

Research project launched for the recovery of strategic materials from waste electrical and electronic equipment

- ▶ To promote the recovery of strategic materials from waste electrical and electronic equipment in Germany, a new research project is currently being launched. Background to this project is the globally rising demand for raw materials. Humankind is consuming ever more natural resources, faster than these can be naturally regenerated. According to the German efficiency programme, in 2009 over 68 billion tonnes of raw materials were used worldwide, roughly doubling the consumption of raw materials compared to that in the late 1970s [1].

Forschungsprojekt zur Gewinnung strategischer Stoffe aus Elektro(nik)altgeräten gestartet

- ▶ Um die Gewinnung von strategischen Stoffen aus Elektro(nik)altgeräten in Deutschland zu fördern, startet derzeit ein neues Forschungsprojekt. Hintergrund des Projektes ist der weltweit steigende Rohstoffbedarf. Die Menschheit verbraucht immer mehr natürliche Ressourcen und das schneller als diese natürlich regeneriert werden können. Laut dem deutschen Ressourceneffizienzprogramm wurden weltweit 2009 über 68 Milliarden Tonnen an Rohstoffen eingesetzt, womit sich der Rohstoffeinsatz im Vergleich zum Ende der 1970er Jahre etwa verdoppelt habe [1].

Author/Autor

Dr.-Ing. Ralf Brüning, stellvertretender Leiter des Instituts für Kreislaufwirtschaft und Umwelttechnik (IfKU) des VWL e.V, Dortmund, und Geschäftsführer Dr. Brüning Engineering UG, Brake

Worldwide, an increasing demand for ferrous and non-ferrous metals and the resources necessary to make them is expected. The demand of the large emerging industrial countries is set to rise enormously in the course of their industrialization, while no decrease in consumption can be expected in the industrialized countries. The extraction of primary raw materials today is therefore influenced by a growing demand, finite resources, increasingly difficult extraction conditions and a significantly higher energy input compared to the recovery of waste-derived resources.

Besides mass-produced metals, scientific studies and economic strategies for resource management are focussing increasingly on strategic materials. The strategic materials include elements that according to various criticality criteria are of high economic and ecological relevance for European industry and European products (e.g. photovoltaics, medical

Weltweit wird mittel- und langfristig mit einer steigenden Nachfrage nach Eisen- und Nichteisenmetallen und den zu ihrer Herstellung benötigten Rohstoffen gerechnet. Der Bedarf der großen Schwellenländer dürfte im Zuge ihrer Industrialisierung massiv steigen, während in den Industrieländern nicht mit einem sinkenden Verbrauch zu rechnen ist. Die Primärrohstoffgewinnung ist heute also geprägt von steigender Nachfrage, endlichen Ressourcen, immer schwierigeren Abbaubedingungen und einem bedeutend höheren Energieeinsatz im Vergleich zur Sekundärrohstoffgewinnung.

Neben den Massenmetallen stehen auch die strategischen Stoffe zunehmend im Fokus von wissenschaftlichen Untersuchungen und (volks)wirtschaftlichen Strategien des Ressourcenmanagements. Zu den strategischen Stoffen zählen heute Elemente, die nach verschiedenen Kritikalitätskriterien eine hohe



1
Recycling of WEEE
Recycling aus Elektro(nik)geräten

engineering, batteries for hybrid technology, etc.). In 2013 the European Union commissioned a study on the criticality of 54 raw materials. The materials were assessed according to their economic significance for European industry and the supply risk that exists for each element. In the study, the supply situation of 20 materials is classed as critical [2]. Compared to the last study in 2010 [3], the following six elements have been included: borates, chromium, coking coal, magnesite, phosphate rock and silicon. Also classed as critical are antimony, beryllium, fluorspar, gallium, germanium, graphite, indium, cobalt, magnesium, niobium, metals in the platinum group, heavy rare earths, light rare earths and tungsten. For these strategic materials too, an increasing global demand and consequently rising prices can be expected. Important is that the deposits are not uniformly distributed geographically. This can result in shortages on account of natural conditions or monopolies. In future the finite raw materials reserves have to be used more efficiently and production, e.g. of electrical and electronic equipment too, must become more independent of primary raw materials. One approach to this is recycling, that is the reuse of materials already used in production and recovered from waste products. A prerequisite for achieving this goal is that any waste equipment is firstly collected as completely as possible in the official waste streams. Furthermore, appropriate process engineering methods must be available to recover materials from waste products in such a quality as to allow them to be reused in the production process. With regard to the strategic materials, the German

ökonomische und ökologische Relevanz für die europäische Industrie und europäische Produkte haben (z.B. Photovoltaik, Medizintechnik, Batterien für Hybrid-Technologie etc.). Die Europäische Union ließ 2013 eine Studie zur Kritikalität von 54 Rohstoffen durchführen. Die Stoffe wurden bewertet nach ihrer wirtschaftlichen Bedeutung

In 2013 the European Union commissioned a study on the criticality of 54 raw materials

für die europäische Wirtschaft und nach dem Versorgungsrisiko, das für jedes Element besteht. In der Studie wird die Versorgungslage von 20 Stoffen als kritisch eingestuft [2]. Im Vergleich zur letzten Untersuchung in 2010 [3] wurden folgende sechs Elemente neu aufgenommen: Borate, Chrom, Koks Kohle, Magnesit, Phosphatgestein und Silizium. Weiterhin als kritisch eingestuft werden Antimon, Beryllium, Fluorapat, Gallium, Germanium, Graphit, Indium, Kobalt, Magnesium, Niob, Metalle der Platingruppe, schwere seltene Erden, leichte seltene Erden und Wolfram. Auch für diese strategischen Stoffe ist mit steigender weltweiter Nachfrage und damit steigenden Preisen zu rechnen. Wichtig dabei ist, dass die Vorkommen nicht gleichmäßig geographisch verteilt sind. So kann es zu Verknappungen aufgrund natürlicher Gegebenheiten oder aufgrund von Monopolstellungen kommen. Zukünftig müssen die endlichen Rohstoffreserven effizienter genutzt werden und die Produktion, z.B.

government is currently studying the possibilities of more selective collection of relevant products that contain recoverables [1].

In this context, recycling from electrical and electronic equipment containing strategic materials plays an important role. Efficient recycling of strategic elements from waste electrical and electronic equipment is attributed considerable economic importance with regard to the reliable supply of the European industry. According to the European Commission, around nine million tonnes of waste electrical and electronic equipment are produced. By 2020 this figure is set to rise to around 12.3 million tonnes [4]. The recoverables from waste electrical and electronic equipment must be made available to the economic cycle after the end of the equipment's lifetime. At the same time it is necessary to ensure that the necessary and useful but otherwise harmful materials in the equipment are not released into the environment.

Whereas high recycling rates are achieved from waste electrical and electronic waste in the recycling of the iron metals and the individual non-ferrous metals (e.g. copper, aluminium), research on strategic materials is still at the beginning. At present, strategic metals are generally lost at the end of the product lifetime: rare earth metals and most semi-conductors are – if at all – recovered to a very limited extent from used products [4,5]. Waste electrical and electronic equipment consists of a large number of different materials used in relatively low quantities. Moreover, these are characterized by an increasingly close composite structure. As a result, they present the recycling industry with special challenges. With mounting price pressure on the raw materials markets, new possibilities for economic recycling and the successful commercialization of materials derived from waste electrical and electronic equipment will become established.

At present, work is still underway on the recovery of strategic materials in the recycling process, recycling rates still have scope for increase [5]. In the research there are two feasible approaches. It is either possible to recover strategic elements in a metallurgi-



auch von Elektro(nik)geräten, muss unabhängiger von Primärrohstoffen werden. Ein Ansatz dazu ist die Kreislaufwirtschaft, also der Wiedereinsatz von bereits einmal in der Produktion eingesetzten Stoffen aus Altprodukten. Voraussetzung dafür ist einmal, dass anfallende Altgeräte möglichst vollständig in den Abfallströmen erfasst werden. Weiterhin müssen geeignete Prozesstechniken vorhanden sein, um Stoffe in einer Qualität aus Altprodukten wiedergewinnen zu können, dass sie erneut im Produktionsprozess einsetzbar sind. Bzgl. der strategischen Stoffe untersucht aktuell die Bundesregierung die Möglichkeiten einer gezielteren Erfassung der relevanten wertstoffhaltigen Produkte [1].

Das Recycling aus Elektro(nik)geräten, in denen strategische Stoffe enthalten sind, spielt dabei eine wichtige Rolle. Dem effizienten Recycling strategischer Elemente aus Elektro(nik)altgeräten kommt dabei eine große volkswirtschaftliche Bedeutung bei der zuverlässigen Versorgung der europäischen Wirtschaft zu. Laut Europäischer Kommission fallen europaweit rund 9 Millionen Tonnen Elektro(nik)altgeräte pro Jahr an. Bis 2020 soll sich diese Zahl auf rund 12,3 Millionen Tonnen erhöhen [4]. Die Wertstoffe aus den Elektro(nik)altgeräten sind nach dem Ende des Gebrauchs dem Wirtschaftskreislauf wieder verfügbar zu machen. Gleichzeitig muss dafür gesorgt werden, dass die in den Geräten notwendigen und nützlichen, sonst aber schädlichen Stoffe nicht freigesetzt werden.

Während beim Recycling der Eisenmetalle und einzelnen Nichteisenmetallen (z.B. Kupfer, Aluminium) aus Elektro(nik)altgeräten hohe Recyclingquoten erreicht werden, steht die Forschung zum Thema strategische Stoffe noch am Anfang. Strategische Metalle gehen am Produktlebensende derzeit i.d.R. verloren: Seltenerdmetalle und die meisten Halbleiter werden – wenn überhaupt – nur zu einem sehr geringen Anteil aus gebrauchten Produkten zurückgewonnen [4,5]. Elektro(nik)altgeräte bestehen aus einer Vielzahl verschiedener Stoffe, die in

The economic and technical recovery of magnets will be studied

cal process, or to separate components that contain economically strategic materials into fractions in a dismantling process and then to feed them to a dedicated recycling process. To achieve the required qualities and cost efficiency for such processes, a relatively high depth of dismantling and therefore separation are a crucial prerequisite.

The new research project aims to make a crucial contribution in this regard and starts with an investigation of the possibilities of selective removal of the components with strategic materials. A big problem in this regard is shown in a study by the North Rhine



3 Output fraction of DVD drives

Outputfraktion DVD-Laufwerke

Westphalia State Agency for Nature, Environment and Consumer Protection, which has come to the conclusion that at present large losses of strategic materials are caused by common collection and treatment systems and are already incurred in the first stages of the recycling chain. In an analysis of notebooks, for example, for neodymium, tantalum, praseodymium, dysprosium and platinum, a loss of almost 100 % of the materials during pre-treatment is assumed [7]. With value-creating collection of equipment and early-stage separation of components with strategic materials, one avenue is explored to reduce such losses in future.

In the new research project, therefore, the economic and technical possibilities of the recovery of magnets from waste electrical and electronic equipment will be studied and, where possible, advanced. Powerful magnets can be found, for example, in loud speakers, hard drives, disk, CD and DVD drives. They could be collected and separated in waste collection. **Fig. 2** shows an example of how, e.g. speakers and PCs are

relativ geringen Mengen eingesetzt worden sind. Darüber hinaus sind diese durch eine immer engere Verbundbauweise gekennzeichnet. Dadurch stellen sie die Recyclingindustrie vor besondere Herausforderungen. Mit steigendem Preisdruck auf den Rohstoffmärkten, werden sich neue Möglichkeiten für ein wirtschaftliches Recycling und die erfolgreiche Vermarktung von strategischen Stoffen aus Elektro(nik)altgeräten etablieren.

Aktuell wird noch an der Wiedergewinnung von strategischen Stoffen im Recyclingprozess gearbeitet, Recyclingquoten sind noch steigerungsfähig [5]. In der Forschung gibt es zwei denkbare Ansätze. Es ist entweder möglich, eine Wiedergewinnung von strategischen Elementen im Verhüttungsprozess anzustreben, oder Bauteile, die wirtschaftsstrategische Stoffe enthalten, im Demontageprozess aus Elektro(nik)altgeräten zu fraktionieren und diese dann einem entsprechendem Recyclingprozess zuzuführen. Um die geforderten Qualitäten und eine

identified in a collection by a public waste management authority. **Figs. 3 and 4** show the output fractions of a recycling operation. The DVD drives and hard drives have been removed from PCs.

In the course of the research project, an analysis will be made of what quantities of what equipment types are actually produced. Based on this, equipment types for further analysis of the dismantling process will be selected. Their dismantling process will be subject to technical and economic testing and optimization. The focus of the research project is the question how the dismantling process for the target equipment types can be designed economically, for example, by increased standardization or semi-automation approaches.

The research project ReNeo is set to run two years. The following companies participate in the research project:

Institut für Kreislaufwirtschaft und Umwelttechnik (IfKU) des VVL e. V., Dortmund

For many years, the Institut für Kreislaufwirtschaft und Umwelttechnik (Institute for Recycling Economy and Environmental Engineering) has been involved in the holistic development of waste management solutions. Focuses of its activities include the optimization of commercial or municipal waste disposal concepts, the development of recycling and usage concepts and the planning and realization of recycling strategies and techniques.

AfB gemeinnützige GmbH, Essen

AfB was founded in 2004 by private individuals with a social focus and personal dedication and is active in the remarketing of PCs, notebooks, etc. Half of the employees are people with handicaps who are able to pursue qualified employment. In the meantime the work integration social enterprise has more than 160 employees at over ten sites in Europe. More than 200 000 used items of equipment are processed per year.

If specialist knowledge is required, the project partners can rely on the consulting expertise of the enterprises Dr. Brüning Engineering UG and

Wirtschaftlichkeit solcher Prozesse zu erreichen, ist eine relativ hohe Zerlegetiefe und somit Separierung eine entscheidende Vorbedingung.

Das neue Forschungsprojekt soll dazu einen entscheidenden Beitrag leisten und setzt bei der Untersuchung der Möglichkeiten eines gezielten Ausbaus der Bauteile mit strategischen Materialien an. Ein großes Problem in diesem Zusammenhang zeigt eine Untersuchung des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen auf, die zu dem Schluss kommt, dass aktuell große Verluste an strategischen Materialien durch gängige Sammel- und Behandlungssysteme bedingt sind und bereits in den ersten Stufen der Recyclingkette passieren. Bei der Betrachtung von Notebooks wird beispielsweise bei Neodym, Tantal, Praseodym, Dysprosium und Platin von einem Verlust von fast 100 % des Materials während der Vorbehandlung ausgegangen [7]. Durch eine wertschöpfende Erfassung von Geräten und einer frühzeitigen Separierung der Bauteile mit strategischen Materialien, soll ein Weg beschritten werden, solche Verluste zukünftig zu verringern.

In dem neuen Forschungsprojekt sollen daher die wirtschaftlichen und technischen Möglichkeiten der Gewinnung von Magneten aus Elektro(nik)altgeräten betrachtet und wenn möglich vorangebracht werden. Leistungsstarke Magnete sind beispielsweise in Lautsprechern, Festplatten, Disketten- und CD- und DVD-Laufwerken verbaut. Sie könnten während des Recyclingprozesses aus Altgeräten, die in der Abfallsammlung erfasst werden, separiert werden. In **Bild 2** wird ein Beispiel gezeigt, wie z.B. Lautsprecher und PCs durch die Sammlung eines öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträgers erfasst werden.

In den **Bildern 3 und 4** sind Outputfraktionen eines Recyclingbetriebs zu sehen. Die DVD-Laufwerke und Festplatten wurden aus PCs demontiert.

Im Laufe des Forschungsprojekts soll analysiert werden, welche Mengen welcher Gerätetypen dieser Elektro(nik)altgeräte aktuell anfallen. Darauf aufbauend sollen Gerätetypen für eine weitergehende Betrachtung des Demontageprozesses ausgewählt werden. Deren Demontageprozesse sollen einer technischen und wirtschaftlichen Untersuchung und Optimierung unterzogen werden. Forschungsbedarf besteht schwerpunktmäßig bei der Frage, wie dieser Prozess z.B. durch Standardisierung oder Ansätze zur Teilautomatisierung wirtschaftlich gestaltet werden kann.

Die Laufzeit des Forschungsprojektes ReNeo beträgt zwei Jahre. Die am Projekt beteiligten Unternehmen sind:

Institut für Kreislaufwirtschaft und Umwelttechnik (IfKU) des VVL e. V., Dortmund

Seit vielen Jahren beschäftigt sich das Institut für Kreislaufwirtschaft und Umwelttechnik mit der ganzheitlichen Entwicklung entsorgungslogistischer Lösungen. Zu den Tätigkeitsschwerpunkten zählen die Optimierung betrieblicher oder kommunaler Entsorgungskonzepte, die Erarbeitung von

2 ▼
Waste electrical and electronic equipment relevant for collection

Erfassung relevanter Elektro(nik)altgeräte



Ebelt Beratung UG during the research project. Dr. Brüning Engineering is an independent consulting and planning service provider. The focus of the company's activities is the initiation, planning and realization of national and international industrial and research projects in waste management (especially in waste electrical and electronic equipment). Focus areas include the organization, legal and technical conception and realization of the return logistics, dismantling, reuse, recycling and disposal as well as the production of new equipment in line with recycling. Ebelt Beratung has provided consulting services centering on sustainable IT and sustainable company concepts for 25 years now. It combines business consulting concerning the optimization of operations and strategic considerations on company concepts. A key focus of the consulting service are business areas which have an impact on the environment.

Note

The project is funded in the scope of the support programme "Central Innovation Programme Mittelstand (ZIM)" arranged by the AiF Projekt GmbH through the Germany's Federal Ministry for Economic Affairs and Energy pursuant to a resolution made by the German parliament.

Literature/Literatur:

- [1] Deutsches Ressourceneffizienzprogramm (ProgRess) 2012 http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/progress_dt_bf.pdf
- [2] European Commission (2014) Report on Critical Raw Materials for the EU: Report of the Ad-Hoc Working Group on defining critical materials – May 2014 (Review) http://ec.europa.eu/enterprise/policies/raw-materials/files/docs/crm-report-on-critical-raw-materials_en.pdf
- [3] European Commission (2010) Critical Raw Materials for the EU. Report of the Ad-Hoc Working Group on defining critical materials. http://ec.europa.eu/enterprise/policies/raw-materials/critical/index_en.htm
- [4] Europäische Kommission, Orsolya Csorba http://www.ies.be/files/repo/EPF_WEEE_review_presentation.pdf
- [5] Graedel TE, Allwood J, Birat J-P, Reck BK, Sibley SF, Sonnemann G, Buchert M, Hagelüken C (2011) Recycling Rates of Metals – A Status Report. Report of the Working Group on the Global Metal Flows to the International Resource Panel. United Nations Environment Programme. http://www.unep.org/resourcepanel/Portals/24102/PDFs/Metals_Recycling_Rates_110412-1.pdf
- [6] USGS (2014). Mineral Commodity Summaries 2014. Reston, Virginia, USA. <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2014/mcs2014.pdf>
- [7] LANUV (2012). Recycling kritischer Rohstoffe aus Elektronik-Altgeräten. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Recklinghausen, Germany, Fachbericht vol. 38 <http://www.lanuv.nrw.de/veroeffentlichungen/fachberichte/fabe38/fabe38.pdf>



◀ 4
Output fraction of hard drives

Outputfraktion
Festplatten

Verwertungs- und Verwendungskonzepten und die Planung und Realisierung von Recyclingstrategien und -techniken.

AfB gemeinnützige GmbH, Essen

Die AfB wurde 2004 von Privatpersonen mit sozialem Fokus und persönlichem Engagement gegründet und ist im IT-Remarketing von PCs, Notebooks etc. tätig. Ein Großteil der Mitarbeiter sind Menschen mit Behinderungen, die durch das gelebte Konzept einer hochwertigen Beschäftigung nachgehen können. Mittlerweile hat das Integrationsunternehmen mehr als 190 Mitarbeiter an über 11 Standorten in Europa. Pro Jahr werden mehr als 200 000 Gebrauchtgeräte bearbeitet und – sofern ein entsprechender Marktwert vorhanden ist – zum Wiederverkauf aufgearbeitet.

Für spezielle Expertenfragen zum Forschungsvorhaben, die ein fundiertes Fachwissen voraussetzen, kann im Rahmen des Projektes auf eine beratende Unterstützung durch die beiden Firmen Dr. Brüning Engineering UG und Ebelt Beratung UG zurückgegriffen werden. Dr. Brüning Engineering ist ein beratendes Dienstleistungsunternehmen mit den Schwerpunkten Planung und Durchführung nationaler und internationaler Industrie- und Forschungsprojekte im Bereich der Entsorgung (insbesondere von Elektro(nik)altgeräten) und die Realisierung der Rückführung, Demontage, Wiederverwendung, Verwertung und Beseitigung von Geräten. Ebelt Beratung bietet seit 25 Jahren Beratung zu den Themen nachhaltige IT- und Unternehmensberatung. Damit verbunden werden kaufmännische Unternehmenskonzeptionen, bei denen es um die Optimierung des laufenden Betriebes und um strategische Überlegungen im Unternehmen geht. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf ökologischen und umweltrelevanten Prozessen in Unternehmen.

Hinweis

Das Projekt wird im Rahmen des Förderprogramms „Zentrale Innovation Mittelstand (ZIM)“ über die AiF Projekt GmbH durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.