

# FORSCHUNG KOMPAKT

FORSCHUNG KOMPAKT

1. Juli 2022 || Seite 1 | 4

Nachhaltigere E-Mobilität

## Magnetrecycling lohnt sich

**Magnete sind wertvolle Bauteile. Obwohl in den vergangenen Jahren funktionierende Magnetrecyclingmethoden entwickelt wurden, finden diese in der Praxis bisher keine Anwendung und Magnete werden weiterhin im Stahlschrott eingeschmolzen. Forschende der Fraunhofer-Einrichtung für Wertstoffkreisläufe und Ressourcenstrategie IWKS liefern gute Argumente, wieso sich dies in Zukunft ändern sollte: In ihrem Projekt »FUNMAG« zeigen sie, dass der Einsatz von recycelten Magneten in Bereich der E-Mobilität ohne Leistungseinbußen in der Motorleistung möglich ist und es sich lohnt, eine Wertschöpfungskette für großflächiges Magnetrecycling aufzubauen.**

Die Welt setzt auf Elektromobilität. Die Branche wächst kontinuierlich und ist im Zuge der Energiewende auch politisch von großer Bedeutung. So plant beispielsweise die Bundesregierung, dass in Deutschland bis 2030 sieben bis zehn Millionen Elektrofahrzeuge zugelassen sind. Damit ein Elektromotor funktioniert, darf dabei ein Bestandteil auf keinen Fall fehlen: Neodym-Eisen-Bor-Hochleistungspermanente Magnete. Sie sind die leistungsstärksten Magnete, die es derzeit auf dem Markt gibt, machen etwa die Hälfte der Motorkosten aus und enthalten, wie der Name schon verrät, unter anderem Seltene Erden wie Neodym oder Dysprosium. Der wichtigste Lieferant für Seltene Erden ist China. Dort werden über 90 Prozent des weltweiten Bedarfs abgebaut – und das unter kritischen Bedingungen. So werden während der Förderung giftige Beiprodukte freigesetzt, die bei mangelnder Vorsicht zu einer Verunreinigung des Grundwassers führen. Dies schadet Mensch und Natur.

Trotz dieser teuren und problematischen Herstellung landen Magnete am Ende ihrer Nutzungszeit in der Regel auf dem Schrottplatz und werden dort zusammen mit dem Stahlschrott eingeschmolzen. Und das, obwohl es mittlerweile Methoden zum Recycling von Magneten gibt, die erwiesenermaßen funktionieren. Diese Lücke zwischen Theorie und Praxis wollen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Fraunhofer-Einrichtung für Wertstoffkreisläufe und Ressourcenstrategie IWKS in Hanau mit ihrem Projekt »Funktionelles Magnetrecycling für eine nachhaltige E-Mobilität - FUNMAG« schließen. Gefördert von der Hessen Agentur will das Forscherteam nachweisen, dass Elektromotoren mit recycelten Altmagneten dieselbe Leistung erbringen können wie mit ihren ursprünglichen Neumagneten, und es sich daher lohnt, kommerzielles Magnetrecycling im großen Maßstab durchzuführen.

---

### Kontakt

**Roman Möhlmann** | Fraunhofer-Gesellschaft, München | Kommunikation | Telefon +49 89 1205-1333 | [presse@zv.fraunhofer.de](mailto:presse@zv.fraunhofer.de)  
**Dr. Katharina Hendrich** | Fraunhofer-Einrichtung für Wertstoffkreisläufe und Ressourcenstrategie IWKS | Telefon +49 6023 32039-862 | [katharina.hendrich@iwks.fraunhofer.de](mailto:katharina.hendrich@iwks.fraunhofer.de)  
Brentanostraße 2a | 63755 Alzenau | [www.iwks.fraunhofer.de](http://www.iwks.fraunhofer.de)

## Arbeit mit »bunten Blumensträußen«

FORSCHUNG KOMPAKT

1. Juli 2022 || Seite 2 | 4

Für die damit verbundenen Versuche habe sich das Institut unter anderem ein E-Bike, einen E-Scooter und ein Hoverboard angeschafft, erzählt Konrad Opelt, Leiter des Projekts und studierter Materialwissenschaftler: »Bei allen neuen Fahrzeugen haben wir zunächst ausführlich den Motor charakterisiert, um relevante Kennwerte zu erhalten, mit denen wir dann später die Leistung der Motoren mit den recycelten Magneten vergleichen können.«

Die Elektrofahrzeuge stellen den Rahmen des Projekts dar. Das Kernstück aber ist die Arbeit mit den Altmagneten. Diese konnten über bestehende Kontakte mit Industriepartnern im Tonnenmaßstab beschafft werden und unterscheiden sich in Leistung, Form und Beschaffenheit maßgeblich. »Uns war es enorm wichtig, den realistischen Fall abzubilden«, erklärt Opelt. »Wenn sich ein Schrotthändler dazu entschließt, die Magnete aus seinen deponierten Altmotoren zu separieren, wird das in der Regel ein bunter Blumenstrauß von unterschiedlichsten Magneten sein, deren genaue Eigenschaften niemand kennt. Unser Ziel war es daher zu zeigen, dass der Recyclingprozess auch mit undefiniertem Ausgangsmaterial, dieser Unbekannten im Prozess, umgehen kann. Und das hat vor uns noch niemand gemacht.«

## Aus Alt mach Neu

Am Fraunhofer IWKS beschäftigt man sich seit Jahren mit der Herstellung und dem Recycling von Magneten und entsprechende Räumlichkeiten und Geräte ermöglichen die Nachbildung des kompletten Herstellungsprozesses im Technikumsmaßstab. Bei der Herstellung eines neuen Magneten wird das Ausgangsmaterial zunächst bei etwa 1400 Grad geschmolzen und dann abgeschreckt, sodass metallische Flakes entstehen. Diese werden in eine Wasserstoffatmosphäre gegeben und durch das Eindringen des Wasserstoffs zerfällt das Material zu einem Granulat. Dieses wird mit einer Strahlmühle noch weiter zerkleinert und das resultierende metallische »Mehl« kann dann in Pressformen gegeben und gesintert, das heißt zum Magneten »gebacken« werden. Um einen Magneten zu recyceln, reicht es aus, den Altmagneten mit der Wasserstoffatmosphäre in Verbindung zu bringen und die nachfolgenden Prozessschritte zu durchlaufen. »Den umweltbelastenden Abbau der Rohstoffe und das energieintensive Aufschmelzen können wir so einfach überspringen«, fasst Opelt zusammen.

Im Rahmen des Recyclingprozesses können tausende Magnete gleichzeitig verarbeitet werden. »Es lässt sich kaum verhindern, dass die Magnete währenddessen etwas Sauerstoff aufnehmen, was zu leichten Qualitätseinbußen führt. Hier können wir aber gezielt entgegensteuern, indem wir beispielsweise zehn bis 20 Prozent neues Material hinzugeben oder die Mikrostruktur der Magnete noch weiter bearbeiten«, erklärt Opelt. Die Leistung der Recycle-Magnete lässt sich am fertigen Endprodukt oder auch schon im Pulverstadium bestimmen. Letztendlich soll aus diesen Untersuchungen ein Eigenschaftsportfolio abgeleitet werden, das zukünftigen Anwendern Handlungsempfehlungen dazu

gibt, wie der Recyclingprozess so modifiziert werden kann, dass je nach Ausgangszusammensetzung die gewünschten Zieleigenschaften für die Magnete erreicht werden.

---

**FORSCHUNG KOMPAKT**

1. Juli 2022 || Seite 3 | 4

---

### **Der Aufbau einer neuen Wertschöpfungskette**

Derzeit sind die Forschenden noch dabei, den Aufbereitungsprozess während des Recyclingvorgangs weiter zu optimieren. Konrad Opelt ist aber zuversichtlich, dass sie die recycelten Magnete schon bald in die E-Motoren einbauen können und freut sich schon darauf, mit dem Hoverboard über den Institutshof zu flitzen.

Ist dieser Schritt geschafft, wäre das der sichtbare Beweis für den Erfolg des Recyclings. »Damit langfristig eine Wertschöpfungskette für Magnetrecycling aufgebaut werden kann, muss sich jeder Akteur auf den anderen verlassen können«, betont Opelt. »Wir demonstrieren mit FUNMAG, dass die Idee auch wirklich funktioniert und tragen so einen entscheidenden Teil zum Aufbau der Wertschöpfungskette bei.«

Das Interesse von Wirtschaft und Politik an dem Ansatz ist groß, denn er verspricht mehr Nachhaltigkeit bei gleichzeitig weniger Ressourcenabhängigkeit. Konrad Opelt hofft, dass dies dazu führt, dass Hersteller zukünftig schon bei der Produktion von Elektromotoren gezielt darauf achten, dass sich die Magnete gut aus- und wieder einbauen lassen. Dasselbe gilt über die E-Mobilität hinaus auch für alle Elektrogeräte unseres täglichen Bedarfs, vom Rasenmäher über den Akkuschauber bis hin zum Handy. Sie alle enthalten Neodym-Eisen-Bor-Hochleistungspermanentmagnete, die so ebenfalls lohnenswert recycelt werden könnten.



**Abb. 1 Altmagnete haben die unterschiedlichsten Erscheinungsformen, recyceln lassen sie sich aber alle gleichermaßen.**

**FORSCHUNG KOMPAKT**  
1. Juli 2022 || Seite 4 | 4

© Fraunhofer IWKS



**Abb. 2 Im E-Scooter befindet sich der Elektromotor im Reifen: Die Magnete sind die silbernen Quader außen an den Kupferwicklungen.**

© Fraunhofer IWKS