

## Nachhaltigkeit – praktisch und naturwissenschaftlich fundiert

Workshop zum Elektronikschrott-Recycling in der JH Goslar



*Flotation nutzt als Trennmöglichkeit von Stoffen die Oberflächeneigenschaft der Benetzbarkeit - Hydrophobizität/Heterokoagulation.*

*Sie suchen ein naturwissenschaftlich und technisches fundiertes Experimental-Workshop-Programm für Ihre Oberstufen-Klassenfahrt in den Harz?*

Die TU Clausthal bietet Ihnen, in Zusammenarbeit mit der JH Goslar-Hahnenklee, einen halbtägigen Workshop zum Recycling von Elektronikschrott an. Eingangs werden die Bedeutung der Rohstoffe für Schlüsseltechnologien, unterlegt mit Handexperimenten, dargestellt und mögliche drohende Versorgungengpässe bei Primärrohstoffen in Zukunft aus geologischer, wirtschaftlicher und politisch/sozialer sowie unter Energie-, Wasser- und Umweltschutzgesichtspunkten erläutert. Sodann können an Experimentierstationen physikalische und chemische Trennmethoden an Modellsubstanzen von den Schüler\*innen ausprobiert werden. Es stehen Experimentierstationen zur Siebung, Dichtentrennung, Magnetscheidung, Wirbelstromscheidung, zur selektiven Flotation am Beispiel eines Blei-Zinkerzes, zur Laugung, Fällung, zu Anionen- und Kationenaustauschern und zur Gewinnungselektrolyse zur Verfügung.

Die TU Clausthal ist Partner des europäischen Schulprojekts RawMattersAmbassadors@Schools, in welchem Unterrichtseinheiten zum Thema Rohstoffe entwickelt werden. Wenn ihre SchülerInnen besonderes Interesse zeigen, kann dieser Workshop Motivator sein für eine Seminarfacharbeit, ein Jugend-Forscht-Projekt, oder auch die Teilnahme an Wissenschaftstagen in den Niederlanden oder in Italien.



*Viele historische Bergwerke im Harz bieten sachkundige Führungen an – hier im 19-Lachter-Stollen in Wildemann.*

### Warum sind Rohstoffe wichtig für uns?

„If you can't grow it, mine it“, lautet ein Spruch der Bergingenieure. Schlüsseltechnologien der Informations- und Kommunikationstechnik, der Energietechnik oder im Leichtbau benötigen häufig seltene, edle oder schwierig darzustellende Metalle, die, oft nur in geringen Mengen, ausschlaggebend für deren Leistungsfähigkeit sind. Gerade die deutsche Volkswirtschaft mit einem hohen Anteil industrieller Arbeitsplätze und einer tiefen Wertschöpfungskette ist auf eine sichere Versorgung mit Rohstoffen angewiesen.

Heute sind wir in Deutschland zu 100 Prozent bei metallischen Rohstoffen auf Importe angewiesen, wie ein Besuch in einem der ältesten Bergwerke, dem Rammelsberg, in unmittelbarer Nähe zur Jugendherberge, lehrt.

Im letzten Jahrhundert waren, mit Ausnahme besonderer Krisenzeiten wie den beiden Weltkriegen und dem Ölpreisschock der 1970er Jahre, die realen Rohstoffpreise bei den meisten Metallen nahezu konstant. Marktpreise können vermutlich nicht vorab Gefahrensignale geologischer Knappheiten aussenden, die sich frühestens erst in einigen Jahrzehnten zeigen werden [1].

Die Folge war eine Sorglosigkeit, die auch durch die Warnungen des Club of Rome „Die Grenzen des Wachstums“ aus dem Jahr 1973 nicht erschüttert werden konnte. Erst das

rasante volkswirtschaftliche Wachstum Chinas und weiterer, insbesondere asiatischer Länder und der dadurch ausgelöste steile Anstieg der Rohstoffpreise seit der Jahrtausendwende, hat die Debatte, ob die Rohstoffvorräte der Erde für eine wachsende und materiell immer reicher werdende Weltbevölkerung auch in den nächsten 50 – 100 Jahren reichen werden, neu angefacht.



*Anionenaustauscher werden im Bergbau, wie auch im Recycling für schwierig zu trennende Stoffe, beispielsweise Seltene Erden, eingesetzt; im Workshop als Modellexperiment eines Gemisches kupfer-, und eisenhaltiger Chlorokomplexe.*

Die Diskussion entwickelte sich entlang zweier konträrer Grundparadigmen. Vom Austausch der Argumente angetrieben, mussten sie ihre wechselseitig eingeschränkte Gültigkeit erkennen. Zwar ist es unbestreitbar, dass auf einem endlichen Planeten auch die Rohstoffvorräte a priori endlich sein müssen. Aber eine wissenschaftlich sichere, unstrittige Abschätzung, wie groß der Anteil der geologischen Rohstoffreserven, die in bergbaulich nutzbare Ressourcen umgewandelt werden können, und wie lange diese Vorräte angesichts eines sehr wahrscheinlich steigenden Verbrauchs reichen werden, erwies sich als unmöglich. Hierbei belehrt die mitunter

aufgeregte geführte Diskussion ein Blick in die Vergangenheit: Der Ölpreisschock der 1970er Jahre löste damals eine zur heutigen vergleichbare Debatte aus. Marktengpässe konnten durch eine Diversifikation der Bezugsquellen sowie durch eine Substitution knapper Rohstoffe, eine gesteigerte Materialeffizienz und erhöhte Recyclinganstrengungen mittelfristig behoben werden [2].

Die Vertreter des Paradigmas: „Die Vorräte sind endlich!“ mussten erkennen, dass Marktsignale, Technologiesprünge (vom Festnetztelefon zum Satellitentelefon, vom Kupferkabel zum Glasfasernetz), Fortschritte der bergbaulichen Technologien und ein freier Welthandel, um nur einige Einflussfaktoren zu nennen, die zeitlichen Grenzen der Verfügbarkeit eines bestimmten Rohstoffes in unbestimmbare Zeithorizonte verschieben können. Ebenso sehr mussten aber auch die Vertreter des Paradigmas: „Verfügbare Reserven spiegeln nur Marktpreise wider!“ einsehen, dass zwar nicht die geologischen Rohstoffvorräte in diesem Jahrhundert unseren Rohstoffverbrauch limitieren werden, aber Anforderungen des Klima- und Umweltschutzes keinen unbegrenzten Energie- und Chemikalieneinsatz für die Primärrohstoffgewinnung auch sehr kleiner Erzgehalte zulassen werden. Erschwerend kommt hinzu, dass manche wichtige Lagerstättentypen in ariden oder semiariden Gebieten liegen, bei denen Nutzungskonflikte um die Ressource Wasser zwischen Bergbaufirmen und indigener Bevölkerung angesichts einer solchen Strategie sich eklatant verschärfen müssten, kurz, eine derartige, rein betriebswirtschaftlich motivierte Strategie ist unter ökologischen und ethischen Gesichtspunkten nicht vertretbar [3].



*Die Flotation als Trennmethode stammt aus dem Bergbau. Am Rammelsberg wurde sie im Gefolge der Autarkiebestrebungen des Dritten Reiches eingeführt; hier am Beispiel eines Bad Grundner Blei-Zinkerzes; in 90 Minuten im Workshop durchführbar.*

Eine langfristig sichere Versorgung mit Rohstoffen muss daher mehrere Ziele gleichzeitig im Blick behalten: Rohstoffe sollen bergbaulich unter höchsten Standards hinsichtlich Arbeits-, Gesundheits- und Umweltschutz gewonnen und aufbereitet werden. Wenn Rohstoffe, deren Verfügbarkeit stark eingeschränkt ist oder die sich kaum recyklieren lassen, durch solche ersetzt werden können, die ein ähnliches Eigenschaftsprofil für die geplante Anwendung aufweisen und hinsichtlich der obigen Kriterien besser abschneiden, dann ist eine

Substitution möglich und erweitert die Rohstoffbasis. Recycling auf hohem werkstofflichen Niveau leistet ebenfalls einen wichtigen Beitrag zur Rohstoffversorgung [4].

**Der halbtägige Kurs kann in Absprache mit der Universität in den Räumen der Jugendherberge Goslar oder Hahnenklee gebucht werden. Zielgruppe sind naturwissenschaftliche Leistungskurse der Jahrgangsstufen 11 und 12 mit bis zu 25 Teilnehmern. Unkostenbeitrag für die gesamte Gruppe: 40 €.**

## Literatur

- [1] Henckens, M.L.C.M., van Ierland, E. C., Driessen, P.P.J., Worrell, E. (2016). Mineral resources. Geological scarcity, market price trends, and future generations. *Resources Policy* **49**, 102–111.
- [2] Bram Buijs and Henrike Sievers (2012). Resource Security Risks in Perspective - Complexity and Nuance. working paper n. 33. EU Policy on Natural Resources.
- [3] Northey, S. A., Mudd, G. M., Werner, T. T. (2018). Unresolved Complexity in Assessments of Mineral Resource Depletion and Availability. *Nat Resour Res* **27/2**, 241–255.
- [4] Martens, H., Goldmann, D. (2016). Recyclingtechnik. Fachbuch für Lehre und Praxis, 2. Aufl. Springer, Wiesbaden.