



1 *Magnetmaterial im Meltspinner als Teil des Recyclingprozesses.*

© Fraunhofer IWKS

2 *Recycling von Photovoltaik-Modulen.* © Fraunhofer IWKS

## RESSOURCENEFFIZIENZ

### Chancen & Herausforderungen

Neue Technologien für die Energie- und Mobilitätswende benötigen neue Materialien. Dies bedeutet auch einen veränderten Bedarf der benötigten Rohstoffe. Im Vergleich zu konventionellen Technologien werden vermehrt kritische Rohstoffe wie Kobalt, Lithium oder Selten-Erd-Metalle verwendet. Um geopolitische Abhängigkeiten sowie eine verbesserte Umweltbilanz der eingesetzten Materialien zu erreichen, kommen verschiedene materialwissenschaftliche Konzepte wie Substitution, Performancesteigerung und Regeneration zum Einsatz. Es gilt, die vollständige Etablierung einer Kreislaufwirtschaft mit möglichst wenig Dissipation der Wertstoffe voranzutreiben. Dies wird durch die »re-Phasen« erreicht:

**Re-use** - Wiederverwendung noch nutzbare Produkte oder Komponenten

**Re-pair** - Remanufacture: Aufarbeitung

von Produkten

**Re-cycle** - Stoffliche Verwertung von Produkten

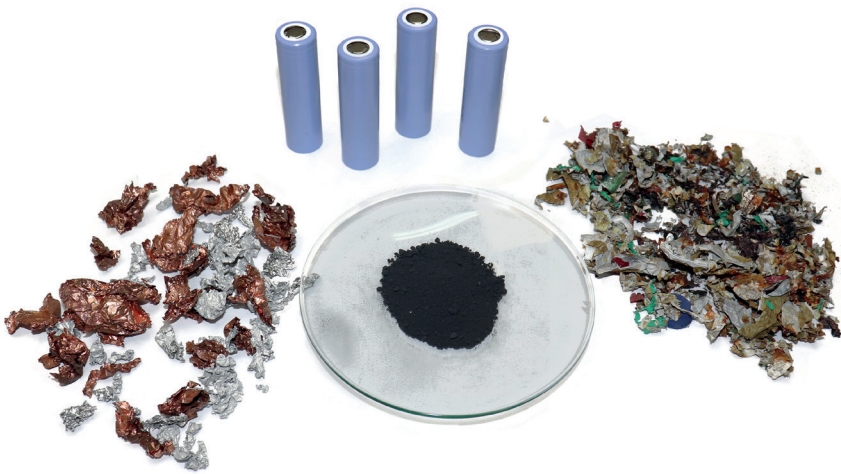
**Re-generate** - »Erneuern« von Produkten und deren Komponenten

Gerade mit neu aufkommenden Technologien kann und muss die Ressourceneffizienz von Beginn an berücksichtigt werden. Von der Forschung an nachhaltigen Substituten bis hin zum recyclinggerechten Design gibt es auf Materialebene viele neue Herausforderungen und Möglichkeiten für innovative Lösungen zum resilienten Umgang mit Ressourcen und der damit verbundenen geopolitischen Unabhängigkeit und der Schonung unserer Umwelt.

### Stand der Forschung & Technik

Die Ansätze und Fortschritte bei den unterschiedlichen Stoffströmen unterscheiden sich erheblich. So ist etwa die Effizienz der Kreislaufwirtschaft im Bereich der

Konstruktions- und Verpackungsmaterialien wie Stahl, Aluminium und unterschiedliche Kunststoffe wesentlich größer als bei Verbundmaterialien wie faserverstärkte Kunststoffe und sogenannte Funktionsmaterialien, wie sie in Li-Ionen-Batterien, PV-Modulen, Elektronik usw. verwendet werden. Während sich auf der einen Seite schon effizient und wirtschaftlich Ressourcenkreisläufe schließen lassen, bleibt auf der anderen Seite aktuell nur ein Downcycling, thermische Verwertung oder Deponierung. In allen Bereichen, die auf den Einsatz ressourcenkritischer Materialien angewiesen sind, befasst sich Fraunhofer auch mit der Frage der Ressourceneffizienz und entwickelt Lösungen für den nachhaltigen Umgang. Eine wichtige Aufgabe ist dabei auch, aktuelle wirtschaftliche Entwicklungen wie bspw. die Seltenerdkrise bei der Entwicklung nachhaltiger, robuster Kreislaufkonzepte miteinzubeziehen. Insbesondere wird aktuell an nachhaltigen Lösungen für folgende Stoffströme



3

3 Altbatterien und Materialfraktionen: Metall, Aktivmaterial und Kunststoff nach dem Recyclingprozess. © Fraunhofer IWKS

geforscht:

- Magnetmaterialien
- Batterien
- Brennstoffzellen
- PV-Module
- Elektronik
- (faserverstärkte) Kunststoffe
- Biomaterialien

### Materialwissenschaftlicher F&E Bedarf

Deutlich stärker als bisher müssen alle Stoffströme im Zusammenhang betrachtet werden, unabhängig davon, ob es sich um Primärrohstoffe oder Rohstoffe in Produkten, Altgeräten und Abfallströmen handelt. Dies wiederum erfordert die Entwicklung recyclingfähiger Produkte («Ökodesign»). Schließlich bedarf es einer ganzheitlichen, lebenszyklusübergreifenden und multi-kriteriellen Analyse von Prozessen, Produkten und Technologien (Lebenszyklusanalysen).

Daraus lassen sich folgende Forschungsziele ableiten:

- Aufbau eines grundlegenden Verständnisses von Struktur-Eigenschafts-Beziehungen und Material-Aterungsprozessen sowie deren Beeinflussbarkeit
- Etablierung von „Ökodesign“-Lösungen durch interdisziplinäre, ganzheitliche Entwicklung von Materialien, Prozessen, Produkten und Standards
- Entwicklung effizienter, wirtschaftlich darstellbarer Recycling-Prozesse
  - unter Einsatz digital gestützter Verfahren,
  - unter Verhinderung von Downcycling,
  - unter Verwendung standardisierter Charakterisierungsverfahren für

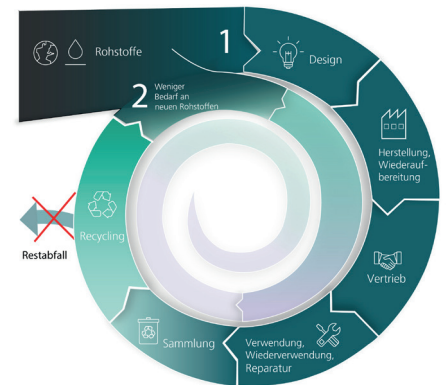
Abfallströme und Sekundärrohstoffe.

- Analysen und Regenerationsmethoden, um den Einsatz von Rezyklaten in neuen Produkten zu ermöglichen
- Entwicklung von Substitutionslösungen
- Methodenentwicklung für ganzheitliche Lebenszyklus- & Stoffstromanalysen
  - Erarbeitung einer umfassenden Datenbank für alle wesentlichen Abschnitte im Lebenszyklus,
  - Implementierung von KI für Datensammlung und -auswertung,
  - Entwicklung aussagekräftiger Analysemethoden.

Um das Ziel einer ganzheitlichen Rohstoffstrategie zu erreichen, ist zudem eine geeignete Weichenstellung durch die Politik dringend erforderlich:

- Verstärkte F&E-Förderung zu obengenannten Punkten
- Förderung ressourcenschonender Maßnahmen in der Industrie
- Förderung schadstofffreier Materialkreisläufe durch die Realisierung lückenloser Informationsketten
- EU-Ökodesign-Richtlinie anpassen
- Gemeinsame Leitlinien für die deutsche Rohstoffstrategie und das Ressourceneffizienzprogramm (ProgRess III)

Mit diesen Forschungszielen und der Unterstützung durch die Politik verfolgt Fraunhofer eine nachhaltige Rohstoffstrategie, in der der Materialeinsatz und die Nachnutzungsoptionen am Lebensende der Produkte effizient gestaltet und aufeinander abgestimmt werden.



### Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile - MATERIALS

Bartningstraße 47  
64289 Darmstadt

Kontakt

Dr. phil. nat. Ursula Eul  
Telefon +49 6151 705-262

info-verbund-materials@lbf.fraunhofer.de

[www.materials.fraunhofer.de](http://www.materials.fraunhofer.de)