

Das Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik **UMTEC** besteht aus drei Fachgruppen: Recycling und Verfahrenstechnik, Wasser und Abwassertechnik sowie Advanced Materials&Processes. Rund 15 Wissenschaftler und Ingenieure aus den Bereichen Maschinen und Verfahrenstechnik, Umweltwissenschaften und Chemie betreuen Forschungs- und Entwicklungsprojekte.

Die **Fachgruppe Recycling und Verfahrenstechnik** beschäftigt sich vor allem mit der mechanischen Aufbereitung von Sekundärrohstoffen. In einem einzigartig ausgestatteten Verfahrenstechniklabor entwickeln wir Verfahren und Geräte zur Separation von Schüttgütern und zur Phasentrennung. Wir greifen auf eine langjährige Erfahrung aus zahlreichen Projekten mit Industrieunternehmen und Umweltämtern zurück. Rund 40 Patentanmeldungen belegen unser Innovationspotenzial. Unsere acht Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter im Bereich Recycling und Verfahrenstechnik sind überwiegend Ingenieure/innen von der OST und der ETH Zürich. Sie werden durch Zivildienstleistende, Praktikanten und Studierende unterstützt.

[www.umtec.ch](http://www.umtec.ch) / [www.ost.ch](http://www.ost.ch)

„Wir erforschen technische Probleme nicht.  
Wir lösen sie!“ **UMTEC**

## Erweitertes Kunststoff-Recycling

### Hintergrund und Zielsetzung

Heute werden in der Schweiz jährlich rund 68'000 t Kunststoffabfälle (davon 50'000 t PET) aus Haushalten separat gesammelt. Demgegenüber stehen Kunststoffsammlungen im Ausland, bei welchen eine wesentlich grössere Vielfalt von Kunststoffarten, und damit wesentlich höhere Mengen pro Person gesammelt und verwertet werden. Problematisch bei der stofflichen Verwertung von grossen heterogen zusammengesetzter Kunststoffmengen sind allerdings u.a. die Verschmutzung und die Schwierigkeit, die zahlreichen verschiedenen Kunststoffe sauber voneinander zu trennen. Dies führt dazu, dass ein Teil dieser gesammelten Kunststoffe zwar «stofflich» verwertet wird, jedoch oft nur für Produkte, die keinen nennenswerten ökologischen Vorteil aufweisen. Zudem entstehen grosse Mengen an Ausschüssen, die verbrannt werden («thermische Verwertung»). Da Siedlungsabfälle in der Schweiz ohnehin verbrannt werden, stellt sich die Frage nach der Sinnhaftigkeit einer Kunststoffsammlung, die über den *status quo* hinausgeht («erweiterte Kunststoffsammlung»).

Mit dem Ziel, mehr Kunststoffe der stofflichen Verwertung zuzuführen, entstanden in den vergangenen Jahren in der Schweiz verschiedene Initiativen zur «erweiterten Kunststoffsammlung» PE+). So können z.B. Milchflaschen aus PE schon länger im Detailhandel zurückgegeben werden. Im Jahr 2013 beschlossen die Schweizer Detailhändler, diese Sammlung auf Kunststoffflaschen auszuweiten. Diese werden neu in verschiedenen Gegenden in der Schweiz auch von der öffentlichen Hand gesammelt. In der jüngeren Vergangenheit wurden zudem zahlreiche, zum Teil konkurrierende, Sammelsysteme für weitere Kunststoffe eingeführt, und zwar sowohl durch die Privatwirtschaft als auch durch die öffentliche Hand (Unternehmungen, Gemeinden, Zweckverbände). Mittlerweile haben selbst Fachleute der Branche kaum noch einen Überblick darüber, wer welche Arten und Mengen von Kunststoffen sammelt, welche Kosten damit verbunden sind, und was mit diesen Kunststoffen geschieht. Zudem besteht bezüglich des ökologischen Nutzens der verschiedenen Sammelsysteme eine grosse Unsicherheit. Das Projekt KuRVe hatte die Zielsetzung, die derzeitigen Entsorgungs- respektive Verwertungswege für separat gesammelte Kunststoffe auszuleuchten. Dazu gehört die Analyse der Kunststoffsammelsysteme wie z.B. die verschiedenen Sammelsacksysteme, die Abgabe in Entsorgungshöfen oder im Detailhandel. Diese Verwertungswege wurden sowohl ökologisch (Ökobilanzierung) als auch wirtschaftlich bewertet und mit den Resultaten und Erkenntnissen von bereits bestehenden Ökobilanzen konsolidiert. So sollte eine Entscheidungsgrundlage geschaffen werden, welche Art der Verwertung unter den gegebenen Umständen aus ökologisch-wirtschaftlichen Gesichtspunkten am sinnvollsten ist.



Abbildung 1: Sekundärkunststoff in Form von aufbereitetem Kunststoffgranulat.

## Resultate und Diskussion

Der Umweltnutzen der betrachteten Kunststoffsammlersysteme liegt zwischen 0.4 bis 0.7 Mio. eingesparten Umweltbelastungspunkten vUBP pro Tonne Sammelware (siehe Abb. 2). In der Schweiz könnten pro Person und Jahr rund 14 kg Kunststoffe zusätzlich gesammelt und verwertet werden (Potenzial, nicht aktuelle Sammelmenge). Der sich daraus ergebende potenzielle ökologische Nutzen entspricht etwa der Einsparung einer Autofahrt von 30 Kilometer pro Person und Jahr. Der Umweltnutzen wird v.a. durch folgende Aspekte beeinflusst:

- Qualität des Rezyklats
- Selektiv vs. gemischte Sammlung
- Hol-, Bringsystem oder Detailhändler
- Höhe der Industrierückführungsquote
- Anteil thermische Verwertung im Zementwerk
- Energieeffizienz KVA

Abb. 2 zeigt eine Übersicht der zusätzlichen Nettokosten (Nettokosten der Sammlersysteme abzüglich den 250 CHF/t Nettokosten für die Entsorgung in einer KVA) der betrachteten Kunststoffsammlersysteme. Die Nettokosten ergeben sich aus den Gesamtkosten abzüglich Wertstoff- und Energieerlösen. Die gegenüber der Verbrennung in Schweizer KVA zusätzlichen Kosten schwanken im Bereich von 300 CHF/t bis 700 CHF/t, im Mittel rund CHF 500 pro Tonne Kunststoff. Zum Vergleich wurden in Abb. 2 der Umweltnutzen und die Kosten des PET-Recycling aufgeführt.

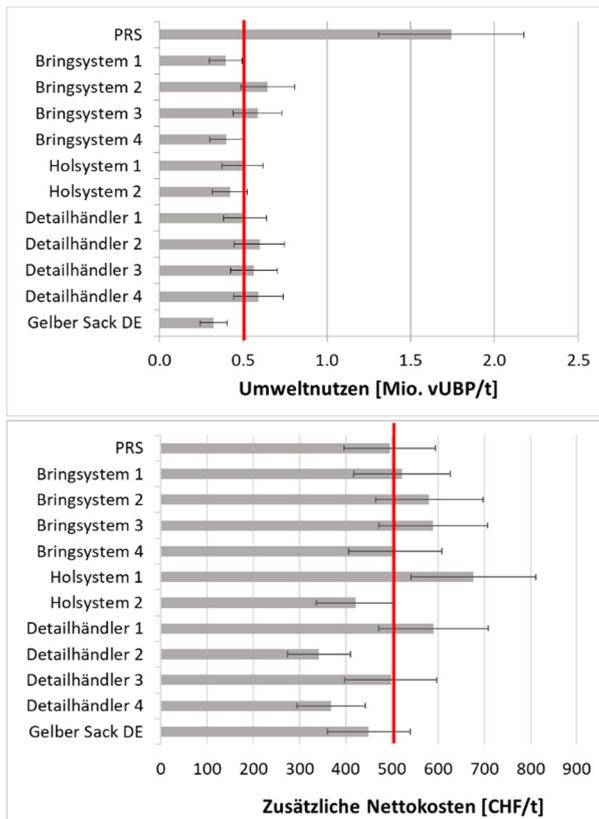


Abbildung 2: Zusammenstellung des Umweltnutzens (oben) und der zusätzlichen Nettokosten (unten) der betrachteten Kunststoffsammlersysteme. Zusätzlich wurden zum Vergleich der Umweltnutzen und die zusätzlichen Nettokosten von PET Recycling Schweiz und von der Kunststoff-Fraktion des Gelben Sacks Deutschland aufgeführt.

Die in Abb. 3 dargestellte Ökoeffizienz berechnet sich aus der Division des Umweltnutzens durch die zusätzlichen Nettokosten. Diese Grösse wird als «specific-eco-benefit-indicator» kurz SEBI bezeichnet. Die höchste Ökoeffizienz, also den höchsten SEBI von Kunststoffsammlersystemen, erreicht mit 3'500 vUBP/CHF das PET Recycling Schweiz, gefolgt von der separaten Sammlung von Polyethylenflaschen (Detailhändler).

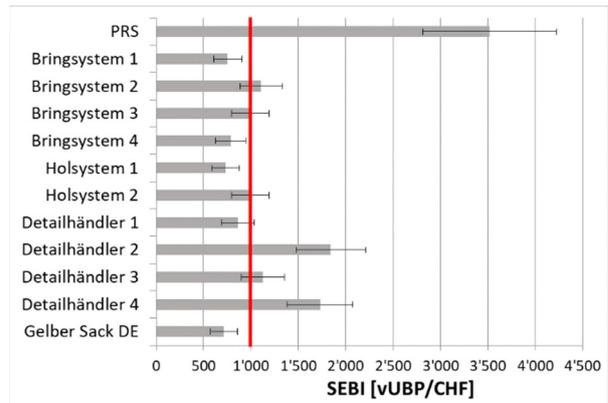


Abbildung 3: Ökoeffizienz der betrachteten Systeme im Vergleich pro t gesammeltes Material.

Abb. 4 zeigt den SEBI-Mittelwert der in diesem Projekt betrachteten Kunststoffsammlersysteme (Kunststoff PE+) im Vergleich mit dem Effizienzspektrum anderer Schweizer Recyclingmassnahmen. Offenbar liegen die betrachteten Kunststoffsammlersysteme am unteren Ende des Ökoeffizienz-Spektrums der Schweizer Recyclinglandschaft, nämlich bei einem SEBI von rund 1'000 vUBP/CHF.

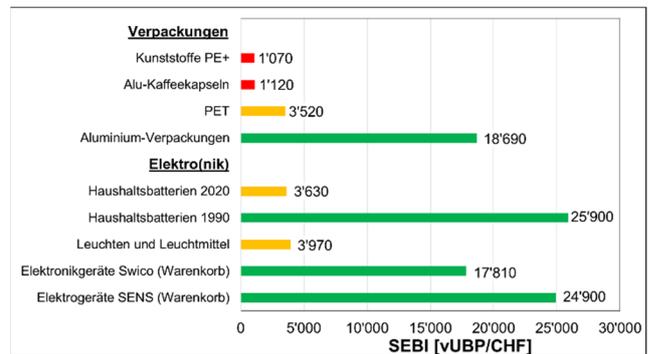


Abbildung 4: SEBI der Kunststoffsammlung PE+ aufgetragen im Effizienzspektrum anderer Schweizer Recyclingmassnahmen, welche im Rahmen des Projekts EconEcol auf ihre Ökoeffizienz geprüft wurden.

## Fazit

Die Ökoeffizienz (SEBI) der «erweiterten Kunststoffsammlungen» liegt mit 700 bis 1'800 vUBP/CHF am unteren Ende des Ökoeffizienzspektrums der bisher in der Schweiz etablierten Recyclingmassnahmen. Die Ökoeffizienz ist vor allem dann tief, wenn die Qualität des Sammelgutes schlecht ist (z.B. «gelber Sack» Deutschland). Fazit: Mit dem Kunststoffrecycling wird ein vergleichsweise geringer Umweltnutzen ziemlich teuer erkaufte.

## Kontakt

Prof. Dr. Rainer Bunge, Tel. 058 257 48 60 (Sekretariat)  
 OST Ostschweizer Fachhochschule ▪ UMTEC Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik ▪ Oberseestrasse 10 ▪ CH-8640 Rapperswil