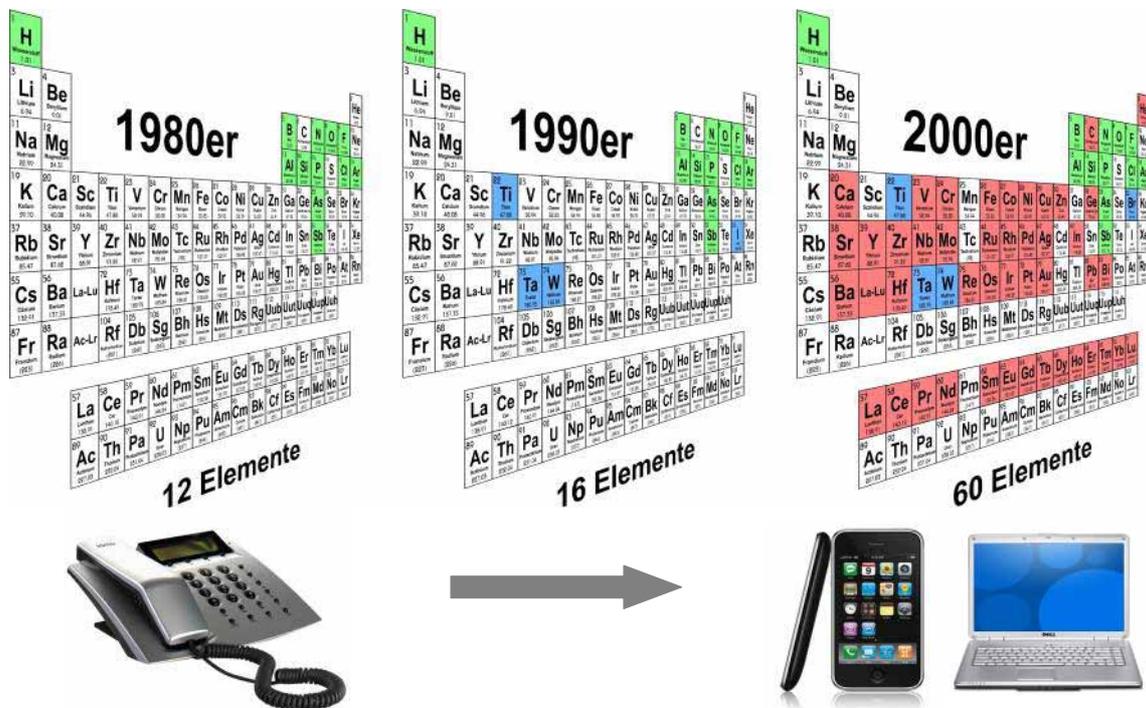


Abb. 1: Das Spektrum an Metallen wächst im Bereich der Zukunftstechnologien (Reller 2011, verändert nach Theis 2007)

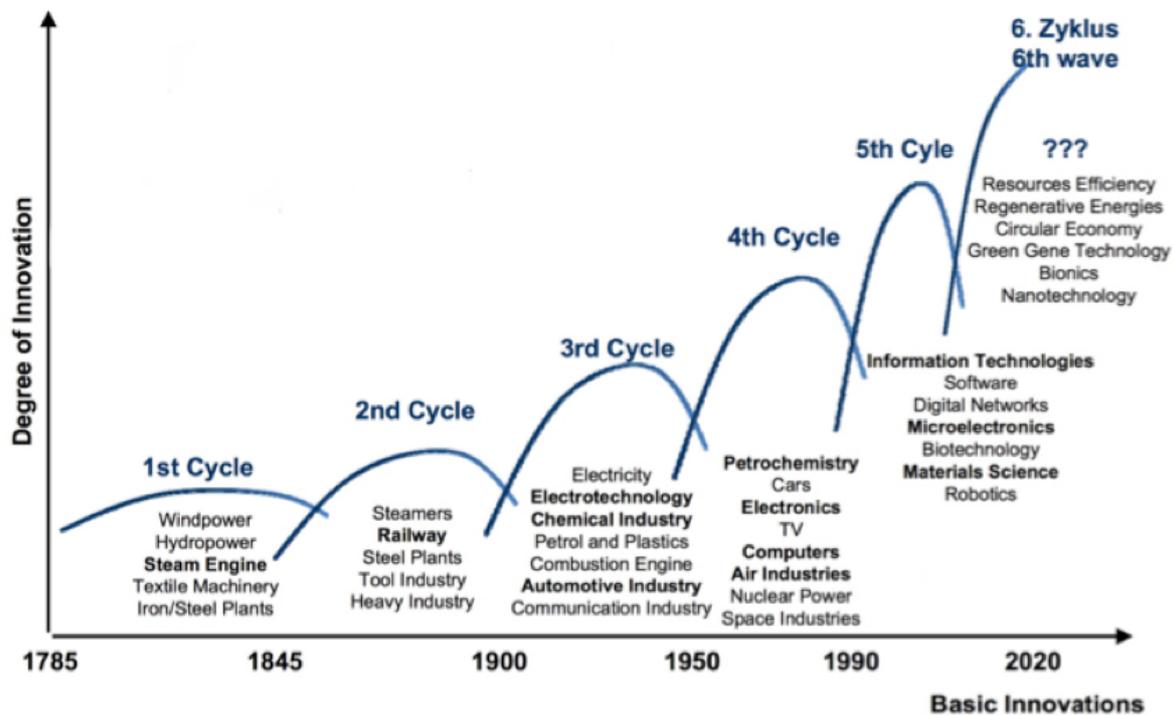


Abb. 2: Die Welt im Wandel – die Ressourcen entscheiden (Meadows et al. 2008)

Ökonomen sprechen von Kondratjef-Innovationszyklen. Heute sind wir auf dem Weg in den 6. Innovationszyklus. Dabei stehen vor allem Metalle für die Nutzung in den so genannten Zukunftstechnologien wie Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT), Photovoltaik, Beleuchtungstechnik (LED, OLED), Supraleiter und alternative Antriebstechnik (Brennstoffzellen, Lithium-Ionen-Akku) im Brennpunkt des Interesses. Die Versorgung mit diesen Ressourcen ist indes ein „vulnerables System“ (Angerer et al. 2009), da viele dieser Stoffe nur in wenigen Ländern in solchen Mengen vorkommen, dass sich ein Abbau der Lagerstätten lohnt. So entstammen beispielsweise 87 % der weltweit gehandelten Lithiummengen aus nur drei Ländern: Chile (35 %), Australien (34 %) und China (18 %). Noch extremer ist die Situation bei den Seltenen Erden; dort hat China eine noch unangefochtene Monopolstellung (97,3 %), doch seit gut drei Jahren nehmen Firmen wie Molycorp Minerals Inc. stillgelegte Minen wie die *mountain pass mine* in Kalifornien wieder in Betrieb, um sich von Importen aus China unabhängig zu machen (Le Loët 2012).

Auf der anderen Seite fallen in unserer hochtechnologisierten Welt immer mehr Technologieabfälle an, aus denen die Rohstoffe zurückgewonnen werden können. Hier kommt das Schlagwort *urban mining* ins Spiel. Diesem „Bergbau in der Stadt“ liegt die einfache Überlegung zugrunde, dass Städte selbst riesige Rohstoffreservoirs darstellen, aus denen die Rohstoffe leichter und somit kostengünstiger, energieeffizienter und umweltschonender zurückgewonnen werden können als durch die herkömmliche Gewinnung aus Lagerstätten. Um beispielsweise ein Gramm Gold zu gewinnen, müssen etwa eine Tonne goldhaltiger Erze verarbeitet werden. Die gleiche Menge Gold ließe sich weitaus kostengünstiger durch Recycling aus 41 Mobiltelefonen erhalten (Umweltbundesamt 2010).

Diese Form des Recyclings wird bereits in vielen Bereichen durchgeführt: So wurden weltweit 2013 etwa 570 Millionen Tonnen Stahlschrott wiederverwendet; dies entspricht einer Quote von etwa 40 % der gesamten Stahlproduktion (Gerdes 2013). Weitere Beispiele sind das Recycling von Aluminium, Glas, Papier, Kunststoff sowie die Nutzung von Bauschutt als Material für andere

Bauzwecke. Die Recyclingquoten für Elektroschrott sind jedoch im Vergleich zu den aufgeführten Ressourcen sehr gering.

### **Urban mining und Metallrecycling als Thema für den Chemieunterricht**

Das Thema Metalle ist in nahezu allen Bundesländern verpflichtender Bestandteil des Chemieunterrichts. Dabei bilden die Eigenschaften der Metalle im Rahmen des Struktur-Eigenschaftskonzepts (Metallbindung, Elektronengasmodell) und vor allem ihre Gewinnung aus Erzen mit Bezug zum Donator-Akzeptor-Konzept (Bindungsbestreben zu Sauerstoffatomen, Sauerstoffübertragungsreaktionen, Elektronenübertragungsreaktionen) den Kern der zu vermittelnden chemischen Konzepte. Bei der Herstellung von Stahl wird gelegentlich auf die allgemeine Bedeutung des Recyclings von Metallen hingewiesen und ggf. noch einschlägige Verfahren thematisiert (z.B. Elektrostahlverfahren, Recycling von Aluminium in Drehtrommelöfen), eine mehrperspektivische Betrachtung zum Thema Metallrecycling erfolgt nur in Ausnahmefällen (u.a. in Demuth et al. 2006, Asselborn et al. 2013 a,b). In diesem Beitrag sollen am Beispiel Elektroschrott die Bedeutung und die Probleme des Recyclings von urbanem Müll aufgezeigt werden. Dabei wird deutlich, dass klassische Fachmethoden der Chemie in aktuellen Anwendungsbezügen schülernah vermittelt werden können, wodurch zusätzlich die Bedeutung der Chemie für den Alltag herausgestellt und das Denken in Kreisläufen gefördert wird (vgl. auch Lutz und Venke 2002). Die hier vorgestellten Materialien und Arbeitsaufträge sollen dabei als Anregung dienen, das Thema in den Chemieunterricht zu integrieren, um neben den fachlichen Bezügen besonders die prozessbezogenen Kompetenzen Kommunikation und Bewerten im Sinne einer mehrperspektivischen Betrachtung unter Einbeziehung wirtschaftlicher, politischer und biologischer (ökologischer) Aspekte zu fördern. Weitere Materialien für die Gestaltung von Unterricht finden Sie in (Nordmann et al. 2014). In diesem Band sind zahlreiche Materialien der BMBF-Initiative „Die Rohstoff-Expedition – Entdecke, was in (d)einem Handy steckt“ aus dem Wissenschaftsjahr 2012 in aktualisierter und ergänzter Form enthalten.

#### **Literatur:**

- Angerer et al. (2009): Rohstoffe für Zukunftstechnologien. Einfluss des branchenspezifischen Rohstoffbedarfs in rohstoffintensiven Zukunftstechnologien auf die zukünftige Rohstoffnachfrage. Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Karlsruhe
- Asselborn, W., Jäckel, M., Risch, K.T., Sieve, B. (2013): Chemie heute Lehrermaterialien SI/SII, Teil 5 – Elektrochemie, Schroedel Verlag, Braunschweig
- Asselborn, W., Rickers, J., Risch, K.T., Sieve, B. (2013): Chemie heute 7/8 für Sachsen, Schroedel Verlag, Braunschweig
- Demuth, R., Parchmann, I., Ralle, B (2006): Chemie im Kontext – Sekundarstufe II, Kapitel 8 – Müll wird wertvoll, Cornelsen Verlag, Berlin
- Gerdes, I. (2013): r<sup>3</sup> – Strategische Metalle und Mineralien. Innovative Technologien für Ressourceneffizienz, BMBF.  
[http://www.bmbf.de/pub/r3\\_strategische\\_metalle\\_mineralien\\_broschuere.pdf](http://www.bmbf.de/pub/r3_strategische_metalle_mineralien_broschuere.pdf) (abgerufen: 12.05.2014)
- Hagelüken, C. (2009): Edelmetalle auf dem Weg ins Nirwana. Umweltmagazin, Juniausgabe, S. 16-17
- Kammholz, K. (2011): Umweltbundesamt greift Handy-Industrie an. Hamburger Abendblatt, Ausgabe 10.03.2011.
- Le Loët, K. (2012): Seltene Rohstoffe, kostbar und umkämpft. Le Monde diplomatique: Atlas der Globalisierung. S. 16-19
- Lutz, B., Venke, S. (Hrsg.) (2002): Kupfer. NiU-Chemie Themenheft Nr. 72

- Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest (MPFS) (2013): JIM 2013 – Jugend, Information, (Multi-) Media. Basisstudie zum Medienumgang 12- bis 19-Jähriger in Deutschland. <http://www.mpfs.de/fileadmin/JIM-pdf13/JIMStudie2013.pdf> (abgerufen: 18.05.2014)
- Nordmann, J., Welfens, M.J., Fischer, D., Nemnich, C., Bookhagen, B., Bienge, K. & Niebert, K. (2014): Die Rohstoff-Expedition. Entdecke, was in (d)einem Handy steckt. 2. Auflage. Springer, Heidelberg
- Reller, A. (2011): Waste of electronics. Vortrag Sardegna Symposium. <http://www.image.unipd.it/cossu/Environmental%20Project%20Work/Project%20work%202011/Presentation%20recommended%20by%20prof.%20Cossu%20on%2023.11.pdf> (abgerufen: 12.05.2014)
- Reller, A., Bublies, T., Staudinger, T., Oswald, I., Meißner, S., Allen, M. (2009): The Mobile Phone: Powerful Communicator and Potential Metal Dissipator. GAIA 18 (2), S. 127-135
- Seum, S. & Hermann, A. (2010): Building local capacity to address the flow of e-wastes and electrical and electronic products destined for reuse in selected African countries and augment the sustainable management of resources through the recovery of materials in e-wastes. Öko-Institut, Berlin
- Theis, T.N. (2007): Energy-Conserving Classical Computation: Prospects and Challenges. [http://pitpas1.phas.ubc.ca/varchive/asilomar/pitp\\_asilomar\\_theis.pdf](http://pitpas1.phas.ubc.ca/varchive/asilomar/pitp_asilomar_theis.pdf) (abgerufen: 07.05.2014)
- Umweltbundesamt (2010): Export von Elektroaltgeräten. Fakten und Maßnahmen. <http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/4000.pdf> (abgerufen: 16.05.2014)

---

<sup>i</sup> Der Vorliegende Beitrag ist eine aktualisierte und erweiterte Version der NiU-Chemie-Veröffentlichung des Autors aus dem Heft 143 aus dem Jahr 2014.

