

Gewürzmetalle in Hochleistungs- werkstoffen

Das Wachstum der europäischen Wirtschaft hält aufgrund des Erfolges in den Bereichen der angewandten Technologien und der Hochtechnologien an. Diese benötigen zahlreiche Metalle, die nur schwer auf dem Weltmarkt zu erhalten sind, da sie größtenteils als so genannte Koppelprodukte bei den entsprechenden Gewinnungsverfahren der Hauptmetalle in vergleichsweise geringen Mengen dargestellt werden können. Zu den derart knappen und seltenen Metallen zählen beispielsweise Indium, Tantal, Lithium und Palladium. Sie sind zur Herstellung hochtechnisierter Geräte, wie Mobiltelefone, Flachbildschirme und Solarzellen, unverzichtbar, obwohl sie nur in kleinen Mengen benötigt werden. Prof. Armin Reller aus Augsburg verdeutlichte dieses besondere Verhältnis von Menge und Wirkung einmal am Beispiel des Rezepts für einen Safran-Risotto. So wie man für die Zubereitung der italienischen Spezialität Safran benötigt, braucht man für die Herstellung eines Flachbildschirms oder eines Touchscreens unbedingt etwas Indium: In einen Risotto für vier Personen kommen 0,1 bis 0,2 g Safran, dies entspricht circa 100 ppm (parts per million) Safran pro Portion. Zur Herstellung eines Flachbildschirms wird 1 g Indium, also circa 200 ppm, gebraucht. Ein weiteres Beispiel: In einem typischen, härtesten Konstruktionsstahl liegt der Niobgehalt bei ungefähr 100 ppm.

Um ein Kilo Safran zu gewinnen, braucht man etwa 80.000 bis 150.000 Blüten beziehungsweise 500.000 Blütenstempel einer bestimmten Krokus-Art, dem *Crocus sativus*, die getrocknet als Gewürz verwendet werden. Der *Crocus sativus* wird im Iran, in Kaschmir und im Mittelmeerraum angebaut und kann nur in Handarbeit gepflückt und verarbeitet werden. Das Gewürz Safran trägt aufgrund der roten Farbe der Stempelfäden und wegen seines hohen Preises von ungefähr 8.000 Euro pro Kilogramm auch den Namen „rotes Gold“. Indium wird entsprechend als

„Gewürzmetall“ bezeichnet, da man zwar nur sehr geringe Mengen dieses Schwermetalls für einen Flachbildschirm braucht, der Rohstoff jedoch sehr knapp und teuer ist: Ein Kilogramm Indium kostet derzeit 380 Euro. Das Metall kommt kaum in gediegenem Zustand vor. Die größten Vorkommen liegen in Zinkerzen, insbesondere in Sphalerit, dessen Vorkommen sich in Kanada, China und Peru befinden. Indiumhaltige Erze werden aber auch in Australien, Bolivien, Brasilien, Japan, Russland, Südafrika, den USA und einigen europäischen Ländern gefunden. Indium wird hauptsächlich als Nebenprodukt bei der Produktion von Zink oder Blei gewonnen. Die theoretischen Indium-Reserven werden auf 16.000 Tonnen geschätzt, von denen derzeit nur 11.000 Tonnen abbaubar sind, das heißt die natürlichen Indium-Reserven werden in naher Zukunft erschöpft sein. Es stellt sich die Frage, womit man dann Flachbildschirme und Touchscreens „würzen“ kann, damit sie ihre komplizierten Funktionen weiterhin ausführen können. Ein Risotto lässt sich zwar auch mit Kurkuma gelb färben, aber der typisch-würzige Safrangeschmack ist dann verloren.

Kritische Rohstoffe

Politik- und Wirtschaftsverbände befürchten zukünftige Versorgungsengpässe für die „Gewürzmetalle“ Gallium, Scandium, Indium, Yttrium, Lithium, Niob, Neodym und Germanium. Die Verfügbarkeit dieser Metalle für Zukunftstechnologien wird dadurch erschwert, dass sie meist nur vergesellschaftet mit anderen Elementen in Erzen vorkommen und damit über keine eigene Produktionsinfrastruktur verfügen. Darüber hinaus sind bei einigen dieser Gewürzmetalle einzelne Länder oder Bergbauunternehmen weltweite Marktführer - es ist also eine starke Produzentenkonzentration zu verzeichnen. Die zunehmende Verwendung in Hightech-Produkten treibt demnach den Bedarf an diesen Metallen in die Höhe. Es gibt

nur wenige Beispiele, wo die jeweiligen Metalle in reiner Form verwendet werden, zumeist dienen sie als Beimengungen in anderen Materialien. Außerdem spielen sie eine wichtige Rolle in Legierungszusätzen moderner Werkstoffe, die in Autokonstruktionen verwendet werden. Aufgrund ihrer geringen Beimengungen werden sie auch als „Tuningmetals“ oder „Mikrolegierungselemente“ bezeichnet.

Prinzipiell sind die mit diesen Materialien hergestellten Produkte nach der Nutzungsphase recyclebar. In den meisten Fällen ist ein hochwertiges Recycling jedoch nicht vollständig möglich, da sie nur in minimalen Konzentrationen verarbeitet und daher – wie der Safran vom Reis – „aufgezehrt“ werden. Der effiziente Rohstoffeinsatz bei der Produktherstellung und das Schließen der Materialkreisläufe durch Recycling auch von „Spicemetals“ ist eine wichtige künftige Aufgabe für Wissenschaft und Technik. Es müssen große Anstrengungen unternommen werden, um über die Verbesserung der Rohstoffbereitstellung und Ausweitung der Produktion mit gleichzeitiger Erhöhung der Ressourceneffizienz, die Versorgung der Industrie mit den knappen Gewürzmetallen sicherzustellen. Das Erreichen dieses Ziels erfordert die Untersuchung des gesamten Produktions- und Wertschöpfungskreislaufs von der Lagerstätte mineralischer Rohstoffe über die Aufbereitung und Metallurgie bis zum Recycling.

Sicherung der Verfügbarkeit kritischer Rohstoffe

Die Fakultät für Georessourcen und Materialtechnik forscht interdisziplinär zu Themen dieser kritischen Rohstoffe: Die Fachgruppen Geowissenschaften und Geographie, Rohstoffe und Entsorgungstechnik sowie Metallurgie und Werkstofftechnik arbeiten gemeinsam daran, wie die anhaltende Verfügbarkeit kritischer Rohstoffe gewährleistet werden kann, damit der Bedarf dieser Materialien für zukünftige Industrien sichergestellt wird. Ziel dieser Gemein-

schaftsforschung ist es, Kreislaufstrategien für knappe Materialien zu entwickeln, die wichtig für entstehende Zukunftstechnologien sind. Forscher und Wissenschaftler von der Philosophischen Fakultät werden ebenfalls eingebunden und untersuchen die Beziehungen zwischen dem Rohstoffbestand und den wirtschaftlichen sowie sozialen Belangen. Um nachhaltige Strategien zu planen, die den langfristigen Bedarf der Rohstoffe sichern, sind die Kompetenz und der Einsatz von Forschern der Natur- und Ingenieurwissenschaften sowie der Politik-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften erforderlich. Der Bedarf und die Beschaffung von Rohstoffen werden von der technologischen Entwicklung und der Wirtschaft beeinflusst. Dazu haben globale, politische und soziale Gesichtspunkte deutliche Auswirkungen auf die Wirtschaft. Die wichtigsten wissenschaftlichen Ziele sind:

- Bestimmungskriterien für den produktionsrelevanten Bedarf an kritischen Rohstoffen zu entwickeln, welche für die zukünftigen Mobilitäts- und Produktionstechnologien wichtig sind;
- Neue Techniken zu identifizieren, welche die Reserven an Rohstoffen unter Berücksichtigung der Prozesskette von der Lagerstätte zum metallurgischen Produkt vergrößern;
- Strategien zu entwickeln, welche garantieren, dass die Rohstoffe nachhaltig für das Entwickeln von Mobilitäts- und Produktionstechnologien vorhanden sind, die innovative Technologien für den Bestand an Rohstoffen und Basiswerkstoffen verwenden und zugleich soziale Interessen berücksichtigen.

Die RWTH-Wissenschaftler bewerten die entwickelten Basisprinzipien für den abzunehmenden Rohmaterialbedarf, indem sie auf ihre Materialkompetenz zurückgreifen. Nach Ermittlung des künftigen Bedarfs an Ressourcen wird der Bedarf an kritischen Rohstoffen, die zum Beispiel für die Mobilität oder Energieversorgung von morgen gebraucht werden, erforscht.

Als weiteres Beispiel dient Aluminium, das ein wichtiges, leichtes Material für den Fahrzeugbau ist. Der Rohstoffkreislauf des Elements Aluminium ist auch eine wichtige Grundlage, um das seltene Metall Gallium zu gewinnen. Gallium allein wird in der Natur nicht in hohen Konzentrationen gefunden, daher ist technisches Wissen über die Galliumproduktion aus der Rohstoffquelle Bauxit erforderlich.

Der Aluminiumbedarf wird zunehmend mittels Sekundäraluminium gewonnen und eine Abnahme der Verfügbarkeit von Gallium aus primärem Bauxit ist daher absehbar. In diesem Falle sind Forschung und Entwicklung in den Bereichen Lagerstätte, Abbau, Bergbautechnik und Metallurgie gefordert, um Lösungen zu finden. Solche Entwicklungen sind auch für andere „Gewürzmetalle“ notwendig.

Zur Identifizierung neuer Technologien, welche die Rohstoffreserven ausweiten, ist es notwendig, das Wissen über Rohstoffe zu erweitern und auszubauen. Forscher aus verschiedenen Wissenschaftsfeldern kooperieren interdisziplinär von der Lagerstätte zur Werkstofftechnik.

Die nachhaltigen Strategien für einen lang anhaltenden Bestand an Rohstoffen sind eine herausfordernde, interdisziplinäre Forschungsaufgabe. In den Bereichen Energie und Rohstoffe müssen Quellen und unkonventionelle Vorkommen sichergestellt werden. Deren Auffinden stellt ein neues Forschungsgebiet dar. Auf dem Gebiet des Bergbaus und der Entwicklung neuer Technologien zur Anreicherung von Metallen in Spurenkonzentrationen werden sowohl die Abbaufverfahren als auch die Produktionsausstattung weiterentwickelt. Metallurgie und Recycling entwickeln Technologien weiter für die selektive Entnahme und Gewinnung von Metallen sowie für die Entwicklung von innovativen Prozessänderungen, Automation und den Prozess verbessernde Flexibilität. Die Geistes-, Sozial- und Wirtschaftswissenschaften ermitteln die Möglichkeiten und Grenzen für den Bereich „Gesellschaft und Rohstoffe“. Naturwissen-

schaften und Maschinenbau schließlich stellen weitere wesentliche Kenntnisse und Möglichkeiten bereit.

Die Forschung zielt darauf ab, einen ganzheitlichen Ansatz zu liefern, der Wissenschaftler und Forscher aus den Natur-, Ingenieur- und Geisteswissenschaften verbindet und die Antworten und Lösungen miteinander verknüpft. An der RWTH Aachen arbeitet die Fakultät für Georessourcen und Materialtechnik an einem Konzept zur wissenschaftlichen Erforschung dieser zukunftsorientierten Aufgaben, um geeignete Lösungen für die nachhaltige Sicherung der industriellen Versorgung von „Gewürzmetallen“ zu finden.

Werkstofftechnik ist ein Schlüsselement für die Industrieländer und sichert die Zukunft. Neue Hochleistungsmaterialien für intelligente Produkte werden auf Grundlage neuer Modelle mit verstärktem Einsatz von „Tuningmetallen“ entworfen.

Die vorgestellte interdisziplinäre Forschung untersucht das „vorgelagerte“ Feld vom primären und sekundären Rohstoff zum Hochleistungswerkstoff unter Beachtung von Kosten, Gewinnung der Rohstoffe und ihrer Verhüttung, Recycling und Veredelung sowie Umweltschutz. Es werden methodisch

und parallel verschiedene Basisansätze im Feld der Rohstoffverfügbarkeit miteinander verbunden sowie Ressourcen- und Energieeffizienz der Prozessketten entwickelt.

Autoren:

Univ.-Prof. Dr.rer.nat. Franz Michael Meyer hat den Lehrstuhl für Mineralogie und Lagerstättenlehre inne.

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Christian Niemann-Delius ist Inhaber des Lehrstuhls für Rohgewinnung über Tage und Bohrtechnik. Univ.-Prof. Dr.-Ing. Thomas Pretz ist Inhaber des Lehrstuhls für Aufbereitung und Recycling fester Abfallstoffe.

Dr.-Ing. Elinor Rombach ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Metallurgische Prozesstechnik und Metallrecycling. Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dieter Senk leitet den Lehrstuhl für Metallurgie von Eisen und Stahl.

Anzeige



Ausschreibung für das Junge Kolleg



Stiftung
Mercator

Die Nordrhein-Westfälische Akademie der Wissenschaften und der Künste hat im Jahr 2006 ein Junges Kolleg als Förderprogramm für herausragende junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aller Fachrichtungen eingerichtet. Die Mitglieder werden mit finanzieller Unterstützung durch die Stiftung Mercator, Essen, für drei Jahre mit der Möglichkeit der Verlängerung (bis zu vier Jahren) berufen, um sie durch die Aufnahme persönlich und sichtbar auszuzeichnen, um sie in ihrer Forschungsarbeit ideell und finanziell zu fördern und um ihnen eine interdisziplinäre Plattform für die kritische Bewertung von Problemen der Bildungs- und Forschungspolitik zu bieten.

Für das Jahr 2012 ist die Aufnahme weiterer Mitglieder vorgesehen. Kandidatinnen und Kandidaten können bis zum **01.09.2011** nominiert werden oder sich bewerben. Der Auswahl Ausschuss der Akademie trifft eine Vorauswahl anhand der eingereichten Unterlagen und entscheidet nach persönlichen Vorstellungsgesprächen, die am **01.12.2011** in Düsseldorf geführt werden.

Die Mitglieder des Jungen Kollegs sollen folgende Voraussetzungen erfüllen:

- Sie sind promoviert.
- Sie zeichnen sich durch besondere wissenschaftliche Leistungen aus.
- Sie arbeiten an einer wissenschaftlichen Hochschule oder Forschungseinrichtung in Nordrhein-Westfalen.
- Sie sind bei der Aufnahme nicht älter als 36 Jahre.
- Sie haben keine unbefristete Hochschullehrerstelle (W2/W3) inne.

Arbeitsweise des Kollegs

Die Mitglieder des Kollegs verbleiben an den wissenschaftlichen Hochschulen und Forschungseinrichtungen Nordrhein-Westfalens. Sie treffen sich regelmäßig zu gemeinsamen Veranstaltungen in der Akademie. Im Einzelnen geht es um:

- aktive Mitarbeit in dem ein- bis zweimal jährlich stattfindenden kolleginternen Forschungsforum Junges Kolleg.
- aktive Mitarbeit in einem kolleginternen Arbeitskreis des Jungen Kollegs zu wissenschafts- und gesellschaftspolitischen Problemen.
- aktive Teilnahme an einem jährlich stattfindenden öffentlichen Symposium „Forschungstag der Akademie“, ggf. mit Vortrag aus der aktuellen Forschungsarbeit.

Finanzielle Förderung:

- Die Mitglieder des Jungen Kollegs erhalten ein Forschungsstipendium in Höhe von 10.000 Euro pro Jahr für persönliche Forschungszwecke und zur Deckung der Kosten von Reisen zu Veranstaltungen des Jungen Kollegs und der Akademie.
- Auf Antrag können Zuschüsse zu Forschungsaufenthalten an wissenschaftlichen Einrichtungen im Ausland gewährt werden.

Nominierungen / Bewerbungen

Geeignete Kandidatinnen und Kandidaten werden in der Regel durch die Leitungen wissenschaftlicher Hochschulen, wissenschaftlicher Forschungseinrichtungen in Nordrhein-Westfalen, insbesondere der Max-Planck-Institute, der Helmholtz-Forschungszentren und der Leibniz-Einrichtungen vorgeschlagen. Auch Selbstbewerbungen sind möglich.

Die Bewerbung ist unter Beifügung folgender Unterlagen unter dem Stichwort „Junges Kolleg“ bei der Nordrhein-Westfälischen Akademie der Wissenschaften und der Künste, Palmenstraße 16, 40217 Düsseldorf sowohl in Papierform wie digital einzureichen:

1. Bezeichnung des engeren Forschungsgebietes des Kandidaten / der Kandidatin
2. Zwei Fachgutachten, nach Möglichkeit von verschiedenen Hochschulen
3. Lebenslauf (incl. Adresse, Telefonnummer, E-Mail-Adresse der Kandidaten)
4. Schriftenverzeichnis
5. Bis zu drei Publikationen im PDF-Format (nur auf CD)

Bewerbungsschluss: 01.09.2011

Weitere Informationen zum Jungen Kolleg finden Sie unter www.awk.nrw.de.