

Konstruktion von Recyclingmaschinen am IMW

Prumbohm, M.



Ein Schwerpunkt der TU Clausthal ist die Forschung hinsichtlich der Gewinnung und Behandlung von Sekundärrohstoffen. In diesem Zusammenhang wurde am Institut für Maschinenwesen ein Anlagenprinzip erdacht und die Funktionalität an Hand einer Versuchsanlage erfolgreich geprüft. An der Weiterentwicklung der Anlage sowie weiterer Themenstellungen im Zusammenhang mit Recyclinganlagen, wie beispielsweise einer systematischen Herangehensweise an das recyclinggerechte Konstruieren, wird gearbeitet.

The research on the extraction and treatment of secondary raw materials is a focus of the University of Technology Clausthal. Within this content, a system principle for the decomposition of Waste of Electrical and Electronic Equipment (WEEE) with a metallic cover was designed and has been tested successfully in its effectiveness. The further development of the system as well as additional issues of the recycling-topic like a systematical approach to the Design for recycling (DfR) are topics being in progress.

1 Hintergrund

Das Thema Recycling ist in Zusammenhang mit der Nachfrage global wachsender Märkte und den begrenzten Rohstoffvorkommen bereits seit geraumer Zeit im Fokus von Industrie und Forschung. Betrachtet man den Bereich der Wiederverwertung von elektronischen Altgeräten, gilt das Interesse in Zukunft auch seltenen und teuren Elementen wie beispielsweise Indium, Tantal und Gallium. Diese erfahren als wesentliche Bestandteile von Elektronikbauteilen bereits heute eine hohe Nachfrage. Die Rückgewinnung dieser Metalle ist daher aus wirtschaftsstrategischen Gründen von besonders hoher Bedeutung. Mit der aktuellen Zerkleinerungstechnik können diese, in den Geräten anteilig nur in geringen Mengen vorhanden, jedoch nicht geeignet aufgeschlossen werden. Die derzeitigen Rückgewinnungsquoten für Tantal und eine Reihe wichtiger anderer Sondermetalle allein aus Post-Consumer-Abfällen liegen daher bei unter 1 % /1/ und das, ob-

wohl z. B. 60 % des Tantals genau in diese Anwendungen (Kondensatoren für Elektronik-Bauteile) verbaut wird.

2 Recycling von Elektroschrott

Die herkömmliche Herangehensweise bei der Verwertung von ausgedienten Elektrogeräten sieht nach einer Erstbehandlung mit Erkennung, Sortierung und gegebenenfalls einer manuellen Demontage bei Großgeräten, die Zerkleinerung vor. Die so aufgeschlossenen Werkstoffe werden mit verschiedenen Verfahren sortiert und in den einzelnen Fraktionen der weiteren Verwertung zugeführt. /2/

Die bei der Zerkleinerung entstehenden Stofffraktionen lassen eine Rückgewinnung der erwähnten, wirtschaftsstrategisch wichtigen Rohstoffe nur eingeschränkt zu. Der Anteil dieser ist in den Bauteilen und folglich auch in den Masseströmen der zerkleinerten Komponenten schlicht zu gering.

Um dies zu umgehen und eine Aufkonzentration dieser Stoffe in den der Verwertung zulaufenden Massenströme zu erreichen, gibt es Ansätze des automatischen Zerlegens bzw. Demontage wie beispielsweise dem Querstromzerspaner und der Vorzerlegemaschine SB² /2/. Diese sind für eine automatisierte Zerlegung von spröden Bauteilen sehr gut geeignet. Metallisch umhüllte Bauteile, wie beispielsweise Festplatten, Schaltschränke oder KFZ-Radios und –steuergeräte lassen sich damit nur eingeschränkt öffnen, es kommt zu starken Verformungen der Blechhüllen, zu Einschlüssen und Verlust von Werkstoffen für die Wiedergewinnung. Der Unterschied zwischen dem Beanspruchungsverhalten der inneren Komponenten und der Bauteilhülle wird in Abbildung 1 deutlich.

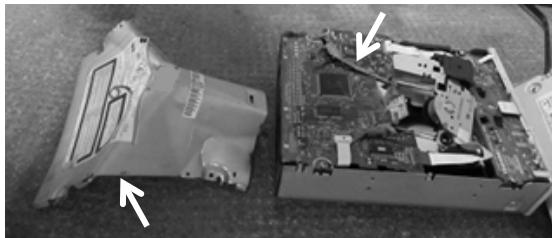


Abbildung 1: Einseitig geöffnetes CD-ROM-Laufwerk - die Pfeile kennzeichnen die stark verbogene Blechhülle (duktil) und die gebrochene Platine (spröde)

3 Konstruktion und Leistungsumfang

Um das beschriebene Problem zu lösen wurde, auf Anregung von Prof. Dr.-Ing. Daniel Goldmann, Leiter des Instituts für Aufbereitung, Deponietechnik und Geomechanik (IFAD) der TU Clausthal, mittels einer mehrstufigen konstruktionssystematischen Herangehensweise eine prinzipielle Versuchsanlage zur Zerlegung von metallisch umhüllten, elektronischen Bauteilen entwickelt, gebaut und erprobt. Der erdachte Ansatz zielt auf ein automatisiertes Zerlegen in einem kontinuierlichen Prozess hin.

Die bestehende „Anlage zur Zerlegung von Elektrobauteilen mit metallischer Außenhülle“, in ihrer ersten Ausführung (AZEMA I), dient zur Verifizierung des erdachten Prozesses. Als Referenzbauteile werden CD-ROM-Laufwerke aus Desktop-PCs von der Firma Electrocycling GmbH aus Oker freundlicherweise bereitgestellt. Diese sind in großer Stückzahl verfügbar und sind im Aufbau sehr ähnlich und damit gut vergleichbar. Die Ergebnisse sind vielversprechend, wie in Abbildung 2 erkennbar ist, lässt sich die Bauteilhülle sauber und vollständig von den inneren Komponenten abtrennen. Dies geschieht in einem Prozessschritt. Aktuell lassen sich Bauteile aus mit einer Bauteilbreite $s \leq 42$ mm der Anlage zuführen und öffnen. Auch für Festplatten und Diskettenlaufwerke lassen sich zufriedenstellende Ergebnisse erzielen.

Die Versuchsanlage wurde auf Basis einer Vorauslegung und Abschätzungen unter Verwendung vorhandener Bauteile gebaut. Neben dem eigentlichen Prozess müssen sämtliche Begleitabläufe, wie die Zuführung, das Abstreifen von Bauteilresten sowie die Größeneinstellung manuell und im abgeschalteten Zustand erfolgen.

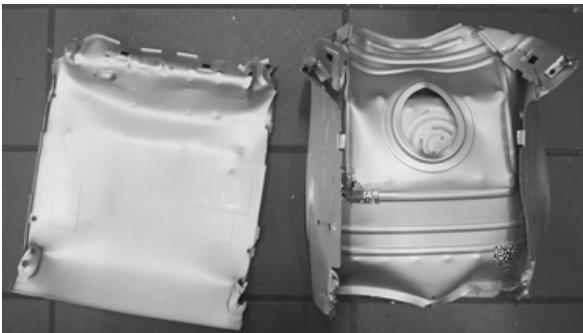


Abbildung 2: Geöffnete und separierte Bauteilhülle eines CD-ROM-Laufwerkes

4 **Ausblick**

Nachdem der erste Schritt der Prozessverifizierung erfolgt ist, geht es im Weiteren darum, den Leistungsumfang des Prozesses in einer zweiten Anlage zu erweitern und die auftretenden Beanspruchungen zu dokumentieren und für die beanspruchungsgerechten Konstruktion einer Folgeanlage zu berücksichtigen. Ziel ist die automatische Zerlegung von metallisch umhüllten Bauteilen aller Art, Formen und Größen, insbesondere aus dem Automobilbereich ohne manuell notwendige Einstellarbeiten. Das vorgestellte erste Projekt „AZEMA I“ im Bereich der Recyclingmaschinen am IMW wird in Zusammenarbeit mit einem Partner aus der Industrie sowie dem IFAD fortgeführt.

Der Themenbereich der Konstruktion von Recyclingmaschinen wird durch eine systematische Betrachtung der recyclinggerechten Produktgestaltung begleitet. Hierbei liegt der Fokus auf der Schaffung von Möglichkeiten der frühzeitigen und systematischen Einbeziehung der bestehenden Regeln zum recyclinggerechten Konstruieren.

5 **Zusammenfassung**

Das Institut für Maschinenwesen beschäftigt sich mit der Konstruktion von Recyclingmaschinen. Vorgestellt wird ein Beispiel der Entwicklung einer Anlage zur automatisierten Demontage von metallisch umhüllten, elektronischen Altprodukten. An Hand von CD-ROM-Laufwerken als Referenzbauteile wird das Wirkprinzip geprüft und die weiteren, noch ausstehenden Entwicklungsschritte werden vorgestellt. Zusätzlich wird ein kurzer Überblick über weitere Arbeitsbereiche des Instituts in diesem Themenbereich genannt.

6 **Literatur**

- /1/ Graedel, T.; Allwood, J.; Birat, J.-P.; Reck, B.; Sibley, S.; et al.: Recycling Rates of Metals – A Status Report, A Report of the Working Group on the Global Metal Flows to the International Resource Panel. United Nations Environment Programm (UNEP), Paris, 2011
- /2/ Martens, H.: Recyclingtechnik, Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg, 2011