

KuRVe Kunststoff-Recycling und Verwertung

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

Seeland.biel/bienne: Themenabend « Was tun mit Plastikabfällen? »

Lyss, 5. September 2019

Verfasser:

Carbotech AG, Basel
Dr. Fredy Dinkel,
Thomas Kägi, t.kaegi@carbotech.ch

UMTEC, HSR Rapperswil
Prof. Rainer Bunge,
Thomas Pohl
Ariane Stäubli

Ziel KuRVE



- Ermitteln aktueller Haushaltskunststoff-Sammlungen
- Stoffflussanalyse der Sammelsysteme: Welche Mengen werden gesammelt, was passiert mit diesen Massenströmen und welche Kosten sind damit verbunden?
- Berechnen des ökologischen Nutzen dieser Sammelsysteme im Vergleich zum Referenzszenario „Thermische Behandlung in einer durchschnittlichen KVA“
- Berechnen der Kosten/Nutzen-Effizienz der verschiedenen Systeme
- Berechnen des ökologischen Nutzen und der Kosten/Nutzen-Effizienz von Zukunftsszenarien und Potentialabschätzungen



Methodischer Ansatz

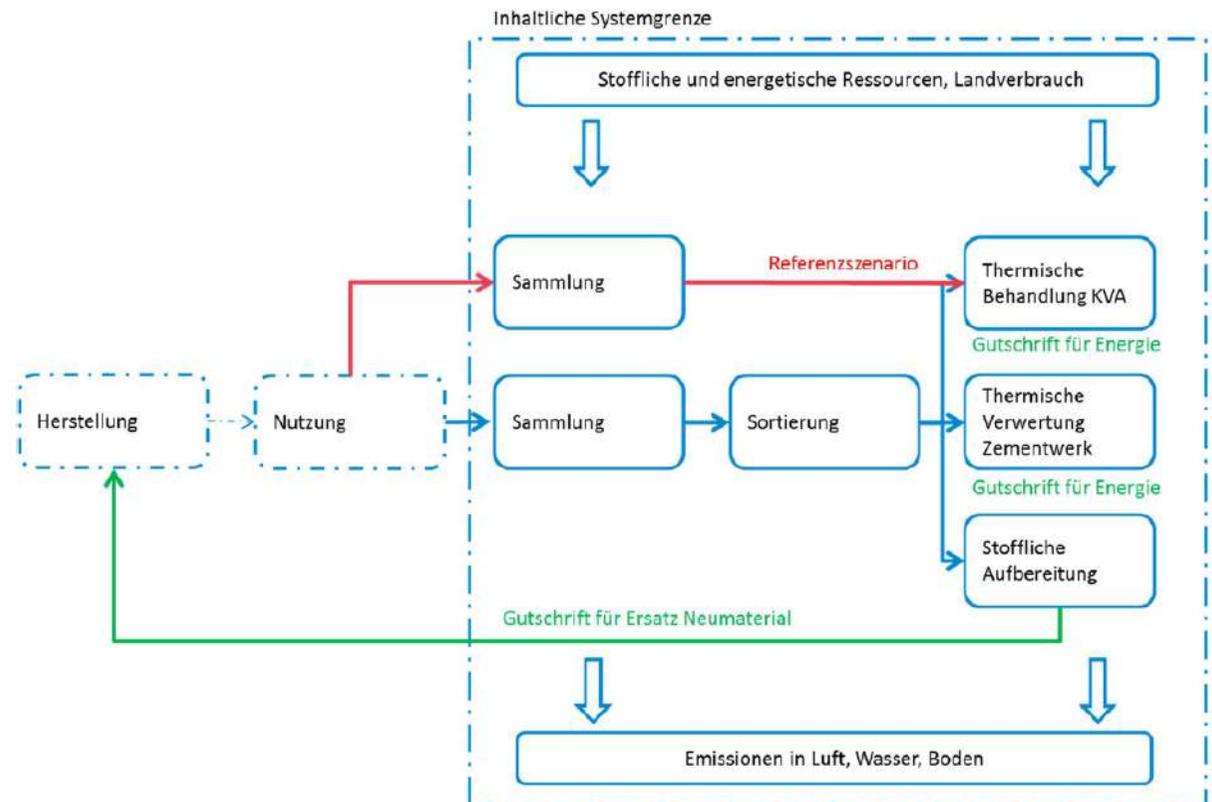
Datenerhebung

- Umfassende Literaturrecherche
- Stakeholder-Interviews
 - Erhebung der Massen- und Geldflussdaten der wichtigsten Schweizer Kunststoffseparatsammelsysteme
 - Datenabgleich mit Literatur
 - Daten wurden von Stakeholdern gutgeheissen

Methodischer Ansatz

Systemgrenze

- Vom Anfall des Abfalls im Haushalt:**
 D.h. auch private Fahrten zur Sammelstelle werden berücksichtigt, dies ist notwendig für Vergleiche mit Haushaltsammelsystemen (KVA oder Recyclingsäcken).
- Bis Regranulat (-> Industrierückführungsquote):**
 Falls nicht aufbereitete KS z.B. als Flaschen oder Flakes weiterverkauft werden und nicht bekannt ist, was damit geschieht, so werden so weit möglich Durchschnittsdaten von DS oder Plastic Recycler Europe verwendet.
- Oder bis Schlackeentsorgung:**
 Wenn KS nicht recycelt wird, wird die Entsorgung in einer CH-KVA betrachtet.

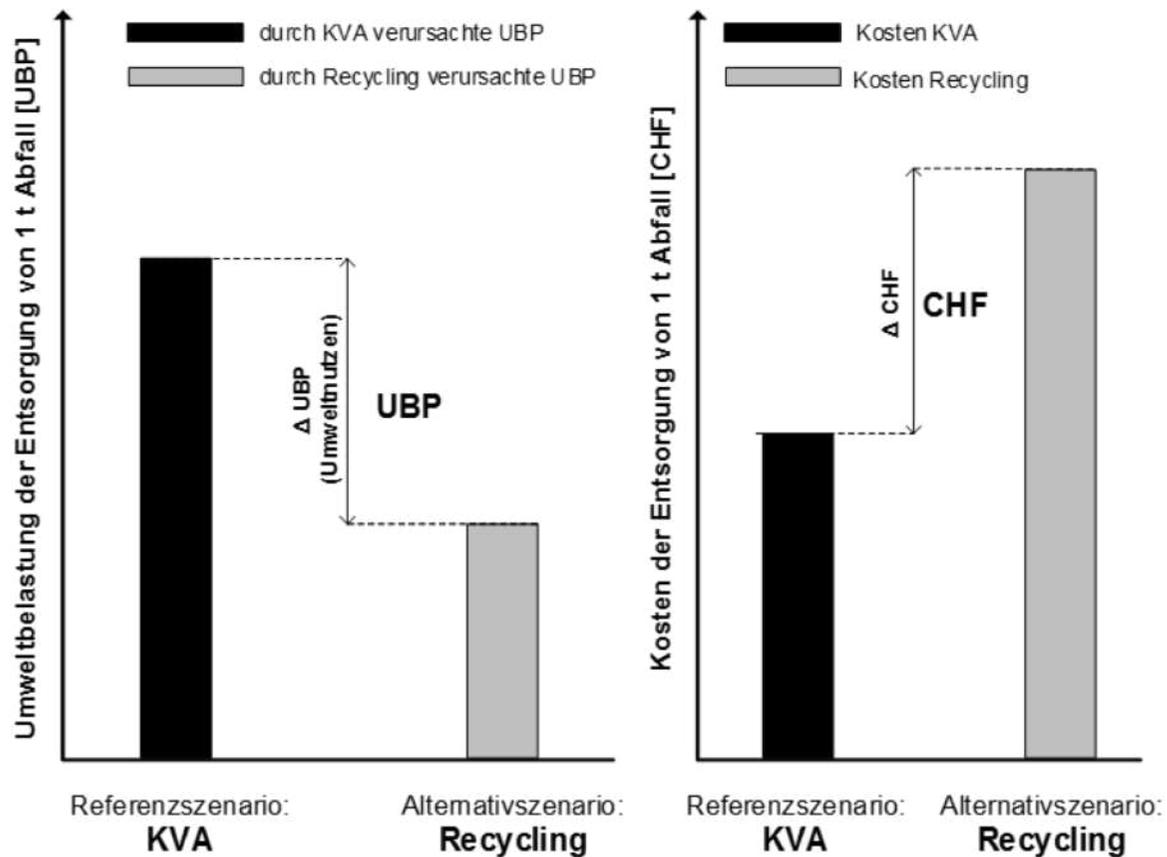




Methodischer Ansatz

Vergleichsbasis: Referenz- vs. Alternativszenario

Entsorgung in der KVA mit energetischer Nutzung (Strom und Wärme) vs. Recycling





Methodischer Ansatz

Gutschriften und Allokation

Grundsätzlich soll der Substitutionsansatz gewählt werden.

Werkstoffliches Recycling:

Einteilung in drei Qualitätsklassen, Ersatzpotentiale abhängig vom Werkstoff:

- A: Hohes Ersatzpotential ~ 90% z.B. PET Bottle to Bottle, PE-Kabelrohre
- B: Mittleres Ersatzpotential ~ 70% z.B. PP für günstige Gartenmöbel
- C: Niedriges Potential ~ Ersatz von Holz (Paletten) oder Beton (Rasensteine)

KVA:

Es wird mit verschiedenen heutigen und zukünftigen Energie-Mix gerechnet.

Zementwerk:

Aktueller Brennstoffersatz (Kohle).

Methodischer Ansatz

Methoden



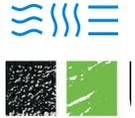
Umwelteinwirkung Umweltbelastungspunkte (UBP)

Lebenszykluskosten: Kompatibilität mit Systemgrenzen der Ökobilanz muss sichergestellt werden.

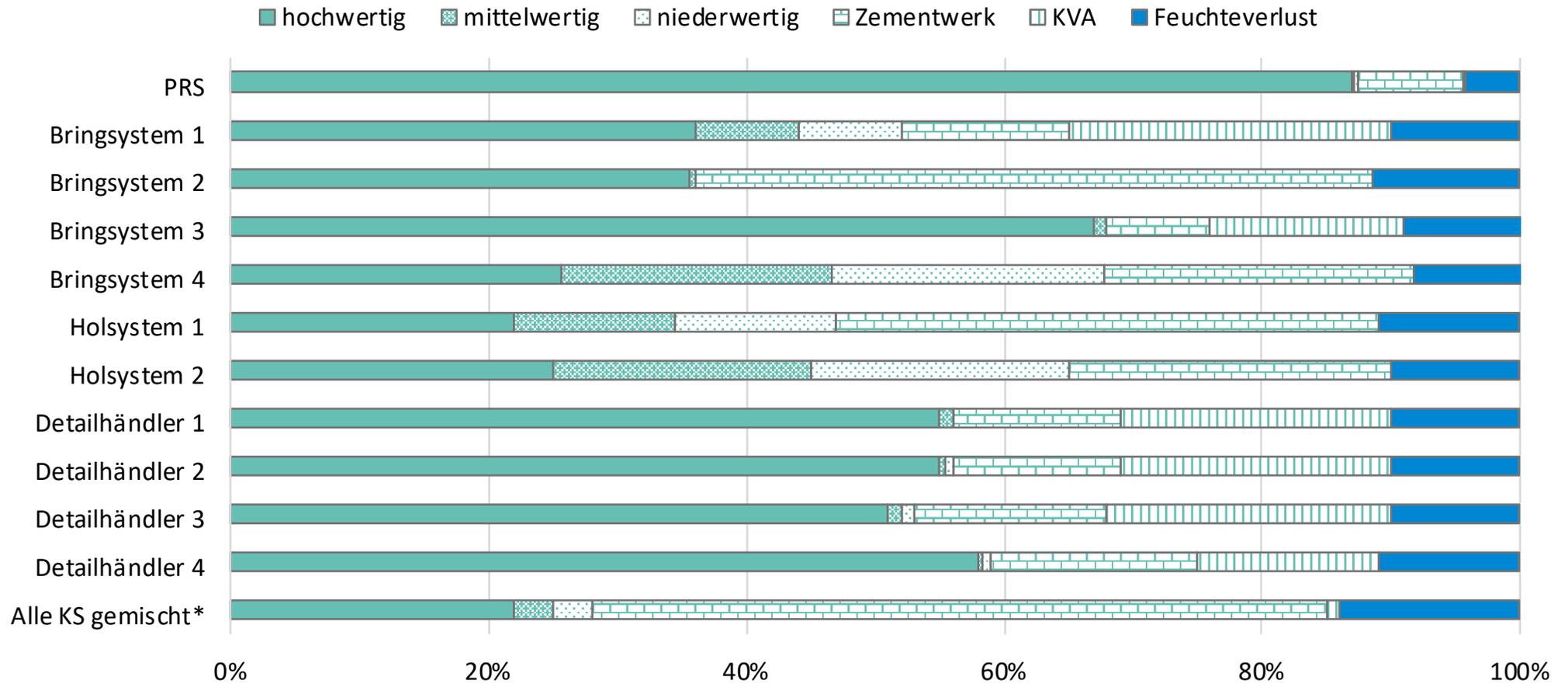
Ökoeffizienz Specific-Eco-Benefit-Indicator SEBI*

$$SEBI = \frac{\text{Nutzen gegenüber Referenzszenario}}{\text{Kosten gegenüber Referenzszenario}} = \frac{\text{vermiedene Umweltauswirkung}}{\text{zusätzliche Kosten}}$$
$$= \frac{UBP_{\text{Referenzszenario}} - UB P_{\text{Alternativszenario}}}{\text{Kosten}_{\text{Alternativszenario}} - \text{Kosten}_{\text{Referenzszenario}}} \left[\frac{\text{eingesparte UBP}}{\text{CHF}} \right]$$

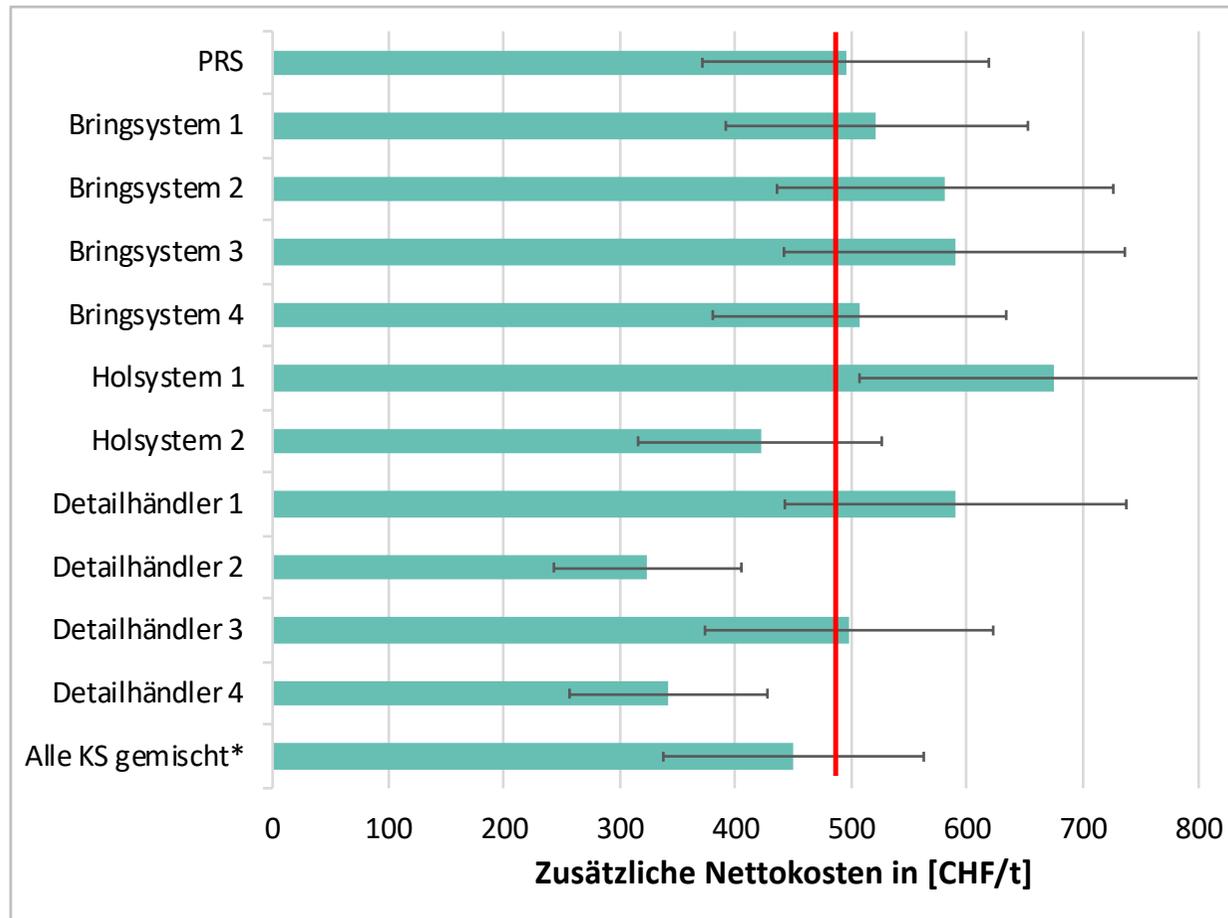
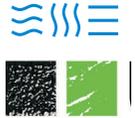
Resultate: Materialflussanalyse MFA



Betrachtete Kunststoffsammlersysteme und deren Entsorgungs- und Verwertungswege



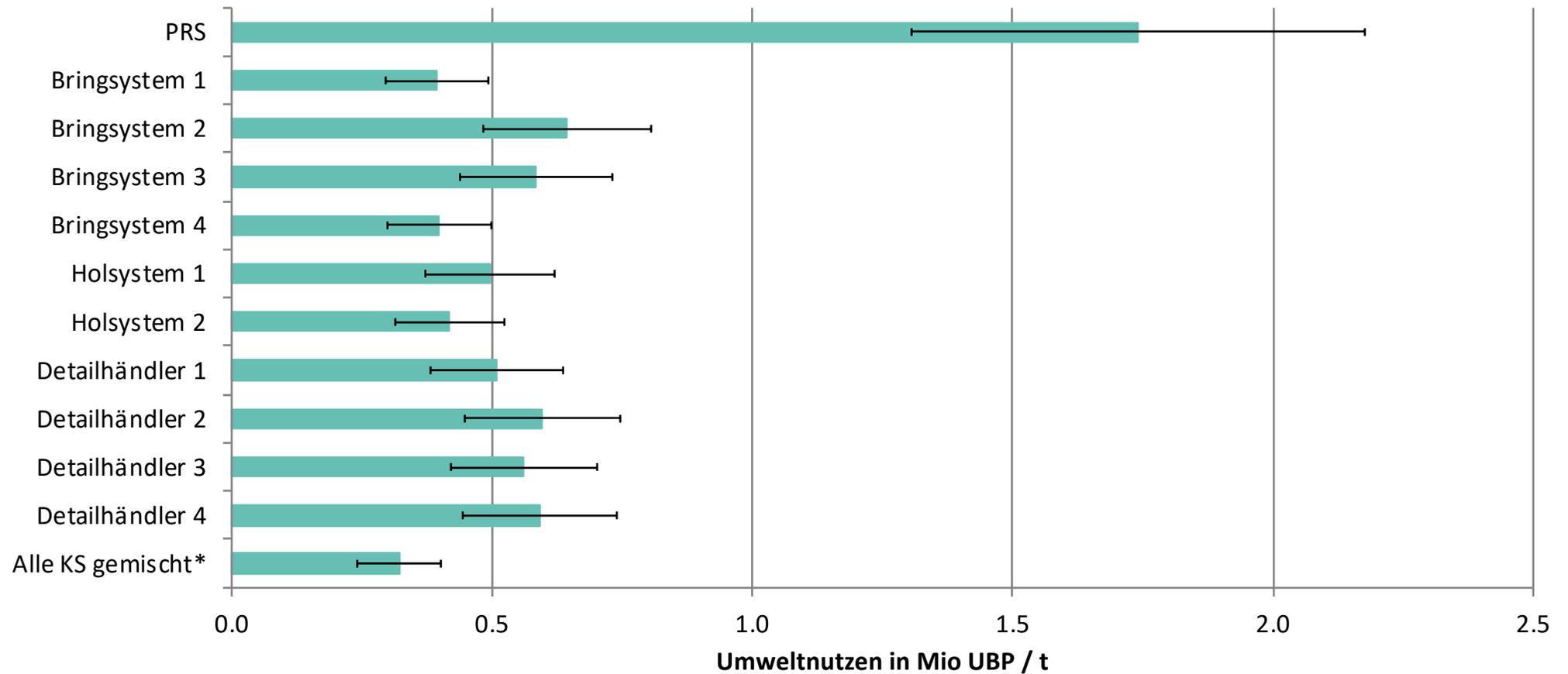
Resultate: Kosten



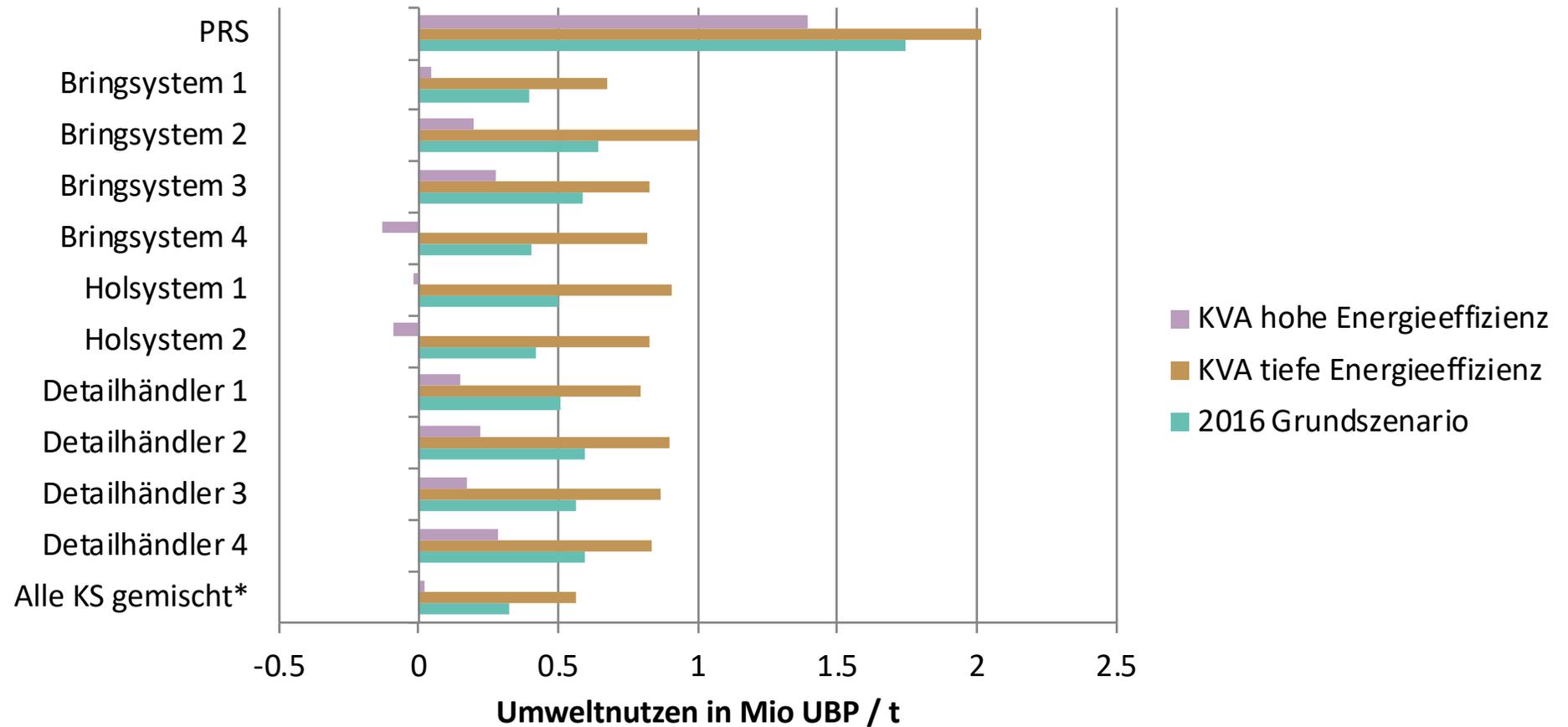
Zusammenstellung der Nettokosten der betrachteten Kunststoffsammlersysteme (ohne Verkaufsstellenverlust bei Detailhändlern).

Die rote Linie stellt den Mittelwert dar.

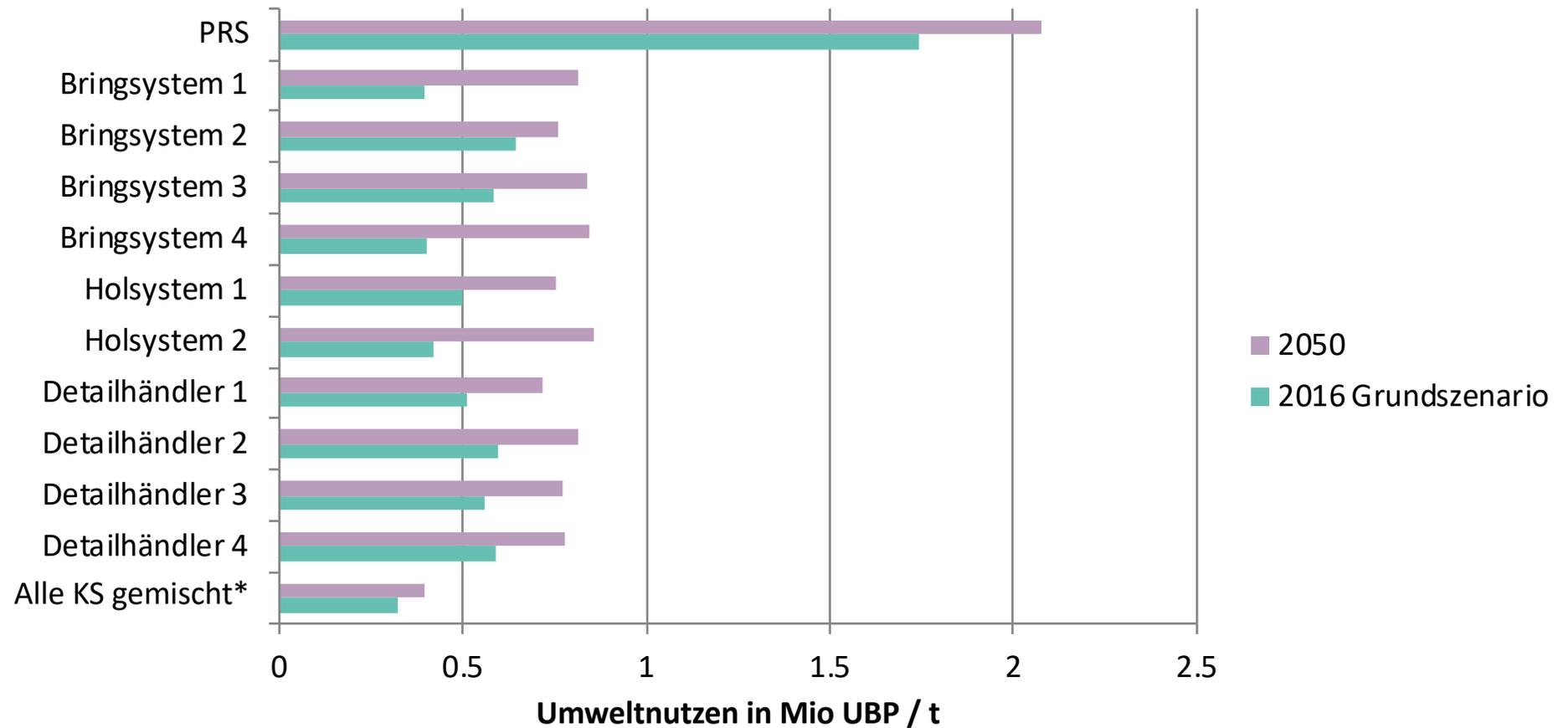
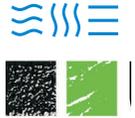
Resultate: Übersicht des Umweltnutzens der betrachteten Systeme



Resultate: Übersicht Umweltnutzen je nach Energienutzungsgrad der KVA

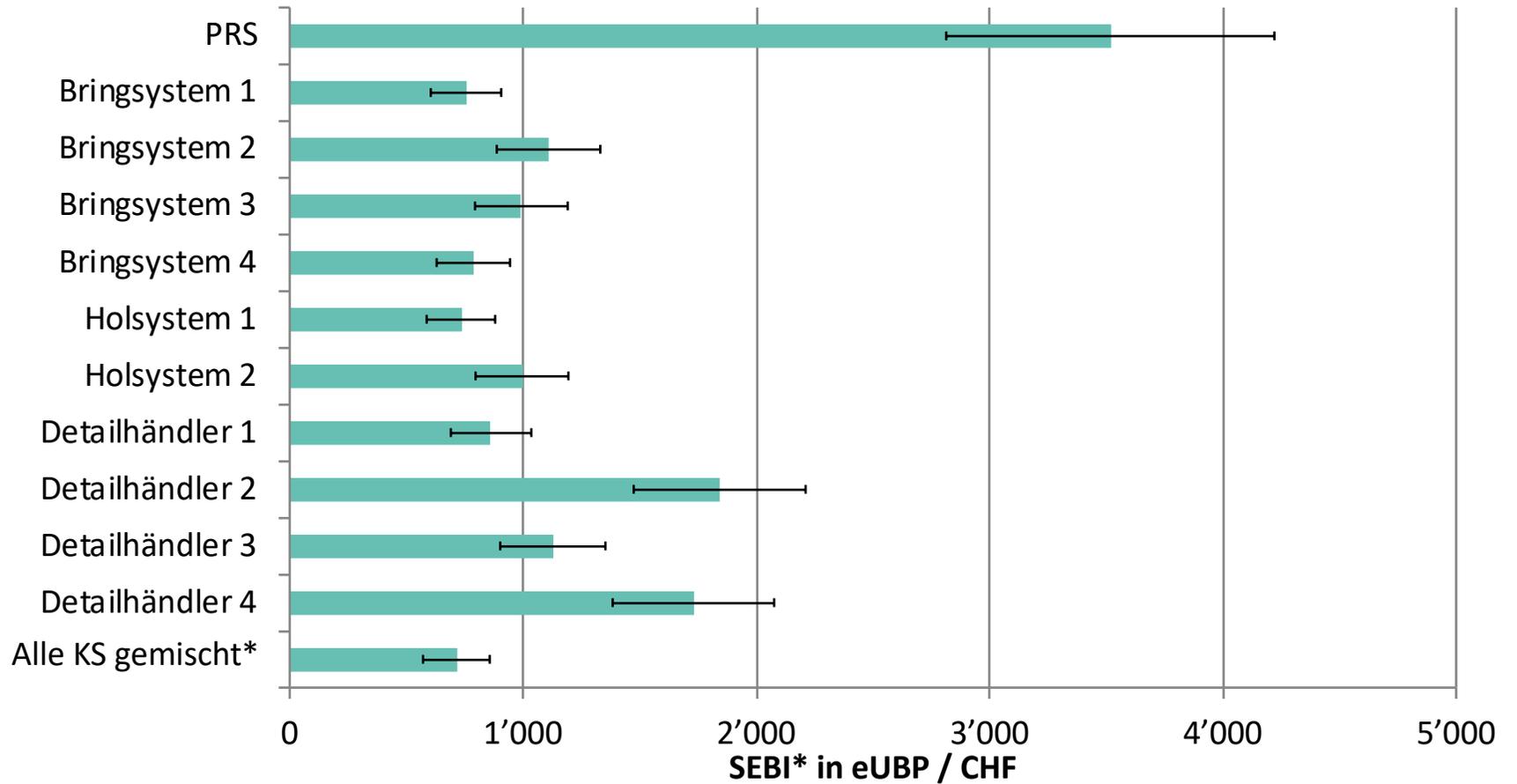


Resultate: Zukünftiger Umweltnutzen der KS-Sammelsysteme

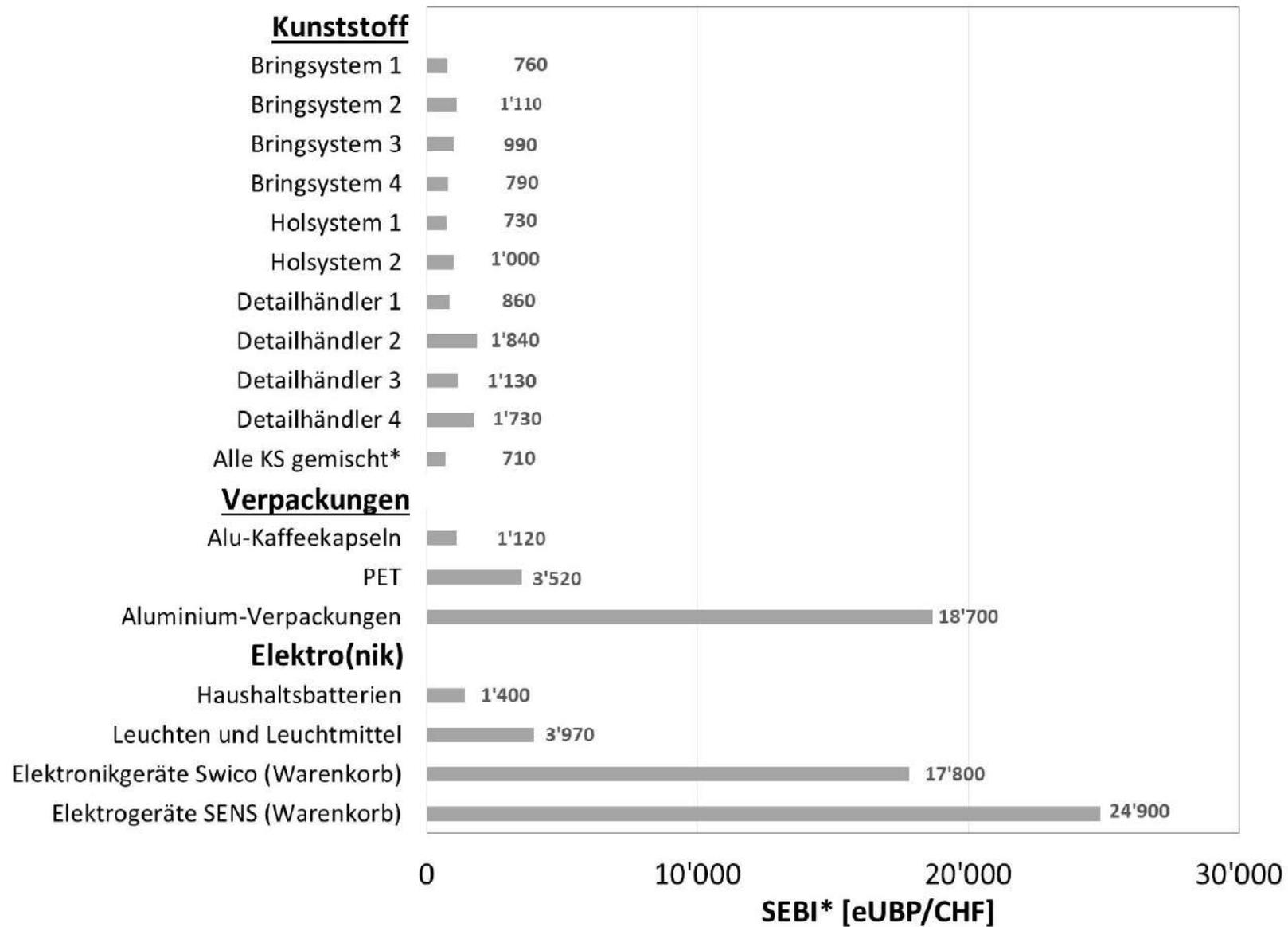


Resultate: Ökoeffizienz SEBI*

Kunststoffsammelsysteme



Übersicht SEBI* Recycling- systeme

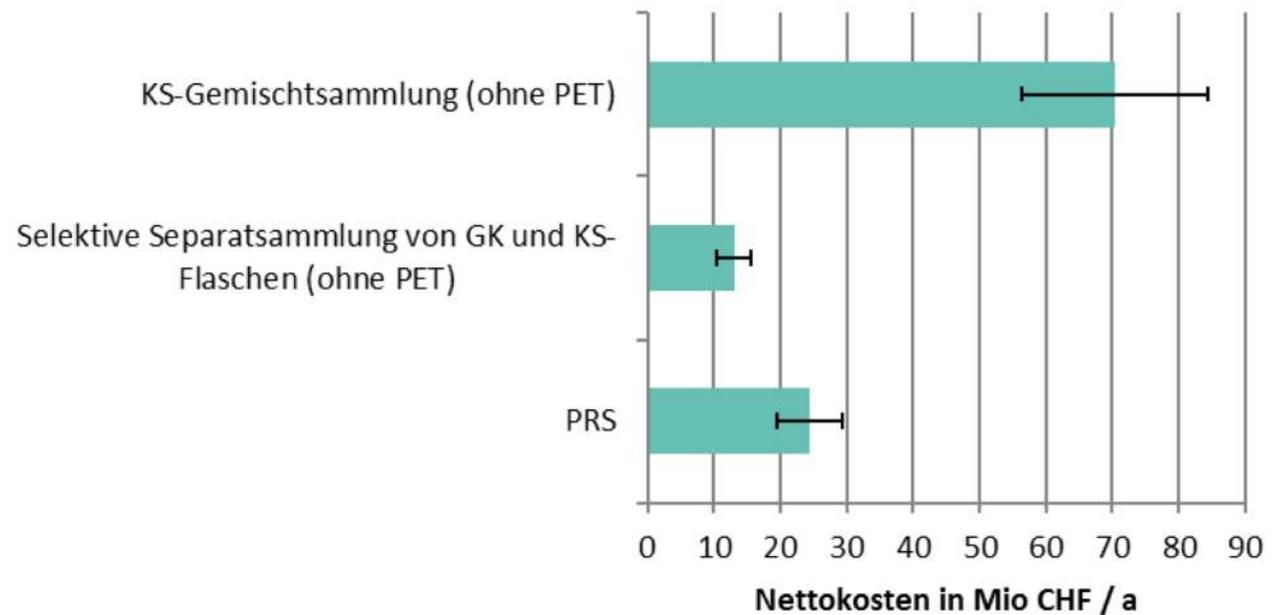
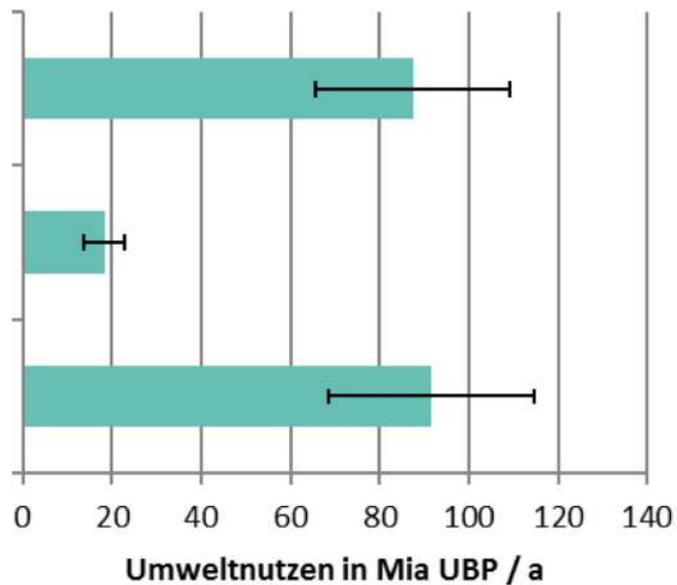


Potential: Selektive Sammlung vs. alles gemischt



Potentieller Umweltnutzen und potentielle Kosten pro Jahr von schweizweiten Sammelsystemen. Folgende Mengen wurden für die Hochrechnung angenommen:

- **112 '000 t/a** für eine **gemischte Kunststoffsammlung** und
- **24'500 t/a** Separatsammlung von **KS-Flaschen und GK**.
- **50'000t/a** für das Vergleichssystem **PRS**.

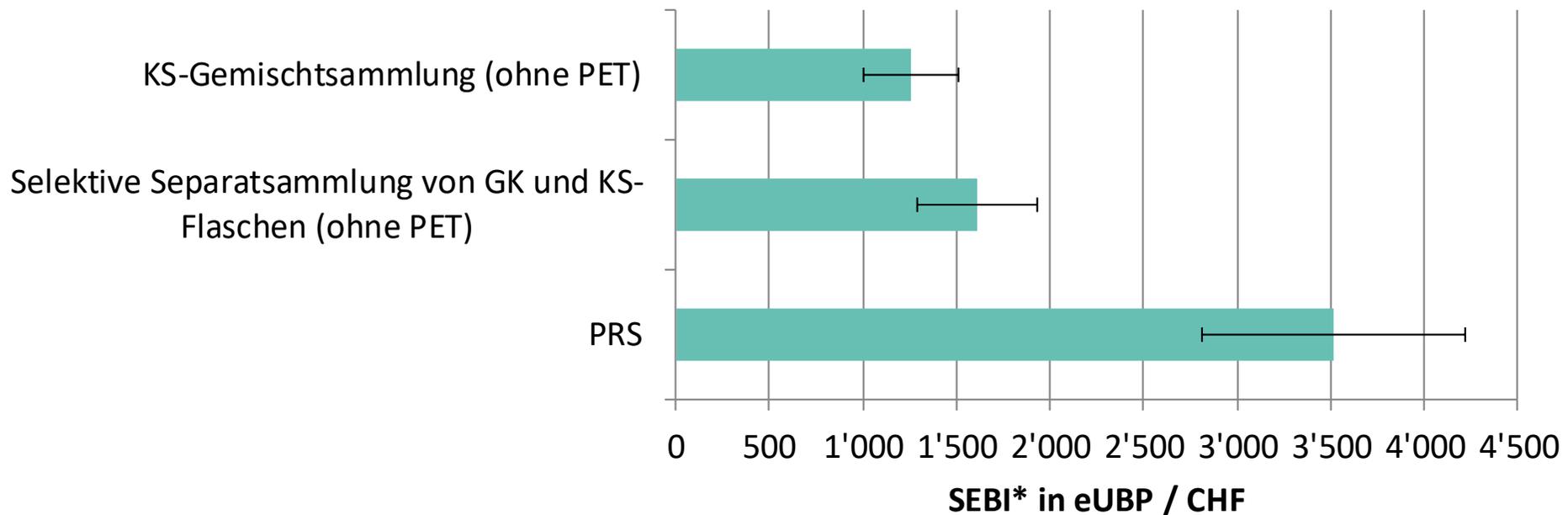


Potential: Selektive Sammlung vs. alles gemischt

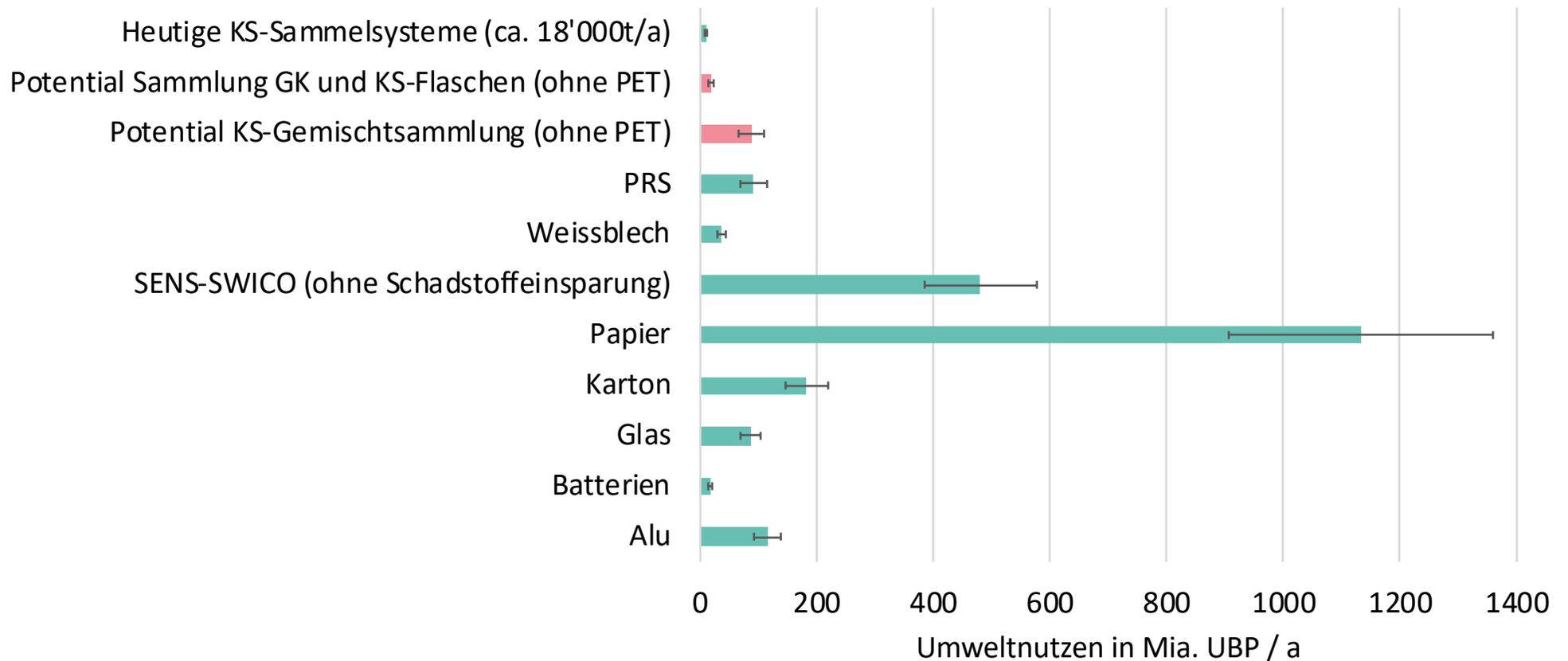


SEBI der Potentialbetrachtung von schweizweiten Sammelsystemen. Folgende Mengen wurden für die Hochrechnung angenommen:

- **112 '000 t/a** für eine **gemischte Kunststoffsammlung** und
- **24'500 t/a** Separatsammlung von **KS-Flaschen und GK.**
- **50'000t/a** für das Vergleichssystem **PRS.**



Übersicht Umweltnutzen ausgewählter Recyclingsysteme pro Jahr



Schlüsse: Umwelt



- Alle Systeme weisen einen Umweltnutzen auf (0.4 - 0.7 Mio. UBP/t, entspricht einer Autofahrt von 1'200 km bis 2'100 km).
- Umweltnutzen pro Tonne von PRS ist ungefähr 3x so hoch wie die der KS-Sammelsysteme.
- Ein hoher Nutzen pro Tonne ergibt sich falls eine hohe Qualität des Recycling-Materials erreicht wird, z.B. HDPE Milchflaschensammlung.
- Folien ergeben tendenziell eine schlechtere Qualität und führen damit zu einem tieferen Systemnutzen.
- Zementwerke und KVA mit hoher Energienutzung weisen heute einen höheren Umweltnutzen auf als Recycling-Polyolefine mit tiefer Qualität.
- Hol- und Bringsysteme sind gleichwertig; aber bei Bringsystemen kann der Privattransport sehr entscheidend sein.

Schlüsse: Nettokosten und SEBI*



Kosten

- Die zusätzlichen Systemkosten (Nettokosten abzüglich den 250.- CH / t Nettokosten der Entsorgung in einer KVA) schwanken zwischen 300 und 700 CHF / t.
- Im Durchschnitt liegen die zusätzlichen Kosten bei ca. 500 CHF / t.

Ökoeffizienz SEBI*

- SEBI* der KS-Systeme liegt bei 700 bis 1'800 eUBP/CHF.
- Dieser Wert ist tiefer als bei anderen Recyclingsystemen.

Fazit



- Das Kunststoffrecycling weist
- ... Umweltnutzen auf (der geringer ist als bei anderen Systemen)
- ... und hat seinen Preis

