

# KuRVe (Kunststoff Recycling und Verwertung)

## Ökonomisch-ökologische Analyse von Sammel- und Verwertungssystemen von Kunststoffen aus Haushalten in der Schweiz

**Kunststoffsammlungen aus Haushalten haben, verglichen mit der Sammlung von PET-Flaschen, eine geringe Kosten/Nutzen-Effizienz. Dem verhältnismässig kleinen ökologischen Nutzen stehen hohe Kosten gegenüber. Dies sind die wichtigsten Ergebnisse des Projekts Kunststoff Recycling und Verwertung (KuRVe), das die Firma Carbotech AG und das Hochschulinstitut UMTEC im Auftrag von acht Kantonen, verschiedenen Verbänden und dem Bundesamt für Umwelt BAFU durchgeführt hat.**

In den letzten Jahren entstanden neben der PET-Flaschensammlung verschiedene neue, meist private Sammlungen von weiteren Kunststoffabfällen aus Haushalten. Im Projekt Kunststoff Recycling und Verwertung (KuRVe) wurden die Verwertungs- und Entsorgungswege dieser Kunststoffabfälle aus Schweizer Haushalten auf den ökologischen Nutzen und die damit verbundenen Kosten untersucht. Nur ein Teil der gesammelten Kunststoffabfälle kann rezykliert (stofflich verwertet) werden, der nicht verwertbare Teil wird aussortiert und in Zementwerken energetisch verwertet oder thermisch in Kehrrichtverbrennungsanlagen behandelt. Dabei wird Energie in Form von Strom und Wärme zurückgewonnen.

Die wissenschaftliche Studie kommt zum Schluss, dass das Verhältnis von Kosten und Nutzen von separaten Sammlungen von Kunststoffabfällen in der Schweiz bei etwa einem Drittel der Effizienz des PET-Recycling-Systems liegt. Eine neue Sammlung von Kunststoffabfällen stiftet zwar einen ökologischen Nutzen – der Betrieb des Systems ist aber teuer. Der potenzielle ökologische Nutzen einer neuen Kunststoffsammlung pro Person und Jahr entspricht etwa der Einsparung einer Autofahrt von 30 Kilometern pro Person und Jahr.

Im Folgenden soll die Berechnung der ökologischen Effizienz erläutert werden. Kurz und bündig wird Effizienz grundsätzlich beschrieben als: „Doing more with less“ (Kuosmanen, 2005). Der Indikator Ökoeffizienz wurde vom WBCSD<sup>1</sup> im Jahre 1991 definiert. Er zeigt auf wie hoch der Umweltnutzen bei einem bestimmten ökonomischen Aufwand ist. D.h. er misst, ob die finanziellen Mittel aus ökologischer Sicht gut eingesetzt sind. Berechnet wird die ökologische Effizienz wie folgt:

$$\text{Ökologische Effizienz} = \frac{\text{Umweltnutzen}}{\text{Kosten}}$$

Dieser Indikator wird verwendet um den spezifischen Ökonutzenindikator (Specific-Eco-Benefit-Indicator SEBI) wie folgt zu definieren:

$$\begin{aligned} \text{SEBI} &= \frac{\text{Nutzen gegenüber Referenzszenario}}{\text{Kosten gegenüber Referenzszenario}} = \frac{\text{vermiedene Umweltauswirkung}}{\text{zusätzliche Kosten}} \\ &= \frac{UBP_{\text{Referenzszenario}} - UB_{\text{Alternativszenario}}}{\text{Kosten}_{\text{Alternativszenario}} - \text{Kosten}_{\text{Referenzszenario}}} \left[ \frac{\text{eingesparte UB}}{\text{CHF}} \right] \end{aligned}$$

<sup>1</sup> WBCSD: World Business Council For Sustainable Development

Um die ökologische Effizienz zu ermitteln, wird folglich ein „Alternativszenario“ mit einem „Referenzszenario“ verglichen (Abbildung 1). Das Alternativszenario ist ein zum Referenzszenario alternativer Entsorgungsweg, z.B. das Recycling (stoffliche Nutzung) von PET-Flaschen und anderen Haushaltskunststoffen anstelle der thermischen Behandlung in der KVA (unser Referenzszenario).

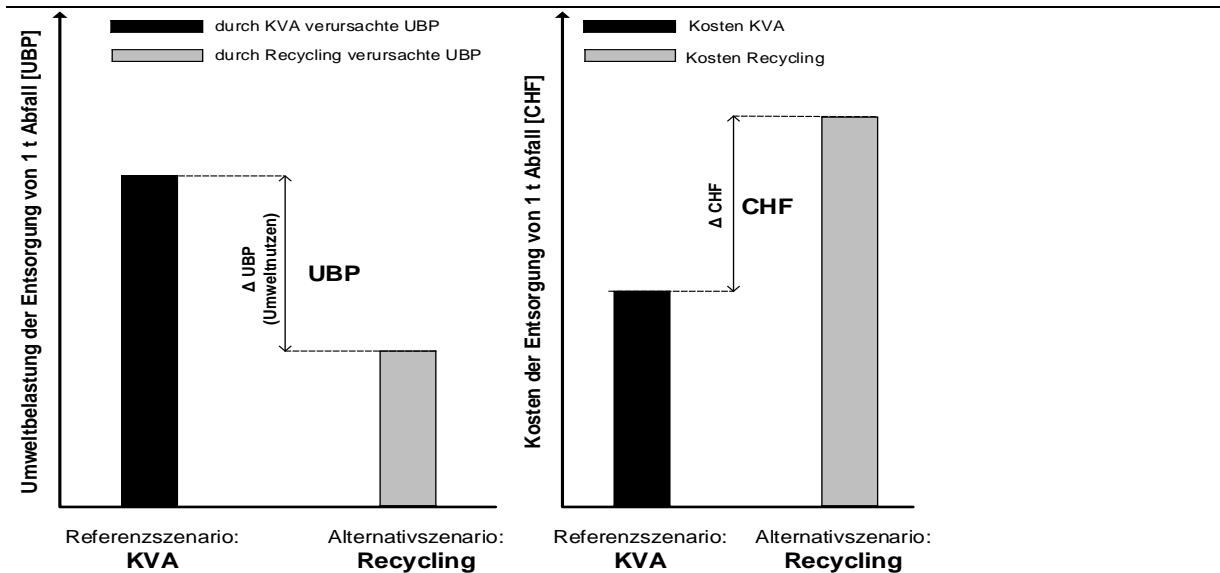


Abbildung 1: Referenzszenario Kehrlichtverbrennung KVA vs. Alternativszenario Recycling. Links: Quantifizierung des Umweltnutzens mittels Umweltbelastungspunkten führt zu  $\Delta$ UBP. Rechts: Analog dazu werden die gegenüber einem Referenzszenario zusätzlich anfallenden Kosten ( $\Delta$ CHF) bestimmt. Diese beiden Differenzen ( $\Delta$ UBP und  $\Delta$ CHF) werden zur Bestimmung des SEBI\* dividiert:  $SEBI^* = \Delta UBP / \Delta CHF = eUBP / CHF$  (eUBP steht für eingesparte UBP).

Abbildung 2 zeigt den SEBI\* der in diesem Projekt betrachteten Kunststoffsammelsysteme (beschrieben durch Kunststoffe PE+) im Vergleich mit dem Effizienzspektrum anderer Schweizer Recyclingmassnahmen, welche im Rahmen des Projekts EconEcol (Bunge, Stäubli, & Pohl, 2016) analysiert wurden. Der Vergleich zeigt, dass ein Kunststoffsammelsystem (Kunststoff PE+) eher am unteren Ende des Ökoeffizienz-Spektrums der Schweizer Recyclinglandschaft liegt, nämlich um einen SEBI\* von 1070 eUBP/CHF. Der SEBI\* der separaten Kunststoffsammlung liegt somit im Bereich des Recyclings von Alu-Kaffeekapseln oder Haushaltbatterien. PET Recycling Schweiz liegt mit ca. 3'500 eUBP/CHF höher, im selben Bereich wie das Recycling von Leuchten und Leuchtmitteln. Im Vergleich dazu liegt das Recycling von Elektronikgeräten (SWICO<sup>2</sup>) deutlich höher. Im obersten Ökoeffizienz-Bereich liegt das Recycling von Metallverpackungen wie Aluminium und das Recycling von SENS-Elektrogeräten.

Konkret werden heute durch die gemischten Kunststoffsammlungen ca. 11'000 t Kunststoffe pro Jahr gesammelt. Die pro System gesammelten Mengen liegen zwischen 12 t/a und 3'000 t/a. Angesichts des Potentials von 112'000 t/a für eine gemischte Kunststoffsammlung und 24'500 t/a für eine selektive Separatsammlung von Kunststoffflaschen und Getränkekartons ist das nur ein geringer Teil der potentiell sammel- und verwertbaren Kunststoffabfälle aus Haushaltungen. Im Vergleich dazu sammelte PET Recycling Schweiz im Jahre 2016 rund 50'000 t PET-Getränkeflaschen<sup>3</sup>. Viele der betrachteten Kunststoffsammelsysteme stehen in Konkurrenz zueinander, weil die Kunststoffmenge der Schweiz nicht gross genug ist, um alle diese Systeme auszulasten.

<sup>2</sup>Definition SWICO und SENS: siehe Glossar

<sup>3</sup>Ein interessantes Detail: PET Recycling Schweiz ist über Fehlwürfe von 3'500 t/a immer noch der grösste Schweizer „PE-Separatsammler“.

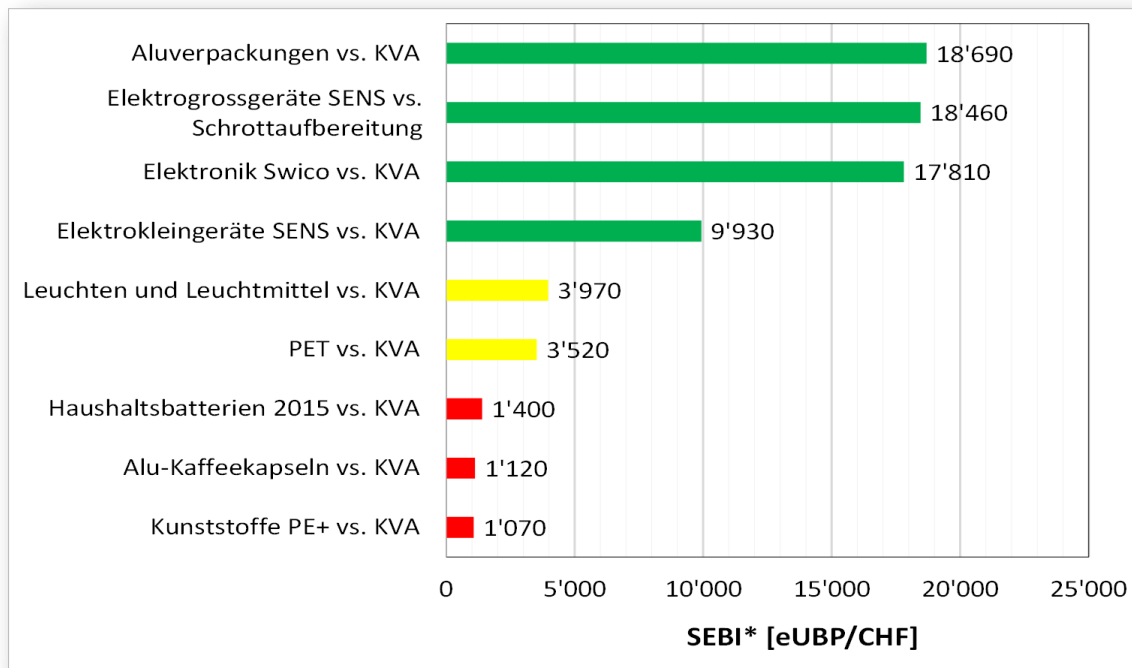


Abbildung 2: SEBI\* der Kunststoffsammelsysteme (Definition siehe Glossar) aufgetragen im Effizienzspektrum anderer Schweizer Recyclingmassnahmen, welche im Rahmen des Projekts EconEcol (Bunge u. a., 2016) auf ihre Ökoeffizienz geprüft wurden. Je höher die Ökoeffizienz der Recyclingmassnahmen ist, desto höher der SEBI\* und desto länger die Balken. Der SEBI\* der Kunststoffsammlung befindet sich am unteren Ende des Ökoeffizienzspektrums der Schweizer Recyclinglandschaft. Für die Berechnung des SEBI\* wurden je System die aktuell gesammelten Mengen berücksichtigt (gemäss Angaben der Stakeholder).

Die Analyse der Finanzierungssituation der betrachteten Kunststoffsammelsysteme hat gezeigt, dass die Nettokosten im Mittel 750 CHF/t betragen. Im Vergleich zum Referenzszenario, KVA mit thermischer Nutzung (250 CHF/t Nettokosten), fallen demnach rund 500 CHF/t an Mehrkosten an. Demgegenüber steht der durch das Recycling generierte ökologische Nutzen. Unsere Analysen haben gezeigt, dass alle betrachteten Kunststoffsammelsysteme, im Vergleich zur thermischen Nutzung in einer durchschnittlichen Schweizer KVA, einen Umweltnutzen aufweisen. Dieser schwankt zwischen 0.4 – 0.7 Mio. UBP pro Tonne gesammeltem Kunststoff. Je nach Energieeffizienz der KVA kann der Umweltnutzen der Kunststoffsammelsysteme jedoch zwischen 0 und 1.2 Mio. UBP pro Tonne liegen. Diese Resultate werden durch eine aktuelle Studie aus den Niederlanden gestützt (Raymond H.J.M. et al. 2017). Bezüglich Umweltnutzen sind die folgenden drei Punkte relevant:

- Rückführung von hochwertigem Rezyklat in die Industrie.
- Für minderwertige Sammelware ist eine thermische Nutzung in einem Zementwerk ökologisch vorteilhaft gegenüber der Entsorgung in einer durchschnittlichen KVA.
- Je höher die Energieeffizienz der KVA ist, desto geringer der Umweltnutzen der Kunststoffsammlung. Dennoch haben Szenarienrechnungen gezeigt, dass in Zukunft (2050) der Umweltnutzen der Kunststoffsammlung trotz optimierten KVA leicht ansteigen wird.

Fazit: Mit dem Kunststoffrecycling wird ein vergleichsweise geringer Umweltnutzen ziemlich teuer erkaufte. Die Ergebnisse bilden eine Grundlage für die nötigen weiteren Diskussionen und die politischen Entscheidungen betreffend allfällige neue Separatsammlungen von Kunststoffabfällen aus Haushalten.