

VOM AUSGEDIENTEN KUNSTSTOFFPRODUKT ZUM SEKUNDÄRROHSTOFF

Die Recycling-Prozesskette ist geschlossen

>> von Christian Klinke und Jörg Woidasky > Recycling von ausgedienten Gebrauchsgegenständen und Elektrogeräten? Im Grundsatz selbstverständlich möglich. Mit der Frage, wie konkret der Kreislauf geschlossen wird und wie die verarbeiteten Materialien recycelt werden können, beschäftigen sich Studierende unterschiedlicher Fachrichtungen in den Laborveranstaltungen der Fakultät für Technik.

Dabei kooperieren die Verantwortlichen der Labore für Kunststofftechnik, des Instituts für Werkstoffentwicklung und -prüfung sowie des Labors für Nachhaltige Produktentwicklung und auch Mitarbeitende des Instituts für Industrial Ecology, um für die Studierenden alle relevanten Prozessschritte des Recyclingkreislaufs erlebbar zu machen:

Studierende des Wirtschaftsingenieurwesens, des Maschinenbaus und des Ressourceneffizienzmanagements untersuchen im Labor zur Nachhaltigen Produktentwicklung am Beispiel eigener Altgeräte die einzelnen Schritte des Recyclings hin zur Klärung der möglichen Wiederverwertbarkeit der Materialien. Die Recyclingfähigkeit von ausgedienten Produkten betrachten die Studierenden ökonomisch, technisch und auch ökologisch. Sie erstellen eine orientierende Ökobilanz (Life Cycle Assessment), welche den Verbrauch von Ressourcen skizziert. Mit diesem Schritt wird der ökologischen Bewertung des Recyclingprozesses Rechnung getragen.

Diese Prozesskette vermittelt den Studierenden strukturiert die Schließung des Kreislaufs, in dem ein ausgedientes Produkt zur Wiederverwertung geführt wird. Das Kunststoffmaterial kann nach Bestimmung der Materialkennwerte bei Eignung zu Produkten weiterverarbeitet werden. Die Themen Recycling, Fertigungstechnik und Kreislaufschließung werden innerhalb der Lehrveranstaltungen behandelt.

Zu den untersuchten Geräten gehörten bisher Hochdruckreiniger, Drucker oder Kaffeemaschinen, aber auch Kfz-Kunststoff-Kindersitze wurden bereits untersucht. In einem ersten Schritt wird das Produkt genau vermessen und Gerätedaten wie Gewicht, Modell und eine erste Einschätzung der Fügeverbindungen am Gerät werden erhoben. Bei der Demontage des Geräts wird besonderes Augenmerk auf einfach und schwer zu lösende Fügeverbindungen gerichtet. Durch die Erstellung eines so genannten Demontagevorranggraphs können komplexe Demontageschritte dokumentiert und nachvollzogen werden. Darüber hinaus kann so eine Stückliste des Produkts erstellt werden und

eine Trennung der unterschiedlichen Materialien in magnetische Metalle, Kupfer, nicht-magnetische Metalle, Glas, Elastomere, Leiterplatten, Polymere und augenscheinlich nicht identifizierbare Materialien erfolgen. Aus den gewonnenen Daten hinsichtlich der Gewichte der einzelnen Fraktionen sowie der unterschiedlichen Demontagezeiten kann die Wirtschaftlichkeit eines Recyclingprozesses materialspezifisch berechnet werden. Zur weiteren Verwendung innerhalb der Prozesskette werden Polymere identifiziert. Dies kann einerseits über die Bauteil-Kennzeichnungen erfolgen oder auch, zumindest als grobe Kategorisierung, über eine Dichtebestimmung (Schwimm-Sink-Trennung). Zum Wintersemester wird im Kunststofftechnischen Labor mit dem ATR-FTIR-Gerät ein spektroskopisches Verfahren zur genauen Kunststoffcharakterisierung zur Verfügung stehen, das im Rahmen einer studentischen Arbeit in Betrieb genommen wurde.

Sobald die massenmäßig größte thermoplastische Polymerfraktion sortenrein getrennt und identifiziert ist, kann diese zu Mahlgut weiterverarbeitet werden. Hierzu kommen wie im realen Recyclingprozess Zerkleinerung, Siebung und Metallabscheidung im Labor für Produktentwicklung zum Einsatz, beginnend mit einer Schneidmühle. Anschließend erfolgt eine Sortierung durch Magnetscheidung, so dass eine Kontamination des Kunststoffs mit magnetischem Material ausgeschlossen werden kann. Um eine Übersicht über die Partikelgrößenverteilung des Mahlgutes zu bekommen, wird eine maschinelle Prüfsiebung vorgenommen. Neben der Bestimmung der Partikelgrößenverteilung kann so die für nachgeschaltete Prozesse wie das Extrudieren erforderliche Partikelgröße eingestellt werden. Sofern große Probenmengen zu verarbeiten sind, kann mit Hilfe von Riffel- oder Rotationsteilern eine repräsentative Teilprobe erzeugt werden.

Bevor eine Verarbeitung erfolgen kann, wird das Material in einem Trockenschrank getrocknet und in Exsikkatoren gelagert, so dass eine eventuelle Restfeuchte innerhalb des Kunststoffs vor der Verarbeitung eliminiert wird. Ein anderer Teil des Materials wird als Probe für eine Veraschung zur Bestimmung von anorganischen Anteilen im Ausgangsmaterial verwendet. Hierbei können vor allem Additive wie Fasern oder Talkum identifiziert werden, welche beispielweise zur Verbesserung mechanischer Eigenschaften des Kunststoffs eingesetzt werden. Am Ende der Veraschung steht der reine Anteil an Fasern bzw. anorganischem Material und kann ausgewogen werden. >

Die Verarbeitung des getrockneten Kunststoffmahl-
guts erfolgt mittels des Extruders Thermo Fisher
Process 11. Hierbei handelt es sich um einen gleich-
läufigen Kleinmengen-Doppelschneckenextruder,
der speziell für die Verwendung in Forschungs-
laboren konzeptioniert ist. Durch sehr geringe Min-
destmengen zur Füllung des Extruders können auch
Kunststofffraktionen unter 100 g gezielt zum Voll-
strang extrudiert werden. Die Mindestmenge und
gleichzeitig die komplette Füllung des Extruderbar-
rels liegt bei etwa 30 g. Für den Verarbeitungspro-
zess wird dem Extruder ein Kunststoffgranulat über
eine Fördereinrichtung kontinuierlich zugeführt
und zu einem Strang verarbeitet. Durch die unter-
schiedlichen Verarbeitungszonen wird das Mate-
rial erhitzt, homogenisiert und komprimiert. Als
Produkt wird dann ein Vollstrang durch eine Düse
kalibriert und durch eine Fördereinrichtung abge-
zogen. Der Strang wird anschließend zu Granulat
geschnitten, welches wiederum als Ausgangsmate-
rial für die Herstellung von Prüfkörpern zur Beur-
teilung des Werkstoffverhaltens dient. Hierfür wird
die Zugprüfung herangezogen.

Der dafür erforderliche Zugstab wird im Labor
für Kunststofftechnik mit dem Spritzgießverfah-
ren hergestellt. Im kunststofftechnischen Labor
des IWWT stehen dafür 2 Möglichkeiten zur Verfü-
gung: Große Probenabmessungen können mit der
Spritzgießmaschine ARBURG Allrounder 270 S 400-
100 mit einem Normstab-Prüfwerkzeug (Axxicon)
gefertigt werden, für kleine Probenabmessungen

steht eine Kolbenspritzgießmaschine mit einem
Werkzeug für Kleinprüfstäbe zur Verfügung. Da in
der Regel relativ geringe Werkstoffmengen zur Ver-
fügung stehen, werden Kleinzugstäbe gefertigt, die
anschließend mit der Universalprüfmaschine Test
112.20kN im Labor für Werkstoffentwicklung und
-prüfung geprüft werden. Mit der Zugprüfung wer-
den die mechanischen Materialkennwerte des Re-
cyclats wie Zugfestigkeit und E-Modul bestimmt.

Für die Kolbenspritzgießmaschine wurde im Rah-
men einer studentischen Arbeit des Fachbereichs
Maschinenbau ein Normstab-Prüfwerkzeug ange-
fertigt. Mit dieser Einrichtung schließt sich die Pro-
zesskette zur Kleinmengen-Kunststoffverarbeitung
an der Hochschule. Damit steht der Fakultät Technik
die gesamte Verwertungskette für Kunststoffe nun
nicht nur für Lehraufgaben, sondern auch für indus-
trielle Forschungsfragen wie beispielsweise Mach-
barkeitsuntersuchungen zur Kunststoffverwertung
zur Verfügung.

Christian Klinke, M.Sc.

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter und
zuständiger Laboringenieur.

Dr.-Ing. Jörg Woidasky

ist Professor für Nachhaltige Produkt-
entwicklung.

Nicht nur für Kinder interessant: Christian Klinke erklärt Anna und Anton die Funktionsweise eines Extruders. Foto: Sebastian Seibel, PZ



Kunststofftechnisches Labor:

Prof. Dr. Gerhard Frey; Christian Frieß

Labor für Werkstoffentwicklung und -prüfung:

Prof. Dr. Norbert Jost, Simon Kött

Labor für Nachhaltige Produktentwicklung:

Prof. Dr. Jörg Woidasky; Christian Klinke

Institut für Industrial Ecology:

Prof. Mario Schmidt, Nadine Rötzer, Marlene Preiss