

› **Kunststoffverarbeitung**

Im Spannungsfeld der Kreislaufwirtschaft

Die aktuellen Diskussionen und Probleme zum Klimawandel und der Verschmutzung der Umwelt durch Kunststoffabfälle bewegen die Gesellschaft. Derzeit laufen etliche Kampagnen zur Kunststoffreduktion und in vielen Ländern werden Kunststoffeinwegartikel verbannt. Beispielhaft hierfür ist das Verbot von Kunststoffeinwegartikeln in der Europäischen Union [1]. Weltweit landen jährlich 5 bis 13 Millionen Tonnen Kunststoffe (1,5 bis 4 % der weltweiten Kunststoffproduktion) im Meer [2].

› **Prof. Daniel Schwendemann¹**

Neben der Entwicklung neuartiger bioabbaubarer Materialien und der Verwendung von natürlichen, nachwachsenden Rohstoffen gilt das Augenmerk vorrangig dem Übergang der Kunststoffindustrie in die Kreislaufwirtschaft.

Für die Kunststoffindustrie bedeutet dies eine besondere Herausforderung, da die Materialien in der Aufbereitung nicht einfach in einzelne Atome zerlegt und wieder zusammgebaut werden können, wie beispielsweise Metalle.

Grundsätzlich kann das Kunststoffrecycling in 4 Gruppen eingeteilt werden, die Wiederverwendung, das stoffliche Recycling, das chemische Recycling und das thermische Recycling (Bild 1).

Die 4 Grundtypen spielen für den Einstieg in die Kreislaufwirtschaft der Kunststoffe eine wichtige Rolle. Im Jahr 2018 wurden 350 Millionen Tonnen Kunststoff hergestellt, von denen etwa 40% Verpackungen sind, was wiederum 140 Millionen Tonnen entspricht [3]. Verpackungsmaterialien stellen die grösste Gruppe der Kunststoffanwendungen dar und haben einen sehr kurzen Produktlebenszyklus, d.h. sie gelangen sehr schnell in die Entsorgung.

Für eine weitere Betrachtung müssen verschiedene Aspekte beachtet werden. Zum einen gibt es die Situation in der Schweiz: Wie in keinem anderen Land auf der Erde sind flächendeckend Kehrichtverbrennungsanlagen installiert und in Betrieb. Das Müllmanagement ist ausgefeilt und

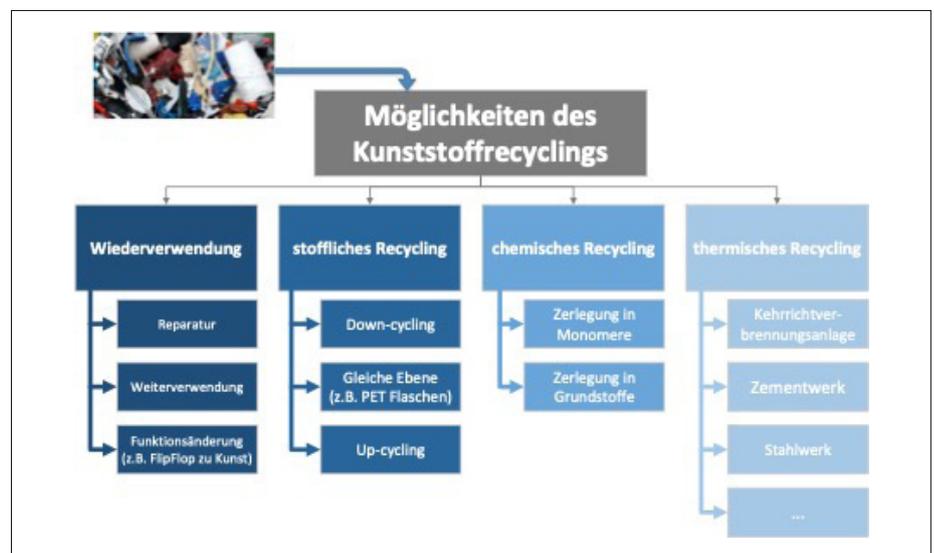


Bild 1: Möglichkeiten der Kunststoffwiederverwendung und des Kunststoffrecyclings.

funktioniert sehr gut. Es gilt ein Deponierungsverbot. Neben dem PET Recycling werden in der Schweiz fast alle Kunststoffabfälle verbrannt. Insgesamt erreicht die Schweiz somit eine Verwertungsquote von nahezu 100%, die sich aus etwa 25% stofflichem Recycling und 75% thermischem Recycling zusammensetzt. Das Projekt Kunststoff Recycling und Verwertung (KuRVe), das die Firma Carbotech AG und das Hochschulinstitut Umtec im Auftrag von 8 Kantonen, verschiedenen Verbänden und dem Bundesamt für Umwelt (Bafu) durchgeführt hat, untersuchte die Verwertungs- und Entsorgungswege von Kunststoffverpackungen aus Schweizer Haushalten. Diese Studie lieferte die Erkenntnis, dass die gemischte Sammlung von Kunststoffabfällen bei hohen Kosten nur einen geringen ökologischen Nutzen hat. Daher sehen sich die nationalen Verbände der kommunalen Abfallwirtschaft OKI und VBSA sowie der Dachverband

Swiss Recycling in ihren bisherigen Empfehlungen bestätigt: Es sollen in der Schweiz weiterhin nur recyclingfähige Materialien gesammelt werden und zwar separat [4].

Etwas anders sieht es in der Europäischen Union aus, auch hier funktioniert das Müllmanagement und es gibt in einigen Ländern bereits ein Deponierungsverbot [3]. Mittels Gesetz wird eine stoffliche Recyclingquote von 50% bis 2025 und von 55% bis 2030 vorgegeben [5]. Die aktuelle Situation der verschiedenen Länder ist in einem Vergleich in Bild 2 dargestellt. Ganz extrem ist jedoch das Problem in vielen anderen Ländern der Erde, die kein Müllmanagementsystem haben und den Müll sehr häufig auf wilden Deponien, an bzw. in Flüssen oder im Meer entsorgen [2].

Werden nun die einzelnen Gruppen betrachtet, so wäre aus ökologischer Sicht die Wiederverwendung der Idealfall, dies

¹ Prof. Daniel Schwendemann, Dipl.-Ing., Stv. Institutsleiter IWK, Fachbereich Aufbereitung/Extrusion, Dozent für Maschinentechnik

Grafik: IWK

ist in vielen Fällen auf Grund der Transportdistanzen und der Verschmutzung nicht realisierbar. Auch die Reparatur mit Wiedereinsatz ist sehr positiv, wenn auch bei Kunststoffbauteilen sehr schwierig, da oft ganze Bereiche aus- oder abgebrochen sind und nicht mehr repariert werden können. Hier wäre evtl. die Additive Fertigung in Zukunft eine Lösung, da mit ihrer Hilfe auch komplexe Einzelteile gefertigt werden können [6].

Das stoffliche Recycling von Kunststoffen, wie es die EU fordert, setzt für eine Aufbereitung eine sortenreine Trennung voraus. Im Falle von PET gelingt dies sehr gut, da die Anwendung für Flaschen sehr homogen ist. Des Weiteren gibt es für geschädigtes PET die Möglichkeit, die Molekülketten durch Aufkondensation zu verlängern und somit die Viskosität zu erhöhen. Dies erlaubt die Verwendung des Materials «von der Wiege zur Wiege», in dem aus alten Flaschen wieder neue Flaschen hergestellt werden, wie es das PET-Recycling Schweiz par excellence demonstriert. Die Stoffströme für 2018 sind in Bild 3 dargestellt.

Bei anderen Materialien wird die Aufbereitung schwieriger, da das Material nicht so homogen eingesetzt und dadurch eine sortenreine Sammlung schwieriger wird. Teilweise treten auch grössere und kritischere Verschmutzungen auf. In den letzten Jahrzehnten wurden daher oft Recyclingprodukte hergestellt, die als Downcycling bezeichnet werden. So wur-

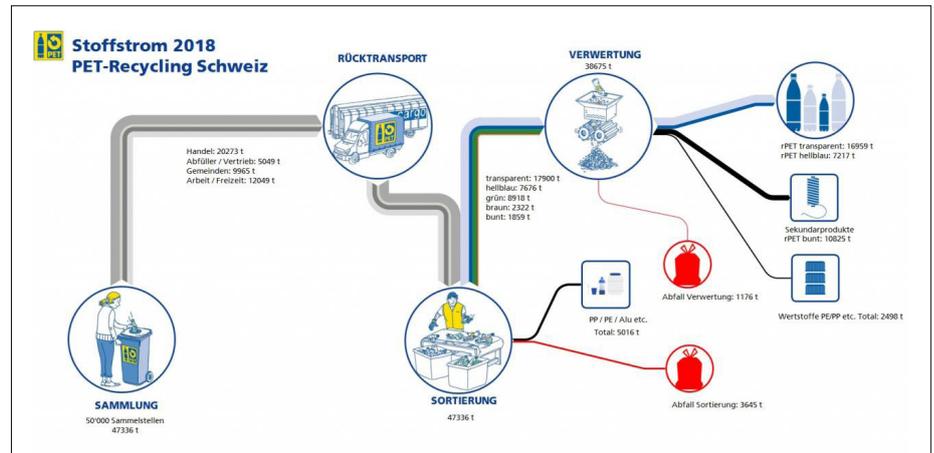


Bild 3: Stoffströme des PET-Recycling Schweiz im Jahr 2018 [7].

den aus PE-Abfällen z. B. Verkleidungen für Lärmschutzwände an Autobahnen oder andere dickwandige Bauteile gefertigt. Dies hat sich oft als Stand der Technik etabliert. Jedoch hat sich in den vergangenen Jahren sehr viel in der Sortiertechnik getan und auch in der Schweiz gibt es einige Nutzer von mehreren tausend Tonnen Kunststoffgranulat pro Jahr. Dieses Material muss momentan meist aus dem europäischen Ausland eingeführt werden. Als Beispiel für das Upcycling von Kunststoffabfällen werden exemplarisch zwei Projekte des Instituts für Werkstofftechnik und Kunststoffverarbeitung erläutert.

Zwei Beispiele aus der Praxis

Im Skischuhrecycling werden die Schuhe manuell in der Behindertenwerkstätte

Argo in Davos zerlegt und mit einem Infrarotspektrometer der Kunststofftyp ermittelt. Anschliessend wird das sortenreine und nach Farben sortierte Mahlgut auf einem Compounder aufbereitet, die Schmelze filtriert und zu einem 3D-Druckerfilament extrudiert. Dies ermöglicht den Einsatz in ganz anderen Anwendungen und kann ebenfalls für die Reparatur verwendet werden. So wurden aus alten Skischuhen schon Luftfilter von Oldtimermotorrädern hergestellt [8]. Ein weiteres Projekt – Tide Ocean Materials – befasst sich mit Abfällen aus Ländern ohne Müllmanagement. Hierbei geht es vor allem darum, dem Abfall einen Wert zu geben, damit dieser eingesammelt und dadurch eine Verdienstmöglichkeit geschaffen wird. Somit wird mittel- und langfristig gesehen der Kunststoff nicht mehr auf dem Land oder im Meer entsorgt, da er zu einem finanziellen Wertstoff geworden ist. Dies ist einer der entscheidenden Punkte, das Kunststoffproblem im Meer stark zu vermindern. Der Abfall wird derzeit in Asien und in der Karibik gesammelt, sortiert, gemahlen und anschliessend in die Schweiz verbracht. Hier wird das Material auf die Anwendung hin aufbereitet. Im Projekt wurden Teile für die Uhrenindustrie, wie Gehäuse aber auch Fasern hergestellt (siehe auch S. xy). Das Projekt wurde im Oktober 2019 von der Expo München mit dem deutschen Technologie- und Designpreis Materialica ausgezeichnet. Als Fazit kann zusammengefasst werden, dass aktuell äusserst viele unterschiedliche Ansätze und Forschungsarbeiten im Bereich des Kunststoffrecyclings erarbeitet werden. Auf Grund der Dringlichkeit müs-

Grafik: PET Recycling Schweiz

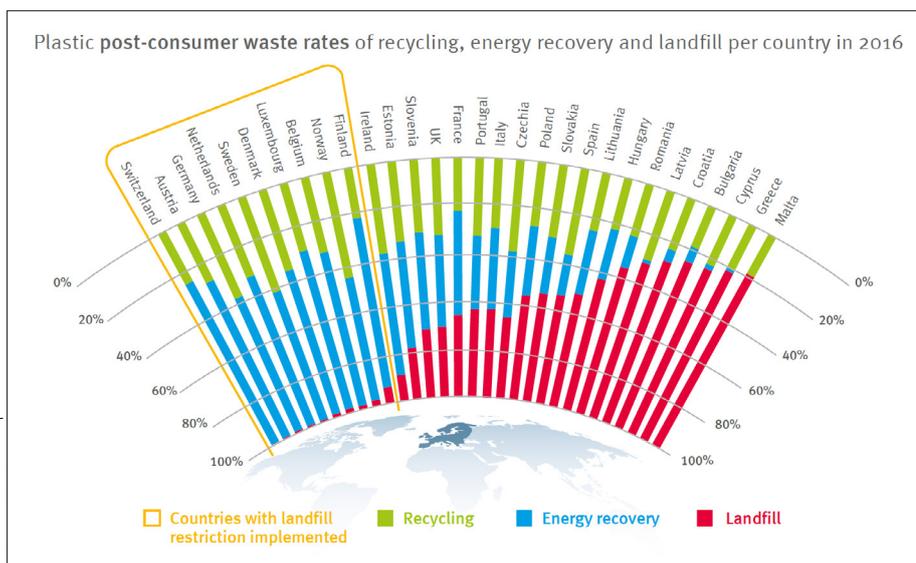


Bild 2: Vergleich der Entsorgung und Verwertung von Kunststoffabfällen aus dem Endkundenbereich in der EU sowie der Schweiz und Norwegen [3].

sen alle sinnvollen Ansätze weitergeführt werden. Dabei dürfen die regionalen Unterschiede in der Qualität des Müllmanagements nicht unberücksichtigt bleiben und individuelle Lösungen gefunden werden. Generell kann das Problem in den ärmeren Ländern kurz- und mittelfristig nur behoben werden, wenn der Kunststoffabfall für die Menschen vor Ort einen Wert erhält.

Abgesehen davon sollte solange noch Wärme durch Verbrennen von Öl erzeugt wird, die letzte Stufe der Kunststoffnutzung die thermische bzw. energetische Verwertung sein.

Literatur

- [1] European Commission. Circular Economy: Commission welcomes Council final adoption of new rules on single-use plastics to reduce marine plastic litter. Directive on the reduction of the impact of certain plastic products on the environment. Brussels, 21 Mai 2019.
- [2] Jambeck, J.R., R. Geyer, C. Wilcox, T.R. Siegler, M. Perryman, A. Andrady, R. Narayan und K.L. Law. Marine pollution. Plastic waste inputs from land into the ocean [online]. Science (New York, N.Y.), 2015, 347(6223), 768-771. Verfügbar unter: doi:10.1126/science.1260352
- [3] Plasticseurope. Plastics – the Facts 2018 [online]. An analysis of European plastics production, demand and waste data, 2018. Verfügbar unter: https://www.plasticseurope.org/application/files/6315/4510/9658/Plastics_the_facts_2018_AF_web.pdf
- [4] Verband der Betreiber Schweizerischer Abfallverwertungsanlagen VBSA, Organisation Kommunale Infrastruktur OKI, Swiss Recycling. Kunststoffsammlung: Nationales Sammelsystem für Plastikflaschen aufbauen, 13. Juli 2017.
- [5] European Commission. Eine europäische Strategie für Kunststoffe in der Kreislaufwirtschaft. Brussels, 16.01.2018.
- [6] Umweltbundesamt. Die Zukunft im Blick: 3D-Druck Trendbericht zur Abschätzung der Umweltwirkungen [online], 2018. Verfügbar unter: www.umweltbundesamt.de/publikationen
- [7] PET Recycling Schweiz. Stoffstrom 2018 PET Recycling Schweiz [online], 2019. Verfügbar unter: <https://www.petrecycling.ch/de/wissen/zahlen-fakten/stoffstrom>
- [8] Unternährer, J. 3D-Druck Oldtimer-Ersatzteile. Ersatzteile aus Kunststoff durch Additive Fertigungsverfahren für Zweirad-Oldtimer, 2017.

Kontakt

Hochschule für Technik Rapperswil
 IWK Institut für Werkstofftechnik und
 Kunststoffverarbeitung
 Prof. Daniel Schwendemann
 Oberseestr. 10
 CH-8640 Rapperswil
 +41 222 4916
 daniel.schwendemann@hsr.ch
 www.hsr.ch

183 x 131 mm