



PROJEKT E-RECMET

Die Nachfrage nach Metallen steigt stetig an, während gleichzeitig die Metallgehalte in den Erzen sinken. Dies führt nicht nur zu einer starken Belastung der Umwelt, sondern auch zu massiven Preissteigerungen. Damit wird, als Alternative zum Bergbau, das Metallrecycling auch wirtschaftlich attraktiv. Viele Metalle werden bereits erfolgreich recycelt, andere jedoch fast gar nicht. Dies betrifft insbesondere die Metalle der «Seltene Erden».

Das Rücknahmesystem «Swico Recycling» für ausgediente Elektronikgeräte verarbeitet in der Schweiz rund 60'000 t/a Elektronikabfälle und bereitet diese für die Endverarbeitung und Rückgewinnung von Metallen auf.

Die Verarbeitung der so produzierten Metallkonzentrate in ausländischen Schmelzwerken ermöglicht die Rückgewinnung der wichtigsten Basis- und Edelmetalle. Seltene Erden werden jedoch kaum zurückgewonnen und gehen folglich als künftige sekundäre Rohstoffquelle verloren. Mit dem Projekt E-Recmet soll untersucht werden, welche technischen und organisatorischen Anpassungen im Recyclingsystem von Swico notwendig wären, um auch Seltene Erden zurückzugewinnen zu können.

Unter Federführung durch die EMPA nehmen folgende Partner an dem vom BAFU unterstützten Projekt teil: SWICO, UMTEC, Ernst Basler & Partner, die Fachhochschule Bern sowie diverse Recycler.



Recycling von Neodym aus Elektronikschrott

Hintergrund und Projektziel

Viele Basis- und Edelmetalle wie Aluminium, Kupfer oder Gold werden heute grosstechnisch recyclet und gewinnbringend einer neuen Nutzung zugeführt. Dagegen gehen viele Seltene Erden Metalle (SE), wie Neodym (Nd), verloren. Die Gründe liegen vor allem in der geringen Menge je Gewichtseinheit Elektronikschrott, in der komplexen Struktur der Abfälle, in der dissipativen Verteilung der SE in diesen Abfällen, in den thermodynamischen und metallurgischen Grenzen der Rückgewinnung, sowie vor allem auch in den fehlenden ökonomischen Anreizen. Im Rahmen des Projekts E-Recmet sollen die erforderlichen logistischen und technischen Anpassungen am heutigen SWICO-Entsorgungssystem identifiziert werden, um auch die Rückgewinnung von SE zu ermöglichen. Hierbei wird zunächst auf die Rückgewinnung von Neodym aus Hard-Disks (HDs) und Lautsprechern fokussiert.

Neodym-Magnete und ihre Eigenschaften

Neodym-Magnete bestehen aus einem Eisen-Neodym-Bor Werkstoff, welcher sehr gute magnetische Eigenschaften aufweist. Die Feldstärken von Neodym-Magneten betragen an deren Oberfläche rund 1 Tesla. Die Magnete sind mit einer Nickelbeschichtung versehen, welche als Schutz gegen mechanische Beschädigung und Oxidation dient. In HDs erfüllen Nd-Magnete Schreib-, Lese- und Speicherfunktionen.

Bei der mechanischen Aufbereitung von Elektronikschrott stellt sich das Problem, dass bei der für den Aufschluss erforderlichen Zerkleinerung die Nd-Magnete zersplittern. Diese Splitter haften dann an Eisenteilen an, vor allem an den Bauteilen des Shredders selbst, und gehen so verloren. Für eine Rückgewinnung mittels mechanischer Aufbereitung wäre es erforderlich, die Nd-Magnete zunächst zu entmagnetisieren. Die einfachste Technik um grössere Mengen an Neodym-Magneten zu entmagnetisieren ist die Erhitzung über den Curie-Punkt. Die dafür erforderliche Temperatur beträgt, gemäss Literatur und eigenen Laborversuchen, rund 300°C.



Abb. 1: Die linke Abbildung zeigt eine aufgeschraubte Hard Disk und die aus Neodym-Magneten bestehende Halterung des Schreibfingers. In der rechten Abbildung sind Neodym-Magnete ohne (oben) und mit Halterung (unten) dargestellt.

Das mechanische Rückgewinnungsverfahren

Um den Einfluss einer Entmagnetisierung der Nd-Magnete zu prüfen, wurden zwei Versuchsversuche durchgeführt:

1. Nullversuch: Shreddern von HDs mit Magneten. Während dieses Versuchs wurden 10 HDs unbearbeitet geshreddert und der Verbleib des Neodyms ermittelt.

2. Wirkversuch: Shreddern von HDs mit entmagnetisierten Magneten. Um bei der thermischen Entmagnetisierung eine Geruchs- und Rauchentwicklung im Labor zu vermeiden, wurde die Aufbereitung von 15 HDs mit entmagnetisierten Nd-Magneten durch folgende Arbeitsschritte simuliert:

- Aufschrauben der HDs und Ausbau der Nd-Magnete
- Entmagnetisieren der Nd-Magnete im Muffelofen durch Erhitzung auf 300°C
- Einbau der entmagnetisierten Nd-Magnete in die HDs
- Anschliessend wurden die 15 HDs inkl. der entmagnetisierten Magnete geshreddert.

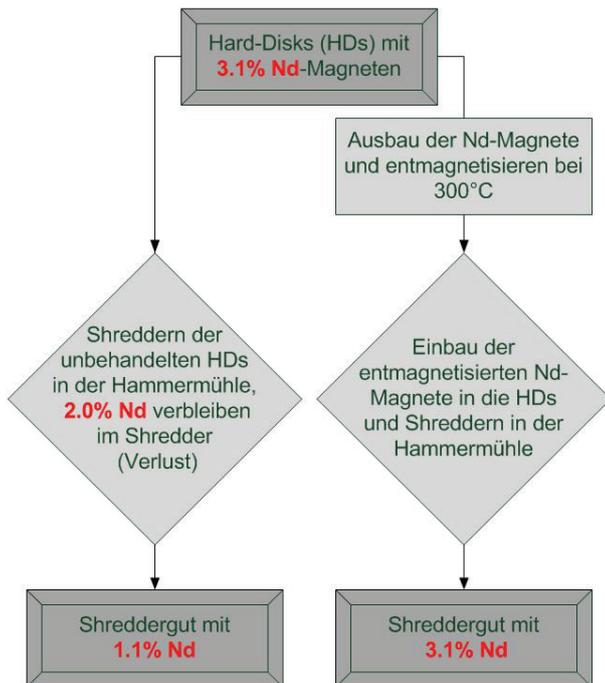


Abb. 2: Verfahrensschema der beiden Versuche: Shreddern von HDs mit Nd-Magneten (links) und mit entmagnetisierten Nd-Magneten (rechts). Der Massenanteil an Nd in den HDs beträgt insgesamt rund 3%. Diese gehen praktisch vollständig ins Shreddergut über, sofern die Magnete vorgängig entmagnetisiert wurden. Ohne vorgängige Entmagnetisierung verbleiben rund 2/3 des Neodyms im Shredder.

Die beiden Versuche haben ergeben, dass die HDs vor dem Shreddern entmagnetisiert werden müssen, um den Verlust von rund 2/3 des Neodyms durch Anhaftung an den eisenhaltigen Teilen des Shredders zu vermeiden.

Das Shredderprodukt mit den entmagnetisierten Nd-Magneten wurde anschliessend auf folgende Fraktionen abgeseibt: >16 mm, 8-16 mm, 4-8 mm, 2-4 mm, 1-2 mm, 0.5-1 mm, 0.25-0.5 mm und 0-0.25 mm. Anschliessend wurde jede Korngrössenfraktion mittels sequenzieller Magnetscheidung bei ansteigender Feldstärke in eine unmagnetische, eine schwachmagnetische und eine starkmagnetische Fraktion aufgetrennt. Die starkmagnetische Fraktion wurde mit einem schwachen Magneten bei einer Flussdichte von $B = 0.116$ Tesla (Feldstärke $H = 92\,310$ A/m) gewonnen. Die schwach magnetische Fraktion wurde mit einem starken Magneten bei der Flussdichte $B = 0.37$ Tesla (Feldstärke $H = 294\,437$ A/m) separiert.

Das Ergebnis

Praktisch das gesamte Neodym reichte sich bei unseren Versuchen im stark magnetischen Gut der Korngrössenfraktionen 1-4 mm an.

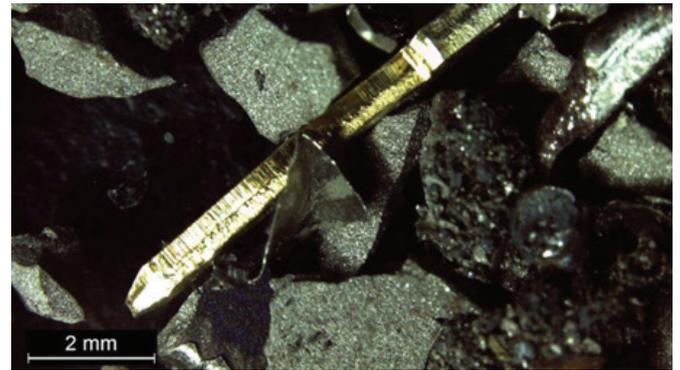


Abb. 3: Stark magnetische Fraktion des Shredderguts, 1-2mm. Die grauen Brocken sind die Fragmente der Nd-Magnete.

Eine weitere, äusserst interessante Fraktion ist die schwach magnetische Fraktion 1-2 mm. In dieser finden sich viele vergoldete Edelstahlkontakte, mit welchen z.B. Prozessoren auf den Leiterplatten befestigt sind.



Abb. 4: Schwach magnetische Fraktion des Shredderguts, 1-2mm.

In einem nächsten Schritt werden die im Labor gewonnenen Erkenntnisse im Technikumsmassstab verifiziert. Der Fokus liegt hierbei auf einer Entmagnetisierung der Nd-Magnete durch Heissdampf, der aus dem Kessel einer Kehrlichtverbrennungsanlage ausgekoppelt wird.

Kontakt

Prof. Dr. Rainer Bunge, Tel. +41 (0)55 222 48 62

HSR Hochschule für Technik Rapperswil ■ Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik UMTEC ■ Oberseestrasse 10 ■ CH-8640 Rapperswil