

Integrierte Wasser- und Wertstoffrückgewinnung beim Upcycling von Magneten in der EU

Dr. Sebastian Hippmann, Dr. Sandra Pavón, Dipl.-Ing. (FH) Anja Gerbeth, M.Sc. Hawi Lemma Challa, M.Sc. Nicole Lima

Mit der Zunahme von Elektrofahrzeugen, Windkraftanlagen und energieeffizienten Geräten steigt auch der Bedarf an Neodym-Eisen-Bor-Magneten (NdFeB). Die steigende Nachfrage sowie die weltweite Ungleichverteilung der Produktion Seltener Erden (> 90 % kommen aus China) führen zu Bedenken hinsichtlich der langfristigen Versorgungssicherheit für die europäische Industrie. Dringend notwendig sind daher nachhaltige Strategien zur Beschaffung seltener Erden, die mit den Prinzipien der Kreislaufwirtschaft und den Zielen der EU für ein emissionsarmes industrielles Ökosystem übereinstimmen. Das Recycling von NdFeB-Magneten kann Versorgungsrisiken verringern und senkt die Umweltbelastung im Vergleich zur Primärproduktion deutlich.

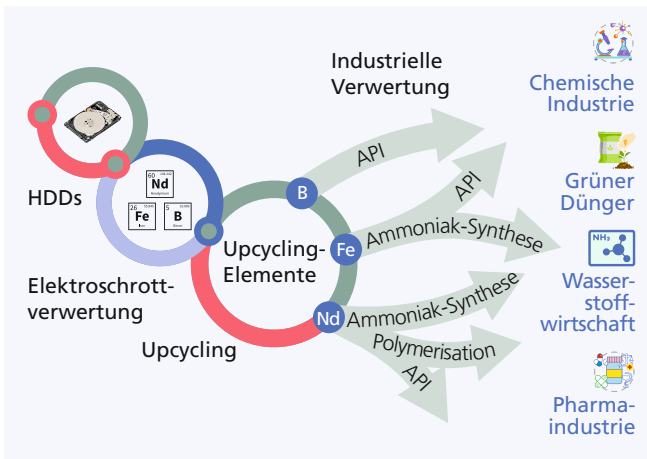


Abb. 1: Teilschritte im NEO-Cycle-Projekt (NEO-Cycle).

Im Rahmen des europäischen Projekts »NEO-Cycle« werden die Rohstoffe ausgedienter NdFeB-Magneten durch innovative Verfahren so aufbereitet, dass diese in höherwertigen Anwendungen wie der Herstellung pharmazeutischer Produkte eingesetzt werden können (Abb. 1). Es findet somit ein Upcycling der Bestandteile statt. Dies trägt zur Schließung von Materialkreisläufen und zur Sicherung der Rohstoffbasis in Europa bei.

In einem ersten Schritt erfolgt beim Projektpartner TU Bergakademie Freiberg die Feststoffchlorierung des Magnetpulvers, bei der statt herkömmlicher Salzsäure in einem thermischen Prozess Ammoniumchlorid zugesetzt wird. Dabei werden die Metalle direkt in die Chloridform überführt (geringerer Chemikalienverbrauch) sowie hochreine Ammoniaklösung hergestellt.

Das Fraunhofer IKTS setzt im Projekt »NEO-Cycle« seine langjährige Expertise in der Metallseparation und Prozesswasseraufbereitung ein, um im zweiten Schritt aus den vorbehandelten Materialien wertvolle Komponenten in hoher Reinheit zurückzugewinnen (Tab.1, Abb. 2) sowie anfallende Prozesslösungen aufzubereiten. Hierbei kommen sowohl etablierte Verfahren wie Metallextraktion mit organischen Säuren, selektive Fällung, Kristallisation und Lösemittelextraktion als auch innovative Membranverfahren (u. a. Diffusionsdialyse, Elektrodialyse) und membranunterstützte Extraktionsmethoden (u. a. Umkehrosmose) zum Einsatz.

Tab. 1: Recyclingprodukte des Fraunhofer IKTS im Projekt

Element	Rückgewinnung	Verbindung/ (Reinheit)
Nd	> 99 %	Nd-oxalat, Nd-Oxid (> 95 %)
Fe	> 99 %	Fe-hydroxid
B	> 60 %	H ₃ BO ₃

Ein entscheidender Aspekt des NEO-Cycle-Projekts ist die Kombination verschiedener Technologien, um ein Zero-Waste-Konzept zu realisieren. Dabei werden diese Verfahren durch das Fraunhofer IKTS nach erfolgreicher Erprobung im Labor ab Beginn 2026 in den Pilotanlagenmaßstab (Abb. 3) überführt. Durch die entwickelten Verfahren wird der Reagenzienverbrauch minimiert und der Frischwasserbedarf für den Prozess reduziert, ohne die Produktqualität zu beeinträchtigen. Ziel des Projekts ist es, ein ökonomisch wie auch ökologisch tragfähiges Upcycling für EoL-Magnete zu realisieren.



Abb. 2: Zurückgewonnenes Nd-oxalat mit 95 %-Reinheit.



Abb. 3: Pilotanlage Elektrodialyse zur Metall-Aufreinigung (160 l).



Funded by the European Union

GA: 101138058