

Abschlussbericht zum Verbundvorhaben

Recycling von Komponenten und strategischen Metallen aus elektrischen Fahrtrieben

Kennwort: MORE (Motor Recycling)



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

FKZ: 03X4622

Projekträger: PTJ, Jülich

**Berichtszeitraum: Gesamtlaufzeit
01.05.2011 bis 31.08.2014**

Autoren:

U. Bast¹, R. Blank⁴, M. Buchert⁷, T. Elwert⁶, F. Finsterwalder², G. Hörnig¹, T. Klier⁵,
S. Langkau⁸, F. Marscheider-Weidemann⁸, J.-O. Müller¹, Ch. Thürigen², F. Treffer³,
T. Walter²

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Zuwendungsempfänger:

¹ Siemens AG, Corporate Technology, Otto-Hahn-Ring 6, 81379 München (Federführung)

² Daimler AG, Stuttgart

³ Umicore AG & Co. KG, Hanau-Wolfgang

⁴ Vacuumschmelze GmbH & Co. KG, Hanau

⁵ Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik, Erlangen

⁶ Technische Universität Clausthal, Institut für Aufbereitung, Deponietechnik und Geomechanik, Clausthal-Zellerfeld

⁷ Öko-Institut e.V., Darmstadt

⁸ Fraunhofer -Institut für System- und Innovationsforschung, Karlsruhe

Inhalt

1. Zusammenfassung	1
2. Zielstellung und der Beschreibung des Vorhabens	3
3. Struktur des Projekts und Zusammenarbeit der Partner.....	7
4. Wissenschaftliche und technische Arbeitsergebnisse des Vorhabens.....	8
4.1 AP 1 Rohstoff-, Stoffstrom- und Technologieanalysen	8
4.1.1 AP 1.1 Rohstoffanalysen	8
4.1.2 AP 1.2 Stoffstrom- und Technologieanalysen.....	13
4.2 AP 2 Reparatur- und recyclinggerechtes Design des elektrischen Antriebsstranges.....	22
4.3 AP 3 Demontage und Wiederverwendung – funktional	23
4.3.1 AP 3.1 Befundung und Diagnose	23
4.3.2 AP 3.2 Reparatur- und Wiederverwendung von Elektromotoren.....	30
4.3.3 AP 3.3 Demontageverfahren und Vereinzelung von Magneten aus Elektromotoren sowie deren Entmagnetisierung	31
4.3.4 AP 3.4 Konzeptentwicklung und Demonstratoren für Automatisierungslösungen.....	39
4.3.5 AP 3.6 High-End-Analytik	46
4.4 AP 4 Stoffliche Verwertung.....	48
4.4.1 AP 4.1 Werkstoffliche Verwertung.....	48
4.4.2 AP 4.2 Rohstoffliche Verwertung	53
4.5 AP 5 Wirtschaftlicher und ökologischer Nutzen.....	75
4.5.1 AP 5.1 Ökobilanzen und Ökoeffizienzanalyse	75
4.5.2 AP 5.2 Untersuchung von Zweitmärkten für rezyklierte Produkte	78
4.5.3 AP 5.3 Gewinn an Versorgungssicherheit	80
4.6 AP 6 Entwurf zukunftsfähiger Kreislaufwirtschaftsstrukturen	82
4.6.1 AP 6.1 Ganzheitliches Recyclingkonzept	82
4.6.2 AP 6.2 Geschäftsmodelle und Verwertungskette.....	98
4.6.3 AP 6.3 Roadmap zur künftigen Kreislaufwirtschaft.....	100
5. Ausblick.....	104
Literaturverzeichnis	106
Anhang A: Verzeichnisse.....	110
Formeln.....	110
Liste der Abkürzungen	110
Abbildungsverzeichnis	111
Tabellenverzeichnis	113
Anhang B: Abschlussbericht Verbundprojekt: Recycling von Elektromotoren – MORE Teilprojekt: Ökobilanz der Recyclingverfahren	114