

## Wachstumskern



# Gewinnung hochwertiger Sekundärrohstoffe

Obwohl Deutschland als Vorreiter der Recyclingtechnik gilt, bestehen immer noch technische Hürden bei der Rückgewinnung von Rohstoffen. Die sortenreine Trennung komplexer Produkte und Verbundwerkstoffe in ihre Einzelbestandteile, die den weiteren Recycling-Prozessschritten vorgelagert ist, ist dabei besonders essenziell. Nur wenn sie gelingt, können hochwertige Sekundärrohstoffe gewonnen und auf den Markt zurückgeführt werden. Gleichzeitig stellen potenzielle Kundinnen und Kunden der verarbeitenden Industrie hohe Anforderungen – nicht zuletzt durch gesetzliche Vorgaben. Eine hohe Qualität und Zuverlässigkeit bei der Gewinnung von Sekundärrohstoffen sind gefordert.

In NRW entwickelte Innovationen setzen genau hier an und schaffen wichtige Voraussetzungen für die Kreislaufführung werthaltiger Rohstoffe und die Etablierung einer Circular Economy. Die Digitalisierung unterstützt dabei verfahrenstechnische Innovationen. Ebenso spielen neue Geschäftsmodelle im Sinne von „Recycling-as-a-Service“ eine wichtige Rolle. Gerade im Industrieland NRW besteht großes Potenzial durch eine hohe Ressourcenverfügbarkeit und der räumlichen Nähe verschiedener Akteurinnen und Akteure zueinander.

## Inverse Produktion: Rückgewinnung werthaltiger Metalle aus Elektroaltgeräten



© Fraunhofer ILT, Aachen

### + Beitrag zur Ressourcenwende

Durch das Verfahren können Altgeräte besser als Quellen für werthaltige Sekundärrohstoffe genutzt werden. Durch die Fokussierung auf gängige Massenprodukte wie Mobiltelefone und Platinen können relevante Mengen der verschiedenen Sekundärrohstoffe zurückgewonnen werden. Das Verfahren kann theoretisch auf weitere Produktgruppen ausgeweitet und so zukünftig beispielsweise auch im Baubereich angewendet werden.

**Ansprechpartner** Dr. Cord Fricke-Begemann (Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT, Aachen)

**Projektpartner (in Deutschland)** LLaser Analytical Systems & Automation GmbH (Aachen), Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF (Magdeburg), ELECTROCYCLING GmbH (Goslar), H.C. Starck Tantalum and Niobium GmbH (Goslar); Aurubis AG (Lünen)

### 🎯 Ziel der Innovation

Herkömmliche Recyclingverfahren konzentrieren sich in der Regel auf die Rückgewinnung einiger Hauptstoffe. Im Fall technischer Produkte sind dies insbesondere Metalle, wie Eisen, Kupfer und Aluminium. Besonders in Elektroaltgeräten sind jedoch viele weitere wertvolle und teilweise versorgungskritische Metalle enthalten. Um diese zurückzugewinnen, entwickelt das Fraunhofer ILT in Aachen zum Beispiel im Rahmen des von der EU-geförderten ADIR-Forschungsprojekts Verfahren zur inversen Produktion, in denen technisch komplexe Verfahren aus der Produktion invers auch beim Rückbau von Produkten angewendet werden.

### ✅ Funktionsweise des Verfahrens

Dem herkömmlichen Abfallbehandlungsprozess wird eine Analyse- und Zerlegungsphase vorgeschaltet, um die Komponenten mit hohem Gehalt an wertvollen Metallen zu demontieren und einem materialspezifischen Recycling zuzuführen. Hierzu wurden Pilotanlagen zum Rückbau von gängigen Mobiltelefonen und Computer-Platinen entworfen und erprobt. Die inverse Produktion von Mobiltelefonen ist ein mehrstufiges Verfahren. Zunächst erfolgt eine maschinelle Zerlegung der Altgeräte, dann die Vermessung und Materialanalyse elektronischer Komponenten per Lasertechnik und anschließend die Entlötlung und Demontage der werthaltigen Komponenten, welche separiert und dem materialspezifischen Recycling zugeführt werden. Zuletzt erfolgt das herkömmliche Recycling verbleibender Produktteile mittels Zerkleinerung und Einschmelzen.

## Exkurs zu chemischem Recycling

Beim chemischen Recycling (auch Rohstoffliches Recycling oder Feedstock Recycling) werden Wertstoffe durch verschiedene thermochemische oder chemische Verfahren wie Solvolyse, Verölung, Pyrolyse oder Vergasung in ihre chemischen Grundbausteine oder Basischemikalien zerlegt. Trotz des hohen Energieaufwands könnten chemische Verfahren in der Zukunft Lösungen für die Ressourcengewinnung aus Wertstoffen oder Senken von Schadstoffen aus dem Kreislauf darstellen – als Ergänzung zum mechanischen Recycling überall dort, wo mechanische Recyclingverfahren (absehbar) nicht einsetzbar sind.

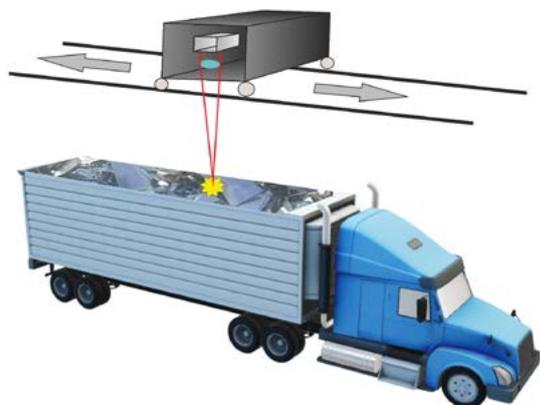
## REVaMP: Sensorbasierte Metallschrottsortierung

### 🌀 Ziel der Innovation

Beim Wiedereinschmelzen von Metallen ist die Qualität und Reinheit der eingesetzten Schrotte essenziell für die Eigenschaften des so hergestellten Materials. Da Angaben zu Qualitäten der Schrotte bisher nicht verlässlich sind, werden Schrotte oft in niedrigere Qualitäten eingestuft und unnötig downgecycelt. Im Forschungsprojekt RE-VaMP wurde eine Lasersensorbasierte Technologie zur zuverlässigen Identifikation von Metallschrotten entwickelt, um insgesamt mehr Metallschrott für die Produktion von Sekundärrohstoffen verfügbar zu machen und die Erzeugung höherwertiger Produkte aus Sekundärrohstoffen zu ermöglichen.

### ☑ Funktionsweise des Verfahrens

Die Identifikation der Schrotte erfolgt mittels Laser-Emissionsspektroskopie (LIBS), einem laserbasierten Sortierverfahren. Dieses ist der Mischung verschiedener Schrott- und Metallqualitäten für den Schmelzprozess vorgeschaltet und kann in bestehenden Metallwerken nachgerüstet werden. Aufgrund neuer Emissionsanforderungen an Metallwerke besteht zudem ein Momentum zum Einsatz der Technologie in neuen Werken. Zum Abschluss des REVaMP-Projekts 2023 wird mit einer Einsatzfähigkeit der Technik für die Metalle Stahl, Aluminium und Blei gerechnet. Eine Weiterentwicklung für weitere Metallarten wäre im Anschluss möglich.



© VDEh-Betriebsforschungsinstitut GmbH



© VDEh-Betriebsforschungsinstitut GmbH

### + Beitrag zur Ressourcenwende

Indem Metallschrotte auch für den Einsatz für hochwertige Sekundärrohstoffe nutzbar gemacht werden, wird die Rohstoffbasis deutlich erhöht. Beispielsweise könnte Sekundärstahl, dessen Zusammensetzung durch den Einsatz der Laser-Emissionsspektroskopie bestimmt wurde, in Zukunft sogar für Brückenteile eingesetzt werden, die besonders strengen Auflagen unterliegen.

**Ansprechpartner** Dr.-Ing. Bernd Kleimt (VDEh-Betriebsforschungsinstitut GmbH)

**Projektpartner (in NRW)** Fraunhofer ILT, VDEh-Betriebsforschungsinstitut (BFI), RWTH Aachen, Laser Analytical Systems & Automation GmbH, Aachen

## Saperatec: Trennung von Verbundmaterialien für ein hochwertiges stoffliches Recycling



© Saperatec GmbH

### + Beitrag zur Ressourcenwende

Durch die neue Technik können die positiven Eigenschaften von Verbundmaterialien bewahrt und die eingesetzten Materialien nach der Nutzungsphase zurückgewonnen werden. Auch der Trennprozess erfolgt ressourcenorientiert, da die eingesetzte Trennflüssigkeit und Wasser im Kreislauf geführt werden. Eine Pilotanlage zur Trennung von Polymer-Metall-Verbundverpackungen konnte bereits im eigenen Technikum der Firma in Bielefeld intensiv getestet werden. Der Bau einer ersten kommerziellen Recyclinganlage für metallhaltige Verbundverpackungen ist in Sachsen-Anhalt bis Ende 2022 geplant. Eine Weiterentwicklung der Trennflüssigkeiten kann die stoffliche Verwertung weiterer Produktgruppen deutlich verbessern. Dazu gehören beispielsweise Einsatzgebiete wie Nassfestpapiere, Verbundglas, Elektronikschrotte und Möbelbeschichtungen.

**Ansprechpartner** Thorsten Hornung (Saperatec GmbH)

**Webseite** [www.saperatec.de](http://www.saperatec.de)



© Saperatec GmbH

### 🎯 Ziel der Innovation

Verbundmaterialien bieten im Verpackungsbereich viele positive Eigenschaften, wie zum Beispiel ein geringes Gewicht und den Schutz von Produkten vor Hitze oder Licht. Da sich Verbundmaterialien nach der Nutzungsphase jedoch kaum wieder voneinander trennen lassen, ist ein hochwertiges, stoffliches Recycling in der Regel nicht möglich und die thermische Verwertung oder gar Deponierung Praxis. Die Firma Saperatec aus Bielefeld hat eine Technik zur Trennung von dünn-schichtigen Verbänden aus Polymeren, Metallen, Metalloxiden, Papier und Glas entwickelt, die es ermöglicht, die eingesetzten Einzelmaterialien zu separieren und einem stofflichen Recycling zuzuführen.

### ✅ Funktionsweise des Verfahrens

Auf Basis milder Chemikalien entwickelt Saperatec Trennflüssigkeiten, die zwischen die Schichten der Verbundmaterialien gelangen und diese dort auftrennen. Um möglichst viel Angriffsfläche für die Trennflüssigkeit zu haben, werden die Materialien zuvor zerkleinert. Nach der Trennung werden die Materialien gewaschen, sortiert und getrocknet und können anschließend wiederverwertet werden. Für metall- und papierhaltige Verbundverpackungsabfälle, wie beispielsweise flexible Kunststoffverpackungen mit Aluminiumfolie oder -bedampfung und Getränkekartons, konnte bereits eine einheitliche Trennflüssigkeit entwickelt werden, die breite Anwendung finden könnte. Ein integriertes Recyclingverfahren ermöglicht es Saperatec, aus diesen Abfällen folienfähige Polyolefin-Rezyklate und Aluminiumfolien-Schrotte mit über 95 % Aluminiumanteil zurückzugewinnen.



© Saperatec GmbH

## Recycling von Lösungsmitteln im Lizenzmodell der Batsch Verfahrenstechnik GmbH

### 🎯 Ziel der Innovation

Lösungsmittel sind in vielen industriellen Prozessen, zum Beispiel in der Chemie- und Automobilindustrie bei der Produktion von Farben, Lacken und Drucken, essenziell und werden in großen Mengen eingesetzt. Die meisten Recyclingunternehmen nutzen herkömmliche Verfahren zum Recycling von Lösungsmitteln, die jedoch häufig von den Qualitätsschwankungen der zugeführten Produkte geprägt und daher für Anwenderinnen und Anwender nicht verlässlich sind. Lösungsmittelabfälle werden daher eher in die Verbrennung gegeben. Die Ch.Batsch Verfahrenstechnik GmbH aus Meckenheim hat eine Anlage zum zuverlässigen Recycling von Lösungsmitteln entwickelt, die bei den Anwenderinnen und Anwendern vor Ort eingesetzt werden kann – auf Basis eines Betreibermodells.

### 📋 Funktionsweise des Betreibermodells

Die Anlagen werden bei Kunden aufgestellt, bleiben jedoch im Besitz der Ch.Batsch Verfahrenstechnik GmbH und werden auch von dieser per Fernwarte gesteuert und kontrolliert und bei Bedarf vor Ort gewartet. Durch das Vor-Ort-Recycling kann es zu keinen Fremdverunreinigungen, zum Beispiel durch Transporte, kommen. Auf diese Weise können die individuellen Anforderungen der Kundinnen und Kunden an Lösungsmittel auch mit dem Recyclingprodukt erfüllt und Qualitätsschwankungen vermieden werden.



© Ch.Batsch Verfahrenstechnik GmbH



© Ch.Batsch Verfahrenstechnik GmbH

### + Beitrag zur Ressourcenwende

Bei der entwickelten Anlage handelt es sich um eine besondere, patentierte Geometrie-Anlage, die eine Rückgewinnungsquote von bis zu 98 % des Lösungsmittels erzielt. Eine Alternative zum Einsatz von Lösungsmitteln besteht nur in der Nutzung von Wasser, jedoch wird im Vergleich zu Lösungsmitteln ein Vielfaches an Wasser benötigt, um den gleichen Effekt zu erreichen. Da Wasser zudem ein Grundnahrungsmittel und eine Ressource ist, die immer knapper wird, trägt die möglichst vollständige Kreislaufführung von Lösungsmitteln in mehrerlei Hinsicht zur Ressourcenschonung bei.

**Ansprechpartner** Christine Batsch (Ch.Batsch Verfahrenstechnik GmbH)

**Website** [www.batsch-verfahrenstechnik.de](http://www.batsch-verfahrenstechnik.de)